



Informatização de Esquemas de Submontagem na Área de Montagem

MONICA ALEXANDRA OLIVEIRA RODRIGUES

novembro de 2016

INFORMATIZAÇÃO DE ESQUEMAS DE SUBMONTAGEM NA ÁREA DE MONTAGEM

Mónica Alexandra Oliveira Rodrigues



Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores
Área de Especialização em Sistemas e Planeamento Industrial

Departamento de Engenharia Electrotécnica

Instituto Superior de Engenharia do Porto

2016

Relatório elaborado para satisfação parcial dos requisitos da Unidade Curricular de Tese/Dissertação do Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores

Candidato: Mónica Alexandra Oliveira Rodrigues, Nº 1140199, 1140199@isep.ipp.pt

Orientação científica: Prof. Doutor José Salgado Rodrigues, jar@isep.ipp.pt

Empresa: Yazaki Saltano de Ovar - Produtos Eléctricos, Lda (YSE)

Supervisão: Eng.º Jorge Sousa, Jorge.sousa@yazaki-europe.com



Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores
Área de Especialização em Sistemas e Planeamento Industrial

Departamento de Engenharia Electrotécnica

Instituto Superior de Engenharia do Porto

2016

Agradecimentos

Ao concluir este trabalho, não podia faltar o agradecimento a todos aqueles que sempre se mostraram disponíveis ao longo da realização do projeto:

Ao orientador, Prof. Doutor José Salgado Rodrigues, agradeço a oportunidade que me proporcionou e todo o apoio e ajuda prestada, bem como conhecimentos transmitidos.

À Yazaki Saltano de Ovar, agradeço a confiança demonstrada e a forma cordial com que me receberam.

Aos colegas do departamento de Engenharia de Produção da Yazaki Saltano de Ovar, agradeço toda a formação que foi fornecida, toda a ajuda prestada sempre que necessário, os conhecimentos transmitidos e a colaboração na realização do projeto.

Aos meus amigos agradeço por estarem sempre disponíveis para me apoiarem e transmitirem força.

Por fim, um agradecimento especial à minha família por todas as oportunidades que me proporcionaram, por me apoiarem em todos os momentos, e acreditarem sempre no meu sucesso.

A todos, muito obrigada.

Resumo

Atualmente, considerando a concorrência do mercado a nível internacional, as empresas devem tornar-se cada vez mais competitivas e empenhadas em cumprir as metas e missões estabelecidas. Estas devem esforçar-se por ter a capacidade de satisfazer as necessidades e expectativas dos clientes.

O investimento em melhorias contínuas nas linhas de produção traz vantagens a nível da eficiência e da gestão de produção. O presente trabalho foi desenvolvido no departamento de Engenharia de Produção da Yazaki Saltano de Ovar e tem como principal objetivo proceder à modelação digital das instruções de submontagem necessárias na linha de montagem do modelo McLaren P13.

Os esquemas de submontagem devem ser construídos com base num balanceamento de linha apropriado. Estes esquemas devem ter diversas características favoráveis à utilização por parte dos operadores, como serem simples, claros, objetivos e próximos da realidade.

A modelação digital dos esquemas visa individualizar por produto as instruções necessárias, de forma a reduzir más interpretações dos operadores. Tem ainda como finalidade automatizar o processo de alteração dos esquemas aquando da mudança do produto a produzir.

O projeto incorpora a realização do balanceamento da linha, a construção dos esquemas de submontagem e a individualização dos mesmos, a passagem a um formato digital dos esquemas na linha recorrendo a uma aplicação WEB e ainda a construção de normas de funcionamento da aplicação criada.

Palavras-Chave

Balanceamento de linha, esquemas de submontagem, informatização.

Abstract

Nowadays, considering the competition of the international market, companies have become increasingly competitive and committed to accomplish the established goals and missions. Companies should seek the ability to meet the needs and expectations of their customers.

Investing in continuous improvements in production lines brings advantages in terms of efficiency and production management. This work was developed in Production Engineering department of Yazaki Saltano Ovar and aimed to do a computer modelling of subassembly instructions on the assembly line of the McLaren P13 model.

The subassembly schemes in order to be the most suitable possible, should be constructed from an appropriate line balancing. These schemes should have several favourable characteristics to the operators, such as being simple, clear, objective and close to reality.

The computer modelling of schemes aims to individualize by product the necessary instructions to reduce misinterpretations of operators. It also intended to automate the process of changing schemes when the product assembling change.

The project enters the realization of the line balancing, the construction of the subassembly schemes and their individualization, the computerization of the line using a web application and the construction of operating instructions of the application created.

Keywords

Line balancing, subassembly schemes, computerization.

Índice

AGRADECIMENTOS	I
RESUMO	III
ABSTRACT	V
ÍNDICE	VII
ÍNDICE DE TABELAS	XVII
ACRÓNIMOS	XIX
1. INTRODUÇÃO	1
1.1.CONTEXTUALIZAÇÃO	1
1.2.OBJETIVOS	2
1.3.CALENDARIZAÇÃO	5
1.4.ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO	7
2. INDÚSTRIA AUTOMÓVEL	9
2.1.INDÚSTRIA AUTOMÓVEL MUNDIAL	9
2.2.INDÚSTRIA AUTOMÓVEL EM PORTUGAL	11
3. YAZAKI	13
3.1.APRESENTAÇÃO DA YAZAKI	14
3.2.DIVISÕES E INTERESSES DO GRUPO	16
3.3.EMPRESAS COM FORTE COMPONENTE DE RESPONSABILIDADE SOCIAL	17
3.4.POLÍTICAS YAZAKI	19
3.5.YAZAKI SALTANO	22
3.6.ATIVIDADES PRINCIPAIS DA YSE	23
3.6.1. <i>EDS - Electrical Distribution System</i>	23
3.6.2. <i>C OMBU - Component Business Unit</i>	24
3.6.3. <i>PTC - Porto Technical Centre</i>	26
3.7.LAYOUT DA YSE	27
3.8.COLABORADORES YSE	28
3.9.DEPARTAMENTOS DE APOIO À PRODUÇÃO	29
4. PROCESSO PRODUTIVO EDS	31
4.1.ATIVIDADES PRINCIPAIS DO PROCESSO PRODUTIVO	31
4.1.1. <i>Corte, cravação e joint (P1 e P2)</i>	34

4.1.2.	<i>Montagem, inspeção e embalagem (P3)</i>	39
4.2.	ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	42
4.2.1.	<i>Manutenção</i>	42
4.2.2.	<i>Engenharia</i>	44
5.	LEVANTAMENTO DO PROBLEMA	51
5.1.	CARACTERIZAÇÃO DA LINHA MCLAREN P13	51
5.2.	ORGANIZAÇÃO DOS POSTOS DE FIOS DA LINHA MCLAREN P13	52
5.3.	ANÁLISE AOS DEFEITOS INTERNOS NA MONTAGEM DO MODELO MCLAREN P13	53
5.4.	PROPOSTAS DE RESOLUÇÃO APRESENTADAS.....	55
6.	REVISÃO DO ESTADO DE ARTE	57
6.1.	SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO.....	58
6.2.	FILOSOFIA <i>LEAN</i>	60
6.2.1.	<i>Lean thinking</i>	61
6.2.2.	<i>Lean Manufacturing</i>	62
6.2.3.	<i>Técnicas e ferramentas Lean</i>	63
6.3.	ORGANIZAÇÃO NO LOCAL DE TRABALHO (5S)	64
6.4.	GESTÃO VISUAL.....	66
6.5.	CARACTERÍSTICAS DAS INSTRUÇÕES DE TRABALHO.....	67
6.5.1.	<i>Instruções de trabalho com características intrínsecas</i>	69
6.5.2.	<i>Instruções de trabalho com características extrínsecas</i>	71
6.5.3.	<i>Quadro com características das instruções de trabalho</i>	72
6.6.	LAYOUTS FABRIS	74
6.6.1.	<i>Layouts fixos</i>	75
6.6.2.	<i>Layouts em fluxo contínuo</i>	75
6.6.3.	<i>Layouts de processos intermitentes</i>	75
6.6.4.	<i>Layouts em linha</i>	76
6.6.5.	<i>Tipos de linha de produção</i>	76
6.7.	BALANCEAMENTO DE LINHAS DE PRODUÇÃO (<i>LINE BALANCING</i>).....	77
6.7.1.	<i>Métodos Heurísticos de balanceamento de linhas de produção</i>	81
7.	BALANCEAMENTO DA LINHA DE PRODUÇÃO BODY MCLAREN P13	83
7.1.	PLANEAMENTO DO BALANCEAMENTO DA LINHA DE PRODUÇÃO	83
7.2.	DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE BALANCEAMENTO DA LINHA	86
7.3.	BALANCEAMENTO DA LINHA.....	90
7.3.1.	<i>Postos de fio e isolamento</i>	91
7.3.2.	<i>Postos de maquete de cliques, inspeção e embalagem</i>	96
7.3.3.	<i>Organização do balanceamento da linha</i>	98
7.4.	EFICIÊNCIA DO BALANCEAMENTO DA LINHA.....	99

7.5.ERROS ENCONTRADOS NO RR.....	100
8. ESQUEMAS DE SUBMONTAGEM DE FIO	103
8.1.BALANCEAMENTO DO ESQUEMA DE SUBMONTAGEM	103
8.2.LISTAS DE COMPONENTES DOS PRODUTOS.....	104
8.3.ORGANIZAÇÃO DOS POSTOS DE TRABALHO	107
8.4.CONSTRUÇÃO DO ESQUEMA DE SUBMONTAGEM.....	109
9. INFORMATIZAÇÃO DE ESQUEMAS DE SUBMONTAGEM DE FIO	115
9.1.ANÁLISE DO PROJETO	115
9.2.DESCRICÃO DO NOVO PROCEDIMENTO	117
9.3.EQUIPAMENTO	118
9.4.APLICAÇÃO DESENVOLVIDA	120
9.5.IMPLEMENTAÇÃO DA APLICAÇÃO NA PRODUÇÃO	130
9.6.ANÁLISE DE RESULTADOS	132
10. CONCLUSÕES.....	135
REFERÊNCIAS DOCUMENTAIS.....	139
ANEXO A. NORMA DE UTILIZAÇÃO DA APLICAÇÃO WEB PELO CHEFE DE LINHA	145
ANEXO B. NORMA DE UTILIZAÇÃO DA APLICAÇÃO WEB PELO ADMINISTRADOR....	147
ANEXO C. NORMA DE CONFIGURAÇÃO DE RASPBERRY	151

Índice de Figuras

Figura 1 Cronograma de Calendarização do Estágio	6
Figura 2 Ranking de produção de veículos em milhões de unidades (AutoEsporte, 2015)	10
Figura 3 Localização das empresas de componentes automóveis (AFIA, 2016b)	12
Figura 4 Logótipo da Yazaki	13
Figura 5 Distribuição geográfica das Empresas Yazaki (Yazaki Europe Limited, 2008f)	14
Figura 6 Distribuição geográfica da Yazaki (Yazaki Corporation, 2015a)	15
Figura 7 Estrutura do setor automóvel da Corporação Yazaki (Yazaki Europe Limited, 2008g)	15
Figura 8 Divisões e interesses do grupo Yazaki (Yazaki Europe Limited, 2008a)	16
Figura 9 Reciclagem de <i>Toner</i> (Yazaki Corporation, 2016)	17
Figura 10 Bolo tradicional japonês <i>Kura No Kaze</i> (Yazaki Corporation, 2016)	18
Figura 11 Serviço de dia <i>Kamifusen</i> (Susono City, Shizuoka) (Yazaki Corporation, 2015b)	19
Figura 12 Organização da guia de conduta ambiental (Yazaki Corporation, 2015b)	21
Figura 13 YSE e as suas três áreas	23
Figura 14 Bobines de fio elétrico isolado em PVC (AFIA, 2016b)	24
Figura 15 Exemplos de conetores produzidos (Yazaki Europe Limited, 2008i)	25
Figura 16 Terminal de fusíveis para bateria (AFIA, 2016b)	25
Figura 17 Cabos de alta voltagem (AFIA, 2016b)	25
Figura 18 Vista aérea e perfil da YSE (Yazaki Europe Limited, 2014)	27
Figura 19 Total de colaboradores Yazaki em janeiro 2016	28

Figura 20 Painel nos protótipos com desenho Yazaki para visualização	32
Figura 21 Ligação de cabos de bateria a conetores	33
Figura 22 Exemplo de <i>joint</i>	34
Figura 23 Conexão do CAO a uma máquina Komax	34
Figura 24 Exemplos de <i>twist</i>	35
Figura 25 Verificação de ferramentas utilizadas com auxílio do <i>scanner</i>	36
Figura 26 Nomenclatura de etiquetas	37
Figura 27 Cálculo do OEE de uma máquina	38
Figura 28 Caixas de distribuição	39
Figura 29 Etiqueta identificativa do produto	41
Figura 30 Maquete de cliques	41
Figura 31 Verificação e lubrificação de um aplicador	43
Figura 32 Exemplificação de criação de um painel de montagem	45
Figura 33 Painel de montagem instalado na área de produção	46
Figura 34 Informações iniciais da lista de Equipamento para RFQ	47
Figura 35 Base de dados Yazaki	48
Figura 36 Formulário de exemplo do balanceamento de linha	49
Figura 37 Identificação de posto e de caixas de componentes	49
Figura 38 Mesa de inspeção elétrica	50
Figura 39 Planta de linha de produção <i>Body McLaren P13</i>	52
Figura 40 Esquemas de submontagem espalhados nas estantes	53

Figura 41 Dados obtidos no relatório de defeitos internos	54
Figura 42 Gráfico do tipo de defeitos no ano de 2015 no modelo McLaren P13	54
Figura 43 Demonstração do objetivo da informatização	55
Figura 44 Esquema representativo, casa do TPS (Art of Lean, 2013)	59
Figura 45 Termos dos 5S's	65
Figura 46 Diferentes atributos de qualidade (Wang et al., 1996)	69
Figura 47 Características intrínsecas de instruções de trabalho (Haug, 2015)	70
Figura 48 Problemas na qualidade das instruções de trabalho (Haug, 2015)	73
Figura 49 Diferentes tipos de linhas de montagem	77
Figura 50 Fluxograma de balanceamento	85
Figura 51 Preenchimento inicial da ferramenta <i>Assembly Balance Tool</i>	86
Figura 52 Atribuição da sequência de procedimentos	87
Figura 53 Somatório de tempos das tarefas de produção	89
Figura 54 Relações de precedência do conjunto de diferentes tarefas	91
Figura 55 Atribuição de operador aos procedimentos	92
Figura 56 Outras informações disponíveis na ferramenta de balanceamento	93
Figura 57 Circuitos conectados e dispostos no painel de montagem	93
Figura 58 Isolamento em espiral	94
Figura 59 Balanceamento dos postos de fios e isolamento	95
Figura 60 Maquete de Clipes	96

Figura 61 Balanceamento dos postos de inspeção, de maquete de cliques, e de embalagem
97

Figura 62 *Layout* atribuído à linha balanceada 98

Figura 63 Lista dos circuitos dos produtos LHD 106

Figura 64 Lista filtrada dos circuitos dos produtos LHD 107

Figura 65 Caixas de componentes devidamente identificadas 108

Figura 66 Exemplo de fotografia perceptível do conetor 110

Figura 67 Conetor parcialmente preenchido 111

Figura 68 Análise das inserções do conetor 112

Figura 69 Conetor com submontagem de posto anterior 113

Figura 70 Exemplo representativo de norma de submontagem 114

Figura 71 Eliminação das notas referentes a conectores e circuitos não comuns 116

Figura 72 Distribuição da aplicação pela linha 119

Figura 73 Diagrama *Use Case* da aplicação YISS 120

Figura 74 Diagrama da base de dados da aplicação YISS 121

Figura 75 Página inicial para seleção de produtos 122

Figura 76 Separador de gestão das estações 123

Figura 77 Adicionar estações 124

Figura 78 Totalidade de estações adicionadas 124

Figura 79 Separador de gestão das marcas 125

Figura 80 Separador de gestão das famílias 125

Figura 81 Separador de gestão dos produtos	126
Figura 82 Separador de gestão dos ficheiros	126
Figura 83 Adicionar “Novo Ficheiro”	127
Figura 84 Informação do estado dos produtos no posto 1	128
Figura 85 Informação do estado dos produtos no posto 1 e opção de retrocesso	128
Figura 86 Ambiente de trabalho do operador	129
Figura 87 Validação de conclusão de processo	129
Figura 88 Adição do Firefox aos programas de arranque no SO Ubuntu	131
Figura 89 Ecrãs disponíveis no primeiro posto de trabalho	132

Índice de Tabelas

Tabela 1 Avaliação da relevância de 15 dimensões de qualidade (Haug, 2015)	72
Tabela 2 Tempos de ciclo máximos e mínimos	90
Tabela 3 Falhas encontradas nos fios	101
Tabela 4 Falhas encontradas no isolamento	101
Tabela 5 Orçamento do material necessário	119

Acrónimos

- AFIA – Associação de Fabricantes para a Indústria Automóvel
- CAE – *Computer Assistance Engineering*
- CAO – *Cutting Area Optimization*
- CCS – *Customised Cabling System*
- CEE – Comunidade Económica Europeia
- COMBU – *Component Business Unit*
- EDM – *Electrical Discharge Machining*
- EDS – *Electrical Distribution System*
- EIBU – *Electronic Instrument Business Unit*
- EUA – Estados Unidos da América
- FMEA – *Failure Mode and Effect Analyse*
- GUM – *Global Unit Man-Hour*
- HDMI – *High-Definition Multimedia Interface*
- HV – *High Voltage*
- ISMS – Sistema de Gestão da Segurança da Informação (*Information Security Management System*)
- JIT – *Just-in-Time*
- LBR – Taxa de Balanceamento de Linha (*Line Balancing Rate*)

LHD	–	Volante à Esquerda (<i>Left Hand Drive</i>)
MIT	–	<i>Massachussetts Institute of Technology</i>
OEE	–	Eficiência Global dos Equipamentos (<i>Overall Equipment Effectiveness</i>)
OEM	–	<i>Original Equipment Manufacture</i>
PDU	–	<i>Power Distribution Units</i>
PIB	–	Produto Interno Bruto
PTC	–	Porto Technical Centre
PVC	–	Policloreto de Polivinil
R&D	–	Investigação e Desenvolvimento (<i>Research and Development</i>)
RFQ	–	<i>Request For Quotation</i>
RHD	–	Volante à Direita (<i>Right Hand Drive</i>)
RR	–	<i>Routing Report</i>
TPM	–	Manutenção Produtiva Total (<i>Total Productive Maintenance</i>)
TPS	–	Sistema Toyota de Produção
YEL	–	Yazaki Europe Limited
YISS	–	<i>Yazaki Information of Subassembly Schemes</i>
YSE	–	Yazaki Saltano de Ovar - Produtos Eléctricos, Lda
YSP	–	Yazaki Saltano de Portugal

1. INTRODUÇÃO

Esta dissertação tem como objetivo apresentar o trabalho desenvolvido em ambiente de estágio na empresa de componentes automóveis Yazaki Saltano de Ovar - Produtos Eléctricos, Lda. Este estágio curricular foi realizado no âmbito da conclusão do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores, Ramo de Sistemas e Planeamento Industrial do Instituto Superior de Engenharia do Porto.

Numa indústria global cada vez mais competitiva e em constantes desenvolvimentos, um objetivo essencial das empresas relacionadas com a indústria automóvel é de aumentar a produtividade de forma a manter a competitividade e rentabilidade. O trabalho foi desenvolvido no contexto dos processos envolventes nas operações de submontagem presentes na linha de montagem do modelo McLaren P13 da família *body*.

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

O automóvel é hoje o produto de uma indústria global, com uma cadeia de valor estruturada, embora não rigidamente hierarquizada e faz parte do dia-a-dia de toda a comunidade. A Yazaki é uma corporação Japonesa líder de mercado da indústria automóvel mundial, e é totalmente dedicada ao desenvolvimento de soluções inovadoras e de tecnologia de ponta.

A Yazaki tem como objetivo desenvolver uma inovadora geração de produtos para automóveis, nomeadamente sistemas elétricos de distribuição, componentes, eletrónica e

instrumentação e produtos de alta tensão. A tecnologia avançada inclui novos materiais, métodos e processos de produção que otimizam a distribuição de dados.

Na Yazaki de Ovar são produzidas cablagens elétricas de diversos modelos, entre outros, os da marca McLaren, que por serem de extrema complexidade requerem uma especial atenção. Esse facto levou a que surgisse a necessidade de contínuos melhoramentos no balanceamento da linha de montagem e simplificação de instruções de trabalho através de clarificação e informatização das mesmas.

A finalidade da presente dissertação é então realizar e otimizar o balanceamento da linha de montagem, tendo por base a organização dos postos de trabalho de forma eficiente, para por fim se proceder à informatização dos esquemas nela presentes.

Para a linha funcionar de forma eficiente devem estar reunidas as melhores condições, desde a correta identificação de componentes, até instruções de trabalho claras e objetivas.

1.2. OBJETIVOS

Atualmente, a linha de montagem da marca McLaren, modelo P13, apresenta uma reduzida eficiência face ao objetivo. Desta forma, optou-se por iniciar um processo de melhoria através do estudo de um dos problemas que mais frequentemente surge no produto final.

A análise do problema pode ser realizada através de uma simples ferramenta desenvolvida por Taiichi Ono, os “5 Why’s”¹. Essa técnica é utilizada para encontrar a causa principal de um defeito ou uma situação problemática e consiste em formular a pergunta “porquê?” cinco vezes de forma a encontrar a causa primária da situação.

Problema em estudo:

Elevada ocorrência de circuitos erróneos² anualmente no modelo McLaren P13.

¹ 5 Porquês

² Fios colocados nos conectores em posições erradas, trocadas, ou mesmo fios em falta.

Questões formuladas:

1. Porquê que existem circuitos erróneos?

Porque os operadores nas operações de submontagem colocam circuitos em posições trocadas.

2. Porque que os operadores colocam os circuitos em posições trocadas?

Porque os operadores interpretam de forma inadequada os esquemas de submontagem.

3. Porque que os operadores interpretam de forma errada os esquemas de submontagem?

- A. Porque os operadores não têm tempo de interpretar adequadamente os esquemas;
- B. Porque os esquemas não são claros e objetivos;
- C. Porque os operadores têm de trocar os esquemas quando alteram os produtos.

A

4. Porquê que os operadores não têm tempo de interpretar os esquemas?

Porque estão sobrecarregados com tarefas correspondentes ao posto de trabalho que ocupam.

5. Porquê que os operadores estão sobrecarregados?

Porque o balanceamento da linha de produção não está realizado da forma mais adequada.

B

4. Porquê que os esquemas não são claros e objetivos?

Porque têm demasiadas notas, pormenores e são visualmente confusos.

5. Porquê que os esquemas têm muitas notas, pormenores e são confusos?

Porque os esquemas não foram construídos da forma mais apropriada.

C

4. Porquê que os operadores têm de mudar os esquemas quando alteram os produtos?

Porque os esquemas de submontagem são diferentes para alguns produtos.

5. Porquê que os esquemas são diferentes para alguns produtos?

Porque em papel A3 não cabem todas as especificações dos diversos produtos.

Objetivos propostos para a resolução do problema em estudo:

A

Realizar o balanceamento da linha de produção de forma adequada.

B

Proceder à construção de esquemas de submontagem claros, corretos e objetivos.

C

Especificar, recorrendo à informatização, os esquemas individualmente para cada produto.

Depois de analisado o problema em estudo e os objetivos propostos, definiu-se que o objetivo principal do estágio é proceder à informatização dos esquemas presentes na linha de produção McLaren, mais concretamente, nos postos referentes às tarefas de submontagem.

De forma a cumprir o objetivo, foi necessário proceder a um correto balanceamento dessa mesma linha de produção, para a cablagem da família *body* dos novos produtos do modelo McLaren P13 a entrar em produção, bem como uma completa construção e estruturação de esquemas de submontagem.

1.3. CALENDARIZAÇÃO

De forma a cumprir prazos de forma organizada, foi elaborada uma calendarização de todo o projeto de estágio. Inicialmente de forma a uma melhor compreensão de todo o processo produtivo e do funcionamento do departamento de engenharia foi proporcionada uma formação de cerca de 4 semanas. Posteriormente deu-se início à descrição de todo o projeto, de forma a clarificar todos os objetivos e tarefas a cumprir.

O projeto inclui 3 etapas de desenvolvimento, entre as quais, o balanceamento de linha de produção, a construção dos esquemas de submontagem e a informatização dos mesmos. Foram estipulados prazos de término de tarefas de forma a cumprir a meta de final de estágio.

Essas tarefas encontram-se descritas detalhadamente no cronograma seguinte.

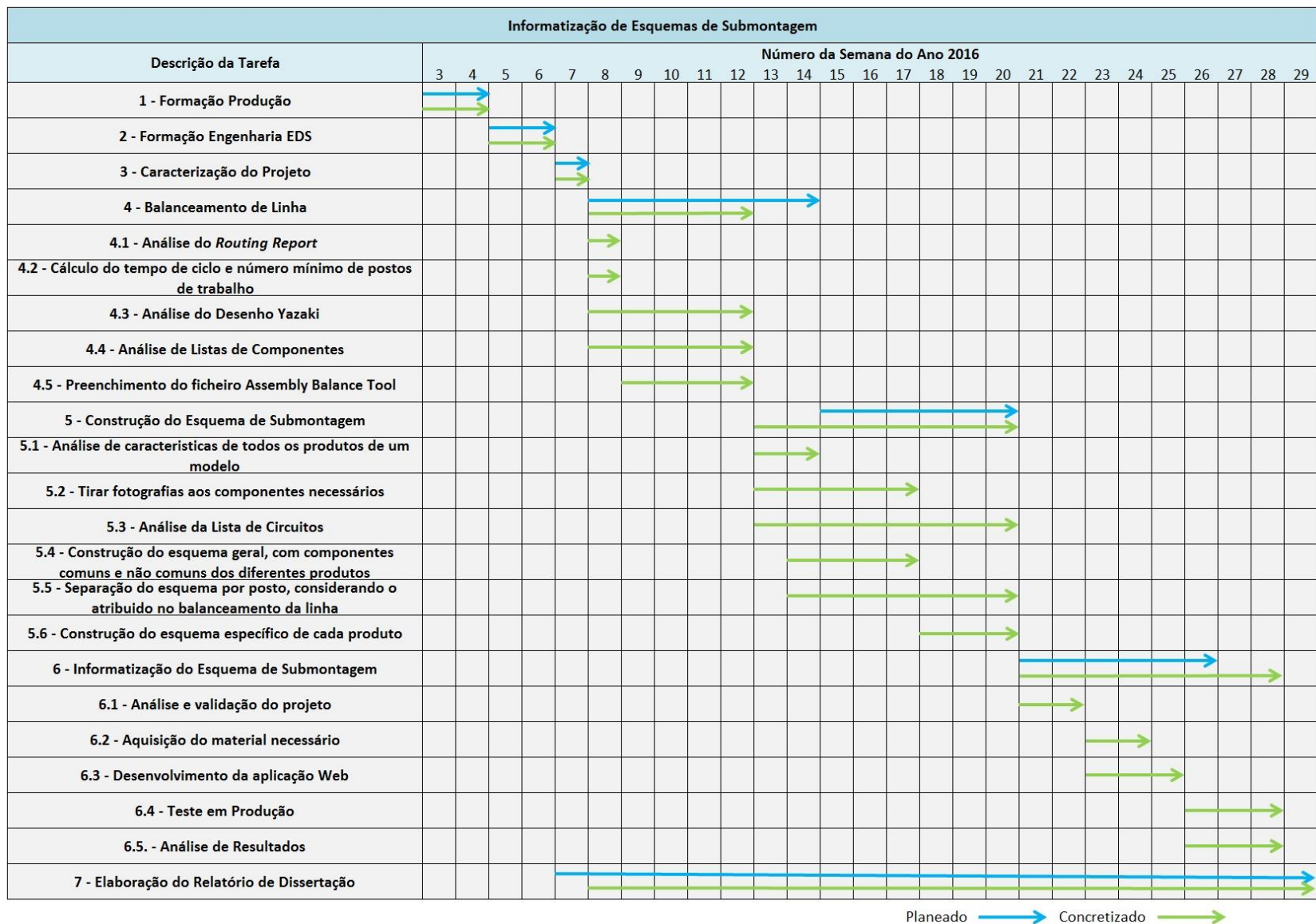


Figura 1 Cronograma de Calendarização do Estágio

Como se pode verificar, os tempos previamente planeados foram cumpridos, com a exceção da conclusão do projeto de informatização. Este atraso deveu-se principalmente às autorizações necessárias a nível da direção Europeia da corporação Yazaki. Também se verifica que algumas tarefas exigiram mais tempo do que o inicialmente previsto, mas, como na primeira fase do balanceamento da linha foram poupadas duas semanas, foi possível concluir no prazo o projeto definido.

1.4. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO

Procurou-se que a organização do relatório fosse simples. Inicialmente é feita uma introdução ao projeto, considerando a sua contextualização, os objetivos e ainda a calendarização de todo o estágio.

De seguida, é apresentado um capítulo referente à Indústria Automóvel, descrevendo a evolução da indústria no mundo e em Portugal.

O terceiro capítulo incorpora uma apresentação da Corporação Yazaki, desde a sua fundação até a atualidade. Refere dados como o número de países em que está representada e quais as políticas, divisões e interesses do grupo. É também descrita a história desde a abertura da primeira fábrica à situação atual da Yazaki em Portugal. Acerca da Yazaki em Portugal, são ainda mencionadas quais as suas atividades principais, os colaboradores atuais e quais os departamentos de apoio à produção.

No quarto capítulo é descrito mais pormenorizadamente o processo produtivo do departamento em que está inserido o projeto, e a caracterização da secção de Engenharia de Produção desse mesmo departamento.

De forma a clarificar o objetivo do projeto, construiu-se um capítulo em que está descrito e analisado o levantamento do problema, bem como as propostas de resolução apresentadas. São fornecidos dados como a caracterização da linha em estudo e a organização dos postos de trabalho.

No capítulo seguinte é efetuada uma revisão do estado de arte. Este capítulo foi de extrema importância para a fundamentação de escolhas e metodologias a adotar para o projeto, de forma a melhorar todo o processo.

De seguida, no capítulo sétimo, é abordado o balanceamento da linha de produção. São apresentados todos os cálculos necessários para iniciar o balanceamento e descritos os procedimentos adotados. No final do capítulo é apresentado o cálculo da eficiência do balanceamento conseguido.

Após o balanceamento da linha, no oitavo capítulo, descreveu-se a construção dos esquemas de submontagem dos novos produtos McLaren P13. É neste capítulo também que são apresentadas as listas dos componentes e a organização dos postos de trabalho.

No nono capítulo é apresentado o projeto de informatização dos esquemas de submontagem. Primeiramente é efetuada uma abordagem ao projeto, e uma descrição da aplicação criada. Por fim é apresentado o teste em produção e são analisados os resultados.

Finalmente, o último capítulo apresenta as considerações e conclusões obtidas no final do projeto, bem como uma apresentação de possíveis melhorias futuras.

2. INDÚSTRIA AUTOMÓVEL

A indústria automóvel ao longo dos anos tem vindo a ser alvo de uma clara evolução. Inicialmente tratava-se de uma indústria pouco qualificada, dispersa e pouco desenvolvida a nível tecnológico, despontando então a necessidade de se modernizar tecnologicamente e competitivamente.

2.1. INDÚSTRIA AUTOMÓVEL MUNDIAL

Foi na década de 1890 que surgiu a indústria automóvel com centenas de fabricantes pioneiros na construção de carruagens que não requeriam a necessidade de uso de cavalos. Durante muitas décadas os Estados Unidos da América (EUA) lideraram o mundo na produção total de automóveis. No ano de 1929, encontravam-se 32 milhões de veículos em uso dos quais 90% teriam sido produzidos pelos EUA. (“Automotive industry,” 2016)

Nos últimos 50 anos, ocorreu uma expansão notável da indústria automóvel, aumentando a produção anual de 10 milhões de veículos para cerca de 60 milhões. Neste período os pequenos construtores perderam competitividade e foram obrigados a encerrar atividade ou a incorporar-se com construtores de maiores dimensões. Esse facto levou a que, dos cerca de 50 construtores existentes há 50 anos, restem apenas cerca de 10 com verdadeira abrangência global.

O facto da indústria se ter reestruturado e reorganizado no espaço global, com uma nova distribuição de responsabilidade ao longo da cadeia de valor e com a aposta em novos mercados, é um dos principais elementos que caracterizam a indústria automóvel dos dias de hoje. Trata-se de uma indústria altamente competitiva e global, mas sujeita a fortes especificações regionais, que leva a ocorrência de mudanças estratégicas nos construtores de veículos e na estrutura dos fornecedores.

Em termos de países produtores automóveis, após a Segunda Guerra Mundial, os EUA produziram cerca de 75% da totalidade de automóveis. Foi apenas no ano de 1980 que foram ultrapassados com a ascensão do Japão, que se tornou líder mundial de construção automóvel até 1994. Em 2006 o Japão alcançou de novo os EUA e manteve essa posição até 2009, em que foi a China garantir a liderança, fabricando 13,8 milhões de carros nesse ano. (“Automotive industry,” 2016)

Em 2014 a China (23,7 milhões) duplicou a produção de carros dos EUA (11,6 milhões) caindo o Japão para a terceira posição (9,7 milhões).

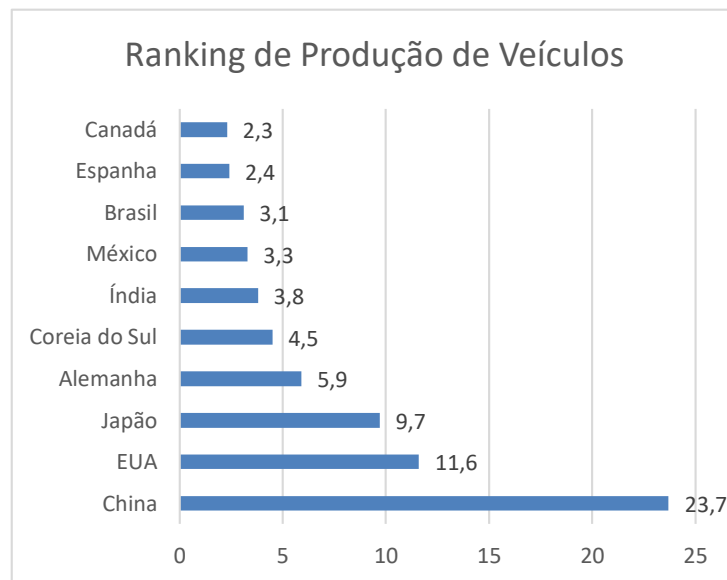


Figura 2 Ranking de produção de veículos em milhões de unidades (AutoEsporte, 2015)

O sector automóvel tem um papel de relevante importância na economia à escala mundial. É dos elementos mais importantes da mobilidade de pessoas e bens e por esse facto tornou-se também numa das mais importantes atividades industriais do mundo. Na indústria automóvel, viram-se refletidas grandes eras do desenvolvimento industrial, desde a produção em massa à produção “magra” (*Lean*). (INTELI, 2005)

2.2. INDÚSTRIA AUTOMÓVEL EM PORTUGAL

O início da atividade da indústria automóvel em Portugal deu-se nos anos 60, altura em que surgiu a imposição da montagem de veículos com incorporação nacional mínima de 15%, valor esse que tinha o objetivo de aumentar ao longo dos anos. Existiam no total 19 linhas de montagem capazes de produzir algumas dezenas de modelos diferentes. Nos anos 70 ocorreu um aumento do número de empresas e caracterizavam-se por serem de pequenas dimensões. A produção era de pequenas séries e a gama de produtos muito diversificada por empresa. Por esta altura o investimento no mercado estrangeiro ainda era reduzido.

O ano de 1979 foi de extrema importância para o sector da indústria automóvel já que surgiu o reenquadramento do mesmo sector, devido à entrada em vigor de uma lei confirmada pelo Protocolo com a Comunidade Económica Europeia (CEE), consciencializando que a faturação desta atividade poderia vir a ser importante na Balança Comercial e na industrialização do país.

Posteriormente, nos anos 80, houve uma redução na quantidade de empresas, mas em contrapartida surgiu um aumento da dimensão das restantes empresas. Com a acrescida concentração da gama de produtos houve um aumento da dimensão da produção em série. Foram abertas as portas ao mercado externo, e deu-se um elevado investimento estrangeiro. O número de empresas especializadas também aumentou.

Na década de 90 o sector apresentou uma maior internacionalização e globalização das empresas e sofreu uma maior intervenção de investigação e desenvolvimento (R&D – *Research and Development*) dos produtos e processos. Foram ainda estabelecidas importantes parcerias. (AFIA, 2016a)

A indústria automóvel não se resume apenas à produção e montagem de veículos. A produção de componentes automóveis como estofos, vidros, pneus, cablagens entre outros, é um conjunto de subsectores de elevada importância. No ano de 2011 havia cerca de 180 empresas fabricantes de componentes e acessórios para automóveis. Atualmente a indústria portuguesa de componentes para automóveis é constituída por cerca de 200 empresas que empregam diretamente 42 000 pessoas. O volume de negócios é de aproximadamente 8.000 milhões de euros representando assim 4,6% do Produto Interno Bruto (PIB). Segundo dados estatísticos disponibilizados pela Associação de Fabricantes para a

Indústria Automóvel (AFIA), o volume de negócios e as exportações aumentaram em 21% e 29% respetivamente, em 2015 quando comparados com o ano de 2007.

O principal destino das exportações é a Europa, mais especificamente direcionadas para Espanha, representando 24,3% do total das exportações do ano de 2015, e para a Alemanha, com um total de 21,7%.

Quanto à localização geográfica verifica-se que os distritos do Norte Litoral, nomeadamente Aveiro, Porto e Braga, concentram um maior número de empresas, totalizando 114 empresas de componentes automóveis. (AFIA, 2016b)

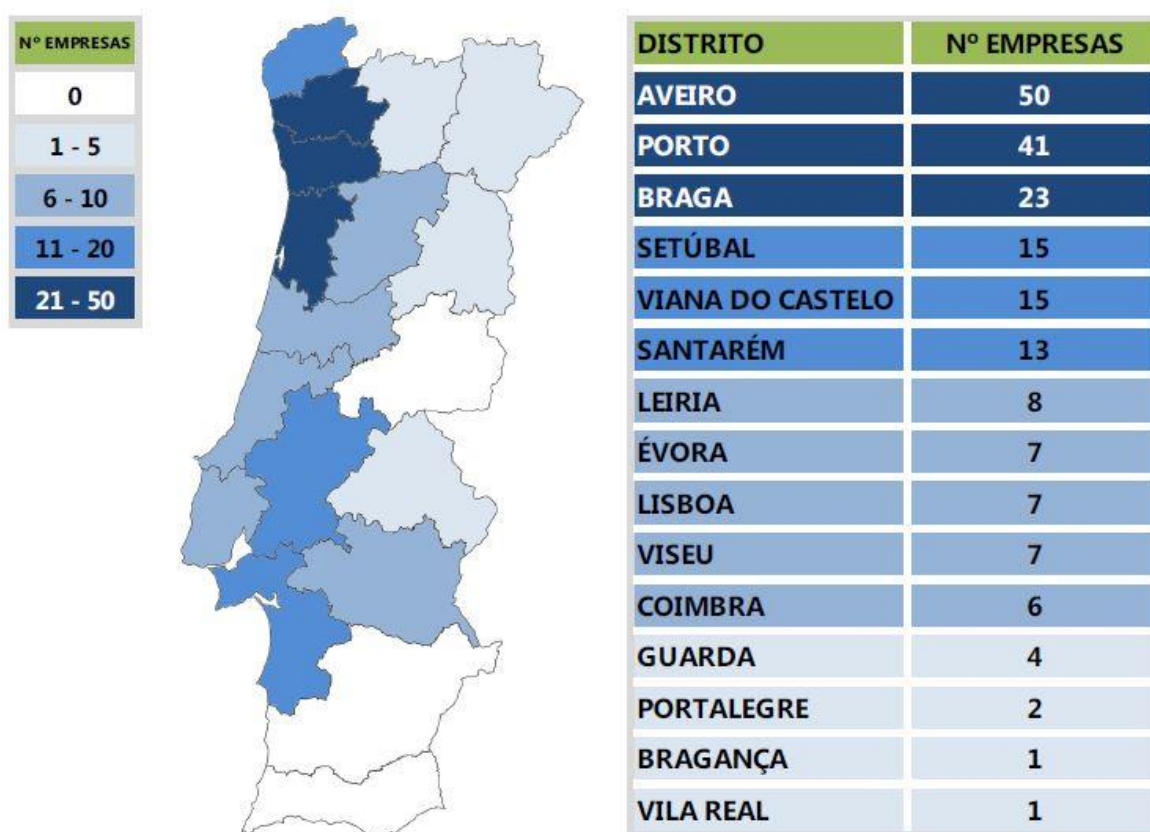


Figura 3 Localização das empresas de componentes automóveis (AFIA, 2016b)

3. YAZAKI

No decorrer do ano de 1929 Mr. Sadami Yazaki iniciou a venda de fios elétricos para o ramo automóvel. Depois de importantes mudanças em regulamentos governamentais, as empresas japonesas foram autorizadas a iniciar a produção automóvel doméstica e que gerou efeitos positivos para a Yazaki. Foi então no decorrer do ano de 1941 que foi formada a corporação *YAZAKI Electric Wire Industrial Co. Ltd* com cerca de 70 trabalhadores, fabricante de componentes automóveis e sediada em Tokyo no Japão.



Figura 4 Logótipo da Yazaki

Sendo a engenharia automóvel um ramo promissor da indústria, em 1949 Sadami Yazaki decidiu estrategicamente concentrar-se na produção de cablagens automóveis. Foi uma decisão inovadora, que resultou na liderança global atual. (Yazaki Europe Limited, 2008e) Posteriormente, as competências desenvolvidas pela Yazaki no setor automóvel, possibilitaram que a empresa não se dedicasse apenas ao fabrico de cablagens para o ramo automóvel, mas também desenvolvesse contadores para o painel de instrumentos e componentes eletrónicos, entre outros produtos automóveis. (Yazaki Corporation, 2008)

O primeiro local de produção no exterior, foi inaugurado em 1962 na Tailândia, e desde então, a rede de desenvolvimento e fabricação global tem vindo a crescer, ao mesmo tempo que cresce também a relação de confiança com os fabricantes de automóveis em todo o mundo. (Yazaki Corporation, 2008)

3.1. APRESENTAÇÃO DA YAZAKI

Atualmente a Yazaki está presente em 44 países ao redor do mundo e, este facto, demonstra que está focada em envolver-se com os seus clientes, como se verifica através de um dos lemas do grupo, “Globally there, wherever you are”.

