



Ivo José Seara Martins

Gestão, balanceamento e formação de
equipas de operadores em células de costura
para um componente da indústria automóvel

Universidade do Minho
Escola de Engenharia





Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Ivo José Seara Martins

Gestão, balanceamento e formação de
equipas de operadores em células de costura
para um componente da indústria automóvel

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

Trabalho efetuado sob a orientação da
Professora Doutora Anabela Alves

DECLARAÇÃO

Nome: Ivo José Seara Martins

Endereço eletrónico: ivo__martins@hotmail.com

Telefone: 918669264

Número do Bilhete de Identidade: 13314463

Título da dissertação: Gestão, balanceamento e formação de equipas de operadores em células de costura para um componente da indústria automóvel

Orientador: Professora Doutora Anabela Alves

Ano de conclusão: 2013

Designação do Mestrado: Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

Nos exemplares das teses de doutoramento ou de mestrado ou de outros trabalhos entregues para prestação de provas públicas nas universidades ou outros estabelecimentos de ensino, e dos quais é obrigatoriamente enviado um exemplar para depósito legal na Biblioteca Nacional e, pelo menos outro para a biblioteca da universidade respetiva, deve constar uma das seguintes declarações:

1. DE ACORDO COM A LEGISLAÇÃO EM VIGOR, NÃO É PERMITIDA A REPRODUÇÃO DE QUALQUER PARTE DESTA TESE/TRABALHO

Universidade do Minho, 31/10/2013

Assinatura: _____

"Se tiveres o hábito de fazer as coisas com alegria,
raramente encontrarás situações difíceis"

Baden-Powell

AGRADECIMENTOS

Embora o presente trabalho seja individual, a realização do mesmo não era possível sem a colaboração de diversas pessoas que devem ser destacadas.

Aos responsáveis dos vários processos e secções da Coindu por todas as informações fornecidas e pela disponibilidade em esclarecer qualquer dúvida e ainda a todos os restantes colaboradores que de alguma forma contribuíram para que a realização deste trabalho fosse possível. Um agradecimento especial vai para os engenheiros Hilário Pereira, Filipe Fernandes, Manuel Machado e Verónica Fontão e ainda ao Lino Guimarães pelo apoio, acompanhamento, disponibilidade, interesse e conselhos.

À minha orientadora, professora Anabela Alves, um enorme agradecimento pelo acompanhamento e disponibilidade, pela motivação e paciência e pelos conselhos e esclarecimento de dúvidas.

No final, um agradecimento especial aos colegas de curso, aos amigos, à família e à Ana pelas conversas, apoio, carinho, paciência e motivação que sempre demonstraram.

A todos, muitíssimo obrigado!

RESUMO

O presente projeto foi desenvolvido no âmbito da dissertação do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial da Universidade do Minho. Este projeto foi desenvolvido na Coindu S. A., uma empresa de confeção de capas para estofos de automóveis localizada em Joane – Vila Nova de Famalicão, que produz artigos em couro, PVC e tecido e foca os seus objetivos nas políticas de Qualidade, Ambiente e Segurança, Produtividade e Serviço.

O projeto focou-se na melhoria da secção de costura e do trabalho da equipa 41C e contextualizou-se na metodologia *kaizen* (melhoria contínua), pertencente à metodologia organizacional de produção *Lean Production (LP)* muito usada atualmente para melhorar a produtividade e reduzir os custos nos sistemas produtivos. As melhorias efetuadas pretendem reduzir os desperdícios existentes de modo a alcançar o objetivo de cada equipa de costura: a rentabilidade de 100%. Este projeto pretendeu, também, introduzir outras melhorias intangíveis para a obtenção de competências transversais como a formação, a liderança e a motivação dos colaboradores.

O projeto dividiu-se inicialmente em duas fases: a revisão da literatura e a identificação de problemas através de uma análise crítica da secção de costura. A estas fases seguiu-se a elaboração e implementação de propostas de melhoria e, por fim, a discussão dos resultados obtidos.

A análise crítica dos processos produtivos fez-se através de observação intensiva da equipa 41C bem como das restantes equipas de costura sendo também utilizadas como principais ferramentas o diagrama de causa-efeito, a análise ergonómica através da “*Ergonomic Workplace Analysis*” (EWA), a análise de Pareto e o estudo de tempos.

Estas ferramentas permitiram detetar como principais problemas na equipa em estudo: competências de liderança da responsável da equipa para a qual foi proposta uma formação na área de liderança para todas as líderes de equipa; falta de balanceamento das operações que foi ultrapassada com uma redistribuição equilibrada das operações; e *layout* inadequado que foi melhorado através da implementação de um posto duplo com dois dos PT da célula e troca de uma máquina. Para garantir uma monitorização em tempo real da produtividade de cada célula foi também proposto, que está de momento em fase de desenvolvimento, um mecanismo *andon* para garantir esse controlo.

Na análise global efetuada à secção de costura destacam-se também outros problemas como o elevado número de horas extra; problemas de ergonomia que foram minorados com o incentivo à prática de ginástica laboral, a restrição na ocupação das costureiras em operações de elevado esforço físico e melhorias técnicas para facilitar uma operação de elevada dificuldade e

desgaste; e análise incorreta do plano de produção semanal para o qual foi desenvolvida uma tabela dinâmica.

Com as propostas implementadas foi possível obter na célula 41C a produção de mais 38 peças, o que por si só corresponde a um aumento de receitas de 1265,02€/mês, ao fim de um ano corresponde a 15180,24€. Com o presente projeto obtiveram-se melhorias significativas na equipa alcançando-se o objetivo de 100% de rentabilidade.

Com as melhorias propostas foi possível obter ganhos significativos não só na equipa 41C com as propostas concretas para esta célula mas também na secção de costura em geral, tanto a nível monetário como de condições de trabalho, como também na fomentação da formação, da motivação e da participação dos colaboradores na melhoria dos processos.

Tendo em conta todo o trabalho desenvolvido e os resultados obtidos, pode considerar-se que os principais objetivos definidos para o projeto foram alcançados.

Palavras-chave: *Lean Production*; Melhoria Contínua; Gestão de Equipas; Balanceamento de Operações.

ABSTRACT

This project was developed as part of the dissertation of “*Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial*” from *Universidade do Minho* during 2012 and 2013. It was developed at Coindu S.A, a confection company of covers for car upholstery, located in Joane – Vila Nova de Famalicão, that produces leather items, PVC and focuses its goals in policies of Quality, Environment and Safety, Productivity and Service.

The improvements of 41C team and all the sewing section contextualizes itself on the kaizen methodology (continuous improvement), one of the main methodologies of the trendy philosophies in modern productive systems: the Lean Manufacturing (LM). The improvements made are intended to reduce existent wastes in order to reach each sewing team’s goal: 100% Return. This project also intends to introduce further intangible improvements to obtain soft skills such as training, leadership and motivation.

The project divided itself in two main phases: the literature review; and problem analysis. These stages were followed by the development and implementation of improvement proposals and The critical analysis of the productive processes was made through an intensive observation of the 41C team as well as the other sewing teams, having also been used as main tools the cause-effect diagram, the ergonomic analysis from “Ergonomic Workplace Analysis” (EWA), the Pareto analysis and the timings study.

These tools allowed me to detect as the main problems of the studied team:

Leadership skills of the team’s responsible person to whom was proposed training in the leadership area to all team leaders; lack of balancing operations which was overcome through a balanced redistribution of the operations; and an inadequate layout that has been improved through the implementation of a double station with two more PT of the cell and the swap of one machine. In order to guarantee an “on time” monitoring of each cell’s productivity it has been also proposed, which is currently in development, an “andon” mechanism to assure this control.

On the global analysis performed to the sewing section stand out other problems such as the high value of the overtime; ergonomic problems, that have been cushioned with the incentive of “labor gymnastics” practice, the restrictions for seamstresses to perform high physical effort operations and technical improvements to facilitate a demanding and wearing operation; and an incorrect analysis of the weekly production plan to which has been developed a dynamic table.

With the implemented proposals it was possible to obtain in the 41C cell the production of more than 38 pieces, which corresponds to a revenue increase of 1265,02 € per month, and 15180,24

€ per year. This project allowed significant improvements to happen in the team, reaching the 100% return goal.

With the proposed improvements it was possible to obtain significant gains not only on the 41C team with the concrete proposals to this cell, but also in the sewing section in general, either at a monetary level as well as working conditions, and also in training promotion, motivation and participation from employees in process improvement.

Taking all the work developed and the achieved results into account, we can consider that the main goals proposed to this project have been reached.

Key words: Lean Manufacturing; Continuous Improvements; Team Management; Balancing Operations.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS.....	vii
RESUMO	ix
ABSTRACT.....	xi
ÍNDICE	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvii
ÍNDICE DE TABELAS	xxi
LISTA DE SIGLAS E ACRÓNIMOS.....	xxiii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Enquadramento.....	1
1.2. Objetivos	1
1.3. Metodologia de investigação.....	2
1.4. Estrutura da dissertação.....	2
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1. Lean Production	3
2.1.1. Princípios Lean Thinking	4
2.1.2. Sete desperdícios e sintomas dos desperdícios.....	4
2.2. Ferramentas Lean	5
2.2.1. Just-In-Time	6
2.2.2. Jidoka	7
2.2.3. Value Stream Mapping.....	8
2.2.4. Programa 5S	8
2.2.5. Gestão visual	9
2.2.6. Trabalho normalizado	9
2.2.7. Kaizen	10
2.3. Células de produção	10
2.3.1. Tipos de células.....	11
2.3.2. Projeto detalhado de células	11
2.3.3. Balanceamento	13
2.4. Casos de implementação de células em ambiente Lean.....	16

3.	APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	19
3.1.	Identificação e localização da empresa	19
3.2.	Resenha histórica da fundação e crescimento da empresa	19
3.3.	Modelo organizacional da empresa.....	22
3.4.	Principais fornecedores, clientes e concorrentes	22
3.5.	Identificação e caracterização do sistema de produção	23
3.5.1.	Fatores de produção	23
3.5.2.	Processo de produção geral, layout e fluxo de materiais.....	26
3.5.3.	Produtos.....	29
4.	DESCRIÇÃO E ANÁLISE CRÍTICA DA CÉLULA DE COSTURA DO MODELO EM ESTUDO	31
4.1.	Descrição do funcionamento geral das células.....	31
4.1.1.	Gestão de equipas de operadores.....	32
4.1.2.	Preparação do plano de produção.....	34
4.2.	Funcionamento da Célula 41C	34
4.2.1.	Descrição da capa para o modelo Twinleder Basis do Audi A4	34
4.2.2.	Formação da equipa	36
4.2.3.	Balanceamento de operações.....	38
4.2.4.	Layout e fluxo de materiais da célula.....	39
4.2.5.	Layout intercelular e abastecimento de materiais	40
4.3.	Análise crítica e identificação de problemas	44
4.3.1.	Classificação dos produtos – o porquê da escolha deste modelo	44
4.3.2.	Falta de capacidade de liderança	45
4.3.3.	Matriz de polivalências	46
4.3.4.	Estudo de tempos das operações da capa produzida	46
4.3.5.	Layout inadequado	47
4.3.6.	Estudo ergonómico.....	49
4.3.7.	Elevada taxa de defeitos	52
4.3.8.	Valor baixo dos indicadores de desempenho	52
4.3.9.	Outros problemas	53
4.3.10.	Síntese dos problemas identificados.....	55
5.	APRESENTAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE PROPOSTAS DE MELHORIA	57
5.1.	Melhor gestão de equipas de costura.....	61

5.1.1.	Liderança e motivação	61
5.1.2.	Matriz de polivalências visual.....	62
5.1.3.	Promoção de costureiras para dar formação técnica	63
5.2.	Novo balanceamento de operações	64
5.3.	Novo layout.....	66
5.4.	Melhores condições ergonómicas	68
5.4.1.	Ginástica laboral.....	68
5.4.2.	Restrição nas operações mais exigentes.....	68
5.4.3.	Melhoria na execução de uma operação.....	69
5.5.	Implementação de um controlo em tempo real da produtividade	70
5.6.	Tabela dinâmica para análise ao plano de produção	72
6.	DISCUSSÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS	73
6.1.	Ganhos com a nova gestão de equipas de costura.....	73
6.1.1.	Resultados da formação em liderança e motivação.....	73
6.1.2.	Formação técnica.....	73
6.1.3.	Caixa de sugestões	74
6.2.	Ganhos com o novo balanceamento de operações	75
6.3.	Ganhos com o novo layout.....	75
6.4.	Ganhos com melhores condições ergonómicas.....	75
6.5.	Ganhos com a tabela dinâmica.....	76
6.6.	Ganhos previsíveis com o controlo em tempo real da produtividade	76
6.7.	Evolução dos indicadores da célula 41C.....	76
7.	CONCLUSÃO	81
7.1.	Conclusões	81
7.2.	Trabalho futuro.....	82
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85
	ANEXOS.....	91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – A Casa do <i>Lean</i> (adotada de (Liker J. , 2004)).....	6
Figura 2 – Exemplo de luzes <i>Andon</i> (adotado de (Kosaka, 2006))	8
Figura 3 – Resumo ilustrado das cinco fases do “5S” (adaptado de (Vanessa & Hiago, 2010)).....	9
Figura 4 – Exemplo de marcas no chão para delimitar as áreas (adotado de (Loureiro J. , 2012))	9
Figura 5 – Sede da empresa – Joane (Coindu, 2012).....	19
Figura 6 – Unidade fabril de Arcos de Valdevez (Coindu, 2012)	20
Figura 7 – Unidade fabril de Curtici (Coindu, 2012)	21
Figura 8 – Unidade Fabril de Mogege.....	21
Figura 9 – Distribuição do número de colaboradores pelas diferentes unidades	24
Figura 10 – Distribuição dos colaboradores por género	25
Figura 11 – Distribuição dos colaboradores por faixa etária	25
Figura 12 – Distribuição dos colaboradores por escolaridade	25
Figura 13 – <i>Layout</i> da secção de corte de couro.....	28
Figura 14 – <i>Layout</i> de parte da secção de produção/costura	28
Figura 15 – Exemplo de produtos fabricados na Coindu (Coindu, 2012)	29
Figura 16 – Estrutura de uma capa de um banco da frente	29
Figura 17 – Estrutura da capa de um banco de trás	29
Figura 18 – <i>Layout</i> da secção de costura com a célula 41C assinalada	31
Figura 19 – Esquema genérico da disposição dos PT nas células de costura	33
Figura 20 – AF <i>Twinleder Basis</i> do Audi A4: a) vista do direito; b) vista do avesso.....	34
Figura 21 – Esquema de montagem da capa AF <i>Twinleder Basis</i> do Audi A4.....	35
Figura 22 – Matriz de polivalências da colaboradora 12326 em SIAP	38
Figura 23 – Esquema do <i>layout</i> genérico das células de produção com o fluxo de materiais intracelular	39
Figura 24 – <i>Layout</i> com a célula 41C identificada e com os fluxos de materiais de e para célula	40
Figura 25 – Caixas para armazenamento dos pequenos materiais nos PT.....	40
Figura 26 – Cortantes colocados sobre a pele de couro.....	41
Figura 27 – Parte de corte de uma máquina <i>Lectra</i>	42
Figura 28 – Palete com duas prateleiras	42
Figura 29 – Preparação de uma palete.....	43

Figura 30 – Panorama geral da secção de costura	43
Figura 31 – Exemplo de produto embalado.....	44
Figura 32 – Caixas no armazém de produtos acabados	44
Figura 33 – Gráfico da curva de Pareto por modelos	45
Figura 34 – Balanceamento real da célula com os tempos observados	46
Figura 35 – Ilustração da movimentação da colaboradora 12326 entre os postos 23 e 25	48
Figura 36 – Diferenças entre duas peças a unir num AT.....	51
Figura 37 – Diagrama de causa-efeito para o elevado número de defeitos	52
Figura 38 – Diagrama de causa-efeito para a necessidade de horas extra	54
Figura 39 – Caixa de sugestões existente na Coindu.....	62
Figura 40 – Esquema das competências da colaboradora 12326.....	63
Figura 41 – Balanceamento da célula obtido com os tempos observados após implementação das melhorias	64
Figura 42 – Novo balanceamento da célula 41C	66
Figura 43 – Esquema do <i>layout</i> da célula 41C após transformação dos PT 23 e 25 num posto duplo.....	67
Figura 44 – Fotografia do posto duplo com PT 23 e 25	67
Figura 45 – Distribuição das operações/balanceamento exemplificativo para a célula 41C	68
Figura 46 – Face visível do bloqueio do sistema em casos em que a ocupação de uma costureira em operações cansativas seja superior a 60%	69
Figura 47 – Melhoria implementada na peça com necessidade de ser alongada	69
Figura 48 – Demonstração da “abertura” das lâminas que permite a diminuição do esforço na execução da operação em estudo	70
Figura 49 – Gráfico de evolução da rentabilidade nas equipas de costura da unidade produtiva de Mogege	77
Figura 50 – Evolução das rentabilidades da equipa 41C nos primeiros oito meses de 2013.....	77
Figura 51 – Gráfico de evolução dos defeitos da unidade produtiva de Mogege	78
Figura 52 – Gráfico de evolução dos defeitos da equipa 41C	79
Figura 53 – Casa dos processos da Coindu e legenda	95
Figura 54 – Ciclo de encomenda	107
Figura 55 – Diagrama de análise de processos (materiais).....	117
Figura 56 – <i>Layout</i> da unidade fabril de Mogege com legenda.....	121

Figura 57 – Esquema das competências da colaboradora 12324.....	129
Figura 58 – Esquema das competências da colaboradora 12321.....	129
Figura 59 – Esquema das competências da colaboradora 12318.....	130
Figura 60 – Esquema das competências da colaboradora 12432.....	130
Figura 61 – Esquema das competências da colaboradora 12323.....	131
Figura 62 – Esquema das competências da colaboradora 12326.....	131
Figura 63 – Balanceamento previsto da célula com os tempos do simulador	145
Figura 64 – Digitalização da ficha de avaliação da análise ergonómica dos postos de trabalho da célula 41C	150
Figura 65 – Simulador de tempos de costura do AF Basis Twinleder.....	165
Figura 66 – Rotina de ginástica laboral (parte 1)	169
Figura 67 – Rotina de ginástica laboral (parte 2)	170
Figura 68 – Posturas corretas e incorretas	171
Figura 69 – Excerto da análise ao plano de produção da semana 49 de 2012 do 1º turno.....	176

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Principais fornecedores.....	22
Tabela 2 – Principais clientes	22
Tabela 3 – Principais concorrentes	23
Tabela 4 – Gama operatória da capa AF <i>Twinleder Basis</i> do Audi A4	35
Tabela 5 – Evolução da formação costureiras contratadas	36
Tabela 6 – Classificação dos diferentes tipos de costura existentes	37
Tabela 7 – Análise de Pareto por quantidade	45
Tabela 8 – Comparação entre os tempos do simulador e os tempos observados no estudo de tempos (em segundos).....	47
Tabela 9 – Absentismo geral das unidades produtivas portuguesas nos primeiros quatro meses de 2012.....	50
Tabela 10 – Tabela resumo dos problemas identificados	55
Tabela 11 – Plano de ações usando a técnica 5W2H (parte 1)	59
Tabela 12 – Plano de ações usando a técnica 5W2H (parte 2)	60
Tabela 13 – Balanceamento implementado	65
Tabela 14 – Exemplo de um protótipo do <i>interface</i> do sistema informático para o controlo em tempo real da produtividade	71
Tabela 15 – Valores-objetivo da produtividade em cada hora e produção real para o exemplo em questão	71
Tabela 16 – Tempos observados antes e após as ações de melhoria no desempenho técnica da colaboradora 12318	73
Tabela 17 – Ganhos obtidos com a formação técnica em tempos	74
Tabela 18 – Ganhos obtidos com a formação técnica em peças	74
Tabela 19 – Ganhos obtidos com as formadoras	74
Tabela 20 – Ganho com o novo balanceamento	75
Tabela 21 – Ganho com o novo <i>layout</i>	75
Tabela 22 – Absentismo devido a doenças profissionais nos primeiros seis meses de 2013	76
Tabela 23 – Principais equipamentos	99
Tabela 24 – Distribuição dos colaboradores pelas unidades	103
Tabela 25 – Distribuição dos colaboradores pelos setores de atividade	103
Tabela 26 – Distribuição dos colaboradores por sexo	103

Tabela 27 – Distribuição dos colaboradores por faixa etária.....	103
Tabela 28 – Distribuição dos colaboradores por escolaridade.....	103
Tabela 29 – Excerto do plano de produção da semana 08 da equipa 41C	125
Tabela 30 – Registo dos tempos observados em cada uma das operações (em segundos).....	137
Tabela 31 – Registo da média, do desvio padrão e do número de observações necessárias.....	137
Tabela 32 – Qualificação do desempenho do operador na execução da atividade (Kovalek, 2011)	138
Tabela 33 – Tempo-padrão de cada uma das operações tendo em consideração a percentagem de perdas	140
Tabela 34 – Tempo dispendido nas movimentações entre os PT 23 e 25	140
Tabela 35 – Comparação dos tempos de uma operação entre as células 41C e 42A.....	141
Tabela 36 – Respostas dadas pelas costureiras ao inquérito acerca das condições ergonómicas nos PT .	155

LISTA DE SIGLAS E ACRÓNIMOS

5M	Máquinas, Materiais, Mão-de-obra, Meio ambiente, Método de trabalho
5W2H	What, Why, Where, When, Who, How, How many/much/often
AF	Assento da Frente
AT	Assente de Trás
CAE	Classificação portuguesa de Atividades Económicas
CCP	Certificado de Competências Profissionais
CIM	<i>Computer Integrated Manufacturing</i>
EF	Encosto da Frente
ET	Encosto de Trás
EWA	<i>Ergonomic Workplace Analysis</i>
FRC	<i>First Run Capability</i>
GCD	Genérico, Conceptual e Detalhado
JIT	<i>Just-In-Time</i>
LP	<i>Lean Production</i>
MP	Matéria-prima
OF	Ordem de Fabrico
OWAS	<i>Ovako Working Posture Analysing System</i>
PEO	<i>Portable Ergonomic Observation Method</i>
PPM	<i>Parts Per Million</i>
PT	Posto de Trabalho
REBA	<i>Rapid Entire Body Assessment</i>
RULA	<i>Rapid Upper Limb Assessment</i>
SIAP	Sistema Integrado de Apoio à Produção
SMED	<i>Single Minute Exchange of Die</i>
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
TPS	<i>Toyota Production System</i>
TQC	<i>Total Quality Control</i>

TR	Tempo Recolhido
TS	Tempo do Simulador
TT	<i>Takt Time</i>
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>
WIP	<i>Work-In-Process</i>

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo é realizado um enquadramento ao projeto desenvolvido no âmbito desta dissertação de mestrado, apresentando-se os principais objetivos, a metodologia utilizada no projeto e a estrutura que compõe a dissertação.

1.1. Enquadramento

Atualmente as empresas ambicionam a capacidade de se adaptar rapidamente às atuais condições do mercado, como a crise económica e as cada vez mais exigentes solicitações do mercado. Uma forma de responder a estas condições é através do *Lean Production* (LP), conhecido como uma filosofia que permite às empresas tornarem-se mais ágeis e flexíveis.

O principal objetivo deste paradigma passa pela eliminação dos desperdícios presentes nos sistemas produtivos, i. e., eliminação ou redução das atividades que não acrescentam valor aos produtos.

A Coindu, empresa enquadrada no setor automóvel que é extremamente competitivo, tem como objetivo diário a busca da melhoria contínua dos seus processos e consequente melhoria no desempenho do seu sistema. De acordo com o LP, este esforço de melhoria deve ser contínuo, para evitar uma estagnação ou mesmo retrocesso no nível de desempenho do sistema.

A presente dissertação surge da busca da melhoria dos processos, nomeadamente a procura por uma rentabilidade elevada nas células de costura, através da melhor gestão das equipas, do balanceamento das operações e da mitigação de desperdícios existentes no ciclo produtivo.

1.2. Objetivos

O principal objetivo do presente projeto prendeu-se com a melhoria da rentabilidade de uma equipa de uma célula de costura através da otimização da metodologia de trabalho. Para alcançar este objetivo foram necessários vários estudos e análises:

- Estudo de tempos operatórios de costura pela equipa;
- Estudo de técnicas de balanceamento;
- Estudo do balanceamento procurando:
 - Adequar a produção à procura;
 - Melhorar a utilização dos postos de trabalho;
 - Uniformizar a carga dos postos de trabalho;
 - Minimizar o tempo de execução de uma peça;
 - Reduzir o desgaste músculo-esquelético nas operadoras.

1.3. Metodologia de investigação

Para esta investigação foi utilizada a metodologia Investigação-Ação (na terminologia inglesa, *Action Research*) (Susman & Evered, 1978). Esta metodologia envolve um ciclo de cinco etapas seguidas no desenvolvimento do projeto:

- Diagnóstico: identificar o problema e recolher os dados, de maneira a alcançar soluções – fazer a avaliação da situação atual analisando os tempos de operação de cada posto de trabalho (PT), ou seja, efetuar um estudo de tempos que permita ter uma noção exata do seu balanceamento atual.
- Planeamento: planear as ações a desenvolver – nesta fase foram tidas em conta as melhores práticas fundamentadas na literatura, sendo delineadas estratégias para as colocar em prática.
- Implementação de ações: seleção de alternativas de ação – aplicação da técnica de balanceamento selecionada.
- Discussão e avaliação dos resultados: estudo dos resultados obtidos ou consequências das ações – medir e avaliar os indicadores de desempenho, ou seja, efetuar nova medição dos tempos “balanceados” e avaliar os resultados, verificando-se se a técnica aplicada permitiu a obtenção de resultados mais satisfatórios ou não.
- Especificação da aprendizagem: verificar se a aplicação das técnicas de balanceamento nos postos de trabalho das equipas de costura traziam melhores resultados dos que os obtidos atualmente.

1.4. Estrutura da dissertação

A presente dissertação encontra-se dividida em sete capítulos. No primeiro, a introdução, é feito o enquadramento, enunciados os objetivos, detalhada a metodologia utilizada e enumerada a estrutura do relatório. No segundo capítulo é feita uma revisão bibliográfica introduzindo-se os principais conceitos que serviram de base teórica à realização do projeto. No terceiro capítulo é apresentada a empresa onde foi desenvolvido o estudo, demonstrados os fatores de produção e os seus produtos e caracterizado o seu sistema produtivo. No capítulo quarto é feita uma descrição e análise crítica da situação atual das células em estudo, nomeadamente a gestão das equipas e os seus balanceamentos, sendo que no capítulo seguinte, o quinto, são apresentadas as propostas de melhoria. Por fim, no capítulo seis são discutidos e analisados os resultados, enquanto no capítulo sete são tidas algumas considerações finais em jeito de conclusão e apresentadas algumas ideias para trabalho futuro.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo apresenta a revisão bibliográfica que serve para fundamentar a investigação desenvolvida e suportar o desenvolvimento do projeto. Assim, neste capítulo faz-se uma revisão sobre os fundamentos do *Lean Production* (LP), princípios, conceito de desperdício e principais ferramentas. De seguida, é realizada uma revisão sobre células de produção, nomeadamente os tipos de células existentes, as metodologias para construção/formação de células e, por fim, é detalhado o balanceamento de células que é uma das atividades de formação de células, sendo apresentados os objetivos e os entraves do balanceamento. Este capítulo termina com a apresentação de alguns casos de implementação de células em ambiente *Lean*.

2.1. *Lean Production*

Segundo alguns autores, nomeadamente, Towill (2006), o início de LP como filosofia de produção remete para o início do século XX, para o modelo T de Henry Ford e para a sua linha de produção em série que se caracterizava por produzir uma grande quantidade de artigos de um mesmo modelo, i.e., sem flexibilidade para produzir variedade de artigos. Um fluxo contínuo com todas as máquinas e restantes recursos alinhados para a produção do referido modelo era outra das principais características da linha de produção de Ford.

Após a 2ª Guerra Mundial, dois engenheiros da empresa Toyota, nomeadamente Taichi Ohno e Shigeo Shingo, adotando os princípios básicos de Ford (fluxo contínuo dos materiais, normalização de processos e eliminação de desperdícios) adaptaram-nos à necessidade de maior variedade dos produtos através da produção de pequenos lotes (Towill, 2006). Para que tal fosse possível foi necessária a redução dos tempos de *setup* dos recursos e eliminação dos desperdícios.

Foi neste contexto que surgiu o *Toyota Production System* (TPS) (Monden, 1998); (Ohno, 1988) cujo objetivo era a obtenção da qualidade máxima a um custo reduzido apoiando-se na criação de um fluxo produtivo contínuo através da eliminação de desperdícios (Liker & Lamb, 2000) (Courtois, Pillet, & Martin-Bonnefous, 2003).

Segundo Towill (2006) Kiyoshi Suzaki elaborou um manual de engenharia com técnicas de melhoria contínua que abrangem quatro métodos: *Just-In-Time* (JIT), *Total Quality Control* (TQC), *Total Productive Maintenance* (TPM) e *Computer Integrated Manufacturing* (CIM).

O conceito de TPS foi em 1990, através da edição do livro “*The Machine that Changed the World*” por Womack, Jones & Roos (Womack, Jones, & Roos, 1990) designado como *Lean Production*, conceito que se tornou no principal paradigma de produção moderna (Liker & Lamb, 2000).

2.1.1. Princípios Lean Thinking

O Lean Thinking representa uma filosofia assente na eliminação de desperdícios à qual Womack e Jones (1996) associaram cinco princípios:

- Valor – significa especificar valor do ponto de vista do cliente e oferecê-lo no momento certo e no valor que o cliente está disposto a pagar;
- Cadeia de valor – são todas as atividades específicas necessárias para a produção do produto pretendido pelo cliente desde a obtenção das matérias-primas (MP) até ao produto final;
- Fluxo contínuo – é o fluxo de atividades ao longo da cadeia de valor desde as MP até ao produto final sem qualquer interrupção;
- Sistema *pull* – etapa que define a iniciativa em cada processo, i.e., o cliente é responsável por dar início à sequência de produção;
- Busca da perfeição – centra-se na eliminação de desperdícios em todos os processos produtivos ao longo da cadeia de fluxo de valor, num processo de melhoria contínua.

Partindo desta busca pela perfeição procura-se a eliminação ou, pelo menos, a redução dos sete desperdícios produtivos.

2.1.2. Sete desperdícios e sintomas dos desperdícios

Os desperdícios (*muda* em Japonês) são considerados como fatores que aumentam o tempo e o custo de produção de um produto mas que não alteram o seu valor na perspetiva do cliente (Liker & Lamb, 2000). Estes desperdícios dos sistemas produtivos que, segundo Womack & Jones (1996), foram identificados por Shigeo Shingo para o TPS são: sobreprodução, defeitos, tempos de espera, movimentações processos inadequados, excesso de *stock* e transporte excessivo (Courtois, Pillet, & Martin-Bonnefous, 2003) (Barbosa, 2011) explicados de seguida:

- Sobreprodução – produção acima do que foi encomendado, o que provoca outros desperdícios (*stocks* excessivos e movimentações);
- Esperas – tempo em que os recursos (operadores ou máquinas) estão parados à espera do fim de ciclo de uma máquina, ou então devido a avarias/acidentes. Pode também ser consequência de um mau balanceamento do processo (existência de pontos de estrangulamento);
- Transporte excessivo – desperdício causado muitas vezes devido à sobreprodução e consequente transporte para o armazém de *stock* (produtos intermédios e/ou produtos finais);
- Processamento inadequado ou sobreprocessamento – pode resultar da má utilização de ferramentas, máquinas e procedimentos. Este desperdício pode também ser definido

como operações inúteis se existem operações que vão para além das expectativas e necessidades do cliente e como tal aumentam desnecessariamente os custos produtivos;

- Excesso de *stock* – além dos seus custos produtivos estes produtos em *stock* geram também custos relacionados com a manutenção (renda, luz, pessoal, entre outros) bem como o tempo consequente na busca das referências;
- Defeitos – o processo não gera valor acrescentado e como tal serão necessárias novas MP e nova produção dos artigos (com todos os custos associados);
- Movimentações – a desorganização de um *layout* implica deslocações desnecessárias (e não produtivas) no ciclo de trabalho de um operador.

Além dos *muda*, existem também os chamados sintomas de desperdícios designados de *mura* e *muri* que são, muitas vezes, referidos como os 3M. Estes podem ser descritos como:

- Mura – aponta as irregularidades, inconsistências e variabilidades em qualquer local do espaço da fábrica, é exemplo deste sintoma um fluxo de trabalho que, devido à atividade de um operador mais lento é interrompido (Imai M. , 1997).
- Muri – aponta para excessos ou insuficiências irracionais, é exemplo deste sintoma a colocação de um novo colaborador sem a formação necessária num determinado PT que provocará muitos erros (Imai M. , 1997).

A identificação dos 3M, *muda*, *mura* e *muri*, é um princípio simples para iniciar a aplicação de uma melhoria contínua nas empresas, sendo que o mais simples de eliminar é o *muda*, uma vez que normalmente incide sobre comportamentos errados praticados ao longo tempo e que são facilmente detetados (Imai M. , 1997).

2.2. Ferramentas Lean

Para a implementação de LP existem ferramentas que a facilitam, são elas: *Just-In-Time* (JIT), *Jidoka*, *Value Stream Mapping* (VSM), Programa 5S, gestão visual, trabalho normalizado, *poka-yoke*, *Single Minute Exchange of Die* (SMED), *kanban* e *kaizen*. Destas ferramentas existem duas que são consideradas como sendo as principais, e como tal são designadas como os pilares desta filosofia, são eles o JIT e o *Jidoka*. Uma forma intuitiva de sintetizar e interligar todas as ferramentas *Lean* é através da “Casa do *Lean*” presente na Figura 1.

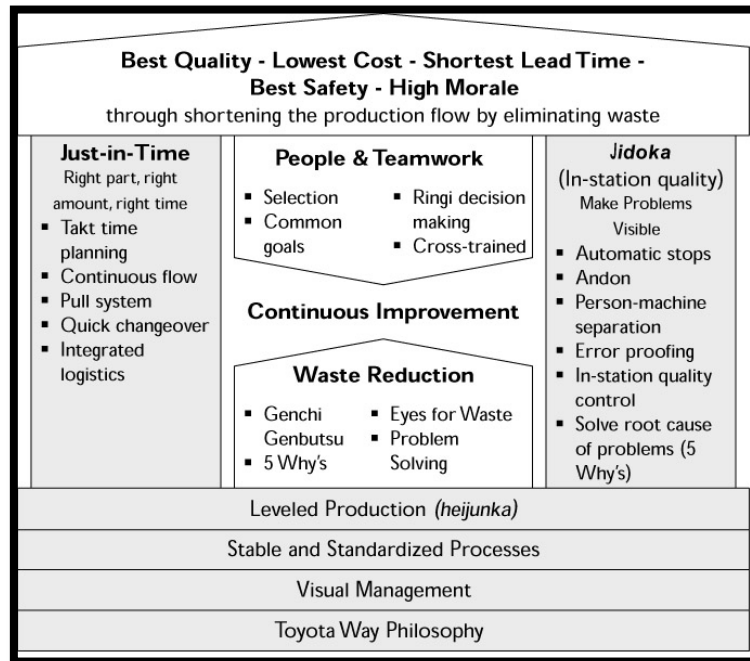


Figura 1 – A Casa do Lean (adotada de (Liker J. , 2004))

2.2.1. Just-In-Time

O JIT consiste em produzir o que é necessário, quando é necessário e apenas na quantidade necessária através da utilização eficiente dos recursos financeiros, da mão-de-obra, e dos equipamentos (Monden, 1998). Existem para tal ferramentas como o *Kanban* que viabiliza o sistema *pull*, o *takt time* e o *quick changeover* que ajudam a concretizar na prática a implementação do JIT.

2.2.1.1. Kanban

Kanban é um termo japonês que significa etiqueta ou marca. Esta ferramenta que se caracteriza pela sua simplicidade e eficácia na gestão da produção é na prática uma ordem de produção que um posto de trabalho (PT) a jusante dá ao posto imediatamente a montante. Sendo que o PT mais a jusante (último do ciclo produtivo) só dá ordem para produzir o suficiente para responder às necessidades do cliente (Courtois, Pillet, & Martin-Bonnefous, 2003). Esta é a principal ferramenta de suporte ao sistema *pull* que consiste em puxar a produção em vez de a empurrar (sistema *push*) ao longo do processo produtivo (Fernandes N. , 2007).

Segundo Courtois et al. (2003) existem dois tipos principais de *kanban*: o *kanban* específico e o *kanban* genérico. O primeiro utiliza-se quando existe uma pequena variedade nos produtos fabricados na célula e o segundo quando não existe essa regularidade nos produtos nem é possível normalizá-los.

O objetivo desta ferramenta prende-se com a produção do produto pretendido pelo cliente, no exato momento em que é encomendado e na quantidade encomendada.