O grupo Yazaki está também muito envolvido com as políticas ambientais desde 1974, altura em que criou o primeiro sistema de refrigeração alimentado a energia solar. Desde então, oferece vários produtos que suportam a utilização das diversas fontes de energia, como o gás, a eletricidade e a energia solar. Alguns destes produtos são cabos de transmissão de energia elétrica, sistemas de segurança de gás e equipamento de ar condicionado. Todos eles estão atualmente integrados no âmbito das operações de ambiente e de equipamentos de energia, o segundo maior setor do grupo Yazaki (representa 17% do total de vendas), enfatizando o compromisso contínuo com um futuro ambientalmente amigável. (Yazaki Europe Limited, 2008e)



Figura 5 Distribuição geográfica das Empresas Yazaki (Yazaki Europe Limited, 2008f)

Relativamente ao setor automóvel, a Corporação Yazaki apresenta-se como um fornecedor total de manufatura passando desde o R&D até a montagem final e distribuição global.

Mundialmente, a Yazaki detém uma posição de liderança no mercado de cablagens. Além disso, ainda possui na sua linha de produtos, fibras óticas, módulos de display e relógio, centros de potência, componentes eletrônicos, chaves de combinação, conectores, terminais, cabos de alta tensão e componentes. (Ferreira, 2014)

A rede global Yazaki está dividida em 3 grandes áreas: Ásia e Oceânia, América do Norte e do Sul, Europa e África, perfazendo um total de 44 países e 244 locais. No total emprega cerca de 258 300 trabalhadores conforme se pode verificar na figura 6.

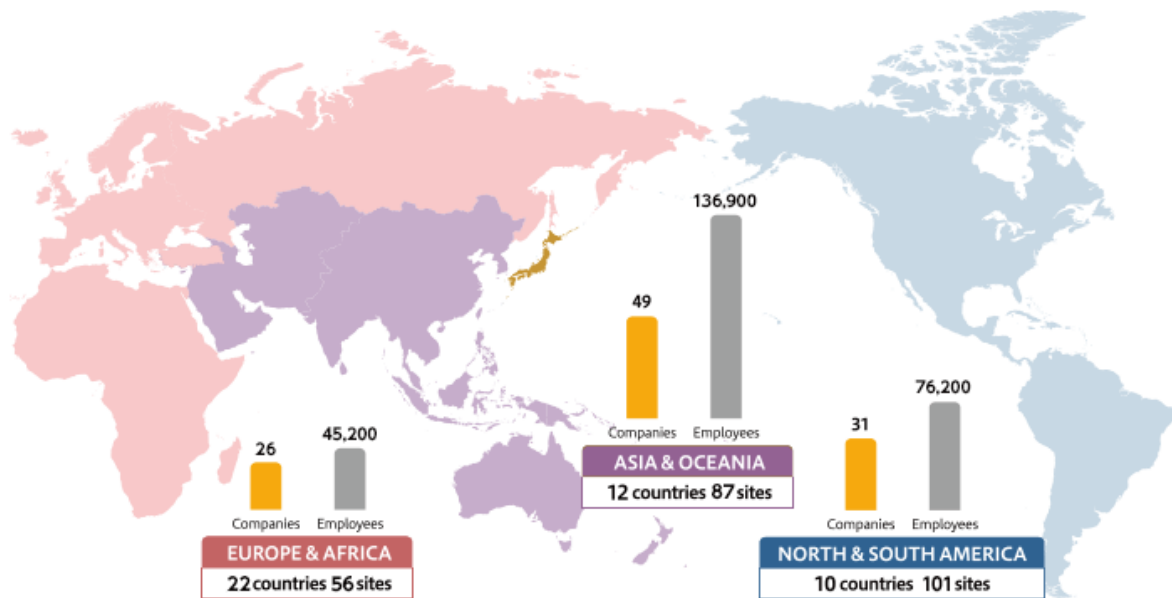


Figura 6 Distribuição geográfica da Yazaki (Yazaki Corporation, 2015a)

A figura seguinte apresenta um esquema representativo da estrutura global do setor automóvel da Corporação Yazaki, que engloba os centros de pesquisa e desenvolvimento, locais de manufatura, centros de administração e a relação com os próprios clientes automóveis mundiais.

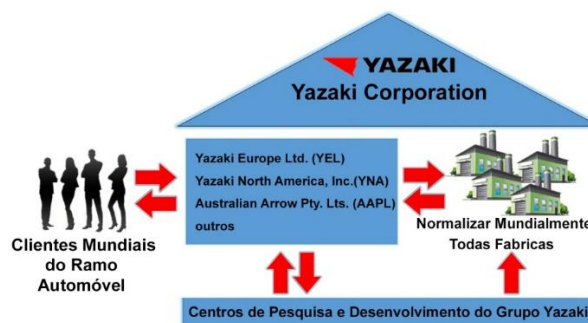


Figura 7 Estrutura do setor automóvel da Corporação Yazaki(Yazaki Europe Limited, 2008g)

3.2. DIVISÕES E INTERESSES DO GRUPO

O grupo Yazaki para além de oferecer um diversificado leque de produtos no sector Automóvel e no sector de sistemas ambientais, recentemente iniciou a sua expansão, criando um terceiro sector de negócios, que inclui interesses na área de cuidados de enfermagem, empresas relacionadas com serviços e ainda empresas relacionadas com o meio ambiente e a reciclagem.



Figura 8 Divisões e interesses do grupo Yazaki (Yazaki Europe Limited, 2008a)

Na figura 8 pode-se observar de forma resumida o funcionamento integrado de cada diferente setor de negócios. A divisão relacionada com o sector automóvel ocupa perto de 90% dos negócios da Yazaki. O facto de o grupo ser um fornecedor de uma vasta gama de produtos que suportam a eletrónica automóvel, focando na produção de fio, cablagens, instrumentação e subconjuntos eletrónicos, contribuiu para que o mesmo mantenha uma posição de liderança no mercado de cablagens em todo o mundo.(Yazaki Europe Limited, 2008c)

O grupo Yazaki estabelece globalmente diversificadas missões, partilhando o objetivo comum da obtenção de satisfação por parte do cliente, base para bons resultados de negócios. A Yazaki coloca os clientes sempre em primeiro lugar e tem o compromisso de fornecer um serviço superior aos clientes de todo o mundo, apoiando a meta da corporação. Os centros de investigação, desenvolvimento e de serviço ao cliente estão localizados de

forma acessível aos clientes de para assim, responder rapidamente e de forma flexível a todas as suas necessidades.

Na Yazaki *Europe Limited* (YEL), as tradições de liderança estabelecidas pela família Yazaki são seguidas, respeitando as culturas regionais. (Yazaki Europe Limited, 2008g)

3.3. EMPRESAS COM FORTE COMPONENTE DE RESPONSABILIDADE SOCIAL

O grupo Yazaki não se preocupa apenas com os negócios relacionados com o ramo automóvel. Dedicam também a sua energia para o desenvolvimento de novas oportunidades de negócio nas áreas relacionadas com o meio ambiente, reciclagem e cuidados de enfermagem endereçados às necessidades das comunidades locais.

- Empresas de Reciclagem de Papel

Uma elevada quantidade de restos de papel, desde a produção do cartão, é reciclada, formando um material de absorção de choques, ARO ECO, obtido através do uso de uma técnica única de formação de espuma de vapor.

- Empresas de Reciclagem de Toner

Numa primeira fase, os *toners* são recolhidos dos clientes para seguidamente serem desmontados e limpos. Por fim os *toners* são reagrupados e recarregados para retornarem ao consumidor.



Figura 9 Reciclagem de *Toner* (Yazaki Corporation, 2016)

- Empresas de Reciclagem de Vidro

Os resíduos de vidro são reciclados de forma a constituir um material poroso leve, Super Sol R.

- Negócio de comida

O grupo Yazaki produz e vende *Kura No Kaze*, um bolo tradicional japonês. Esta produção é efetuada em cooperação com o comércio e indústrias locais e com o objetivo de revigorar a economia local. *Kura No Kaze* é produzido através de borras de *Sake* de uma empresa local.



Figura 10 Bolo tradicional japonês *Kura No Kaze* (Yazaki Corporation, 2016)

- Reciclagem de Alimentos

A Yazaki recicla *Okara*, um queijo de soja derivado de processadores locais de alimentos, e outros resíduos alimentares num fertilizante, *Okara Super Yukii*. Além da Yazaki, grupos locais colaboram na produção de legumes e arroz usando 100% de adubo orgânico.

- Máquinas Agrícolas

O grupo produz e vende máquinas agrícolas, como semeadores, aplicadores de fertilizantes e trituradores. Oferece ainda uma nova forma de semear, *Tanemura*, que é uma semente encapsulada num gel de polímero com elevado teor de água.

- Culturas Agrícolas

Usando a rede nacional, a Yazaki avança com o desenvolvimento da agricultura desde o Norte, Fukushima e Niigata, até ao Sul, Kunamoto e Oita. Um dos objetivos é assumir uma abordagem que melhor se adapte às necessidades locais e fornecer culturas agrícolas especializadas.

- Cuidados de Enfermagem

O grupo Yazaki oferece serviços de bem-estar completos, incluindo um serviço de dia, visitas a casa e ainda gestão de cuidados em 9 locais de todo o Japão. (Yazaki Corporation, 2016)



Figura 11 Serviço de dia *Kamifusen* (Susono City, Shizuoka) (Yazaki Corporation, 2015b)

3.4. POLÍTICAS YAZAKI

A Yazaki para alcançar o objetivo de manter o seu crescimento a nível mundial e preservar a mesma ideologia de trabalho e qualidade criou políticas que têm de ser aplicadas a todas as empresas do grupo nos três continentes. Estas são políticas de gestão fundamental que têm como objetivo final, todos terem a mesma linha de orientação e unidos conseguirem atingir os objetivos de toda a Corporação.

Tendo por base o cumprimento das políticas de gestão fundamental corporativas, as atividades do grupo Yazaki baseiam-se nos seguintes princípios:

- Aumento da eficiência da empresa e acrescentar valor no produto para os clientes em todo o mundo, através de esforço contínuo e implementação de novos conceitos;
- Defender as leis, respeitando as culturas regionais e contribuindo para o desenvolvimento económico e social;
- Contribuir para um próspero futuro da sociedade através da focalização dos negócios no meio ambiente e segurança;
- Conduta nos negócios de forma aberta e justa, e apontando para a coexistência e coprosperidade.

- Cuidar das pessoas através da criação de uma cultura corporativa que privilegia a individualidade e o trabalho em equipa, enquanto capacita os sonhos das pessoas. (Ichijo, 2007)

A Yazaki compromete-se a desenvolver atividades de melhoria contínua para alcançar a melhor performance em todos os processos. O cumprimento desta política é da responsabilidade de todos os colaboradores. Devem-se usar os princípios e a filosofia *Lean* para suportar o alcance dos objetivos corporativos em toda a cadeia de valor.

Além da gestão fundamental, a corporação estabeleceu ainda diversas outras políticas das quais destacam como sendo importantes as políticas de qualidade, políticas ambientais e políticas de segurança.

A manutenção do sistema de qualidade do grupo tem como objetivo principal garantir operações consistentes e eficazes dos processos que afetam a qualidade de produtos e serviços.

Primeiramente deve-se ter em conta que para alcançar a satisfação do cliente, a qualidade dos produtos e serviços deve ser a prioridade número um. O sistema de qualidade é projetado atendendo às necessidades dos clientes e aos sistemas de qualidade padrão. O trabalho deve ser sempre feito com o cliente em mente, proporcionando melhores produtos e serviços que a concorrência. Prevenir problemas também é uma vantagem, quando comparado à deteção e correção depois da ocorrência dos mesmos.

A qualidade é tarefa de todos. Cada indivíduo pode intervir em partes do processo, portanto pode afetar a qualidade da sua produção e por consequência a satisfação do cliente. A melhoria contínua é essencial para o sucesso. Deve-se procurar a excelência em tudo o que se faz, na segurança e valor dos produtos, nos serviços, nas relações interpessoais, na competitividade e ainda na rentabilidade.

A empresa deve manter relacionamentos mutuamente benéficos com clientes, fornecedores e associados. O envolvimento dos trabalhadores é de extrema importância para o grupo. Devem-se tratar mutuamente com confiança e respeito sem esquecer que todos fazem parte de uma equipa. (Yazaki Europe Limited, 2008h)

A Corporação Yazaki reconhece que a preservação do meio ambiente e dos seus recursos é uma preocupação comum a toda a humanidade.

Foi definida uma guia de conduta, que tem o objetivo de criar valor ambiental. Essa guia estabelece que se deve (Yazaki Corporation, 2015b): melhorar a gestão ambiental, tomar medidas que evitem o aquecimento global, promover o uso eficiente dos recursos para a formação de uma sociedade baseada na reciclagem, reduzir as substâncias que trazem preocupações e desenvolver produtos ambientalmente amigáveis. (Yazaki Europe Limited, 2008b)

1. Melhorar a gestão ambiental: deve-se aumentar a consciência ambiental entre todos os funcionários e capacitá-los como indivíduos a tomar medidas responsáveis para a preservação ambiental;
2. Tomar medidas que evitem o aquecimento global: reduzir as emissões de gases de efeito de estufa no processo produtivo e contribuir com produtos que efetuem poupança energética;
3. Promover o uso eficiente dos recursos para a formação de uma sociedade baseada na reciclagem, utilizando os recursos provenientes da reciclagem de resíduos e reduzir as descargas;
4. Reduzir substâncias perigosas para o meio ambiente: melhorar a gestão dessas substâncias nos produtos e no respectivo processo produtivo;
5. Desenvolver produtos ecológicos tendo sempre em atenção o aquecimento global, a reciclagem e as substâncias preocupantes. (Yazaki Corporation, 2015b)



Figura 12 Organização da guia de conduta ambiental (Yazaki Corporation, 2015b)

De modo a garantir a integridade, confidencialidade, disponibilidade da informação e minimizar distúrbios no negócio através da prevenção e redução do impacto dos incidentes de segurança, a YEL implementou um Sistema de Gestão da Segurança da Informação (ISMS – *Information Security Management System*). O objetivo deste sistema é proteger os ativos de informação de todas as ameaças, quer internas/externas, deliberadas ou acidentais.

Principais objetivos:

- Proteger a informação contra o acesso não autorizado;
- Assegurar a confidencialidade da informação;
- Manter a integridade das informações;
- Preservar a disponibilidade e o processamento da informação;
- Cumprir os requisitos regulamentares e legislativos;
- Formação de funcionários na área de segurança da informação;
- Reportar as violações da informação, sejam reais ou suspeitas e investigar as mesmas recorrendo a um especialista em segurança da informação.

O ISMS é verificado e continuamente melhorado para responder aos objetivos operacionais e aos objetivos do sistema de gestão de segurança dentro da empresa.

3.5. YAZAKI SALTANO

A Yazaki Saltano de Portugal (YSP) foi criada no ano de 1986, em Oliveira do Douro, nas instalações da Salvador Caetano. Essa ocorrência deveu-se a um protocolo estabelecido entre o Sr. Salvador Caetano e a Corporação Yazaki, facto esse que levou à origem do nome Yazaki Saltano.

Posteriormente, em outubro de 1989 foram inauguradas instalações em Serzedo, Vila Nova de Gaia, primeira localização europeia do grupo. Dois anos mais tarde, em novembro de 1991 nasce a Yazaki Saltano de Ovar - Produtos Eléctricos, Lda (YSE). Esta foi estabelecida como uma extensão da YSP, que se tornou a sede da empresa em Portugal. No

ano de 2001 foi criado o Porto Technical Centre (PTC), que é um centro técnico de pesquisa e desenvolvimento e no ano de 2010 este foi mudado para Ovar.

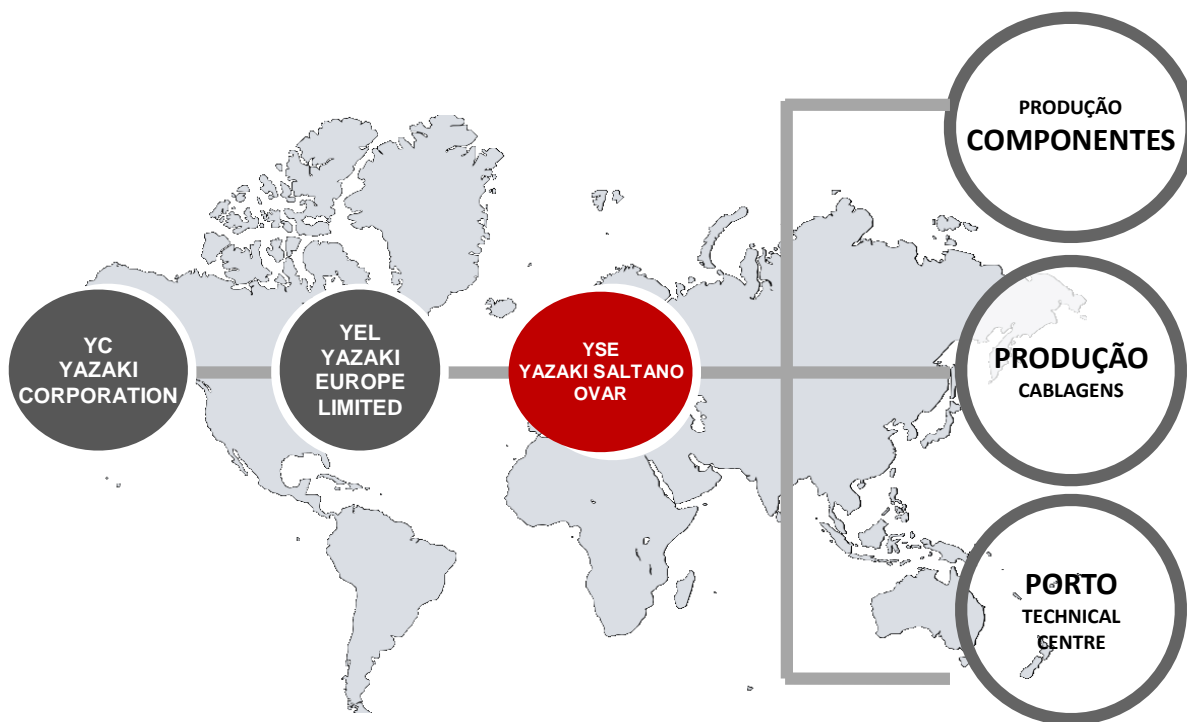


Figura 13 YSE e as suas três áreas

3.6. ATIVIDADES PRINCIPAIS DA YSE

Atualmente a YSE está dividida em três áreas principais, a divisão de produção de cablagens (EDS - *Electical Distribution System*), a divisão de fabricação de componentes (COMBU - *Component Business Unit*) e o PTC. A divisão de fabricação de componentes encontra-se subdividida em produção de fio elétrico (EIBU - *Electronic Instrument Business Unit*), produção de moldes (conectores), alta voltagem (HV - *High Voltage*), fibra ótica, *Power Distribution Unit* (PDU) e *Customised Cabling System* (CCS). (Ferreira, 2014) Todas estas áreas têm funções distintas, mas encontram-se interligadas e constantemente em contacto.

3.6.1. EDS - *ELECTRICAL DISTRIBUTION SYSTEM*

Os veículos automóveis têm sido alvos de uma elevada evolução tecnológica num curto período de tempo. Os veículos são agora mais confortáveis, mais seguros e mais eficientes em termos de combustível, mas, ao mesmo tempo têm-se tornado mais complexos. Tal

facto leva os sistemas de distribuição elétrica, EDS, a ser continuamente submetidos a processos inovadores em termos de conceito, qualidade e requisitos tecnológicos.

A corporação Yazaki é capaz de promover resoluções completas EDS usando tecnologias de estado da arte para a cablagem e componentes como o fio, as caixas de junção e conectores, entre outros. Como fundador do EDS moderno, o grupo é líder de mercado global para produtos com excelente confiabilidade e desempenho obtendo uma maior satisfação do cliente. (Yazaki Europe Limited, 2008d)

3.6.2. C OMBU - *COMPONENT BUSINESS UNIT*

A divisão do COMBU esta repartida nas seguintes áreas:

- Divisão de fio: nesta divisão são produzidos fios elétricos para o ramo automóvel com uma capacidade de produção de até 550 mil toneladas de cobre por mês, conseguindo produzir fios com uma secção de 0.13 mm até 5.0 mm e com isolamento em policloreto de polivinil (PVC).



Figura 14 Bobines de fio elétrico isolado em PVC (AFIA, 2016b)

- Injeção de plástico: Área onde são fabricados diversos tipos de conectores. Tem cerca de 79 máquinas, hidráulicas, híbridas e elétricas, de injeção de plástico, 2 fresadoras CNC (controlo numérico computadorizado), 2 máquinas de triturar e 2 EDM (*electrical discharge machining*). São usados polímeros de engenharia de alta tecnologia. A maior parte do produto fabricado tem como finalidade a venda a outras fábricas do grupo Yazaki.



Figura 15 Exemplos de conectores produzidos (Yazaki Europe Limited, 2008i)

- PDU: São produzidos vários componentes para a distribuição elétrica do carro tais como, bloco de relés, terminais de fusíveis para bateria, unidade de caixa de fusíveis e sistema de portas deslizantes. As linhas de montagem são automatizadas. Esta área tem a capacidade de projetar equipamentos com base em fornecedores locais.



Figura 16 Terminal de fusíveis para bateria (AFIA, 2016b)

- HV e fibra ótica: trabalham-se processos para carros híbridos e elétricos. Tem a capacidade de processar cabos óticos através de equipamento de corte especial e solda a laser. Na unidade de fibra usa-se então a fibra ótica para sistemas de áudio e comunicações do carro.

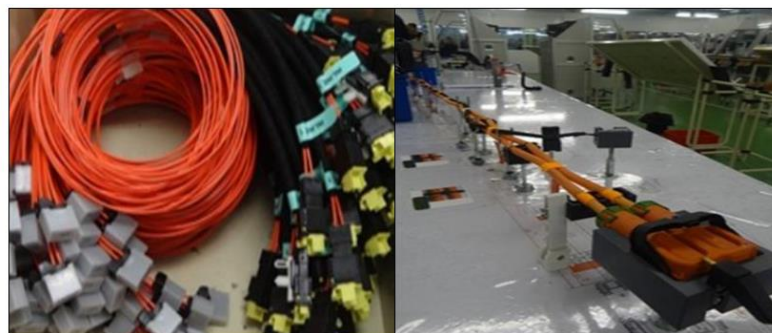


Figura 17 Cabos de alta tensão (AFIA, 2016b)

- CCS: é uma divisão de negócios no qual o principal objetivo é procurar novos clientes e possíveis negócios na indústria elétrica do ramo não automóvel. Nesta unidade de negócios prepara-se toda a logística para os respetivos produtos e a produção é posteriormente enviada para empresas subcontratadas.

3.6.3. PTC - PORTO TECHNICAL CENTRE

A estratégia de R&D da Yazaki tem o objetivo de concentrar essa atividade perto dos centros de desenvolvimento do cliente. Esta estratégia possibilitou um crescimento desses centros devido à estratégia OEM (*Original Equipment Manufacturer*) que tinha como finalidade terceirizar essas atividades. Esse facto gerou significativos aumentos de custo e um aumento da flutuação de recursos humanos necessários, principalmente entre a fase de lançamento e de produção. Tendo em conta estes fatores, surgiu a necessidade de criar atividades centralizadas de R&D, desenvolvidas na Europa, minimizando assim os impactos de flutuação através da ocupação do pessoal da engenharia em diferentes projetos e clientes sem haver a necessidade de deslocação física.

A decisão de criar o Yazaki *European Technical Centre* (centro técnico europeu da Yazaki) foi analisada em detalhe e Portugal acabou por ser escolhido já que tinha uma equipa de *design* no local além de ter um centro tecnológico com excelente conhecimento do produto, atividades de desenvolvimento perto e todo um *Know-how*³ herdado de mais de 20 anos de experiência de fabricação Yazaki.

Em 2001 foi então criado o PTC, um centro técnico de baixo custo para a Yazaki na Europa e no mundo focado em atividades de conteúdo técnico do trabalho, que não têm necessariamente de estar junto do cliente. O objetivo é então, fornecer um local de baixo custo para as atividades técnicas e de gestão de dados dentro da Yazaki, permitindo a transferência do trabalho desde locais de elevado custo, como a Alemanha, França e Reino Unido.

³ Conhecimento

No PTC trabalham na sua maioria Engenheiros mecânicos e eletrotécnicos, que têm como objetivo projetar e desenhar os produtos, além de realizar testes de qualidade aos mesmos. Junto do PTC existe ainda o laboratório que realiza um diversificado leque de análises, dimensionais, mecânicas, eletrotécnicas, de calibração, químicas e ambientais. (Carvalho, 2015)

Como uma forma de se auto motivar, o grupo estabeleceu como *slogan* “Passion”, “Trust” e “Commitment”, que, como se pode observar, poderiam também formar a sigla PTC.

3.7. LAYOUT DA YSE

A YSE é constituída por 6 edifícios com finalidades distintas. O maior edifício é o referente à fábrica e é onde se localizam as divisões alusivas ao EDS e COMBU. Anexo à fábrica, localizam-se oficinas de manutenção geral, para a realização de reparações em máquinas.

A divisão do PTC encontra-se noutro edifício, bem como o laboratório. Os dois últimos edifícios referem-se ao escritório e ainda à cantina. Além destes 6 edifícios, há uma zona para o estacionamento dos colaboradores e pequenos espaços verdes. Na zona pertencente à YSE, existe ainda uma *Guest House*, que é um hotel interno no qual visitantes da Yazaki podem pernoitar durante a sua visita às instalações.



Figura 18 Vista aérea e perfil da YSE (Yazaki Europe Limited, 2014)

Quando considerado o *Layout* da divisão EDS incluída na fábrica pertencente à YSE, pode-se caracterizar por ser preferencialmente *Layout* em linha, em que o fluxo do produto tem direção definida e sequenciada. Os processos iniciam-se no corte e cravação do fio, posteriormente segue para a montagem, onde se encontra a linha de produção, e por fim a embalagem e expedição.

3.8. COLABORADORES YSE

Na YSE, segundo dados referentes ao mês de janeiro de 2016, trabalham 1931 colaboradores. Esses dados estão representados na seguinte figura 19, em que são especificadas as quantidades de colaboradores por áreas de negócio e se se trata de trabalho temporário. Verifica-se que a área com mais colaboradores é a referente às cablagens. Depois da EDS, o PTC também concentra um elevado número de trabalhadores. A subdivisão de CCS, integrada na divisão do COMBU, reúne apenas 19 trabalhadores, sendo considerada a mais pequena subdivisão.

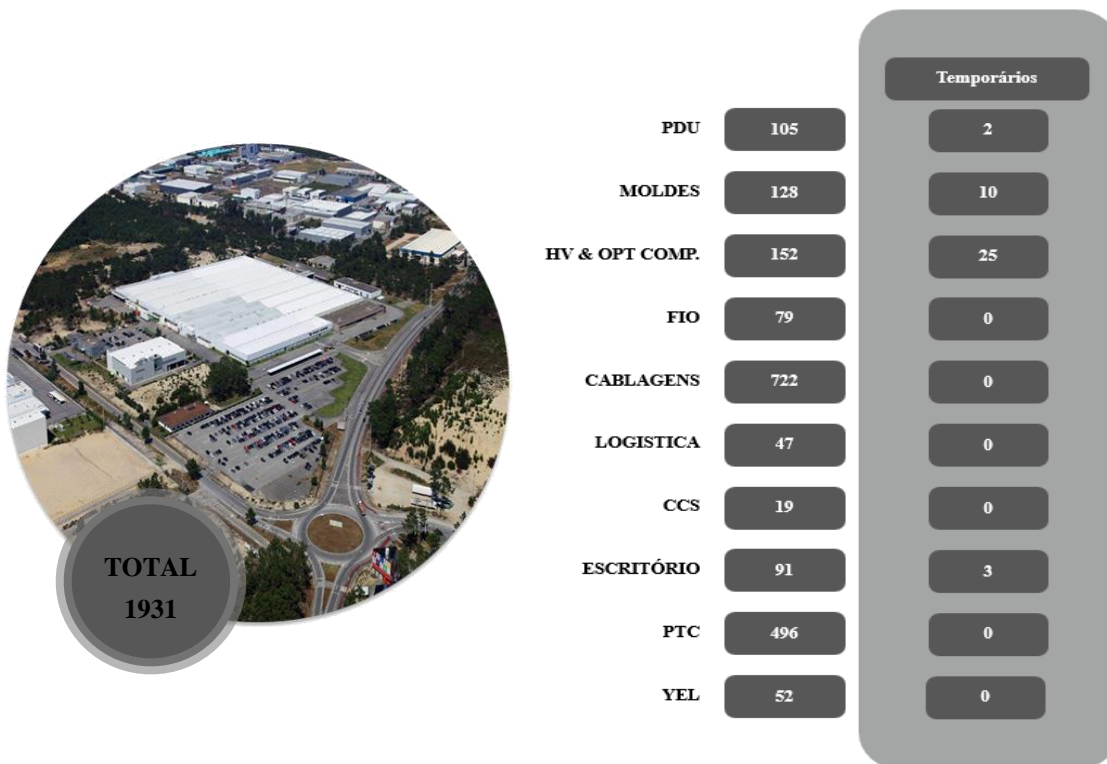


Figura 19 Total de colaboradores Yazaki em janeiro 2016

A produtividade e o desempenho dos colaboradores estão intimamente relacionados com a sua motivação, satisfação e bem-estar dentro da empresa. Tendo em conta estes dados, a

YSE está continuamente empenhada numa boa gestão de recursos humanos e na otimização das competências dos mesmos, sem comprometer as metas de produtividade.

3.9. DEPARTAMENTOS DE APOIO À PRODUÇÃO

Existem diversas atividades que fazem parte da estrutura da empresa e que têm como finalidade dar o suporte necessário à produção. Essas atividades encontram-se divididas em 9 departamentos.

- Departamento Financeiro: é um departamento responsável pela gestão do dinheiro, gestão de riscos financeiros. Entre muitas outras tarefas, têm ainda atribuída a responsabilidade de lidar com os investidores.
- Departamento de Recursos Humanos: tem como responsabilidade gerir o capital humano na empresa, administrando e conduzindo os colaboradores de acordo com os objetivos da empresa.
- Departamento de Tecnologias de Informação e de Sistemas de Informação: este departamento é essencial na aplicação de tecnologias de informação e telecomunicações. Tem como base desenvolver e prestar apoio às tecnologias de informação e aos sistemas corporativos de infraestrutura de informática.
- Departamento de Qualidade e Ambiente, Saúde e Segurança: a qualidade tem o dever de analisar o produto final, verificando se estão de acordo com os padrões previamente estabelecidos. Todos os dados obtidos nas etapas de inspeção da qualidade devem ser registados. Quando considerado o ambiente, saúde e segurança, são tidas em conta todas as condições necessárias para a proteção de todos os colaboradores bem como do próprio meio ambiente.
- Departamento de Compras: tem como missão encontrar as melhores matérias primas necessárias, originário de um pequeno número de fornecedores altamente capacitados. Este departamento deve ainda tornar-se um elo entre os fornecedores e os clientes.
- Departamento de Logística: é o departamento responsável por fornecer os recursos, equipamentos e informações necessárias à realização de todas as atividades da empresa.

- Departamento de Engenharia: tem como principal objetivo dar apoio e suporte a todo o processo produtivo. Deve organizar e preparar os processos necessários para o correto funcionamento das linhas de produção.
- Departamento de Gestão de Projetos: deve gerir os projetos e dar apoio ao departamento de Engenharia. Efetua a preparação de planos de projetos e gere as suas aprovações. É ainda um departamento que aplica e promove determinados requisitos dos clientes.

Para o sucesso da empresa, é essencial que os departamentos não trabalhem independentemente, mas sim como um todo, estabelecendo pontes de contacto entre os intervenientes.

4. PROCESSO PRODUTIVO EDS

O processo produtivo caracteriza-se por ser uma combinação de fatores de produção que após a sua transformação proporcionam a obtenção de um determinado produto final. Esse processo é característico de cada empresa e deve ser o mais eficiente possível, para reduzir custos e garantir um serviço de qualidade ao cliente.

4.1. ATIVIDADES PRINCIPAIS DO PROCESSO PRODUTIVO

Relativamente ao processo produtivo da YSE na divisão correspondente ao EDS, para um fluxo produtivo rápido e com uma qualidade de excelência, foi realizada uma divisão em 3 grandes grupos de trabalho. São eles, a produção em massa, os protótipos e *service parts* e os cabos de bateria. Em todas as diferentes secções são produzidas cablagens, partindo do corte do fio até à montagem final das mesmas.

A produção em massa caracteriza-se por ser a zona da fábrica onde são produzidas diariamente cablagens de quantidades significativas de um mesmo modelo.

Nos protótipos como o próprio nome indica, fazem-se os primeiros protótipos das cablagens para diversos clientes. Os *service parts* dizem respeito a cablagens

encomendadas para carros que já não são produzidos, ou seja, são cablagens de substituição de modelos antigos.

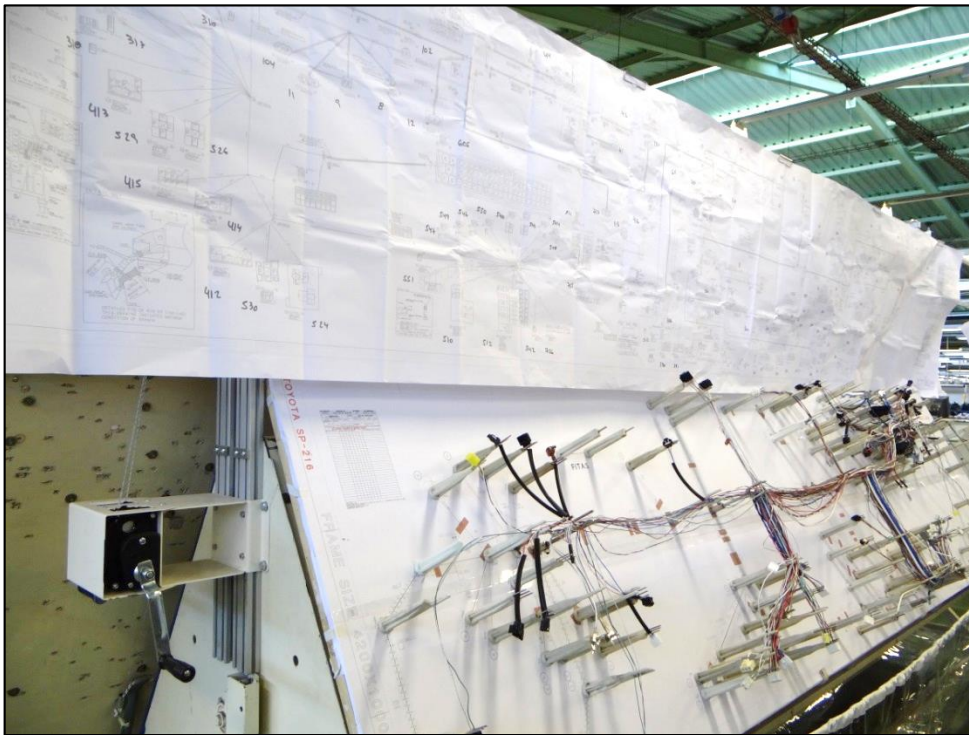


Figura 20 Painel nos protótipos com desenho Yazaki para visualização

Como no grupo dos protótipos e *service parts* são produzidos modelos em pequenas quantidades ou unitários, é utilizado apenas o desenho original da cablagem proveniente do PTC para a montagem da cablagem, evitando assim recursos gastos na construção de diversos painéis específicos.

Na seção cabos de bateria, o processo abrange desde o corte do cabo e a cravação até a montagem completa das cablagens que são usadas em unidades de bateria. Como são cabos de secções muito elevadas existem máquinas próprias para este tipo de exigências.



Figura 21 Ligação de cabos de bateria a conetores

Cada um destes grupos de trabalho encontra-se subdividido em 3 zonas. A zona do corte (P1) é a unidade onde se encontram todas as máquinas automáticas de corte de fio. São máquinas com diversas características e funções para além do corte do fio. São ainda capazes, por exemplo, de inserir buchas (vedantes impermeáveis) e cravar terminais nas duas extremidades do fio.

A seguinte unidade é a correspondente à cravação e *joint* (P2). É uma unidade onde todas as máquinas são de processo manual. Nesta secção são realizados processos de cravação e inserção de acessórios (buchas, tubos de proteção e *shrinks*⁴). Na zona P2 fazem também os *joint's*, que são uniões de vários circuitos a um determinado fio denominado fio pai. Essa junção é efetuada recorrendo à utilização de máquinas de ultrassons ou por métodos de descarga elétrica.

⁴ Pequenos tubos com cola que têm o objetivo de proteger os filamentos de cobre

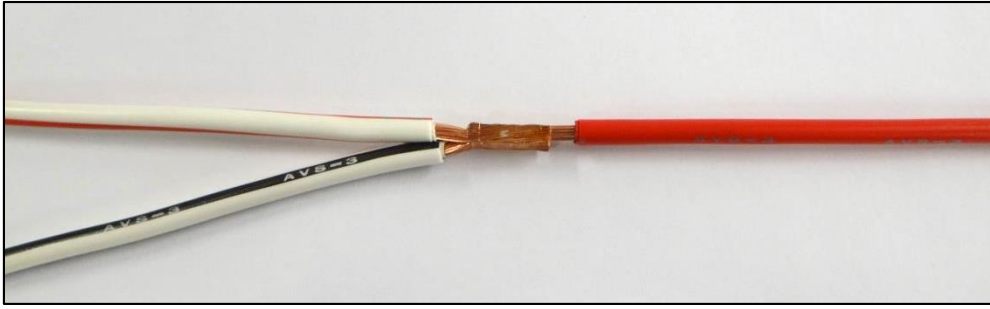


Figura 22 Exemplo de *joint*

A montagem (P3) é a unidade onde são assemblados todos os circuitos finalizando o processo todo até a embalagem do produto final.

4.1.1. CORTE, CRAVAÇÃO E *JOINT* (P1 E P2)

O processo do corte é gerido através de um *software* denominado CAO (*Cutting Area Optimization*). O CAO é uma aplicação que permite otimizar de forma automática as estações de trabalho da área do corte P1. O seu objetivo principal é reduzir os tempos de *setup* (tempo de preparação da máquina e ferramentas) tendo em conta parametrizações definidas e as ferramentas atribuídas a cada máquina. Por exemplo, verifica-se que o que requer um maior tempo de *setup* é a mudança do tambor que tem as buchas. Tendo em conta esse fator, o *software* agrupa as ordens de trabalho que exigem o mesmo tipo de bucha na mesma máquina e de forma seguida, para que se minimize a troca do tambor. Esse processo é feito de forma automática pelo CAO, tendo em conta todas as ferramentas, agrupando os pedidos com maior número de características iguais e eliminando ao máximo os tempos de *setup*.

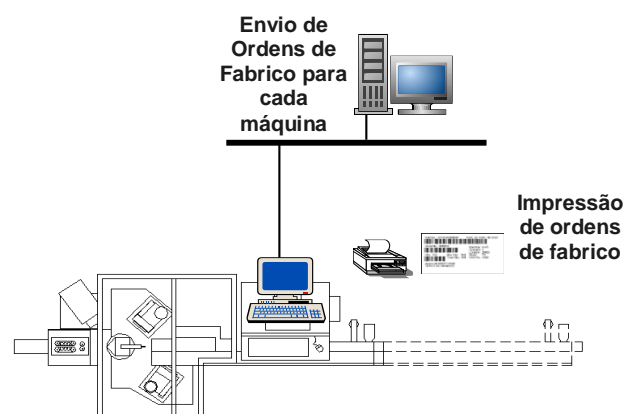


Figura 23 Conexão do CAO a uma máquina Komax

A ordem de fabrico, que tem início no CAO, é transmitida com todos os dados necessários para os computadores localizados nas máquinas automáticas Komax através de uma *interface*.

As diferentes máquinas só recebem ordens se tiverem os recursos necessários para a sua produção, portanto estão definidas no CAO todas as características de cada máquina automática. Deve-se então parametrizar para cada máquina o comprimento mínimo e máximo do fio, o comprimento mínimo e máximo de descarte do fio, as secções e os tipos de fio compatíveis, e ainda se a máquina tem tinteiro para fazer a pintura do código no fio, quando esta é necessária.

Existem ainda máquinas que são capazes de fazer *twist* de fios, e esse é outro fator a ter em conta quando há necessidade de produção de *twist's* (enrolamentos de 2 ou 3 fios elétricos).

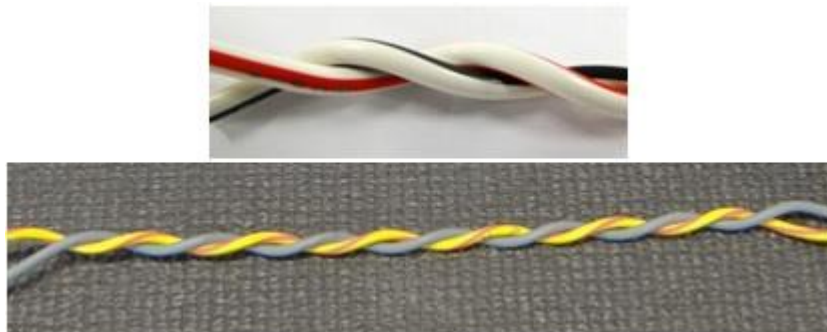


Figura 24 Exemplos de *twist*

Na máquina, o operador deve efetuar todas as alterações necessária para a produção da ordem de fabrico. Depois de efetuar todas as alterações, usa-se um leitor de código de barras que verifica todos os componentes e ferramentas introduzidas na máquina, como os aplicadores e respetivos terminais, o tambor de inserção das buchas e a bobine de fio certificando-se que são os corretos. O aplicador é uma ferramenta específica para a cravação do terminal na extremidade do fio. Este varia consoante o tipo de terminal e a sua dimensão. Existem diversos aplicadores distribuídos na zona das máquinas automáticas.