2.2.1.2. Takt Time

O *Takt Time* (TT) é definido como taxa de consumo do mercado. Não é mais do que a sincronização do tempo disponível para a produção de acordo com a procura do mercado, sendo esta a base para a conceção de uma célula de produção (Feld, 2000). Assim, a expressão usada para o cálculo do TT é o período disponível para produzir pela quantidade procurada nesse período.

2.2.1.3. Single Minute Exchange of Die

O *Quick Changeover* tem como objetivo a redução do tempo de mudança, ajuste e preparação dos processos, máquinas e/ou equipamentos para a produção de um novo produto ou lote. Este compreende várias técnicas, sendo a mais conhecida o Single Minute Exchange of Die (SMED) (Lopes, Neto, & Pinto, 2010).

O *Quick Changeover* tem como objetivo a redução dos tempos de *setup* através da aproximação das ferramentas necessárias para perto da máquina, adaptação de ferramentas e materiais de encaixe rápido e universal, entre outras formas de redução dos tempos de mudanças das máquinas. Estes “outros” métodos de redução destes tempos devem ser propostos pelos operários, devendo para isso ser incentivados (Shingo, 1985).

O SMED tem como objetivo específico diminuir o tempo de *setup* para um único dígito, ou seja, menos de dez minutos (Ribeiro, Braga, Sousa, & Silva, 2011).

2.2.2. Jidoka

O *Jidoka* é o termo japonês para o termo *autonomation* e que significa “autoridade para parar a linha de produção” (Russell & Taylor, 2003). É constituído por diversos mecanismos que previnem erros de máquinas assegurando que produtos não-conformes não sigam no ciclo produtivo (Monden, 1998) (Pereira R. , 2008). Existem dois principais mecanismos que ajudam na concretização prática deste pilar: o *poka-yoke* e o *andon* explicados a seguir.

2.2.2.1. Poka-yoke

É uma ferramenta capaz de prevenir erros (tornando-o impossível de acontecer) e minimizar as suas consequências. Segundo Shingo (2005) esta ferramenta permite parar o processo até que seja eliminada a causa do erro, isolando os produtos através da inspeção do erro na origem, inspeção de todos os produtos no final do processo e paragem da linha até à deteção do erro. Os sistemas *poka-yoke* podem ser classificados em:

- De contacto – identifica o erro através do contacto entre o produto e o respetivo dispositivo;
- De conjunto – avalia se todas as operações foram executadas;
- De etapas – analisa se a sequência de operações realizadas foi a correta.

2.2.2.2. Andon

Tal como foi referido anteriormente *Jidoka* significa a “autoridade para parar a linha de produção” e a utilização desta ferramenta permite um livre acesso a cada colaborador a um dispositivo que deve ser acionado pelo colaborador quando o seu PT necessita de qualquer tipo de ajuda, o que permite ao chefe de equipa ou outro colaborador visualmente e através de um sinal sonoro detetar esse apelo (Russell & Taylor, 2003). A este dispositivo dá-se o nome de *Andon*. A Figura 2 apresenta um exemplo de um sistema *Andon*.

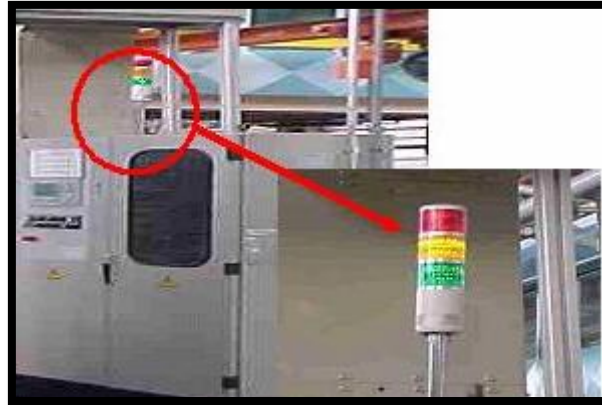


Figura 2 – Exemplo de luzes *Andon* (adotado de (Kosaka, 2006))

2.2.3. Value Stream Mapping

O *Value Stream Mapping* (VSM) é uma ferramenta de diagnóstico e de gestão de fluxos de informação que surgiu com Rother & Shook (1999). Permite distinguir as atividades que acrescentam valor ao produto daqueles que não acrescentam, quantificando os seus tempos. É então possível identificar oportunidades de melhoria e consequente redução do *lead time* através da redução ou até eliminação dos tempos das operações que não acrescentam valor (Lee & Snyder, 2007; Rother & Shook, 1999).

2.2.4. Programa 5S

O programa 5S é um programa que tem como objetivo sistematizar as atividades de arrumação, organização e limpeza dos postos de trabalho, bem como a sua manutenção ao longo do tempo. É composto por cinco fases (os 5S's derivados de palavras japonesas) (Courtois, Pillet, & Martin-Bonnefous, 2003) que se encontram descritas em seguida:

- *Seiri* – arrumação, ter só o absolutamente necessário no PT;
- *Seiton* – organização, definição e identificação dos locais de cada objeto (ferramentas, materiais);
- *Seison* – limpeza do PT e das áreas envolventes;
- *Seiketsu* – asseio, imposição de normas de arrumação e limpeza do PT;

- *Shitsuke* – formação moral, visa autodisciplinar os operários para os princípios de organização e limpeza.

A Figura 3 mostra ilustra os 5S, através de exemplos práticos do que representam as palavras.

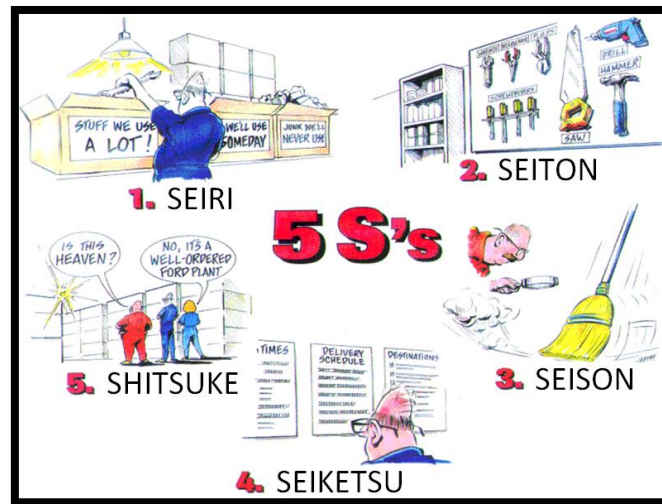


Figura 3 – Resumo ilustrado das cinco fases do “5S” (adaptado de (Vanessa & Hiago, 2010))

2.2.5. Gestão visual

A Gestão visual é um conjunto de sistemas simples e intuitivos de apoio à tomada de decisões, minimização de erros e alerta para situações anormais. São exemplos as marcas no chão para delimitar áreas, sistemas luminosos de controlo da produção, gráficos e esquemas informativos, entre outros (Pinto, 2009). Na Figura 4 é apresentado um exemplo de gestão visual. A Figura 2 apresentada na secção 2.2.2.2 do sistema *Andon* é outro exemplo de gestão visual.



Figura 4 – Exemplo de marcas no chão para delimitar as áreas (adotado de (Loureiro J. , 2012))

2.2.6. Trabalho normalizado

O Trabalho Normalizado ou *Standard Work* consiste em encontrar a melhor forma, i.e. mais eficiente e fazer sempre do mesmo modo, com as mesmas operações, a mesma sequência e com

a utilização das mesmas ferramentas (Krichbaum, 2009). Segundo Monden (1998) esta ferramenta divide-se em três elementos:

- *Takt time* – tempo necessário para a produção de um produto para responder à procura já referido na secção 1.2.1.2.
- Sequência normalizada de operações – é a sequência de trabalho com uma série de etapas sempre igual;
- Quantidade normalizada de *Work-In-Process* (WIP) – manutenção de um número constante de produtos em curso de fabrico.

2.2.7. Kaizen

Kaizen é o termo japonês para melhoria contínua e mais do que uma ferramenta é uma filosofia de trabalho focada no objetivo do aumento da produtividade através da melhoria de todos os processos. Importa referir que esta filosofia foi criada por Massaki Imai (1991) e tem como objetivo a eliminação dos desperdícios e de todas as atividades sem valor acrescentado no que respeita à visão do cliente.

Nesta filosofia organizam-se “*kaizen events*” que são eventos periódicos onde grupos de trabalho, formados por operadores e chefias, se juntam para pensar, apresentar e discutir ideias para se alcançar o aumento da produtividade e o conforto em cada PT (Loureiro J. , 2012).

2.3. Células de produção

As células de produção são uma das configurações possíveis da implantação dos sistemas produtivos e que se caracterizam por agrupar e organizar os recursos produtivos necessários à produção de uma determinada família de artigos com um processo produtivo semelhante (Silva, 2008). Outras configurações de implantações são os sistemas orientados ao processo ou oficinas de produção e as linhas de produção.

Os sistemas de produção orientados ao processo, “que derivam da organização *tayloriana* que prevaleceu nas nossas empresas durante décadas” (Courtois, Pillet, & Martin-Bonnefous, 2003), apresentavam muitos problemas que em muito se deviam às suas principais desvantagens: os fluxos de materiais e de informações são extremamente complexos e o número de produtos em curso de fabrico é elevado (Courtois, Pillet, & Martin-Bonnefous, 2003). Em alternativa a estes, tem-se os sistemas de produção orientados ao produto, i.e., as células e as linhas de produção (Silva & Alves, 2002). Neste tipo de implantações é possível um controlo mais simples da atividade produtiva, seja dos fluxos de materiais e de informações, seja no nível de existências em produção.

As células são consideradas normalmente como sistemas intermédios entre as oficinas e as linhas uma vez que combinam características de ambos os sistemas como a variedade, típica das

oficinas, com a de grandes quantidades, típica das linhas. Segundo Silva (2008) as principais vantagens de um sistema celular são: flexibilidade, qualidade consistente, elevada produtividade, pouco trabalho em curso de fabrico e por um curto período de tempo. Este sistema caracteriza-se ainda por permitir fluxos inversos, regressivos ou retrocedentes e por permitir também a transposição de postos de trabalho uma vez que numa mesma família de artigos o número e a ordem das operações pode ser diferente.

2.3.1. Tipos de células

Existem diferentes classificações para as células de produção dependendo das características em análise. Por exemplo, alguns autores classificam-nas, relativamente à relação produto-quantidade em células de produção, células de tecnologia de grupo e células funcionais (Silva & Alves, 2002); relativamente aos recursos utilizados e tipo de fluxo são classificadas por (Silva & Alves, 2002) em células básicas (não há partilha de recursos) e não-básicas (há partilha de recursos); e relativamente à metodologia de gestão subjacente tem-se as configurações operacionais como as células JIT, as células de resposta rápida, as células de produção flexível e as células virtuais (Alves, 2007).

2.3.2. Projeto detalhado de células

O projeto de células ou de qualquer outro sistema produtivo é um processo extremamente complexo com um elevado número de variáveis e como tal deve ser seguida uma metodologia de modo a auxiliar a equipa de projetistas. A metodologia GCD (Genérico, Conceptual e Detalhado) guia-se por três níveis hierárquicos: o estratégico, o tático e o operacional que correspondem respetivamente a três fases de uma metodologia desenvolvida por (Alves, 2007) e publicada em (Alves & Silva, 2009).

No nível estratégico ou projeto genérico são tidos em conta os objetivos da empresa e o mercado envolvente de modo a se definir qual a estratégia de produção a adotar (sistema produtivo orientado ao produto ou à função, quantidade/variedade, grau de especialização, entre outros). No nível tático ou projeto conceptual são selecionados os PT necessários à célula bem como o número de operadores, estuda-se a formação de famílias de produtos e faz-se uma primeira iteração de afetação de máquinas às operações.

No nível operacional ou projeto detalhado é definido e tratado com o maior detalhe necessário todo o funcionamento do sistema produtivo. Segundo Alves (2007) esta fase envolve cinco atividades que são: formação de famílias de peças/produtos, instanciação de células conceptuais, instanciação de postos de trabalho, organização e implantação intracelular e integração e coordenação da atividade intercelular.

Outros autores como por exemplo Arvindh e Irani (1994) consideram um número diferente de atividades. A seguir descrevem-se as etapas necessárias ao projeto detalhado de células segundo Alves (2007).

2.3.2.1. Formação de famílias de peças/produtos

Nesta fase são agrupados os produtos para serem produzidos na célula de acordo com as semelhanças das suas características, sejam de natureza física ou operacional, como tipo de material, dimensões, forma, peso, matéria-prima, sequência de operações, ferramentas utilizadas, entre outras (Alves, 2007).

Existem diversos métodos para agrupar produtos em famílias como o *Production Flow Analysis* desenvolvido por Burbidge (1971) que usa os roteiros de fabrico e a sua informação para agrupar os produtos com o mesmo processo de fabrico (Krichbaum, 2009). Segundo Irani (1999) citado por Loureiro (2012) existem também outros dois métodos de igual importância: o *eyebaling*, que agrupa produtos de acordo com as similaridades dos seus componentes, dos projetos e das gamas operatórias de cada um; e a codificação e classificação dos produtos finais, que toma em atenção as características de cada produto tendo em conta cada caracter do seu código identificativo, como tipo de matéria-prima, fornecedor, cliente final, modelo, cor, entre outros (Alves, 2007).

2.3.2.2. Instanciação de células conceptuais

Nesta fase calcula-se o número de máquinas necessárias, tendo em conta o tipo de máquinas necessárias e as especificações da quantidade da encomenda, e respetiva alocação às famílias. Identificam-se também os fluxos e seleciona-se a configuração operacional que melhor se adequa ao tipo de produto/família de produtos (Alves, 2007).

2.3.2.3. Instanciação de postos de trabalho

Depois de terem sido apontados de forma grosseira no projeto conceptual, nesta fase é estabelecido de forma concreta o número de PT na célula bem como o número de máquinas em cada PT. É também nesta fase que se alocam os operários às células e onde se faz o seu balanceamento, tema que será detalhado na secção 2.3.3 (Alves, 2007). Por fim são afetados os colaboradores a cada um dos PT da célula em construção de acordo das competências exigidas em cada um deles. Após esta fase deve ser feita uma forte aposta na formação dos colaboradores em áreas como: o trabalho em equipa; a polivalência, as habilidades interpessoais e de liderança, a adaptação às alterações e o pensamento positivo (Barbosa, 2011). Para conseguir seleccionar os operadores com as competências adequadas pode ser necessário construir uma matriz de competências.

2.3.2.4. Organização e implantação intracelular

Um bom arranjo espacial dos recursos permite reduzir transportes e movimentações dentro da célula e que não acrescentam qualquer valor ao produto. Para tal deve ser definida nesta fase a implantação celular, o modo operativo e se se produzirá em lotes ou à peça (*one-piece-flow*) (Alves, 2007). No que respeita às implantações intracelulares podem-se apontar os arranjos lineares, em U, em W ou em S por exemplo. Quanto aos modos operativos, i.e., a forma como os operadores se organizam e trabalham nas células, os mais usuais são: *working balance*, *rabbit-chase* ou *caravan*, *toyota sewing system*, *baton-touch* e *bucket-brigades* (Alves, 2007); (Oliveira & Alves, 2009), que serão descritos na secção 2.3.3.2 Formação de equipas de trabalho.

Também aqui se torna importante definir a sequência de trabalho para cada operador da célula, construindo para cada um as folhas normalizadas de trabalho (ver secção 2.2.6).

2.3.2.5. Integração e coordenação da atividade intercelular

É objetivo desta fase facilitar os fluxos entre células/linhas que compõe o sistema de produção. Assim, é necessário a definição da implantação intercelular, tendo em conta a partilha ou não de máquinas e a sua localização, a compatibilidade/incompatibilidade de processos e/ou máquinas, a mistura de produtos, o tamanho das células e o fluxo existente entre elas. É ainda nesta fase que é selecionado o sistema de controlo da atividade produtiva que melhor se adequa ao arranjo do sistema (Alves, 2007). Localização de supermercados, definição dos circuitos de alimentação e recolha do produto para o comboio logístico, entre outras fazem parte desta atividade. A sincronização e integração das células e do sistema circundante também é um aspeto crucial a tratar.

2.3.3. Balanceamento

O balanceamento (já referido na secção 2.3.2.3) de um sistema produtivo é a distribuição da carga de trabalho de forma uniforme pelos operadores, o que permite uma maior eficiência e “suavidade” desse sistema, seja linha ou célula (Özcan & Toklu, 2008); (Black & Chen, 1995). Para se efetuar o balanceamento dos sistemas utilizam-se métodos de acordo com a diversidade de artigos, isto é, existem métodos para balancear sistemas de artigo único e de vários artigos. Relativamente aos métodos para sistemas/linhas de vários artigos podem ainda ser classificados em linhas de multi-artigo e de artigos misturados, se só um tipo de artigo ou vários tipos de artigos são produzidos na linha, respetivamente (Alves, 1999). Estes métodos podem ainda classificar-se em determinísticos, se não há variação na duração das operações; ou estocásticos, no caso oposto (Wild, 1972).

O conceito de balanceamento aplica-se não só na fase de projeto de uma célula ou linha de produção mas também ao longo da sua vida útil. Uma das situações que conduz a esta necessidade de rebalanceamento é apontada por Hitomi (1979), em sistemas operativos pouco ou nada automatizados em que o desempenho dos operadores vai melhorando à medida que estes vão repetindo constantemente as operações, fazendo com que o seu tempo vá diminuindo – efeito de aprendizagem.

2.3.3.1. Objetivos

O balanceamento de sistemas tem como principal objetivo adequar o ritmo da produção às necessidades da procura, através da otimização da ocupação dos postos de trabalho para uniformizar os tempos de execução do produto, permitindo minimizar as diferenças entre os diversos postos de trabalho e as consequentes paragens por falta de trabalho (Duarte, 2007). Este balanceamento ou equilibragem vai garantir um nivelamento da carga de trabalho e ajudar, assim, a concretizar uma produção JIT (Black & Chen, 1995); (Miltenburg, 2001), conduzindo também a um considerável aumento da produtividade (Bhaskar & Srinivasan, 1997).

Silva (2004) sintetiza os objetivos de um “bom balanceamento” em:

- Minimizar tempos mortos ou perdas de balanceamento;
- Minimizar o número de postos de trabalho;
- Distribuir a perda inevitável de balanceamento por todos os postos do sistema produtivo (linha/célula).

Para Black e Chen (1995) os sistemas produtivos devem ser flexíveis e controláveis de modo a que possam responder às pretensões do mercado com produtos de qualidade e com um tempo e um custo de produção menores. Para isso enumeram algumas características a aplicar nesses sistemas, de onde se destaca o *one-piece-flow*, que só é possível cumprir numa linha ou célula devidamente balanceada.

2.3.3.2. Formação de equipas de trabalho

A formação das equipas de trabalho é também um ponto importante num sistema produtivo e no seu respetivo balanceamento, especialmente num sistema celular, uma vez que os operadores devem ser formados para executar várias tarefas que possibilitem a substituição de outro em falta ou a rotatividade entre postos de trabalho (Miltenburg, 2001); (Gomes, Oliveira, Elias, Barreto, & Aragão, 2008); (Black & Chen, 1995).

Deve para isso, aquando da formação de uma equipa, considerar-se a polivalência e as competências de cada operador. A ferramenta que permite considerar os vários níveis de capacidades dos operadores é a matriz de competências. Assim, para a construção de uma equipa, deve utilizar-se esta matriz que permite considerar as competências de cada operador e

assim formar uma equipa com as polivalências necessárias para a produção de um determinado artigo. Esta matriz permite também de forma visual e intuitiva analisar a polivalência ou a falta dela da equipa considerada (Lopes S. , 2012).

Na fase de formação de células de produção deve também ser definido qual o modo operatório a utilizar bem como o plano de rotatividade. Segundo Faria (2009) os principais modos operatórios existentes são:

- *working balance* – tem como princípio a divisão da célula em secções com uma distribuição equilibrada da carga e do número de tarefas com tempos de processamento semelhantes de cada operador;
- *rabbit chase* – caracteriza-se por cada operador realizar todas as etapas do processo produtivo de um artigo de modo sequencial e ordenado dentro da célula;
- *toyota sewing system* – as secções de trabalho de cada operador são estabelecidas pelos próprios operadores durante a execução das diversas tarefas existindo zonas de sobreposição, onde mais do que um operador é responsável por uma ou mais operações;
- *bucket-brigades* – não existem secções de trabalho definidas dentro da célula existindo uma auto organização de partilha de trabalho de forma instintiva, sendo os operários colocados do mais lento para o mais rápido o que permite o equilíbrio do sistema produtivo;
- *baton touch* – existe divisão em secções de trabalho de forma equilibrada mas um operador fica com ocupação inferior para liderar a célula em questões análise da programação da produção, documentação e outros assuntos.

Relativamente ao plano de rotatividade podem considerar-se diferentes planos, nomeadamente, os planos ABCD e os planos ABAB. O primeiro plano indica uma rotação de cada operador entre quatro postos durante um turno de trabalho enquanto o segundo assume na mesma quatro trocas de PT mas apenas entre dois postos de trabalho (Faria, 2009).

Nesta fase devem também ser considerados os planos de formação e de motivação bem como análise das vantagens e desvantagens do trabalho em pé ou sentado optando-se por um deles.

2.3.3.3. Entraves

Um dos principais entraves ao balanceamento de sistemas prende-se com a existência de operações de “estrangulamento”, operações que apresentam tempos superiores às restantes, e como tal merecem especial atenção aquando da alocação de trabalho (Cesani & Steudelb, 2005).

Estas operações fazem com que exista um PT de estrangulamento que determinará a taxa de produção do sistema produtivo em que está inserido e como tal devem ser garantidas todas as condições para que nunca pare, o que obrigatoriamente conduziria a uma diminuição da taxa de

produção. É necessário então garantir um abastecimento constante a este posto, deve-lhe ser feita uma manutenção preventiva para “nunca” avariar, devem ser produzidas as peças “bem à primeira”, o posto deve estar devidamente organizado (5S’s) de modo a eliminar ou reduzir ao máximo os tempos improdutivo e devem ser estudados os tempos de preparação para a sua diminuição com a aplicação do método SMED (Duarte, 2007).

2.4. Casos de implementação de células em ambiente Lean

Na literatura encontram-se vários casos de implementação/reconfiguração de sistemas de produção em empresas com o objetivo de adotar/ adaptar o sistema de produção mais adequado para responder à procura de mercado e reduzir desperdícios no âmbito da implementação de *Lean Production*. Assim, alguns desses casos são Bhat (2008), Alvarez et al. (2009), Pattanaik et al. (2009), Oliveira et al. (2009), Saurin et al. (2011), Alves et al. (2011) e Carvalho et al. (2011) que advogam os seguintes benefícios para esta implementação:

- Melhoria contínua em toda a organização;
- Motivação dos colaboradores através do seu envolvimento nesse processo de melhoria contínua;
- Redução do esforço humano;
- Aumento da produtividade;
- Redução dos prazos de entrega;
- Redução dos desperdícios (*7 mudas*);
- Diminuição dos tempos de ciclo e *lead time*;
- Redução de tempos de *setup*;
- Normalização de processos;
- Melhor eficiência na utilização de recursos (máquinas e pessoas);
- Aumento da flexibilidade do sistema produtivo (típico das células)
- Redução dos níveis de trabalho em curso de fabrico (WIP);
- Redução de *stocks* intermédios e de produtos acabados;
- Melhor organização de todo o espaço fabril (5S);
- Redução da ocupação do chão de fábrica e conseqüente libertação de espaço para outros fins;
- Melhoria do fluxo de peças evitando os tempos de paragem ou movimentos de trabalhadores devido ao material acumulado;
- Simplificação do fluxo de materiais;
- Cumprimento da regra FIFO;
- Gestão mais simples de todo o processo produtivo;

- Fácil controlo da ocorrência de defeitos e redução dos consequentes custos de retrabalho;
- Redução do número e do tempo das atividades que não acrescentam valor ao produto.

Algumas empresas portuguesas ou localizadas em Portugal também tem melhorado os seus sistemas, reconfigurando-os num contexto de ambiente *Lean* ((Cardoso, Arezes, Alves, & Silva, 2008); (Miranda, 2010); (Carvalho, Alves, & Lopes, 2011); (Pereira J. , 2011); (Loureiro J. , 2012); (Alves, Carvalho, Sousa, Moreira, & Lima, 2011)). Os autores descrevem como vantagens para as empresas as já enunciadas acima.

3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Este capítulo apresenta a empresa onde foi realizado este projeto. A identificação e localização, historial, modelo organizacional da empresa, principais fornecedores, clientes e concorrentes e identificação do sistema de produção caracterizam esta apresentação.

3.1. *Identificação e localização da empresa*

A Coindu – Componentes para a Indústria Automóvel, S.A. é uma empresa que produz capas para assentos, encostos e acessórios (apoios de braços, encostos de cabeça e painéis) em couro, tecido e PVC para a indústria automóvel.



Figura 5 – Sede da empresa – Joane (Coindu, 2012)

Relativamente à sede da empresa, unidade produtiva onde foi desenvolvido o presente estudo, a sua localização detalhada é na Transversal a Rua de Rio Pele N°100, 4770-217 Vila de Joane, Vila Nova de Famalicão.

Esta unidade (Mogege/Joane) conta com 876 colaboradores tendo encerrado 2011 com um volume de vendas de cerca de 98 milhões de euros enquanto o ano de 2012 foi encerrado com um volume de 134 milhões. Para o presente ano as previsões apontam para um volume de vendas na ordem dos 150 milhões de euros.

Segundo a Classificação Portuguesa de Atividades Económicas (CAE) a Coindu enquadra-se na secção 29320 – fabricação de outros componentes e acessórios para veículos automóveis, mais propriamente, indústria 100% de estofos de automóveis em couro e tecido (einforma, 2012).

3.2. *Resenha histórica da fundação e crescimento da empresa*

A Coindu foi fundada em 1988 por antigos quadros da Têxtil Manuel Gonçalves, tinha a sua sede no lugar de Labruge em Joane, produzia à data “*big bags*” (chegando a produzir sacos para os carteiros dos CTT) e designava-se de Conflex. Em 1992, a unidade mudou de instalações para o lugar da Ribeira na mesma em Joane passando a designar-se de “Coindu, Componentes para a Indústria Automóvel, S.A.”, uma vez que foi nesse momento que se iniciou a produção de capas para estofos de automóveis. Nessa altura iniciou a atividade com um quadro de 182 trabalhadores sendo que 159 estavam diretamente afetos à produção.

Devido às exigências em termos de qualidade, flexibilidade e cumprimento de prazos de entrega, características indispensáveis em empresas ligadas ao setor automóvel, a Coindu teve de crescer a um ritmo elevado, até que em 1999 atingiu a sua capacidade máxima instalada. Visto que a disponibilidade de mão-de-obra na região era insuficiente para se tomar a opção de ampliar as instalações, essa possibilidade foi descartada. Porém, devido à crescente pressão por parte dos clientes no sentido de aumentar o potencial de fornecimento, em Junho de 2000 deu-se início à construção de uma nova unidade industrial em Arcos de Valdevez (Figura 6). Este local foi escolhido devido à sua maior disponibilidade de mão-de-obra e ao estabelecimento de *Long Terms Agreements* com os clientes.



Figura 6 – Unidade fabril de Arcos de Valdevez (Coindu, 2012)

Em Janeiro de 2001 deu-se o início da produção nessa unidade industrial, sendo que, durante o ano de 2000, 100 novos trabalhadores participaram em ações de formação de forma a garantirem o funcionamento de duas linhas de produção. Durante o ano de 2001, foram formados mais 400 colaboradores para garantirem a funcionalidade de sete novas linhas de produção e ainda do corte de tecido e de couro.

Face ao crescimento referido, no final de 2001 a Coindu ultrapassou os 64 milhões de euros em vendas, registando um significativo aumento de 83% em relação ao ano anterior. Devido a um novo contrato de produção com início em Junho de 2002, a empresa decidiu acrescentar mais três linhas de produção na unidade de Arcos e ampliar a área de corte tendo, para isso, contratado 225 colaboradores. Sustentada pela evolução verificada até 2002, a empresa contava nessa data com cerca de 1400 funcionários, encerrando o exercício de 2004 com um volume em vendas de cerca de 98 milhões de euros.

Para fazer face ao constante crescimento da empresa e à crescente competitividade vinda dos países de Leste, a Coindu resolveu abrir umas novas instalações perto desses concorrentes, sendo que a escolha recaiu na Roménia (Figura 7). Assim, em 2005, com um investimento de cerca de 20 milhões de euros foi criada uma nova unidade produtiva localizada em Curtici com um quadro de cerca de 300 novos colaboradores e com 15 novas linhas de produção.



Figura 7 – Unidade fabril de Curtici (Coindu, 2012)

Empenhada no cumprimento das expectativas e exigências dos clientes e por força do estabelecimento de novos contratos, conquista de novos projetos e consequente aumento de produtividade, em 2008 foram compradas novas instalações junto à unidade de Joane (que a empresa Filobranca, sediada em Mogege, tinha há venda). Nesse sentido, esta nova unidade (Figura 8), arrancou com sete linhas de produção dedicadas ao modelo Audi. Todavia, esta implementação foi gradual com o objetivo de atingir um total de 12 linhas, com as quais hoje se trabalha. Nessa altura produzia-se nas instalações de Joane e nas de Mogege mas devido a vários fatores como a forte quebra no volume de vendas, em 2009 a produção passou a ser feita exclusivamente na fábrica de Mogege.



Figura 8 – Unidade Fabril de Mogege

Em setembro de 2013 devido à “conquista” do modelo Polo 250 GP da Volkswagen foi reativada a unidade produtiva de Joane, estando previsto o início de produção em série deste modelo no início do ano de 2014.

Atualmente, a Coindu é líder do ranking nacional no sector da indústria têxtil e emprega cerca de 1327 colaboradores nas unidades portuguesas mais 702 na unidade romena.

A principal estratégia da Coindu centra-se na expansão da sua atividade, apostando para isso na melhoria contínua da produtividade, qualidade e prestação de serviços de apoio aos seus clientes, com vista a cumprir os objetivos e metas definidas, sem descuidar os aspetos ambientais (Qualidade, Ambiente e Segurança), os quais possuem elevada importância nos dias correntes.

3.3. Modelo organizacional da empresa

Como referido anteriormente a empresa tem atualmente nos seus quadros 2029 colaboradores, dos quais 876 desempenham funções na unidade produtiva de Joane /Mogege sendo portanto classificada como uma grande empresa (mais de 250 empregados e volume de negócios acima de 50 milhões de euros (Jornal de Negócios, 2010)).

Em empresas ligadas à indústria automóvel uma organização por departamentos não é um modelo adequado devido às constantes redefinições de níveis de engenharia e devido às grandes lacunas a nível de comunicação interdepartamental de informação e dados, logo não poderia ser um modelo aplicável na Coindu que é uma empresa caracterizada pelas constantes mudanças de produto acabado e matéria-prima e pela necessidade de comunicação entre processos. O modelo organizacional pode ser visto no Anexo 1 – Modelo organizacional.

3.4. Principais fornecedores, clientes e concorrentes

Os principais fornecedores da empresa são as empresas fornecedoras das matérias-primas usadas no fabrico do produto final. Tais matérias-primas são o couro, o tecido e o PVC. A Tabela 1 apresenta os principais fornecedores devidamente separados pelos principais materiais que fornecem.

Tabela 1 – Principais fornecedores

Material	Couro	Tecido	PVC
Fornecedores	Helcor	Gertex	Konrad Mornschuch
	GBR	Aunde	Benecke
	Bader		
	Zenda		
	Pasubio		
	Bridge of Weir		
	Elmo		

O principal e único cliente da Coindu é a indústria automóvel. No entanto, e de acordo com a posição da Coindu no mercado estes pode ser divididos em: fornecedor de primeiro nível ou camada - “1st tier suppliers” ou fornecedor de segundo nível ou camada - “2nd tiers suppliers”). Esta divisão pode ser observada na Tabela 2.

Tabela 2 – Principais clientes

	1 st tier suppliers	2 nd tiers suppliers
Clientes	BMW	Lear
	Audi	Faurecia
		Fehrer
		JCI

Na Tabela 3 é possível visualizar quais os principais concorrentes da Coindu, quer sejam os de “1st tier suppliers”, devido aos contratos diretos com as marcas e que colocam os seus principais

clientes como os seus principais concorrentes nessa posição, quer sejam os “crónicos” concorrentes de “2nd tiers suppliers”.

Tabela 3 – Principais concorrentes

	1 st tier suppliers	2 nd tiers suppliers
Concorrentes	Lear	Hybel
	Faurecia	Aunde Teknik
		Prevent
		Sunviauto
		Treves
		Carint
		Intergroclin
		Martur
		Boxmark

3.5. Identificação e caracterização do sistema de produção

Um sistema de produção é um conjunto de elementos interligados que a partir de entradas (*inputs*), designados como fatores de produção, dá origem a saídas (*outputs*), designados como produtos, num processo de transformação de materiais em que lhes é acrescentado valor (Hitomi, 1979). Nesta secção são apresentados de forma sucinta os principais elementos que caracterizam um sistema produtivo: os fatores de produção, o sistema produtivo e os produtos.

3.5.1. Fatores de produção

Os fatores de produção são considerados os elementos utilizados pelo sistema produtivo para que seja possível a fabricação dos produtos. Nesses fatores, segundo Hitomi (1979) são considerados os materiais, os meios de produção, o trabalho e a informação.

3.5.1.1. Materiais

Quanto aos materiais utilizados na produção dos artigos existem os principais, os auxiliares e a energia. Os principais são as matérias-primas já referidas como couro, diversos tipos de tecido, PVC (espécie de tecido a imitar o couro) e os materiais utilizados na produção das capas que são: espuma, etiquetas, linhas, perfis, elástico, manga, TNT e alcatifas. Estas são os principais materiais que no final da produção incorporam as capas para os bancos.

Quanto aos materiais auxiliares, que são materiais necessários para produzir o produto final, mas que não o incorporam considera-se o álcool etílico e as toalhetas usados para limpar o couro, os óleos de lubrificação das máquinas, o papel e o plástico usado no auxílio dos processos de corte, entre outros.

3.5.1.2. Meios de produção

Nos meios de produção são considerados os meios diretos (usam os materiais de modo a obterem os produtos finais) e os meios indiretos (apoiam todo o processo produtivo) que serão enunciados de seguida.

Como meios diretos destacam-se as principais máquinas utilizadas nos diversos processos produtivos da Coindu, com destaque para as máquinas de corte automático de couro e não couro (*Human Tech* e *Lectras*, respetivamente) as prensas de corte de couro, as máquinas de costura de *airbag* e também as de costura normal da *Adler* com a mais recente tecnologia do setor e que podem ser analisadas no Anexo 2 – Meios de produção.

Relativamente aos meios de produção indiretos destacam-se as instalações fabris (*layout* e medidas) e os sistemas informáticos também disponíveis para análise pormenorizada no Anexo 2 – Meios de produção.

3.5.1.3. Trabalho

Um importantíssimo fator de produção é o trabalho que corresponde ao desempenho físico e mental de tarefas ligadas com o processo produtivo, com processos de gestão ou com outros processos administrativos (Hitomi, 1979).

Assim sendo a Coindu tem os seus colaboradores distribuídos pelas suas unidades (sede e fabris) da seguinte forma: 43% nas unidades de Joane/Mogege, 35% em Curtici e 22% no Arcos de Valdevez (Figura 9).

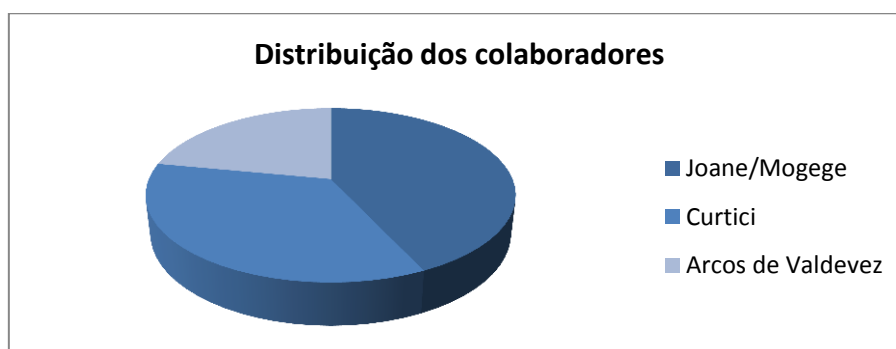


Figura 9 – Distribuição do número de colaboradores pelas diferentes unidades

Focando a análise nas unidades de Joane/Mogege na questão de géneros a distribuição faz-se em 34 % dos colaboradores do sexo masculino enquanto os restantes 66% são do sexo feminino (Figura 10).