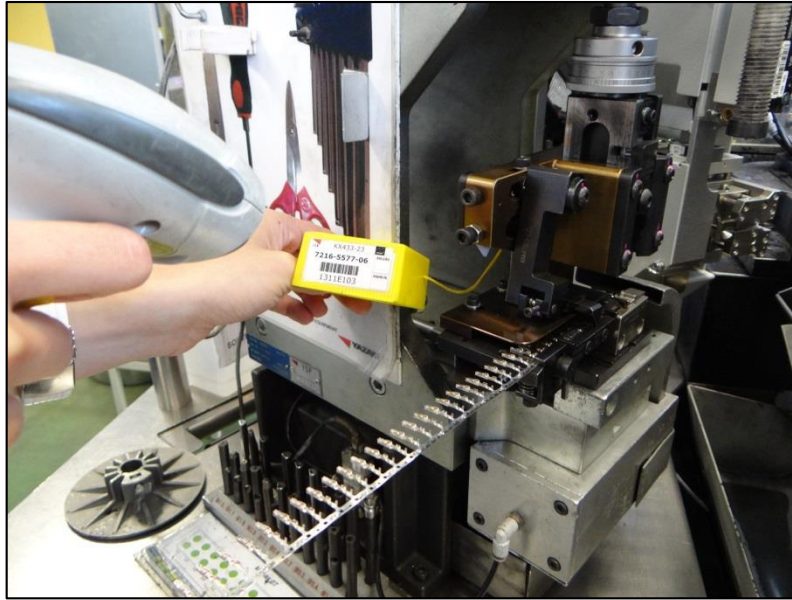


Figura 25 Verificação de ferramentas utilizadas com auxílio do *scanner*

Caso o *setup* tenha sido efetuado de forma incorreta, surge uma mensagem de erro ao efetuar a leitura pelo *scanner*. Depois do *setup* corretamente efetuado e verificado, dá-se início à produção. O operador tem de reportar de volta algumas informações como as peças produzidas, os dados obtidos através de medições usando o micrómetro e o desperdício de fio para que não surjam posteriormente faltas de *stock*. Quando é finalizada a ordem de fabrico é impressa a etiqueta automática que inclui todas as informações e que deve acompanhar os fios produzidos.

Nomenclatura da etiqueta Single e Dupla

TSE11DKT013		Location to:	Qty: 1
29/05/13 - 09:03		*****	
Operator: 110, ANTONIO		EJ3214588BUA 090 0861/0869	
29.05.2013 09:57:47		Order No: 3694736	
Db.T: YCM 7009122802		S: 5.0	Order No: 3694736
1: PT3DSP 0.75 O	1000 mm	203C	
2: PT3DSP 0.75 L	1000 mm	203X	
1 CAO, 2 Acessórios, 3 Acessórios/Operações, 4 Dupla/Joint/Twist, 5 Tubo, 6 Conectores			
S: 5.00	S: M:	S: 4.50	S: M:
1LYCM: 7126881		1R: 7213195	
0 7158347650	2 70392040	0 7157303840	2 70392041
3 70392042	3 -D	3 70392043	3 -D
4 T0177	4 -1-00000.00	4 T0999	4 -99-00000.00
5 AX-6.0x7.0 00010	5 0001 0002	5 VOX-6.0x7.0 00900	5 0003 0004
6 177	6 CD01	6 000	6 CD02

Lado A (Side LEFT)

Lado B (Side RIGHT)

EJ3214588BUA0900861

NOTA:

- As operações assinaladas a Azul correspondem ao processo Automático em CAO.
- As operações assinaladas a Laranja correspondem aos processos seguintes do lado A (LEFT) e do lado B (RIGHT).
- As operações assinaladas a Preto correspondem a informação utilizada em ambos os processos (Crav. Manual=YCM e Automático=.....).

- 1 - Número da máquina onde o fio é cortado.
- 2 - Data e hora de corte do lote (em que a ordem de fabrico é impressa).
- 3 - Identificação do operador que cortou os fios.
- 4 - Data e hora do termo.
- 5 - Identificação do local (morada) onde os fios devem ser colocados no processo seguinte.
- 6 - Quantidade de fios a cortar.
- 7 - Observações sobre o rodapé da etiqueta caso seja preenchido.
- 8 - Informação do produto, nível, código(s) do(s) fio(s) atribuído(s) pelo desenho (Plaintext).
- 9 - Identificação do terminal middle.
- 10 - Comprimento da desfolha do terminal middle.
- 11 - Numeração da etiqueta (atribuída pelo CAO).
- 12 - Identificação da espécie, secção e cor do fio do lado A.
- 13 - Comprimento do fio do lado A.
- 14 - Código a ser impresso no fio do lado A.
- 15 - Identificação da espécie, secção e cor do fio do lado B.
- 16 - Comprimento do fio do lado B.
- 17 - Código a ser impresso no fio do lado B.
- 18 - Comprimento da desfolha do terminal do lado A.
- 19 - Identificação do terminal do lado A.
- 20 - Identificação dos acessórios (bucha, shrink).
- 21 - Outras operações (buchas, magic, tubos, etc).
- 22 - Identificação do número do circuito com o qual esta etiqueta faz parte para o processo de twist.
- 23 - Identificação do grupo de joint, quantidade de fios e total size correspondente a esse grupo.
- 24 - Identificação do tubo.
- 25 - Nº dos circuitos que fazem parte da inserção no tubo.
- 26 - Nº do conector para inserção do fio.
- 27 - Comprimento da desfolha do terminal do lado B.
- 28 - Identificação do terminal do lado B.
- 29 - Código de barras com a informação contida no Plaintext.

Figura 26 Nomenclatura de etiquetas

A etiqueta que se encontra representada, tem dados como, a identificação do produto, a data e hora de produção e o operador que efetuou a ordem. Tem ainda as medidas, as referências dos terminais e de acessórios quando necessários e ainda a quantidade total de fios elétricos produzidos.

Como o processo é automatizado é possível saber automaticamente a Eficiência Global dos Equipamentos (OEE - *Overall Equipment Effectiveness*) de cada máquina através dos valores necessários ao seu cálculo: a disponibilidade, o desempenho e a qualidade.

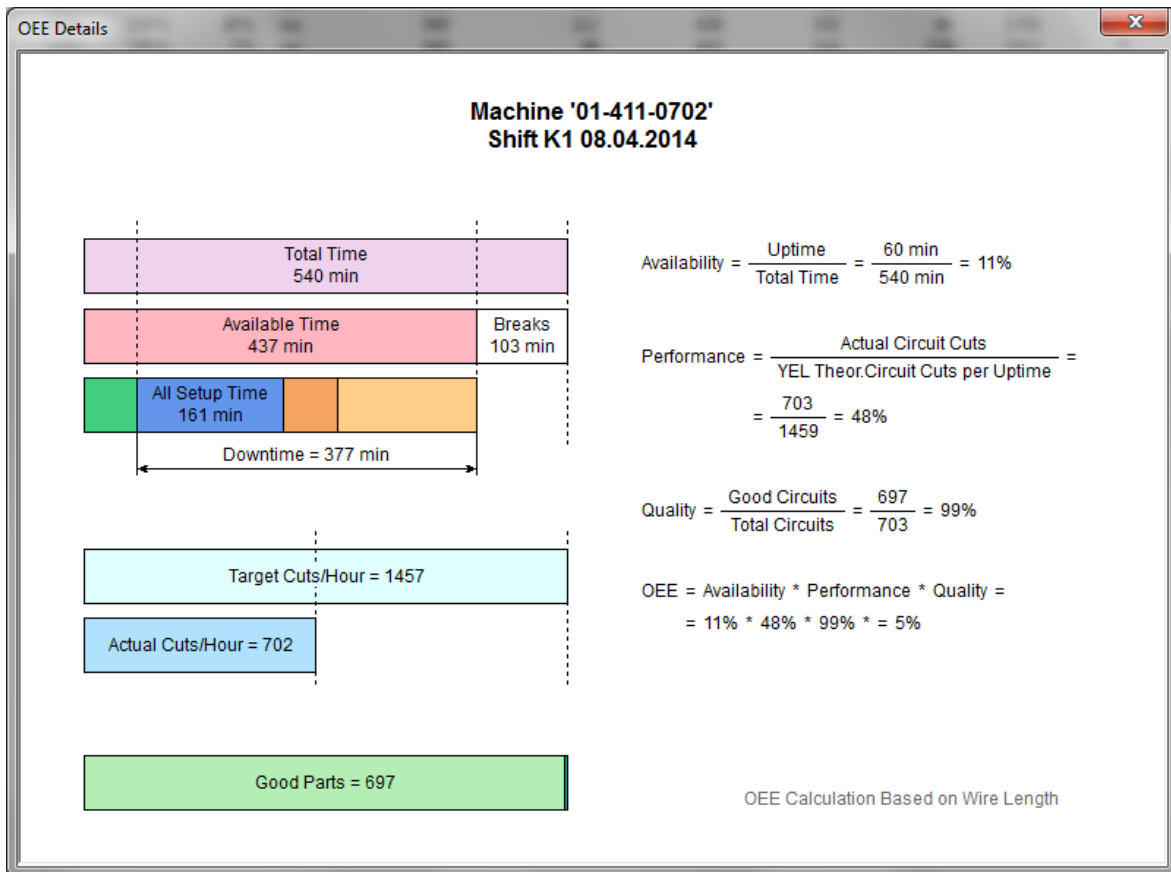


Figura 27 Cálculo do OEE de uma máquina

Quando existem ordens de trabalho de quantidades reduzidas, é desfavorável a sua colocação nas máquinas automáticas devido à relação entre os tempos de *set-up* e os tempos de produção de pequenas quantidades. Nestes casos, são enviados para a zona P2 do corte, em que é efetuada a colocação de acessórios e a cravação manual do fio.

Na área P2 existem também aplicadores que os operadores têm de inserir nas máquinas para proceder á cravação dos terminais nos respetivos circuitos. Caso o circuito requeira um vedante ou outro acessório, este deve ser colocado nas mesas de acessórios definidas para o efeito antes da cravação. É essencial prestar atenção aos códigos dos terminais e aplicadores porque não há verificação pelo leitor *scanner* e existe assim uma maior possibilidade de ocorrência de erro.

No final da cravação manual devem ser registadas com o micrómetro e comparadas com as normas todas as medidas, para verificar se estão dentro dos parâmetros necessários. Caso não estejam, devem-se ajustar as medidas do aplicador e da máquina.

Nos protótipos, os aplicadores devem ser adaptados consoante a secção do fio e o tipo de terminal. Como os produtos em fabrico são protótipos e por vezes os terminais a cravar no fio são novos, não existem ainda os aplicadores definitivos para a sua cravação, surgindo a necessidade de adaptação com os aplicadores existentes.

Os *joint's* são criados ou nas máquinas de ultrassons ou recorrendo a métodos de descarga elétrica, consoante o pedido do cliente. Como na zona de formação do *joint* há descarte de vinil, este deve ser protegido por um *shrink*, que protege os filamentos de cobre e que pode ou não ser impermeável.

Quando uma determinada ordem de trabalho é terminada, os circuitos devem ser enrolados com a etiqueta correspondente e colocados nas caixas de distribuição do produto de que fazem parte.

4.1.2. MONTAGEM, INSPEÇÃO E EMBALAGEM (P3)

Inicialmente são recolhidos todos os circuitos das caixas ou cavaletes de distribuição, do produto ao qual se vai dar início a montagem e distribuídos nos locais devidamente identificados nas estantes. Estes só podem ser recolhidos, quando na folha de controlo se encontra sinalizado o OK correspondente ao término de todos os circuitos necessários, conforme observado no produto presente na primeira caixa de distribuição na figura 28.



Figura 28 Caixas de distribuição

Existem na fábrica diferentes tipos de linha, mas o processo é sempre semelhante. Os circuitos são retirados das estantes e procede-se ao início da submontagem, ou seja, os circuitos são inseridos nos conectores correspondentes. Os conectores são muito variados e recorrentemente apresentam diferentes dimensões e formatos. Os operadores, tendo em conta os esquemas de submontagem, conectam todos os circuitos e acessórios necessários a cada conector e posteriormente colocam os mesmos no painel de montagem, nos correspondentes percursos.

Depois de todos os circuitos conectados e percursos definidos, é altura de colocar as malhas ou *cots*⁵. Algumas malhas, e *cots* fechados devem ser colocados antes da inserção dos circuitos nos conectores já que depois seria impossível introduzir os mesmos pelos conectores devido ao seu diâmetro. Todos estes materiais são colocados tendo em conta a informação presente no painel de montagem ou nas normas afixadas que foram construídos com base no desenho Yazaki.

Ainda nos painéis de montagem, é efetuado o isolamento da cablagem. Este isolamento também tem em conta especificações do cliente, que vão desde o tipo de fita de isolamento usada em cada local da cablagem até às dimensões de cada isolamento e a forma do mesmo. As características do tipo de isolamento também estão disponíveis no painel, para visualização do operador. Pode ser isolamento a cheio, em espiral, uma pequena marca, um cruzamento de vários ramos da cablagem, um isolamento mais largo ou mais apertado, entre outros.

Quando terminada a montagem e o isolamento da cablagem, esta é transportada para a mesa de inspeção elétrica onde são verificadas todas as conexões e a estanquicidade. A cablagem só passa no teste elétrico se não forem detetados circuitos erróneos, terminais soltos, conectores abertos ou qualquer outro erro ou falha. Caso tudo esteja conforme, é emitida uma etiqueta identificativa de cada cablagem, que contém informações como a identificação do produto, a família, a data de produção e o lote do qual faz parte.

⁵ Proteções em forma de tubos de plástico



Figura 29 Etiqueta identificativa do produto

Depois de concluído e validado o teste elétrico a cablagem é transportada para a maquete de cliques, se for utilizada no caso, onde são colocados todos os cliques nos respectivos locais associados. Se forem menos de 20 cliques, estes são colocados nos painéis de montagem e não requerem a utilização da maquete.



Figura 30 Maquete de cliques

Por fim a cablagem passa numa mesa de inspeção visual, que serve para uma verificação global final. São verificadas todas as medidas, os cliques, os conectores, os grometes e tudo o que seja aplicável no respetivo produto recorrendo ao auxílio do desenho. Caso esteja tudo em conformidade, a cablagem segue para a caixa e é embalada, seguindo depois para o armazém de expedição.

A montagem dos protótipos apresenta diferenças significativas, principalmente no sentido em que toda a cablagem é montada e isolada tendo em conta o desenho Yazaki do produto, ou seja, os operadores têm de efetuar a análise do desenho e das suas características e especificações descritas nos detalhes e não têm normas nem esquemas visuais de ajuda.

4.2. ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

O departamento da Engenharia de Produção EDS tem como principal função servir de apoio a todo o processo produtivo EDS.

É neste departamento que está integrada a realização do projeto de informatização dos esquemas de submontagem. É função dos responsáveis pelos processos de montagem encontrar o melhor balanceamento da linha e a construção dos esquemas.

A Engenharia de Produção encontra-se organizada em 2 secções que exercem diferentes funções, a Manutenção e a Engenharia. Ambas estão descritas de seguida.

4.2.1. MANUTENÇÃO

A manutenção tem como função assegurar o bom funcionamento de todos os equipamentos da empresa, e ainda que estes cumpram todos os requisitos e funções para as quais foram especificados.

Na área EDS estão distribuídos cerca de 3200 aplicadores, 46 máquinas automáticas de corte e cravação, 110 máquinas de cravação manual, 5 máquinas de *twist* manual, 27 máquinas de formação de *joint* e ainda 3 máquinas de injeção. A manutenção tem também de manter e verificar cerca de 250 pistolas de cliques, 155 painéis elétricos e 310 painéis de montagem distribuídos pela produção.

A equipa da manutenção realiza ações que tem a finalidade de manter, reparar e conservar todo o equipamento existente na fábrica garantindo toda a segurança e proteção dos

operadores e a qualidade do produto final. Para isso, têm obrigação de manter o equipamento o mais próximo possível da sua forma original aquando da aquisição. São utilizados três principais métodos de manutenção: manutenção preventiva, manutenção preditiva e a manutenção corretiva.

A manutenção preventiva é programada de acordo com a periodicidade aconselhada pelo fabricante de cada máquina ou equipamento e é executada quando o equipamento está desocupado, em pausa ou parado na produção.

A maior parte das manutenções preventivas são realizadas no fim-de-semana para minimizar a necessidade de paragem da produção. Este modelo de manutenção ajuda a evitar que surjam paragens graves que acarretem várias horas de interrupção da produção. Neste tipo de manutenção são trocadas e lubrificadas unidades e peças chave suscetíveis de sofrer desgaste. As manutenções são geridas por uma base de dados onde mensalmente são gerados relatórios por equipamento de diversos pontos chave de verificação.

A manutenção preditiva é uma manutenção previamente programada que apenas inclui um conjunto de tarefas simples e rápidas, como lubrificações e verificações dos equipamentos. Com esse tipo de cuidados, a manutenção reduz custos em manutenções preventivas, prolongando ainda a vida das peças do equipamento. Este tipo de manutenção possibilita ainda a redução do número de avarias diárias.

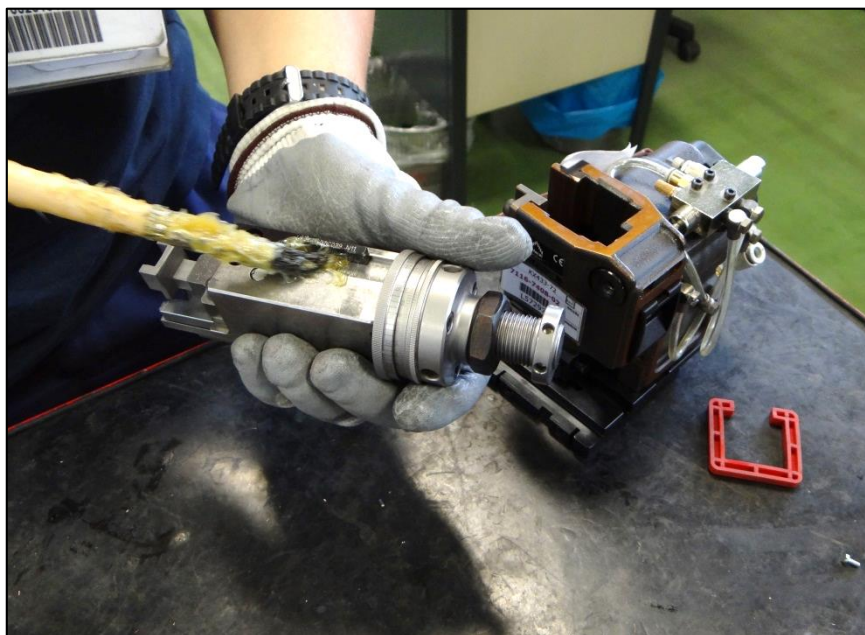


Figura 31 Verificação e lubrificação de um aplicador

A manutenção corretiva consiste no conserto do equipamento, no momento em que ocorre uma avaria. A avaria pode ser causada por peças danificadas ou por algum defeito de qualidade no produto.

Para uma melhor rapidez e gestão é usado um programa de registo de avarias, o A-Plus, onde os operadores podem registar a informação do equipamento e uma breve informação da avaria ou da situação problemática que pensam estar a ocorrer. No sistema de informação, fica disponível para os técnicos a lista de avarias que se encontram no momento registadas. Quando são solucionadas, os técnicos retiram-nas da lista de espera.

A manutenção disponibiliza 2 técnicos para a zona P1 e P2 e outros 2 técnicos para a zona P3, 1 técnico para realizar as manutenções preventivas dos aplicadores, 1 técnico para o controlo de *stocks* e 3 técnicos para os equipamentos e *kaizen*.

4.2.2. ENGENHARIA

A engenharia tem como objetivo principal, preparar e organizar o processo produtivo EDS. Os colaboradores desta seção têm diferentes funções, entre as quais a organização e a validação do processo de corte, a organização dos processos de montagem das diferentes marcas, gestão do equipamento, preparação dos painéis de montagem (*jig boards*) e ainda a preparação dos painéis que realizam testes elétricos e verificação de cliques (*checker's*).

- Processos de Corte

Os colaboradores que estão responsáveis pelo processo do corte têm como funções a análise de planos de produção e a verificação de nível. São responsáveis por realizar as normas de cravação, ou seja, fazem a solicitação de estudos de cravação e analisam todo o material necessário à sua elaboração, fazem testes de tração, de resistência elétrica e ainda corte de secção. Se o cliente exigir algum teste específico ele deve ser feito. Após os resultados de todos os testes fazem-se então as normas de cravação, emitindo o respetivo documento para o sector da produção, qualidade e protótipos. Todos os resultados dos testes devem ser registados.

- Equipamentos

Na área dos equipamentos, tal como o nome indica, são estudados os equipamentos necessários para aplicação na área de produção, com o objetivo de melhorar a eficiência do

processo tendo sempre em conta a qualidade do mesmo. Esses equipamentos podem ser adquiridos através de fornecedores e fabricantes nacionais e internacionais.

Os colaboradores responsáveis pelos equipamentos devem ainda colocar e reparar as proteções das máquinas, montar as linhas manuais, efetuar a mudança, montagem e reparação de *conveyors*, mudança de *layouts*, sucatar o material e por fim fazer o carregamento e descarregamento dos equipamentos do camião de transporte.

- Painéis de Montagem

Os preparadores de painéis de montagem têm como objetivos manter o desenho atualizado e implementá-lo nas linhas de montagem, elaborar e projetar *layouts*, alterar, montar e controlar os painéis, gerir encomendas e por fim gerir a base de dados CAE (*Computer Assistance Engineering*) e Access. O CAE é uma ferramenta específica para a manufatura de cablagens e é utilizada por toda a comunidade Yazaki. Tem como objetivo controlar todo o processo do desenho Yazaki, partilhando informações globalmente e garantindo produtos com a máxima qualidade.

Para a criação dos *layouts* das cablagens, é usado um ficheiro criado na aplicação CAE tendo por base o desenho Yazaki do cliente. Tendo em conta esse ficheiro, é possível definir o *routing* (percurso) da cablagem, decidir quais as peças que devem ser montadas nos painéis e em que locais, definir a dimensão do painel, entre outros. Este processo é essencial para o departamento de Engenharia criar os painéis de montagem.



Figura 32 Exemplificação de criação de um painel de montagem

Os painéis de montagem devem ser o mais simples e eficiente possíveis, apresentando medidas e informações de forma correta, uma boa ergonomia e ainda serem claros e objetivos nas ajudas visuais. Devem também ter uma distribuição uniforme da cablagem de acordo com o método de trabalho.



Figura 33 Painel de montagem instalado na área de produção

- Processos de Montagem

Os responsáveis dos processos de montagem têm diversas tarefas específicas atribuídas. Uma das quais é a realização de RFQ (*Request For Quotation*), que se trata da realização de orçamentos para projetos. É elaborada uma primeira análise ao desenho do cliente e elaborada a cotação de todo o material necessário para o projeto. Cada secção, dentro do departamento da engenharia, avalia os custos de materiais referentes à sua área, como é o caso dos responsáveis pelos equipamentos, painéis e *checker's*. É da responsabilidade dos processos, a recolha de todos os custos dos diferentes grupos de trabalho.

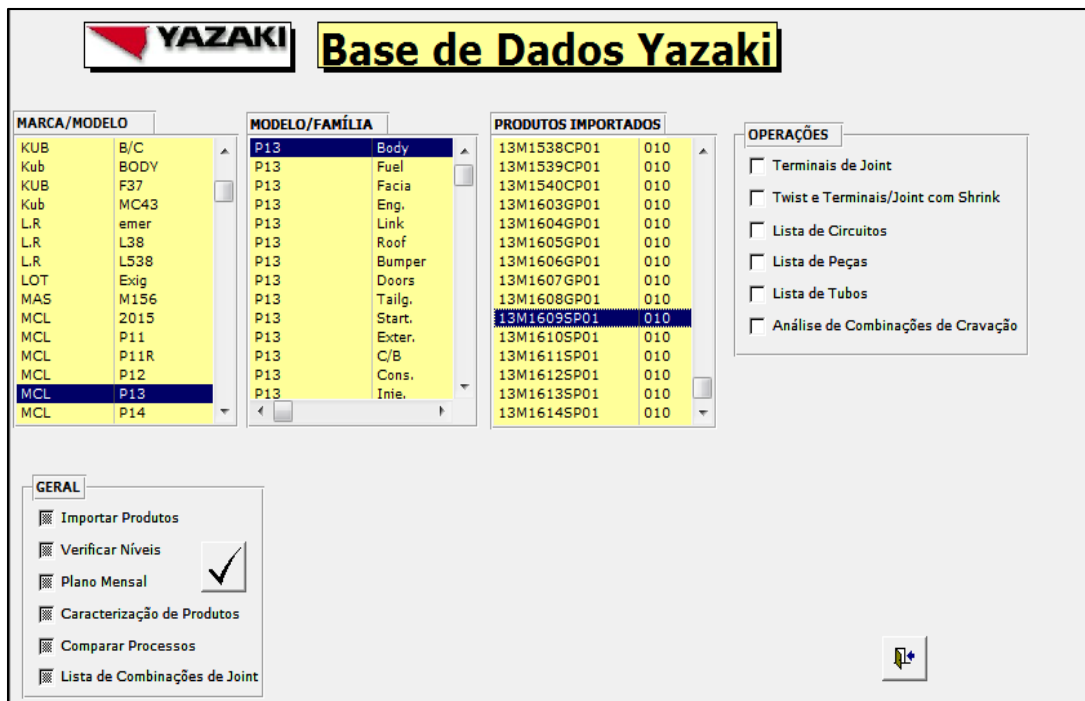


Figura 35 Base de dados Yazaki

Os fluxos do processo são também realizados por este grupo, tendo por base um *template* YEL. Preenchem ainda a tabela do FMEA (*Failure Mode and Effect Analyses*) e realizam a atualização e acompanhamento das ações em aberto.

Após obtenção do *routing report* dos produtos necessários, iniciam a realização do *line balancing* (balanceamento da linha). Esse balanceamento é iniciado pela distribuição de trabalho pelos diferentes postos, tendo por base uma sequência de acordo com o desenho Yazaki. Deve-se ter em conta sempre o *Takt time*⁶ e a capacidade de forma a equilibrar a linha. O balanceamento da linha é feito desde os postos de fios, isolamento, teste elétrico e maquetes de cliques até a embalagem.

⁶ Tempo de ciclo teórico em função da procura e do tempo disponível

Line 1 : After Balancing based on Routing Report

Line No.		IP YPR		Family		IP PPHD	
No. Of Operator in Line (Direct)		26		Product:		FORD - V362	
No. Of Total People in Line		26		Shift Time (min)		525	
Capacity (W/H per Shift)							217

WORK STATION ELEMENTS			TIME ELEMENT							
Station	Brief Work Desc. Of Operations	No. of Operators	Time Added Time (min)	1	2	3	4	5	6	7
1	Place 1	1	2.11							
2	Place 2	1	2.02							
3	Place 3	1	2.10							
4	Place 4	1	2.14							
5	Place 5	1	2.10							
6	Place 6	1	2.11							
7	Place 7	1	1.91							
8	Place 8	1	2.05							
9	Place 9	1	1.83							
10	Place 10	1	1.95							
11	Place 11	1	1.99							
12	Place 12	1	2.06							
13	Place 13	1	2.04							
14	Place 14	1	2.06							
15	Place 15	1	2.03							
16	Place 16	1	2.03							
17	Place 17	1	2.00							
18	Place 18	1	2.06							
19	Place 19	1	1.97							
20	Place 20	1	1.86							
21	Place 21	1	1.90							
22	Place 22	1	1.93							
23	Place 23	1								
24	Place 24	1								
25	Place 25	1								
26	Place 26	1								
27	Place 27	1								
28	Electrical checker	1	1.95							
29	Clp checker	2	2.17							
30	Packing	1	2.00							

Values for MAX & AVERAGE lines (do not erase)

1.18	1.4	1
2.18	2.4	11

Figura 36 Formulário de exemplo do balanceamento de linha

Tendo por base o *line balancing*, os responsáveis dos processos devem construir os esquemas e as normas de operação que servem de apoio aos operadores. Devem ainda identificar na área de produção cada posto de trabalho, colocar todas as caixas de componentes devidamente identificadas e montar as estantes dos fios, com o respetivo código do circuito que ocupa determinada posição.



Figura 37 Identificação de posto e de caixas de componentes

Os processos têm ainda como responsabilidade o preenchimento e validação de diversos tipos de documentos e o acompanhamento a auditorias ao processo ou sistema da divisão.

- *Checker's*

Os colaboradores responsáveis pela preparação dos painéis de inspeção elétrica devem, como o próprio nome indica, preparar a realização do teste elétrico. Este teste tem como objetivo garantir que os circuitos e componentes estão corretamente interligados. Um

componente em falta ou conectado de forma errada, pode originar falhas, avarias ou mesmo curto-circuitos.

Para a realização do teste elétrico deve ser instalado um painel de inspeção elétrica e diversos módulos que possibilitam detetar a presença ou ausência de determinado componente, se a cor é a correta, se o alinhamento dos terminais é o melhor, e ainda para efetuar a verificação das ligações elétricas. Existem diversos tipos de módulos, que verificam conectores com mais de 10 cavidades, conectores com menos de 10 cavidades, grometes, caixas de fusíveis, cliques, terminais de olhal, entre outros.



Figura 38 Mesa de inspeção elétrica

É da responsabilidade dos *checker's*, programar os painéis de inspeção elétrica e fazer implementações de alterações sempre que necessário. Existem diversos tipos de *softwares* disponibilizados para a realização do teste elétrico, e o preferencial é o YCD desenvolvido pela Yazaki Japão.

A maquete de cliques tem como finalidade testar a presença dos cliques e garantir as suas corretas posições na cablagem. Deve-se usar maquete sempre que o número de cliques seja superior a 20. Os cliques devem ser colocados de acordo com a ordem definida pelo programa e depois de validado o teste é impressa uma etiqueta.

5. LEVANTAMENTO DO PROBLEMA

No presente capítulo será analisado o funcionamento da linha de montagem da cablagem da família *body* da marca McLaren presente na YSE. É um modelo de carro de luxo e com diversas características específicas, o que leva a que a quantidade de circuitos necessários para a constituição da cablagem elétrica seja elevada. Este facto leva a que seja indispensável a aplicação de melhorias contínuas na linha de montagem.

5.1. CARACTERIZAÇÃO DA LINHA McLAREN P13

A cablagem do modelo McLaren é produzida numa área de cerca 380 metros quadrados que incorpora uma linha de montagem com 8 painéis duplos de 5,8 metros, 12 estantes, uma maquete de cliques, uma mesa de inspeção elétrica, uma mesa de inspeção visual, uma mesa que contém normas, uma estante de fitas adesivas e ainda uma palete onde ficam as cablagens embaladas.

A linha de montagem correspondente ao modelo P13 trata-se de uma linha *Rotary*, em que os tabuleiros se movimentam ao longo das áreas definidas como postos de trabalho, e tem dois conjuntos de postos distintos, os postos de fios e os postos de isolamento. Trata-se de uma linha de produção mista onde são feitos vários produtos de cablagem do *body* do

modelo P13. Isto acontece porque há grande similaridade entre os diferentes produtos e não existe a necessidade de paragem de linha para efetuar o *setup*. Além dos postos de fios e isolamento, estão atribuídos postos referentes à inspeção elétrica, maquete de cliques, e inspeção visual e embalagem.

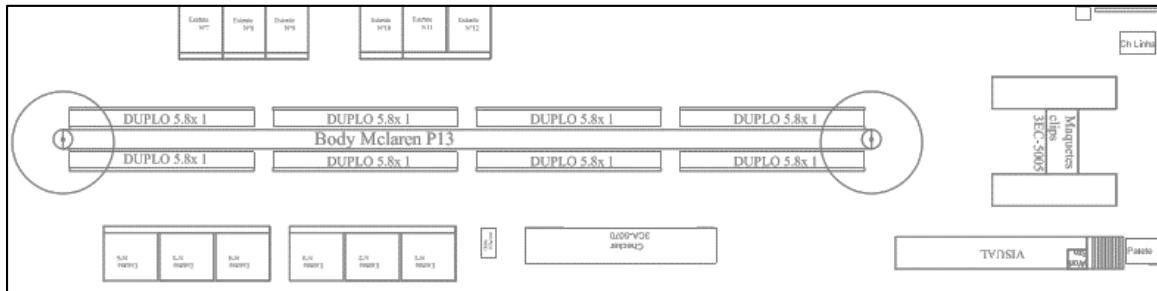


Figura 39 Planta de linha de produção *Body McLaren P13*

Nas estantes dos diferentes postos está colocado todo o material necessário á montagem da cablagem, desde circuitos, conectores, grometes, malhas, *plugs*, cliques, *locks*, *rears*, fitas isoladoras e fusíveis, até aos desenhos com as instruções de trabalho.

Para o abastecimento de material, estão colocadas duas caixas de cada componente na linha, aumentando assim a autonomia de componentes, diminuindo os tempos de abastecimento e melhorando todo o fluxo da logística interna dentro da Yazaki. Segue-se a regra principal de abastecimento de linhas de montagem: todo o abastecimento de componentes deve ser feito por detrás do posto de trabalho de modo a que durante o abastecimento não se perturbe o normal funcionamento dos operadores.

5.2. ORGANIZAÇÃO DOS POSTOS DE FIOS DA LINHA MCLAREN P13

É nos postos de fios que atualmente são realizadas as operações de submontagem. Estas referem-se às conexões dos circuitos aos respetivos conetores. O material necessário para os operadores realizarem as submontagens nos postos de fios está colocado ao longo das 12 estantes presentes em volta da linha.

Ao longo das 12 estantes existem também muitos esquemas de submontagem em formato de papel, que acarretam alguns inconvenientes, entre os quais, a necessidade de ter em atenção detalhes referentes a diferentes produtos presentes no esquema e ter que trocar de desenho quando este varia de volante à esquerda (LHD - *Left Hand Drive*) para volante à direita (RHD - *Right Hand Drive*).

O facto de os desenhos estarem em suporte de papel traz ainda alguns inconvenientes visuais. Estes têm de estar inseridos em capas de plástico que por vezes originam reflexos de luz, não permitindo uma visualização adequada. O ângulo de visão também não é o mais adequado. Como os esquemas estão no topo das estantes, deviam ter uma ligeira inclinação para que os operadores ao olharem para cima visualizem a imagem num ângulo mais apropriado.



Figura 40 Esquemas de submontagem espalhados nas estantes

Como se pode observar na figura 40, alguns esquemas estão sobrepostos com outros. Isso leva a que os operadores necessitem de mover os esquemas quando estiverem a montar um conector presente nas submontagem que estão ocultas.

5.3. ANÁLISE AOS DEFEITOS INTERNOS NA MONTAGEM DO MODELO MCLAREN P13

Quando analisados os erros de submontagens mal realizadas, verifica-se que tal diz respeito à formação de circuitos erróneos. Os circuitos erróneos acontecem quando os fios colocados nos conectores estão em posições erradas, trocadas, ou mesmo em falta.

De forma a analisar a quantidade de defeitos referentes a circuitos erróneos, obteve-se o relatório anual de defeitos internos na área de montagem, P3, do *body* do modelo McLaren P13.



Figura 41 Dados obtidos no relatório de defeitos internos

Conforme se verifica pelos dados do relatório obtido, a maioria dos defeitos do ano de 2015 deveu-se à existência de circuitos erróneos. Estes foram detetados no teste elétrico.

Foi efetuado um estudo gráfico onde foi possível observar que os circuitos erróneos correspondem a 64% dos defeitos totais encontrados no ano de 2015.

Tipo de Defeitos

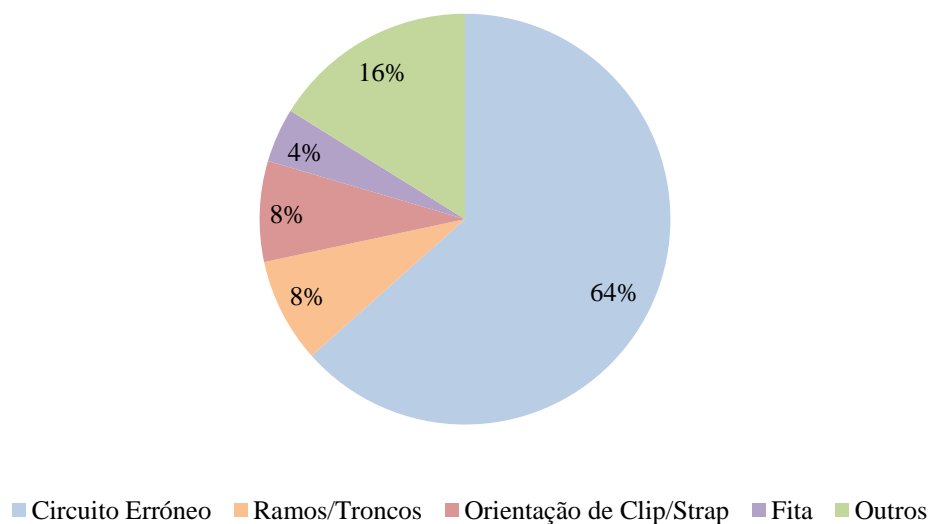


Figura 42 Gráfico do tipo de defeitos no ano de 2015 no modelo McLaren P13

Como é um valor consideravelmente elevado, é vantajoso para a eficiência produtiva que o número de circuitos erróneos diminua. Esta diminuição poderá contribuir uma especificação e clarificação dos esquemas de submontagem.

5.4. PROPOSTAS DE RESOLUÇÃO APRESENTADAS

Sendo que se trata de um modelo de extrema complexidade, com cerca de 800 circuitos, o número de submontagens que são necessárias realizar também é elevado.

O proposto neste trabalho é minimizar o risco de erros humanos na leitura dos desenhos, que possam provocar erros e defeitos graves como o circuito erróneo.

Para isso, tendo como objetivo eliminar os possíveis defeitos e facilitar o trabalho dos operadores, foi proposto criar um único desenho por posto e estante (eliminando 3 folhas A3 conforme representado na figura 43) para os novos produtos do modelo P13 pondo todos os esquemas do posto em questão num único ecrã onde os operadores não têm a preocupação de trocar desenho ou ver se o mesmo é comum ou não ao produto que estão a realizar.

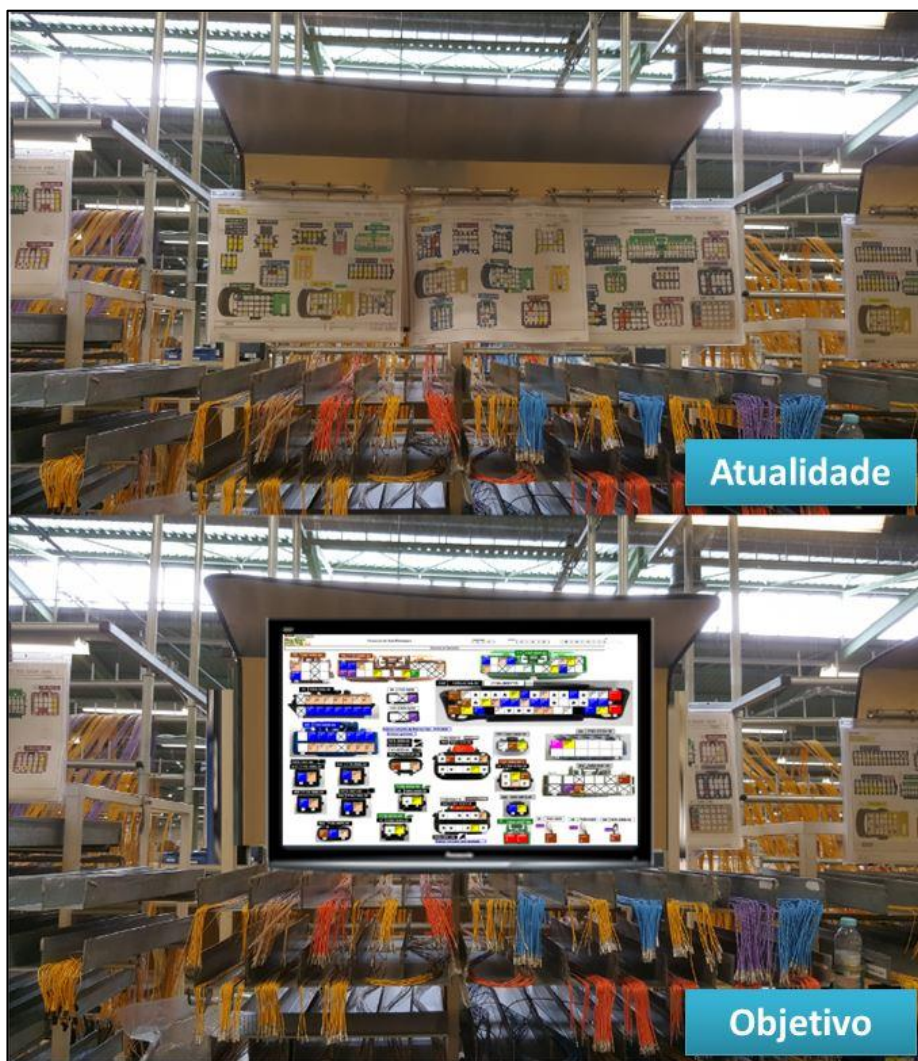


Figura 43 Demonstração do objetivo da informatização

É ainda objetivo efetuar um balanceamento da linha adequado, sabendo assim o número de postos dedicados a tarefas de submontagem, e quais as submontagens específicas que cada um dos postos incorpora. O balanceamento é ainda uma forma de melhorar a produtividade e eficiência da linha através da redução de tempos mortos e desequilíbrio nos ritmos de produção.

6. REVISÃO DO ESTADO DE ARTE

Para alcançar bons resultados numa empresa, de entre vários fatores a ter em conta, deve-se cuidar sempre da organização no ambiente de trabalho. É importante para todos os colaboradores disporem as melhores condições de trabalho que favoreçam o seu desempenho. O facto de haver desorganização no posto de trabalho pode acarretar diversos inconvenientes e diminuir o rendimento profissional.

As instruções de trabalho são ferramentas que têm como principal objetivo o auxílio do operador nas tarefas realizadas pelo mesmo. Essas instruções podem variar de situação para situação e devem ser padronizadas para uma adaptação mais fácil por parte dos operadores sempre que ocorra uma mudança das mesmas. Um dos principais problemas para os operadores é a sobrecarga de informação disponibilizada nos postos de trabalho. Essa informação na maioria das vezes encontra-se com demasiadas especificações, informações, e detalhes, que devem ser visíveis para auditorias, supervisões e até mesmo para o cliente verificar. Esse facto pode levar a um descontentamento por parte do operador.

Além disso, o facto de a informação para o operador não estar clara e facilmente acessível aumenta a possibilidade da ocorrência de desvios, variações ou mesmo erros, que afetam a qualidade do produto ou serviço. O procedimento com as instruções de trabalho deve ser continuamente melhorado, pensando sempre no trabalhador e numa melhor compreensão por parte do mesmo.