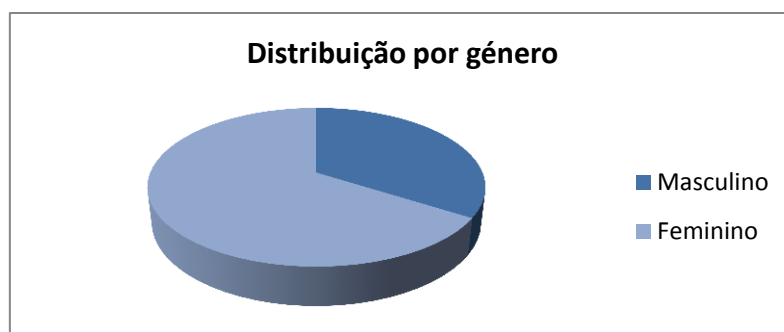


Figura 10 – Distribuição dos colaboradores por género

Relativamente ao escalão etário nas unidades Joane/Mogege tem-se que 1% tem 18 ou 19 anos, 28% tem idade compreendida entre os 20 e os 29 anos, 35% entre os 30 e os 39 anos, 28% entre os 40 e os 49 anos e os restantes 8% tem mais de 50 anos (Figura 11).

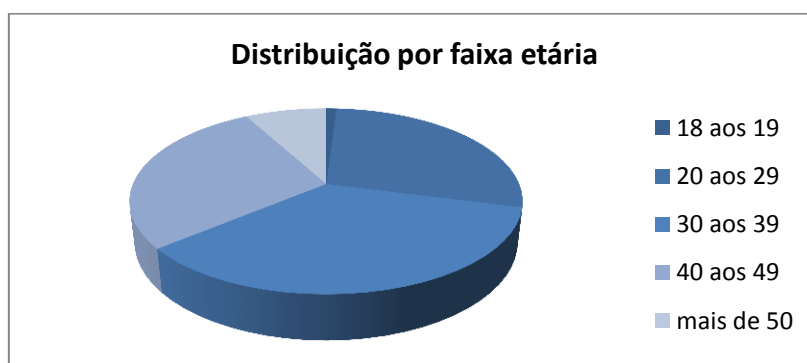


Figura 11 – Distribuição dos colaboradores por faixa etária

O nível académico destes colaboradores divide-se em: 48% com o 4º ou 6º ano, 48% com o 9º ou o 12º ano e 4% com curso superior (Figura 12).

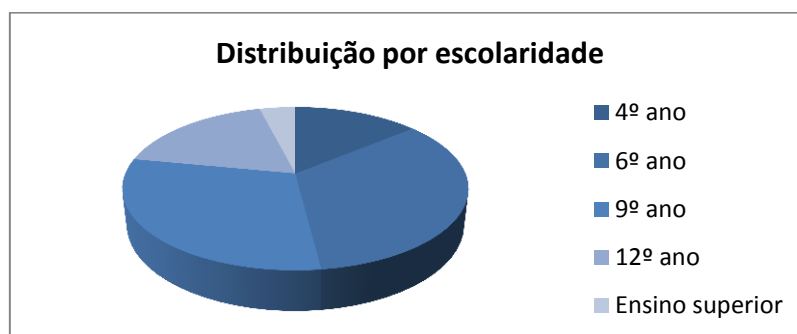


Figura 12 – Distribuição dos colaboradores por escolaridade

Para maior detalhe na análise destes dados consultar o Anexo 3 – Recursos humanos

3.5.1.4. Informação

A informação, como fator de produção, representa todo o conhecimento que é necessário possuir para a conceção dos produtos e gestão de todo o processo produtivo, designada de “*know-how*”. Dentro deste fator de produção consideram-se os dados e métodos de processamento de dados e ainda os procedimentos de produção (Sousa & Moreira, 2010). Na Coindu é possível encontrar-se essas informações nas folhas de procedimentos, nas instruções

operativas e nos processos de fabrico que contêm toda a informação necessária para os colaboradores desempenharem as suas funções da forma correta nas mais diversas situações, sejam procedimentos na normalidade da produção, sejam procedimentos do fluxo de materiais com defeito, sejam folhas de trabalho normalizado, os processos de fabrico.

Considerando este fator de produção foi analisado o ciclo de uma encomenda (que incluiu o ciclo produtivo) sob o ponto de vista do fluxo de informações e que se encontra esquematizado no Anexo 4 – Fluxo de informação.

Quanto aos sistemas informáticos utilizados na Coindu merece claro destaque o SIAP (Sistema Integrado de Apoio à Produção) à volta do qual “orbitam” diversas plataformas que permitem um auxílio à produção em qualquer um dos setores. Das inúmeras informações que contém destacam-se as folhas de procedimentos, os processos de fabrico e as instruções operativas, toda a informação relativa às OF’s, às competências dos colaboradores, aos defeitos detetados nos respetivos postos de trabalho, serve ainda para confirmação de rótulos, peças e embalagens, entre outras aplicações. Existem ainda outras plataformas informáticas (algumas das quais que orbitam o SIAP) que merecem destaque como o *AS-400* (gestão empresarial que engloba desde as vendas, às compras e à gestão de materiais em *stock*), o *TransGest* (gestão da logística dos transportes), o *GestRem* (gestão de matérias-primas entre armazéns), o *GestProd* (gestão da produção), o *SeSuite* (gestão documental), entre outros.

3.5.2. Processo de produção geral, layout e fluxo de materiais

O sistema produtivo a ser descrito é de produção de um Assento da Frente Direito (AFD) do modelo *Twinleder* Basis para o Audi A4, e para auxiliar nessa descrição foi desenvolvido um diagrama de análise de processo presente no Anexo 5 – Fluxo de materiais do AF *Twinleder* Basis (Audi A4).

Como se pode ver pelo tipo de implantação da Coindu divide-se em: oficinas funcionais, no corte de couro e de *Lectras*; e em linhas de produção, na secção de costura. Na unidade fabril de Mogege as instalações estão distribuídas por:

- Área produtiva: 12000 m²;
 - Corte de couro: 2600 m²;
 - Corte de *Lectras*: 1600 m²;
 - Preparação: 800 m²;
 - Produção: 2900 m²;
 - Embalagem/expedição: 1900 m²;
 - Escritórios: 1600 m²;
 - Desenvolvimento: 600 m².

- Armazéns: 3800 m²;
 - Couro: 2800 m²;
 - Tecido e pequenos materiais: 1000 m².
- Manutenção: 800 m².

De uma forma simplificada, o processo de costura das capas da Coindu envolve seis processos gerais:

- Armazém: receciona e fornece aos diversos setores produtivos as matérias-primas que estes necessitam para a realização dos respetivos processos de fabrico.
- Corte de couro: recebe do armazém o couro que analisa, estende e corta as peles de couro para abastecer a preparação. Neste setor é também colada a espuma (cortada nas *Lectras*) nas peças de couro cortado num processo designado por laminação.
- Corte de *Lectras*: recebe os materiais em rolo “não-couro” que corta para abastecer a preparação e o corte de couro.
- Preparação: recebe as peças cortadas dos setores a montante e prepara-as em paletes de acordo com as ordens de fabrico.
- Produção: recebe as paletes da preparação e procede à respetiva costura das capas. Nesta secção é ainda feita uma inspeção a 100% às peças produzidas no setor designado de “revista”.
- Embalagem e Expedição: recebe as capas devidamente produzidas e revistas e procede à sua embalagem de acordo com as especificações do cliente. Nesta secção é ainda colocado um arame em certos modelos de capas. No final destes processos as caixas são armazenadas no armazém de produto acabado até ao momento em que são expedidas para o cliente.

O *layout* esquematizado da unidade produtiva de Mogege pode ser visualizado no Anexo 6 – Layout da unidade produtiva de Mogege.

3.5.2.1. Oficinas de corte de couro

No que respeita ao corte de couro o tipo de implantação pode ser classificado como oficina funcional, uma vez que as “máquinas que são tecnicamente semelhantes ou desempenham a mesma função” se encontram agrupadas (Courtois, Pillet, & Martin-Bonnefous, 2003) apesar de as mesmas estarem dispostas em linha, de acordo com a sequência de operações necessárias ao corte (Sousa & Moreira, 2010).

O processo inicia-se nas prensas de corte de couro (representadas na Figura 13 a amarelo), segue para a laminação (representadas a rosa) e passa por postos de revista (a cinzento junto às máquinas de laminação circundadas a azul) antes de finalizar este processo nas máquinas de faceamento (circundadas a vermelho). De salientar que quando é requisito da peça uma

espessura uniforme em toda a sua extensão, essa operação é feita na máquina de igualizar que se encontra junto às máquinas de faceamento (como demonstra a seta vermelha na figura). No final as caixas com as peças cortadas são colocadas no pequeno armazém representado a laranja no canto inferior esquerdo da Figura 13.

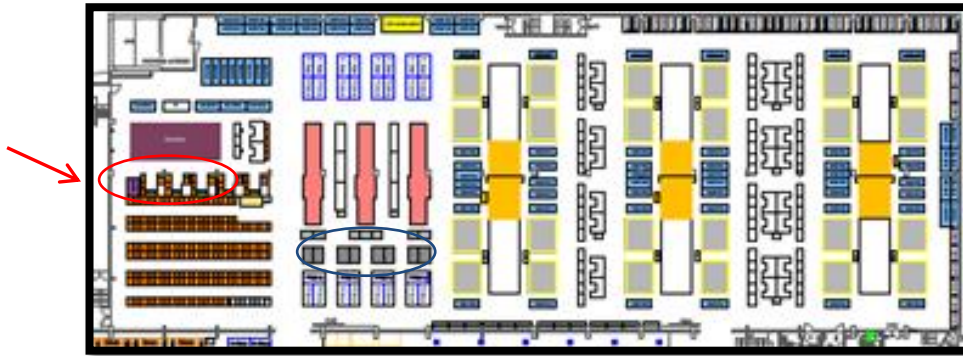


Figura 13 – *Layout* da secção de corte de couro

3.5.2.2. Linhas de costura

Na secção de costura, apesar de ser referido na organização como estando as máquinas dispostas em células de produção por equipas de trabalho, o mesmo não se pode considerar uma vez que estas não são autónomas para a “realização integral de um conjunto de peças” (Courtois, Pillet, & Martin-Bonnefous, 2003). Cada uma dessas equipas/células é responsável pela montagem por costura de um dos componentes de um banco (por exemplo uma célula produz os encostos da frente (EF) esquerdos e/ou direitos, outra os assentos de trás (AT), e assim por diante), onde é mais simples o controlo do fluxo de materiais e o número de trabalhos em curso. Posto isto, considera-se a implantação dos postos de trabalho na área da costura em linhas de produção (Figura 14).

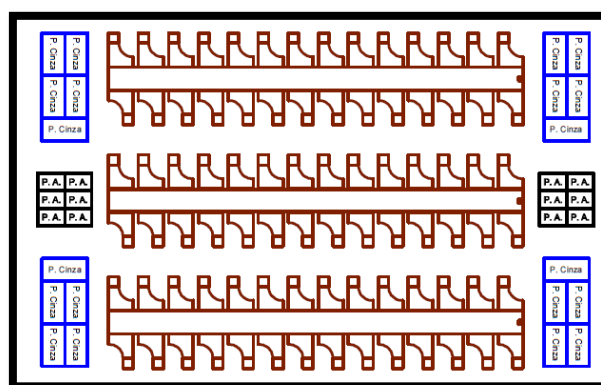


Figura 14 – *Layout* de parte da secção de produção/costura

O *layout* ou implantação fabril integral da área produtiva (que engloba o corte de couro e de *Lectras*, a preparação, a produção, a embalagem e expedição, uma área de desenvolvimento de produtos e as diversas áreas de escritórios) pode ser consultado na Figura 56 do Anexo 6 – *Layout* da unidade produtiva de Mogege.

3.5.3. Produtos

A Coindu desenvolve como atividade central a produção de capas para estofos, bem como outros acessórios, para a indústria automóvel. Os produtos fabricados são considerados de elevada qualidade e possuem alta tecnologia do mercado, equipando vários modelos de diversas e prestigiadas marcas a nível mundial. Apesar da atividade da Coindu estar associada ao ramo automóvel a sua indústria é a têxtil. Na Figura 15 podem-se observar dois exemplos de capas fabricadas na Coindu já montadas nas estruturas dos bancos.



Figura 15 – Exemplo de produtos fabricados na Coindu (Coindu, 2012)

3.5.3.1. Estrutura dos produtos

A estrutura dessas capas pode variar de modelo para modelo, todavia, geralmente todas tomam as mesmas designações. Esta situação permite maior facilidade na adaptação às mudanças entre os vários modelos/projetos. A Figura 16 e Figura 17 indicam como são identificados os produtos e a sua respetiva designação, sendo de destacar que no caso das capas para os bancos da frente há ainda a distinção entre os do lado direito e os do lado esquerdo.

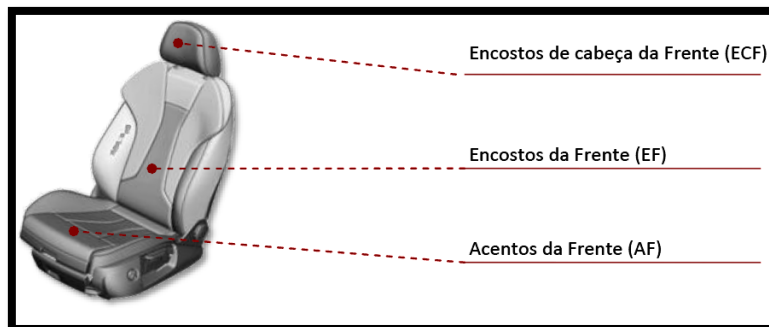


Figura 16 – Estrutura de uma capa de um banco da frente

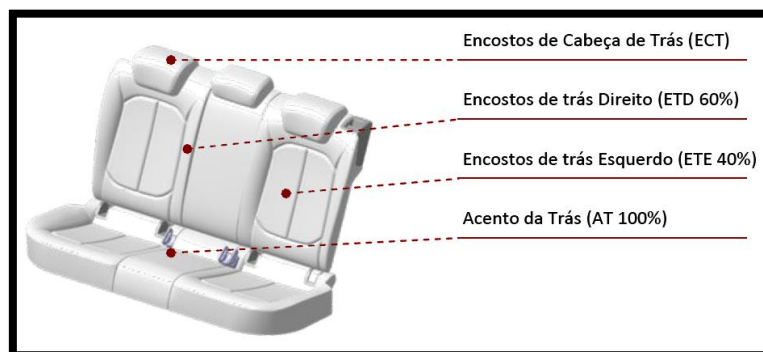


Figura 17 – Estrutura da capa de um banco de trás

3.5.3.2. Tipo de produção

O tipo de produto da Coindu, i.e., as capas são de natureza discreta, e são produzidas mediante uma encomenda. O ambiente produtivo mais presente na empresa é o *Make-To-Order* (MTO), pois a maioria dos produtos fabricados resultam de encomendas feitas pelos clientes de modelos que a Coindu lhes fornece. Normalmente os seus clientes “*1st tier supplier*” é que são os responsáveis pelo desenvolvimento dos produtos e só enviam para a Coindu os requisitos que permitam a industrialização dos modelos. Significa então que nos produtos envolvidos por este ambiente a empresa apenas produz as capas encomendadas, não atua na sua fase de desenvolvimento.

Contudo, devido aos contratos celebrados diretamente com a Volkswagen, com a BMW e com a Audi para o desenvolvimento de produtos, a empresa apresenta também o ambiente *Engineer-To-Order* (ETO) como resultado da sua posição de “*1st tier supplier*”. Neste ambiente a Coindu recebe os requisitos dos mencionados clientes e desenvolve o produto, desde a fase de análise técnica dos novos projetos, passando pela produção de amostras, até à sua industrialização.

3.5.3.3. Quantidade e diversidade de produtos

A Coindu produz em lotes ou em pequenas series o que significa que as quantidades lançadas em produção de cada artigo são de uma ordem de grandeza média de 100 unidades, por exemplo, no caso do modelo *Twinleder* Basis do Audi A4, em média as encomendas são de 300 peças semanais, contudo existem outras variantes que são produzidas em lotes mais pequenos como 5, 10 e 15, por exemplo.

3.5.3.4. Resultados do processo

Para além dos produtos, da atividade produtiva de qualquer organização também resultam determinados resíduos resultantes do processo. Na Coindu a gestão desses resíduos é feita de forma extremamente satisfatória, uma vez que é feita a valorização de todos eles, não existindo nenhum resíduo que vá para aterro sendo uns reutilizados, outros reciclados, outros usados como combustível. Dos resíduos produzidos destacam-se os desperdícios resultantes do corte das matérias-primas, como espuma, couro, tecido e PVC e ainda materiais auxiliares como plástico e papel.

De entre todos os resíduos industriais produzidos pela Coindu merecem destaque os retalhos de couro e os desperdícios de espuma que são vendidos, o que os torna como subprodutos nos negócios da empresa.

4. DESCRIÇÃO E ANÁLISE CRÍTICA DA CÉLULA DE COSTURA DO MODELO EM ESTUDO

Este capítulo apresenta a descrição e análise crítica das células de costura para um modelo de estofa do automóvel Audi A4. Pretendeu-se com esta análise melhorar a rentabilidade de uma equipa de produção a trabalhar numa célula de costura que foi selecionada devido ao facto de ser aquela que apresentava os piores resultados em termos de rentabilidade (inferior a 70%). Para essa melhoria foram realizadas várias análises, nomeadamente um estudo de tempos, para identificar os problemas associados.

A célula selecionada foi a 44M2E41C (que será daqui em diante designada somente por 41C), uma célula em processo de evolução, que necessitava de alguns ajustes para poder atingir os 100% de rentabilidade. Esta célula produz *AFD/E Basis* (um produto de classificação A) tal como a célula 44M2E42A (42A) que também foi incluída neste estudo, não só como base de comparação mas também porque a sua rentabilidade ainda não era a desejada.

Importa então, nesta fase, descrever e analisar alguns dos processos existentes nestas células (e muitos deles extensíveis a toda a organização) que serão intervencionados de modo a se obter o resultado esperado. No final do capítulo apresenta-se uma síntese dos problemas identificados.

4.1. Descrição do funcionamento geral das células

A empresa possui atualmente 70 células de costura, aproximadamente 35 em cada turno. Dessas 70 células, 44 estão afetas ao modelo Audi B8 (que corresponde aos modelos automóveis A4 e A5), 25 ao modelo Audi A3 (sendo 2 delas células de produção unitária ou de pequenas séries – células de amostras e de carros customizados) e uma ao Audi TT (Figura 18).



Figura 18 – *Layout* da secção de costura com a célula 41C assinalada

As células de produção, dispostas em arranjos em linha à volta de 12 mesas retangulares de 20 metros de comprimento por 1 de largura (Figura 18), organizam-se em grupos de entre 4 e 10 costureiras, sendo que uma delas desempenha o papel de líder da equipa como será explicado na secção 4.1.1.1. As costureiras que compõem cada célula complementam-se uma vez que cada

uma delas é especializada num certo tipo de operações (existem 9 categorias diferentes como será mostrado na secção 4.2.2.2 na matriz de polivalências neste caso da célula em estudo).

Em cada célula de costura podem trabalhar normalmente entre 4 e 10 colaboradoras, como já referido e cada célula é dedicada a uma capa, isto em termos gerais pois nas células de amostras e na do Audi TT são costuradas todas as capas necessárias para compor um carro completo. A célula analisada neste projeto encontra-se assinalada com o círculo verde na Figura 18 e produz a capa “Assento da Frente” da variante *Twinleder* Basis do modelo Audi A4.

Todos os postos das células da secção de costura são considerados manuais, uma vez que as diversas máquinas de costura só funcionam com a presença das colaboradoras, uma vez que só funcionam se o pedal for pressionado. Quer isto dizer que o *manning level* ou ocupação destes postos de trabalho é igual a um ($M=1$).

Cada uma das células tem como *inputs* as peças cortadas (couro, tecidos, espumas e PVC), os pequenos materiais (perfis, TNT, manga e etiquetas) e as linhas que são costuradas com o auxílio de máquinas de costura e transformadas em capas para estofos de automóveis, os *outputs* deste sistema.

4.1.1. Gestão de equipas de operadores

A gestão das equipas que compõem as células é um processo complexo que envolve a definição de funções para as operadoras dentro da célula, o tipo de formação, o *layout* e os aspetos ergonómicos. De seguida detalha-se esta gestão.

4.1.1.1. Liderança

Uma das últimas alterações aplicadas às células de produção em termos globais foi a nomeação de uma líder em cada uma dessas equipas. O intuito desta medida é ter em cada equipa alguém que seja responsável por ela, pelos seus sucessos e pelos seus fracassos. Pretende-se que esta líder seja o elo de ligação entre a equipa e a supervisora de linha (uma espécie de líder de linha que pode ter à sua responsabilidade duas, três ou quatro equipas), que seja o exemplo de empenho e esforço na obtenção dos objetivos em termos de qualidade e de produtividade motivando as restantes elementos da equipa no mesmo sentido.

4.1.1.2. Formação técnica

Nesta área da indústria a formação técnica é de extrema importância uma vez que a costura de capas para estofos de automóveis requer operações manuais de grande especialização. Para tal, todas as costureiras quando são admitidas ou quando desempenham uma nova operação são sujeitas a um período de formação (que ronda normalmente 10 semanas – ver secção 4.2.2) em que são acompanhadas pela supervisora e pela técnica de costura de modo a desempenharem da melhor forma as operações que lhes são atribuídas. Quando uma costureira, com a formação já

terminada, apresenta alguma dificuldade nas operações em que foi formada, a mesma é sujeita a novo ciclo de formação.

4.1.1.3. Layout de máquinas

Esta célula tal como as demais caracteriza-se por, de uma forma geral, ter os postos dispostos sob duas linhas estando umas voltadas para um lado e as do outro lado voltadas para o lado contrário, como é possível ver no esquema da Figura 19.

Existem também mesas de apoio entre os PT que permitem a transferência de trabalho entre eles. Cada PT é constituído por uma máquina e por uma costureira, sendo que uma mesma costureira pode operar em mais do que uma máquina em diferentes instantes.

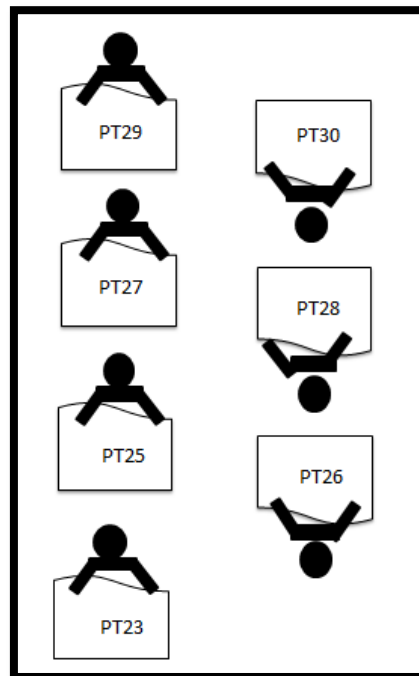


Figura 19 – Esquema genérico da disposição dos PT nas células de costura

4.1.1.4. Ergonomia

Na Coindu, uma das situações que merece mais atenção por parte da gestão da produção prende-se com os inúmeros casos de baixas médicas devido a tendinites e a outras doenças profissionais. A empresa realiza regularmente análises ergonómicas por parte dos serviços de higiene e segurança no trabalho e dos serviços clínicos (médico e enfermeiros que prestam apoio aos colaboradores essencialmente às costureiras) que permitem prevenir doenças profissionais e prestar os cuidados necessários quando as doenças não são evitadas.

4.1.2. Preparação do plano de produção

O plano de produção semanal (ver Anexo 7 – Exemplo de um plano de produção semanal), que contém a informação do modelo, das ordens de fabrico, das quantidades, da célula de produção e do dia de produção, é disponibilizado na 4ª feira para a semana seguinte para que as supervisoras de linha possam analisar a necessidade de dar horas extra durante essa semana (quando a planificação é acima das capacidades da equipa) e advertir as costureiras para essa necessidade, ou no caso oposto de falta de trabalho de ficar em casa em algum dos dias da semana.

4.2. Funcionamento da Célula 41C

Nesta secção descreve-se o funcionamento da célula 41C, apresentando-se a razão para escolha desta célula, a descrição do modelo produzido, a formação da equipa, o balanceamento e o *layout*.

4.2.1. Descrição da capa para o modelo Twinleder Basis do Audi A4

A célula 41C em estudo produz um produto A, ou seja, produz os assentos para o modelo *Twinleder Basis* do Audi A4 (Figura 20). Esta é uma das peças mais pequenas entre os produtos a ser produzidos atualmente na Coindu sendo por isso uma peça de fácil manuseamento.



a) b)
Figura 20 – AF *Twinleder Basis* do Audi A4: a) vista do direito; b) vista do avesso

Contudo apresenta um elevado número de variantes (diferentes cores e diferentes materiais) que tornam esta numa peça que deve ser controlada para que não hajam trocas de materiais (couros, tecidos, etiquetas) e para a qual devem estar todos sensibilizados (costureiras e revistadeiras).

Importa nesta fase demonstrar a gama operatória que permite a confeção desta capa bem como os postos onde cada operação é efetuada (ver Tabela 4).

Tabela 4 – Gama operatória da capa AF *Twinleder Basis* do Audi A4

Descrição da operação	Posto	Máquina	Operária
Fixar a peça 9 à 9A, peça 11 à 11A, peça 4 à 4A	P29	Enchimento	12432
Unir a peça 1/1A à peça 2/2A com P5 em simultâneo	P27	Uniões	12323
Unir a peça 3/3A ao conjunto anterior em simultâneo com o perfil TNT P03	P23	Uniões	12326
Unir as peças 4/4A/5/5A à peça 6	P23	Uniões	12326
Unir conjunto anterior ao conjunto da operação 3	P26	Uniões	12318
Fazer bainha nas peças 10	P30	Acabamentos	12324
Unir a peça 14 à peça 10	P30	Acabamentos	12324
Unir a peça 7/7A à peça 8	P29	Enchimento	12432
Efetuar bainhas na peça 8	P30	Acabamentos	12324
Unir peça 9/9A à peça 10	P27	Uniões	12323
Unir conjuntos anteriores à peça 11/11A	P28	Uniões	12321
Unir peça 12 ao conjunto anterior	P28	Uniões	12321
Unir conjunto anterior ao conjunto da operação 5	P26	Uniões	12318
Efetuar costura tombada na operação anterior	P25	Costura decorativa	12326
Efetuar bainhas e fixar mangas MG02/MG01 na peça 13	P29	Enchimento	12432
Unir peça 13 ao conjunto da operação 14 e aplicar etiqueta em simultâneo	P27	Uniões	12323
Efetuar cravados na manga MG01 sobre as peças 4/4A/5/5A/3/3A	P28	Uniões	12321
Aplicar perfil P02	P28	Uniões	12321
Aplicar perfis P01 e P04 exteriores	P30	Acabamentos	12324
Fixar manga de 420 no conjunto anterior	P30	Acabamentos	12324
Fixar GA01 no conjunto anterior	P30	Acabamentos	12324

Como suporte à leitura da tabela acima deve ser vista também a Figura 21 que contém o código de cada peça e dos pequenos materiais usados na confeção da capa.

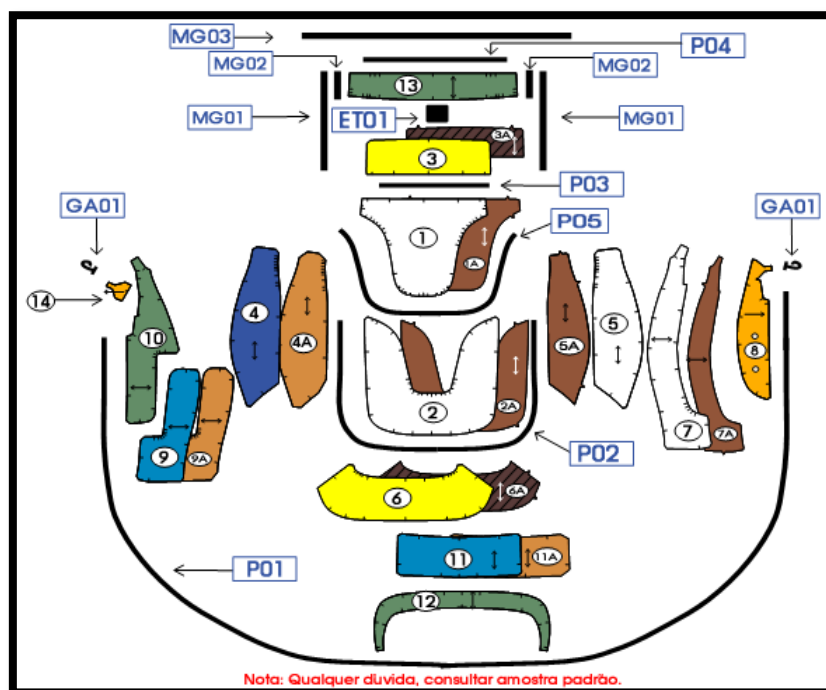


Figura 21 – Esquema de montagem da capa AF *Twinleder Basis* do Audi A4

4.2.2. Formação da equipa

A equipa para esta célula foi formada no fim do ano de 2012 com a contratação de costureiras novas e sem qualquer experiência em costura. Foram contratadas estas 6 costureiras aquando do início da produção do modelo Audi A3 em novembro de 2012 e para o qual foram transferidas costureiras com mais experiência para o arranque desse modelo. Esta troca de costureiras do modelo B8 para o A3 originou uma quebra na capacidade do B8 que foi colmatada com as contratações atrás descritas.

As 6 costureiras da equipa tiveram um período de formação de 13 semanas altura em que, para costureiras sem experiência, se considera uma formação a 100% em costura.

O período de formação de uma nova costureira normalmente ronda 10 semanas sendo que depende do nível atribuído a cada costureira nos testes de admissão existem umas com mais tempo de formação e outras com menos. Existem cinco categorias possíveis: “T” para ex-colaboradoras da Coindu com muita experiência e que não têm direito a período de formação; “A” para costureiras com experiência avançada; “B” para costureiras com experiência média em costura; “C” para costureiras com pouca experiência; e “D” para costureiras sem experiência. É possível visualizar a evolução da percentagem de formação de cada nova costureira da Coindu na Tabela 5.

Tabela 5 – Evolução da formação costureiras contratadas

%	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13
T	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
A	40	50	60	80	100	100	100	100	100	100	100	100	100
B	30	40	50	70	80	90	100	100	100	100	100	100	100
C	0	20	30	40	50	60	70	80	85	90	95	100	100
D	0	10	20	30	40	50	60	70	80	85	90	95	100

No entanto, processo evolutivo de aprendizagem foi lento e “esbarrou” numa fase em que estagnou. Foi para ultrapassar este problema que este estudo foi desenvolvido – aumento da rentabilidade desta célula para os 100%.

4.2.2.1. Liderança

A liderança de cada equipa, nomeadamente a competência e motivação da líder é um dos pontos essenciais para o sucesso de uma equipa de produção. Não existindo a motivação e o compromisso com os objetivos por parte daquela que é a responsável da equipa então o sucesso de toda a equipa fica comprometido. Era esta a situação da equipa 41C aquando do início deste projeto.

O processo de nomeação da líder de cada equipa foi efetuado pela votação por parte de cada costureira naquela que, na sua linha, considerava com mais capacidades e mais competências para assumir esse cargo.

É importante também notar que nunca existiu nenhuma formação sobre liderança de forma a instruir aquelas que são as primeiras responsáveis por cada equipa de costura para um melhor desempenho das suas funções.

4.2.2.2. Formação técnica

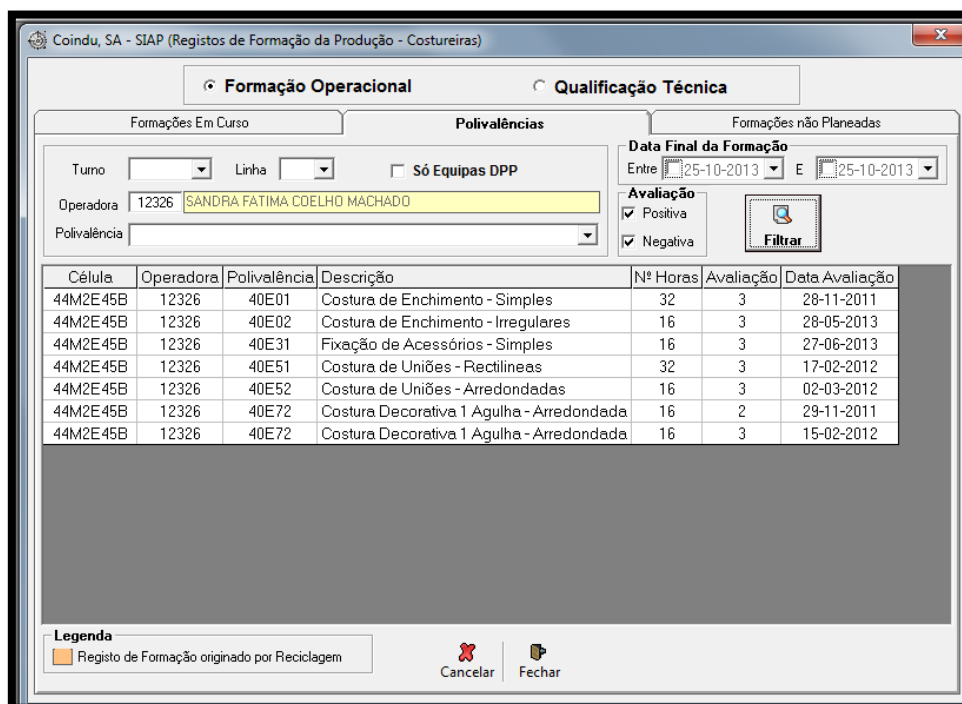
Relativamente à célula em estudo, como se trata de uma célula com costureiras novas na empresa apesar de devidamente formadas por parte da supervisora da linha 41 e da técnica de costura da equipa de produto correspondente, algumas delas ainda têm certas lacunas técnicas o que não lhes permite cumprir integralmente com os tempos predeterminados pelo simulador de costura.

Na componente técnica das costureiras é importante salientar a polivalência de cada uma delas. Assim sendo foi elaborada, durante este projeto, uma matriz com as polivalências de cada costureira de acordo com a classificação de cada tipo de operação existente na costura da Coindu, como pode ser visto na Tabela 6.

Tabela 6 – Classificação dos diferentes tipos de costura existentes

Descrição	Código
Costura de Enchimento Simples	40E01
Costura de Enchimento Irregular	40E02
Costura de Corte e Cose Simples	40E11
Costura de Corte e Cose Irregular	40E12
Fixação de Acessórios Simples	40E31
Fixação de Acessórios Irregular	40E32
Fixação de Perfis Simples	40E41
Fixação de Perfis Intermédio	40E42
Fixação de Perfis Irregular	40E43
Costura de Uniões Retilínea	40E51
Costura de Uniões Arredondada	40E52
Costura de Uniões Segurança Airbag	40E53
Costura de Uniões Irregular	40E54
Costura Decorativa de 1 agulha Simples	40E71
Costura Decorativa de 1 agulha Arredondada	40E72
Costura Decorativa de 1 agulha Irregular	40E73
Costura Decorativa de 2 agulhas Simples	40E81
Costura Decorativa de 2 agulhas Arredondada	40E82
Costura Decorativa de 2 agulhas Irregular	40E83

A matriz de competências de cada costureira já existe sendo que apenas está disponível de forma informática no SIAP, um exemplo (colaboradora 12326 da equipa 41C) da informação que é possível obter nesta aplicação pode ser visualizada na Figura 22.



Coindu, SA - SIAP (Registos de Formação da Produção - Costureiras)

Formação Operacional | Qualificação Técnica

Formações Em Curso | Polivalências | Formações não Planeadas

Turno: [] Linha: [] Só Equipas DPP

Operadora: 12326 SANDRA FATIMA COELHO MACHADO

Polivalência: []

Data Final da Formação: Entre 25-10-2013 E 25-10-2013

Avaliação: Positiva Negativa [Filtrar]

Célula	Operadora	Polivalência	Descrição	Nº Horas	Avaliação	Data Avaliação
44M2E45B	12326	40E01	Costura de Enchimento - Simples	32	3	28-11-2011
44M2E45B	12326	40E02	Costura de Enchimento - Irregulares	16	3	28-05-2013
44M2E45B	12326	40E31	Fixação de Acessórios - Simples	16	3	27-06-2013
44M2E45B	12326	40E51	Costura de Uniões - Rectilineas	32	3	17-02-2012
44M2E45B	12326	40E52	Costura de Uniões - Arredondadas	16	3	02-03-2012
44M2E45B	12326	40E72	Costura Decorativa 1 Agulha - Arredondada	16	2	29-11-2011
44M2E45B	12326	40E72	Costura Decorativa 1 Agulha - Arredondada	16	3	15-02-2012

Legenda: Registo de Formação originado por Reciclagem

Cancelar Fechar

Figura 22 – Matriz de polivalências da colaboradora 12326 em SIAP

4.2.3. Balanceamento de operações

O balanceamento das equipas de produção na Coindu efetua-se através da atribuição de todas as operações de costura de uma capa às respetivas costureiras, objetivando-se equilibrar a sua distribuição pelos postos de trabalho.