6.1. SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

O Sistema Toyota de Produção (TPS) surgiu da necessidade de obter respostas para diversas circunstâncias que envolviam a empresa. Muitos dos seus conceitos fundamentais são únicos para a Toyota enquanto outros surgiram a partir fontes mais tradicionais. (Art of Lean, 2013) Este sistema capacita os membros da equipa a otimizar a qualidade através de uma melhoria contínua dos processos e uma eliminação de desperdícios de recursos naturais, humanos e corporativos. O TPS influencia ainda todos os aspetos da organização da Toyota e inclui um conjunto comum de valores, conhecimentos e procedimentos. Os colaboradores têm atribuídas responsabilidades bem definidas em cada etapa da produção e são encorajados a lutar por uma melhoria global. (Toyota, 2012)

Um dos conceitos iniciais do TPS é o *Jidoka*, que se refere à noção de construção de qualidade no processo de produção, reduzindo erros e atrasos, e incentiva o uso de máquinas e mão-de-obra em conjunto, permitindo que as máquinas complementem a atividade do Homem. (Art of Lean, 2013) O princípio de *Jidoka* constrói verificações de qualidade para cada etapa do processo produtivo e ao garantir que todos os processos são visíveis, ajuda a garantir que as alterações são feitas visivelmente e imediatamente. A qualidade deve ser verificada por todos os intervenientes sendo cada membro da equipa responsável por realizar verificações de qualidade antes de entregar produtos em processamento para o próximo ponto na linha de produção. Se algum defeito ou erro for identificado deve ser resolvido de imediato, mesmo que isso acarrete uma paragem da produção. (Toyota, 2012)

Outro elemento que faz parte do TPS é o conceito *Just-in-time* (JIT). Este baseia-se em processos ajustados no fluxo de montagem para que se usem e produzam apenas as quantidades de itens necessários e somente quando são necessários, usando apenas os recursos mínimos indispensáveis. O processo produtivo baseado no conceito JIT requer um fluxo contínuo de materiais e de informação estruturados de acordo com o sistema *pull*,

que é o sistema em que apenas se inicia a produção quando o pedido é desencadeado pelo cliente e trabalha-se com um tempo de ciclo o mais próximo possível do *takt time* que é o ritmo de produção necessário em função da procura e do tempo disponível.

O sistema JIT reduz o inventário e previne a produção precoce e a superprodução. (Art of Lean, 2013) Este conceito leva a necessidade de efetuar um planeamento prévio em que o processo de fabrico deve corresponder continuamente ao pedido do cliente. O TPS tem respondido a este desafio de uma forma eficiente e rentável. (Toyota, 2012)

O TPS encontra-se recorrentemente representado num esquema que pode ser comparado a uma casa. Essa “casa” encontra-se dividida em três partes, o telhado que representa os objetivos do TPS, os pilares ou colunas que têm como função sustentar os objetivos e as fundações que são a base de todo o sistema. A casa do TPS encontra-se representada na figura 44 e são abordados posteriormente alguns dos conceitos e metodologias mais frequentemente utilizados pela corporação Yazaki.

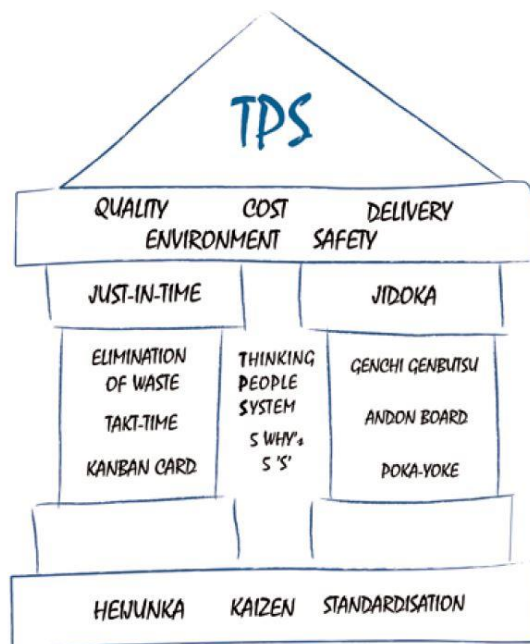


Figura 44 Esquema representativo, casa do TPS (Art of Lean, 2013)

O objetivo do TPS é o de fornecer serviços e produtos de qualidade que satisfaçam as expectativas dos clientes, e tornar-se um modelo de responsabilidade corporativa dentro da indústria e da comunidade envolvente. São atribuídas pelo TPS quatro metas consistentes com esses valores e objetivos.

1. Proporcionar qualidade de classe mundial e serviço ao cliente;

2. Desenvolver o potencial de cada funcionário com base no respeito mútuo, confiança e cooperação;
3. Reduzir custos através da eliminação de resíduos e maximizando o lucro;
4. Desenvolver padrões de produção flexíveis com base nos pedidos do mercado. (Art of Lean, 2013)

O *Kaizen* é definido como sendo uma filosofia fundamental de melhoramento contínuo. Segundo o *Kaizen*, todos os membros do grupo estão continuamente a contribuir para o melhoramento das operações, e todos os colaboradores, em todos os níveis da empresa apoiam este processo de melhoria. Para o *Kaizen*, definir metas e objetivos com clareza é um pressuposto que deve ser assegurado. Esta filosofia não é apenas baseada em melhoramentos desenvolvidos e implementados por peritos ou gestores, mas sim por todos, através da confiança depositada no conhecimento e nas capacidades dos colaboradores que trabalham diretamente no processo.

Todos os melhoramentos devem ser cuidadosamente avaliados antes da sua implementação de forma a reduzir riscos de efetuar uma mudança sem fundamentação. Para alcançar este objetivo, surgiu o conceito dos 5 Porquês (5 Whys?), em que cada plano de melhoria deve ser testado respondendo a porquês de cinco níveis assegurando que a lógica e o valor do melhoramento sejam claros e objetivos. (Art of Lean, 2013)

Kaizen é uma questão de atitude positiva em que o foco está sobre o que deve ser feito e não o que pode ser feito.

6.2. FILOSOFIA *LEAN*

A Toyota alcançou grandes sucessos com a abordagem TPS e a partir da crise petrolífera de 1973 esse sistema passou a ser replicado por outros construtores automóveis. Foi ao ser adotada mundialmente que a sua designação foi sendo substituída, primeiramente por *Just in Time*, e posteriormente por *Lean Manufacturing*. O termo *Lean* surgiu na década de 80 por John Krafcik, investigador do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) num artigo em que ele descrevia as técnicas TPS.

O termo *Lean*, que significa magro em português, tem como objetivo transmitir a ideia de uma forma de trabalho em que se produz o máximo com o mínimo possível. Deve-se

reduzir tudo o que use recursos que não contribuem para o acréscimo de valor aos produtos.

6.2.1. LEAN THINKING

A forma de pensar *Lean* permite às empresas especificar valor, alinhar as ações de valor na melhor sequência possível, realizar essas atividades sem interrupção mesmo quando alguém solicitar e executá-las mais e de forma eficaz. Esta afirmação leva aos cinco princípios do pensamento *Lean*, Valor, Cadeia de valor, Fluxo, Sistema *Pull* e Perfeição. (Weigel, 2000)

O valor é caracterizado por ser fornecido ao cliente no momento certo e a um preço adequado. É o ponto de partida fundamental para o *Lean Thinking* e só pode ser definido pelo cliente final. Deve-se tentar perceber quais as especificações do produto que o cliente está disposto a pagar. Esse valor é específico de cada produto, ou seja, só é significativo quando expresso em termos de um produto específico.

A cadeia de valor é definida como o conjunto de todas as atividades específicas necessárias para organizar e prover um produto específico desde a concepção ao lançamento, desde matéria-prima até chegar às mãos do cliente. Para criar a cadeia de valor deve-se descrever o que acontece ao produto em cada etapa da sua produção.

O princípio de fluxo do *Lean* refere-se a uma realização progressiva de tarefas ao longo da cadeia de valor sem paragens, sem sucata e sem retro fluxos. Tal traduz-se numa diretiva que faz abandonar os modos tradicionais de lote e de filas. As formas de promover o fluxo traduzem-se em mudanças rápidas de ferramentas de fabrico, atribuição de máquinas com as dimensões adequadas e localização das etapas sequenciais.

O quarto princípio que se refere ao Sistema *Pull* é um sistema de cascata de instruções de produção e de entrega desde o início ao final, no sentido em que nada é produzido pelo fornecedor no início, até que o cliente final sinalize uma necessidade. Este processo é o oposto do sistema que não leva em consideração o cliente e resulta numa acumulação de inventários e *stock's* desnecessários.

O último princípio referente à perfeição define-se como uma eliminação completa da *muda* (desperdício) para que todas as atividades ao longo da cadeia criem valor. Este quinto princípio faz com que o processo de *Lean* não tenha fim, pois existirão sempre atividades

que são consideradas *muda* na cadeia de valor, e a sua eliminação completa ainda não é um objetivo realmente possível. (Weigel, 2000)

Muitas empresas já têm mentalizado o *Lean Thinking* e têm conseguido alcançar resultados significativos. Os processos tornam-se mais rápidos e com velocidades de resposta superiores.

6.2.2. LEAN MANUFACTURING

O *Lean Manufacturing* tem como objetivo principal eliminar os desperdícios, excluindo o que não traz valor acrescentado para o cliente, aumentar velocidade aos processos da empresa e diminuir prazos de entrega. Identificam-se alguns dos principais tipos de desperdício que devem ser reduzidos como o excesso de produção, tempos de espera, transportes e movimentações do produto, excesso de processamento, inventários ou *stock* de materiais, reprocessamento e ainda deslocações ou movimentos de colaboradores. Estas atividades devem ser reduzidas ou mesmo eliminadas já que não acrescentam valor e apenas acarretam consumos a nível de recursos e tempos, gerando assim um maior custo do produto ou serviço final.

Algumas das ferramentas desenvolvidas pela filosofia *Lean* permitem que a organização crie bases implementando e sustentando a mudança. Algumas delas são a organização do local de trabalho, recorrendo aos 5 S's, uniformização de processos, controlo *kanban*, gestão visual, automação, sistemas à prova de erro (*Poka-Yoke*), Manutenção Produtiva Total (TPM - *Total Productive Maintenance*) e Eficiência Global dos Equipamentos (OEE - *Overall Equipment Effectiveness*). (Brandão, 2013)

Lean Manufacturing apresenta alguns pontos-chave, brevemente descritos. Primeiramente considera-se a qualidade total imediata, ou seja, procurar conseguir “zero defeitos” e detetar e solucionar os problemas na origem de eventuais defeitos que surjam. Procura minimizar desperdícios eliminando todas as atividades que não trazem valor acrescentado e otimizando o uso de recursos. Através de uma melhoria contínua é objetivo reduzir custos, melhorar a qualidade, aumentar a produtividade e partilhar informações. Os processos “*pull*” são outro ponto-chave, e indicam que os produtos devem ser retirados pelo cliente final e não empurrados para o final da cadeia de produção. Outra característica é a flexibilidade, deve-se produzir rapidamente diferentes lotes de grande variedade de produtos sem comprometer a eficiência. Por fim, a construção e manutenção de uma

relação a longo prazo com os fornecedores através de acordos para compartilhar custos e informações, são outro ponto-chave de elevada importância. (Sousa, 2015)

6.2.3. TÉCNICAS E FERRAMENTAS *LEAN*

Como referido anteriormente, existem diversas ferramentas características do *Lean* que as empresas aplicam, algumas delas serão descritas de seguida de forma simples e objetiva.

Os 5 S's são uma metodologia de cinco etapas que têm a finalidade de criar e manter o ambiente de trabalho de forma organizada. O local de trabalho deve ser mantido de forma limpa, organizada e deve desenvolver e manter um ambiente de trabalho produtivo.

As tarefas ao longo da cadeia de valor devem ser padronizadas através da uniformização de processos, e, portanto, é importante ter um processo de descrição documentado de métodos, materiais, ferramentas e tempos de processamento necessários para cumprir o *Takt time* de um dado trabalho. (Chandra, 2013)

Os sistemas *pull* e *kanban* são metodologias em que o processo do cliente indica que deve ser fornecido um produto. Baseia-se na sinalização de fluxos de produção com cartões que incluem a referência do produto, quantidade a produzir bem como a sequência de operações. (Brandão, 2013)

A gestão visual é uma forma simples e eficaz de aplicar informações de uma forma visual, recorrendo a símbolos e esquemas que devem ser uniformizados e tem a finalidade de ajudar os operadores a efetuarem as suas tarefas e funções mais rapidamente e de forma adequada. (Tjell & Bosch-Sijtsema, 2015)

Os sistemas à prova de erro, *Poka-Yoke*, são uma metodologia que previne a ocorrência de erros ou defeitos através do uso de dispositivos de controlo que são capazes de eliminar as causas de erro ou detetam os mesmos. O sistema deve impedir que as peças que apresentem erros ou defeitos sigam no fluxo de produção. (Brandão, 2013)

A TPM é um sistema baseado em equipa que tem como finalidade melhorar a OEE que é calculada através da disponibilidade, desempenho e qualidade. Ajuda a estabelecer uma estratégia para estimular a autonomia dos colaboradores na manutenção dos equipamentos. O objetivo da TPM é a de aumentar significativamente a produção promovendo também a

autoestima e a satisfação no trabalho dos colaboradores. A equação para o cálculo da OEE é então:

Equação 1 – Cálculo do OEE (Nakajima, 1988)

$$OEE = D * P * Q$$

OEE = Eficiência Global dos Equipamentos (%)

D = Disponibilidade (%)

P = Desempenho (performance) (%)

Q = Qualidade (%)

Equação 2 – Cálculo do índice de Disponibilidade (Nakajima, 1988)

$$D (\%) = \frac{\text{Tempo de produção efetivo}}{\text{Tempo de produção planeado}}$$

Equação 3 – Cálculo do índice de Desempenho (*Performance*) (Nakajima, 1988)

$$P (\%) = \frac{\text{Quantidade de peças produzidas}}{\text{Quantidade de produção teórica}}$$

Equação 4 – Cálculo do índice de Qualidade (Nakajima, 1988)

$$Q (\%) = \frac{\text{Quantidade de peças em bom estado}}{\text{Quantidade total de peças produzidas}}$$

Recorrendo ao cálculo do OEE pode-se verificar como é que a empresa está a utilizar os recursos disponíveis, e identificar os índices que estão a influenciar negativamente a eficiência. Todos estes fatores devem ser considerados de forma a ser possível uma melhoria da eficiência global dos equipamentos.

6.3. ORGANIZAÇÃO NO LOCAL DE TRABALHO (5S)

O programa 5S é uma filosofia de trabalho que nasceu no Japão no início dos anos 50 no grupo Toyota. São uma metodologia usada para estabelecer e manter uma gestão visual, funcional e interligada com o ambiente e segurança. Essa gestão visual deve ser visível, entendível, atualizada e eficaz.

Os 5S's são considerados uma técnica *Lean Manufacturing* e compreende 5 termos que ajudam ao processo *lean* e aos controlos visuais, definem práticas no local de trabalho e

estão ainda interligados no sentido em que todos começam a sua escrita pela letra S. Esses 5 termos derivam de cinco palavras japonesas e definem que a área de trabalho deve ser limpa, arrumada e estar de acordo com o objetivo que é pretendido alcançar. As palavras são: *seiri* (organização), *seiton* (sistematização), *seiso* (limpeza), *seiketsu* (normalização) e *shitsuke* (autodisciplina).



Figura 45 Termos dos 5S's

A organização refere que se deve separar o que é necessário do que não é, deve-se ter somente o que é útil e na quantidade necessária. O termo sistematização indica que se deve armazenar e identificar todos os materiais para que qualquer pessoa os possa encontrar facilmente e usar e repor no mesmo local de forma eficaz e rápida. Deve-se manter o local de trabalho limpo prevenindo as fontes de sujeira proporcionando um bom funcionamento dos equipamentos e um ambiente agradável. Segundo as regras de normalização, todos os 3 termos anteriores devem ser continuamente implementados e mantidos. A autodisciplina é conquistar a capacidade de fazer as coisas exatamente como elas devem ser feitas. Através do uso da autodisciplina deve-se converter em rotina as melhorias alcançadas com os 4S's anteriores, encarando-os como uma filosofia de vida.

Os 5S's têm inúmeros objetivos e benefícios, entre os quais a eliminação de desperdícios, otimização dos espaços, racionalização dos tempos, incremento da eficácia, prevenção de quebras, aumento da vida útil dos materiais, confiabilidade dos dados, melhoria das

relações humanas, incentivo à criatividade, redução do stress e ainda a qualificação profissional.

Quando consideradas as vantagens para o cliente, pode-se citar a melhoria do relacionamento com o produtor, o surgimento de respostas mais rápidas aos pedidos e ainda um aumento na qualidade. As vantagens para os operadores incluem a criação de um ambiente de trabalho mais confortável e seguro bem como o facto de ampliar as suas perspectivas permitindo uma gestão própria e oportunidades de criatividade. (Arslankaya & Atay, 2015)

Pode-se concluir então que algumas das principais vantagens que os 5S's trazem são o aumento da produtividade, da segurança no trabalho e da motivação e ainda uma diminuição ao nível dos resíduos e da quebra de máquinas. Os 5S's permitem também economizar tempos.

6.4. GESTÃO VISUAL

A gestão visual é caracterizada por ser a aplicação de informação de uma forma visual, promovendo a uniformização de processos e que ajuda os operadores a efetuarem as suas tarefas e funções mais rapidamente e de forma adequada. É uma forma simples e eficaz de tornar a equipa mais produtiva. O uso de informações visuais surgiu durante as décadas passadas, em organizações industriais e de serviços, como um sistema em que através da visualização os funcionários possam compreender melhor o seu objetivo e contribuição relativamente a valores da organização e às necessidades do cliente. (Tjell & Bosch-Sijtsema, 2015)

Existem vários tipos de mecanismos de controlo visual. Estes podem ser sinais luminosos, sinais sonoros, marcas pintadas, etiquetas, esquemas, entre outros. Estes mecanismos devem (Brandão, 2013):

- Apresentar como o trabalho deve ser realizado;
- Expor como as ferramentas e os materiais são usados;
- Mostrar como tudo é guardado ou armazenado;
- Exibir os níveis de controlo do inventário;

- Mostrar o status dos processos;
- Indicar quando as pessoas necessitam de ajuda;
- Identificar as áreas perigosas;
- Apoiar as operações à prova de erro.

Os controlos visuais permitem melhorar as informações acerca do processo produtivo e trazem vantagens como a facilidade de interpretar a informação, o facto de permitir uma resposta rápida aos problemas, ainda facilita a comunicação, permite uma maior autonomia aos colaboradores e contribui para a redução de erros e para a melhoria do meio ambiente. (Brandão, 2013)

Vários estudos têm discutido a importância da visualização e dos meios visuais na indústria. Um desses estudos é referente à engenharia aeroespacial e indústria da construção. As comunicações visuais dentro dessa indústria têm-se focado no aumento da compreensão e da transferência de conhecimentos entre os intervenientes envolvidos na conceção do produto. As representações visuais mais comuns são esboços, desenhos a 2 dimensões e ainda em modelos tridimensionais. Outra área que engloba o uso da visualização é o método *Lean* de planeamento visual, que é um conjunto de ferramentas que ajudam visualmente a coordenar a informação e as atividades entre as partes envolvidas.

Noutras indústrias o conceito de gestão visual é discutido como uma abordagem mais geral que ajude as equipas e indivíduos a serem autodidatas no sentido de ter uma melhor compreensão do seu papel e uma maior contribuição para com o projeto. (Tjell & Bosch-Sijtsema, 2015)

6.5. CARACTERÍSTICAS DAS INSTRUÇÕES DE TRABALHO

Ao termo informação de qualidade, têm sido atribuídas diversas definições na literatura. A definição global que é frequentemente utilizada em pesquisa de informações de qualidade é a adequação para o uso. Wand & Wang, (1996) diferenciaram quatro características de dados intrínsecos tendo em conta possíveis problemas de mapeamento entre os objetos do sistema de informação e os objetos reais que estes representam. Essas quatro características intrínsecas referem que os dados devem ser completos, sem ambiguidades, significativos e

corretos. Posteriormente foi apresentada outra dimensão, que incute características de não redundância das informações.

De acordo com Watson et al. (2010), o ponto de vista cognitivo de, como qualquer informação é processada, está centrado na ideia de que se constrói representações internas das informações apresentadas através de representações externas. Este processo é feito de diferentes formas, dependendo da forma como a representação externa é apresentada.

Patel, Drury, & Lofgren, (1994) estudaram um sistema de fornecimento de instruções de trabalho dadas aos inspetores de aeronaves. Essas instruções estavam na forma de cartões de trabalho, que são documentos direcionados a inspetores ou mecânicos que descrevem detalhadamente os passos necessários a uma inspeção específica ou a um procedimento de reparação de uma aeronave. O estudo concluiu que os cartões de trabalho não estavam em conformidade com os princípios de um bom design de informação. Depois foram examinados 136 erros de papelada numa instalação de revisão de motor de uma dada companhia aérea e aparentemente esse valor considerável de erros está relacionado com o facto do design do documento de instruções ser pobre. Conclui-se que, devido à complexidade das plantas de controlo de processo, a formalização do trabalho recorrendo a instruções passo a passo é uma ferramenta indispensável para os operadores.

Quando investigados os acidentes em operações de manutenção industrial, observou-se que as instruções de trabalho defeituosas foram um fator importante a ter em conta principalmente em métodos de trabalho perigosos. Em 63% dos acidentes fatais, as instruções de trabalho defeituosas eram uma das condições presentes. Já nos acidentes não fatais também 38% estavam relacionadas com instruções de trabalho defeituosas. (Haug, 2015)

Huang & Inman (2009) compararam as instruções de trabalho em duas estações de linhas de montagem automóveis, uma delas de reduzida complexidade e outra de alta complexidade. Concluiu-se que a maior complexidade acarretava uma maior hipótese de os operadores escolherem um componente errado, colocarem um componente no compartimento inadequado ou até mesmo a falta de colocação de etiquetas ou rotulagem dos componentes.

Wang, et al (1996) efetuaram um estudo em que realizaram uma triagem de características de instruções de trabalho com o objetivo de consolidar as mesmas num quadro. Esse

estudo desenvolveu uma estrutura hierarquicamente organizada que capta os aspetos das características dos dados que são importantes para os seus utilizadores. Os atributos foram recolhidos de 118 consumidores de dados e no final do estudo foram agrupados em quatro categorias que incluem 15 dimensões. Usando essa estrutura estima-se que será possível entender melhor e satisfazer as necessidades de características dos dados. (Wang et al., 1996)

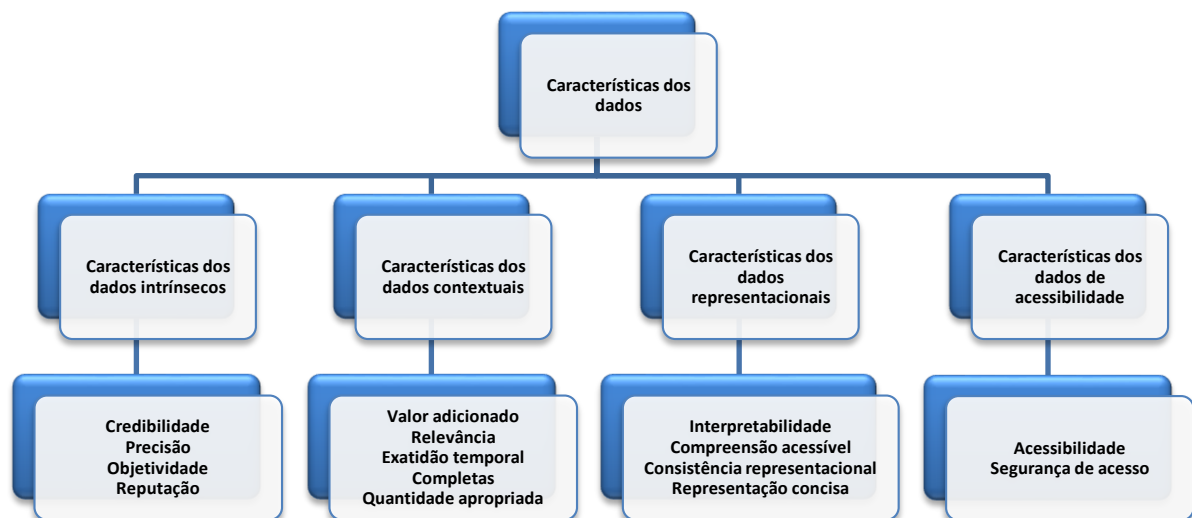


Figura 46 Diferentes atributos de qualidade (Wang et al., 1996)

Seguidamente encontram-se descritas as dimensões relevantes das características de instruções de trabalho em três etapas, informações de características instrutivas intrínsecas, informações de características instrutivas extrínsecas e ainda a construção de uma estrutura com características das instruções. (Haug, 2015)

6.5.1. INSTRUÇÕES DE TRABALHO COM CARACTERÍSTICAS INTRÍNSECAS

Nas informações de características instrutivas intrínsecas, o foco encontra-se nas diferenças existentes entre as instruções necessárias e as instruções recebidas. Definiu-se que existe a eventualidade de ocorrência de 6 potenciais situações. As instruções incompletas referem-se a instruções que são necessárias e estão em falta, ou seja, não existe qualquer tipo de informação acerca do processo em causa. Estas não devem ser confundidas com instruções ambíguas, que se referem também a instruções incompletas,

mas existentes, e que podem ter uma interpretação dupla acerca do referente processo e, portanto, ficam a faltar informações adicionais.

Outro tipo de problema que afeta a qualidade das instruções são as instruções desnecessárias e caracterizam-se por conterem informações que não são relevantes para completar a tarefa em causa. Essa informação pode não ser necessária pelo simples facto de não existir nenhuma tarefa associada, como também por já ter sido realizada e explicada anteriormente. No caso da existência de informação que não está certa, diz-se que a instrução é incorreta, e nessa situação, a instrução recebida é diferente da instrução necessária.

Por fim, existem ainda instruções repetitivas. Por vezes a existência de informação repetida é benéfica, quando se trata de algo que carece de uma especial atenção, mas quando essa é desnecessária por se tratar de algo simples e que não traz valor acrescentado, o facto de ser mencionada repetidamente converte a mesma numa informação sem qualidade. Na figura 46 pode-se verificar esquematicamente cada um dos 6 tipos de instruções.

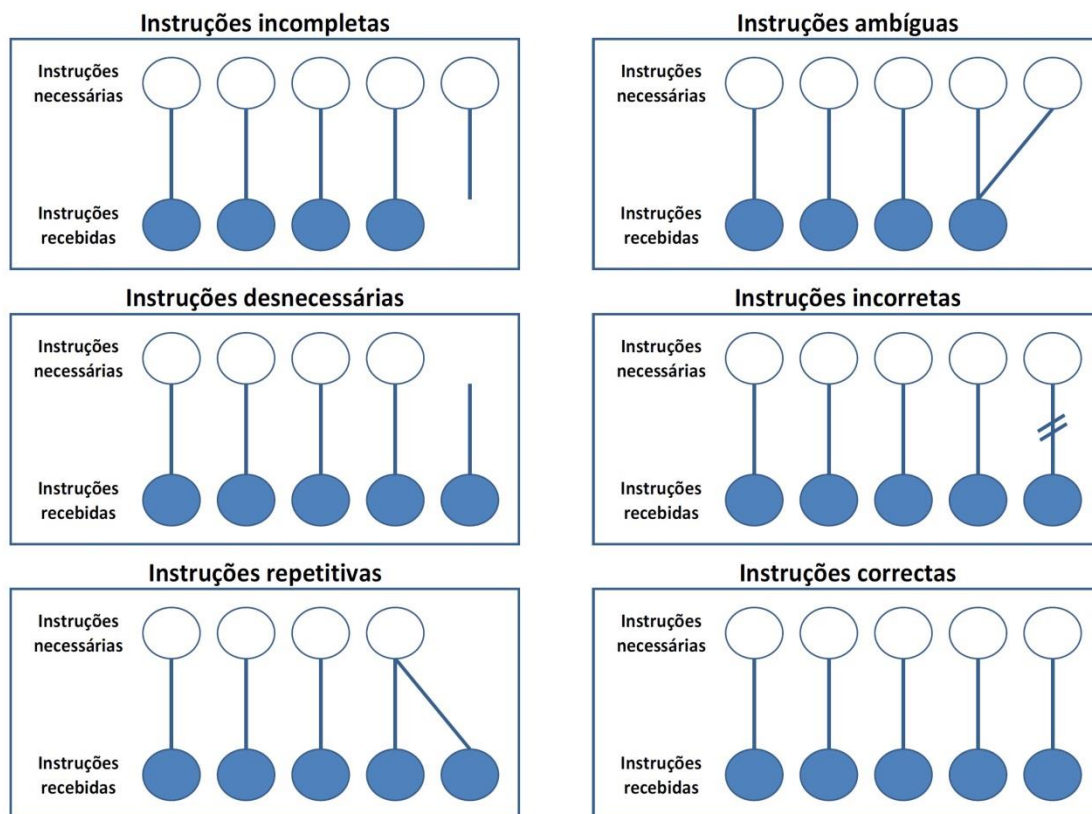


Figura 47 Características intrínsecas de instruções de trabalho (Haug, 2015)

O último tipo de instruções representa o caso em que todas as instruções necessárias para efetuar determinada tarefa estão corretamente descritas, sem qualquer informação redundante ou irrelevante. Conclui-se assim, que com a finalidade da obtenção de instruções de qualidade, estas devem ser completas, inequívocas, necessárias, corretas e apenas incluam as repetições indispensáveis á realização da tarefa. (Haug, 2015)

6.5.2. INSTRUÇÕES DE TRABALHO COM CARACTERÍSTICAS EXTRÍNSECAS

Tomando como base as 15 dimensões estudadas por Wang et al. (1996) presentes na figura 46, foi realizada uma avaliação em que foi definido se é relevante ou não cada uma das 15 dimensões. Após essa análise, foram derivadas 10 características extrínsecas como sendo relevantes.

O facto de as instruções de trabalho serem credíveis e terem boa reputação é relevante relativamente à forma como o operador segue as instruções. Se as instruções forem inverosímeis ou tiverem uma má reputação, o operador pode inclinar-se a não seguir a instrução e a fazer por ele mesmo.

As instruções de trabalho devem estar temporalmente corretas. No caso de ocorrerem alterações, devem ser imediatamente revistas. Para as instruções serem oportunas, devem ser dadas no momento em que são necessárias e devem descrever a situação atual.

No que diz respeito à quantidade apropriada de dados, é estipulado que a capacidade de dados deve encaixar-se com as capacidades cognitivas da pessoa que recebe as instruções. Por exemplo, alguns manuais são demasiado extensos para pessoas que tenham uma reduzida capacidade de concentração.

As instruções de trabalho serem ou não de fácil compreensão e interpretáveis pode apontar para dois cenários. O primeiro refere-se a entender a forma de representação e o segundo refere-se ao significado da representação. Por exemplo, as instruções podem ser simples, mas estarem dispostas numa forma em que o operador não as compreenda, e por outro lado, se as informações necessitarem de algum conhecimento nalguma área específica, como a engenharia, por mais simples que estiverem dispostas, as informações podem ser demasiado complexas para pessoas sem esses conhecimentos.

Relativamente à consistência representacional, esta implica que a terminologia usada deve ser consistente, ou seja, não usar termos diferentes quando se refere ao mesmo conceito. A

dimensão referente a representação concisa é próxima da dimensão referente à relevância. No entanto a relevância diz respeito a que uma informação é útil e a concisão está mais relacionada com a forma que a instrução tem, como por exemplo, esta deve evitar frases longas ou palavras a mais.

Quando se referem a problemas na identificação de instruções relevantes, referem-se à dimensão de acessibilidade, enquanto direitos de acesso em falta se refere à dimensão segurança de acesso. (Haug, 2015)

Tabela 1 Avaliação da relevância de 15 características (Haug, 2015)

Dimensões	Avaliação
Qualidade	Relevante
Precisão	Semelhante a instruções corretas ou completas
Objetividade	Não relevante
Reputação	Relevante
Valor adicionado	Semelhante a instruções necessárias
Relevância	Semelhante a instruções necessárias
Exatidão temporal	Relevante
Completas	Incluído nas dimensões de qualidade intrínseca
Quantidade apropriada	Relevante
Interpretabilidade	Relevante
Compreensão acessível	Relevante
Consistência representacional	Relevante
Representação concisa	Relevante
Acessibilidade	Relevante
Segurança de acesso	Relevante

6.5.3. QUADRO COM CARACTERÍSTICAS DAS INSTRUÇÕES DE TRABALHO

Tendo por base as duas secções anteriores, é possível construir um quadro de problemas relacionados com as diferentes características de instruções de trabalho. As dimensões foram agrupadas em cinco categorias: problemas intrínsecos, problemas representacionais, informação inadequada, informação questionável e informação inacessível.

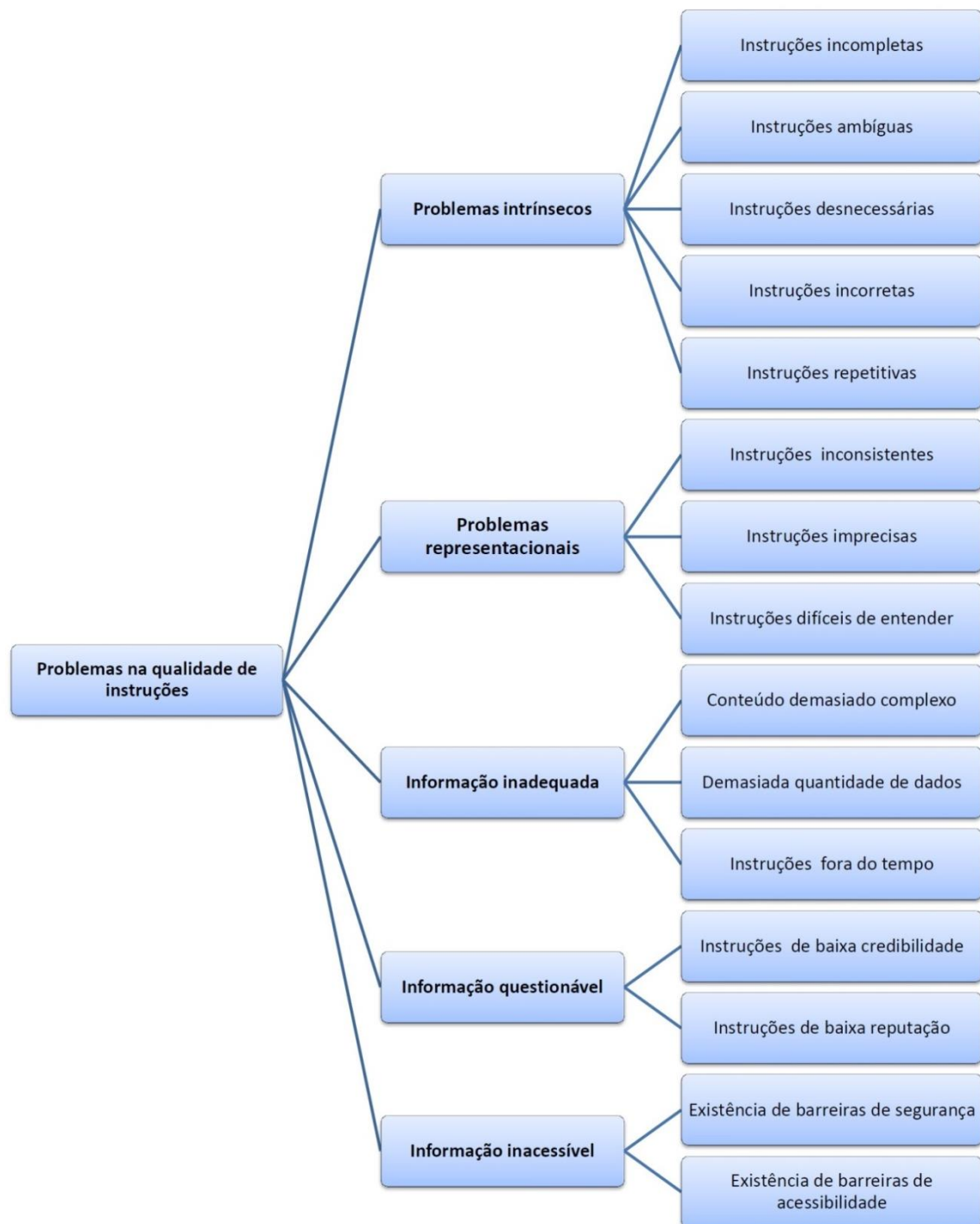


Figura 48 Problemas na qualidade das instruções de trabalho (Haug, 2015)

Não é fácil chegar a um consenso acerca das melhores características de instruções de trabalho, mas deve-se proporcionar um meio que oriente uma boa comunicação. O quadro final deve ser aplicado para que todas as dimensões associadas a características importantes sejam consideradas. Tal facto pode não garantir que o recetor considere que as

instruções sejam adequadas, mas aumenta as hipóteses de resolução de conflitos através da forma diferenciada de compreensão de instrução de qualidade. (Haug, 2015)

6.6. LAYOUTS FABRIS

Os *Layouts* podem ser caracterizados como sendo o posicionamento no espaço dos departamentos, postos de trabalho ou máquinas de forma a minimizar custos de produção. Existem diversos fatores a ter em conta quando se define um novo *Layout* ou se altera um já existente, entre os quais o modo como os recursos estão distribuídos pelos departamentos, o nível de *stock* utilizado, o número e produtividade dos operadores e as relações e comunicação entre grupos. (Carravilla, 1998)

Quando se define a implementação de um *Layout* deve ter-se em conta fatores determinantes como (Grosso, 2012):

- Tipo de produto: deve saber se o produto é um bem ou um serviço, se é produzido para *stock* ou encomenda, entre outros;
- Tipo de processo de produção: importa saber qual a tecnologia utilizada na sua produção e os materiais e meios que são utilizados para fazer esse tipo de serviço;
- Volume de produção: o volume de produção interfere principalmente com o espaço a ocupar e a capacidade de expansão da fábrica.

A decisão acerca de qual *Layout* se deve implementar tem em consideração diversos critérios como (Grosso, 2012):

- Minimização de custos de manuseamento de materiais;
- Minimização da distância percorrida pelos clientes e pelos empregados;
- Maximização da proximidade dos departamentos relacionados.

Em termos de restrições que podem influenciar a escolha do *Layout* são consideradas, entre outras (Grosso, 2012):

- Limitações de espaço;
- Certos departamentos necessitam de manter localizações fixas;

- Regulamentos de segurança existentes. (Grosso, 2012)

Podem ser considerados quatro principais tipos de *Layouts* e todos eles apresentam vantagens e desvantagens.

6.6.1. LAYOUTS FIXOS

Este tipo de *Layout* é considerado dos mais simples e é usado quando a atividade em causa se realiza apenas uma vez. Neste exemplo os operadores e os materiais são colocados no mesmo local em que será realizado o trabalho. A construção de edifícios e barragens são alguns dos exemplos em que se aplica este *Layout*.

Como vantagem pode considerar-se um melhor planeamento e controlo do trabalho, tendo em conta que tudo está orientado para um único objetivo.

As principais desvantagens estão relacionadas com o os custos de deslocação de pessoal especializado serem elevados, a falta de estruturas de apoio (energia elétrica e água) e a utilização de equipamento ser muito dispendiosa. (Carravilla, 1998)

6.6.2. LAYOUTS EM FLUXO CONTÍNUO

Este tipo de *Layout* é utilizado maioritariamente na Indústria de processo como a indústria dos cimentos e na indústria de produção de eletricidade. As fábricas realizam um elevado investimento e automatização e são projetadas de forma a funcionarem como uma unidade.

A principal vantagem está relacionada com o facto de os processos automatizados gerarem elevados índices de produtividade, e como desvantagem consideram-se os custos iniciais necessários ao investimento. (Grosso, 2012)

6.6.3. LAYOUTS DE PROCESSOS INTERMITENTES

Neste tipo de *Layout* são agrupados os operários ou as máquinas que têm a mesma função. Dependendo das necessidades, cada um dos produtos ou clientes passa apenas por determinados departamentos, como é o caso dos hospitais que se encontram divididos por especialidades e as pessoas apenas se dirigem ao necessário.

Este tipo de organização é mais flexível sendo adequado a produzir bens ou realizar serviços que são muito variados. Possibilita ainda a realização de investimento em equipamento especializado e com elevada produtividade.

Os custos de manipulação de material podem ser considerados uma das desvantagens. O controlo da produção é mais difícil dado que cada produto tem que ser seguido individualmente ao longo das etapas da sua produção.

6.6.4. LAYOUTS EM LINHA

Segundo as características definidas para este *Layout*, as pessoas e os equipamentos devem ser colocados de forma sequencial de acordo com as operações a realizar no produto. Este *Layout* também é nomeado de linha de produção ou linha de montagem e normalmente são utilizados transportadores automáticos que minimizam o transporte de material.

Quando é definido o *Layout* para uma linha, a direção do fluxo do produto mantém-se, mas a eficiência da linha e as tarefas destinadas aos operários individualmente podem ser alteradas.

As principais vantagens estão relacionadas com resultados muito eficientes, menores custos de manipulação de materiais, operações simplificadas possibilitando a obtenção de mão-de-obra pouco qualificada com um custo mais acessível e ainda uma simplificação do controlo da produção.

Em termos de desvantagens sabe-se que existe uma menor flexibilidade, possibilidade de aborrecimento dos operários afetando a eficiência. Nas linhas de produção há ainda uma elevada dependência entre as diversas operações sendo que caso uma máquina avarie pode comprometer a produção.

É muito importante para este *Layout* que exista um balanceamento de linha realizado da forma o mais adequada possível. (Carravilla, 1998)

6.6.5. TIPOS DE LINHA DE PRODUÇÃO

Dependendo da estratégia de produção, as linhas de montagem apresentam diferentes designações. De acordo com a diversidade de produtos montados, as linhas de montagem podem ser classificadas em três categorias principais, linha de produção simples, linha de produção mista e linha multiprodutora.