Cada uma das operações de costura tem um tempo de execução associado, considerado no sistema que suporta este processo de balanceamento e que também considera o tempo de ciclo da peça, permitindo retirar a percentagem de cada operação e correspondente percentagem de trabalho de cada costureira no tempo total de execução da peça.

Contudo, antes de se chegar a esta fase de atribuição de operações às costureiras, é necessário alocar as costureiras aos postos de trabalho, apesar de que, uma vez que existem máquinas específicas para as diversas operações, quando é feita essa alocação, o gestor da produção responsável por esta tarefa tem já “presente” as operações que serão executadas por cada uma delas. Essa alocação é feita através da colocação das costureiras nos postos de trabalho onde vão executar as suas tarefas.

Após ter associados os postos de trabalho e as costureiras é feita a “distribuição” das operações pelos postos, tendo em atenção o tipo de máquina (se é específica para aquela operação) e a costureira (se tem formação e a correspondente polivalência para aquele tipo de operação). Este processo vai atualizando a percentagem de ocupação de cada uma das costureiras, o que permite ir verificando se alguma está com demasiadas operações, o que origina ocupações acima dos

100% (tempo de trabalho superior ao tempo de ciclo), ou se pelo contrário existe alguém com poucas operações, isto é, tem uma ocupação inferior aos 100%.

Uma vez distribuídas as operações pelas costureiras analisam-se as ocupações das costureiras (novamente a situação de estar abaixo ou acima dos 100%). Nos casos que isso se verificar ou serão transferidas operações de uma costureira para outra ou então estas são divididas, isto é, uma costureira fica com uma percentagem do trabalho que envolve essa operação e outra fica com o restante (50% cada uma, p. e.), existindo ainda a possibilidade de ser dividido por mais do que duas costureiras.

No final do processo de balanceamento das equipas de costura obtém-se um quadro com indicação da percentagem de ocupação de cada uma das costureiras. Ocupações entre os 95 e os 105% são consideradas ótimas, e como tal aparecem marcadas a verde, valores a baixo e acima desse intervalo indicam ocupação a menos ou a mais e por isso aparecem com um fundo a vermelho, contudo convém referir que ocupações como 94% ou 106% são também consideradas como aceitáveis.

4.2.4. Layout e fluxo de materiais da célula

A célula 41C é composta por sete PT sendo um de enchimento (PT29) onde também são executadas pequenas uniões, dois postos de pequenas uniões (PT23 e PT28), outros dois de uniões arredondadas (PT26 e PT27), um posto de costura decorativa (PT25) e ainda um de fixação de perfis (PT30) que são as operações de acabamento das peças. O *layout* esquematizado da célula pode ser visualizado na Figura 23.

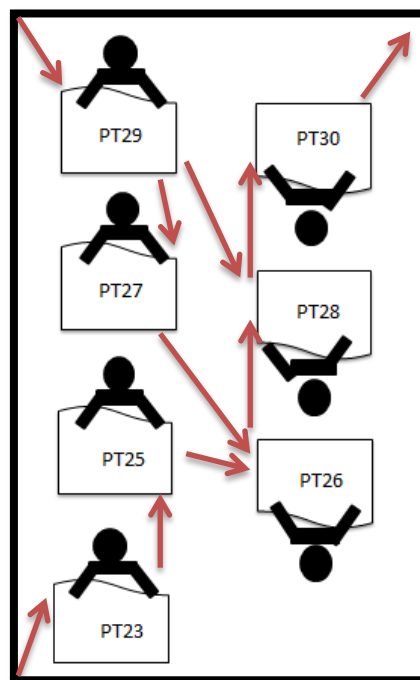


Figura 23 – Esquema do *layout* genérico das células de produção com o fluxo de materiais intracelular

O fluxo de materiais dentro da célula é feito através da passagem das partes das peças costuradas por cada costureira para o PT a jusante (assinalados com as setas vermelhas na Figura 23), para isso servem-se das mesas de apoio. É importante também salientar a aplicação de pequenos materiais que estão armazenados junto dos PT onde estes se aplicam sendo que a costureira pega nesse material e costura-o na peça.

4.2.5. Layout intercelular e abastecimento de materiais

As equipas de costura da Coindu recebem as suas “matérias-primas” da preparação e enviam os seus “produtos” para a revista como está esquematizado na Figura 24. São estes os movimentos de materiais para as células e das células em termos gerais para todas as equipas de costura.

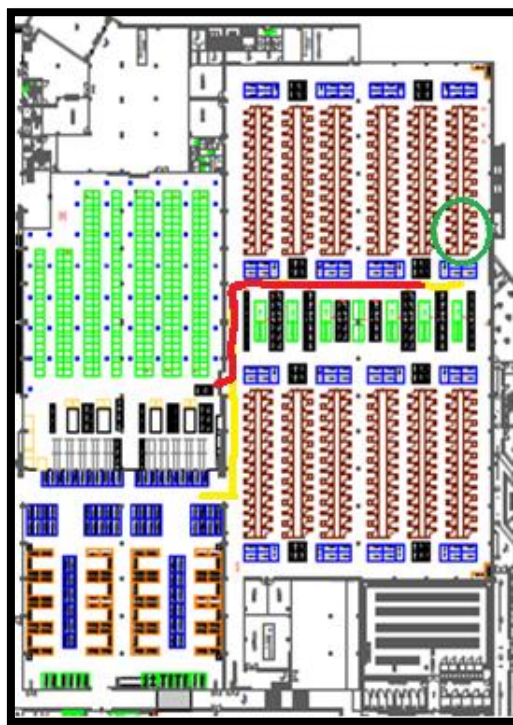


Figura 24 – Layout com a célula 41C identificada e com os fluxos de materiais de e para célula

Na Figura 24 está marcado a amarelo o movimento em particular de abastecimento de paletes com o couro e os tecidos para a célula 41C (rodeada a verde) sendo que as capas “saem” desta célula para a revista sendo depois enviadas para a embalagem (traço a vermelho). Os pequenos materiais são abastecidos diretamente nos PT como pode ser visto na Figura 25.



Figura 25 – Caixas para armazenamento dos pequenos materiais nos PT

Relativamente ao fluxo de materiais do modelo de capas produzido na célula em estudo, tal como de qualquer outra célula de costura da Coindu, este inicia-se com o abastecimento de materiais pelo armazém até à expedição dos produtos finais para o cliente.

Desta feita será descrito primeiramente o fluxo de materiais e em seguida o mesmo é esquematizado na Figura 55 presente no Anexo 5 – Fluxo de materiais do AF Twinleder Basis (Audi A4). Esta descrição que irá ao pormenor do fluxo de materiais da capa produzida na célula em estudo mas na generalidade serve também para caracterizar o fluxo de matérias de todas as capas produzidas na Coindu.

Aquando da abertura das OF's por parte do planeamento de produção, no armazém é possível verificar se é necessário enviar alguma matéria-prima para as secções de corte (tecido, couro, PVC, espumas, entre outras) uma vez que é criada uma necessidade que abaterá aos créditos já existentes ou então dará em falta e serão abastecidos os setores com os respetivos materiais. Caso haja essa necessidade são retirados do armazém os materiais necessários (poderão ir a mais, como é o exemplo quando é enviado um rolo inteiro de tecido apesar de não ser todo cortado) e em seguida são enviados para a respetiva secção.

No caso específico do armazém de couro é feita ainda uma análise às peles (rigidez, espessura, defeitos, tonalidades, entre outras características) e só após serem aceites pela qualidade das matérias-primas poderão entrar no ciclo produtivo.

Iniciando a análise pelo corte de couro, as peles que o armazém “viu” serem necessárias enviou-as para a secção. Após entrarem nesta secção disposta em oficina a primeira operação a que são sujeitas é o controlo e marcação dos defeitos com giz, para permitir aos colaboradores evitá-los aquando da colocação dos cortantes sobre a pele. Posicionados os cortantes sobre o couro (Figura 26), este segue para as máquinas de prensa onde é cortado.



Figura 26 – Cortantes colocados sobre a pele de couro

Após cortadas, agrupadas e analisadas as peças de couro, estas seguem para a laminação. Neste processo os colaboradores colocam a espuma cortada (que vem do corte de *Lectras* e que será analisado de seguida) e as peças de couro sobrepostas para fixá-los através de termocolagem, de salientar que após este processo os defeitos no couro estão mais visíveis e por isso é feito um

controlo integral nos postos de revista. O processo seguinte é o faceamento, onde é efetuada a diminuição da espessura em determinados pontos da orla, seguindo depois para um pequeno armazém onde aguarda pelo transporte para a preparação.

Paralelamente são cortados no corte de *Lectras* (designado assim pela existência dessas máquinas semiautomáticas nessa secção) os restantes materiais: os tecidos, os PVC's e as espumas. Os rolos que vem do armazém central são colocados num pequeno armazém da secção devidamente identificado e separados de acordo com o cliente final (marca e modelo de carro). De acordo com as OF's os rolos são colocados nas *Lectras* que fazem o seu estendimento em diversas camadas (designados de colchões), sendo em seguida deslocados para a zona de corte.



Figura 27 – Parte de corte de uma máquina Lectra

Após serem cortadas, as peças são separadas dos resíduos onde também é feito em controlo visual e manual dessas peças, depois são colocadas em paletes (carrinhos com duas, três ou quatro prateleiras) que serão transportadas até à preparação. Um exemplo de uma paleta com duas prateleiras está patente na Figura 28.



Figura 28 – Paleta com duas prateleiras

Na secção de preparação são rececionadas as peças que são cortadas no couro e nas *Lectras* sendo em seguida armazenadas em prateleiras. Quando necessário as diversas peças são agrupadas nas paletes de acordo com as OF's ficando disponíveis para a produção (Figura 29). Nesta secção são também executadas duas operações nas peças: a cravação do logotipo (que no caso desta peça não se aplica) e a colagem das chapas de *airbag* – estas operações só se aplicam nos EF, assim sendo são operações que não se aplicam no AF produzido na célula 41C.



Figura 29 – Preparação de uma palete

Após serem requeridas as paletes e as respetivas OF's, os distribuidores de paletes dão entrada na produção com as respetivas etiquetas que irão identificar cada uma das peças produzidas, sendo verificadas pelas supervisoras de linha as peças presentes (qualitativa e quantitativamente). Terminado este processo e aceites as paletes inicia-se a produção. No caso do modelo em estudo as primeiras operações são de enchimento das diversas peças, que não é mais do que coser espuma pela parte interior do couro. As operações seguintes e que são realizadas diversas vezes nesta secção, não fosse ela de costura, são uniões de peças, ou seja, junção de duas ou mais peças de couro, tecido ou PVC através de costura. Em seguida são colocados TNT's e perfis em algumas das peças seguindo-se novas uniões, que precedem a operação de pesponto a uma agulha (costura decorativa). Por fim são fixados os últimos perfis na fase de acabamento da peça.

Na Figura 30 é possível observar-se um panorama geral de parte da secção que acabou de ser descrita.



Figura 30 – Panorama geral da secção de costura

Quando os armários chegam à embalagem, e depois de feita uma primeira verificação da concordância das quantidades patentes nos códigos das folhas de acompanhamento das OF's e das quantidades realmente presentes no armário, as capas seguem para a colocação de arames, sendo por fim embalados de acordo com as especificações do cliente. Nesta altura os artigos podem ter que aguardar em cabides por outros artigos que componham o seu *kit* de embalagem. Na altura em que os artigos são encaixotados são confirmados um a um o que permite que no final seja impresso o rótulo da caixa (como descrito no Anexo 4 – Fluxo de informação). Após

estar devidamente embalados e colocados em caixas (Figura 31) são armazenados no respetivo lugar (fila e posição definida para cada artigo) aguardando expedição.



Figura 31 – Exemplo de produto embalado

Após este processo, os produtos ficam normalmente cerca de cinco dias em *stock* (prazo de segurança) no armazém de produto final (Figura 32), até que são emitidas as *picklists* com a ordem para o seu carregamento nos respetivos camiões que seguirão para o cliente.



Figura 32 – Caixas no armazém de produtos acabados

4.3. Análise crítica e identificação de problemas

Nesta secção faz-se uma análise crítica dos problemas detetados aquando da observação do funcionamento geral das células e da célula 41C em pormenor.

4.3.1. Classificação dos produtos – o porquê da escolha deste modelo

A razão para escolher a célula 41C para este estudo prendeu-se com o facto de ser nesta célula que se produz as capas para o modelo de automóvel mais produzido. Este é um dos principais produtos da Coindu de acordo com as vendas de 2012, tal como verificado pela análise ABC que foi realizada à quantidade de artigos vendidos em 2012 na unidade de Mogege.

Na Tabela 7 é possível verificar quais os modelos de carros que são produzidos (ou apenas cortados – produto intermédio vendido) na Coindu, qual a quantidade (tendo em consideração que: carros = capas dos dois bancos da frente + capas dos bancos de trás) que foi vendida e qual o seu peso no total de vendas comparado com o acumulado do peso de cada modelo na totalidade de modelos existentes.

Tabela 7 – Análise de Pareto por quantidade

Modelos	carros/ano	% carros	% carros acumulada	% modelos acumulada	
Audi A4	127539	44%	44%	11%	A
Audi A5	71402	25%	69%	22%	
Peugeot 308	33229	12%	80%	33%	B
Audi A3	23288	8%	88%	44%	
Volvo C70	11003	4%	92%	56%	
Audi TT	8085	3%	95%	67%	C
Citroen C3	6313	2%	97%	78%	
Peugeot 407	6312	2%	99%	89%	
Citroen C5	1646	1%	100%	100%	

Esta análise permitiu concluir que os artigos produzidos para os modelos A4 e A5 da Audi são os artigos principais e como tal classificados com “A”, em que 69% do total de “carros” vendidos pela Coindu corresponde a 22% dos modelos diferentes produzidos. Através da Tabela 7 foi também possível obter o gráfico da Figura 33 onde é possível visualizar a curva de Pareto relativa aos artigos ordenados por quantidade a vender.

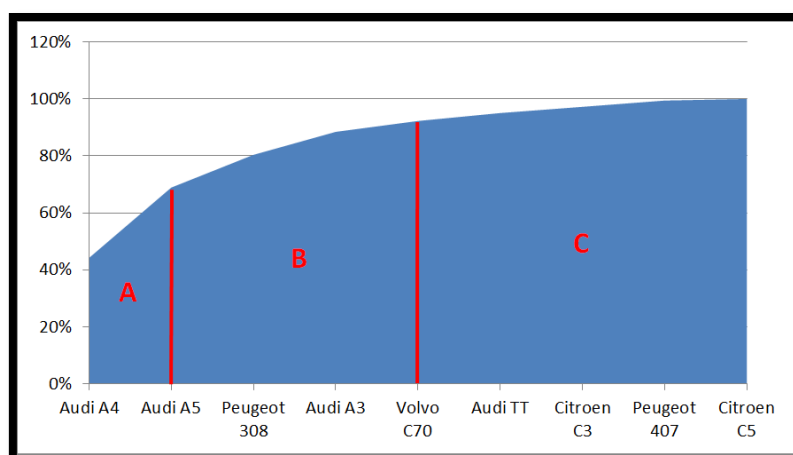


Figura 33 – Gráfico da curva de Pareto por modelos

Tendo por base os mesmos dados é possível indicar que o modelo que permitiu à Coindu obter um maior valor de vendas foi o Audi A4, que corresponde ao primeiro artigo “A” da análise anterior, com um valor de 41.351.190,22€, o que indica que o principal artigo em termos de quantidade é também o principal artigo em termos de valor.

4.3.2. Falta de capacidade de liderança

Relativamente à líder de equipa, na célula em estudo, e de acordo com as indicações da supervisora, a líder inicialmente nomeada não teria o perfil ideal para desempenhar esse papel e como tal foi dos primeiros casos a merecer atenção.

Uma líder deve ser o exemplo de esforço e empenho no sentido de alcançar os objetivos em termos de produtividade nunca descorando os níveis de qualidade. É função essencial de cada líder motivar as restantes elementos da equipa na busca dos mesmos objetivos. Quando há falta

deste tipo de liderança está comprometido o sucesso da equipa e como consequência os resultados gerais da empresa.

Esta falta de perfil da líder da célula 41C deve-se também à falta de uma aposta na formação destas colaboradoras em liderança e motivação de equipas.

4.3.3. Matriz de polivalências

Como descrito na secção 4.2.2.2 já existe um registo de todas as formações de cada costureira, e que constitui a sua matriz de polivalências, mas que apenas está disponível de forma informática o que torna a sua análise muito pouco intuitiva e morosa. Para se efetuar a distribuição das operações pelos PT bem como para incentivar o aumento das polivalências de cada costureira seria necessário uma matriz mais visual.

4.3.4. Estudo de tempos das operações da capa produzida

Uma das situações facilmente observável na célula 41C prendia-se com a falta de balanceamento das operações entre alguns PT, visível através de um elevado WIP acumulado. De assinalar o facto de estarem muitas vezes grandes “amontoados” de artigos nas mesas entre os postos de trabalho.

Para ultrapassar este facto foi efetuado um estudo de tempos que permitisse quantificar os desvios nos balanceamentos. Foram então efetuadas observações diretas do trabalho realizado por todas as costureiras da equipa e registados os valores de cada uma das operações, sendo posteriormente tratados esses valores como se pode observar no Anexo 9 – Estudo de tempos.

Após se efetuar o estudo dos tempos de todas as operações para a confeção de um AF *Basis Twinleder* foram perceptíveis as diferenças existentes na ocupação das diferentes costureiras que compõe a célula em estudo. Essa mesma situação está patente na Figura 34.

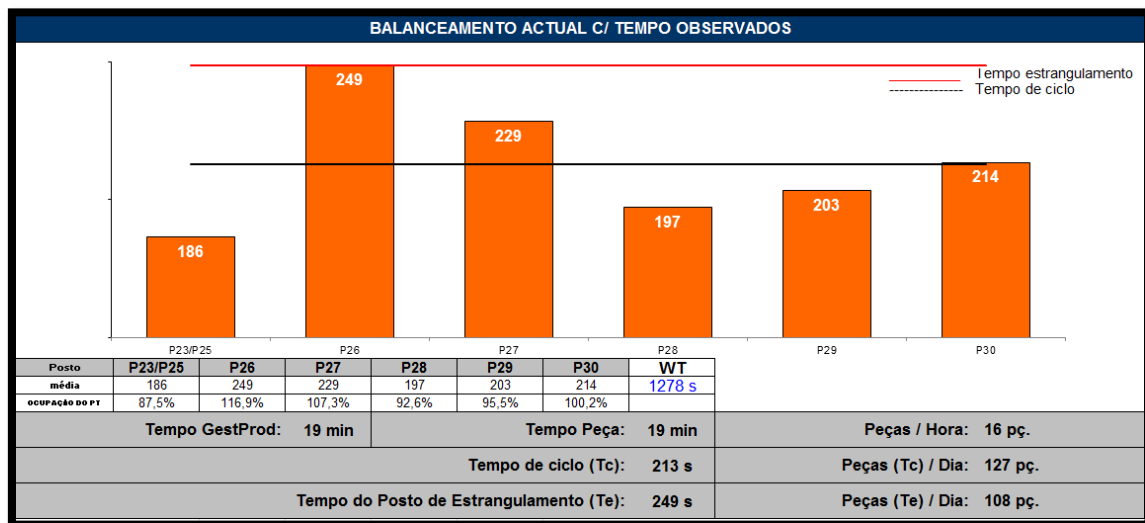


Figura 34 – Balanceamento real da célula com os tempos observados

Foi possível constatar com dados reais que as costureiras dos PT 26 e 27 estão com a sua ocupação bastante acima dos 100% o que implica a impossibilidade de se produzir o número de peças por dia que estão definidos como os 100% de rentabilidade, existindo por outro lado outras costureiras com uma ocupação demasiado baixa. Este estudo permitiu detetar e quantificar os postos com excesso de carga que são o posto número 26 e o posto número 27 com uma ocupação de 117% e 107% respetivamente.

Antes deste estudo os tempos utilizados para os balanceamentos eram os resultantes do estudo efetuado com o simulador de costura presente no Anexo 14 – Simulador da peça AFD/E Basis Twinleder Coupé.

Na Tabela 8 é possível observar uma comparação entre os tempos utilizados para os balanceamentos antes deste projeto e os tempos observados durante o estudo de tempos.

Tabela 8 – Comparação entre os tempos do simulador e os tempos observados no estudo de tempos (em segundos)

Descrição das operações	Tempos simulador	Tempos observados
Fixar a peça 9 à 9A, peça 11 à 11A, peça 4 à 4A	124,1	123,5
Unir a peça 1/1A à peça 2/2A com P5 em simultâneo	70,4	96,0
Unir a peça 3/3A ao conjunto anterior em simultâneo com o perfil TNT P03	34,3	31,9
Unir as peças 4/4A/5/5A à peça 6	29,3	38,1
Unir conjunto anterior ao conjunto da operação 3	91,4	131,2
Fazer bainha nas peças 10	16,5	15,9
Unir a peça 14 à peça 10	13,2	13,6
Unir a peça 7/7A à peça 8	28,4	43,7
Efetuar bainhas na peça 8	16,5	16,3
Unir peça 9/9A à peça 10	33,8	41,2
Unir conjuntos anteriores à peça 11/11A	29,3	36,8
Unir peça 12 ao conjunto anterior	46,2	43,0
Unir conjunto anterior ao conjunto da operação 5	87,3	117,8
Efetuar costura tombada na operação anterior	100,5	100,5
Efetuar bainhas e fixar mangas MG02/MG01 na peça 13	73,5	72,5
Unir peça 13 ao conjunto da operação 14 e aplicar etiqueta em simultâneo	58,4	91,4
Efetuar cravados na manga MG01 sobre as peças 4/4A/5/5A/3/3A	35,5	40,6
Aplicar perfil P02	91,0	92,9
Aplicar perfis P01 e P04 exteriores	88,7	95,5
Fixar manga de 420 no conjunto anterior	25,0	24,8
Fixar GA01 no conjunto anterior	24,5	11,3

4.3.5. Layout inadequado

Aquando do estudo de tempos foi possível observar potenciais melhorias no *layout* da célula e numa máquina. Este *layout* bem como o funcionamento de algumas das máquinas não apresentavam os melhores resultados e como tal desenvolveu-se um estudo de tempos para quantificar as perdas provocadas por esse baixo desempenho do sistema.

Relativamente ao *layout* uma vez que a colaboradora 12326 trabalha em duas máquinas, que equivalem a dois PT – no posto 23 efetua uniões e no posto 25 efetua costura decorativa, há uma perda de 15 segundos de cada vez que a referida costureira se desloca de uma máquina para a outra (ver Anexo 9 – Estudo de tempos). Uma ilustração deste *layout* e das deslocações da costureira pode ser visualizado na Figura 35.

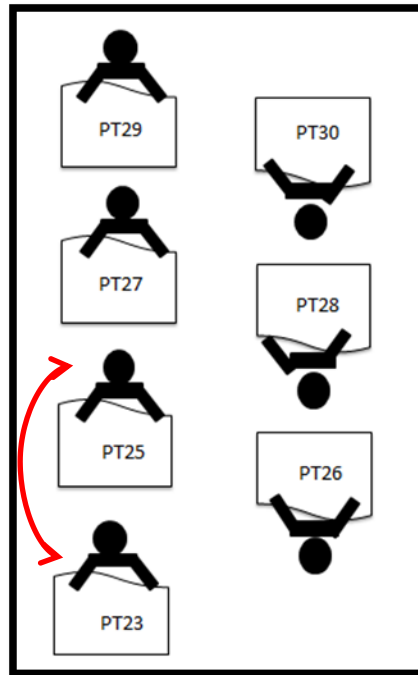


Figura 35 – Ilustração da movimentação da colaboradora 12326 entre os postos 23 e 25

Visto que em média faz dez passagens de uma máquina para a outra isto implica uma perda total de 150 segundos, ou seja, dois minutos e 30 segundos, num turno normal de trabalho. Se se considerar 22 dias de trabalho, num mês esta troca entre máquinas acarreta uma perda de 55 minutos. Uma vez que a peça produzida na equipa tem um tempo previsto de 18 minutos e 38 segundos estes 55 minutos “perdidos” num mês equivalem à produção de menos três peças, o que equivale a dizer que por mês com este problema do *layout* a Coindu está a perder 99,87€, uma vez que cada peça produzida na célula 41C está avaliada em 33,29€.

Outra situação também verificada e que provocava grandes perdas na equipa prendia-se com o funcionamento da máquina do PT 29, mais propriamente no remate da costura (no início e no final de cada costura para deixar a linha bem segura e não haver o perigo de a peça se descoser). Uma vez que neste posto são feitos oito segmentos de costura por cada peça produzida implica que são dados 20 remates. Procedeu-se então à comparação de um remate efetuado nesta máquina e noutra máquina qualquer através de cronometragem.

Convém em primeiro lugar esclarecer que não se tiraram os tempos simplesmente de uma operação de remate devido ao facto de se tratar de uma operação muito curta no tempo (valores entre um e dois segundos), ver Anexo 9 – Estudo de tempos.

Assim sendo observou-se uma operação, no caso a número 15 (Efetuar bainhas e fixar mangas MG02/MG01 na peça 13), uma operação que engloba seis costuras, ou seja, 12 remates. Posto isto, e considerando um valor médio em máquinas normais de 1,5 segundos por cada remate detetou-se uma perda nesta máquina de aproximadamente meio segundo em cada remate, ou seja, cada remate demora cerca de dois segundos. Quantificando esta perda, considerando uma produção média diária de 108 peças e os já referidos 20 remates efetuados por esta máquina em cada peça, tem-se 1080 segundos, ou seja, 18 minutos em perdas por cada turno de trabalho. Se se considerar novamente os 22 dias úteis de trabalho tem-se uma perda mensal de 396 minutos, i. e., 21 peças, que corresponde a uma perda monetária de 699,09€.

Apesar destas colaboradoras apresentarem grandes perdas de rentabilidade, devido ao exposto acima, não apresentavam nível de ocupação superior a 100% (de acordo com os valores obtidos por cronometragem). O que esta situação demonstra é que, se forem tomadas ações de modo a eliminar os desperdícios, poderão ser alocadas mais operações a estas duas costureiras permitindo baixar a ocupação daquelas que estão mais sobrecarregadas.

4.3.6. Estudo ergonómico

Nesta secção foram analisados criticamente aspetos ergonómicos na equipa 41C bem como uma outra situação específica numa peça de outra equipa.

4.3.6.1. Análise ergonómica

Relativamente à análise ergonómica dos postos de trabalho foi usado o método *Ergonomic Workplace Analysis* (EWA) onde foi avaliado ponto por ponto e foram colocadas verbalmente as respetivas questões aos trabalhadores (Anexo 11 – Análise ergonómica de postos de trabalho e Anexo 12 – Inquérito acerca das condições ergonómicas dos postos de trabalho, respetivamente), de forma a recolher as suas opiniões do qual foi possível destacar como pontos a estudar:

- local de trabalho;
- postura e movimentos;
- reutilização do trabalho.

Relativamente ao ponto “local de trabalho” salienta-se apenas o desconfortável assento em que as costureiras estão durante 8 horas de trabalho diário, que em muitos casos é ultrapassado através do uso de uma almofada.

Quanto à “postura e movimentos”, o ponto mais crítico, destaca-se na zona de pescoço e ombros a postura tensa com rotação e flexão do pescoço – existem muitos casos de problemas nos ombros das colaboradoras da Coindu. Na zona de cotovelos e pulsos salienta-se a necessidade de aplicação de uma força considerável com braços e pulsos o que provoca o principal problema

de saúde de trabalho, as tendinites nos pulsos. A postura e movimento na zona das costas caracterizam-se pelo tronco curvado sobre a máquina com rotação e inclinação do tronco sem qualquer apoio. Por fim, a zona menos problemática, ancas e pernas, uma vez que a este nível a postura é boa apesar de um pouco limitada uma vez que têm que carregar no pedal para a máquina trabalhar.

Relativamente ao último ponto, nomeadamente “restritividade do trabalho”, considera-se a limitação na liberdade das costureiras de se moverem e de escolherem como e quando realizar as suas operações.

Dos questionários entregues às costureiras foi possível verificar a concordância em alguns dos pontos considerados críticos na análise ergonómica efetuada e discordância noutros. A descrição e os resultados dos questionários acerca da ergonomia na célula podem ser analisados ao detalhe no Anexo 12 – Inquérito acerca das condições ergonómicas dos postos de trabalho.

Quanto ao desconforto do assento considerado na análise EWA apenas duas das costureiras inquiridas partilham essa opinião, sendo que as restantes o consideram confortável. Apesar de serem apenas duas a considerarem desconfortável o assento, uma vez que inúmeras costureiras de toda a secção de costura utilizam almofadas para o tornarem mais confortável.

O ponto mais crítico considerado pelas costureiras vai de encontro ao ponto “postura e movimentos” considerado na análise EWA. Destaca-se que 6 delas consideram que é necessária muita força de mãos e dedos para executar as diversas operações, sendo que as restantes três consideram essa força razoável. As tarefas executadas diariamente por parte das costureiras provocam dores em inúmeras partes do corpo sendo por si consideradas as mãos, as costas, os braços, os dedos, os pulsos e o pescoço. Destas zonas do corpo aquelas nas quais as costureiras se “queixam” de mais dores são os braços e os dedos. É também importante destacar que 3 costureiras consideram que não se posicionam da forma mais correta para executar as suas tarefas. Estas constantes dores e até mesmo lesões músculo-esqueléticas provocam um grande absentismo nas equipas de costura como é possível ver na Tabela 9 onde se encontra a percentagem de absentismo específica devido a dores e doenças profissionais em 2012 nas duas unidades portuguesas.

Tabela 9 – Absentismo geral das unidades produtivas portuguesas nos primeiros quatro meses de 2012

	1º trimestre		2º trimestre		3º trimestre		4º trimestre	
	Joane	Arcos	Joane	Arcos	Joane	Arcos	Joane	Arcos
N.º Trabalhadores	908	448	906	449	928	473	933	504
Total Faltas	8399,5	3164,67	7959,1	3344,2	8762	4314,6	7041,8	3686,9
Total Horas Potenciais	152544	75264	144960	71840	155904	79464	156744	84672
Taxa Absentismo Específica	5,51%	4,20%	5,49%	4,66%	5,62%	5,43%	4,49%	4,35%

Da análise às respostas dadas pelas 9 costureiras foi também possível aferir que estas consideram o ritmo de trabalho elevado o que limita a sua liberdade de movimentos e de escolha como e quando realizar as suas operações (ver Tabela 36 do Anexo 12 – Inquérito acerca das condições ergonómicas dos postos de trabalho). Este ritmo elevado de trabalho adunado às características da costura de couro acarreta também um grande desgaste a nível das articulações como foi possível comprovar nas respostas à questão acerca das zonas em que costumam sentir dor.

Das respostas aos questionários importa também destacar o facto de grande parte das costureiras considerarem a temperatura do ambiente de verão ou de inverno apenas como “razoável”, existindo até quem considere a temperatura ambiente no verão como “elevada”.

Por fim destaca-se ainda o nível de iluminação do PT considerada apenas como “razoável” por parte 4 costureiras sendo que uma delas considerou mesmo que a iluminação do seu posto é “insuficiente”.

4.3.6.2. Elevada dificuldade de uma operação

Sendo a Coindu uma empresa têxtil que tem como principal matéria-prima o couro existem inúmeros casos de tendinites e de problemas mais graves de saúde devido à dureza do couro, situação esta que foi possível confirmar na análise ergonómica efetuada e nas respostas aos questionários das costureiras (secção 4.3.6.1).

Contudo existiam casos em que a execução de determinadas operações era de extrema exigência a nível físico para as costureiras. É o caso da operação de união de duas peças de uma variante de AT produzidos. Nessa união a costureira tinha de fazer “crescer” uma das peças cerca de 16 mm, como é possível observar-se na Figura 36. A dificuldade e a dureza desta operação eram exponenciadas quando o couro em questão era extremamente seco e rígido não apresentando praticamente níveis de elasticidade.



Figura 36 – Diferenças entre duas peças a unir num AT

4.3.7. Elevada taxa de defeitos

Outro problema detetado durante a fase de diagnóstico na célula que também dificultava a obtenção das rentabilidades foi a elevada taxa de ocorrência de defeitos em parte devido à inexperiência das colaboradoras em formação. Nesta fase foi possível verificar inúmeras situações de *stress* e falta de concentração resultantes da pressão de ter de se produzir o número de peças necessárias para se obter uma boa rentabilidade mas também para não falhar com os envios ao cliente.

Para uma análise metódica e organizada foi desenvolvido o seguinte diagrama de causa-efeito (Figura 37) onde foi utilizado o método dos 5M sendo analisadas as causas provenientes do meio ambiente, do material, do método de trabalho, da mão-de-obra e das máquinas.

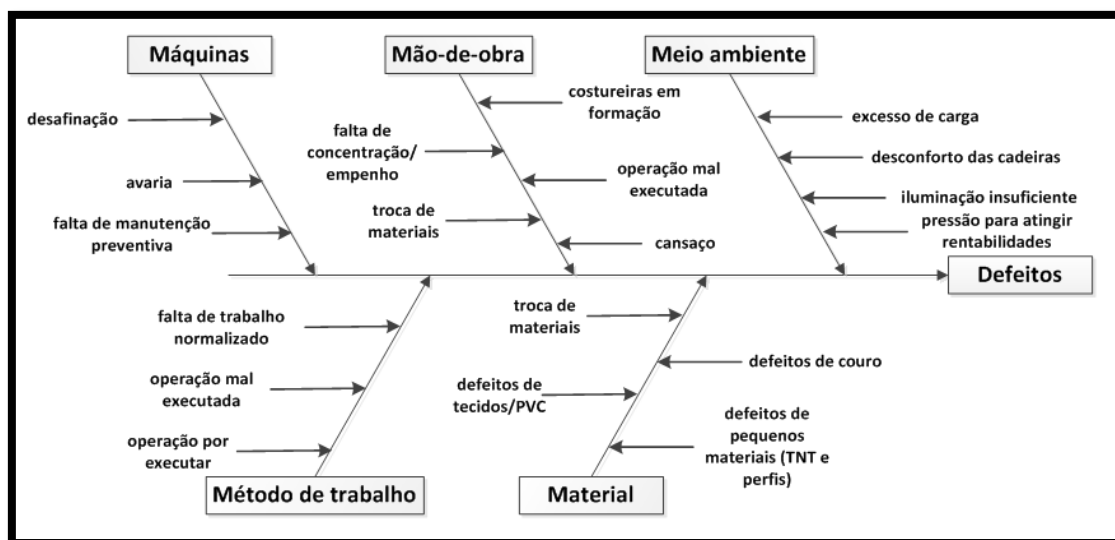


Figura 37 – Diagrama de causa-efeito para o elevado número de defeitos

4.3.8. Valor baixo dos indicadores de desempenho

A Coindu tem como principais medidas de desempenho diretamente apontadas à produção as rentabilidades e os defeitos medidos em FRC's (*First Run Capability*) e PPM's (*Parts Per Million*), valores que estavam um pouco aquém dos objetivos.

Relativamente à rentabilidade esta indica a percentagem de peças produzidas tendo em conta o número de costureiras da célula e o tempo-padrão da peça produzida, sendo o objetivo os 100%. Se tivermos como exemplo a célula 41C para se obter o número de peças correspondentes à rentabilidade de 100% multiplica-se o número de costureiras da célula (seis) pelo número de minutos de trabalhados num dia (450), este número divide-se pelo tempo-padrão de um AF *Basis Twinleder* (18,63 min) e obtém-se então 145 peças como o número de peças necessárias para atingir o objetivo de rentabilidade. Comparando este número “ótimo” com o número de peças produzidas na realidade (108 por exemplo que eram as peças produzidas antes do início deste estudo) tem-se que a rentabilidade era de 74,5%.

Em termos globais a unidade de Mogege no ano de 2012 apresentou uma rentabilidade de 78,6% antes da aplicação de qualquer ação de melhoria relativa ao presente projeto.

A equipa 41C apresentou em 2012 uma rentabilidade média de 68%. A evolução apresentada pela equipa nos primeiros oito meses de 2013, após a implementação das ações de melhoria que serão expostas no capítulo seguinte, será apresentada no final desse mesmo capítulo (6 DISCUSSÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS).

Quanto aos defeitos existem duas medidas de desempenho, os FRC's que indicam a capacidade que as equipas têm para produzir bem à primeira e desse modo apontam para os defeitos detetados internamente na inspeção final das peças na revista por cada milhão de peças produzidas na equipa e os PPM's que correspondem ao número de peças devolvidos do cliente por não se encontrarem conformes por cada milhão de peças vendidas.