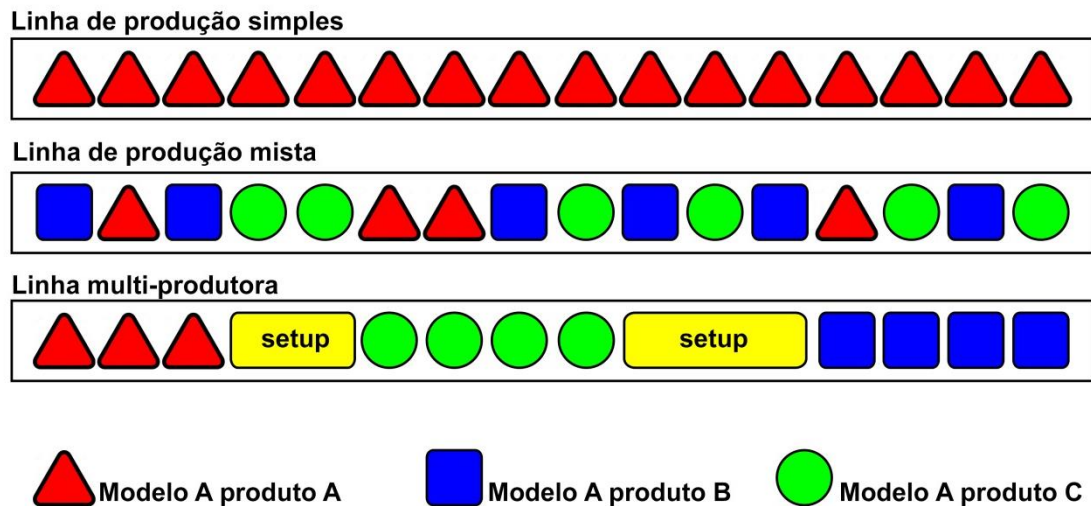


Figura 49 Diferentes tipos de linhas de montagem

Numa linha de produção simples é efetuada a montagem de um único produto sem variantes. Todas as operações em todas as estações são *standard* e os produtos finais são sempre semelhantes.

A linha de produção mista produz diferentes produtos dentro de um mesmo modelo. As operações nas linhas mistas são semelhantes para as diferentes variantes, mas podem ter diferentes tempos de operação. Numa linha mista, os diferentes produtos podem ser processados sem a necessidade de qualquer alteração na linha.

Quando considerada a linha multiprodutora, verifica-se que esta apresenta a maior complexidade comparativamente às restantes. É efetuada a montagem de produtos diferentes que, por sua vez, necessitam de diferentes processos de montagem. Para iniciar a montagem de um produto diferente, é necessário efetuar o *setup* da linha, e por esse motivo deve-se, sempre que possível, agrupar por lotes de um mesmo produto. (Torenli, 2009)

6.7. BALANCEAMENTO DE LINHAS DE PRODUÇÃO (*LINE BALANCING*)

Os desperdícios têm diferentes formas e devem ser eliminados. A metodologia *Lean* é eficaz a remover os desperdícios do processo de manufaturação. As linhas de montagem incorporam um método de montagem onde as peças se movimentam através de uma sequência de estações até a montagem do produto final. A linha de montagem é o sistema de produção no qual as estações de montagem estão organizadas pelo método de *layout* em série. (Torenli, 2009)

A transformação de uma linha de montagem tradicional numa linha de montagem *Lean* é uma boa solução para melhorar a eficiência, a eficácia e a rentabilidade. A linha de montagem é um processo que tem alguns desperdícios, principalmente na forma de tempos de espera, trabalho em curso e sobrecarga de produção.

O balanceamento da linha de montagem é o termo mais comum referente ao processo da decisão de atribuir tarefas às estações de trabalho num sistema de produção em série. As tarefas referem-se às operações elementares necessárias que convertem os materiais em produtos acabados.

Segundo Lam, et al. (2016) o *Line Balancing* é uma técnica que tem como finalidade minimizar os desequilíbrios entre os trabalhadores e as cargas de trabalho de modo a alcançar uma taxa de execução desejada. Para chegar a esse objetivo a linha deve ser analisada em termos do processo de montagem, da disposição das estações de trabalho e o tempo de ciclo da mesma. Os trabalhos realizados nos postos devem ser separados e analisados para verificar quais deles poderiam ser melhorados.

O principal objetivo do *line balancing* é distribuir tarefas uniformemente sobre os postos de trabalho para que o tempo de inatividade do homem ou da máquina seja minimizado enquanto reduz estrangulamentos (*bottleneck*) e excesso de capacidade da linha. O *line balancing* visa agrupar as instalações ou os trabalhadores num padrão competente de modo a obter o equilíbrio mais eficiente das capacidades e fluxos dos processos de produção ou montagem. (N. Kumar & Mahto, 2013)

O *bottleneck* é considerado como sendo uma etapa que causa atrasos ou paragens no processo. Este efeito pode dever-se a um mau planeamento, paragem de máquinas, manutenção de equipamentos ou então um balanceamento de linha impróprio.

O *Takt time* é o tempo médio de produção de uma unidade do produto requisitado pelo cliente e deve ser sempre calculado. Esse cálculo é efetuado através da divisão do tempo total disponível para a produção pelas unidades necessárias de produção. (Lam et al., 2016)

Equação 5 – Cálculo do *Takt Time* (Lam et al., 2016)

$$C = \frac{W}{D}$$

C = *Takt Time em segundos por unidade*

W = *tempo total disponível para produção por dia em segundos*

D = *unidades necessárias de produção por dia*

O tempo de ciclo pode ser definido como sendo o tempo utilizado entre o início ou o fim do fabrico de dois produtos sucessivos de um mesmo modelo em condições normais de trabalho e abastecimento. O tempo de ciclo deve ser o mais aproximado possível do *Takt Time* calculado. Se este for maior que o *Takt Time* pode levar à ocorrência de atrasos no sistema produtivo e na entrega do produto ao cliente. Caso o tempo de ciclo seja inferior ao *Takt Time*, surgirá um excesso de produção e conseqüentemente um aumento da *muda*.

Existem objetivos que devem ser considerados quando se pretende efetuar o balanceamento de uma linha. Por um lado, se está estipulado um *Takt Time*, deve-se encontrar o menor número de postos de trabalho necessários para o cumprimento desse tempo. Caso o número de postos de trabalho sejam fixos, o objetivo passa pela minimização do tempo de ciclo.

O número mínimo de postos de trabalho necessários para o cumprimento de um dado *Takt Time* pode ser calculado recorrendo à equação 6.

Equação 6 – Cálculo de número mínimo de postos de trabalho (Carravilla, 1998)

$$N = \frac{\sum Ti}{C}$$

N = *número mínimo de postos de trabalho necessários numa dada linha*

$\sum Ti$ = *Soma dos tempos necessários para a produção de uma unidade*

C = *Takt Time em segundos por unidade*

O valor obtido pela equação correspondente ao número mínimo de postos de trabalho necessários deve ser sempre arredondado à unidade imediatamente superior.

Por fim, para uma análise global do balanceamento da linha, deve-se calcular a eficiência do mesmo.

Equação 7 – Cálculo da eficiência do balanceamento da linha (Carravilla, 1998)

$$E = \frac{\sum Ti}{N * C} * 100\%$$

$E = \text{Eficiência}$

$\sum Ti = \text{Soma dos tempos necessários para a produção de uma unidade}$

$N * C = \text{tempo total gasto por unidade produzida}$

Tendo em conta as equações anteriores, prevê-se que um balanceamento correto seria agrupar as atividades de maneira a que os tempos de produção de cada posto de trabalho correspondam a um valor próximo do *Takt time*. Pode também corresponder a um múltiplo, mas, nesse caso, torna-se necessário multiplicar também o número de operadores de cada posto. (Carravilla, 1998)

A taxa de balanceamento de linha (LBR – *Line Balancing Rate*) quantifica quão bem ou mal está equilibrada a linha. A falta de equilíbrio do balanceamento da linha, como já foi mencionado, traz inconvenientes como desperdícios em tempos de espera ou um excesso de tarefas num dado posto. Estes desequilíbrios de linha são inimigos do fluxo contínuo. (A. Kumar et al. 2014)

O LBR pode ser calculado a partir de:

Equação 8 – Cálculo da taxa de balanceamento da linha (A. Kumar et al. 2014)

$$LBR = \frac{Tp}{Lp * N} * 100\%$$

$LBR = \text{Line Balancing Rate}$

$Tp = \text{Tempo liquido total de todo o processo}$

$Lp = \text{Tempo do processo mais longo}$

$N = \text{número mínimo de postos de trabalho necessários numa dada linha}$

Existem diferentes métodos que possibilitam fazer um balanceamento apropriado da linha de produção, entre os quais, métodos heurísticos, computacionais, de otimização baseada em programação linear ou dinâmica e ainda em computação evolutiva usando algoritmos genéticos. Nenhum destes métodos pode ser considerado o melhor método, e nem garantem um balanceamento excelente da linha, mas permitem uma análise comparativa de qual a solução mais viável para cada caso.

6.7.1. MÉTODOS HEURÍSTICOS DE BALANCEAMENTO DE LINHAS DE PRODUÇÃO

Os métodos heurísticos são baseados em regras que procuram a melhor forma de atingir um objetivo final. No balanceamento de linhas de produção destacam-se duas diferentes heurísticas de resolução analítica.

A primeira heurística considerada é a Heurística de Helgeson-Birnie que considera dados como o *Takt time*, o tempo individual das operações e ainda as relações de precedência previamente estabelecidas.

As etapas consideradas para a aplicação desta heurística são:

1. Ordenar as sequências por ordem decrescente de tempo de operação;
2. Atribuir operações a cada estação, até perfazer o *Takt time* em cada, respeitando sempre as precedências.

Quando considerada a Heurística de Kilbridge e Wester verifica-se que a principal diferença da heurística anterior, é o facto de ser prioritário considerar as relações de precedências e só depois os tempos individuais das tarefas. Esta heurística requer a construção de um diagrama de precedências.

As etapas consideradas são:

1. Construir um diagrama de precedências de modo a que as operações com precedências idênticas sejam colocadas verticalmente em colunas;
2. Listar os elementos seguindo uma ordem crescente de colunas. Anotar também os tempos de operação e o somatório dos tempos de operação de cada coluna;
3. Atribuir operações a cada estação, começando pela primeira coluna;

4. Repetir o processo, seguindo a numeração das colunas, atingindo o *Takt time*.

O tempo total das tarefas que ocupam cada estação balanceada, recorrendo ao uso de ambas as heurísticas, não deve ultrapassar o *Takt time*, caso contrário, será impossível cumprir o tempo objetivo no final da linha. Estes métodos devem ser aplicados em problemas de reduzida complexidade. (Pimenta, 2011)

A partir do estudo do balanceamento da linha, verifica-se que as linhas de montagem são sistemas de linha em fluxo, onde uma série de estações de trabalho, que podem ser permutáveis, são adicionadas a um produto. O produto é movido de estação para estação na linha, e está completo quando deixa o último posto de trabalho. Por fim, devem-se atribuir as estações de trabalho para que seja possível alcançar uma determinada meta previamente estipulada. Isto pode ser feito através da minimização do número de estações de trabalho e uma maximização da taxa de produção. (N. Kumar & Mahto, 2013)

7. BALANCEAMENTO DA LINHA DE PRODUÇÃO BODY McLAREN P13

Um balanceamento da linha adequado é importante no planeamento e controlo da produção. Uma melhor utilização de recursos através do balanceamento da linha de produção, origina custos menores e contribui para o aumento da eficiência da linha, principalmente em termos de capacidade de produção.

Neste capítulo é estudado todo o processo de montagem da cablagem *body* McLaren P13 e são analisados os tempos associados a cada tarefa. Por fim é realizado o processo de alocação de tarefas por posto, balanceando a linha de produção, e analisados os resultados do balanceamento realizado.

7.1. PLANEAMENTO DO BALANCEAMENTO DA LINHA DE PRODUÇÃO

Para além de conteúdos analisados na revisão do estado de arte, foram seguidas instruções específicas presentes nas diretrizes da Yazaki. Ao planear o trabalho das pessoas, uma consideração importante a ter em conta é a necessidade de envolver os operadores. Isto

pode ser feito através da criação de um bom ambiente de trabalho associado a alguns cuidados como:

- Sequência de trabalho clara e definida;
- Conteúdo de trabalho de alto valor acrescentado;
- Local de trabalho ergonomicamente projetado;
- Lotes de reduzida dimensão com o fluxo projetado de acordo com as encomendas do cliente;
- Tempos de ciclo e estações de trabalho definidos na linha de produção;
- Organização dos postos de trabalho com controlos visuais e informações que o operador necessite para executar as suas tarefas;
- Monitorização horária da produção pelos líderes de equipa e supervisores da produção;
- Quadros com alertas nas principais áreas de preocupação;
- Participação ativa dos colaboradores na identificação e eliminação de *muda*;
- Sistema de reposição de material baseado na ferramenta de JIT, *kanban*, para as peças em uso numa dada operação minimizando espaços ocupados sem valor acrescentado;
- Sistema de remoção dos produtos acabados com base no tempo de ciclo definido na linha de produção.

O balanceamento da linha é preparado de acordo com o módulo de produção e deve ser controlado regularmente principalmente após mudanças técnicas e variações de produtividade.

Na YEL para além das diretrizes globais, foi construído um fluxograma para representação dos processos e operações realizados no balanceamento de linhas de montagem de cablagens.

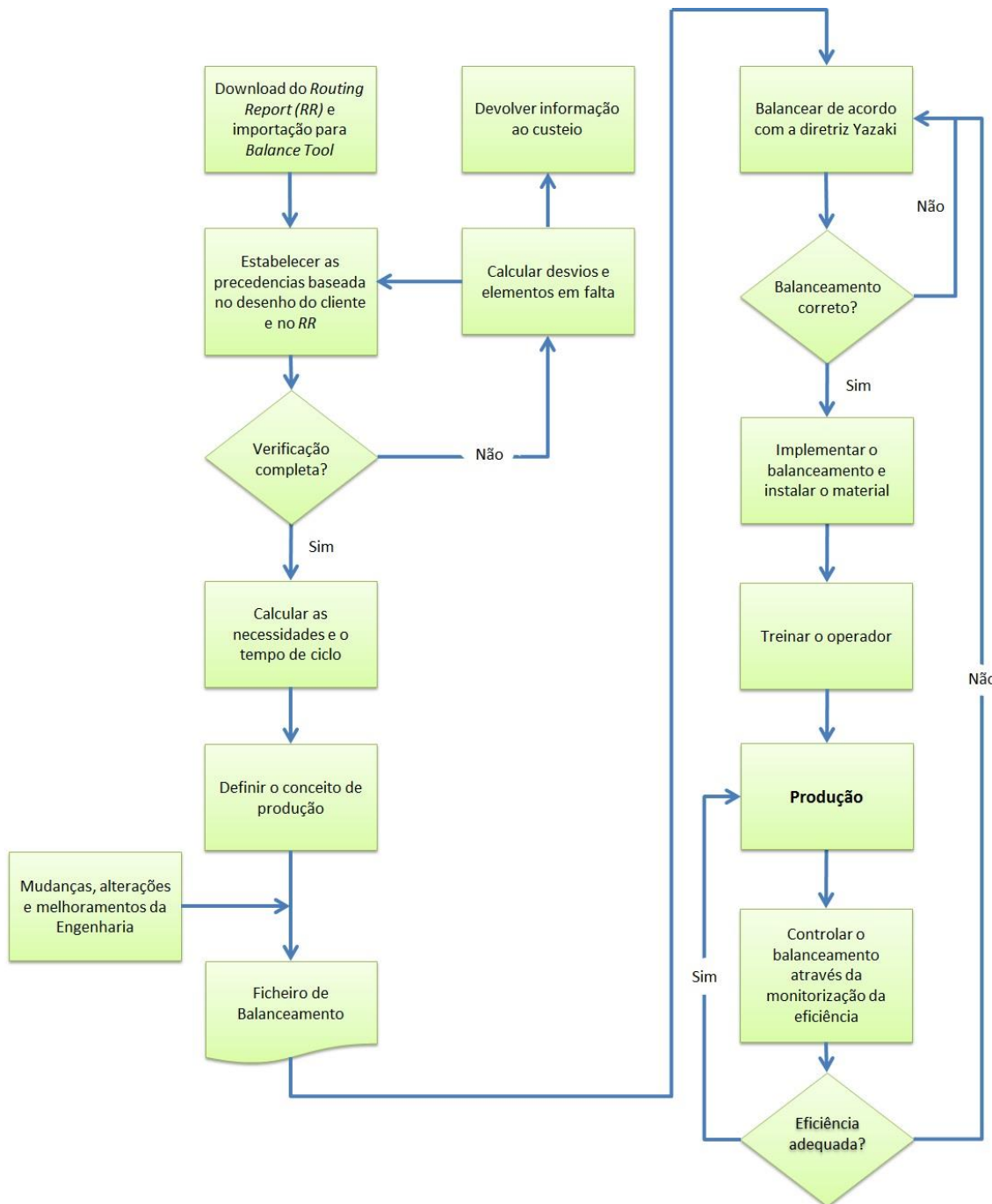


Figura 50 Fluxograma de balanceamento

Este diagrama representa a sequência operacional do desenvolvimento do balanceamento de linha e é importante para a produção, porque permite a compreensão e otimização dos processos desenvolvidos ao longo de todo o fluxo. A diretriz indica que o balanceamento deve ser realizado de acordo com a Heurística de Helgeson-Birnie.

7.2. DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE BALANCEAMENTO DA LINHA

O custeio fornece aos responsáveis pelos processos de montagem da Engenharia EDS dados relativos aos produtos que entram em produção. Esses dados surgem num formato de *routing report* (RR), que é um relatório com informações que são necessárias para fazer o balanceamento da linha de produção. Tem dados como os códigos dos componentes, as descrições de operações, tempo necessário para realizar cada tarefa, entre outros. O ficheiro fornecido é importado para uma ferramenta da Yazaki, o *Excel Assembly Balance Tool*, que tem como finalidade auxiliar o balanceamento das linhas de produção.

A linha de produção para a qual se efetuou o balanceamento produz a cablagem da família *body* do modelo P13 da marca McLaren.

Segundo diretrizes da Yazaki, o balanceamento é realizado para o produto mais comum do modelo, isto é, o produto que tem um maior volume de encomendas anuais. Desta forma a linha fica balanceada o melhor possível para o produto que mais vezes é fabricado. Nos restantes produtos *body* do modelo P13, as diferenças de tempos totais de produção não são muito significativas. As principais trocas são algumas conexões e a inclusão ou não de determinados componentes.

Plant	YSE	<table border="1"> <tr> <th colspan="3">Off all partnumbers are:</th> </tr> <tr> <td>0%</td> <td>100%</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>Less</td> <td>Equal</td> <td>High</td> </tr> </table>					Off all partnumbers are:			0%	100%	0%	Less	Equal	High
Off all partnumbers are:															
0%	100%	0%													
Less	Equal	High													
Responsible	Eng. Prod.														
Department															
Customer	McLaren	Used Application file:													
Project	P13	Assembly Balance Tool RevN_24.xlsm													
W/H Family	Body														
Line N°															
Line Type	Conveyor														
Use Clip Checker	Yes														

Direct working minutes						
Shift start	Shift end	Shift time (min)	Lunch (min)	Breakfast (min)	** Direct working minutes	Required production by shift
08.00	17.00	540	40	20	480	11

Figura 51 Preenchimento inicial da ferramenta *Assembly Balance Tool*

No princípio estipulam-se as horas de início e de fim do turno ao qual se pretende balancear a linha. Preenche-se os espaços relativos ao tempo de intervalos e ao tempo de

horário de almoço e obteve-se assim os minutos em que efetivamente a linha produz. Os modelos McLaren atualmente são produzidos apenas no turno diurno das 8:00 as 17:00.

No ficheiro deve-se começar por criar a sequência de processos baseado nas relações de precedência. Esta sequência deve ter em conta o desenho CAE, o desenho do cliente e ainda o RR. Na ferramenta de balanceamento, ao estipular a sequência, numera-se a coluna “Sequence”.

Conforme a figura abaixo, por exemplo, verifica-se que se colocou o número 1 na coluna de sequenciação nos processos de inserção dos terminais no conector 360 (*Terminal Insertion*). Só após concluída a inserção, se avança para o procedimento seguinte que é a colocação do conector no painel de montagem (*Put conector at jig board*). Por fim, realiza-se a tarefa seguinte, de ordem 3, que é fazer o percurso dos circuitos (*Wire layout*) para o local onde será colocado o conector final, que é o 62 neste caso.

Operator	Sequence	Modules	Actual Time with allowance (min)	Quantity	Work Description	Circ ID	Circ S	Circ E	Conn S	Conn E
	3		0,1172		Wire layout	271	G0284A	G0284A	[360]-7223 9539 30	[62]
	3		0,1172		Wire layout	764	V1582A	V1582A	[360]-7223 9539 30	[62]
	1		0,0495		Terminal insertion	305	G0345C		[360]-7223 9539 30	
	1		0,0495		Terminal insertion	305	V1582A		[360]-7223 9539 30	
	2		0,0627		Put conector at jig board				[360]-7223 9539 30	

Figura 52 Atribuição da sequência de procedimentos

Tendo em consideração o desenho da cablagem do produto, escolhe iniciar-se o balanceamento por um conector localizado numa das extremidades e com um maior número de inserções, tentando começar o balanceamento por tarefas de tempos de operações superiores.

Deve-se procurar que as ligações de um conector sejam todas realizados num mesmo posto, para que não fiquem conectores incompletos no painel de montagem. Da mesma forma, deve-se tentar preencher os conectores a que o primeiro se ligou, de forma a completar o ciclo e assim sucessivamente.

É necessário também ter em atenção os *joint*. Quando se insere um terminal num conector num dado posto, e esse terminal faz parte de um *joint*, todas as outras extremidades

também devem ser colocadas nesse mesmo posto, evitando que existam pontas soltas no painel de montagem.

O RR pode ter falhas, e então é necessário ter em atenção se está em falta ou excesso algum procedimento, quando comparado com o desenho do respetivo produto. Caso isso se verifique, deve-se acrescentar ou eliminar o procedimento em causa, para que a realidade não difira do que será planeado, e informar o custeio acerca da falha. Caso esteja tudo conforme, deve-se avançar para o cálculo das necessidades de produção diárias e do respetivo *Takt time*.

O cliente indica qual o número de cablagens que pretende anualmente de cada produto, e através dessa informação foi calculado o número necessário de cablagens a produzir no turno. Esse valor deve ser introduzido na célula destinada ao efeito (*Required Production by Shift*).

Sabendo que no ano de 2016 foram encomendadas 2600 cablagens do modelo *body P13*, o objetivo de produção diária, considerando que o número de dias de trabalho são 238, é de 11 cablagens.

Equação 9 – Cálculo de número de cablagens a produzir diariamente

$$\frac{\text{Cablagens}}{\text{Dias de trabalho}} = \frac{2600}{238} \cong 11$$

Sabendo o tempo disponível para produção e a quantidade de cablagens pretendidas diariamente, calcula-se o *Takt time*.

Equação 10 – Cálculo de *Takt time* (Lam et al., 2016)

$$C = \frac{W}{D}$$

$$C = \frac{480 \text{ min}}{11 \text{ unidades}} \cong 43,64$$

Neste caso, o *Takt time* foi estipulado em aproximadamente 43,64 minutos baseado numa eficiência de 100%, e corresponde ao tempo teórico existente entre a saída de cablagens consecutivas. Corresponde também ao tempo máximo de duração do conjunto de tarefas de cada posto de trabalho.

Para o cálculo do número mínimo de postos de trabalho que a linha requer, é necessário saber o tempo total de produção de uma unidade. Esse valor é obtido através da soma de todos os tempos enunciados no RR.

Inicialmente deve-se balancear apenas os postos de fios e isolamento e, no caso do produto em questão, a soma de todos os tempos atribuídos a essas tarefas foi de aproximadamente 358,98 minutos.

Actual Time with allowance (min)
(...)
0,1837
0,11
0,0539
0,0495
0,0902
0,0732
0,132
Σ Tempos
358,98

Figura 53 Somatório de tempos das tarefas de produção

Fez-se o cálculo do número mínimo de postos de fios e isolamento considerando o *Takt time* previamente calculado e o somatório de tempos de todas as tarefas efetuadas na produção de uma cablagem:

Equação 11 – Cálculo do número mínimo de postos de trabalho de fios e isolamento (Carravilla, 1998)

$$N = \frac{\sum Ti}{C}$$

$$N = \frac{358,98}{43,64} = 8,23$$

O resultado deve ser arredondado ao valor inteiro imediatamente superior, e assim conclui-se que são necessários, no mínimo, 9 postos de trabalho. Como os tempos considerados

não incluíam tempos despendidos na inspeção elétrica, na maquete de cliques e no embalagem, foram necessários postos de trabalho adicionais para realizar essas tarefas, que foram balanceados posteriormente.

Segundo as diretrizes da Yazaki, as estações de trabalho podem apresentar tempos de ciclo com uma variação de $\pm 10\%$ do *Takt time* devido ao diferente nível de desempenho dos operadores individualmente e os valores calculados estão apresentados na tabela 2.

Tabela 2 Tempos de ciclo máximos e mínimos

	Minutos por Posto de trabalho		
	90 %	100 %	110 %
Tempo de ciclo mínimo	39,28		
<i>Takt time</i> (Tempo de ciclo ideal)		43,64	
Tempo de ciclo máximo			48,00

Tendo em conta todos os cálculos já efetuados, calculou-se por fim a eficiência da solução adotada.

Equação 12 – Cálculo da eficiência da solução adotada para os postos de fios e isolamento (Carravilla, 1998)

$$E = \frac{\sum Ti}{N * C} * 100\%$$

$$E = \frac{358,98}{9 * 43,64} * 100\% = 91,40\%$$

É um valor acima dos 90%, o que se traduz numa boa eficiência do balanceamento da linha de montagem quando comparados com valores referentes a outras linhas de semelhante complexidade presentes na YSE.

7.3. BALANCEAMENTO DA LINHA

Considerando todos os dados, os cálculos efetuados e as sequências atribuídas, deu-se início à atribuição de tarefas por posto de trabalho. Considerou-se que existe 1 operador por posto, que realiza um conjunto de tarefas de tempo igual ou inferior ao *Takt time*.

O balanceamento foi realizado com base na Heurística de Helgeson-Birnie segundo diretrizes da Yazaki. A Heurística tem em consideração o *Takt time*, tempo individual de operações e as relações de precedência, como já foi anteriormente abordado no capítulo referente à revisão do estado de arte.

As relações de precedência foram previamente estabelecidas e estão principalmente relacionadas com o tipo de tarefa que é efetuada. Numa primeira fase são inseridos os circuitos nos conetores, estes são colocados nos painéis de montagem e por fim realiza-se o percurso do circuito até à localização do conector da outra extremidade. Na fase seguinte realiza-se o isolamento dos circuitos distribuídos pelo painel. Depois da cablagem estar montada e isolada efetua-se a inspeção elétrica e colocam-se os acessórios em falta, como os fusíveis. Seguidamente a cablagem é colocada na maquete, onde são colocados todos os cliques e por fim procede-se à inspeção visual e embalagem.

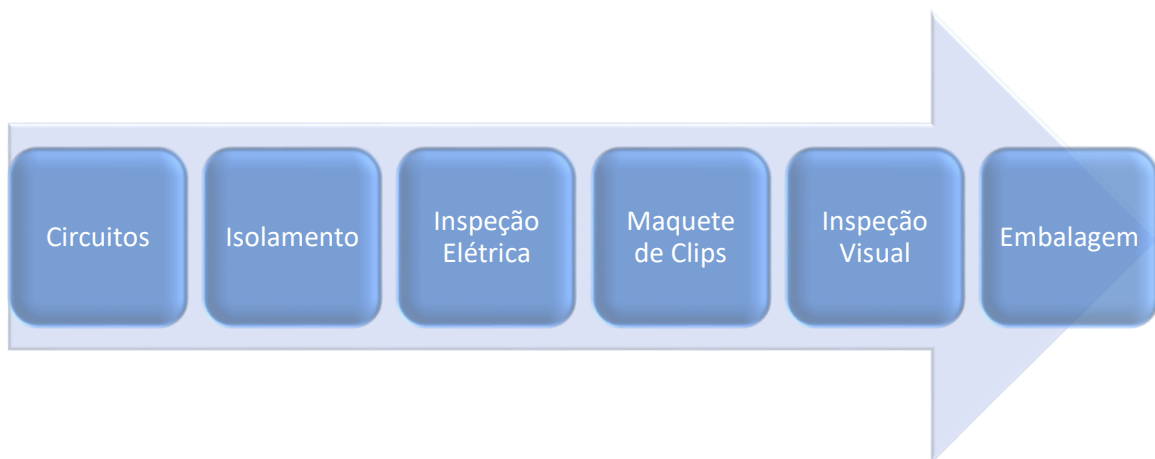


Figura 54 Relações de precedência do conjunto de diferentes tarefas

7.3.1. POSTOS DE FIO E ISOLAMENTO

O objetivo é iniciar o balanceamento, tal como no processo de montagem, pelos postos de fios, respeitando a ordem das precedências já estabelecida no processo de sequenciação. As primeiras tarefas são as submontagens dos conectores e a introdução dos mesmos com os circuitos nos painéis de montagem, respeitando o *layout* do modelo e as precedências, ou seja, o posto 1 deve realizar as primeiras sequenciações. A secção na ferramenta Excel de balanceamento que se preenche é da coluna correspondente ao operador (*operator*) que se observa na figura 55.

No caso representativo apresentado verificam-se informações acerca do conector 360. É um conector com dois circuitos, e em ambos os casos, o conector a que se ligam na outra extremidade é o número 62. No ficheiro tem a descrição da tarefa e o tempo associado. São considerados todos os tempos, desde a inserção dos terminais nos conectores (*Terminal Insertion*), colocação do conector no painel de montagem (*Put conector at jig board*) e ainda a realização do percurso no painel até a localização do conector final (*Wire layout*). Os tempos das tarefas encontram-se padronizados por código de processo num ficheiro Standard Yazaki, a GUM (*Global Unit Man-Hour*).

No balanceamento dos postos, considerou-se que as tarefas em causa eram realizadas pelo operador 1, colocando esse número na célula destinada ao efeito (*operator*).

Operator	Sequence	Modules	Actual Time with allowance (min)	Quantity	Work Description	Circ ID	Circ S	Circ E	Conn S	Conn E
1	3		0,1172		Wire layout	271	G0284A	G0284A	[360]-7223 9539 30	[62]
1	3		0,1172		Wire layout	764	V1582A	V1582A	[360]-7223 9539 30	[62]
1	1		0,0495		Terminal insertion	305	G0345C		[360]-7223 9539 30	
1	1		0,0495		Terminal insertion	305	V1582A		[360]-7223 9539 30	
1	2		0,0627		Put conector at jig board				[360]-7223 9539 30	

Figura 55 Atribuição de operador aos procedimentos

Quando é iniciada a atribuição de tarefas pelos diferentes postos, além de baseada na sequenciação prévia, deve-se verificar sempre o *Takt time* para obter um balanceamento equilibrado.

No ficheiro estão disponíveis mais informações, como é o caso da cor do circuito, do comprimento, e do produto do qual faz parte ou não a tarefa em causa. Como no caso em estudo foi feito o balanceamento de apenas um produto, todas as tarefas consideradas fazem parte do mesmo produto.

Component	Description	User Field 1	User Field 2	User Field 3	Group	Kind	Size	Color	Length	13M1256CP02_02000	GUM Code	Time (min)
180 F25 069 80					GR006	T3ZH	0.33/0.35	BR	3,66	X	G41800	0,1172
180 F25 069 H0					GR006	T3ZH	0.33/0.35	C	3,66	X	G41800	0,1172

Figura 56 Outras informações disponíveis na ferramenta de balanceamento

O processo de alocação das tarefas correspondentes aos fios em cada posto de trabalho é repetido até todos os circuitos estarem conectados e dispostos no painel de montagem. Estas tarefas foram atribuídas a 4 diferentes postos. Depois disso, como já não existiam tarefas em falta correspondentes aos circuitos, prosseguiu-se para a etapa seguinte.

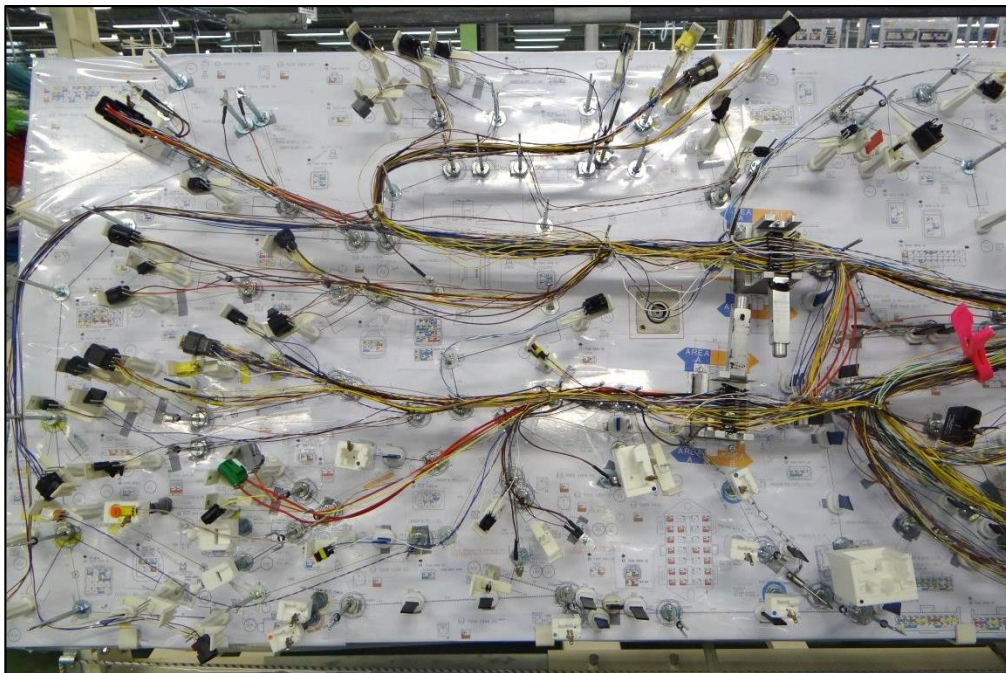


Figura 57 Circuitos conectados e dispostos no painel de montagem

De forma a respeitar as ordens de precedência, o isolamento só pode ser realizado depois de todos os circuitos estarem dispostos no painel nos respetivos percursos e, portanto, na etapa seguinte, deve-se atribuir operadores às tarefas correspondentes ao isolamento.

O isolamento é como o próprio nome indica, uma proteção dos circuitos que foram previamente distribuídos no painel de montagem. Este isolamento é feito com uma fita isoladora, que pode apresentar diferentes características.

Os postos de isolamento também são distribuídos de acordo com a localização no desenho, e devem ser repartidos pelos postos finais que ficaram por completar, neste caso, desde o posto 5 ao posto 9.

Existem diversos tipos de isolamento e todos eles apresentam tempos de realização diferentes. Estes dependem do tamanho do ramo a isolar, se é um isolamento a cheio ou em espiral, se é necessário fazer um cruzamento de vários ramos ou se é apenas uma pequena marca de fita, entre outros. Todos os tempos devem ser contabilizados para a montagem da cablagem. São considerados, além dos tempos de isolamento propriamente dito, os tempos de corte de fita e de colocação de tubos e malhas.



Figura 58 Isolamento em espiral

Quando concluída a atribuição de tarefas a cada um dos 9 postos de trabalho, o balanceamento deve estar equilibrado. Na figura 58, que representa o resultado do balanceamento que foi efetuado, é possível observar que nenhum dos postos de trabalho apresenta um tempo total de operações superior ao *Takt time*, como era objetivo, e ainda, que os tempos atribuídos a cada posto são bastante próximos, não apresentando grandes desvios. Posto isto, estipulou-se que a linha avança a cada 40,2 minutos, que foi o valor atribuído ao tempo de ciclo da linha, aproximado por excesso do tempo máximo de operações atribuídas a um posto (40,17 min). Verificou-se ainda que a diferença de tempo entre o avanço da linha e o posto que despense o menor tempo total de operações é reduzida, evitando assim tempos de espera longos. No máximo um operador ficaria a aguardar pelo avanço de linha 0,65 minutos ($40,2 - 39,55 = 0,65$ min).

Eng. Prod..YSE			
Line No.		Family:	Body
No. Of Operator in Line (Direct)	9	Product:	Mclaren - P13
No. Of Total People in Line	9	Direct working minutes(min)	480

Capacity (W/H per Shift)	
Higher Runner	11
PN selected	1

WORK STATION ELEMENTS				TIME ELEMENT															
Station	Brief Work Desc. Of Operations	No. Of Operators	Value Added Time (min)																
1	Place 1	1	40,17	0 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 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43															
2	Place 2	1	40,05	1 [Bar] Average Max															
3	Place 3	1	40,02	3 [Bar]															
4	Place 4	1	40,01	5 [Bar]															
5	Place 5	1	40,00	7 [Bar]															
6	Place 6	1	39,95	9 [Bar]															
7	Place 7	1	39,64	[Bar]															
8	Place 8	1	39,59	[Bar]															
9	Place 9	1	39,55	[Bar]															
10	Place 10	1		[Bar]															

Figura 59 Balanceamento dos postos de fios e isolamento

Pode-se verificar ainda que o balanceamento efetuado nos postos de fios e isolamento vai de encontro à Heurística de Helgeson-Birnie, já que os postos se encontram organizados por ordem decrescente de tempo de operação.

Depois de concluído todo o processo de balanceamento dos postos de fios e isolamento da linha de montagem, efetuou-se o cálculo do LBR.

Equação 13 – Cálculo de LBR dos postos de fio e isolamento (A. Kumar et al. 2014)

$$LBR = \frac{Tp}{Lp * N} * 100\%$$

$$LBR = \frac{(40,17 + 40,05 + 40,02 + 40,01 + 40,00 + 39,95 + 39,64 + 39,59 + 39,55)}{40,17 * 9}$$

$$LBR = \frac{358,98}{40,17 * 9} * 100\%$$

$$LBR = 99,29\%$$

Com o resultado obtido na taxa de balanceamento conclui-se que a linha se encontra balanceada de forma equilibrada nos postos correspondentes aos fios e isolamento. Isso deve-se à proximidade dos tempos de operação em cada posto. A proximidade foi alcançada devido ao facto de os tempos considerados serem individuais e de elevada precisão e como são cerca de 4000 processos foi possível fazer uma distribuição equilibrada.

7.3.2. POSTOS DE MAQUETE DE CLIPES, INSPEÇÃO E EMBALAGEM

Depois de balanceados os postos de fios e isolamento, analisou-se o balanceamento da inspeção elétrica onde são feitos diversos testes à cablagem.

Verificou-se que o tempo total de duração das tarefas associadas ao teste elétrico era de 37,23 minutos, um valor bastante inferior ao tempo de ciclo que ficou estabelecido nos postos de fios e isolamento. No entanto, como esse valor não ultrapassava o *Takt time*, considera-se apenas um posto exclusivo para a realização desta tarefa. Esse facto deve-se a ser um mecanismo de controlo e dependendo da presença ou não de erros apresenta um tempo de conclusão variável. Podem surgir circuitos erróneos e outros erros que acarretam tempo despendido a refazer o procedimento corretamente e não está contabilizado no RR por ser variável.

Quando terminada a inspeção elétrica da cablagem, esta é transportada para a maquete de cliques que é utilizada neste caso, por existir a colocação de mais de 20 cliques.



Figura 60 Maquete de Clipes

O procedimento para alocação das tarefas vai de encontro aos procedimentos realizados anteriormente. Primeiro identificam-se no desenho os cliques, e se estes têm especificações, como por exemplo colocação de fita depois de colocado o clip. De seguida, na ferramenta

de *line balancing*, coloca-se o número do operador na tarefa associada ao desenho, e assim sucessivamente. Tal como nos postos anteriores, deve-se ainda certificar que não está em falta ou excesso algum procedimento, quando comparado ao desenho Yazaki. A maquete de cliques foi atribuída a um único operador, porque o tempo total de conclusão das tarefas associadas é de 43,23 minutos e é um tempo próximo do *Takt time*.

O mesmo procedimento é realizado para a inspeção visual e embalagem. Como os processos associados também são mecanismos de controlo, são realizadas de forma exclusiva num só posto apesar do tempo total de duração ser significativamente inferior ao *Takt time*.

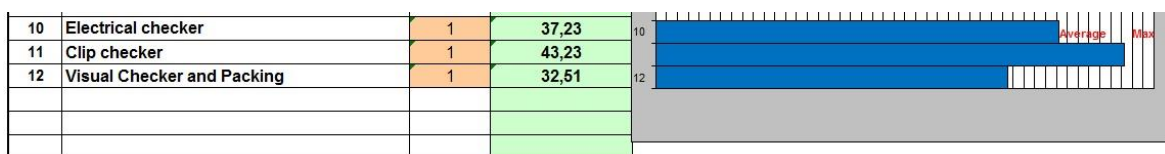


Figura 61 Balanceamento dos postos de inspeção, de maquete de cliques, e de embalagem

Depois de concluído o processo de balanceamento dos postos de inspeção elétrica, de maquete de cliques, e de inspeção visual e embalagem deve-se calcular novamente o LBR para estes postos específicos.

Equação 14 – Cálculo de LBR dos postos de inspeção, de maquete de cliques, e de embalagem (A. Kumar et al. 2014)

$$LBR = \frac{Tp}{Lp * N} * 100\%$$

$$LBR = \frac{(37,23 + 43,23 + 32,51)}{43,23 * 3}$$

$$LBR = \frac{112,97}{43,23 * 3} * 100\%$$

$$LBR = 87,11\%$$

Com o resultado obtido na taxa de balanceamento concluiu-se que a linha não se encontra balanceada de forma tão equilibrada quanto nos postos correspondentes ao fio e isolamento. Isso deve-se principalmente à discrepância de tempos despendidos na totalidade de tarefas associadas a cada posto causada pelos mecanismos de controlo.

Verificou-se ainda que o tempo de conclusão das tarefas atribuídas à maquete de cliques, apesar de ser inferior ao *Takt time*, ultrapassa em cerca de 3 minutos o tempo de ciclo estipulado para a linha. Para colmatar esta pequena diferença, os operadores atribuídos aos mecanismos de controlo bem como a chefe de linha, quando têm tempo disponível motivado por quantidades reduzidas de falhas, ajudam a realizar tarefas atribuídas ao posto da maquete.

7.3.3. ORGANIZAÇÃO DO BALANCEAMENTO DA LINHA

Quando terminado o preenchimento do ficheiro de balanceamento de linha de montagem, e analisados os gráficos obtidos nos postos individualmente, procedeu-se à implementação do balanceamento na linha de montagem.

Concluiu-se que os procedimentos foram distribuídos por 12 estações de trabalho, quatro delas dedicadas aos circuitos (1 a 4), cinco ao isolamento (5 a 9), uma na inspeção elétrica (10), uma na maquete de cliques (11) e uma na inspeção visual e embalagem (12).