Os FRC's calculam-se da seguinte forma:

$$FRC = \frac{\frac{n^{\circ} \text{ de peças com defeito}}{n^{\circ} \text{ de peças revistadas}}}{n^{\circ} \text{ de postos de trabalho na equipa}} \times 1000000$$

Enquanto os PPM's calculam-se:

$$PPM = \frac{n^{\circ} \text{ de peças com defeito (NOK)}}{n^{\circ} \text{ de peças revistadas}} \times 1000000$$

Relativamente aos defeitos em 2012 obteve-se uma média de 2177 FRC's e 413 PPM's, que são o reflexo dos problemas identificados nas secções anteriores, nomeadamente nas secções 4.3.2, 4.3.4, 4.3.5, 4.3.6 e 4.3.7.

4.3.9. Outros problemas

Durante este estudo foram detetados outros problemas no setor de costura e que também mereceram análise.

4.3.9.1. Elevado número de horas extra

Outro dos assuntos a merecer foco de análise foi a constante necessidade de produzir em horas extra. Para isso, numa tarefa realizada com o gestor do processo produtivo foram analisadas as causas de tal necessidade. Algumas das situações foram já enunciadas atrás e outras que aparecem no diagrama da Figura 38 são as causas para a necessidade de horas extra por parte dos colaboradores da secção de costura. Nesta análise foi também utilizado o método dos 5M's.

Nesta análise estão esquematizadas as causas que originam o efeito “necessidade de horas extra”, uma vez que essa necessidade foi uma constante no tempo de desenvolvimento do presente estudo na empresa. Como resultado dessa análise apresenta-se na Figura 38 o diagrama de causa-efeito realizado.

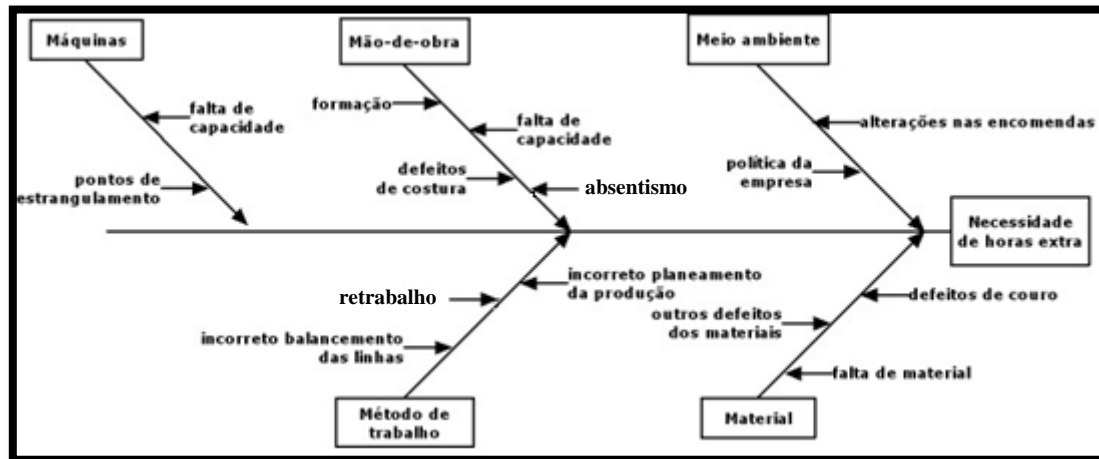


Figura 38 – Diagrama de causa-efeito para a necessidade de horas extra

Relativamente ao meio ambiente convém explicar que são consideradas as situações que não são domínio da gestão da produção, neste caso são causas principais as alterações nas quantidades encomendadas pelos clientes, como foi exemplo um modelo em que pelo EDI (via oficial dos pedidos de encomendas) foram encomendadas 70 unidades mas posteriormente, por *email*, foram pedidas cerca de 500. Esta situação associada à política da empresa de cumprimento integral das encomendas e dos seus prazos faz com que nestas alturas a única solução seja as “horas extra”. Estas situações são aquelas que foram consideradas pela gestão da produção como os principais fatores para existir essa necessidade de mais horas de trabalho, contudo outras causas acontecem/podem acontecer e também foram analisadas.

Do material destaca-se o retrabalho e os atrasos na produção essencialmente devido a defeitos de couro mas também a defeitos noutros materiais e a falta de algum material que compõe a estrutura. Estas situações acarretam sempre um dispêndio de tempo da execução das suas tarefas, seja na reparação do defeito, seja na espera da peça de substituição, o que provoca atrasos no normal desenrolar do ciclo produtivo da encomenda e pode causar a necessidade de horas de trabalho suplementares.

4.3.9.2. Análise incorreta ao plano de produção

Esta análise ao plano de produção nem sempre era feita da forma mais correta e outras vezes nem se quer era feita devido à falta de disponibilidade de tempo por parte das supervisoras. Estas situações levaram a casos em que se deveria ter “dado horas extra” e não se deu o que atrasou a produção e o cumprimento do plano e outros em que se “deram horas extra” indevidamente e depois faltou trabalho para o último dia da semana.

Tendo em conta que as horas extra são pagas a 100% por cada hora de trabalho, se se considerar uma colaboradora que receba 500€ mensais cada hora extra que trabalhe tem um custo para a empresa de 2,84€. Muitas vezes, mesmo com as horas trabalhadas fora do horário normal, acontecem atrasos na produção que de forma global não são muito frequente nem muito graves

uma vez que são rapidamente recuperados com planos de horas extra. Após estes casos foi necessária uma análise a esta situação e a preparação de uma solução de modo a que não se voltassem a repetir.

4.3.9.3. Falta de atualização do simulador

O simulador de tempos de costura da Coindu é uma folha Excel com diversos parâmetros devidamente interligados que permite alcançar o tempo de cada operação e o tempo total estimado de execução de uma peça bem como o número de peças que é possível produzir por dia (capacidade). Uma descrição pormenorizada do simulador de tempos de costura e do seu preenchimento pode ser encontrado no Anexo 13 – Descrição do simulador de tempos de costura.

Dos simuladores existentes nos modelos da Coindu alguns deles estavam a necessitar de atualização. No caso do Audi B8 necessitavam de pequenos ajustes para aproximar os simuladores à realidade das operações, uma vez que o simulador previa tempos demasiado baixos para determinadas operações. No caso do Audi AB3, como se tratava de um modelo em desenvolvimento, implicava a colocação de umas operações e eliminação de outras acompanhando as alterações técnicas das versões.

4.3.10. Síntese dos problemas identificados

Apresenta-se na Tabela 10 uma síntese dos problemas identificados aquando do desenvolvimento deste projeto seguindo uma abordagem 5M.

Tabela 10 – Tabela resumo dos problemas identificados

	Problemas identificados
Máquinas	Layout PT 23 e 25 da equipa 41C
	Máquina PT 29 da equipa 41C
	Avarias/desafinações
Materiais	Dureza do couro
	Defeitos de couro
Mão-de-obra	Força aplicada nas operações
	Doenças profissionais
	Defeitos de costura
	Capacidade de liderança
Meio ambiente	Falta de formação em liderança
	Elevado número de horas extra
	Pressão das rentabilidades
Método de trabalho	Elevado número de horas extra
	Balanceamento dos PT na célula 41C
	Dificuldade de uma operação
	Defeitos de costura
	Falta de atualização do simulador de costura
	Estudo de tempos noutras células
Análise ao plano de produção	

No capítulo seguinte são apresentadas as propostas para resolver estes problemas.

5. APRESENTAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE PROPOSTAS DE MELHORIA

Para apresentar as propostas que surgiram no desenvolvimento do projeto realizado na Coindu utilizou-se o método 5W2H (Tabela 11 e Tabela 12) para definir o plano de ações com as propostas para resolver ou reduzir os problemas identificados no capítulo anterior.

Gestão, balanceamento e formação de equipas de operadores em células de costura para um componente da indústria automóvel

Tabela 11 – Plano de ações usando a técnica 5W2H (parte 1)

What	Why	How	Where	Who	When	How much
Formação em liderança, motivação de equipas e assertividade	Existência de líderes com falta de perfil e de competências de liderança	Formação a ser dada por um engenheiro de produção com CCP	Numa das salas de reuniões da Coindu Mogege	Recursos humanos – área de formação	Nas manhãs para as líderes do 2º turno e nas tardes para as do 1º turno com uma duração de 50h – 2014	Quanto a custos não há nada a considerar
Caixa de sugestões	Falta de incentivo à participação de todos os colaboradores na “caixa de sugestões”	Após aprovação das propostas, divulgação dos prémios de participação na melhoria contínua dos processos	Num local acessível a todos os colaboradores (cantina)	Gestão de topo e recursos humanos	Após aprovação pela gestão de topo	Custos suplantados pelos potenciais ganhos de cada proposta
Formação técnica	Desvios no desempenho de determinada costureira da célula 41C e maior apoio na formação das novas costureiras	Promoção de 4 formadoras por turno para apoiar na reciclagem de formações a costureiras antigas e na formação inicial a costureiras novas	Nas equipas de costura da Coindu	Gestão de topo e formadoras	Sempre que existirem desvios de desempenho das costureiras (reciclagem) e quando forem contratadas novas costureiras	400€/mês
Rebalanceamento das operações da célula 41C	Existência de diferenças consideráveis na distribuição do trabalho na célula e da respetiva ocupação dos PT	Recolha dos tempos de execução das operações e balanceamento da célula a partir desses dados de forma a equilibrar as ocupações	Na equipa 41C	Gestão da produção e supervisora de linha	No início de 2013 – semana 2	Atualização dos tempos bem como dos balanceamentos sempre que existirem desvios nas rentabilidades

Gestão, balanceamento e formação de equipas de operadores em células de costura para um componente da indústria automóvel

Tabela 12 – Plano de ações usando a técnica 5W2H (parte 2)

What	Why	How	Where	Who	When	How much
Novo Layout	Perdas associadas à disposição das máquinas na célula e a uma máquina com um desempenho abaixo do normal	Mesa específica para transformar os PT 23 e 25 num posto duplo, e nova máquina o posto 29	Nos PT 23 e 25 e no PT 29	Manutenção	Melhoria implementada durante o mês de dezembro de 2012	7.400 €
Melhores condições ergonómicas	Existência de diversos problemas de saúde causados pelo trabalho	Folheto com rotina de ginástica laboral, restrições a nível das operações cansativas a realizar por cada costureira e melhoria/facilitação de uma operação específica	Em todos os PT da Coindu	Serviços clínicos, informática, equipa técnica e gestão da produção	1º semestre de 2013	96 €
Controlo em tempo real da produtividade	Necessidade de um controlo em tempo real da produtividade de cada equipa para ser possível tomar ações sempre que se detetem desvios nos seus desempenhos	Controlo do número de peças produzidas através da impressão da etiqueta de traçabilidade para cada peça de acordo com os valores-objetivo e devolvendo informação relativamente às peças já produzidas e às que ainda faltam produzir para atingir os objetivos de rentabilidade	Em todas as equipas de costura	Gestão de topo, informática e gestão da produção	Início de 2014	Um sistema para cada duas equipas de costura (total de 35) que são usados nas mesmas células no 1º e 2º turno. Quanto a custos não foi possível estimar

5.1. Melhor gestão de equipas de costura

Para uma melhor gestão de equipas de costura propôs-se algumas propostas relacionadas com dar formação de competências transversais e técnicas e implementação de uma caixa de sugestões.

5.1.1. Liderança e motivação

Nesta secção são apresentadas propostas concretas na área da liderança e da motivação de grupos.

5.1.1.1. Formação em liderança e motivação de equipas

A primeira ação tomada na área da liderança foi a troca da líder da equipa 41C por uma operadora mais capaz para o desempenho dessa função.

A seleção de cada uma das líderes, tal como foi descrito na secção 4.2.2.1, foi feita por votação por parte das costureiras de cada linha. Na primeira nomeação não existiu nenhum filtro por parte das chefias pelo que algumas das primeiras líderes foram consideradas com falta de competência para o cargo. Efetuou-se então a troca dessas líderes por outras, isto após uma análise e aprovação das nomeações por parte da supervisão de linha e da gestão da produção.

Tal como referido na análise crítica à liderança será necessário investir na formação das líderes de equipa em quem é exigida orientação e motivação das restantes elementos da sua equipa. Assim propõe-se uma formação profissional para todas as potenciais líderes em liderança, motivação de equipas e assertividade que seria coordenada pela área de formação dos recursos humanos da Coindu e a formação dada por um dos engenheiros de produção com Certificado de Competências Profissionais (CCP), i.e., habilitado para dar formações.

5.1.1.2. Caixa de sugestões

Uma das formas de motivação dos colaboradores de uma empresa passa pelo seu envolvimento na melhoria contínua dos processos. Esse envolvimento pode ser obtido através da utilização de uma caixa de sugestões mas à qual deve ser dada importância através da gestão de topo de forma a premiar aqueles que apresentam boas propostas.

Uma vez que na Coindu já existe uma caixa de sugestões (Figura 39) a proposta passa simplesmente pelo incentivo à participação de todos nesta ferramenta de melhoria contínua. Esta vontade de envolvimento e participação em ações de melhoria é comprovado pelas respostas à pergunta 20 do questionário entregues às costureiras da equipa 41C (Anexo 12 – Inquérito acerca das condições ergonómicas dos postos de trabalho).



Figura 39 – Caixa de sugestões existente na Coindu

A proposta passa então por incentivar a participação de todos os colaboradores premiando monetariamente as propostas aprovadas. Assim seriam divididas as propostas em diversas áreas como: segurança, se a sugestão permite evitar riscos à segurança dos colaboradores; processo, se a sugestão permite eliminar ou otimizar operações; e de material, se a sugestão permite poupar matéria-prima, como linha por exemplo.

Foi então envolvida a gestão de topo neste processo sendo definidos os valores monetários dos prémios de acordo com as áreas das propostas. Para áreas como a segurança em que não é fácil estimar um ganho monetário para as melhorias propostas seria dado um prémio no valor de 50€ no caso de ser aprovada a sugestão. Em áreas de processo ou de materiais seria estimado o valor poupado num ano e dado um prémio de 10% desse valor, por exemplo se o ganho estimado fosse de 1000€ o prémio seria de 100€.

5.1.2. Matriz de polivalências visual

Para se efetuar a distribuição das operações pelos PT bem como para incentivar o aumento das polivalências de cada costureira foi proposta uma matriz de polivalências visual e desse modo mais intuitiva e mais acessível a todos os colaboradores.

Em seguida apresenta-se um exemplo da matriz de polivalências da célula 41C na Figura 40, no caso da costureira com mais polivalência (colaboradora nº 12326). Na matriz desenvolvida assinalam-se as polivalências adquiridas por cada costureira preenchendo os losangos/triângulos a vermelho. A matriz das restantes colaboradoras pode ser visto no Anexo 8 – Matriz de competências das costureiras da equipa 41C.

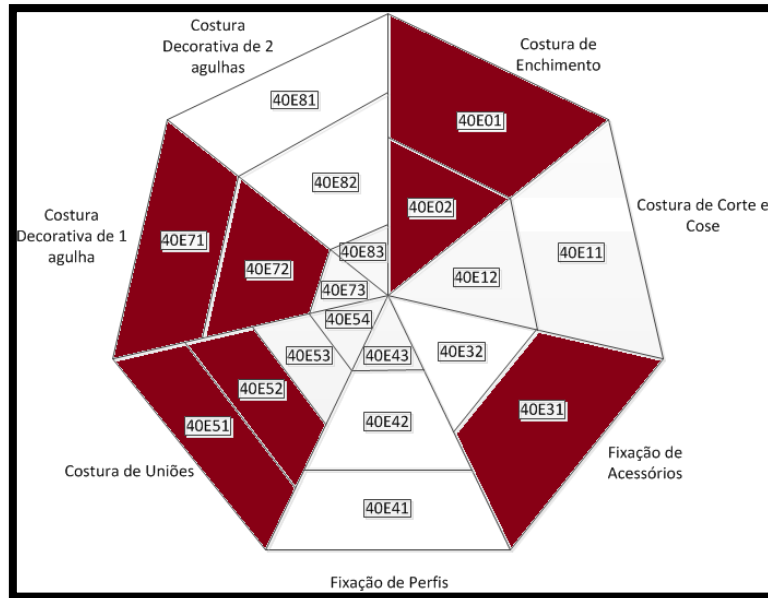


Figura 40 – Esquema das competências da colaboradora 12326

5.1.3. Promoção de costureiras para dar formação técnica

Foi efetuada uma análise a todas as costureiras da célula 41C por parte da técnica de costura para se detetarem desvios aos seus desempenhos e efetuar as correções necessárias. Assente na necessidade exposta na situação acima foi proposta a promoção de costureiras, uma por cada três linhas, com capacidade de formação para colaborarem com as técnicas de costura e com as supervisoras de linha na formação técnica das novas colaboradoras que entram sem experiência de costura ou das colaboradoras mais antigas que em alguma altura necessitem de uma reciclagem à formação dada inicialmente.

Tal como descrito na secção 4.2.2 durante o período de formação o tempo de trabalho destas colaboradoras não é considerado a 100%. Com a presença destas formadoras o processo de formação seria bastante mais célere, o que por um lado permitia a redução do tempo de formação e dos custos diretamente associados ao facto de essas costureiras não estarem a produzir o número de peças definido, e por outro permitia também a redução dos custos em peças estragadas nesse processo de aprendizagem. Esta situação era possível uma vez que era dado um maior apoio a estas costureiras sem experiência por parte de profissionais devidamente preparadas para formar, apenas com um acréscimo de 400€/mês nas despesas da empresa. Estes

400€ correspondem aos 50€ do prémio de formadora a multiplicar pelas 8 formadoras necessárias.

5.2. Novo balanceamento de operações

Partindo dos desequilíbrios existentes na equipa 41C demonstrados na Figura 34 da secção 4.3.4 foi necessário um reajustamento do balanceamento da célula e da distribuição de operações pelas constituintes da equipa, sendo que foi também requerida formação técnica especializada para as costureiras em questão.

Após a implementação das melhorias expostas nas secções 5.1.3 e 5.3 foi possível baixar a ocupação das costureiras que operam nos PT 26, 23/25 e 29, obtendo-se desse modo o balanceamento da Figura 41.

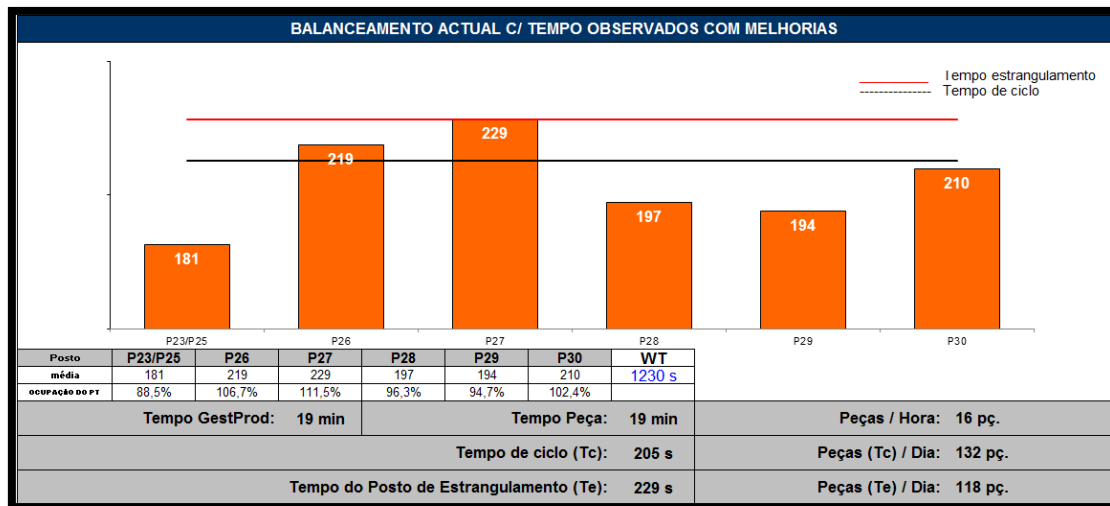


Figura 41 – Balanceamento da célula obtido com os tempos observados após implementação das melhorias

Neste balanceamento era perfeitamente visível o excesso de carga dos PT 26 e 27, pelo que, essa carga deveria ser transferida para as costureiras com disponibilidade e com a polivalência necessária.

Convém salientar novamente o facto da célula 41C ter uma equipa em evolução existindo costureiras com um nível já superior às restantes o que justifica a diferença entre o balanceamento com os tempos previstos pelo simulador e o balanceamento real obtido após a implementação das melhorias no desempenho técnico e de *layout* e da máquina. Efetuaram-se então alguns ajustes na distribuição das operações pelas costureiras de modo a equilibrar os tempos não pelas previsões do simulador mas sim pelos tempos observados. Foram também tomadas outras ações de melhoria a nível da liderança, da formação técnica e da ergonomia de modo a garantir melhores resultados não só em termos de produtividade mas também em termos de satisfação e motivação das costureiras. Foram então rebalanceadas as operações, partindo do balanceamento que estava na altura em vigor, que pode ser visualizado na Tabela 13.

Gestão, balanceamento e formação de equipas de operadores em células de costura para um componente da indústria automóvel

Tabela 13 – Balanceamento implementado

OPERAÇÕES	TS	Δ	TR	P23	P25	P26	P27	P28	P29	P30	TOTAL
1	124,1	4,3	119,8						100%		119,8
2	70,4	-25,6	96,0				100%				96,0
3	34,3	3,7	30,7	100%							30,7
4	29,3	-7,5	36,8	60%					40%		36,8
5	91,4	-23,5	114,8			100%					114,8
6	16,5	0,5	15,9							100%	15,9
7	13,2	-0,4	13,6							100%	13,6
8	28,4	-13,4	41,8						100%		41,8
9	16,5	0,2	16,3							100%	16,3
10	33,8	-7,3	41,2			50%	50%				41,2
11	29,3	-7,5	36,8					100%			36,8
12	46,2	3,2	43,0					100%			43,0
13	87,3	-16,7	104,0	50%		50%					104,0
14	100,5	2,5	98,0		100%						98,0
15	73,5	8,5	65,0						50%	50%	65,0
16	58,4	-33,0	91,4				100%				91,4
17	35,5	-5,0	40,6			40%		60%			40,6
18	91,0	-1,9	92,9					100%			92,9
19	88,7	-6,8	95,5							100%	95,5
20	25,0	0,2	24,8							100%	24,8
21	24,5	13,2	11,3							100%	11,3
TEMPO DE CICLO PT Segundos				104,8	98,0	203,6	207,9	197,1	208,9	209,9	
% OCUPAÇÃO DO PT %				51,1	47,8	99,3	101,4	96,1	101,9	102,4	

Esta distribuição das operações permitiu obter um gráfico de balanceamento em que é facilmente perceptível um melhor equilíbrio entre as ocupações de todas as costureiras. Com este balanceamento é possível obter um total de 129 peças/dia mais 21 peças que as que eram produzidas no início deste projeto (Figura 42).

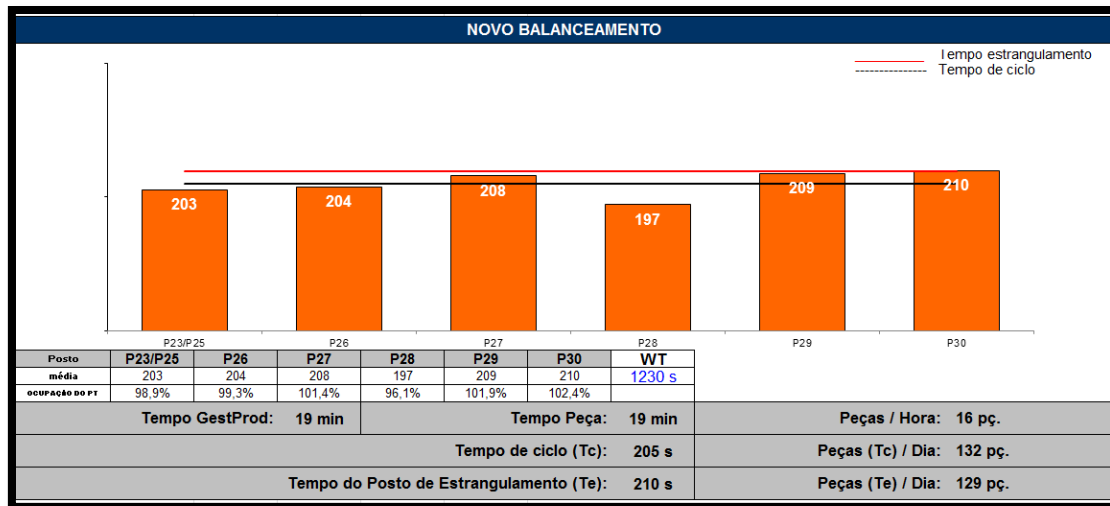


Figura 42 – Novo balanceamento da célula 41C

Estas 129 peças ainda não permitem obter uma rentabilidade de 100% (fica-se pelos 89%) contudo, tratando-se de uma equipa em evolução, têm neste momento mais condições para atingir esse objetivo uma vez que o trabalho se encontra melhor distribuído.

5.3. Novo layout

A célula 41C em termos de *layout* apresentava um grande problema que se prendia com o facto de uma das costureiras se deslocar entre dois postos dez vezes durante um dia, esta situação acarretava uma perda de 15 segundos em cada uma delas (secção 4.3.5).

Foi então proposta uma alteração na disposição dos dois postos onde a referida costureira trabalha, nomeadamente a criação de um posto duplo com os PT 23 e 25. Um posto duplo não é mais do que a rotação de 180° de uma das máquinas de modo a estas ficarem frente-a-frente (como é possível observar no esquema da Figura 43), permitindo à costureira trabalhar numa máquina e noutra com a simples rotação da cadeira. Esta ação permite baixar a ocupação desta costureira (12326) e, mais do que permitir a produção de mais 3 peças por mês, permite que lhe sejam alocadas novas operações uma vez que passa de uma ocupação de 87,5% para 85,5%. Esta melhoria teria um investimento de 400€, custo de um posto duplo, investimento pago em quatro meses, tendo como base o aumento de três peças na produção de cada mês.

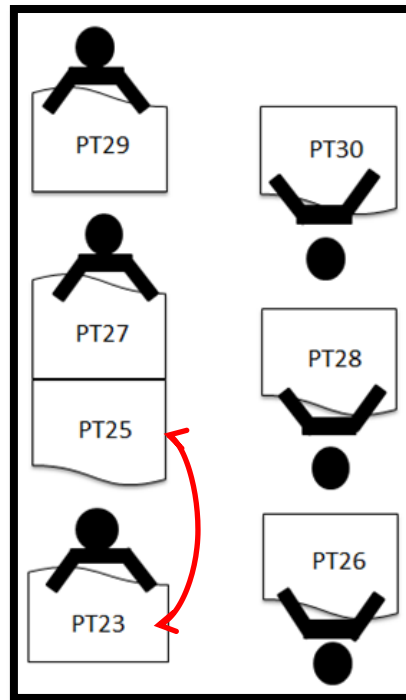


Figura 43 – Esquema do *layout* da célula 41C após transformação dos PT 23 e 25 num posto duplo
Uma fotografia do posto duplo criado com os PT 23 e 25 pode ser visualizado na Figura 44.



Figura 44 – Fotografia do posto duplo com PT 23 e 25

Outra das melhorias apresentadas ao nível das máquinas foi a alteração da máquina de enchimento por uma com remates mais rápidos, ao nível das restantes máquinas de costura. Esta troca de máquinas permitiu baixar a ocupação de 95,5% para 92,4%, estando também esta costureira mais disponível para que lhe sejam alocadas mais operações. Este tipo de máquinas apresenta um custo médio de 7000€, investimento que a própria máquina paga em cerca dez meses, uma vez que esta melhoria permitiu produzir mais 21 peças no final do mês de janeiro, primeiro mês completo após implementação das alterações.

5.4. Melhores condições ergonómicas

Sendo esta área considerada das mais críticas durante a realização deste estudo foram desenvolvidas três propostas, duas na área da prevenção e a terceira na facilitação de uma operação de costura extremamente exigente a nível físico.

5.4.1. Ginástica laboral

Foi desenvolvido com os serviços clínicos da empresa um panfleto com uma rotina de exercícios que foi entregue a todos os colaboradores da empresa para que sejam realizados de forma a alongar e fortalecer as articulações e músculos das mãos e dos pulsos de modo a prevenir lesões e acidentes de trabalho. O folheto entregue a todos os colaboradores pode ser visualizado no Anexo 15 – Folheto de ginástica laboral.

5.4.2. Restrição nas operações mais exigentes

Todas as operações de costura são classificadas de acordo com a força média desenvolvida em “ligeira”, “moderada” e “cansativa”. Para planear uma OF para determinada equipa é necessário alocar as diferentes operações às costureiras que compõe a célula para a qual está a ser planeada aquela ordem de produção. Distribuição das operações/balanceamento exemplificativo para a célula 41C na Figura 45.

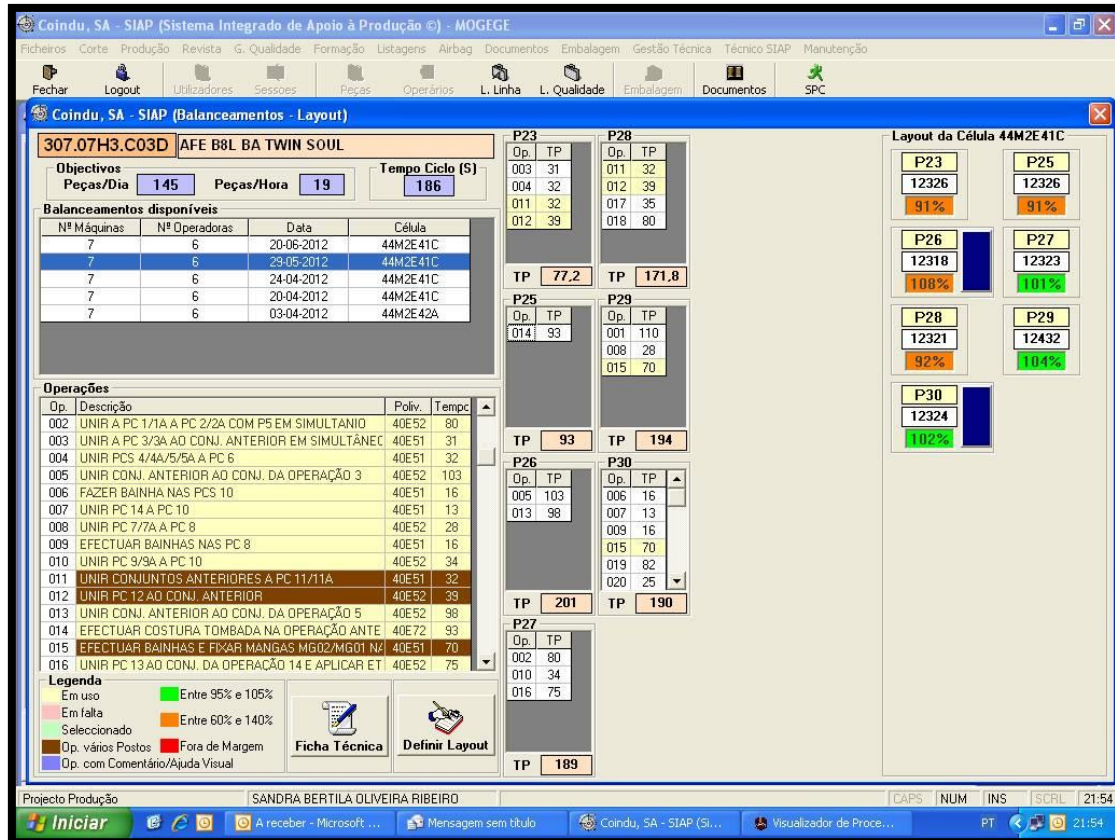


Figura 45 – Distribuição das operações/balanceamento exemplificativo para a célula 41C

Foi então proposto o impedimento de uma costureira executar mais de 60% do seu tempo de trabalho (cerca de cinco horas e meia) em operações do tipo “cansativas”, que são as mais exigentes em termos físicos. Assim o sistema analisa e contabiliza as operações “cansativas” de cada costureira e a respetiva ocupação, não permitindo que a OF seja planeada em caso de incumprimento deste requisito. A face visível deste bloqueio do sistema pode ser visualizada na Figura 46.

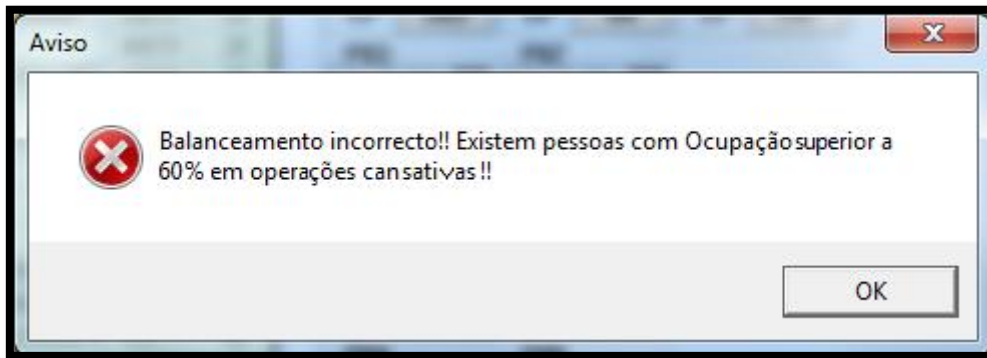


Figura 46 – Face visível do bloqueio do sistema em casos em que a ocupação de uma costureira em operações cansativas seja superior a 60%

5.4.3. Melhoria na execução de uma operação

Devido à necessidade de se “fazer crescer” 15 mm a uma peça aquando da união com outra peça, especialmente quando se trata de couro *Feinnappa*, um couro com níveis de elasticidade muito reduzidos, foi necessário encontrar uma solução que facilitasse a referida operação.

Foi então proposta a introdução de lâminas na peça em questão para permitir de forma mais leve em termos físico o casamento das picas. Este dispositivo *poka-yoke*, além de ser considerado de segurança uma vez que evita lesões músculo-esqueléticas nas costureiras, funciona também como um dispositivo que evita o erro uma vez que os defeitos relativos à dificuldade de casamento das picas desta peça são eliminados. Na Figura 47 pode-se visualizar a peça em questão com a identificação das lâminas implementadas.

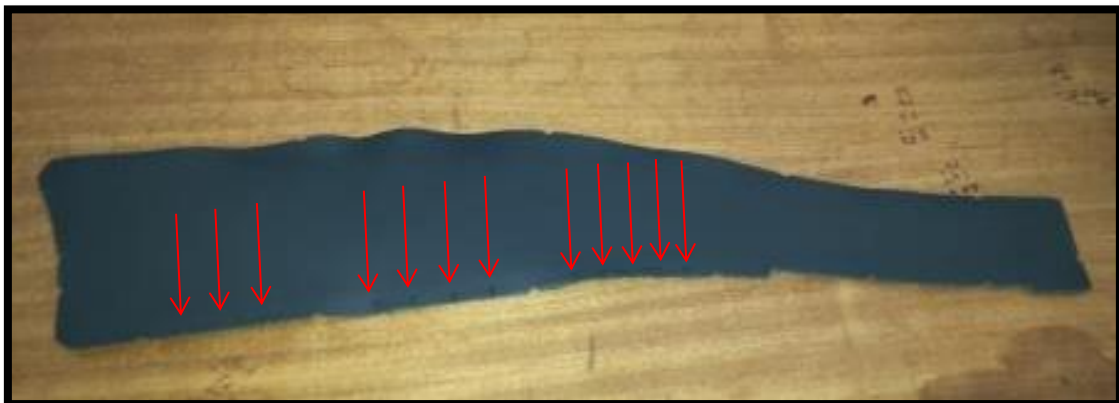


Figura 47 – Melhoria implementada na peça com necessidade de ser alongada

Esta melhoria tem um custo associado ao facto de se ter que alterar os cortantes existentes para este modelo. Existem 8 cortantes afetados e, uma vez que é necessário introduzir 12 lâminas em cada um dos cortantes, foi necessário inserir 96 lâminas no total. A inserção de cada lâmina tem um custo associado de um euro pelo que a totalidade do custo desta melhoria é de 96€.

A presença destas lâminas na peça acima permite alongá-la de forma continuada ao longo de toda a união, facilitando-a, e diminuindo o esforço da costureira. Esta situação pode ser comprovada na simulação do presente na Figura 48.



Figura 48 – Demonstração da “abertura” das lâminas que permite a diminuição do esforço na execução da operação em estudo

5.5. Implementação de um controlo em tempo real da produtividade

Para que seja possível um controlo em tempo real da produção de cada célula, neste caso em especial da célula 41C, e desse modo tomar ações imediatas em caso de desvios foi proposto um controlo em tempo real da produtividade e consequentemente da rentabilidade.

Para tornar possível este controlo em tempo real é necessário garantir a timbragem das etiquetas de traçabilidade no final de cada célula e um monitor junto da líder de equipa para monitorizar o número de peças que vão sendo produzidas a cada hora, estando também a compilação dos dados de todas as células disponíveis para análise e intervenção em caso de desvios do gestor de produção.

Para a timbragem das etiquetas no último posto será necessário garantir nesses postos uma impressora que imprime uma etiqueta aquando da execução da última operação de cada peça, contando desse modo o número de peças que são produzidas. Esta operação é feita atualmente por parte do distribuidor de paletes, um operário que tem como tarefas abastecer as linhas de

costura com as peças cortadas após a impressão de todas as etiquetas correspondentes às OF's de cada palete como referido na secção 4.2.5. Esta informação é contabilizada e disponibilizada por um sistema informático permitindo uma monitorização em tempo real por parte da líder de equipa, da supervisora de linha e pela gestão da produção. Quanto ao *interface* deste sistema e à informação em si contida pode ver-se na Tabela 14 a proposta apresentada que se enquadra como um mecanismo *andon*, um mecanismo *Lean* de controlo da produção.

Tabela 14 – Exemplo de um protótipo do *interface* do sistema informático para o controlo em tempo real da produtividade

Acumulado de peças produzidas	Atraso acumulado	Peças em falta	Objetivo	
38	9	107	145	Peças/turno
		6	18	Peças/hora
Tempo de trabalho	02:47			

Este protótipo apresenta um exemplo de acordo com as informações recolhidas junto da equipa 41C pela altura do início do presente estudo, 2 horas e 47 minutos após o início do turno. Tem como informação na coluna da esquerda o tempo de trabalho já decorrido desde o início do turno e o número de peças já produzidas nesse período. Na segunda coluna é fornecida a informação acerca do atraso acumulado de acordo com o objetivo do número de peças à hora, sendo que este parâmetro no fim de cada hora de trabalho lê o objetivo para esse período (ver Tabela 15) e, no caso de o número de peças produzidas ser inferior ao objetivo, soma a diferença ao valor deste campo e subtrai essa diferença quando a equipa produz acima do objetivo.

Tabela 15 – Valores-objetivo da produtividade em cada hora e produção real para o exemplo em questão

Hora	Objetivo	Produção
1ª	16	11
2ª	19	15
3ª	18	12
4ª	19	
5ª	19	
6ª	16	
7ª	19	
8ª	19	

Para este exemplo o “9” corresponde às cinco peças que ficaram aquém do objetivo na primeira hora somadas à diferença de quatro peças na segunda hora, no final da terceira hora serão somadas as peças que faltarem para o objetivo. Na terceira coluna apresenta-se o número de peças em falta para cumprir o objetivo até ao final do turno e até ao final da hora que está nesse momento a decorrer, para o exemplo a terceira hora. Na última coluna apresentam-se os valores-

objetivo por turno e por hora. No campo do objetivo de peças por hora o valor lá patente vem da Tabela 15.

Para a aplicação deste controlo em tempo real da produtividade esta tabela serviria como base de dados onde o sistema informático iria “ler” os valores-objetivo e escreveria a produção real. Na primeira, terceira e sexta hora consideram-se valores mais baixos devido ao arranque do turno e aos intervalos (o primeiro de 10 minutos e o segundo de 20 minutos).

Esta proposta foi apresentada à gestão de topo e está neste momento em fase de desenvolvimento por parte da informática.

5.6. Tabela dinâmica para análise ao plano de produção

Devido aos problemas relatados no ponto homónimo da secção anterior foi necessário criar uma forma mais rápida, eficaz e intuitiva de fazer a análise do plano de produção. Para tal foi desenvolvida uma tabela dinâmica tendo como *inputs* as OF's em aberto, que permitem analisar o atraso de cada equipa, e o plano de produção para a semana seguinte, que somando as quantidades em aberto dará a ocupação de cada equipa para a semana em análise.

Na folha de rosto, onde é feita a análise a todos os dados exportados, são tidos em conta os dias de trabalho para a semana e a capacidade de cada equipa. Com estes dados a folha “fornece” os dias de trabalho previstos para a semana seguinte, o estado em dias (atraso ou falta de trabalho) e a consequente informação da necessidade de dar horas extra ou de flexibilizar. Com esta análise é também possível retrabalhar o plano de produção efetuado pelo planeamento transferindo quantidades de equipas que estão mais atrasadas para equipas mais adiantadas (sem atraso e com planeamento curto para toda a semana).

Por fim esta folha compila os dados por peça (AF, EF, AT e ET) fornecendo os atrasos à peça de acordo com as peças por produzir, a capacidade e o número de dias de trabalho disponíveis. Um excerto de uma das folhas de análise de produção pode ser visualizado na Figura 69 do Anexo 16 – Folha de rosto da análise ao plano de produção.

6. DISCUSSÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

Nesta secção são discutidos e analisados os resultados das propostas apresentadas no capítulo anterior.

6.1. *Ganhos com a nova gestão de equipas de costura*

6.1.1. Resultados da formação em liderança e motivação

A proposta de aposta na área da formação em liderança, motivação de equipa e assertividade para todas as costureiras que atualmente assumem a função de líderes de equipa ou que são nomeadas para em fase posterior assumir a referida responsabilidade foi analisada e aprovada pela gestão de topo.

Ainda durante este ano, para a reativação da unidade de Joane, as líderes que já foram nomeadas e aquelas que ainda serão nomeadas terão formação teórica para a obtenção das competências transversais para garantir que sejam melhores profissionais no desempenho das funções que lhe serão confiadas. Com esta formação prevê-se que as líderes sejam capazes de motivar as costureiras da sua equipa em torno dos objetivos de rentabilidades e qualidade. É também intenção desta formação capacitar as líderes na resolução de conflitos bem como nas formas de comunicação com as costureiras e as chefias.

6.1.2. Formação técnica

Relativamente a este ponto foram propostas duas ações de melhoria: uma específica para a célula 41C com a correção de desempenhos técnicos em algumas costureiras com mais dificuldades e outra mais geral com a aposta em formadoras.

O desempenho técnico das costureiras da equipa 41C, em especial da colaboradora 12318, após análise e intervenção da técnica de costura foi em muito melhorado otimizando em 24 segundos o seu tempo de execução das duas operações o que permitiu baixar o tempo total de cada peça. Na Tabela 16 é possível visualizar os tempos registados nas operações efetuadas pela colaboradora 12318 antes e após as correções efetuadas no seu desempenho técnico bem como os ganhos obtidos.

Tabela 16 – Tempos observados antes e após as ações de melhoria no desempenho técnica da colaboradora 12318

Tempo (segundos)		
antes da melhoria	após a melhoria	ganho
104,3	91,3	13
93,6	82,6	11

Uma vez que o tempo total da peça com as melhorias no *layout* e na máquina de enchimento (como será possível analisar na secção 6.3) se fixou nos 21 minutos esta poupança de 24 segundos permitiu produzir mais 2 peças por dia.

Tabela 17 – Ganhos obtidos com a formação técnica em tempos

	tempo total 1 peça (s)
antes da melhoria	21,3
após a melhoria	20,9
ganho	0,4

Em termos globais esta ação permitiu baixar o tempo de estrangulamento de 249 segundos da colaboradora 12318 para 229 segundos da colaboradora 12323 como foi possível observar na Figura 41, o que possibilitou a produção de 118 peças em média no mês de fevereiro (Tabela 18).

Tabela 18 – Ganhos obtidos com a formação técnica em peças

	antes da melhoria	após a melhoria
tempo trabalhado num turno (s)	27000	27000
tempo estrangulamento (s)	249	229
peças produzidas	108	118

Atualmente está em vigor uma reestruturação nas chefias das linhas de produção diminuindo o número de supervisoras (objetivo de uma por cada duas linhas de costura). Por outro lado, para apoiar as equipas na formação técnica e na melhoria de desempenhos, foi aprovada a proposta das formadoras sendo para aplicar durante o mês de novembro. Desta proposta não foi possível contabilizar ganhos monetários, contudo é inegável o maior apoio que será dado às supervisoras de linha na reciclagem de formações a costureiras com alguma dificuldade ou então na formação de costureiras sem experiência diminuindo o processo de formação e os defeitos. O tempo normal de formação de uma costureira numa determinada operação ronda as 20h, com esta aposta nas formadoras conta-se que esse tempo seja reduzido para cerca de 12h. Se considerarmos os 2,84€ (de um salário de 500€) com esta redução de 8 horas na formação de uma costureira poupam-se cerca de 22,72€ uma vez que ficam disponíveis e aptas para a produção 8h mais cedo, sem contabilizar os ganhos com a redução de defeitos (Tabela 19).

Tabela 19 – Ganhos obtidos com as formadoras

tempo reduzido da formação	8h
custo hora/ costureira	2,84€
poupança	22,72€

6.1.3. Caixa de sugestões

Esta melhoria enquadrada numa filosofia *kaizen* tem basicamente dois objetivos, por um lado investir na motivação de todos os colaboradores envolvendo-os na melhoria contínua de todos os processos o que leva até ao segundo objetivo, aproveitar o *know-how* que os colaboradores têm devido ao seu trabalho diário, pois ninguém conhece melhor o trabalho e se apercebe de potenciais melhorias que o próprio trabalhador. Adicionalmente potencia a criatividade dos operadores na resolução de problemas que de outra forma não seriam detetados.

6.2. *Ganhos com o novo balanceamento de operações*

O balanceamento dos PT da equipa 41C foi das principais tarefas efetuadas aquando do desenvolvimento do presente projeto. Com o balanceamento proposto e aplicado foi possível obter um total de 129 peças/dia, mais 21 peças que as 108 produzidas antes deste projeto.

Estas 129 peças permitiram obter uma melhoria de 14% na rentabilidade da equipa. Como dito anteriormente esta era uma equipa em evolução e esta distribuição mais equilibrada das operações permitiu atingir o objetivo dos 100% em agosto deste ano (2013).

As 21 peças produzidas a mais por dia, apenas considerando esta melhoria, sem qualquer tipo de custos para a empresa, permitiram um ganho de 699,09€/dia (Tabela 20).

Tabela 20 – Ganho com o novo balanceamento

peças produzidas	21
preço por peça	33,29 €
ganho total	699,09 €

6.3. *Ganhos com o novo layout*

Os resultados desta que foi a primeira melhoria implementada já foram em parte apresentados na análise efetuada na secção 5.3 estando devidamente fundamentados os investimentos e os lucros com estas duas ações de melhoria.

Quanto à melhoria implementada com o posto duplo, apesar do investimento de 400€, foi possível obter um ganho de 99,87€/mês, sendo assim o investimento é recuperado em cerca de quatro meses.

Relativamente à troca da máquina de enchimento do PT 29 o ganho cifra-se nos 699,09€/mês, permitindo esta melhoria cobrir o investimento de 7000€ em cerca de 10 meses.

Tabela 21 – Ganho com o novo layout

peças produzidas	21
preço por peça	33,29 €
ganho total	699,09 €
investimento	7000 €
recuperação	10 meses

6.4. *Ganhos com melhores condições ergonómicas*

O conforto e segurança no PT de trabalho deve ser uma das principais preocupações de todas as empresas e é nesse sentido que as propostas apresentadas vão. Os ganhos de qualquer uma das propostas para a ergonomia não podem ser quantificados em termos monetários claros e concisos, contudo uma vez que permitiram baixar o absentismo devido a doenças profissionais

os ganhos são óbvios. Em 2012 o absentismo devido a problemas de saúde rondou em termos médios os 5%, nos primeiros seis meses do ano 2013 esse valor baixou para cerca de 2%. Poderão existir outras razões que justifiquem esta redução na taxa de absentismo contudo estas três medidas aplicadas terão também a sua responsabilidade. Na Tabela 22 podem-se observar os valores de absentismo no primeiro semestre de 2013 considerando apenas as faltas ao trabalho devido a problemas de saúde.

Tabela 22 – Absentismo devido a doenças profissionais nos primeiros seis meses de 2013

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
N.º Trabalhadores	908	906	928	933	943	961
Total Faltas	3457	3574	4034	3157	3328	3804
Total Horas Potenciais	152544	152208	155904	156744	158424	161448
Taxa Absentismo Específico	2,27%	2,35%	2,59%	2,01%	2,10%	2,36%

Em termos de gastos apenas foram investidos 96€ na introdução de um mecanismo *poka-yoke*, nomeadamente na aplicação das lâminas nos cortantes da peça alterada para permitir a união das duas peças de forma mais “leve” para as costureiras.

6.5. *Ganhos com a tabela dinâmica*

Com a aplicação da proposta da folha de análise ao plano de produção (secção 5.6) tendo também em consideração as quantidades em aberto da semana anterior e as capacidades de cada equipa foi possível manter de forma muito mais controlada a gestão da necessidade de horas extra bem como de flexibilizar evitando desse modo custos derivados de análises incorretas ou tardias.

Esta melhor gestão dos planos de produção e da sua execução permitiu manter um ritmo mais constante evitando os “sobressaltos” causados pelas horas extra e pelas flexibilizações.

6.6. *Ganhos previsíveis com o controlo em tempo real da produtividade*

Tal como foi enunciado aquando da análise crítica esta proposta já foi aprovada e está já em fase de desenvolvimento por parte da informática não sendo possível avaliar impactos. Contudo as expectativas são elevadas e são esperados bons resultados essencialmente no controlo em tempo real da produtividade sendo esperado um aumento global das rentabilidades de cada unidade produtiva. Atendendo a que as operadoras vão saber melhor aquilo que fazem talvez possam aumentar ou diminuir o ritmo de trabalho e conseguir fazer o que não sabiam que era possível.

6.7. *Evolução dos indicadores da célula 41C*

Em termos globais a secção de costura da unidade produtiva de Mogege apresentou nos primeiros oito meses de 2013, após a implementação das diversas ações de melhoria expostas

no capítulo 0 os valores mensais das rentabilidades que estão apresentados no gráfico da Figura 49.

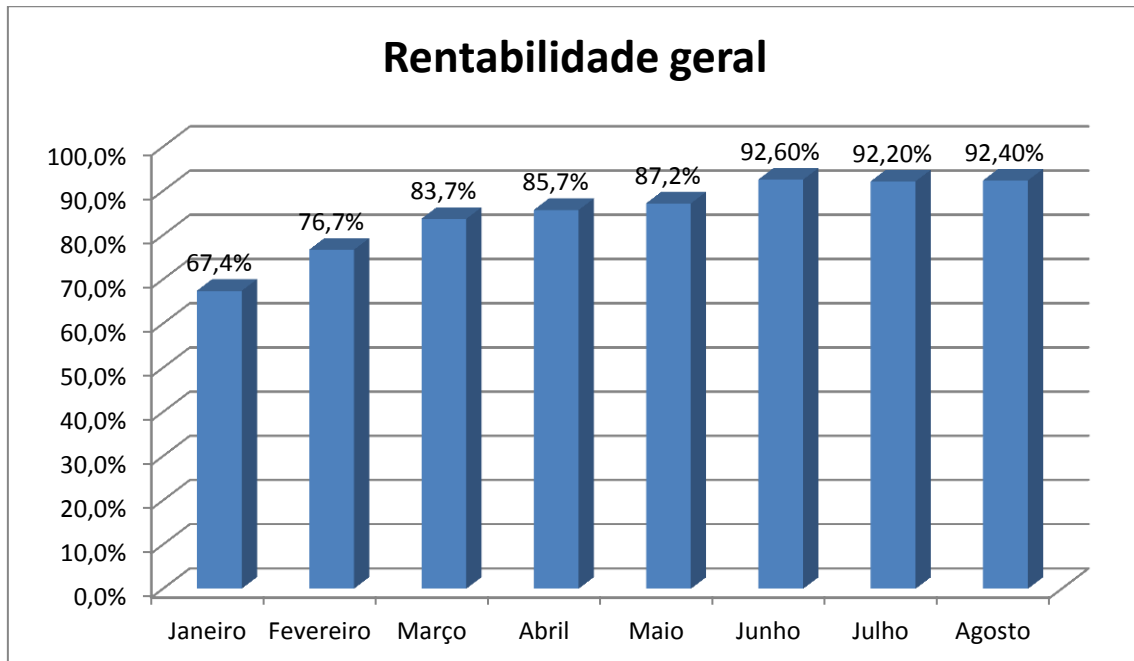


Figura 49 – Gráfico de evolução da rentabilidade nas equipas de costura da unidade produtiva de Mogege

Na Figura 50 pode-se visualizar a evolução na rentabilidade da equipa entre os meses de janeiro e de agosto de 2013, altura em que se atingiu (e até ultrapassou) o objetivo de 100%.

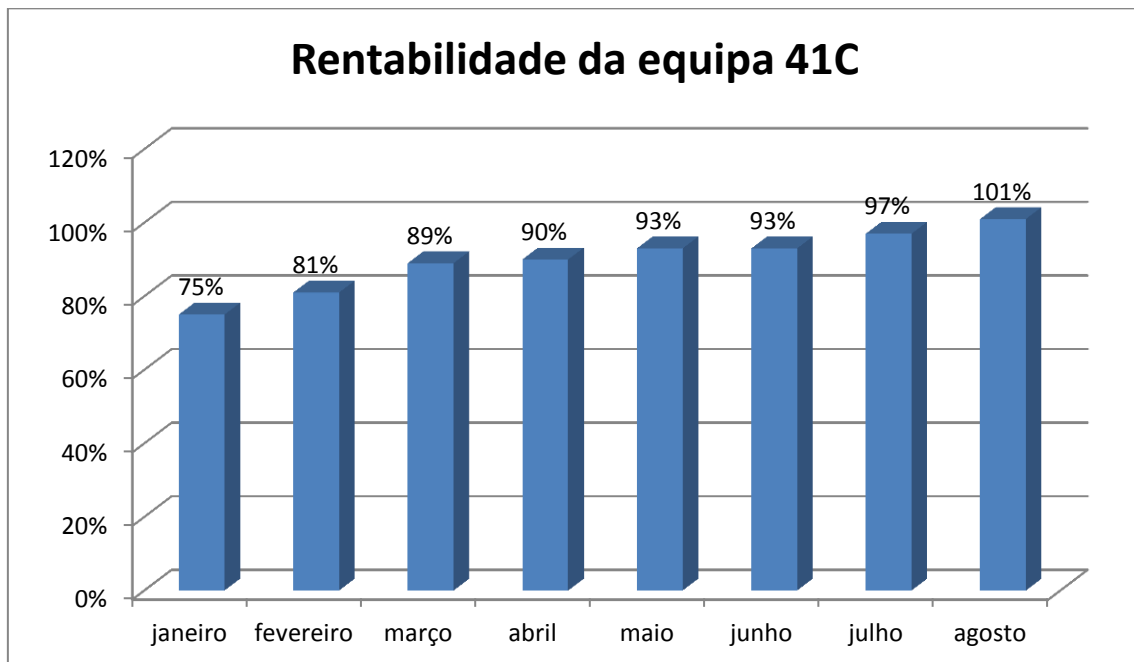


Figura 50 – Evolução das rentabilidades da equipa 41C nos primeiros oito meses de 2013

Com a implementação das propostas enunciadas e explicitadas no capítulo anterior foi possível obter uma evolução extremamente positiva nas rentabilidades da equipa. No início deste estudo, no final de 2012, a rentabilidade da equipa 41C cifrava-se nos 74,5%. Após a implementação da

melhoria no *layout* e da máquina de enchimento foi possível atingir uma pequena melhoria de 0,5% no final de janeiro de 2013.

Neste mesmo mês de janeiro foram efetuadas análises por parte da técnica de costura aos desempenhos de todas as costureiras sendo corrigidos pequenos desvios na costureira do PT 26, esta melhoria conduziu ao valor de 81% alcançado em termos médios no final do mês de fevereiro.

Entretanto após as melhorias em termos de *layout* e máquinas e no desempenho técnico da costureira 12318 do PT 26 foram lançadas todas as bases para rebalancear as operações entre as costureiras da célula 41C. Assim com a distribuição das operações efetuada durante o mês de janeiro e fevereiro e consumada em fins de fevereiro os resultados de março apresentaram o valor de 89% de rentabilidade.

Com esta distribuição equilibrada entre os postos da equipa e com todas as melhorias entretanto aplicadas na área da formação, motivação e ergonomia a equipa foi evoluindo consecutivamente até atingir os 100% durante o mês de agosto, apesar de se tratar do mês de férias em que apenas trabalharam duas semanas e que normalmente corresponde a uma quebra nas rentabilidades das equipas.

Relativamente ao outro fator de desempenho (os defeitos) em termos mensais, no presente ano de 2013 os valores de FRC's e de PPM's foram os que são apresentados no gráfico da Figura 51.

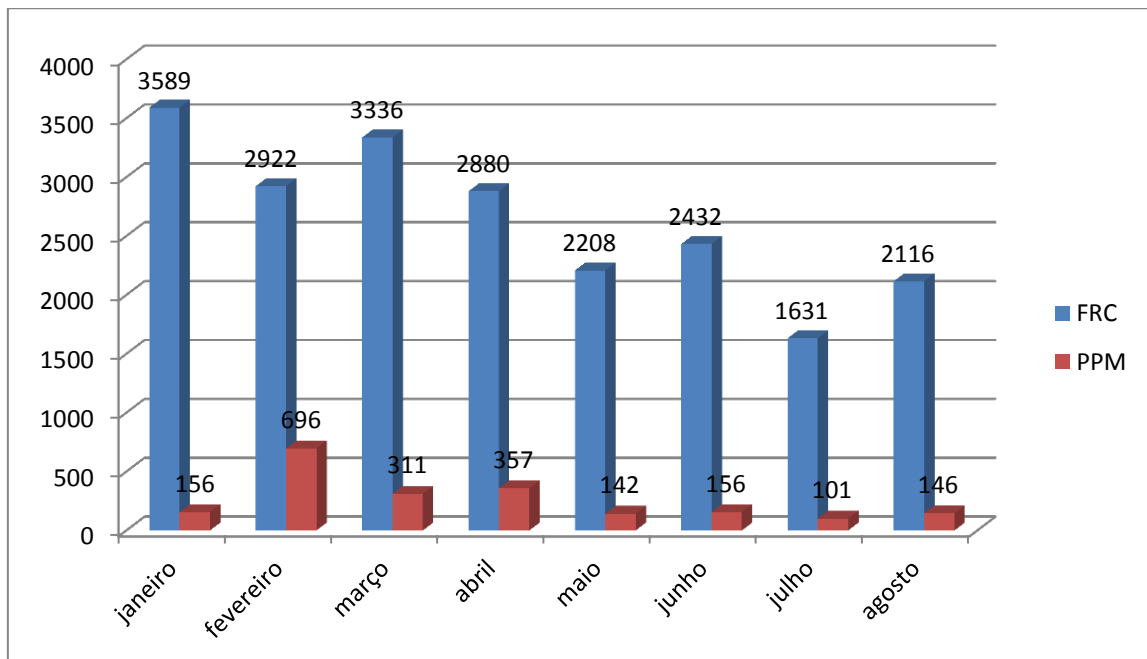


Figura 51 – Gráfico de evolução dos defeitos da unidade produtiva de Mogege

Em termos de defeitos relativamente aos PPM's, aqueles que são mais graves pois são os que chegam ao cliente, dos 2065 detetados no cliente nos primeiros 8 meses de 2013 apenas 7 correspondem a peças produzidas na equipa 41C.

Quanto aos FRC's também se obtiveram valores baixos comparando com a globalidade da unidade produtiva de Mogege (Figura 52).

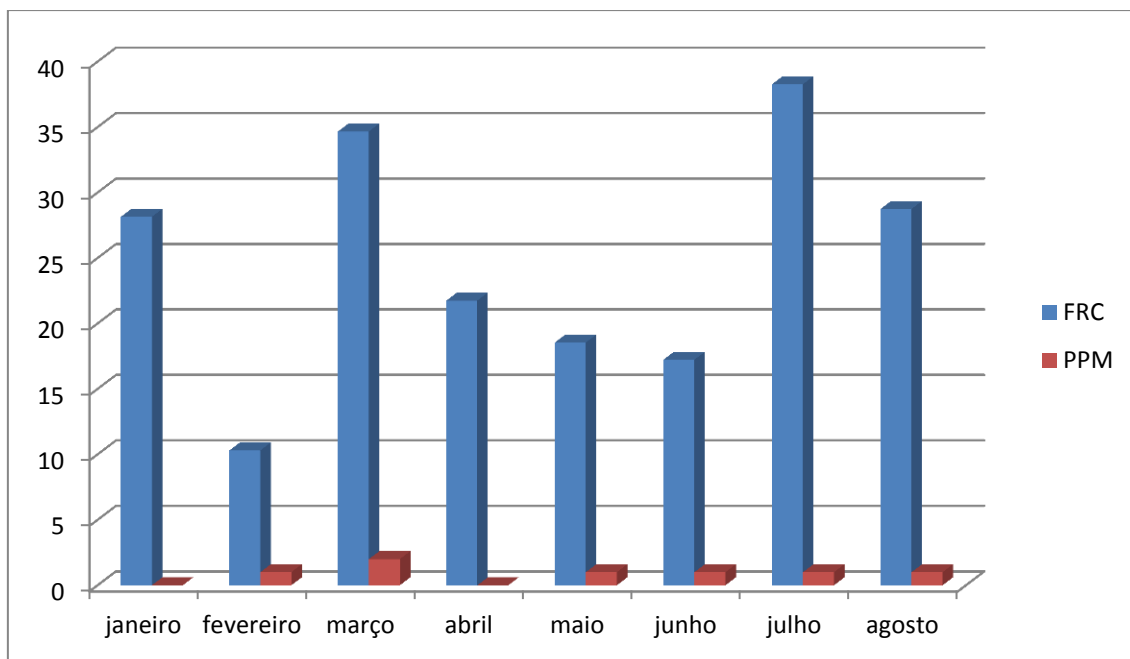


Figura 52 – Gráfico de evolução dos defeitos da equipa 41C

7. CONCLUSÃO

Este capítulo apresenta as principais conclusões retiradas deste projeto. Adicionalmente são apresentadas algumas questões para trabalho futuro.

7.1. Conclusões

O projeto desenrolou-se de acordo com que estava inicialmente planeado com o objetivo de melhorar a rentabilidade de uma equipa de uma célula através da otimização da metodologia de trabalho. Face aos resultados obtidos, pode-se considerar que o objetivo foi alcançado.

No início do projeto fez-se a escolha pela melhoria de rentabilidade da célula 41C que tinha imenso potencial de melhoria tal como veio a ser comprovado. Durante a análise crítica realizada vários problemas foram identificados que provocavam perdas e desperdícios da célula, tais como: problemas relacionados com a falta de capacidade de liderança da líder da célula, o balanceamento e *layout* inadequado, as condições ergonómicas pouco satisfatórias, elevada taxa de defeitos, entre outros problemas.

As propostas de melhorias foram estudadas, desenvolvidas e implementadas com o envolvimento de todos os intervenientes da empresa, pertencentes a diversos departamentos, nomeadamente produção, equipa técnica, manutenção, informática, recursos humanos e serviços clínicos/higiene e segurança no trabalho.

Com as propostas implementadas foi possível obter na célula 41C a produção de mais 38 peças, o que por si só corresponde a um aumento de receitas de 1265,02€/mês, ao fim de um ano corresponde a 15180,24€. Quanto a despesas diretamente ligadas à implementação de proposta deste projeto consideram-se apenas 7496€ ao qual se somam 400€ por mês para as 8 formadoras.

Outros ganhos para a empresa com este projeto prendem-se com o envolvimento de todos na melhoria contínua dos processos (caixa de sugestões), bem como a motivação e compromisso de todos na obtenção dos objetivos, melhoria na comunicação e gestão de conflitos (formação em liderança), melhoria nos desempenhos técnicos das costureiras bem como redução do tempo de formação (formação técnica/formadoras), melhores condições ergonómicas na prevenção de lesões músculo-esqueléticas, diminuição do número de horas e flexibilizações devido a uma incorreta análise do plano de produção semanal (tabela dinâmica) e por fim maior monitorização por parte de todas as chefias, desde a base até ao topo, das produtividades de cada equipa permitindo uma atuação mais rápida e eficaz em caso de desvios.

Com as melhorias propostas foi possível obter ganhos significativos não só na equipa 41C com as propostas concretas para esta célula mas também na secção de costura em geral, tanto a nível

monetário como de condições de trabalho, como também na fomentação da formação, da motivação e da participação dos colaboradores na melhoria dos processos.

Este projeto proporcionou uma grande experiência ao autor, através da interação com os diversos colaboradores da empresa independente do seu posto ou cargo.

Por fim, o trabalho desenvolvido contribuiu para colocar a equipa 41C entre as melhores da empresa, mostrando que existem muitas perdas em cada uma das equipas e que devem ser estudadas enquadrando as ações a efetuar na filosofia *lean*.

7.2. Trabalho futuro

O projeto desenvolvido significa a continuação da metodologia *kaizen* dentro da empresa, em concreto da célula de costura 41C. O *kaizen* é uma procura contínua pela melhoria, por isso é essencial um incessante acompanhamento dos diversos processos e das necessidades dos seus colaboradores. O seguimento e a monitorização das melhorias efetuadas devem ser realizados, de modo a garantir o real sucesso destas e concretizar ajustes em caso de desvios.

De todas as propostas apresentadas existem apenas duas que ainda não foram aplicadas uma já aprovada e em fase de desenvolvimento e outra ainda por aprovar: implementação de um controlo em tempo real da produtividade e melhoria da caixa de sugestões atual, respetivamente. Relativamente ao controlo da produtividade, tal como referido no corpo do texto, está neste momento entregue à informática o desenvolvimento desta proposta sendo por isso necessário um acompanhamento deste processo garantindo que são cumpridos os objetivos traçados e nos prazos estabelecidos. Quanto à melhoria na caixa de sugestões atualmente existente na empresa a proposta foi entregue à gestão de topo estando neste momento em fase de análise.

No desenrolar deste projeto surgiram potenciais soluções para os problemas encontrados que chegaram a ser equacionadas mas que não chegaram a ser estudadas e aplicadas, contudo em fase posterior e como trabalho futuro seguem-se alguns exemplos de possíveis soluções para determinados problemas:

- Aplicação do *one-piece-flow* de modo a diminuir o WIP;
- Implementação de modos operatórios que permitissem às “células” de costura funcionar como verdadeiras células;
- Análise das vantagens do agrupamento das máquinas da secção de corte de couro em células (atualmente em oficina).

Relativamente à implantação do corte de couro, que está organizado em oficina funcional uma vez que as “máquinas que são tecnicamente semelhantes ou desempenham a mesma função” se encontram agrupadas deverá ser estudada a possibilidade de introduzir células de produção. Pelo facto das oficinas estarem em desuso, devido aos fluxos complexos e ao elevado WIP, é

possível que fosse mais vantajoso para a empresa a criação de células dedicadas a famílias de produtos, situação que mereceria uma análise detalhada mas que não será possível no curto prazo ficando deste modo assinalado como trabalho futuro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez, R., Calvo, R., Peña, M., & Domingo, R. (2009). Redesigning an Assembly Line Through Lean Manufacturing Tools. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 949-958.
- Alves, A. (1999). *Metodologia para a Concepção de Sistemas de Produção Orientados ao Produto*. Guimarães.
- Alves, A. (2007). *Projecto Dinâmico de Sistemas de Produção Orientados ao Produto*. Guimarães: Universidade do Minho.
- Alves, A., & Silva, S. C. (2009). A review of design methodologies for manufacturing systems. *CITEPE*.
- Alves, A., Carvalho, D., Sousa, R., Moreira, F., & Lima, R. (2011). Benefits of Lean Management: results from some industrial Cases in Portugal. *6º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia: A Engenharia no combate à pobreza, pelo desenvolvimento e competitividade*. Maputo.
- Arvindeh, B., & Irani, S. (1994). Cell formation: the need for an integrated solution of the problems. *International Journal of Production Research*, 32.
- Barbosa, S. (2011). *Aplicação de Técnicas e Princípios de Produção Lean e Celular numa Empresa de Vestuário*. Guimarães: Universidade do Minho.
- Bhaskar, K., & Srinivasan, G. (1997). Static and dynamic operator allocation problems in cellular manufacturing systems. *International Journal of Production Research*, 35, 3467-3481.
- Bhat, S. (2008). Cellular Manufacturing - the Heart of Lean Manufacturing. *APEM Journal*, 171-180.
- Black, J., & Chen, J. C. (1995). The role of decouplers in JIT pull apparel cells. *International Journal of Clothing Science and Technology*, 17-35.
- Burbidge, J. (1971). Production Flow Analysis. *Production Engineer*, 139-152.
- Cardoso, A., Arezes, P., Alves, A., & Silva, S. C. (2008). Reconfiguração de Sistemas de Produção Orientados ao Produto: estudo de um caso industrial. *Proceedings do 5º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia (CLME2008)*. Maputo, Moçambique.
- Carvalho, R., Alves, A., & Lopes, I. (2011). Principles and practices of Lean Production applied in a metal structures production system. *The World Congress on Engineering 2011*. London, U.K.

- Carvalho, R., Alves, A., & Lopes, I. (2011). Principles and Practices of Lean Production applied in a Metal Structures Production System. *World Congress on Engineering*. Londres.
- Cesaní, V. I., & Steudelb, H. J. (2005). A study of labor assignment flexibility in cellular manufacturing systems. *Computers & Industrial Engineering*, 571–591.
- Coindu. (2012). *Coindu*. Obtido em 16 de Janeiro de 2012, de <http://www.coindu.pt/>
- Costa, G. d. (2004). *Análise Ergonómica de Postos de Trabalho*. Guimarães: Universidade do Minho.
- Costa, I. C. (4 de Novembro de 2008). *Coindu abre terceira fábrica em Portugal e corta na Roménia*. Obtido em 5 de Janeiro de 2012, de *Jornal de Negócios*: http://www.jornaldenegocios.pt/home.php?template=SHOWNEWS_V2&id=338926
- Costa, L. G., & Arezes, P. (2003). *Introdução ao Estudo do Trabalho*. Guimarães: Universidade do Minho.
- Costa, L. G., & Barroso, M. P. (2008). *Introdução à Ergonomia e Abordagem Ergonómica de Sistemas*. Guimarães: Universidade do Minho.
- Courtois, A., Pillet, M., & Martin-Bonnefous, C. (2003). *Gestão da Produção*. Paris: 5ª edição.
- Duarte, C. (2007). *Sistema de Balanceamento e Gestão de Células de Fabrico de Capas para Estofos de Automóveis*. Guimarães.
- einforma. (2012). *Ficha de Empresa: COINDU Componentes para a Indústria Automóvel, S.A.* Obtido em 14 de Dezembro de 2011, de einforma: http://www.infoempresas.com.pt/Empresa_COINDU-COMPONENTES-INDUSTRIA-AUTOMOVEL.html
- ESFIOH, E. S. (2004). *Análise Ergonómica de Postos de Trabalho*. Helsínquia: Finlândia.
- Faria, A. M. (2009). *Melhorar o Desempenho de Equipas de Trabalho em Células de Montagem Final de Auto-Rádios*. Guimarães: Universidade do Minho.
- Feld, W. M. (2000). *Lean Manufacturing: Tools, Techniques, and How to Use Them; Boca Raton*. St. Lucie Press.
- Fernandes, N. (2007). *Contribuições para o controlo da actividade de produção no sector de produção por encomenda*. Guimarães: Universidade do Minho.
- Fernandes, S. (2011). *Análise Ergonómica de um Posto de Trabalho - Revistar Tecido em Empresa Têxtil*. CURSO TÉCNICO DE SEGURANÇA E HIGIENE DO TRABALHO – NÍVEL III: Didáxis - Cooperativa de ensino.

- Gomes, J., Oliveira, J., Elias, S., Barreto, A., & Aragão, R. (2008). Balanceamento de Linha de Montagem na Indústria Automotiva - Um Estudo de Caso. Rio de Janeiro: XXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.
- Hattum-Janssen, N. v., & Vasconcelos, R. (2007). Project led education in engineering courses: competencies to include. *International Conference on Engineering Education*.
- Hitomi, K. (1979). *Manufacturing Systems Engineering*. Taylor & Francis Ltd.
- Imai, M. (1991). *Kaizen: The key to Japan's competitive success*. New York: Random House.
- Imai, M. (1997). *Gemba Kaizen: A Commonsense, Low-Cost Approach to Management*. McGraw-Hill Professional.
- infopédia. (2012). *mercado*. Obtido em 18 de Janeiro de 2012, de infopédia: <http://www.infopedia.pt/pesquisa-global/mercado>
- Irani, S. (1999). *Handbook of Cellular Manufacturing Systems*. John Wiley & Sons.
- Jornal de Negócios. (28 de junho de 2010). *Mais de 85% das empresas em Portugal são micro*. Obtido em 6 de Agosto de 2012, de amrconsult: <http://www.amrconsult.com/?p=5945>
- Kosaka, G. (30 de agosto de 2006). *JIDOKA*. Obtido em 19 de junho de 2013, de Lean Institute Brasil: <http://www.lean.org.br/artigos/102/jidoka.aspx>
- Kovalek, R. (18 de agosto de 2011). *Estudo de Tempos*. Obtido em 6 de março de 2013, de Scribd: <http://pt.scribd.com/doc/62607307/Estudo-de-Tempos-1>
- Krichbaum, B. (2009). *Standardized Work: The Power of Consistency*. Process Coaching Inc.
- Lee, Q., & Snyder, B. (2007). *Value Stream & Process Mapping: Genesis of manufacturing strategy*. Enna.
- Levine, G. (1997). The fate of time study. *The Industrial Advisor*.
- Liker, J. (2004). *The Toyota Way*. McGraw-Hill.
- Liker, J. K., & Lamb, T. (2000). *Lean Manufacturing Principles Guide*.
- Lopes, R., Neto, C., & Pinto, J. P. (2010). QUICK CHANGEOVER- Aplicação prática do método SMED. *Kerâmica*, pp. 31-36.
- Lopes, S. (2012). *Aplicação de Standard Work e de outras ferramentas de Lean Production numa empresa de elevadores*. Guimarães: Universidade do Minho.
- Loureiro, I. (2012). *ETdA : Ergonomic Tridimensional Analysis for common areas with circulation of people*. Guimarães: Universidade do Minho.