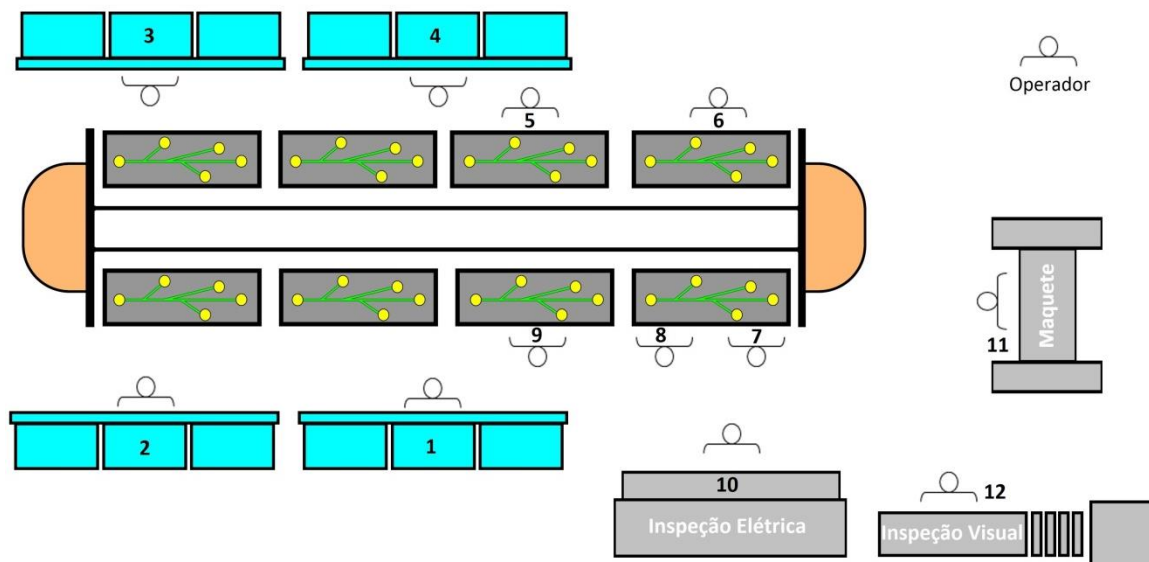


Figura 62 *Layout* atribuído à linha balanceada

As quatro estações de trabalho atribuídas ao fio estão localizadas em estantes colocadas junto dos painéis de montagem em que conectam os circuitos. As estações de trabalho associadas ao isolamento encontram-se localizadas junto aos restantes painéis de montagem na linha, de forma sequenciada.

O material utilizado e os esquemas de ajuda ao operador devem ser dispostos pelos postos em que são necessários. Esse procedimento é descrito no capítulo referente à construção dos esquemas de submontagem.

Antes do arranque da produção de uma nova cablagem, os operadores participam numa fase de reconhecimento do processo e de aprendizagem. Só após concluído o treino do operador se dá início à produção. Na fase de produção é necessário controlar o balanceamento através de monitorizações constantes da eficiência. Caso a eficiência da linha seja adequada, a produção prossegue, caso contrário deverá proceder-se novamente ao balanceamento de acordo com as regras definidas.

7.4. EFICIÊNCIA DO BALANCEAMENTO DA LINHA

O balanceamento deve ser analisado através dos parâmetros de eficiência globais. A eficiência da solução global adotada, que inclui no total 12 postos de trabalho é dada por:

Equação 15 – Cálculo da eficiência da solução adotada global (Carravilla, 1998)

$$E = \frac{\sum Ti}{N * C} * 100\%$$
$$E = \frac{358,98 + 37,23 + 43,23 + 32,51}{12 * 43,64} * 100\% = 90,12\%$$

Já que é um valor acima dos 90% é um indicador de que o balanceamento da linha tem uma eficiência favorável à produção quando comparado à eficiência da solução atual.

De forma a verificar a taxa de balanceamento final obtida, foi efetuado o seguinte cálculo:

Equação 16 – Cálculo de LBR global (A. Kumar et al. 2014)

$$LBR = \frac{Tp}{Lp * N} * 100\%$$
$$LBR = \frac{(40,17 + 40,05 + 40,02 + 40,01 + 40,00 + 39,95 + 39,64 + 39,59 + 39,55 + 37,23 + 43,23 + 32,51)}{43,23 * 12}$$
$$LBR = \frac{471,95}{43,23 * 12} * 100\%$$
$$LBR = 90,98\%$$

É do conhecimento geral, que quanto mais próximo dos 100% estiver o LBR melhor (A. Kumar, et al 2014), mas, apesar desse facto pode-se concluir que 90,98% indica que o balanceamento efetuado é favorável para o eficiente funcionamento da linha de montagem em estudo quando comparado a outros valores praticados pelas linhas de montagem presentes na YSE. Tal facto não dispensa a necessidade de melhorias contínuas.

O tempo de ciclo estipulado para a linha, como referido, foi de 40,20 minutos e como é um valor significativamente inferior ao *Takt time* calculado inicialmente, verificou-se que o número de cablagens produzidas por dia se aproxima das 12 unidades, uma a mais do que seria necessário. No entanto, esse facto é vantajoso para a eficiência e para cumprir as metas da produção, uma vez que permite colmatar possíveis dias de produção reduzida devido ao absentismo dos operadores ou mesmo falta de material causado por rotura de *stock* ou atrasos na secção do corte e cravação.

7.5. ERROS ENCONTRADOS NO RR

Como mencionado previamente, o *Routing Report* pode ser fornecido contendo erros nos procedimentos descritos. Estas falhas podem ser detetadas quando comparadas com o desenho do produto em causa. Os erros foram encontrados aquando da realização do balanceamento da linha de montagem e como tal, o balanceamento já foi realizado com os valores devidamente corrigidos.

É de extrema importância que todos os processos estejam corretamente descritos, porque a sua falta pode acarretar diferenças significativas no balanceamento dos postos de trabalho. Por exemplo, se faltarem tarefas correspondentes às inserções de circuitos num conector, essas não vão ser atribuídas a nenhum posto no balanceamento da linha. O que vai acontecer é que na realidade, na montagem da cablagem na produção, vão ser colocados os circuitos nos conectores, e esse processo leva tempos que não foram atribuídos. Esse facto será prejudicial para a eficiência da linha de produção quando comparada a prática com o inicialmente planeado.

Sempre que verificado que existem erros, seja por excesso de procedimentos ou por faltas dos mesmos, estes devem ser corrigidos no ficheiro. Deve-se também elaborar um pequeno relatório com todas as falhas encontradas para fornecer ao custeio, que elaborou o *Routing Report*. O objetivo é que o planeado seja o mais próximo possível da realidade na produção.

No produto aqui analisado foram encontradas algumas falhas que estão descritas na tabela seguinte. As falhas referem-se a tempos de inserção em falta, trocas do número do conector a que se liga uma ou ambas as extremidades do circuito ou mesmo faltas desse número.

Tabela 3 Falhas encontradas nos fios

Circuito	Tipo de falha
S1914A	No desenho e lista de circuitos liga-se ao conector 352 mas falta essa info no RR
S0143B	É o eylet 123 mas não tem info acerca de ligar se ao 352, só no desenho e lista
V0837B e G0345D	Conector 51, não tem no RR os tempos de inserção dos dois circuitos
S0124B	No wire layout não tem o destino final (box 200)
S1914A	Liga-se do 352 ao 352 e não ao 8 como está no RR e só aparece o tempo de wire layout
G0219C	Liga-se do 503 ao 502 e não ao 8 como está no RR e só aparece o tempo de wire layout
R1179A	Liga-se do 325 ao próprio 325.
E0910D	Liga-se do 325 ao 200. Falta tempo inserção no 325.
E0906D	Liga-se do 325 ao 200. Falta tempo inserção no 325.
G0284A	Falta tempo inserção no conector 360
V1582A	Falta tempo inserção no conector 360

No isolamento também foram detetadas algumas falhas, entre as quais faltas de cruzamentos de 5 ramos e o excesso de cruzamento de 4 ramos. Como a diferente quantidade de ramos apresenta um diferente tempo associado na tarefa de isolamento, a troca exemplificada originaria uma diferença no balanceamento da linha. Foi ainda detetado que falta o tempo associado a um detalhe de isolamento presente no desenho Yazaki.

Tabela 4 Falhas encontradas no isolamento

	Falha de isolamento
2x	Falta "Separate cross-branch taping 5 branches"
2x	Tem em excesso "Takeout taping visible wires 5 branches"
1	Tem em excesso "Separate cross-branch taping 4 branches"
1	Faltam isolamentos correspondentes ao detalhe 159
1	Falta "Separate cross-branch taping 3 branches" com o tipo de fita standard

Foram criadas outras tabelas que contém mais descrições de falhas, principalmente de tarefas que estavam alocadas na folha correspondente a um processo, mas dizem respeito a outro. Um exemplo disso é a colocação dos *lock's* de alguns conectores. Nomeadamente quando é necessário colocar acessórios extra na mesa de inspeção elétrica. Neste caso, os *lock's* só são colocados na inspeção elétrica e estavam na página correspondente aos postos de fio.

A elaboração do relatório de erros encontrados, permite ao custeio verificar de novo os valores associados aos tempos de produção da cablagem em causa e proceder à sua retificação.

Um balanceamento adequado é de extrema importância para que o processo seja mais eficiente através da redução de *muda* tanto quanto possível. É importante para remover tudo o que não acrescente valores na cadeia de abastecimento e em todo o processo de montagem.

8. ESQUEMAS DE SUBMONTAGEM DE FIO

A grande vantagem da utilização de instruções de trabalho em forma de esquemas é o facto de serem instruções simples e intuitivas que ajudam os colaboradores a gerir e a controlar melhor o processo de submontagem, evitando erros e desperdícios de tempo e possibilitando uma maior autonomia. Os esquemas não são imediatamente disponibilizados de forma a serem usados pelo operador. Estes passam por um processo que vai desde a leitura e interpretação do desenho Yazaki proveniente do PTC até a submontagem final.

Neste capítulo é descrita a criação dos esquemas globais de submontagem, que incorporam as instruções de ligação dos fios aos conectores dos produtos LHD e RHD dos novos produtos *body* do modelo McLaren P13. Para colocação na linha de montagem, o esquema deve conter informação relativa a todos os diferentes produtos do modelo.

8.1. BALANCEAMENTO DO ESQUEMA DE SUBMONTAGEM

Conforme verificado no capítulo referente ao balanceamento da linha, as tarefas atribuídas a cada posto de trabalho estão conforme o desenho Yazaki e seguem a Heurística de Helgeson-Birnie e a diretriz Yazaki. É com base nessa atribuição que são construídos os esquemas de montagem dos fios.

A quantidade de esquemas necessários corresponde ao número de postos de fios, definidos no balanceamento da linha. Neste caso, foram considerados que 4 postos de trabalho estão atribuídos aos fios e realizavam submontagens. Os restantes postos foram atribuídos ao isolamento, inspeção elétrica, maquete de cliques e inspeção visual e embalagem, para os quais não serão construídos esquemas. No balanceamento de cada um desses 4 postos de fio foram especificadas todas as tarefas que cada um executa, como os fios inseridos nos conectores e os que são colocados no painel de montagem no respetivo percurso.

A construção do esquema foi realizada num ficheiro Excel dividindo os postos em diferentes folhas. Inicialmente cada folha foi formatada em tamanho A3 para impressão e colocação na estante da linha. O número de folhas em cada estante está diretamente ligado com a quantidade e o tamanho dos conectores atribuídos. Neste caso estudado, como a linha apresenta um balanceamento adequado, verifica-se que a quantidade de páginas será semelhante nos 4 diferentes postos, 9 folhas.

Apesar do balanceamento inicial ter sido apenas efetuado para um dos produtos do modelo P13, o esquema deverá ser construído para todos os novos produtos do mesmo modelo. Para tal é necessário recorrer ao auxílio das listas de circuitos e comparar as características dos diferentes produtos do mesmo modelo.

8.2. LISTAS DE COMPONENTES DOS PRODUTOS

Depois dos produtos estarem disponíveis na base de dados da Yazaki, podem-se obter diversas informações acerca dos mesmos, nomeadamente a partir de listas que contém os componentes necessários. Essas listas podem ser de circuitos, de tubos e de peças que cada produto usa. Na base de dados pode seleccionar-se mais que um produto do mesmo modelo e forma-se uma tabela com toda a informação necessária.

A lista de componentes escolhida neste estudo é referente ao modelo P13 da McLaren para o qual foi efetuado o balanceamento. O modelo possui 13 produtos LHD e 6 produtos RHD e é para esses novos produtos que vão ser construídos os esquemas. Foi construído um esquema para os produtos LHD e um outro esquema para os produtos RHD logo as listas foram obtidas separadamente.

Depois de aceder á base de dados Yazaki, e importar as listas necessárias, seleccionando as mesmas, é obtido um ficheiro em Excel que contém os códigos, espécie, secção, cor e

comprimento do circuito bem como os terminais e os acessórios que leva cada uma das extremidades do fio, operações especiais e códigos de *magic*. É também obtida a informação dos conectores a que o circuito vai estar conectado.

Os diferentes produtos podem ou não usar o mesmo circuito e, portanto, essa informação também é fornecida através da inclusão ou não do número 1 nos produtos presentes nas colunas finais da tabela que permite identificar as diferenças existentes. A maioria dos circuitos é comum a todos os produtos do modelo como anteriormente referido.

Certas informações são irrelevantes para a construção dos esquemas de submontagem e para reduzir possíveis erros foi feito um filtro com os dados que realmente importam no caso. As informações essenciais para a construção dos esquemas foram mantidas, como o código do circuito, a secção, a cor e os conectores em que está inserido. Informações como o número de *joint* e o código do cabo ou *twist* também são mantidas para auxiliarem na análise e construção do esquema, já que os circuitos pertencentes a um mesmo grupo desses, foram colocados no mesmo posto na execução do balanceamento da linha.

Nº COMP	CIR_A	CIR_B	SECÇÃO	COR	CON_A	CON_B	Nº JOINT	MULTIP	CABO / TW	13M1534CP01 - 010	13M1535CP01 - 010	13M1536CP01 - 010	13M1537CP01 - 010	13M1538CP01 - 010	13M1603GP01 - 010	13M1604GP01 - 010	13M1605GP01 - 010	13M1606GP01 - 010	13M1609SP01 - 010	13M1610SP01 - 010	13M1611SP01 - 010	13M1612SP01 - 010
1	E0999B		1	V	200	0	125	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	A2201C		0.5	G/Y	375	0	5	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	A2201E		0.5	G/Y	61	0	5	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	A2201F		0.5	G/Y	59	0	5	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	A2201H		0.75	G/Y	110	0	5	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	A2201I		0.35	G/Y	503	0	5	0	0		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	A2201K		0.35	G/Y	114	0	5	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	A2201L		0.35	G/Y	502	0	5	0	0		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	PH201C		0.5	W	41	0	9	0	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	E0999C		1	V	65	0	125	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11	A2202C		0.5	G/Y	110	0	11	0	0		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	F3012A		0.5	GY	75	0	12	0	0				1	1			1	1				1
13	A2202L		0.5	G/Y	605	0	11	0	0		1	1	1	1					1	1	1	1
14	A2202K		0.5	G/Y	607	0	11	0	0		1	1	1	1					1	1	1	1
15	A2203B	A2203B	0.35	G/Y	97	115	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Figura 64 Lista filtrada dos circuitos dos produtos LHD

A tabela não dá informação acerca da posição que o circuito ocupa no conector e como tal é necessário recorrer em simultâneo ao desenho do produto para verificação de posição.

8.3. ORGANIZAÇÃO DOS POSTOS DE TRABALHO

Todos os componentes que fazem parte da cablagem devem estar dispostos de forma ordenada e organizada nos postos de trabalho em que são necessários. Estes componentes têm de estar devidamente identificados, e para tal, antes do produto entrar em produção, faz-se um levantamento de todo o material necessário.

A informação acerca do material necessário é obtida nas listas de tubos e de peças, recolhidas da base de dados, dos produtos em questão. Também é necessário verificar na lista de circuitos os conetores e os fios que fazem parte do modelo, para identificar as estantes nos postos de fio.

De forma a organizar os postos de trabalho, incluindo o material necessário aos novos produtos do modelo, verificou-se nas listas tudo o que é necessário para a montagem da cablagem e procedeu-se à elaboração de etiquetas de identificação. Como foi o caso dos cabos, tubos, fitas, fusíveis, circuitos, conetores, vedantes e outros. Esta identificação permite reconhecer e localizar aquando da realização da submontagem os conetores e circuitos presentes no esquema. Esta tarefa de identificação de material vai de encontro com a política dos 5S's analisada na revisão do estado de arte e já praticada pela empresa, que é realizada pelos responsáveis dos processos da Engenharia de Produção EDS

Para os restantes postos as identificações de componentes também são de elevada importância porque permitem ao operador reconhecer todo o material necessário às suas tarefas.



Figura 65 Caixas de componentes devidamente identificadas

Assim, depois de criadas as etiquetas, estas foram colocadas em caixas, que por sua vez são colocadas nos postos correspondentes. Nos postos de isolamento são colocadas as caixas com os *cots* e as fitas isoladoras necessárias, entre outros, e nas estantes dos postos

de fios, são colocadas caixas abastecidas de conectores e vedantes necessários e ainda calhas para colocação dos fios. Também nos postos correspondentes à inspeção elétrica e à maquete de cliques existem caixas com os componentes necessários, como por exemplo os cliques na maquete e os fusíveis na inspeção elétrica.

Para cada componente, seguindo o conceito do *kanban*, existem 2 caixas. Uma para estar em uso, e outra caixa que serve de *stock*, evitando falta de material. Assim quando usados todos os componentes de uma caixa, esta é recolhida para abastecimento, e os operadores podem continuar a produção usando os componentes que estão na caixa que anteriormente se encontrava em *stock*.

Desta forma, consegue-se organização nos postos de trabalho, reduzindo tempos na procura e abastecimento de material e aumentando a eficiência da linha de montagem.

8.4. CONSTRUÇÃO DO ESQUEMA DE SUBMONTAGEM

Para iniciar a construção do esquema de submontagem é necessário ter o desenho Yazaki, a lista de circuitos e o ficheiro de balanceamento da linha do modelo, neste caso, *body McLaren P13*.

Inicialmente verificou-se no balanceamento da linha quais os conectores que pertencem ao primeiro posto. Tanto no ficheiro de balanceamento como no desenho Yazaki ou na lista de circuitos tem presente a referência individual de cada conector. Essas referências foram anotadas para verificar se os conectores já se encontram em armazém.

Se um dado conector, por exemplo o conector com o número 44, de referência 7283-5623-60, estiver disponível no armazém deve-se fotografá-lo. A fotografia deve ser retirada de forma visível, plana, e do lado onde entra o circuito, com o *lock* na parte de cima.



Figura 66 Exemplo de fotografia perceptível do conector

Depois de obtidas as fotografias dos conectores, foi necessário proceder ao seu preenchimento. Para saber as posições que ocupa cada terminal dos fios na inserção no conector foi necessário recorrer ao desenho Yazaki. Essa informação é de elevada importância porque uma troca de posições origina circuitos erróneos.

Depois da fotografia e da informação acerca da posição de cada circuito, construiu-se o esquema do primeiro conector. No topo do conector colocou-se o número do mesmo e o código individual. Nos espaços correspondentes aos circuitos foram criados blocos representativos com a informação que o operador necessita para avaliar quais as submontagens que o conector exige. Essas informações são o código do circuito, a secção e o código da cor do fio. Podem também existir acessórios, como está representado na figura, com um bloco preenchido com um asterisco “*” simbolizando a colocação de um vedante.

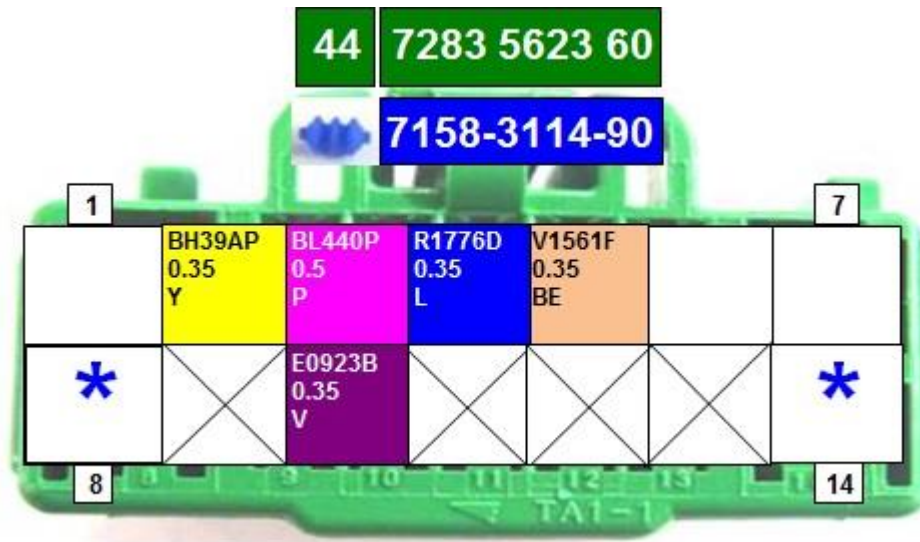


Figura 67 Conetor parcialmente preenchido

De forma à instrução do trabalho ser clara e objetiva para o operador, optou-se por colorir as referências do conector e dos acessórios usados em cada caso e os blocos de circuitos de acordo com a cor correspondente. Verifica-se assim na imagem acima que a referência da bucha foi colocada numa caixa da cor da mesma juntamente com uma imagem para auxílio na identificação.

Para reduzir e evitar possíveis trocas de posição, causadas por exemplo por vistas invertidas, são colocados pontualmente números que servem de guia, informando qual o circuito que se encontra em determinada posição do conector e qual a direção que leva a numeração. No caso exemplificado, na posição 1 não está representada nenhuma conexão, e deve seguir-se então a sequência conforme a imagem até chegar à posição 7. Verifica-se que na posição 2 deve ligar-se o circuito BH39AP, que tem seção 0.35mm e é de cor amarela (código Yazaki Y) e assim sucessivamente. O processo é repetido em todas as conexões. Verificou-se na fila de baixo, que na posição 8 deverá estar um vedante, que foi representado por um asterisco da cor em questão. A falta dos números que servem de guia aumenta a probabilidade de erros dos operadores originando defeitos por circuitos erróneos.

Os conectores preferencialmente devem ser completados num só posto como referenciado no balanceamento da linha. Por vezes tal não é possível, como no caso deste conector 44, e deve-se clarificar a informação para prevenir que fiquem circuitos em falta. O facto de o

bloco ser deixado em branco, como já foi referido, avisa os operadores que ainda ficaram a faltar operações de submontagem que devem ser tidas em atenção.

Existem nos conectores espaços que não são preenchidos por nenhum circuito. Nestes casos, para não induzir em erro o colaborador, é colocada uma cruz no bloco correspondente. O facto de ter o “X” nas posições em que não se conecta qualquer circuito, também pode servir como metodologia de identificação de erros. O operador ao terminar a submontagem deve verificar que nenhum terminal se encontra ligada a posições que no esquema detenham a simbologia “X”, pois caso contrário, algo está mal.

Estes dois casos apresentados estão representados no conector em análise e descritos na legenda da figura seguinte. Verifica-se assim que nos espaços correspondentes às posições 9, 11, 12 e 13 não será ligado qualquer circuito, e nos espaços 1, 6 e 7 os fios serão ligados posteriormente.



Figura 68 Análise das inserções do conetor

Ainda partindo do exemplo anterior, no esquema das submontagens dos postos seguintes, deve ter-se também a informação de que já foi previamente colocado um circuito. Dessa forma, o operador tem uma garantia de que está a realizar o processo de forma correta, caso se encontre lá o circuito anterior e na devida posição. Caso tal não se verifique, deve-se apurar se foi uma falha que passou de um posto anterior ou se não se escolheu o conector adequado para a realização da submontagem. Essa informação acerca do circuito colocado anteriormente deve incluir apenas uma bola representativa da mesma cor do

circuito presente. Não é colocada a secção nem o código do circuito já que essa informação foi dada anteriormente e não se considera que seja necessária repetir.

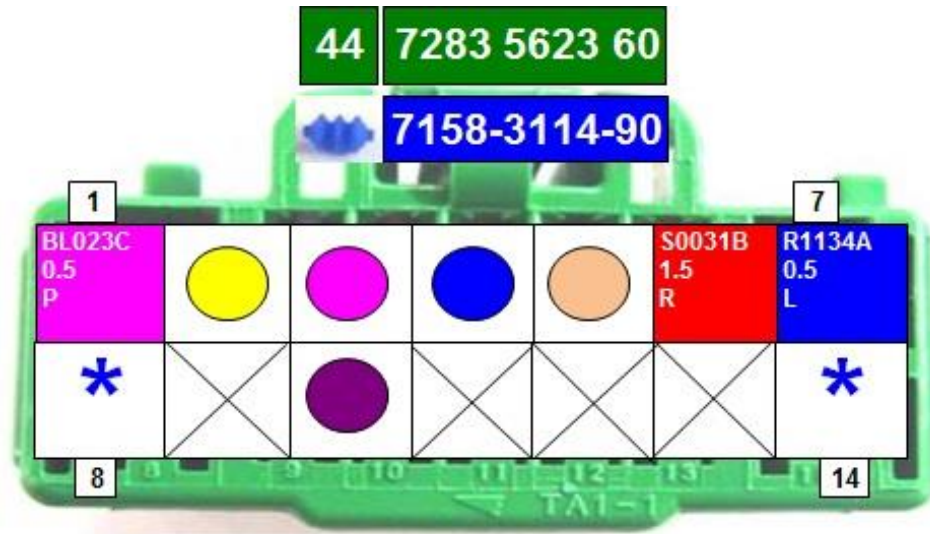


Figura 69 Conector com submontagem de posto anterior

Desta forma consegue-se alcançar uma instrução de trabalho de qualidade e completa, com tudo o que é necessário para informar os operadores das suas tarefas. Uma maior complexidade acarreta uma maior hipótese de os operadores efetuarem a submontagem incorretamente, e desta forma, construiu-se um esquema visualmente simples e intuitivo que tem como objetivo facilitar a interpretação da informação. O esquema deve ser padronizado para uma melhor compreensão do operador, por exemplo, deve-se usar sempre os mesmos tons de cada cor e o mesmo tipo de letra, facilitando a sua interpretação. Os esquemas têm como objetivo serem claros e apenas incluir as especificações necessárias para os operadores. Todos estes parâmetros vão de encontro ao analisado na revisão do estado de arte.

As instruções de trabalho colocadas nos postos de trabalho devem estar sempre identificadas com um cabeçalho específico segundo normas Yazaki com identificação da Marca, Família e Produto, do posto a que corresponde a instrução em causa e ainda do código do processo.

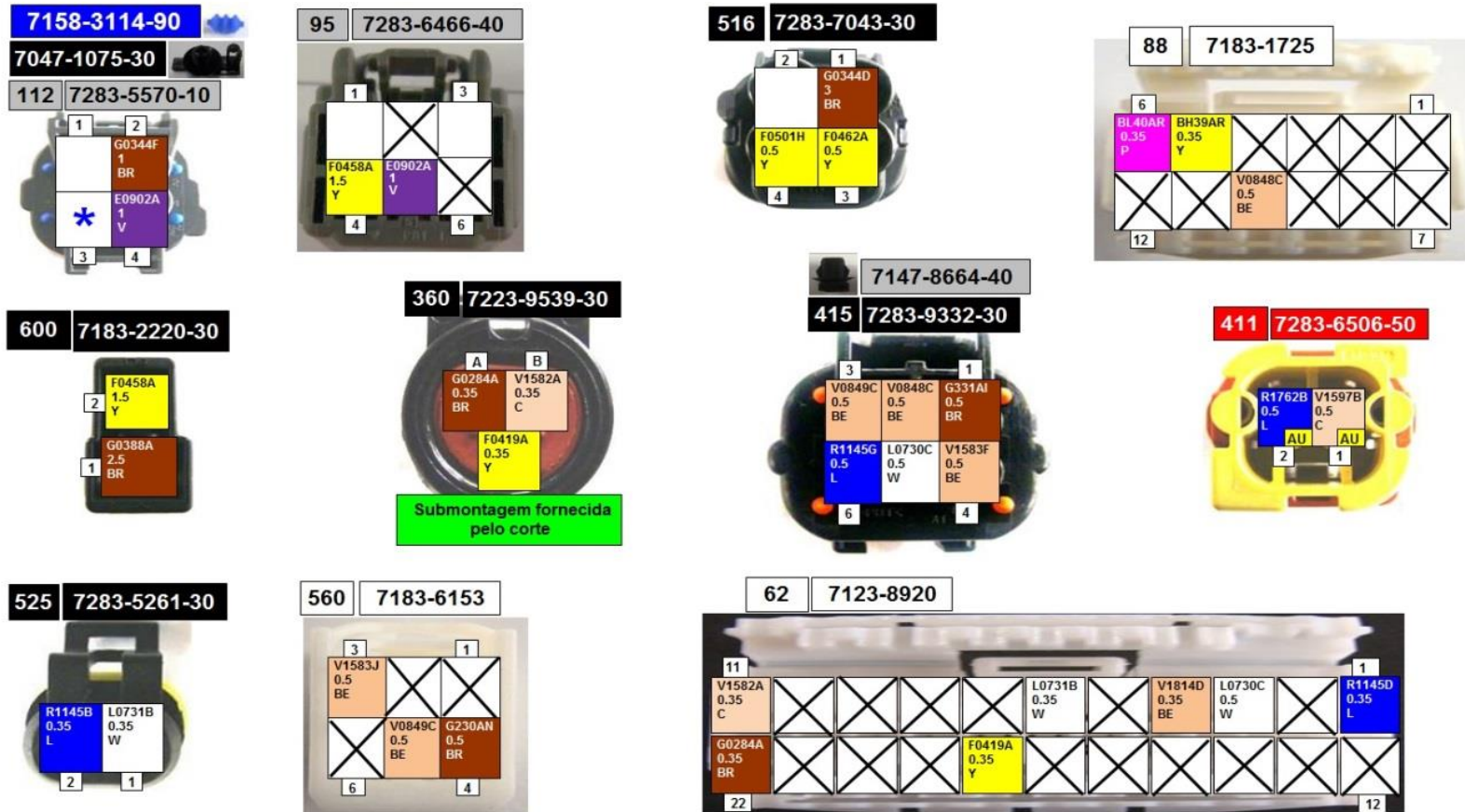


Figura 70 Exemplo representativo de norma de submontagem

9. INFORMATIZAÇÃO DE ESQUEMAS DE SUBMONTAGEM DE FIO

No sentido de inovar tecnologicamente e tornar mais eficientes as instruções de trabalho, reduzindo possíveis erros e tempos de processamento, foi proposta a informatização dos esquemas de submontagem da cablagem do *body* do modelo McLaren P13.

Neste capítulo é apresentado o projeto que visa disponibilizar em formato digital os esquemas de submontagem, é analisado todo o projeto e é feita uma descrição pormenorizada da aplicação criada. No final do capítulo são apresentados os resultados obtidos na implementação do projeto.

9.1. ANÁLISE DO PROJETO

Antes de começar a criação de uma aplicação deve-se entender o funcionamento de todo o processo no qual vai ser aplicada e definir claramente a sua finalidade. Conforme analisado no levantamento do problema, atualmente na linha de montagem correspondente ao modelo McLaren P13 existem diversas estantes com esquemas de submontagem distribuídos. O objetivo passa por converter o papel com os esquemas de submontagem

previamente construídos para formato digital, simplificando e clarificando as instruções de trabalho aos operadores e gerindo o espaço de forma mais adequada.

Foram construídos dois esquemas diferentes, um contendo toda a informação dos produtos LHD e outro contendo informações acerca dos produtos RHD. Ao informatizar, esses mesmos esquemas, foi realizada uma divisão produto a produto tornando a informação objetiva e única para o produto em produção, minimizando o risco de erros humanos, principalmente a formação de circuitos erróneos, aquando da leitura e interpretação dos esquemas. Dessa forma desapareceram as notas com os produtos que usam ou os produtos que não usam os componentes e circuitos não comuns.

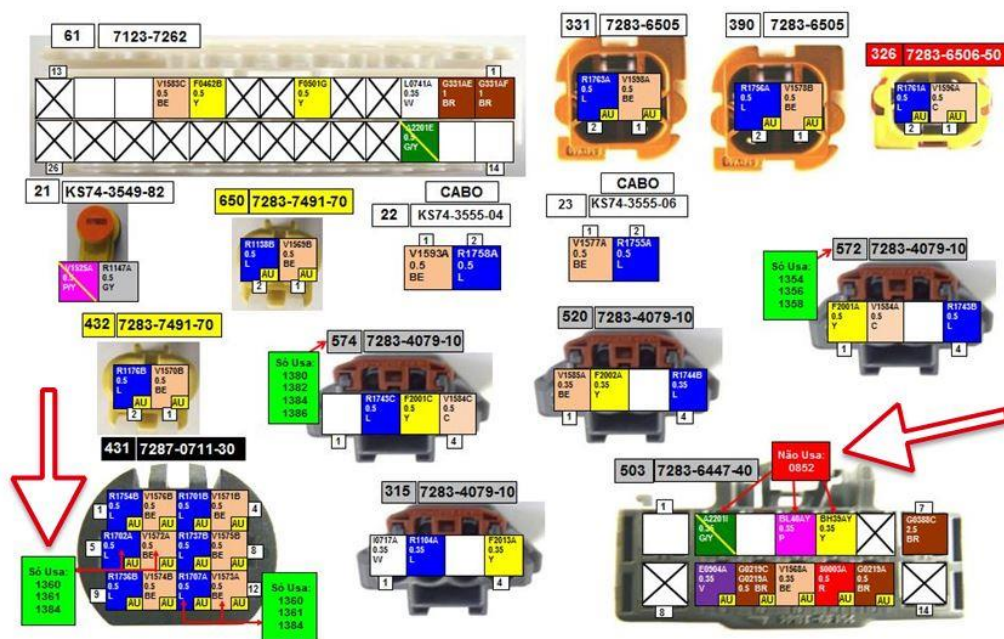


Figura 71 Eliminação das notas referentes a conectores e circuitos não comuns

Para proceder à informatização da linha deve colocar-se um ecrã por estante com os esquemas de submontagem correspondentes. Cada posto de fio é constituído por 3 estantes, ou seja, são necessários 3 ecrãs por posto de trabalho. Nos ecrãs de cada posto, as imagens a mostrar são diferentes e dependem das submontagens atribuídas na sequenciação e previamente representadas nos esquemas construídos em Excel. Desta forma, no primeiro ecrã do posto 1 estarão representados os primeiros conectores a serem montados, no segundo ecrã, os seguintes e assim sucessivamente, mas sempre do posto em causa.

9.2. DESCRIÇÃO DO NOVO PROCEDIMENTO

Para que os esquemas de submontagem de cada ecrã sejam dispostos de forma automática aquando da montagem de cada produto, foi desenvolvida uma aplicação informática em parceria com o Departamento de Tecnologias de Informação e de Sistemas de Informação.

A aplicação vai ter disponível, numa base de dados organizada por posto e estante, todas as imagens dos esquemas de submontagem para os diferentes produtos. Essas imagens são libertadas nos ecrãs, quando a chefe de linha selecionar via *scanner* o produto que vai dar entrada em produção. O facto de ser selecionado o produto recorrendo ao *scanner*, funciona como mecanismo de controlo, certificando que os esquemas apresentados nos ecrãs correspondem ao produto em produção.

Por vezes está mais que um produto em produção na linha, ou seja, quando no posto 1 entra um novo produto, os restantes postos ainda estão a completar o produto anterior. Neste caso, as imagens não podem atualizar automaticamente em todos os ecrãs. A chefe de linha seleciona o produto que vai entrar em produção e as imagens ficam em espera, até que o operador de cada posto indique que terminou o produto.

O processo pode ser descrito de forma breve:

- A chefe de linha seleciona recorrendo ao *scanner* o produto que está pronto a iniciar a produção;
- As imagens correspondentes a esse produto ficam disponíveis nos ecrãs de todos os postos;
- Quando um produto diferente entra em produção a chefia seleciona novamente indicando que está pronto a entrar em produção;
- As imagens correspondentes a esse produto ficam em espera em todos os postos;
- Conforme os operadores de cada posto forem terminando o produto, devem indicar no botão destinado ao efeito que a produção;
- As imagens do produto seguinte aparecem nos ecrãs consoante o clique dos operadores;

Devem ser atribuídas permissões diferentes aos operadores, ao chefe de linha e ainda ao administrador da aplicação. Os administradores serão os responsáveis pelos processos de Engenharia de Produção, e terão acesso a conteúdos de administração como o carregamento e atualização das imagens e a gestão de estações, marcas, famílias e produtos. O chefe de linha é autorizado a selecionar os produtos que dão entrada em processo e ainda em retroceder para que o produto anterior seja visualizado nos terminais. No caso em que os operadores se enganam e avancem para o produto que estava em espera antes de terminar o anterior, é necessário recorrer ao chefe de linha para retroceder. Os operadores apenas têm permissão para visualizar as imagens dos produtos e dar a ordem como terminada para avançar ao produto seguinte.

9.3. EQUIPAMENTO

Tendo em conta a organização da linha P13, foi necessário listar o equipamento necessário para proceder à informatização. Sabendo então o número de postos e estantes, calculou-se a quantidade necessária de ecrãs. Neste caso, como cada um dos 4 postos de trabalho tem 3 estantes, foram necessários 12 ecrãs. Considerou-se que a dimensão ideal para os ecrãs, tendo em conta o tamanho das estantes e com o objetivo de consolidar o máximo de folhas A3 dos esquemas de submontagem de forma perceptível, foi de 32 polegadas.

Para a realização deste projeto foi ainda sugerido a utilização de um microcomputador *raspberry* em cada um dos ecrãs para apresentação das imagens. Este microcomputador tem diversos recursos, tais como, uma porta HDMI (*High-Definition Multimedia Interface*), portas USB, vídeo e áudio, e uma conectividade abrangente, pode ser ligado a televisores e computadores. A utilização de um *raspberry* é vantajosa ao projeto, por apresentar um reduzido custo associado à capacidade de executar tarefas simples que são necessárias. O *raspberry* caracteriza-se ainda por ser de reduzida dimensão, facto que é favorável para a ocupação e organização do espaço de trabalho.

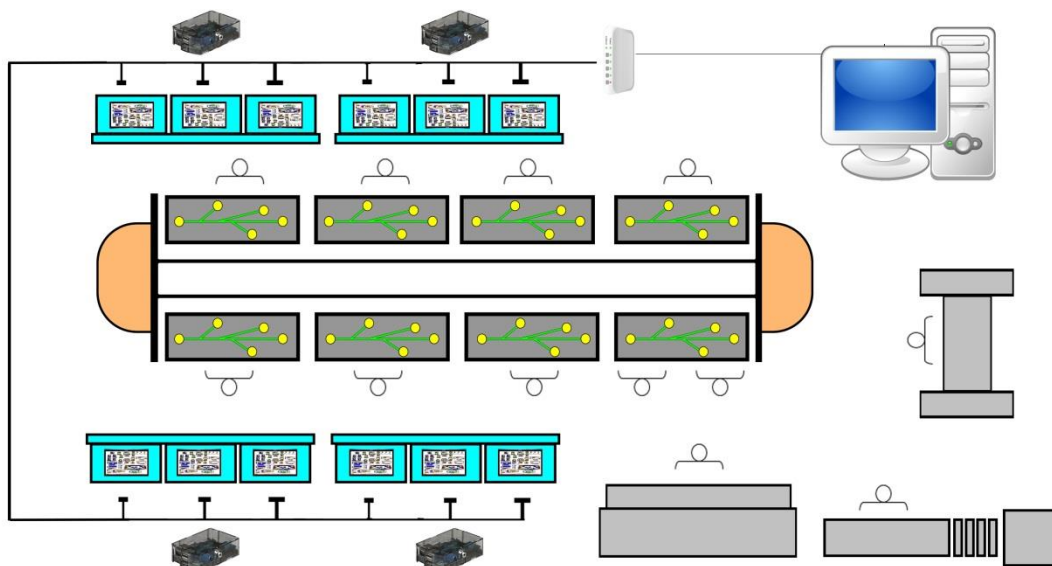


Figura 72 Distribuição da aplicação pela linha

Para o administrador responsável pela linha P13 não se verificou a necessidade de adquirir qualquer equipamento pois estes têm disponíveis computadores individuais no departamento de Engenharia de Produção para todo o tipo de utilizações necessárias. Para a seleção dos produtos e para a gestão de estados dos produtos, o chefe de linha necessitou de um computador e de um *scanner*. Foi ainda necessário obter cabos HDMI para a conexão dos *raspberry* com os ecrãs. Para os operadores indicarem o término da tarefa de submontagem foi necessário disponibilizar um rato por posto.

Tabela 5 Orçamento do material necessário

Quantidade Necessária	Material Necessário	Preço unitário
12	Cabo HDMI	8,11 €
12	<i>Raspberry</i> PI 3 + SO <i>Noods</i> + Caixa	49,91 €
12	LCD 32'	239,99 €
4	Rato	4,99 €
1	Computador de secretária	469,00 €
1	<i>Scanner</i>	153,00 €
TOTAL		4 218,08€

O investimento inicial é de valor considerável, no entanto, a longo prazo espera-se que seja compensado principalmente através da redução de defeitos causados por circuitos erróneos e através de um aumento da produtividade.

9.4. APLICAÇÃO DESENVOLVIDA

A aplicação desenvolvida em parceria com o Departamento de Tecnologias de Informação e de Sistemas de Informação foi nomeada *Yazaki Information of Subassembly Schemes* (YISS). A interface da aplicação é simples e intuitiva para que os colaboradores não tenham dificuldades na utilização da mesma.

Os diagramas de *Use Cases* têm como função auxiliar a comunicação entre os analistas e os clientes. Este diagrama descreve um cenário que mostra as funcionalidades do sistema do ponto de vista do utilizador e é representado por atores, *use cases* e relações entre estes elementos.

O ator é representado pelo seguinte desenho e por um rótulo com o nome do ator e representa um utilizador do sistema que pode ser humano ou outro sistema computacional. Um *use case* é representado por uma elipse e um rótulo com o nome do *use case* que representa uma funcionalidade do sistema.

Os relacionamentos ajudam a descrever os *use cases*, entre um ator e um *use case*, entre atores, e entre *use cases*. O sistema é representado por um retângulo que envolve os *use cases* que compõe o sistema, e o nome do sistema encontra-se dentro desse retângulo

Após a análise das características dos diagramas Use Case foi possível a criação de um diagrama referente à aplicação criada.