- Loureiro, J. (2012). *Implementação de células de montagem numa empresa de componentes eletrónicos*. Guimarães: Universidade do Minho.
- Martins, H. (16 de Fevereiro de 2009). *Administrador da Coindu nega despedimento colectivo*. Obtido em 16 de Janeiro de 2012, de O Notícias da Trofa: http://www.onoticiasdatrofa.pt/nt/nt/index.php?option=com_content&view=article&id=3701&Itemid=200002
- Miltenburg, J. (2001). U-shaped production lines: A review of theory and practice. *International Journal of Production Economics*, 201-214.
- Miranda, A. (2010). *Implementação de células de montagem e de práticas Lean Manufacturing numa empresa de componentes eletrónicos*. Guimarães: Universidade do Minho.
- Monden, Y. (1998). *Toyota Production System*. Engineering & Management Press.
- Nomden, G. (2008). Virtual cellular manufacturing: Configuration routing flexibility. *International Journal of Production Economics*, 439-451.
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Productivity Press.
- Oliveira, A. R., & Alves, A. (2009). Operating Modes in Manufacturing Cells – an Action Research study. *International Conference on IML*.
- Oliveira, A., & Alves, A. (2009). Operating modes in manufacturing cells - an Action Research study. *International Conference on Intelligent Manufacturing & Logistics Systems and Symposium on Group Technology and cellular Manufacturing*.
- Özcan, U., & Toklu, B. (2008). A tabu search algorithm for two-sided assembly. *International Journal Advanced Manufacturing Technology*.
- Pattanaik, L., & Sharma, B. (2009). Implementing Lean Manufacturing with Cellular Layout: a case study. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 772-779.
- Pereira, J. (2011). *Reconfiguração do sistema de produção de uma empresa de camas atendendo a princípios Lean Thinking*. Guimarães: Universidade do Minho.
- Pereira, R. (2008). *Guide to Lean Manufacturing*. LSS Academy.
- Pinto, J. P. (2009). *Pensamento Lean*. Lisboa: LIDEL.
- Ribeiro, D., Braga, F., Sousa, R., & Silva, S. C. (2011). An application of the SMED methodology in an electric power controls company. *Institutul de Cercetara-Dezvoltare Pentru Mecatronica si Tehnica Masurarii (INCDTM)*.

- Rocha, D. (2008). *Estudo dos tempos improdutivos na costura*. Guimarães: Universidade do Minho.
- Rother, M., & Shook, J. (1999). *Learning to See – Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda*. Massachusetts: The Lean Enterprise Institute.
- Russell, R., & Taylor, B. (2003). *Operations Management*. Pearson Custom Publishing.
- Saurin, Marodin, & Ribeiro. (2011). A framework for accessing the use of Lean Production. *International Journal of Production Research*, 3211-3230.
- Saurin, T., Marodin, G., & Ribeiro, J. (2011). A Framework for Assessing the Use of Lean Production Practices in Manufacturing Cells. *International Journal of Production Research*, 3211-3230.
- Shingo, S. (1985). *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Productivity Press.
- Shingo, S. (2005). *Sistema Toyota de Produção*. Bookman.
- Silva, S. C. (2004). *Balanceamento de Sistemas de Produção*. Guimarães: Universidade do Minho.
- Silva, S. C. (2008). *Textos e Elementos de Apoio - Organização de Sistemas de Produção I*. Guimarães: Universidade do Minho.
- Silva, S. C., & Alves, A. (1 de Setembro de 2002). Design of Product Oriented Manufacturing Systems. *Knowledge and Technology Integration in Production and Services*, pp. 359-366.
- Sousa, R., & Moreira, F. (2010). *Sistemas Automáticos da Produção. Sebenta SAP*.
- Suri, R. (1998). *Quick Response Manufacturing: A Companywide Approach to Reducing Lead Times*. Productivity Press.
- Susman, G. I., & Evered, R. D. (1978). An Assessment of the Scientific Merits of Action Research. *Administrative Science Quarterly*, 582-603.
- Tereso, A. (2011). *Acetatos das aulas de Metodologias de Investigação*. Guimarães: Universidade do Minho.
- Towill, D. R. (2006). Handshakes Around the World. *IEE Manufacturing Engineer*.
- Vanessa, & Hiago. (2010). *O 5S na empresa*. Obtido em 17 de junho de 2013, de 5S uma dose de BOM SENSO em tudo o que a gente faz: <http://5sensos.blogspot.com/>
- Vilas Boas, C., & Machado, M. (2011). *Estudo de tempos e métodos - proposta de reformulação do simulador de tempos de costura na Coindu*. Vila Nova de Famalicão: Universidade Lusíada.

Wild, R. (1972). *Mass-production Management*. Bradford: John Wiley & Sons.

Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking*. New York, USA: Simon & Schuster.

Womack, J., Jones, D., & Roos, D. (1990). *The Machine That Changed The World*. Scribner.

ANEXOS

Anexo 1 – Modelo organizacional

Modelo organizacional

Tendo como base a aplicabilidade da norma ISO TS 16949, a Coindu elaborou inúmeros estudos sobre metodologias organizacionais por processos, com a finalidade de alcançar um modelo mais flexível e adequado às exigências, de modo a eliminar as barreiras criadas pelo modelo organizacional por departamentos. A organização por processos teve a sua data de aplicabilidade em meados de 2004, encontrando-se em vigor até aos dias de hoje (Figura 53). Importa referir que se encontram atualmente em estudo pequenas alterações a este modelo.

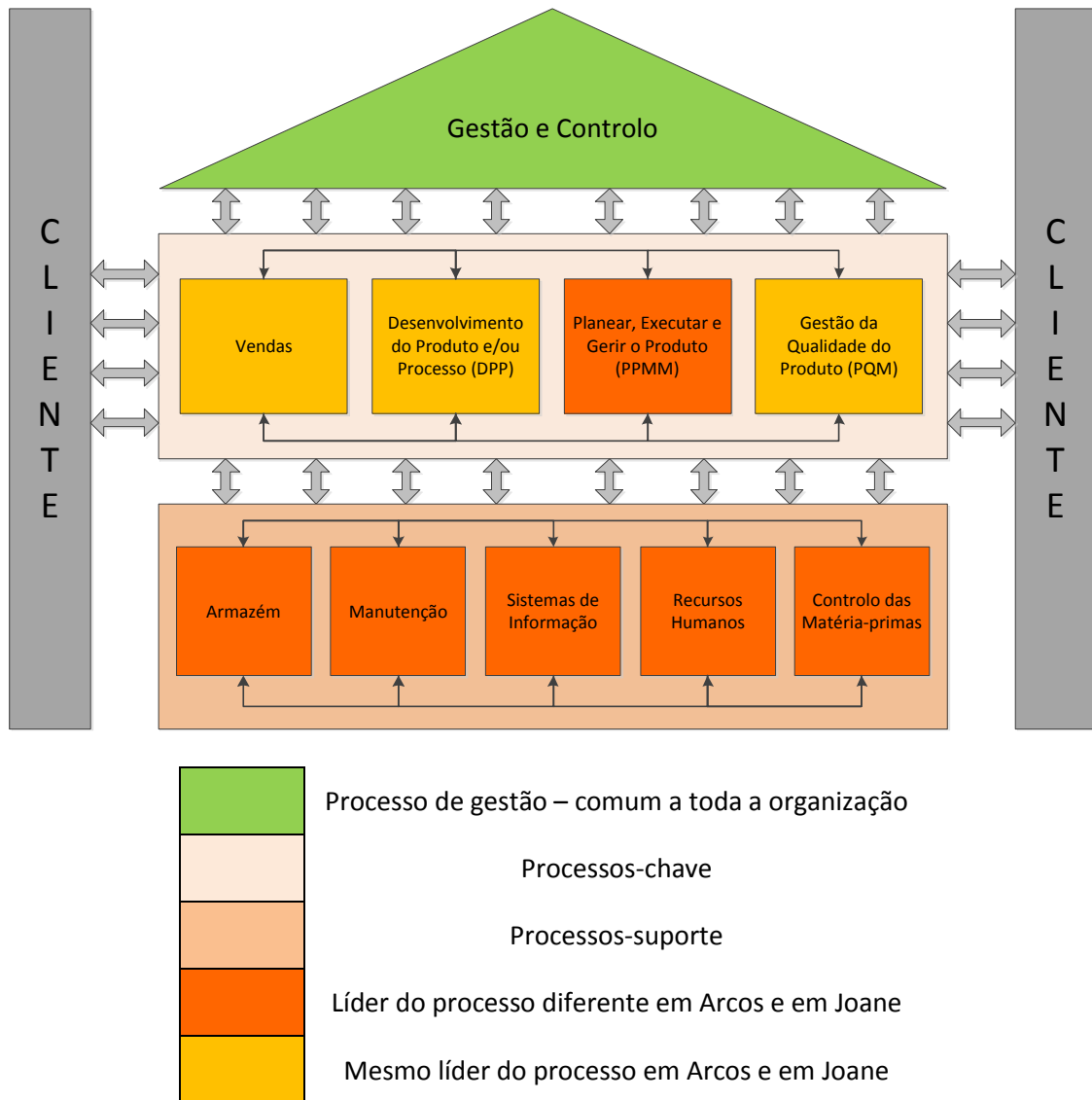


Figura 53 – Casa dos processos da Coindu e legenda

Pode então verificar-se que alguns dos processos estão centralizados na sede da empresa em Joane como as vendas, o DPP, os sistemas de informação e os recursos humanos e todas as modificações relacionadas com estes processos são comunicadas depois às outras instalações.

A relação direta com os clientes é da responsabilidade dos processos classificados como chave, como são as equipas de produto (PPMM) que são constituídas por elementos que não fazem

parte de áreas internas especializadas e, são responsáveis, por executar as atividades relevantes como compras, vendas e gestão da produção. O objetivo destas equipas é conseguir um maior grau de satisfação dos clientes que representam (por exemplo, a equipa PPMM8 é responsável pelo modelo “Audi B8” que corresponde ao automóveis Audi A4 e A5).

Anexo 2 – Meios de produção

Meios de produção

Dentro dos meios de produção diretos, os principais equipamentos da Coindu são:

Tabela 23 – Principais equipamentos

Qualidade do couro	
1	Máquina de teste à cor
1	Máquina de teste à resistência

Corte de couro	
1	Máquina de Corte Automático CAD/CAM: Human Tech
3	Prensas de corte de couro
3	Máquinas de laminação/termocolagem
5	Máquinas de faceamento
1	Máquina de igualizar
1	Máquina de revista de peles

Corte de Lectras	
5	Máquinas de Corte Automático CAD/CAM: Lectras Vector MP9

Preparação	
1	Máquina de ultrassom
1	Máquina Embossing

Produção	
275	Máquinas 1 agulha
16	Máquinas 2 agulhas 8mm
10	Máquinas 1 agulha airbag
1	Máquina 2 agulhas airbag
3	Máquinas de corte de lâminas
4	Máquinas 2 agulhas 3mm
1	Máquina 2 agulhas cluna

Anexo 3 – Recursos humanos

Recursos humanos

Neste anexo encontram-se detalhados os números que caracterizam os colaboradores da Coindu.

Tabela 24 – Distribuição dos colaboradores pelas unidades

Unidade	Nº de colaboradores
Joane	55
Mogege	821
Arcos de Valdevez	451
Curtici	702
Total	2029

Focando agora a análise nos 876 colaboradores das unidades de Joane e Mogege, podem-se analisar sob os seguintes parâmetros: setor de trabalho, sexo, faixa etária e escolaridade.

Relativamente à distribuição pelos setores de trabalho separam-se em:

Tabela 25 – Distribuição dos colaboradores pelos setores de atividade

Setor de atividade	Nº de colaboradores
Gestão de topo	3
Administração	59
Produção	814

Quanto ao sexo, onde é evidente uma supremacia do feminino, que em muito se deve às colaboradoras da secção de costura, distribui-se por:

Tabela 26 – Distribuição dos colaboradores por sexo

Sexo	Nº de colaboradores
Masculino	204
Feminino	672

O escalão etário dos colaboradores da Coindu estrutura-se em:

Tabela 27 – Distribuição dos colaboradores por faixa etária

Faixa etária	Nº de colaboradores
Dos 18 aos 19	11
Dos 20 aos 29	246
Dos 30 aos 39	305
Dos 40 aos 49	245
Mais de 50	69

Por fim considerou-se a escolaridade de todos e chegou-se aos seguintes resultados:

Tabela 28 – Distribuição dos colaboradores por escolaridade

Escolaridade	Nº de colaboradores
4º Ano	119
6º Ano	297
9º Ano	260
12º Ano	162
Bacharelato	3
Licenciatura	34
Mestrado	1

Anexo 4 – Fluxo de informação

Fluxo de informação

Neste anexo encontra-se representado o fluxo de informações do ciclo de uma encomenda que se inicia no cliente, com o pedido de encomenda, e termina novamente no cliente com a sua entrega.

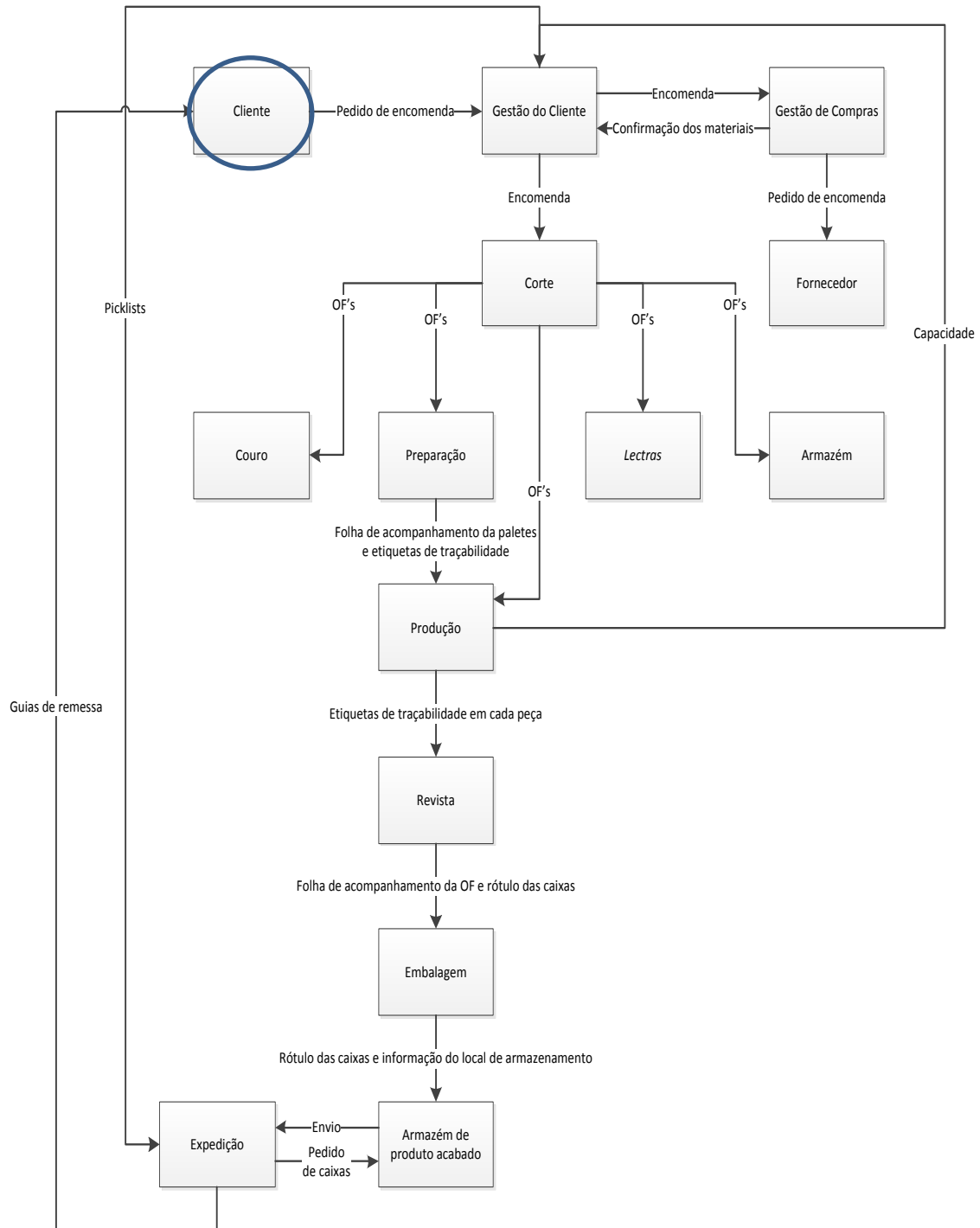


Figura 54 – Ciclo de encomenda

É perceptível que o ciclo de uma encomenda se inicia com o pedido do cliente que é recebido pela gestão do cliente. Este gestor recebe as previsões do cliente para o seu consumo de três semanas à frente (por exemplo, na semana um recebe as previsões para a semana quatro), sendo que, integrando as previsões mais recentes, calcula a encomenda passando essas previsões a ser consideradas como encomendas fixas.

Nesse mesmo dia o gestor do cliente disponibiliza a encomenda para o gestor de compras analisar as matérias-primas disponíveis, se são suficientes ou se é necessário encomendar aos fornecedores. Após este processo de verificação das matérias-primas a encomenda é enviada para o corte, tendo em atenção a capacidade produtiva de cada linha antecipadamente disponibilizada pelo gestor da produção.

De acordo com as necessidades dos clientes, são abertas no corte as ordens de fabrico (OF's) que permitam responder a essas encomendas. Esta abertura de OF's permite enviar para as restantes secções as ordens de fabrico que indicam o que vai ser produzido em seguida, e autorizar o início do corte das peças necessárias para produzir as capas pretendidas.

Na preparação, de acordo com a informação das OF's abertas, são organizadas as paletes com as peças correspondentes e impressas as folhas de acompanhamento das paletes. A folha de acompanhamento das paletes, e que corresponde a uma OF, que contém informações do número da OF, da sua quantidade de materiais, do seu estado de processamento, os códigos de barras para constante leitura e que permitem a sua monitorização, entre outras informações. No final desta secção são também impressas as etiquetas de traçabilidade que serão cosidas em cada peça.

Entrando na produção são então cosidas essas etiquetas que permitiram verificar e confirmar no SIAP os diversos processamentos. Estas peças são revistas nos postos correspondentes e se estiverem conformes são registados no sistema, se forem confirmadas todas as peças da OF é impressa uma folha de conformidade que seguirá com as peças para o armazém. Quando os armários com as capas entram na embalagem é feita uma verificação dos códigos dessas folhas e das quantidades de peças realmente presentes.

No final do processo de embalagem tem de ser impresso o rótulo para a caixa, o que só acontece se todas as peças tiverem sido validadas. Em seguida as caixas de produto embalado com o respetivo rótulo têm de ser armazenadas no local correto e a sua localização é fornecida pelo SIAP e segue nas caixas escrita à mão.

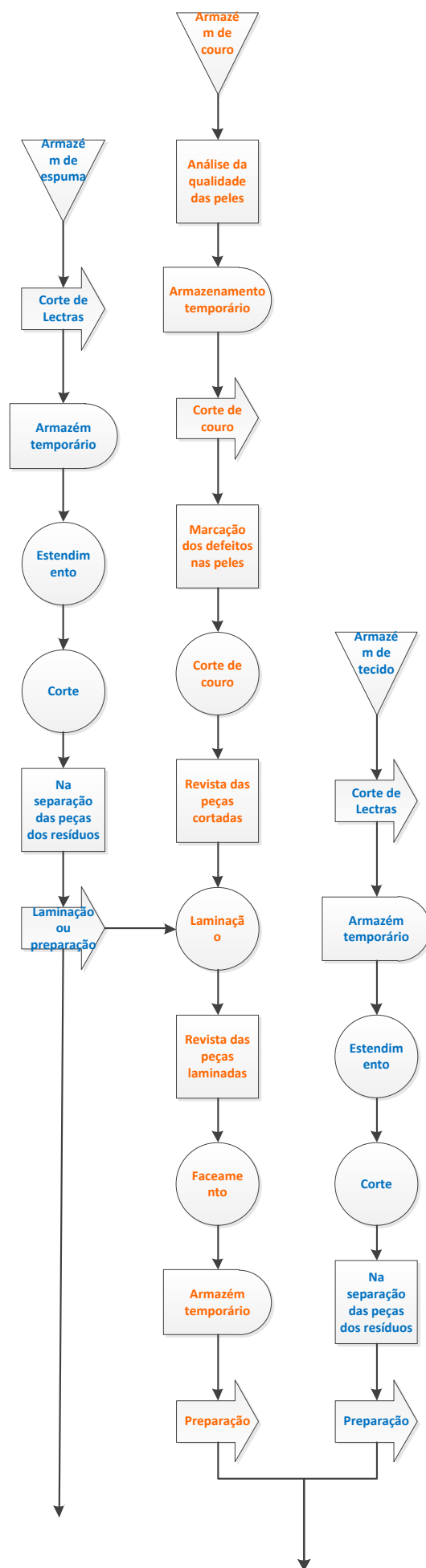
Quando se aproximam as datas de expedição dos produtos são emitidas as *picklists*, por parte da gestão do cliente, que indicam os artigos que terão de ser carregados em determinado camião,

em determinado dia. Este processo fornece uma lista dos artigos que têm de ser deslocados do armazém de produtos acabados para a zona de expedição (espaço junto ao cais de carga).

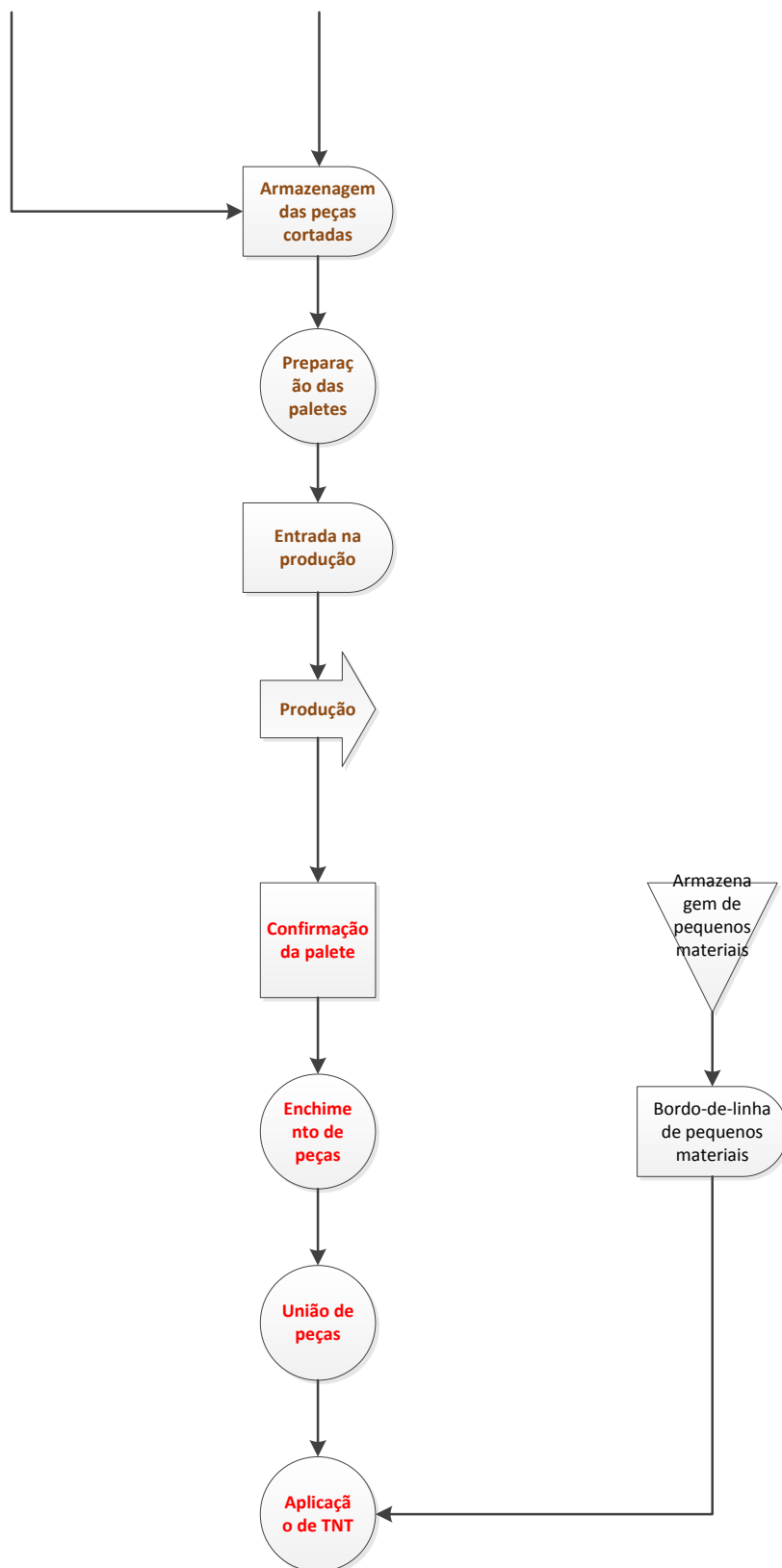
Após estes processos, e para finalizar o fluxo de informações de uma encomenda, são enviadas para o cliente as guias de remessa que lhe permitem conferir as quantidades de cada produto presentes no camião e se condizem com aquilo que foi encomendado.

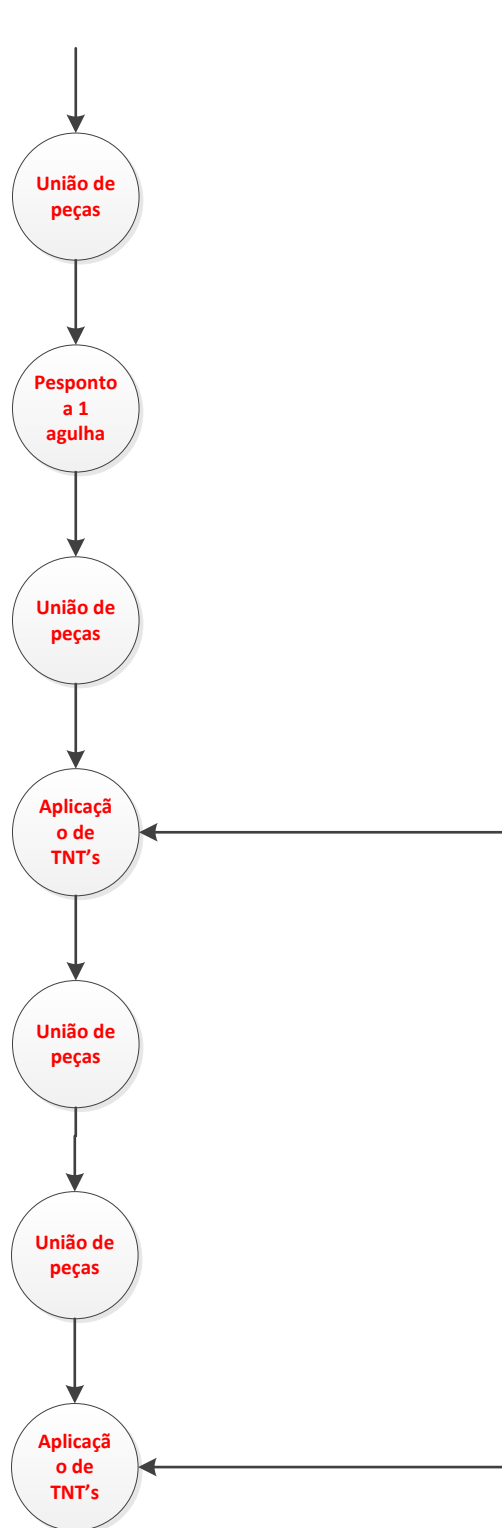
Anexo 5 – Fluxo de materiais do AF Twinleder Basis (Audi A4)

Gestão, balanceamento e formação de equipas de operadores em células de costura para um componente da indústria automóvel

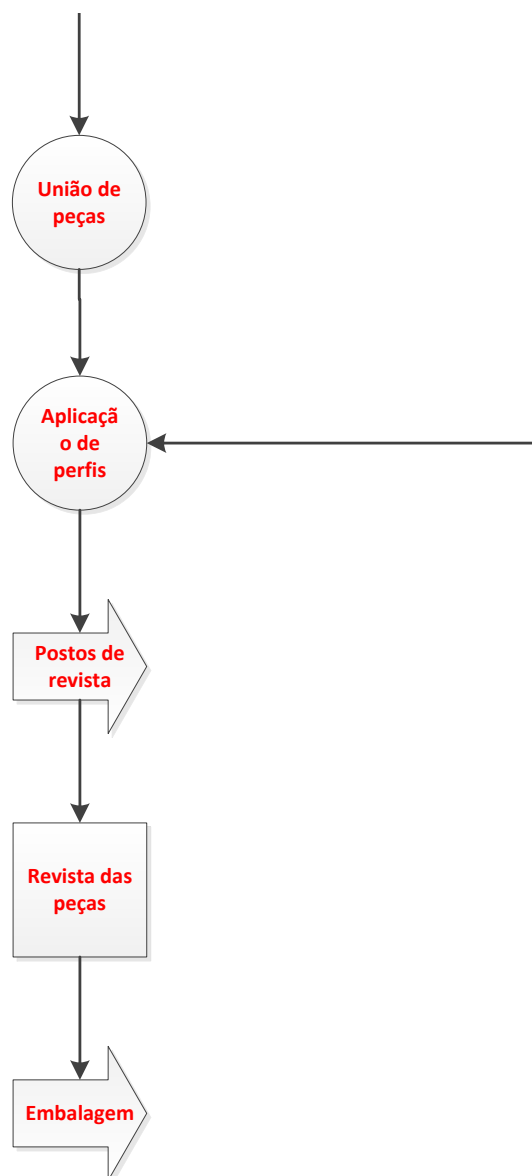


Gestão, balanceamento e formação de equipas de operadores em células de costura para um componente da indústria automóvel





Gestão, balanceamento e formação de equipas de operadores em células de costura para um componente da indústria automóvel



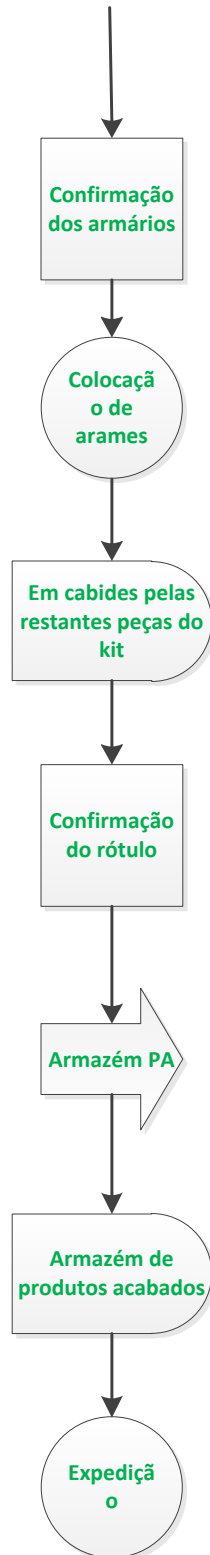


Figura 55 – Diagrama de análise de processos (materiais)

De notar que as cores das letras no diagrama acima correspondem às mesmas que ilustram e legendam o *layout* que aparece na Figura 56.

Anexo 6 – Layout da unidade produtiva de Mogege

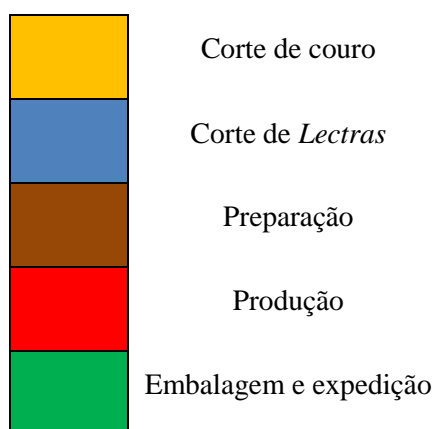
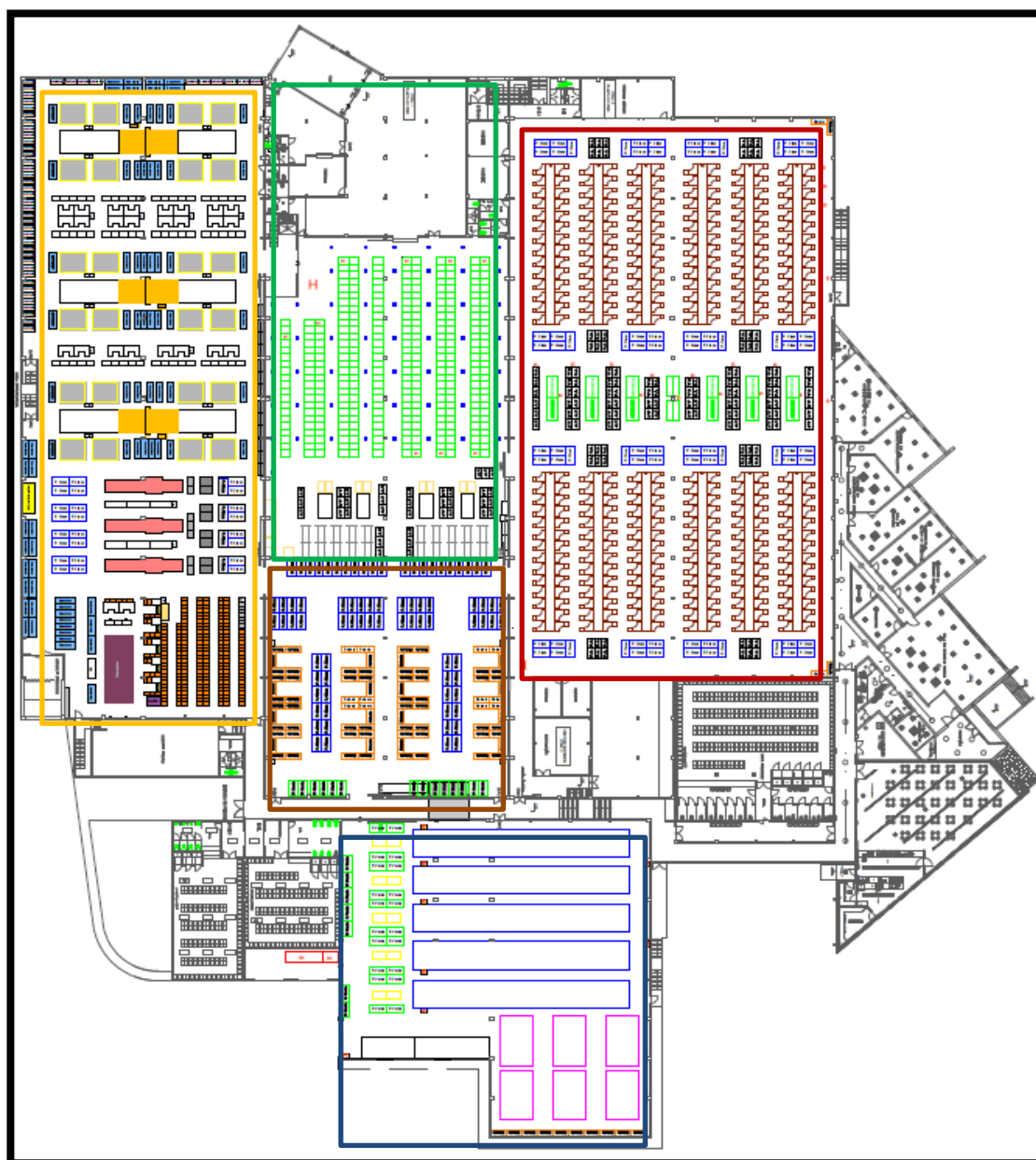



Figura 56 – *Layout* da unidade fabril de Mogege com legenda

Anexo 7 – Exemplo de um plano de produção semanal

Exemplo de um plano de produção semanal

Neste anexo pode visualizar-se um excerto de um plano de produção semanal da equipa 44M2E41C (a equipa em estudo neste projeto) da semana 8 de 2013 (Tabela 29).