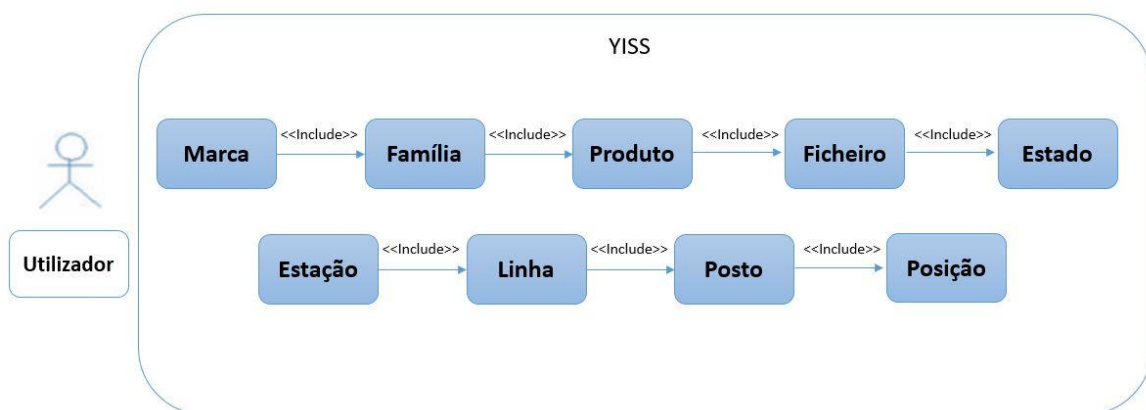


Figura 73 Diagrama *Use Case* da aplicação YISS

Um modelo entidade-relação é um modelo de dados que tem como objetivo descrever os dados ou aspetos de determinada informação, de uma forma abstrata que na última análise, serve para ser implementada numa base de dados. Os principais componentes dos Modelos

Entidade-relação são as entidades, ou objetos, as suas relações e o armazenamento em bases de dados.

A figura seguinte tem representadas as tabelas criadas num diagrama da base de dados da aplicação.

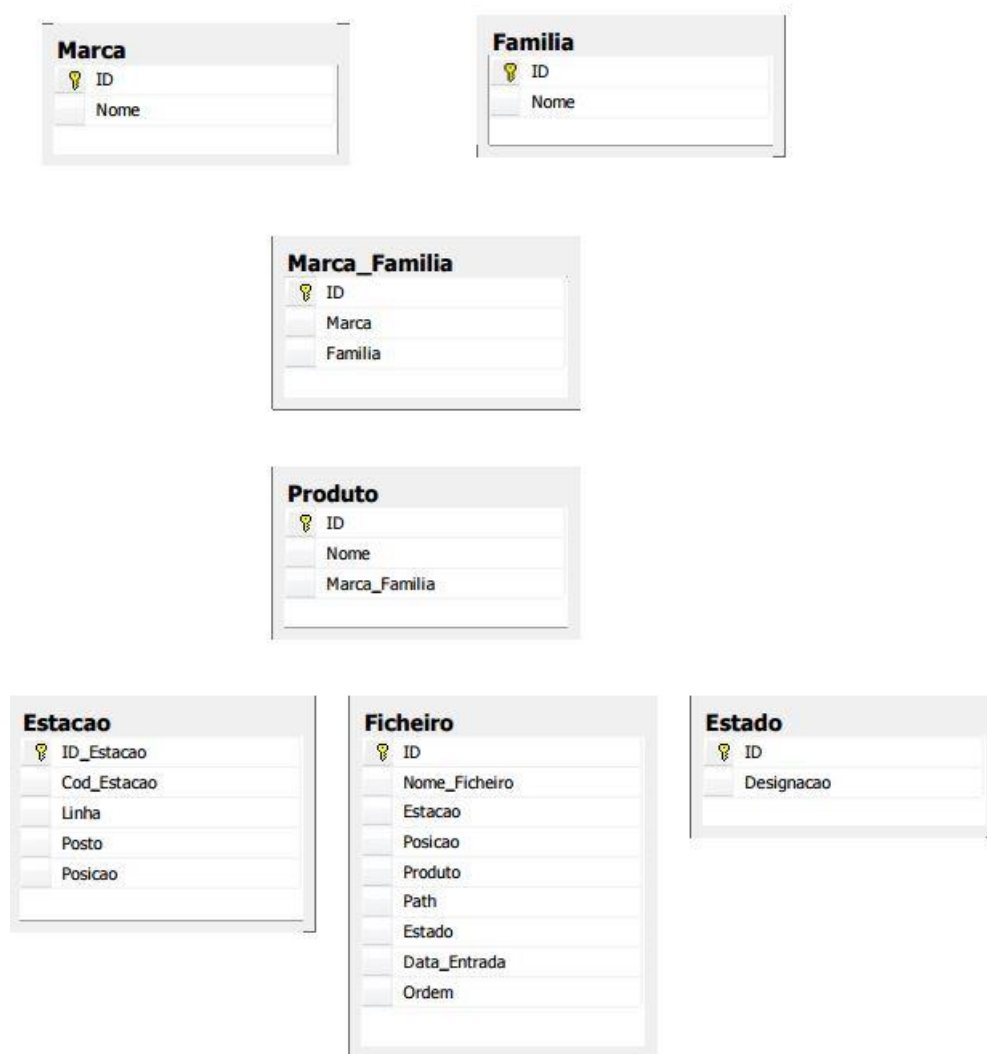


Figura 74 Diagrama da base da dados da aplicação YISS

A página inicial (HOME) é a página de seleção do produto. Esta seleção pode ser feita via *scanner* como planeado, e pode também ser feita manualmente, caso haja essa necessidade. Neste caso, é selecionada a marca e a família do produto, de modo a filtrar as opções a um número mais restrito de produtos e facilitar a escolha da chefe de linha.

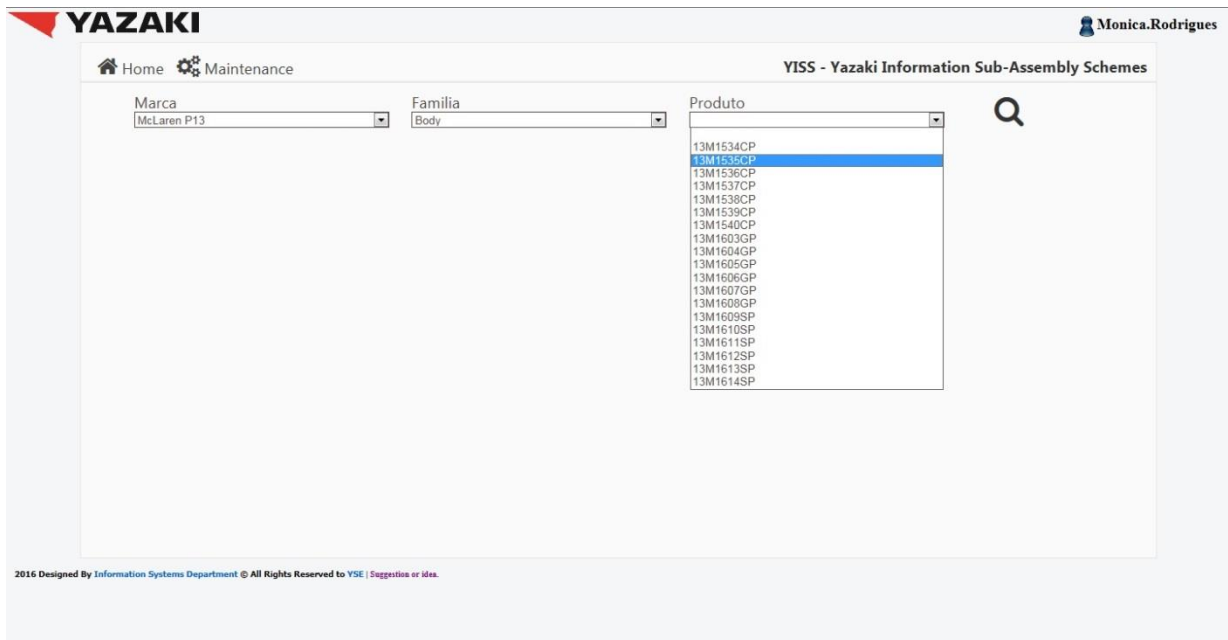


Figura 75 Página inicial para seleção de produtos

Além da página inicial existe ainda uma página dedicada à manutenção das tabelas de dados. O chefe de linha não tem total acesso à zona de manutenção da aplicação, apenas o administrador da aplicação tem permissões totais.

O administrador da aplicação é responsável pela criação e manutenção das tabelas da base de dados. Especificamente na criação das marcas, famílias e produtos para os quais a aplicação vai funcionar.

O menu atribuído à manutenção (*maintenance*) da aplicação apresenta diferentes janelas, entre as quais, Estações, Marcas, Famílias, Produtos e Ficheiros. No separador correspondente às Estações podem acrescentar-se estações e atribuir um código a cada uma. Deve-se especificar a linha, posto e posição de cada localização que inclui esquema para realização de submontagem. É possível ainda neste separador eliminar estações.

YAZAKI Monica.Rodrigues

Home Maintenance

Estações Marcas Famílias Produtos Ficheiros

ID	Código Estação	Linha	Posto	Posição	Opções
1	YSE12LPT020	1	1	1	
2	YSE13LPT010	1	1	2	
3	RASPBERRY01	1	2	1	
4	YSE12DKT005	1	2	2	
5	YSE12LPT036	1	3	1	

2016 Designed By Information Systems Department © All Rights Reserved to YSE | Suggestin or idea.

Figura 76 Separador de gestão das estações

É importante a criação e manutenção de tudo o que diz respeito às estações de trabalho porque as linhas não apresentam todas o mesmo *layout*, e assim é permitido ao administrador definir o número de postos de trabalho e a quantidade de posições que existem por posto consoante a linha em causa e o respetivo balanceamento.

Para a criação das estações selecionou-se o botão adicionar (+) no separador correspondente às estações. Dessa forma obteve-se uma nova caixa de diálogo, em que foi necessário introduzir o nome do *Raspberry* e a linha, posto e posição a que o mesmo está associado.

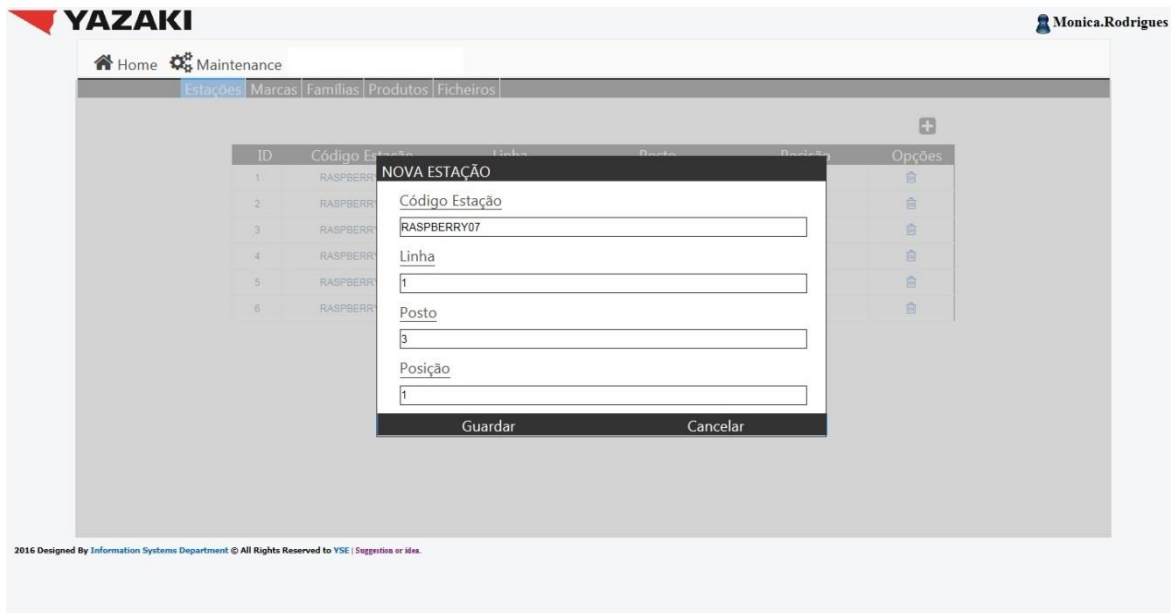


Figura 77 Adicionar estações

Depois de terminado o processo será apresentada a lista com todas as estações adicionadas e as respetivas características atribuídas.

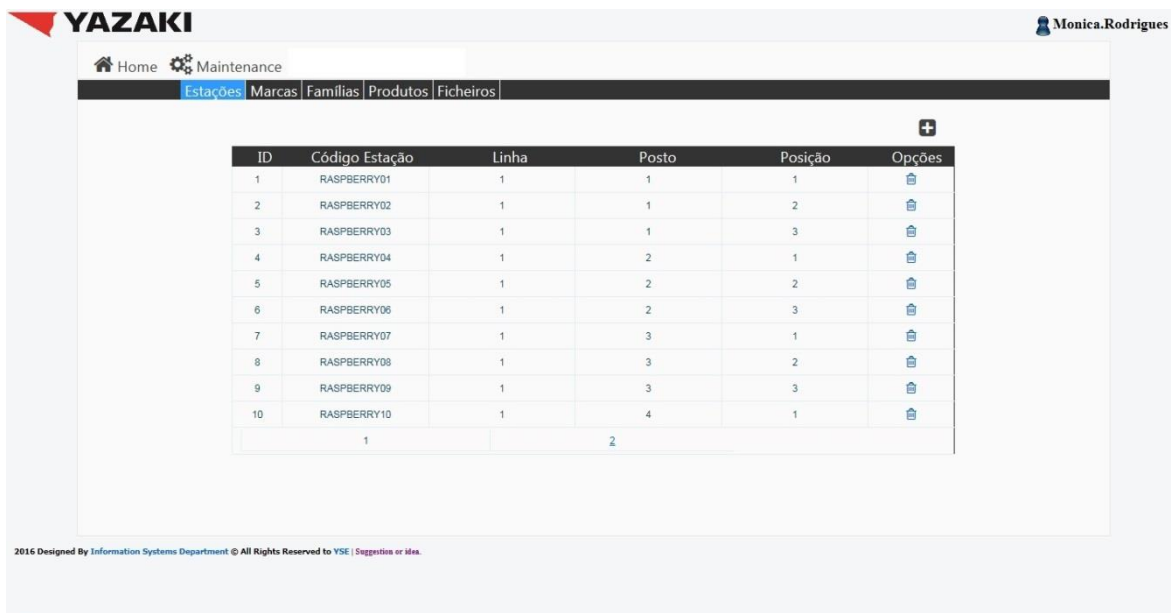


Figura 78 Totalidade de estações adicionadas

No caso específico do projeto serão criadas 12 estações diferentes cada uma com o seu ID (número de identificação), 3 para cada um dos 4 postos de trabalho da linha em causa. A cada uma dessas 12 estações será associado um ficheiro que inclui o esquema de submontagem.

No separador das Marcas é possível visualizar, acrescentar e eliminar as marcas existentes.

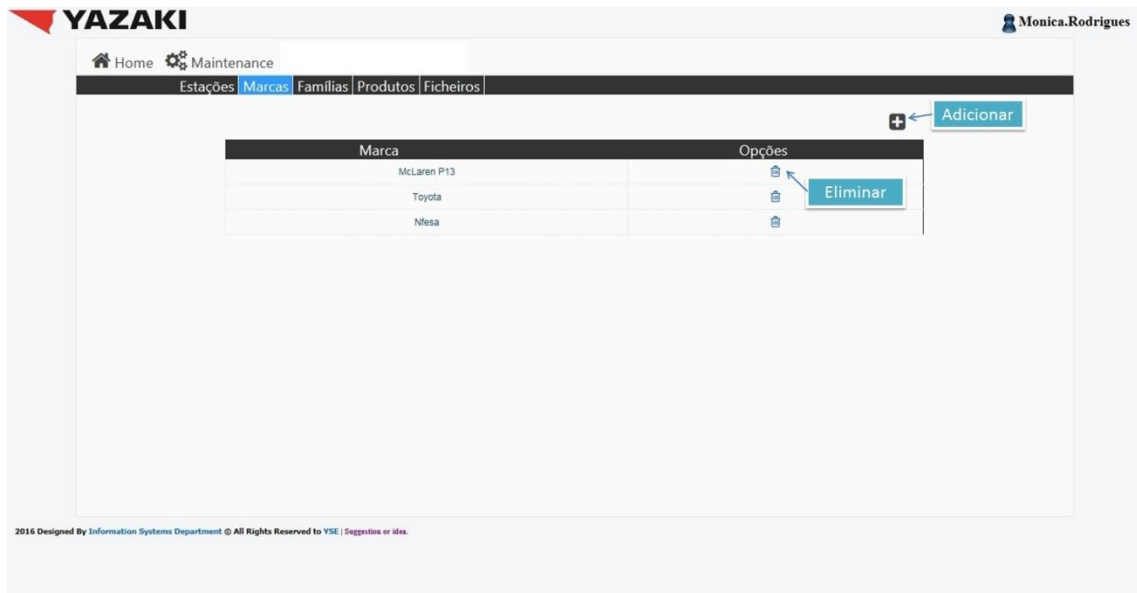


Figura 79 Separador de gestão das marcas

O projeto só foi aplicado ao modelo McLaren P13, no entanto, para reconhecimento de funcionamento no caso da existência de diversas marcas, introduziram-se ainda dados referentes à marca Toyota e Nfesa.

No separador dedicado às famílias, são adicionadas ou eliminadas as famílias em que se encontram divididas as marcas. No caso do modelo McLaren P13, a família que interessava era o *Body*, no entanto para validação da aplicação foram ainda adicionadas outras famílias às marcas disponíveis.

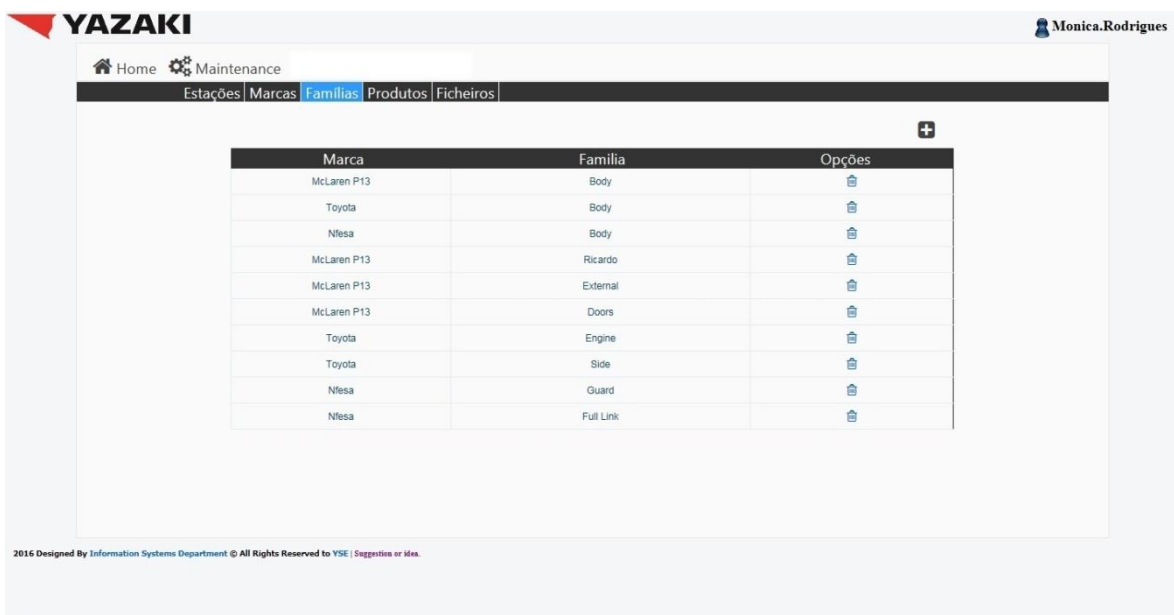


Figura 80 Separador de gestão das famílias

Dentro de cada marca e cada família existem ainda diversos produtos diferentes. Na criação das tabelas dos produtos foi adicionado um filtro de marca e família de forma a minimizar a quantidade de produtos apresentados. Da mesma forma que nas restantes tabelas, é possível visualizar, adicionar ou eliminar cada produto.

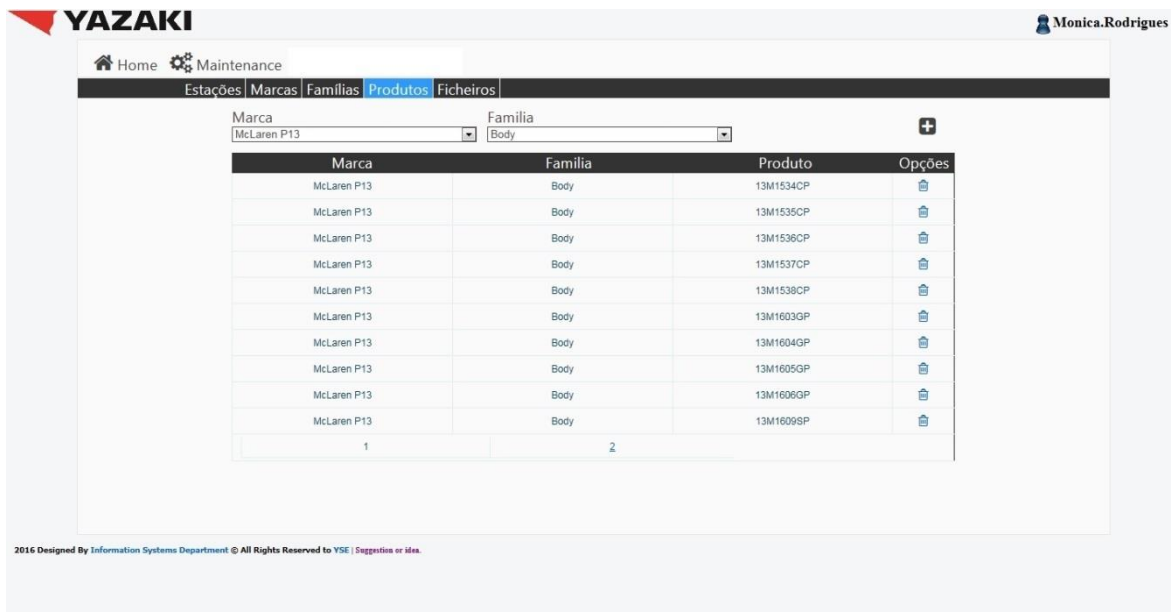


Figura 81 Separador de gestão dos produtos

Por fim, no separador correspondente aos ficheiros é feito o *upload* das imagens com as instruções de submontagem. Neste separador encontram-se disponíveis opções como visualizar o ficheiro carregado e adicionar ou eliminar ficheiros.

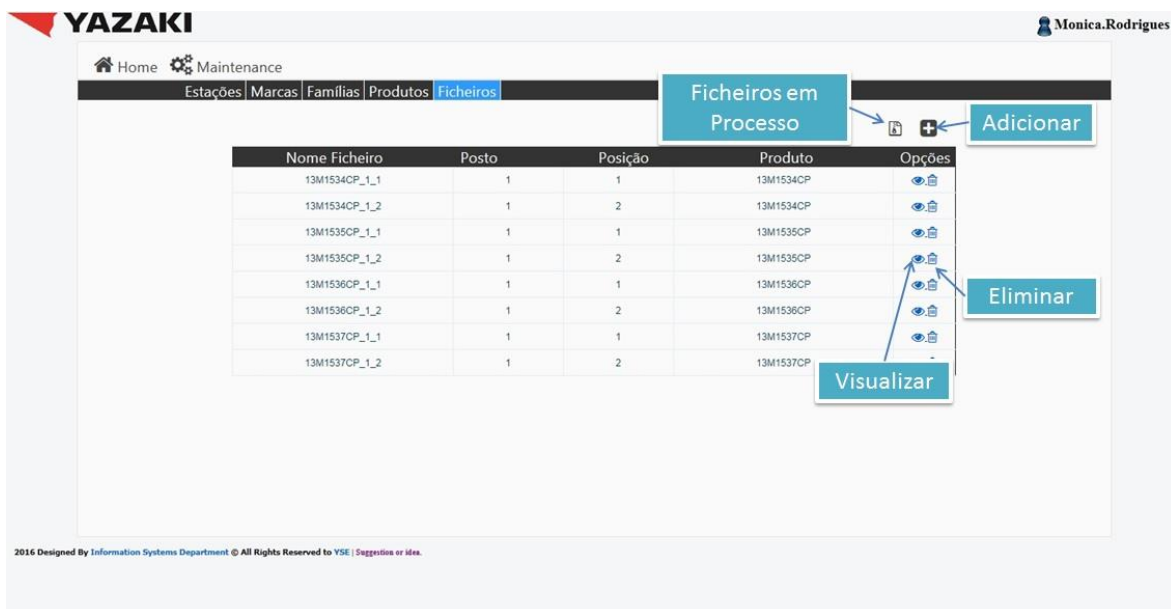


Figura 82 Separador de gestão dos ficheiros

A cada posto e posição foi então associado um ficheiro com a imagem dos esquemas de submontagem e assim ficou diretamente ligado o número de esquemas com o número de estações existentes. O ficheiro é carregado pelo administrador que deve seleccionar a opção de adicionar (+) o ficheiro.

Uma janela nova aparece, onde se carrega a imagem e identifica qual o posto e posição a que pertence. Ao seleccionar a opção “Guardar” é feito o *upload* do ficheiro. Posteriormente esse ficheiro pode ser eliminado ou editado, mas também apenas pelo administrador.

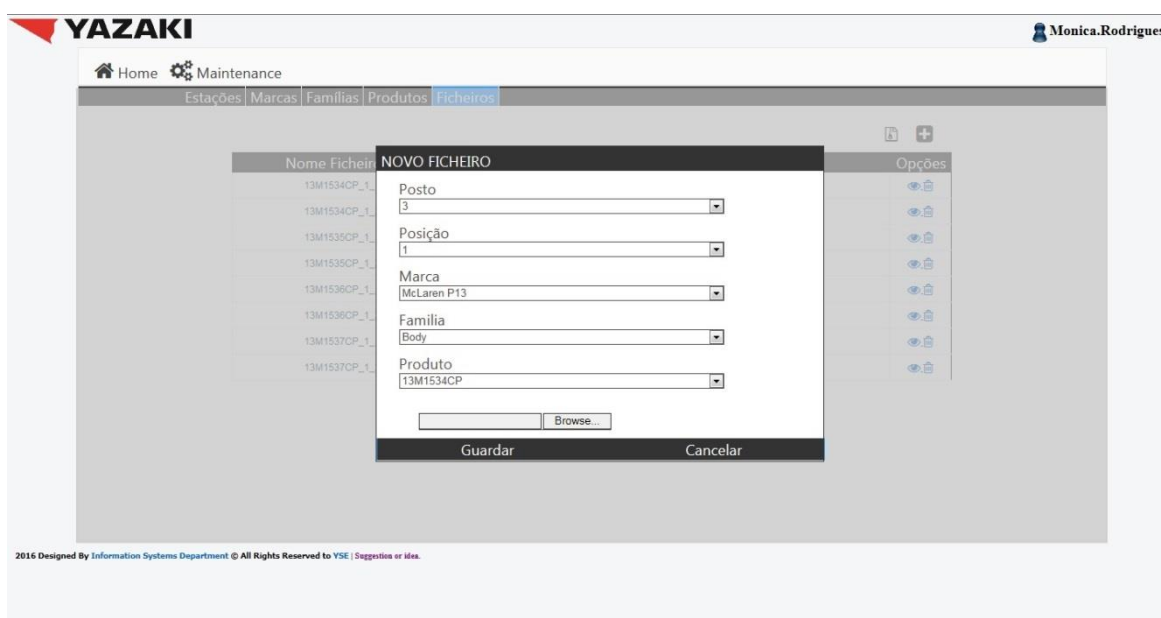


Figura 83 Adicionar “Novo Ficheiro”

Na aplicação é possível observar informações como o estado dos produtos por posto, ou seja, se já foram processados, se estão a ser processados no momento ou em espera de processamento. Esta zona da manutenção é visível para os administradores e também para os utilizadores com permissões associadas a chefe de linha. Para aceder a esta seção, o chefe de linha selecciona o menu de manutenção e é automaticamente redirecionado para o menu de ficheiros em processo. Já o administrador necessita de recorrer ao botão com a opção “Ficheiros em Processo” disponível na seção de manutenção de ficheiros.

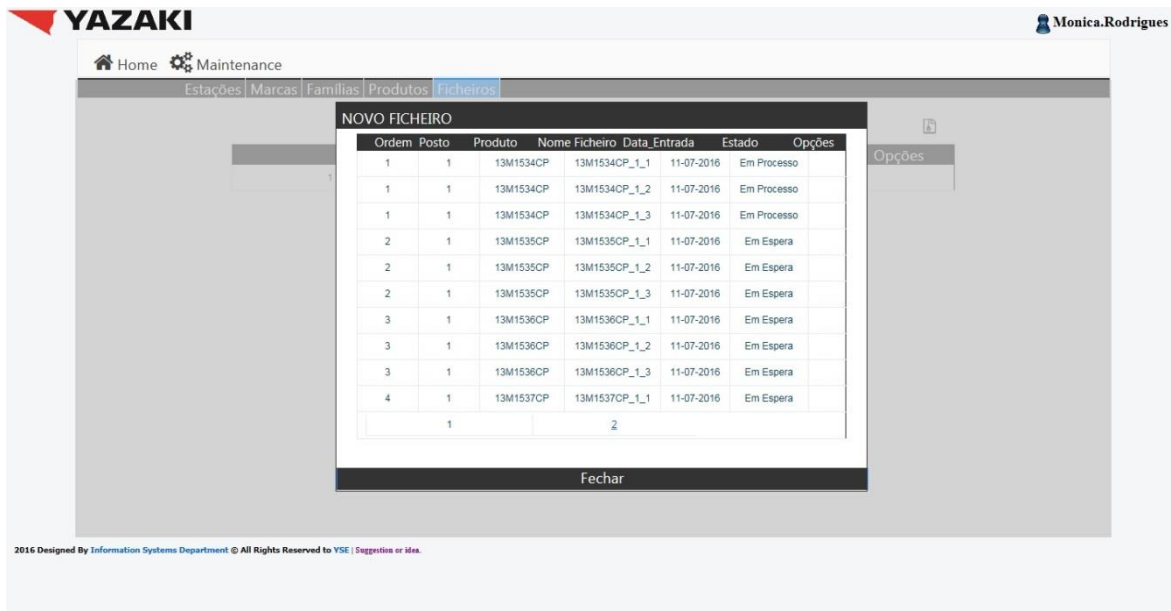


Figura 84 Informação do estado dos produtos no posto 1

Considerado o exemplo presente na imagem 83, depois de terminadas as submontagens associadas ao produto em processamento, o estado altera para “processado” e o produto que estava em espera passa a ser o produto “em processo”. Surge também a opção de retrocesso.

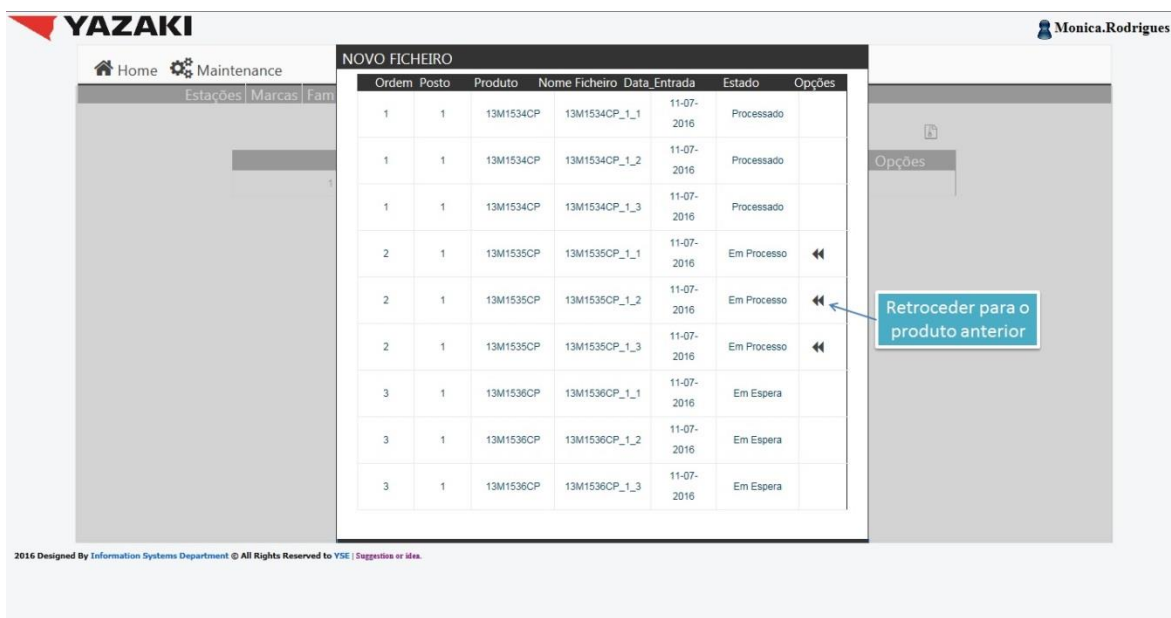


Figura 85 Informação do estado dos produtos no posto 1 e opção de retrocesso

Neste exemplo estão representados os três ecrãs do posto 1 e a data de entrada em produção de cada um dos diferentes produtos carregados. É possível constatar que está ainda um produto em espera, de ordem 3.

Nos ecrãs das estações de trabalho estão presentes as imagens das submontagens necessárias para cada produto. Essas imagens são apresentadas em ecrã completo incluindo um cabeçalho que fornece informações como a marca, o modelo e produto em processamento.

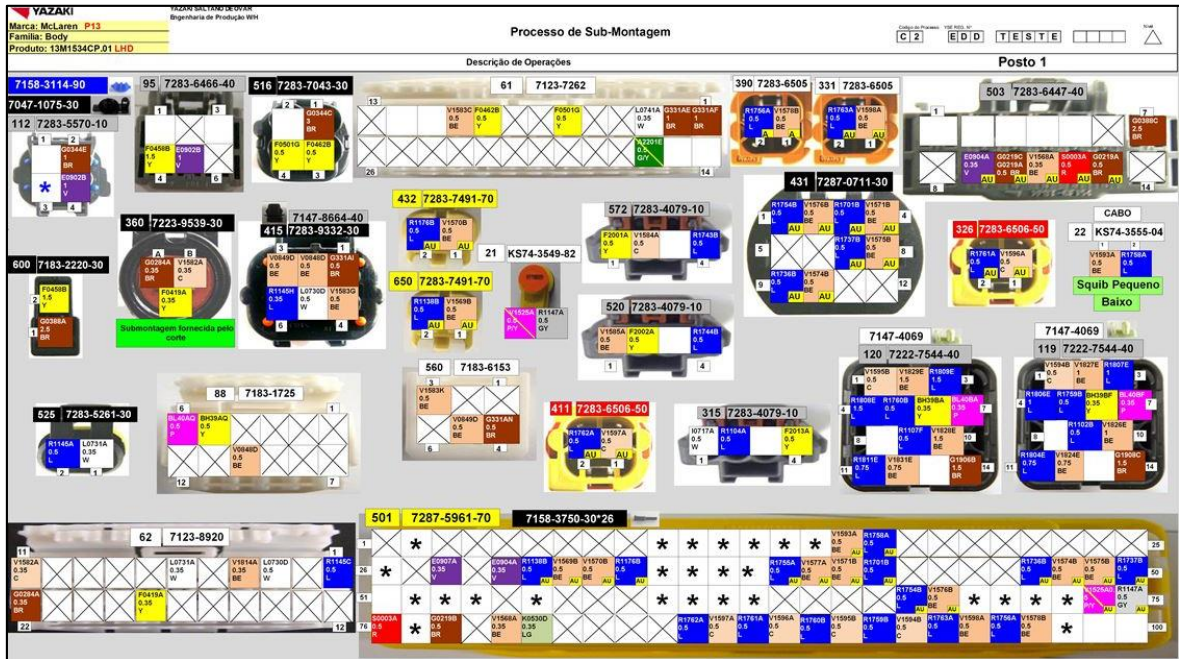


Figura 86 Ambiente de trabalho do operador

A imagem é também uma hiperligação, e quando surge um clique por parte do operador, é disponibilizada uma mensagem que questiona o operador acerca da certeza de fim de processo. Caso o operador indique que tem a certeza que terminou o processo, o ambiente de trabalho avança para o produto seguinte, caso indique que não concluiu o processo, a imagem mantém-se inalterável.

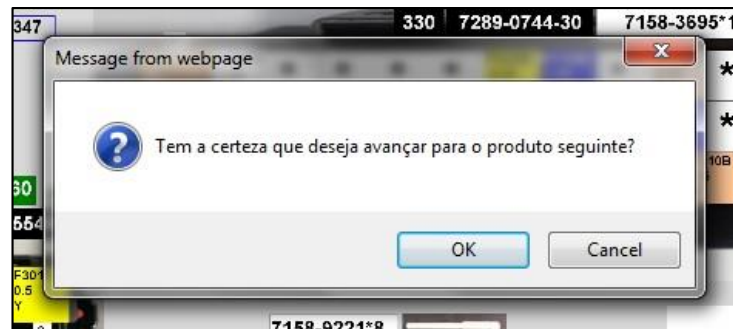


Figura 87 Validação de conclusão de processo

Os operadores não têm acesso às tabelas, apenas visualizam no cabeçalho qual o produto que está em montagem servindo como mecanismo de controlo. Depois de validada a conclusão do processo, os operadores não podem retroceder, sendo necessário recorrer ao chefe de linha.

A aplicação antes de ser implementada e testada em produção, passou ainda por uma fase de testes de utilização intensiva, de forma a encontrar e corrigir potenciais defeitos e erros. Desta forma foi possível testar e simular diversos cenários para que a implementação na linha ocorresse de forma adequada, reduzindo a possibilidade da ocorrência de erros de funcionamento que gerem atrasos na produção.

9.5. IMPLEMENTAÇÃO DA APLICAÇÃO NA PRODUÇÃO

Para analisar a futura implementação da aplicação desenvolvida na linha de montagem, foi realizada uma fase de testes. Essa fase consistiu na colocação de dois ecrãs no primeiro posto de trabalho com os raspberry conectados por cabo HDMI.

Os raspberry foram configurados com o sistema operativo Ubuntu, um sistema rápido e estável, que permite efetuar configurações e instalações de forma simples e gratuita. Posteriormente foi instalado o navegador Web gratuito Mozilla Firefox, que é o navegador *standard* da Yazaki, e foi a plataforma escolhida para a abertura da aplicação web desenvolvida, YISS.

De forma a abrir automaticamente o Firefox nos raspberry adicionou-se o programa às opções de arranque do sistema. Ao arranque foi atribuído um atraso (*Sleep*) de 30 segundos de forma a primeiramente estabilizar a conexão à rede. Para que além de abrir automaticamente, o Firefox abra em modo de ecrã completo, foi instalada uma extensão desenvolvida para Firefox, de nome *FullScreen*, desenvolvida por Jan Mach. Por fim, atribuiu-se como página principal (*homepage*), o endereço correspondente à área de trabalho do operador (*operator workspace*). Desta forma, o operador não tem a necessidade de intervir em nenhum processo relacionado com a abertura da aplicação, já que ao ligar os raspberry a aplicação arranca em ecrã completo.

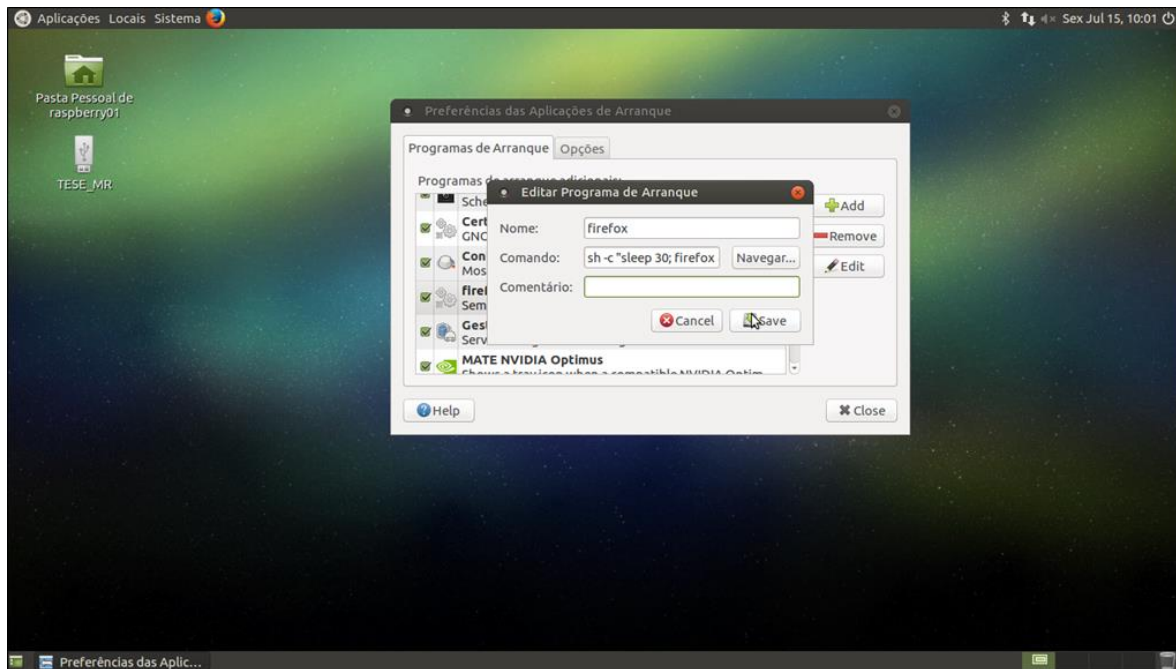


Figura 88 Adição do Firefox aos programas de arranque no SO Ubuntu

Os *raspberry* colocados nos ecrãs em uso no posto de trabalho 1, foram conectados em rede com o computador da chefe de linha. Aos utilizadores do computador da chefe de linha foram dadas apenas as permissões de administração estipuladas anteriormente tendo em conta as necessidades de utilização da aplicação.

O responsável do departamento de Engenharia de Produção pelo modelo McLaren P13, tem como responsabilidade carregar os esquemas criados para todos os produtos do modelo P13. Dessa forma, efetuou a criação de estações, marcas, famílias, produtos e o carregamento dos ficheiros.

Na fase de testes o chefe de linha acede ao seu utilizador e na página inicial da aplicação submete de forma ordenada os produtos que entram em produção durante o turno de trabalho. As imagens ficam de imediato disponíveis nos ecrãs. A aplicação demonstrou um funcionamento correto, que vai de encontro ao objetivo aquando dos testes realizados no departamento de engenharia.



Figura 89 Ecrãs disponíveis no primeiro posto de trabalho

9.6. ANÁLISE DE RESULTADOS

Na fase de teste da aplicação em produção, foi possível analisar alguns resultados notáveis a curto prazo. Quando analisado o *feedback* dos operadores, do chefe de linha e do administrador, concluiu-se que estes não apresentaram dificuldades na utilização da aplicação.

Os operadores apenas necessitavam de ligar os ecrãs no início do turno de trabalho e conforme fosse avançando na produção efetuar o clique no rato. Desta forma, quando terminava o produto e fazia o clique, os esquemas atualizavam para o produto seguinte. Não surgiram erros no processamento dos ficheiros e todos os ecrãs do posto atualizaram simultaneamente a imagem aquando do clique, conforme o objetivo.

O chefe de linha tem à sua disposição uma norma de funcionamento da aplicação, para permitir a compreensão dos processos que tem permissão de usar. Da mesma forma que o operador, este não apresentou dificuldades na utilização da aplicação, devido às instruções disponibilizadas na norma de funcionamento bem como da simplicidade de utilização da plataforma. O chefe de linha submeteu com sucesso os produtos listados para produção e quando surgiu a necessidade de regressar ao produto anterior em exibição, também não encontrou dificuldades.

O administrador conseguiu criar sem dificuldade todas as tabelas necessárias e inserir os ficheiros correspondentes a todos os produtos do modelo P13. Foi também disponibilizado uma norma de administração da aplicação YISS que tem como objetivo explicar detalhadamente cada passo necessário no uso da mesma. A norma tem imagens e avança em passos curtos com explicação de todos os detalhes necessários.

Quando considerado os aspetos relativos à visualização dos esquemas, por parte dos operadores, constata-se que o facto de apenas apresentar as características individuais de cada produto foi vantajoso. Assim, o operador reduziu tempos usados nas operações de submontagem, principalmente porque diminuiu o tempo de procura e análise no esquema das submontagens características do produto.

Tendo ainda em conta que o número de conetores dispostos diminuiu, motivado pela exclusão das diferentes características de todos os produtos, o tamanho dos esquemas aumentou e permitiu uma melhor visualização por parte dos operadores. As imagens tornaram-se maiores e conseqüentemente mais nítidas auxiliando a uma mais rápida interpretação das conexões.

A disposição do ecrã também foi uma vantagem visual e ergonómica para os operadores. Os ecrãs foram colocados com uma inclinação adequada aos operadores, em detrimento dos esquemas em papel que se apresentavam verticalmente expostos, para além de refletirem a luz na capa de plástico em que estavam inseridos. Considerou-se este posicionamento vantajoso em termos de ergonomia porque estando ao alcance visual dos operadores, ao longo do dia o cansaço é reduzido devido à toma de uma postura mais adequada.

O facto de o ecrã ter uma luminosidade considerável permitiu que os operadores visualizassem e interpretassem de melhor forma os esquemas quando comparado ao esquema impresso.

Espera-se que todos estes fatores analisados na revisão do estado de arte e associados à utilização da aplicação visual pelos operadores, possibilitem melhoras significativas no dia a dia de trabalho, e conseqüentemente uma possível redução de defeitos causados principalmente por circuitos erróneos. Será possível medir estes valores após um período de tempo de produção do modelo McLaren P13 recorrendo ao uso dos esquemas visuais digitais.

Conforme o pretendido, a YISS mostrou ser uma aplicação concebida a pensar na facilidade de utilização e a sua principal vantagem caracteriza-se pela facilidade nos acessos. As informações contidas na aplicação podem ser acedidas em qualquer computador com ligação à rede desde que fornecidas as devidas permissões. Outra vantagem em termos de acessos, é que como se trata de uma aplicação WEB, não é necessário instalar qualquer programa específico no computador, basta utilizar o navegador web recomendado pela empresa. Não foi necessário criar backups de dados, os ficheiros ficam hospedados na rede e se surgirem erros inesperados, o departamento de informática apenas necessita de corrigir e não é necessário recorrer a nova instalação máquina a máquina.

10. CONCLUSÕES

Os processos relacionados com melhorias contínuas em empresas são de elevada importância e responsabilidade e podem ser fundamentais no desempenho da empresa e num aumento do nível de competitividade da mesma na indústria. As melhorias têm de ser implementadas e continuamente trabalhadas de forma a possibilitar um aumento da eficiência produtiva bem como da qualidade do produto final.

A organização dos postos de trabalho recorrendo a metodologias *Lean* traz diversas vantagens no planeamento e na gestão da produção. Na YSE, as linhas de montagem estão organizadas com todo o material necessário à produção, devidamente identificado e nos locais apropriados. As quantidades de material são colocadas consoante a necessidade de produção, reduzindo assim custos por *stock* excessivo. Os componentes são colocados de forma organizada, com uma posição adequada aos operadores permitindo reduções de tempos de procura de material e reduzindo o cansaço dos operadores.

O balanceamento da linha de produção tem como finalidade distribuir tarefas uniformemente sobre os postos de trabalho minimizando o tempo de inatividade dos operadores e reduzindo estrangulamentos e excessos de capacidade da linha. O facto de a linha que foi objeto de estudo deste projeto apresentar um balanceamento melhorado e ajustado possibilita melhorias nas quantidades produzidas, evitando excesso ou falta dos

produtos finais. O balanceamento tem ainda a vantagem de promover um equilíbrio mais eficiente do funcionamento da linha de produção, reduzindo sobrecargas proporcionando uma melhor distribuição de tarefas.

Nas estações de trabalho, foram colocadas instruções visuais para os operadores, que sendo otimizadas proporcionam melhorias significativas na qualidade do produto final. Tratando-se de instruções visuais, as principais melhorias são relacionadas com aspetos ao nível do conteúdo apresentado e da capacidade visual do mesmo. A grande vantagem do controlo visual é a implementação de sistemas simples e intuitivos que ajudam as pessoas a melhor gerir e controlar os processos, evitando erros, desperdícios de tempo e maior autonomia das pessoas (Haug, 2015).

Os esquemas visuais fornecidos aos operadores apresentam instruções acerca das conexões realizadas nos diversos conetores que a cablagem inclui. Estes esquemas são organizados por estante e por posto, consoante a sequência atribuída no balanceamento da linha. Uma melhor organização destes esquemas permite melhorar as informações acerca do processo produtivo e permitem uma maior facilidade na interpretação de informações. Esta facilidade de interpretação permite um acréscimo na autonomia dos operadores para além de contribuir para reduções de erros.

A transformação de esquemas visuais anteriormente existentes em papel para o meio digital traz vantagens significativas medidas a curto prazo. Primeiramente, a aplicação WEB desenvolvida apresenta uma boa acessibilidade na sua utilização e caso surjam dúvidas, encontram-se disponíveis normas de utilização da mesma. A especificidade dos esquemas de submontagem por produto permite aos operadores uma mais simples e rápida interpretação das tarefas a realizar. A nível visual e ergonómico, a existência dos ecrãs melhora a postura no dia a dia dos colaboradores da empresa.

Quando considerado o impacto das melhorias desenvolvidas a médio e longo prazo, verifica-se que estas não são passíveis de avaliar devido ao curto período de estágio. No entanto, prevê-se que estas estejam principalmente relacionadas com uma redução significativa na quantidade de circuitos erróneos existentes, tratando-se do objetivo principal da implementação do projeto. Além do principal objetivo, prevê-se uma redução no gasto do papel porque sempre que surja uma alteração não é necessário imprimir todos os esquemas novamente, mas sim atualizar os ficheiros disponibilizados. Ao longo do

tempo a redução de fatores relacionados com o stress e a fadiga podem ainda ser tidos em conta na prevenção de possíveis ocorrências de doenças profissionais.

No decorrer do estágio, as principais dificuldades encontradas foram relacionadas com autorizações necessárias a nível Europeu para a criação e implementação da aplicação e ainda a escolha do hardware adequado mais vantajoso a nível financeiro. O desenvolvimento da aplicação e a aquisição de material necessário para a fase de testes, teve de ser alvo de uma análise minuciosa e fundamentada com as potenciais vantagens do projeto.

Como trabalho futuro, seria pertinente a implementação do projeto em todos os postos da linha McLaren P13 e a realização da análise anual dos defeitos causados por circuitos erróneos. Posteriormente devia-se comparar esses valores com os obtidos antes da inclusão da aplicação na linha. Desta forma seria possível tirar mais conclusões pertinentes da implementação do projeto e estudar a possível colocação do mesmo nas restantes linhas existentes na Yazaki Saltano de Ovar.

Atualmente, devido à crescente onda de digitalização da sociedade em que vivemos, são constantemente necessárias alterações no funcionamento de empresas a nível mundial. Existe um exigente nível de produtividade e competitividade internacional e de forma a evitar que sejam ultrapassadas no mercado, as empresas acabam por investir continuamente num potencial crescimento.

Referências Documentais

- AFIA. (2016a). Evolução Histórica. Retrieved March 18, 2016, from http://www.afia.pt/index.php?option=com_content&task=view&id=29&Itemid=43&lang=pt_PT
- AFIA. (2016b). INDÚSTRIA DE COMPONENTES PARA AUTOMÓVEIS. Retrieved March 18, 2016, from http://www.afia.pt/images/stories/dw2016/afia_indcompauto_pt_act20160219.pdf
- Arslankaya, S., & Atay, H. (2015). Maintenance Management and Lean Manufacturing Practices in a Firm Which Produces Dairy Products. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 207, 214–224. <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.10.090>
- Art of Lean, I. (2013). Toyota Production System Basic Handbook, 1–32. Retrieved from www.artoflean.com
- AutoEsporte. (2015). Ranking de produção de veículos. Retrieved March 18, 2016, from <http://g1.globo.com/carros/noticia/2015/03/brasil-perde-para-mexico-e-cai-para-8-em-ranking-de-producao-de-veiculos.html>
- Automotive industry. (2016). Retrieved March 18, 2016, from https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Special:Book&bookcmd=download&collection_id=542274528c52d00b4153f5db6d7486fcb43b32b7&writer=rdf2latex&return_to=Automotive+industry
- Brandão, J. P. T. F. (2013). *Melhoria do processo produtivo na Simoldes aços, SA*. Instituto Superior de Engenharia do Porto. Retrieved from <http://recipp.ipp.pt/handle/10400.22/5978>
- Carravilla, M. (1998). *Layouts e Balanceamento de Linhas*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Carvalho, D. S. F. (2015). Avaliação da Pegada Hídrica da Empresa Yazaki Saltano de Ovar. Retrieved February 26, 2016, from <https://repositorio->

aberto.up.pt/bitstream/10216/80992/2/123914.pdf

Chandra, P. V. (2013). 12 Essential Lean concepts and tools. Retrieved April 9, 2016, from <http://www.processexcellencenetwork.com/lean-six-sigma-business-transformation/articles/12-essential-lean-concepts-and-tools/>

Ferreira, M. (2014). *Developing a Balanced Scorecard for Porto Technical Centre - YAZAKI*. UNIVERSIDADE CATÓLICA PORTUGUESA . PORTO. Retrieved from http://repositorio.ucp.pt/bitstream/10400.14/11836/3/TFM_Carolina Horta.pdf

Grosso, D. P. (2012). Simulação de uma Linha de Produção de Segmentos para a Indústria Automóvel.

Haug, A. (2015). Work instruction quality in industrial management. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 50, 170–177. <http://doi.org/10.1016/j.ergon.2015.09.015>

Huang, N., & Inman, R. (2009). Product quality and plant build complexity. *International Journal of Production Research*, 48(11), 3105–3128. <http://doi.org/10.1080/00207540902810551>

Ichijo, K. (2007). IMD – Lombard Odier Darier Hentsch Distinguished Family Business Award 2007. Retrieved February 26, 2016, from http://www.yazaki-europe.com/fileadmin/templates/pdf_automotive/Yazaki_Corporation.pdf

INTELI. (2005). Diagnóstico da Indústria Automóvel. *Ministério Da Economia E Inovação*, 46.

Kumar, A., Chaudhary, G., Kalra, M., & Jha, B. K. (2014a). Optimization of cycle time for wire harness assembly – Line balancing and Kaizen approach. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 3(8), 15324–15331. <http://doi.org/10.15680/IJIRSET.2014.0308036>

Kumar, A., Chaudhary, G., Kalra, M., & Jha, B. K. (2014b). Optimization of cycle time for wire harness assembly – Line balancing and Kaizen approach. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 3(8), 15324–15331. <http://doi.org/10.15680/IJIRSET.2014.0308036>

Kumar, N., & Mahto, D. (2013). Assembly Line Balancing: A Review of Developments

- and Trends in Approach to Industrial Application. *Global Journal of Researches In* ..., 13(2). Retrieved from <http://engineeringresearch.org/index.php/GJRE/article/view/798>
- Lam, N. T., Toi, L. M., Tuyen, V. T. T., & Hien, D. N. (2016). Lean Line Balancing for an Electronics Assembly Line. *Procedia CIRP*, 40(1), 437–442. <http://doi.org/10.1016/j.procir.2016.01.089>
- Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM - Total Productive Maintenance*.
- Patel, S., Drury, C. G., & Lofgren, J. (1994). Design of workcards for aircraft inspection. *Applied Ergonomics*, 25(5), 283–293. [http://doi.org/10.1016/0003-6870\(94\)90042-6](http://doi.org/10.1016/0003-6870(94)90042-6)
- Pimenta, R. G. (2011). *Balanceamento de linhas de produção usando Algoritmos Genéticos*. Instituto Superior de Engenharia do Porto.
- Sousa, D. V. N. de. (2015). *Dimensionar a logística interna da fábrica TOYOTA OVAR para a produção de nova viatura*. Instituto Superior de Contabilidade e Administração do Porto.
- Tjell, J., & Bosch-Sijtsema, P. M. (2015). Visual Management in Mid-sized Construction Design Projects. *Procedia Economics and Finance*, 21(2014), 193–200. [http://doi.org/10.1016/S2212-5671\(15\)00167-7](http://doi.org/10.1016/S2212-5671(15)00167-7)
- Torenli, A. (2009). *Assembly line design and optimization*. CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY.
- Toyota. (2012). Toyota production system and what it means for business. *Dentsu Brussels Group*, 2–18. <http://doi.org/10.1007/978-1-4615-9714-8>
- Wand, Y., & Wang, R. Y. (1996). Anchoring data quality dimensions in ontological foundations. *Communications of the ACM*, 39(11), 86–95. <http://doi.org/10.1145/240455.240479>
- Wang, Y. R., Strong, & M, D. (1996). Beyond accuracy: What data quality means to data consumers. *Journal of Management Information Systems*, 12(4), 5.
- Watson, G., Butterfield, J., Curran, R., & Craig, C. (2010). Do dynamic work instructions

provide an advantage over static instructions in a small scale assembly task? *Learning and Instruction*, 20, 84–93.

Weigel, A. L. (2000). A book review: Lean Thinking by Womack and Jones. *Review Literature And Arts Of The Americas*, (November), 5.

Yazaki Corporation. (2008). About YAZAKI | YAZAKI Corporation. Retrieved February 7, 2016, from <https://www.yazaki-group.com/global/about/>

Yazaki Corporation. (2015a). Global Network | YAZAKI Corporation. Retrieved February 7, 2016, from <https://www.yazaki-group.com/global/network/index.html#list>

Yazaki Corporation. (2015b). Social & Environmental Report. Retrieved March 18, 2016, from <http://www.yazaki-group.com/global/pdf/ser2015.pdf>

Yazaki Corporation. (2016). Socially Responsible Business | YAZAKI Corporation. Retrieved February 26, 2016, from <http://www.yazaki-group.com/global/products/socially.html>

Yazaki Europe Limited. (2008a). divisions grafik. Retrieved February 26, 2016, from http://www.yazaki-europe.com/fileadmin/templates/img/content_img/company/divisions_grafik.gif

Yazaki Europe Limited. (2008b). YAZAKI Europe: Corporate Background. Retrieved February 26, 2016, from http://www.yazaki-europe.com/sustainability/environmental_health_safety/corporate_background.html

Yazaki Europe Limited. (2008c). YAZAKI Europe: Divisions. Retrieved February 26, 2016, from <http://www.yazaki-europe.com/company/divisions.html>

Yazaki Europe Limited. (2008d). YAZAKI Europe: Electrical Distribution Systems. Retrieved February 26, 2016, from http://www.yazaki-europe.com/products/electrical_distribution_systems.html

Yazaki Europe Limited. (2008e). YAZAKI Europe: History. Retrieved February 7, 2016, from <http://www.yazaki-europe.com/company/history.html>

Yazaki Europe Limited. (2008f). YAZAKI Europe: Locations Worldwide. Retrieved

February 6, 2016, from http://www.yazaki-europe.com/company/locations_worldwide.html#toTop

Yazaki Europe Limited. (2008g). YAZAKI Europe: Mission & Vision. Retrieved February 26, 2016, from http://www.yazaki-europe.com/company/mission_vision.html


Yazaki Europe Limited. (2008h). YAZAKI Europe: Quality. Retrieved February 26, 2016, from <http://www.yazaki-europe.com/sustainability/quality.html>

Yazaki Europe Limited. (2008i). YAZAKI Europe: Standard. Retrieved April 9, 2016, from <http://www.yazaki-europe.com/index.php?id=83>

Yazaki Europe Limited. (2014). Welcome to Yazaki Portugal. Retrieved February 13, 2016, from <http://www.afia.pt/uploadfiles/201502/201505151238yse.pdf>

Anexo A. Norma de Utilização da Aplicação Web Pelo Chefe de Linha

Neste anexo são descritos alguns dos pormenores do desenvolvimento e testes efetuados para o colector de alarmes pela interface JMS **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** e respetivos resultados.



Norma de Operação

Nomenclatura e Funcionamento da aplicação YISS

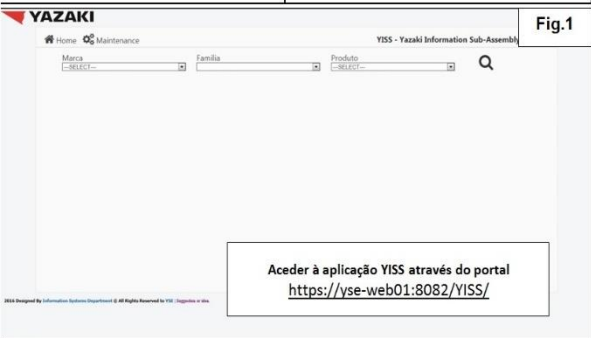
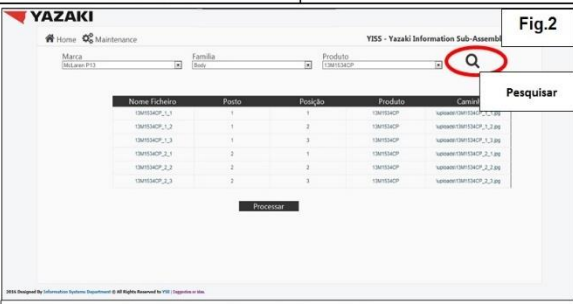
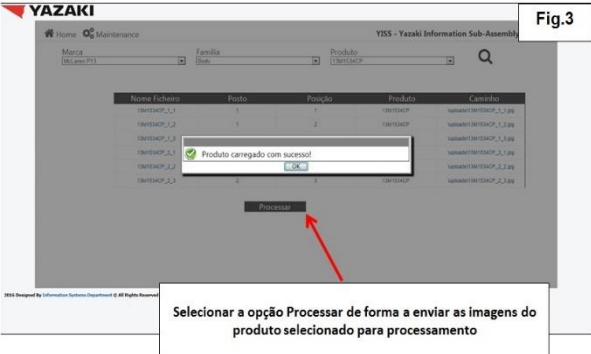
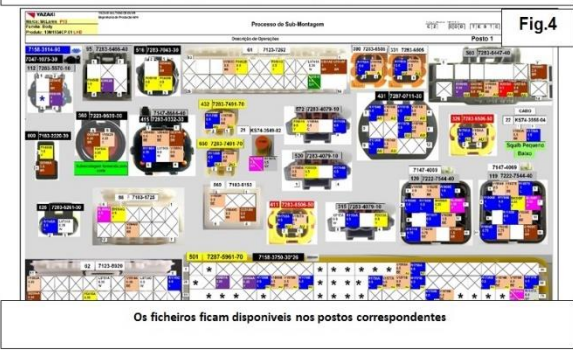
	Cliente, Modelo Customer, Model McLaren Body P13							
 <p>Fig.1</p> <p style="text-align: center;">Aceder à aplicação YISS através do portal https://yse-web01:8082/YISS/</p>	 <p>Fig.2</p> <p style="text-align: center;">Filtrar a Marca, Família e Produto desejado. Clicar em pesquisar Aparece a lista com todos os ficheiros referentes ao produto pesquisado</p>							
 <p>Fig.3</p> <p style="text-align: center;">Selecionar a opção Processar de forma a enviar as imagens do produto selecionado para processamento</p>	 <p>Fig.4</p> <p style="text-align: center;">Os ficheiros ficam disponíveis nos postos correspondentes</p>							
<i>Observações: Quando detectar uma situação não conforme deve informar imediatamente a chefia.</i>								
N	Criação							
Nível	Descrição da Alteração Change Description	Aprov. Data Approval Date	Qualidade/Quality Eng ^a / Engineering	Outros Dep ^o / Other Depart.	Prep. Data Prepared Date	Preparado Prepared		
			Approved By					

Fig.5

YAZAKI Maintenance YISS - Yazaki Information Sub-Assembly

Marca: [SELECT...] Familia: [SELECT...] Produto: [SELECT...]

2018 Designed By: Information Systems Department © All Rights Reserved By YIS - Yagasaki in São

Caso o produto carregado esteja incorreto, ou o operador avance para o produto seguinte erradamente, no separador Maintenance (Manutenção) é possível realizar a correção.

Fig.6

Posto	Produto	Opções
1	13M15B0CP	13M15B0CP
2	13M15B0CP	13M15B0CP
3	13M15B0CP	13M15B0CP
4	13M15B0CP	13M15B0CP

YAZAKI Maintenance YISS - Yazaki Information Sub-Assembly

2018 Designed By: Information Systems Department © All Rights Reserved By YIS - Yagasaki in São

Nesse separador visualiza-se o produto associado a cada posto. Tem ainda presente a opção que permite visualizar o estado dos ficheiros no posto escolhido.

Fig.7

Ordem	Posto	Produto	Nome Ficheiro	Data Entrada	Estado	Opções
1	1	13M15B0CP	13M15B0CP_L1	19-07-2018	Em Processamento	[Icon]
1	2	13M15B0CP	13M15B0CP_L2	19-07-2018	Em Espera	[Icon]
1	3	13M15B0CP	13M15B0CP_L3	19-07-2018	Em Espera	[Icon]
2	1	13M15B0CP	13M15B0CP_L1	19-07-2018	Em Espera	[Icon]
2	2	13M15B0CP	13M15B0CP_L2	19-07-2018	Em Espera	[Icon]
2	3	13M15B0CP	13M15B0CP_L3	19-07-2018	Em Espera	[Icon]

Fechar

Eliminar ficheiro do processamento

YAZAKI Maintenance YISS - Yazaki Information Sub-Assembly

2018 Designed By: Information Systems Department © All Rights Reserved By YIS - Yagasaki in São

Ao visualizar o estado, aparece a janela representada na fig.7. É indicada a ordem de produção de cada Produto, a Data de entrada e o estado. Neste exemplo temos um Produto em processamento no Posto 1 que tem 3 ficheiros. E temos em espera o Produto de ordem 2 também com 3 ficheiros.

Fig.8

Ordem	Posto	Produto	Nome Ficheiro	Data Entrada	Estado	Opções
1	1	13M15B0CP	13M15B0CP_L1	11-07-2018	Processado	[Icon]
1	1	13M15B0CP	13M15B0CP_L2	11-07-2018	Processado	[Icon]
1	1	13M15B0CP	13M15B0CP_L3	11-07-2018	Processado	[Icon]
2	1	13M15B0CP	13M15B0CP_L1	11-07-2018	Em Processamento	[Icon]
2	1	13M15B0CP	13M15B0CP_L2	11-07-2018	Em Processamento	[Icon]
2	1	13M15B0CP	13M15B0CP_L3	11-07-2018	Em Processamento	[Icon]

Fechar


Retroceder para o Produto anterior

YAZAKI Maintenance YISS - Yazaki Information Sub-Assembly

2018 Designed By: Information Systems Department © All Rights Reserved By YIS - Yagasaki in São

Está ainda disponível a opção de retroceder no caso de ser necessário disponibilizar o Produto que foi anteriormente apresentado. Por exemplo se o operador avançar por engano, é permitido ao chefe de linha retroceder no Posto em que ocorreu o erro.

Anexo B. Norma de Utilização da Aplicação Web Pelo Administrador

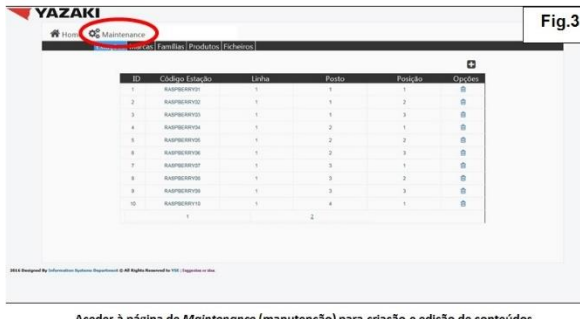
	Norma de Operação	
	Nomenclatura e Funcionamento da aplicação YISS	
	Cliente, Modelo Customer, Model McLaren P13 Body	



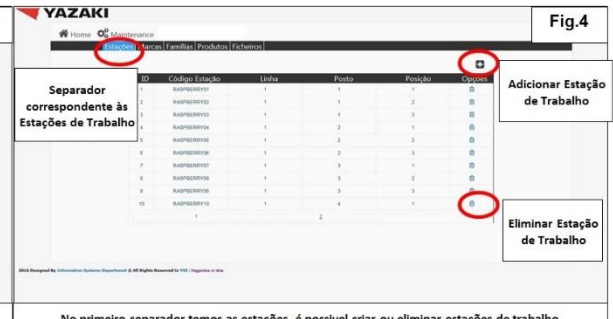
Para iniciar comece por ligar a fonte de alimentação do microcomputador



Aceder à aplicação YISS através do portal
<https://yse-web01:8082/YISS/>



Aceder à página de Maintenance (manutenção) para criação e edição de conteúdos



Separador correspondente às Estações de Trabalho

Adicionar Estação de Trabalho

Eliminar Estação de Trabalho

No primeiro separador temos as estações, é possível criar ou eliminar estações de trabalho.

Observações: Quando detectar uma situação não conforme deve informar imediatamente a chefia.

N	Criação							
Nível		Descrição da Alteração Change Description	Aprov. Data Approval Date	Qualidade/Quality	Eng ^a / Engineering	Outros Dep ^o / Other Depart.	Prep. Data Prepared Date	Preparado Prepared
				Approved By				

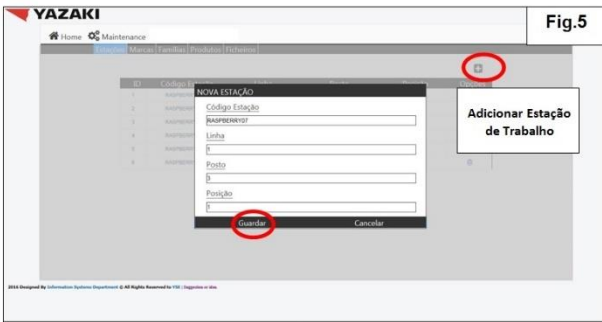


Fig.5

Adicionar Estação de Trabalho

Selecionando adicionar estação, obtém-se a caixa de diálogo apresentada. Deve-se atribuir no código da estação o número do Microcomputador associado, a Linha, o Posto e a Posição. Por fim selecionar "Guardar"

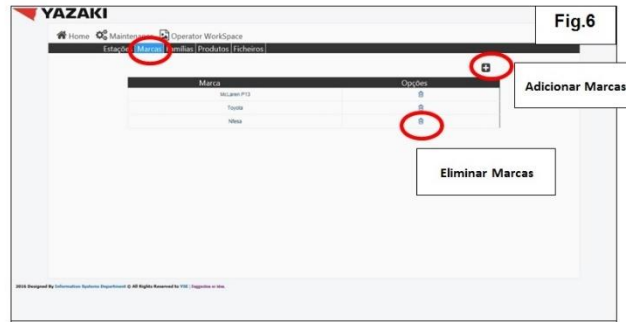


Fig.6

Adicionar Marcas

Eliminar Marcas

Selecionando o separador das marcas visualizam-se as já existentes e é possível criar ou eliminar outras marcas consoante o necessário.

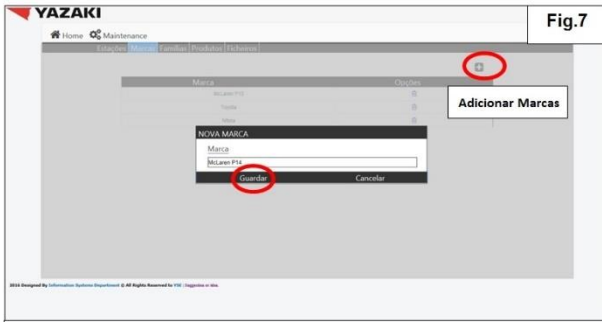


Fig.7

Adicionar Marcas

Selecionando adicionar Marca, obtém-se a caixa de diálogo apresentada. Deve-se introduzir o nome da Marca a adicionar e por fim selecionar "Guardar"

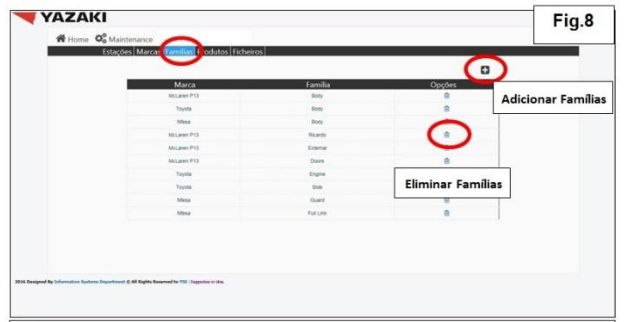


Fig.8

Adicionar Familias

Eliminar Familias

Selecionando o separador das Familias visualizam-se as já existentes e é possível adicionar ou eliminar outras Familias consoante o necessário.

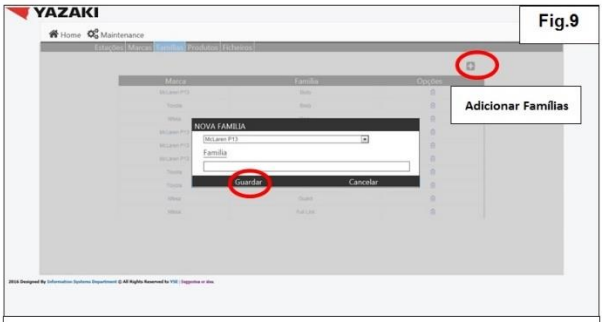


Fig.9

Adicionar Familias

Selecionando adicionar Familias, obtém-se a caixa de diálogo apresentada. Deve-se introduzir o nome da Família a adicionar e por fim selecionar "Guardar"

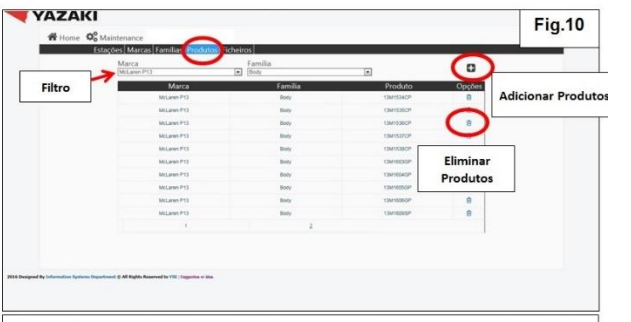


Fig.10

Adicionar Produtos

Eliminar Produtos

Selecionando o separador dos Produtos visualizam-se os produtos já existentes e é possível criar ou eliminar outros produtos. Está ainda disponível um filtro que possibilita reduzir a quantidade de produtos em exibição.

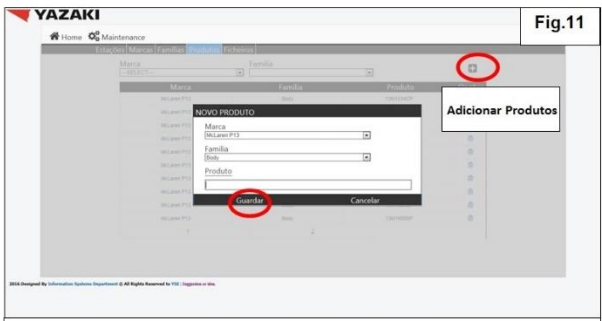


Fig.11

Adicionar Produtos

Selecionando adicionar Produto, obtém-se a caixa de diálogo apresentada. Deve-se colocar a Marca e a Família a que pertence e introduzir o código do novo produto a adicionar. Por fim seleciona-se a opção "Guardar"

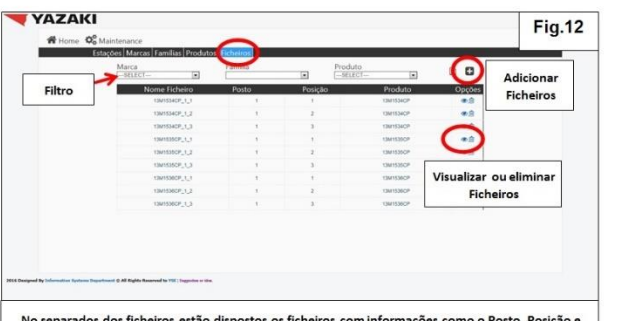


Fig.12

Adicionar Ficheiros

Visualizar ou eliminar Ficheiros

No separados dos ficheiros estão dispostos os ficheiros com informações como o Posto, Posição e Produto do qual fazem parte. Esta disponível um filtro que reduz a quantidade de ficheiros a exibir. Neste separador é possível adicionar, visualizar e eliminar os ficheiros, clicando nos botões correspondentes

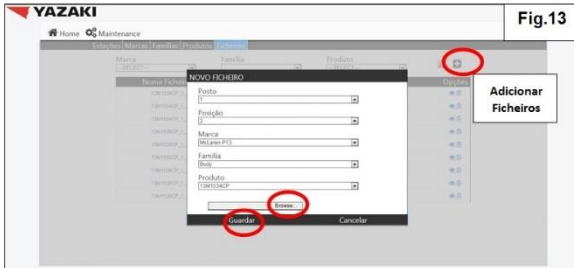


Fig.13

Ao escolher Adicionar Ficheiros, é necessário indicar as características que fazem parte do ficheiro que vamos adicionar, como o Posto e a Posição que ocupam na linha, e a Marca, Família e Produto do qual faz parte.

Seleciona-se "Browse" e carrega-se o ficheiro, abrindo a sua localização no Computador, por fim, Guardar.

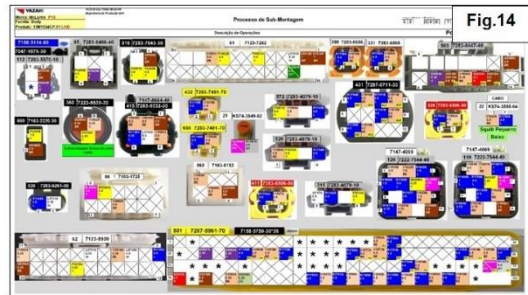


Fig.14

Ao clicar em visualizar ficheiro, no botão  visualizamos o ficheiro de imagem do produto que escolhemos verificar.

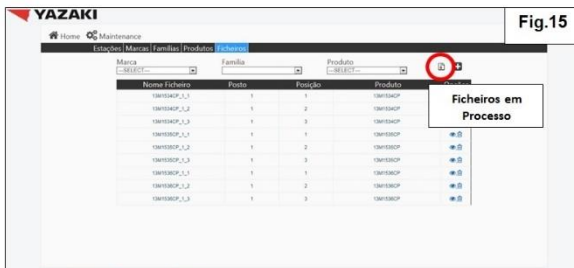


Fig.15

No separador correspondente aos Ficheiros existe ainda uma opção de verificação de "Ficheiros em Processo"

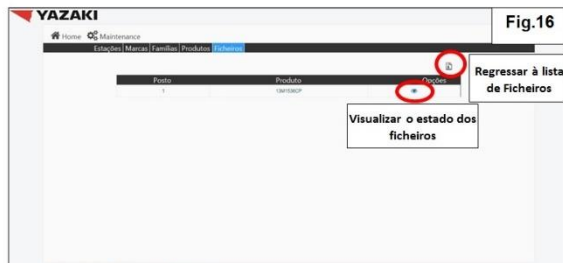



Fig.16

Ao clicar em Ficheiros em Processo conforme a imagem anterior (FIG.15) é apresentada a lista dos produtos atuais em cada posto. Por exemplo na fig.16 vê-se que apenas está um posto em processamento. Ao clicar no botão  visualizamos o estado dos ficheiros no posto em questão.

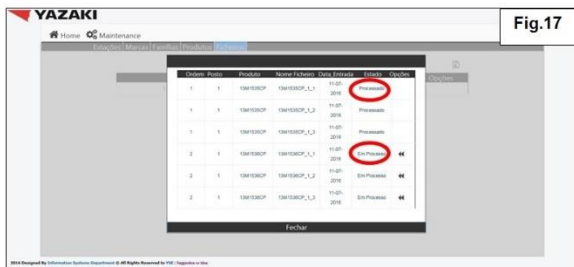


Fig.17

Ao visualizar o estado, aparece a janela representada na fig.17. É indicada a ordem de produção de cada Produto, a Data de entrada e o estado. Neste exemplo temos um Produto já processado no Posto 1 que tem 3 ficheiros. E temos em Processo o Produto de ordem 2 também com 3 ficheiros.

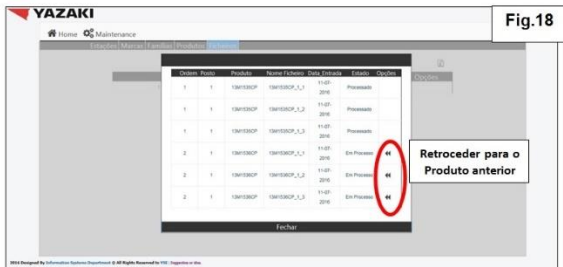


Fig.18

Está ainda disponível a opção de retroceder no caso de ser necessário disponibilizar o Produto que foi anteriormente apresentado. Por exemplo se o operador avançar por engano, é permitido ao administrador retroceder no Posto em que ocorreu o erro.

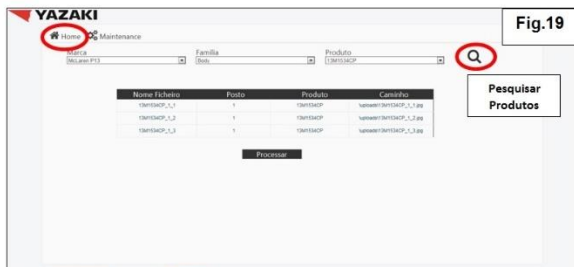


Fig.19

Depois de toda a manutenção ao programa estar concluída, pode-se colocar os ficheiros carregados em processamento nos postos. Esse carregamento é realizado na HOME (página inicial). Inicialmente pesquisa-se o produto necessário e é apresentada uma tabela com os ficheiros desse produto em cada posto



Fig.20

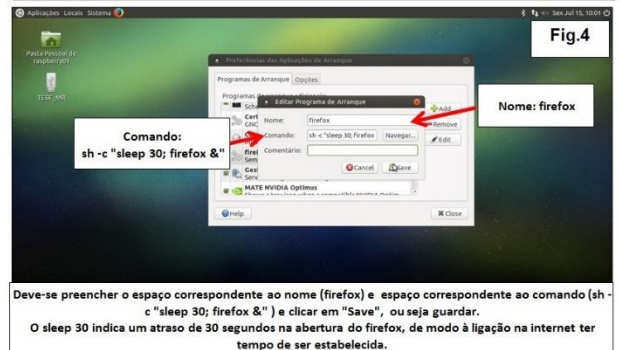
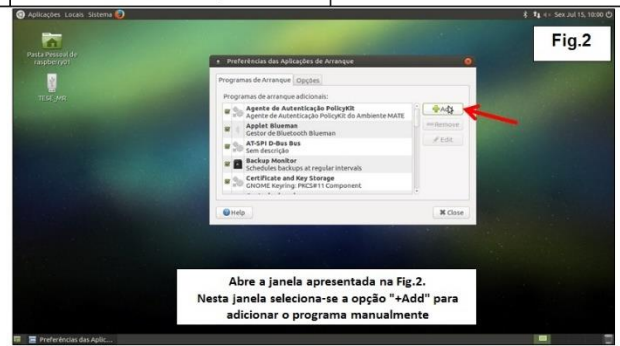
De seguida, caso se verifique que os ficheiros estão corretos, clica-se em Processar para dar início ao processamento dos ficheiros.

Anexo C. Norma de Configuração de Raspberry



Norma de Operação Nomenclatura e Funcionamento da aplicação YISS

Cliente, Modelo
Customer, Model
McLaren P13 Body



Observações: Quando detectar uma situação não conforme deve informar imediatamente a chefia.

Nível	Criação	Descrição da Alteração Change Description	Aprov. Data Approval Date	Qualidade/Quality	Eng ^o / Engineering	Outros Dep ^o / Other Depart	Prep. Data Prepared Date	Preparado Prepared
				Approved By				



Fig.5

Para que além de abrir automaticamente, o firefox abra em modo de ecrã completo, deve ser instalada a seguinte aplicação: FullScreen by Jan Mach
 Essa aplicação é obtida no site:
<https://addons.mozilla.org/nn-NO/firefox/addon/mwfullscreen/?src=cb-di-users>

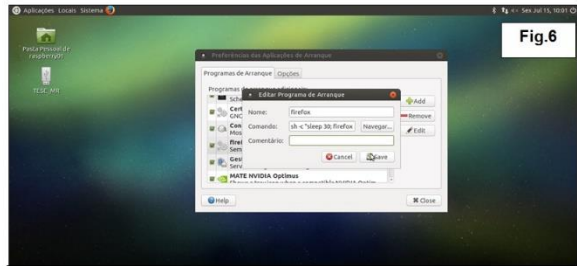


Fig.6

No firefox, deve-se atribuir como Homepage a janela que disponibiliza as submontagens:
<https://yse-web04:8082/YISSop/OperatorWorkspace.aspx>

Os raspberry devem ser nomeados sequencialmente: RASPBERRY01; RASPBERRY02 ...
 A password atribuída é: *****