Tabela 29 – Excerto do plano de produção da semana 08 da equipa 41C

		PLANO PRODUÇÃO AUDI B8 - SEMANA 08						
	REF. COINDU	18-Fev	19-Fev	20-Fev	21-Fev	22-Fev	Equipa	OF
AFDB (CHINA) - TWINLEDER BASIS: SOUL - ÄA 797	307.07H5.B13E	135					44M2E41C	724098
AFDB (CHINA) - TWINLEDER BASIS: SOUL - ÄA 798	307.07H5.B13E		60				44M2E41C	724099
AFE - TWINLEDER BASIS: SOUL - GBR	307.07H5.C03E		60				44M2E41C	724100
AFDB (CHINA) - TWINLEDER BASIS: SOUL - ÄA 799	307.07H5.B13E			60			44M2E41C	724101
AFE - TWINLEDER BASIS: SOUL - GBR	307.07H5.C03E			69			44M2E41C	724102
AFD - TWINLEDER BASIS: SOUL - GBR	307.07H5.B03E				30		44M2E41C	724103
AFDB China - TWINLEDER BASIS: TITANGRAU	307.07H5.B18E				30		44M2E41C	724104
AFE - TWINLEDER BASIS: TITANGRAU	307.07H5.C08E				30		44M2E41C	724105
AFDB (CHINA) - TWINLEDER BASIS: SOUL - ÄA 800	307.07H5.B13E				33		44M2E41C	724106
AFDB China - TWIN.LEDER BASIS: SAMTBEIGE - ÄA 797	307.07H5.B11E					30	44M2E41C	724107
AFE - TWIN.LEDER BASIS: SAMTBEIGE	307.07H5.C01E					30	44M2E41C	724108
AFDB "China" - TWIN.LEDER BASIS: KASTANIENBRAUN	307.07H5.B17D					30	44M2E41C	724109
AFE - TWIN.LEDER BASIS: KASTANIENBRAUN	307.07H5.C07D					30	44M2E41C	724110

Gestão, balanceamento e formação de equipas de operadores em células de costura para um componente da indústria automóvel

Anexo 8 – Matriz de competências das costureiras da equipa 41C

Gestão, balanceamento e formação de equipas de operadores em células de costura para um componente da indústria automóvel

Matriz de competências das costureiras da equipa 41C

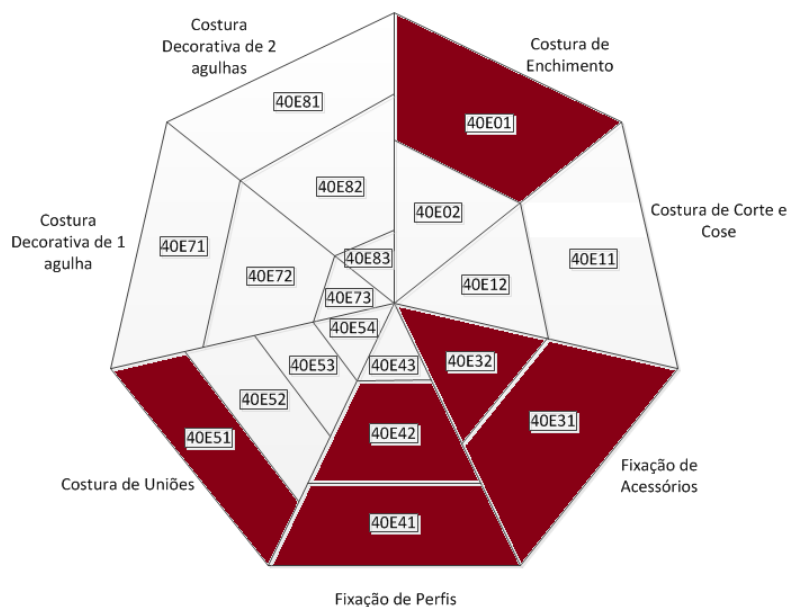


Figura 57 – Esquema das competências da colaboradora 12324

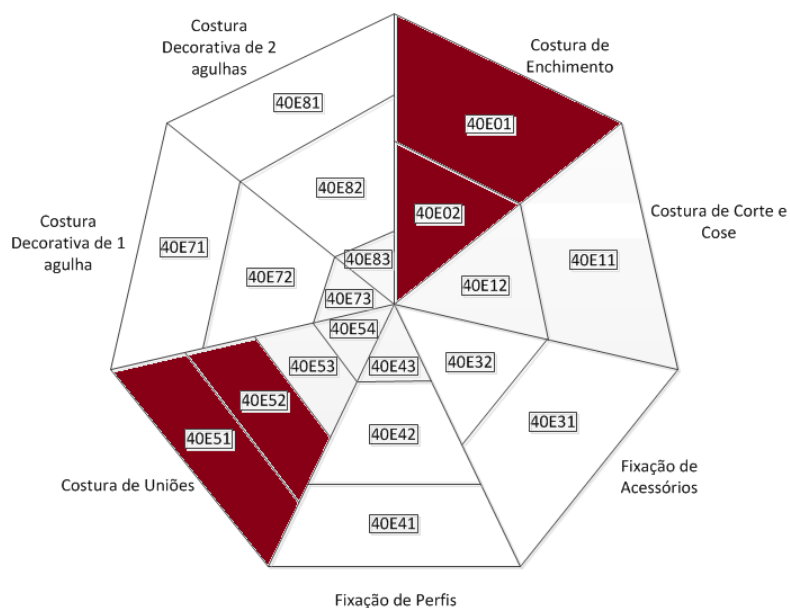


Figura 58 – Esquema das competências da colaboradora 12321

Gestão, balanceamento e formação de equipas de operadores em células de costura para um componente da indústria automóvel

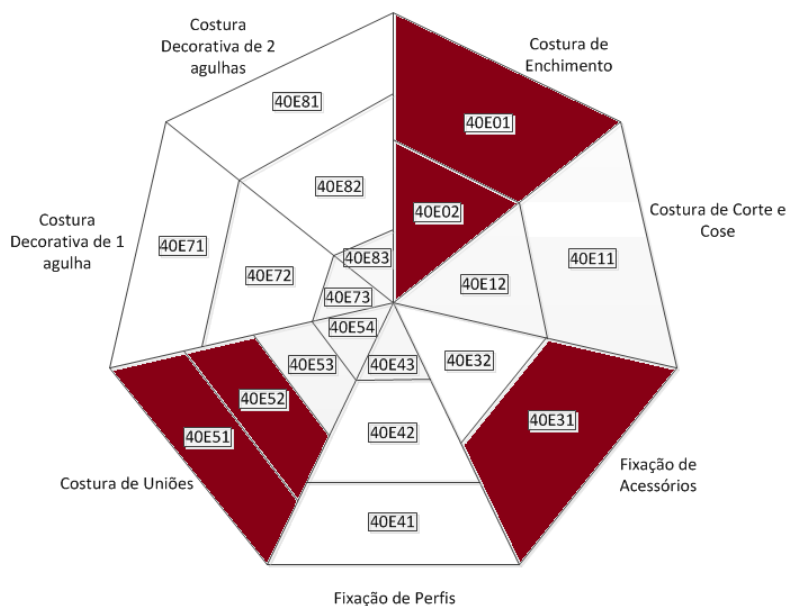


Figura 59 – Esquema das competências da colaboradora 12318

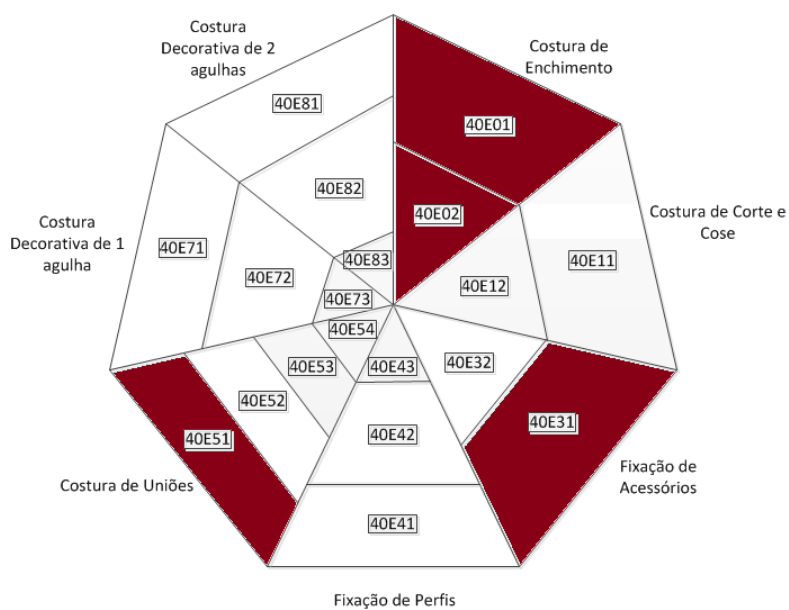


Figura 60 – Esquema das competências da colaboradora 12432

Gestão, balanceamento e formação de equipas de operadores em células de costura para um componente da indústria automóvel

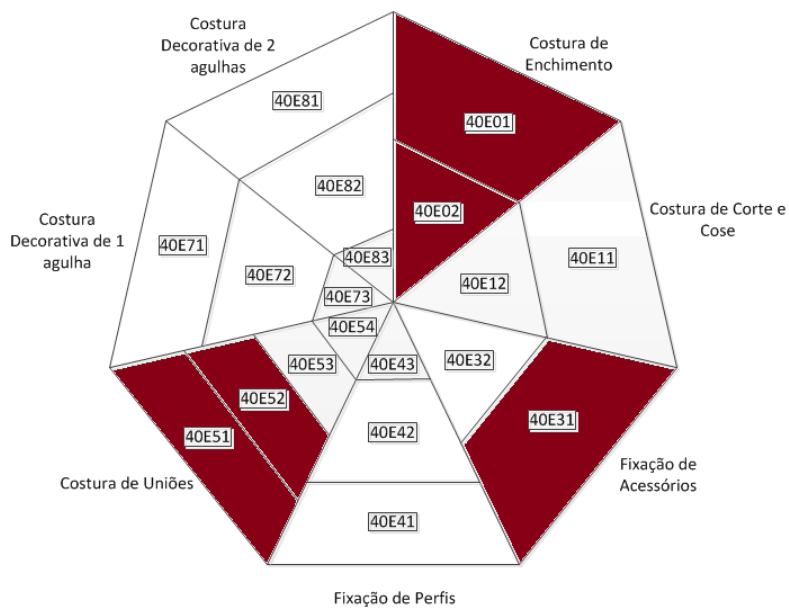


Figura 61 – Esquema das competências da colaboradora 12323

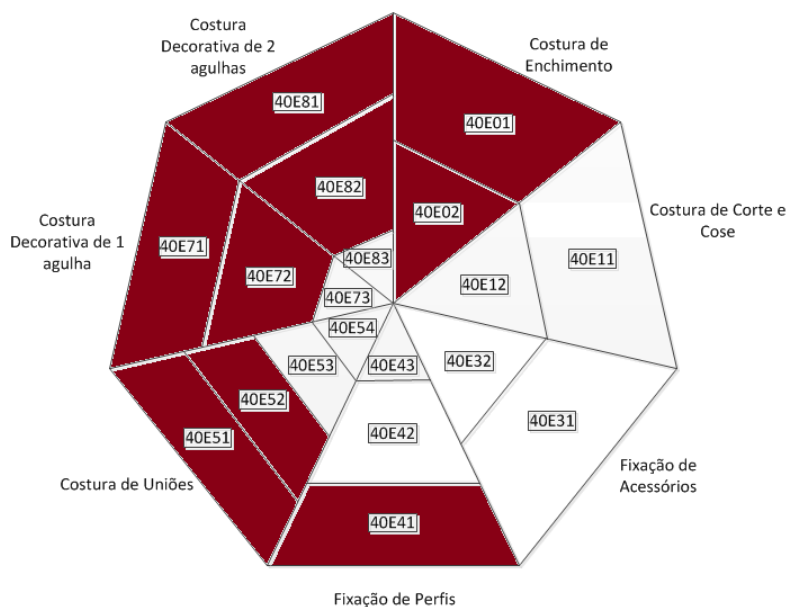


Figura 62 – Esquema das competências da colaboradora 12326

Anexo 9 – Estudo de tempos

Estudo de tempos

O estudo de tempos desenvolvido neste projeto utilizou como metodologia a cronometragem do trabalho, que é a técnica mais utilizada sendo a mais apropriada para tarefas manuais ou semiautomáticas em que os ciclos operatórios são curtos e repetitivos. Esta metodologia implica uma observação direta, intensiva e contínua das tarefas.

Na cronometragem o trabalho é observado diretamente e o tempo é medido através de um cronómetro, sendo utilizado para determinar o tempo necessário a um trabalhador qualificado e treinado para realizar uma determinada tarefa a um ritmo normal (Vilas Boas & Machado, 2011).

Para a obtenção de resultados mais condizentes com tempo real de uma determinada operação é necessária a decomposição da operação em elementos, onde “elemento” é uma parte bem distinta de uma determinada tarefa que compreende um ou vários movimentos fundamentais do operador (Costa & Arezes, 2003).

Em seguida foram medidos cada um dos elementos considerados e registados em “folhas de observações”, folhas essas que devem ser normalizadas, intuitivas e organizadas onde é fácil o registo e a consulta dos dados. Existe uma enorme variedade de modelos devido à sua subjetividade contudo dados como a descrição das operações/elementos e os correspondentes espaços livres para a anotação das diversas observações são o mínimo essencial para o registo de um estudo de tempos por cronometragem.

Num estudo de tempos por cronometragens, por mais que sejam mantidas certas condições como o ritmo de trabalho do executante, existem sempre diferenças nos diversos tempos lidos que são provocadas por (Costa & Arezes, 2003):

- Movimentação e ritmo do executante;
- Posição e outras condições da peça;
- Posição das ferramentas e de outros utensílios;
- Erros de cronometragem.

Devido a estas variações e sabendo que a precisão de um estudo de tempos aumenta com o ampliar no número de medições efetuadas é necessário obter-se um número mínimo de medições necessárias para garantir um resultado representativo do tempo real do elemento/operação em estudo.

Este número de medições obtém-se através de uma estimativa do tempo médio de cada elemento de acordo com o nível de confiança e precisão desejados de forma a garantir que esse tempo obtido se aproxime do valor real do elemento/operação.

Para se efetuar esta estimativa deve ser tido em consideração:

- A variabilidade das observações – desvio-padrão;
- O número de observações efetuadas (N).

Relativamente ao desvio-padrão este obtém-se através da seguinte fórmula (1.1):

$$\sigma = \frac{s}{\sqrt{N'}}$$

Onde σ é o desvio-padrão dos tempos elementares; s é o desvio-padrão da distribuição das médias; e N' é o número de observações necessárias para satisfazer o nível de confiança considerado.

Admitindo que a variação dos tempos observados e lidos deve-se ao acaso, pode-se aproximar a distribuição à normal. Deste modo para um nível de confiança de 95% e uma precisão (ε) de $\pm 5\%$ (valores geralmente usados nestes estudos de tempos em produção) tem-se um valor de $Z = 1,96 \cong 2$.

Numa primeira iteração é medido um número arbitrário de ciclos que serve como primeira amostra, para a qual será calculada a média (m) e o desvio-padrão (s). Posto isto considera-se a fórmula 1.2:

$$\varepsilon \cdot m = Z \cdot \sigma$$

Integrando agora as fórmulas anteriormente explanadas (1.1 e 1.2) e resolvendo a expressão em ordem a N' obtém-se a seguinte expressão (1.3) que permitirá perceber se o número de tempos medidos é ou não suficiente para a precisão definida:

$$N' = \left(\frac{Z \cdot s}{\varepsilon \cdot m} \right)^2$$

Tendo em consideração o número total de observações (N) calcula-se o valor de (N') até que a condição $N' \leq N$ seja garantida.

Na célula 41C foram inicialmente efetuadas oito observações de cada uma das operações, sendo que o tempo obtido em cada observação correspondente a cada operação está exposto na Tabela 30.

Tabela 30 – Registo dos tempos observados em cada uma das operações (em segundos)

Operação	TO1	TO2	TO3	TO4	TO5	TO6	TO7	TO8
1	111	96	105	99	108	96	87	96
2	79	71	79	75	77	75	75	79
3	29	25	23	25	26	28	24	26
4	30	33	29	30	29	33	32	30
5	96	110	107	102	98	109	109	103
6	12	14	11	15	12	13	12	14
7	10	12	13	12	11	11	10	9
8	32	41	33	35	36	40	33	32
9	13	13	12	15	11	12	16	13
10	33	30	37	33	34	30	35	34
11	33	28	28	29	32	26	30	32
12	37	36	31	32	35	34	39	34
13	98	86	97	97	93	87	94	97
14	79	90	75	88	79	82	81	75
15	59	56	62	56	57	60	55	63
16	72	81	65	67	71	74	79	72
17	30	35	33	30	33	35	32	34
18	78	69	73	71	71	75	77	72
19	77	72	77	76	75	72	76	77
20	20	18	20	19	21	22	19	21
21	8	10	9	9	9	12	8	8

Com os valores obtidos da cronometragem e patentes na tabela anterior foi necessário, em primeiro lugar, verificar se as oito observações realizadas e registadas eram suficientes, sendo para isso calculados os valores da média e desvio padrão. Fazendo uso da fórmula 1.3 enunciada anteriormente obtiveram-se os seguintes dados:

Tabela 31 – Registo da média, do desvio padrão e do número de observações necessárias

Operação	<i>m</i> (s)	<i>s</i> (s)	<i>N'</i>
1	99,75	7,81	10
2	76,25	2,82	3
3	25,75	1,98	10
4	30,75	1,67	5
5	104,25	5,34	5
6	12,88	1,36	18
7	11,00	1,31	23
8	35,25	3,54	17
9	13,13	1,64	26
10	33,25	2,38	9
11	29,75	2,43	11
12	34,75	2,60	9
13	93,63	4,72	5
14	81,13	5,49	8
15	58,50	2,98	5
16	72,63	5,42	9
17	32,75	1,98	6
18	73,25	3,15	3
19	75,25	2,12	2
20	20,00	1,31	7
21	9,13	1,36	36

Uma vez que as operações consideradas mais críticas (2, 5, 13 e 14 – operações com grau de dificuldade superior às restantes) apresentam um valor de $N' \leq N$ não foi efetuada mais qualquer observação sendo consideradas as oitos suficientes para o valor de precisão assumido ($\varepsilon = 0,05$).

O desempenho de um trabalhador na execução de determinada tarefa depende de diversos fatores e dificilmente se encontram dois trabalhadores que a façam exatamente com o mesmo tempo. Como tal a cada elemento de um estudo de tempos deve ser atribuído um fator de atividade (FA) que permita relacionar o ritmo de trabalho do operador em estudo com o ritmo de um operador considerado “normal”, i.e. representativo, qualificado, motivado e a trabalhar sem esforço (Vilas Boas & Machado, 2011). A este ritmo é atribuído o valor “100” por isso quando se considera que um trabalhador está a trabalhar abaixo do ritmo “normal” atribui-se um valor inferior a 100 (90 por ex.), a um trabalhador “rápido” atribui-se um fator de atividade superior a 100 (115 por ex.) (Costa & Arezes, 2003). É por isso essencial que durante a cronometragem dos tempos seja considerado o ritmo de trabalho do operador estudado através da perceção do analista. Kovalek (2011) apresenta uma tabela (Tabela 32) com valores típicos de fatores de atividade de acordo com o desempenho do operador que servem de suporte à avaliação do analista.

Tabela 32 – Qualificação do desempenho do operador na execução da atividade (Kovalek, 2011)

Qualificação do desempenho do operador na execução da atividade	FA (%)
Atividade nula	0
Atividade muito lenta (movimentos inábeis e hesitantes, executante desinteressado e adormecido)	50
Atividade compassada (aparentemente lenta mas sem desperdício de tempo, ritmo sem pressa como o de um trabalhador não remunerado à peça)	75
Gestos vivos e precisos de um trabalhador remunerado à peça	100
Atividade muito rápida (segurança, destreza e coordenação de movimentos superior à de um trabalhador médio experiente)	125
Atividade excepcionalmente rápida (tarefa executada por perito, ritmo que não pode ser mantido por muito tempo)	150

Outra forma de se considerar o fator de atividade na obtenção de um tempo normal é através da avaliação da avaliação objetiva. Esta técnica consiste na execução de dois passos:

- Avaliação do ritmo de trabalho observado tendo como padrão um ritmo de referência para todos os postos da empresa, sem considerar o grau de dificuldade da operação;
- Ajustamento, através de um incremento percentual, da avaliação anterior tendo em consideração a dificuldade da operação de acordo com os valores empíricos presentes em tabelas obtidos experimentalmente.

Para uma análise mais pormenorizada desta técnica de avaliação consultar Costa e Arezes (2003).

Estas técnicas de avaliação permitem a obtenção de um Tempo Normal através da fórmula (1.4) (Costa & Arezes, 2003):

$$\text{Tempo Normal} = \text{Tempo Observado} \times \frac{\text{Fator de Atividade}}{\text{Ritmo Padrão}}$$

O Tempo Normal corresponde ao tempo necessário para efetuar o elemento considerando a sua execução a um ritmo normal.

Após a normalização do tempo observado, tendo em atenção a cadência e o ritmo de trabalho, é também necessário ter em consideração as correções: Esta situação permitirá obter um tempo-padrão para cada operação em estudo.

As correções que devem ser consideradas, segundo Costa e Arezes (2003) são:

- Correções de repouso: podem ser de natureza fixa ou variável e traduzem-se em pausas ou intervalos para comer, beber ou utilizar esse tempo de acordo com as conveniências de modo a “recarregar baterias” para mais um período de trabalho;
 - Correções fixas: são as correções para a fadiga, que se prendem com a necessidade de recuperar a energia despendida na execução do trabalho, e as correções para necessidades pessoais, como beber água ou ir aos sanitários.
 - Correções variáveis: aplicam-se aquando de um esforço físico suplementar, de tensões nervosas ou devido a condições ambientais desfavoráveis.
- Correções para ocorrências irregulares: servem para prever as perdas com ocorrências irregulares e imprevisíveis;
- Correções por demoras inevitáveis: servem para compensar os instantes em que devido à natureza da operação ou do processo o executante é forçado a parar de trabalhar, como o momento de espera por parte de um operador para que uma máquina execute uma determinada tarefa automatizada;
- Correções especiais: utilizam-se para considerar atividades que, não fazendo parte do ciclo de operação, são essenciais à normal execução da tarefa, como o arranque da produção, paragem por espera de trabalho, para limpeza da máquina ou do posto, calibração de ferramentas e máquinas, controlo periódico das peças, entre outras;
- Correções suplementares: são consideradas pela gestão da empresa e podem ter a ver com cláusulas de convenções coletivas salariais acordadas com os sindicatos.

O tempo-padrão é então o tempo observado tendo em conta o ritmo de trabalho (tempo normal) e ainda as correções acima consideradas. É este o tempo de execução de determinada operação “exigido” a todos os trabalhadores que a executem e sob o qual é calculado o tempo final de produção de um produto.

No estudo realizado na célula 41C não se considerou o Fator de Trabalho contido nas correções foram consideradas as perdas presentes no simulador do tempo de costura como “deméritos do negócio” como foi explicado no Anexo 13 – Descrição do simulador de tempos de costura.

Com estas correções foi possível obter os seguintes tempo-padrão para cada uma das operações:

Tabela 33 – Tempo-padrão de cada uma das operações tendo em consideração a percentagem de perdas

Operação	m (s)	Perdas (%)	Tempo-padrão (s)
1	99,75	24%	123,5
2	76,25	26%	96,0
3	25,75	24%	31,9
4	30,75	24%	38,1
5	104,25	26%	131,2
6	12,88	24%	15,9
7	11,00	24%	13,6
8	35,25	24%	43,7
9	13,13	24%	16,3
10	33,25	24%	41,2
11	29,75	24%	36,8
12	34,75	24%	43,0
13	93,63	26%	117,8
14	81,13	24%	100,5
15	58,50	24%	72,5
16	72,63	26%	91,4
17	32,75	24%	40,6
18	73,25	27%	92,9
19	75,25	27%	95,5
20	20,00	24%	24,8
21	9,13	24%	11,3

Com os valores da Tabela 33, alocando as operações aos respetivos PT/costureiras obteve-se o gráfico de ocupação/balanceamento da Figura 34 da secção 5.2 Novo balanceamento de operações.

Relativamente ao estudo de tempos efetuado para se quantificar as perdas com a disposição das máquinas (PT 23 e 25) e com a máquina do PT 29 foram observados e registados os valores.

No que respeita ao deslocamento da costureira número 12326 entre os PT 23 e 25 foram feitas três observações com os seguintes resultados:

Tabela 34 – Tempo dispendido nas movimentações entre os PT 23 e 25

Tempo Observ. 1	Tempo Observ. 2	Tempo Observ. 3	Média
16s	14s	16s	15s

Por seu turno para quantificar as perdas da máquina do PT 29 nas operações de remate foram observadas duas operações efetuadas pela mesma supervisora de linha e obtiveram-se os seguintes resultados também em três observações:

Tabela 35 – Comparação dos tempos de uma operação entre as células 41C e 42A

Equipa	Tempo Observ. 1	Tempo Observ. 2	Tempo Observ. 3	Média
41C	58s	60s	60s	59s
42A	33s	35s	33s	34s

O que equivale a uma perda de cerca de 60% da máquina do posto 29 relativamente à máquina que faz exatamente a mesma operação na célula 42A.

Gestão, balanceamento e formação de equipas de operadores em células de costura para um componente da indústria automóvel

Anexo 10 – Balanceamento de operações

Gestão, balanceamento e formação de equipas de operadores em células de costura para um componente da indústria automóvel

Balanceamento de operações

Para este projeto foi também importante visualizar o balanceamento previsto pelos tempos do simulador (Figura 63) uma vez que permitiu perceber que existem costureiras num estado mais atrasado de evolução uma vez que ainda estão muito distantes do tempo previsto pelo simulador e às quais deve ser dado um acompanhamento por parte das técnicas de costura para acelerar e aperfeiçoar o processo evolutivo.

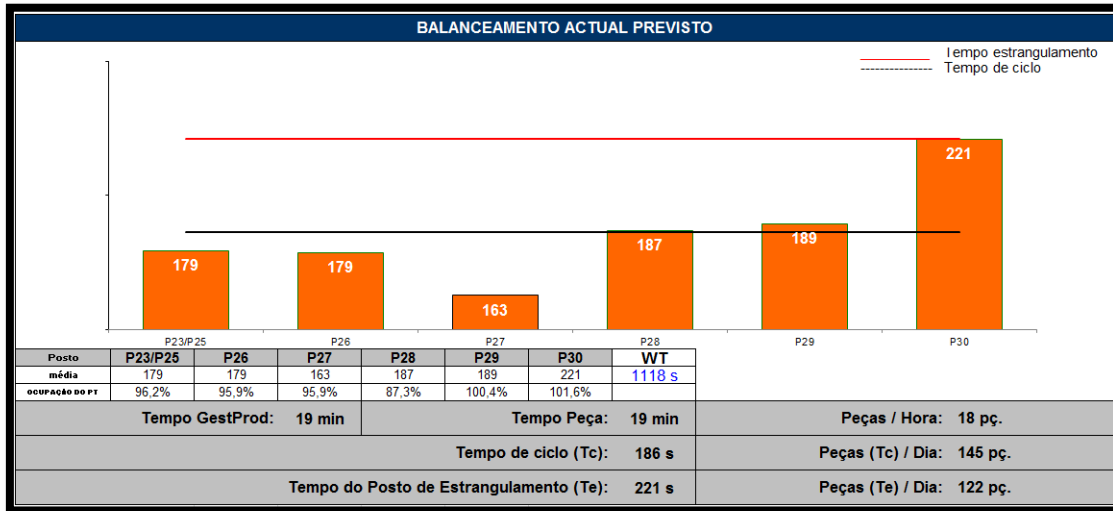


Figura 63 – Balanceamento previsto da célula com os tempos do simulador

Anexo 11 – Análise ergonómica de postos de trabalho

Gestão, balanceamento e formação de equipas de operadores em células de costura para um componente da indústria automóvel

Análise ergonómica de postos de trabalho

A análise ergonómica de postos de trabalho ou *Ergonomic Workplace Analysis* (EWA) é, segundo o *Ergonomics Section Institute of Occupational Health* (2004), um método para “definir e avaliar as condições de trabalho nos locais de trabalho”. Esta análise serve para aproximar as pretensões dos projetistas dos postos de trabalho e dos profissionais de saúde ocupacional, de modo a proporcionar condições de laboração mais favoráveis à saúde dos trabalhadores, através da mitigação de potenciais problemas ergonómicos encontrados na análise detalhada efetuada.

Com o intuito de alcançar o objetivo das boas condições de trabalho este método baseia-se na fisiologia do trabalho, biomecânica ocupacional, da psicologia da informação, da higiene industrial e de um modelo sociotécnico de organização do trabalho.

Na prática esta análise comporta duas avaliações, uma efetuada por um analista e outra pelo trabalhador que executa as tarefas no PT em estudo.

A análise do PT é feita segundo 14 itens diferentes de acordo com fatores de “segurança, salubridade e produtividade dos postos e trabalho” e com a sua quantificação. Alguns destes itens resultam de “recomendações gerais e objetivos para a segurança e saúde no trabalho” expressas nas convenções da Organização Internacional do Trabalho. Os 14 itens a avaliar são: espaço de trabalho, atividade física geral, tarefas de elevação, posturas e movimentos, risco de acidente, conteúdo de trabalho, restritividade do trabalho, comunicação do trabalhador, dificuldade em tomar decisões, repetitividade do trabalho, atenção requerida, iluminação, ambiente térmico e ruído.

Este método, que se baseia em observações com tempo de aplicação entre 15 a 30 minutos (dependendo da complexidade do trabalho) e entrevistas aos trabalhadores, utiliza uma ficha de avaliação que é preenchida pelo analista e que permitirá “traçar o perfil” do PT sendo avaliados os diversos itens de 1 a 5 (alguns itens são só avaliados até 4). Os itens avaliados com “5” devem merecer análise prioritária e propostas de melhoria urgentes.

Tal como referido, o analista deve também entrevistar o trabalhador e registar a sua avaliação segundo a escala: boa (++), razoável (+), má (-) ou muito má (--). Deste modo, a classificação atribuída pelo trabalhador a cada um dos itens permite comparar e complementar a informação absorvida pelo analista tendo em conta a conotação prática do trabalhador referente ao seu local de trabalho (Fernandes S. , 2011).

Para uma análise mais pormenorizada deste método de análise ergonómica consultar Costa (2004).

De seguida (Figura 64) apresenta-se a ficha de avaliação da análise ergonómica dos postos de trabalho da célula 41C.


Ficha de avaliação
Análise ergonómica de postos de trabalho

Data: 14/06/2012 *Two stations* Nº 52907
analista

Empresa: *Boindin S.A.* Secção: *Produção (costura)*
P.T.: *Célula 4412E41C* Local:

Equipamento, máquinas: *Máquinas de costura*
Descrição da tarefa, fases do trabalho (1,2,3...): *Pegar na peça, colocá-la na máquina de costura, costurá-la, apertar o fecho e passá-lo/enviá-lo para o posto seguinte*

Croquis e fotografia do PT:







	Avaliação pelo analista					Avaliação pelo trabalhador					Comentários
	1	2	3	4	5	++	+	-	-	-	
1 Espaço de trabalho				X		X					
2 Actividade física geral	1	X				++					
3 Tarefas de elevação	1	X				X					
4 Posturas e movimentos	1	2				++	+		X		
5 Risco de acidente	1	X				++	X				
6 Conteúdo de trabalho	1	2	X			++	X				
7 Restritividade do trabalho	1	2	X			++	X				
8 Comunicação do trabalhador	1	2	X			++	+		X		
9 Dificuldade em tomar decisões	1	X				++	+	X			<i>Alto nível de atenção e/ou de precisão</i>
10 Repetitividade do trabalho	1	X				++	+	X			
11 Atenção requerida	1	2	X			++	X				
12 Iluminação	X	2				++	X				
13 Ambiente térmico	1	2	X			++	+		X		
14 Ruído	1	2	X			++	+		X		

Recomendações:

Figura 64 – Digitalização da ficha de avaliação da análise ergonómica dos postos de trabalho da célula 41C

Anexo 12 – Inquérito acerca das condições ergonómicas dos postos de trabalho

 COINDU	Questionário para fins exclusivamente académicos	
	<i>Assinale a opção que melhor se adequa a si!</i>	Universidade do Minho DATA: 12/05/2012
Especifique o tipo de máquina em que está atualmente a trabalhar (indique mais que uma se for o caso): _____		
1. Qual a sua idade? a. Até 25 anos; b. De 26 a 40 anos; c. De 40 a 55 anos; d. Mais de 55 anos.	2. Há quanto tempo trabalha na empresa? a. Até 1 ano; b. De 1 a 3 anos; c. De 4 a 6 anos; d. Mais de 7 anos.	
3. Há quanto tempo está na mesma máquina de trabalho? a. Menos de 1 ano; b. De 1 a 3 anos; c. De 3 a 5 anos; d. Mais de 5 anos.	4. Gosta da sua função? a. Sim; b. Mais ou menos; c. Não.	
5. Como considera a iluminação do seu posto de trabalho? a. Boa; b. Razoável; c. Insuficiente.	6. Como considera o nível de ruído no seu local de trabalho? a. Baixo; b. Razoável; c. Elevado.	
7. Como considera a temperatura ambiental do seu local de trabalho no Inverno? a. Boa; b. Razoável; c. Elevada.	8. Como considera a temperatura ambiental do seu local de trabalho no Verão? a. Boa; b. Razoável; c. Elevada.	

	<h2>Questionário</h2> <p>para fins exclusivamente académicos</p>	 <p>Universidade do Minho</p>
	<p><i>Assinale a opção que melhor se adequa a si!</i></p>	<p>DATA: 12/05/2012</p>
<p>9. Como considera a força que exerce com as mãos/dedos para executar o seu trabalho?</p> <p>a. Pouca; b. Razoável; c. Muita.</p>	<p>10. Em quais partes do corpo sente normalmente dor? (pode assinalar mais que uma opção e risque o que não interessa - Esquerdo/a ou Direito/a - ou não risque se forem ambos)</p> <p>a. Pernas; b. Braços (Esquerdo/Direito); c. Mãos (Esquerda/Direita); d. Dedos; e. Pulsos (Esquerdo/Direito); f. Pescoço; g. Costas; h. Outra. Qual? _____</p>	
<p>11. Considera que o ritmo de trabalho é acelerado?</p> <p>a. Sim; b. Não.</p>		
<p>12. Como considera a forma como se posiciona para executar as suas tarefas?</p> <p>a. Confortável; b. Pouco confortável; c. Nada confortável</p>	<p>13. Mantém o seu posto de trabalho arrumado e limpo todos os dias?</p> <p>a. Nunca; b. Algumas vezes; c. Sempre</p>	
<p>14. Considera a sua cadeira adequada para o trabalho (confortável)?</p> <p>a. Sim; b. Sim porque uso almofada; c. Não.</p>	<p>15. Considera que os componentes e peças para o seu trabalho estão ao alcance das suas mãos sem grande esforço? (não considerar ir à palete)</p> <p>a. Sim; b. Não.</p>	
<p>16. Ajusta a altura da sua cadeira quando necessário?</p> <p>a. Sim; b. Não. Porquê? _____</p>	<p>17. Considera o seu trabalho exigente a nível visual?</p> <p>a. Sim; b. Não.</p>	
<p>18. Como considera o grau de dificuldade das operações que diariamente executa?</p> <p>a. Fácil; b. Razoável; c. Difícil.</p>	<p>19. Sente-se motivado para executar operações novas, que necessitem de aprendizagem?</p> <p>a. Sim; b. Não.</p>	
<p>20. Gostaria de participar na melhoria contínua dos processos da área produtiva, por exemplo, com uma caixa de sugestões?</p>	<p>a. Sim; b. Já faço isso comunicando à chefia; c. Não.</p>	

Gestão, balanceamento e formação de equipas de operadores em células de costura para um componente da indústria automóvel

Na Tabela 36 pode analisar-se as respostas dadas nos nove questionários entregues.

Tabela 36 – Respostas dadas pelas costureiras ao inquérito acerca das condições ergonómicas nos PT

	União	União	União	União	União	Pespointo	Pespointo	Acabamentos	Acabamentos
1	de 26 a 40 anos	de 40 a 55 anos	de 40 a 55 anos	de 26 a 40 anos	de 40 a 55 anos	de 26 a 40 anos	de 26 a 40 anos	de 26 a 40 anos	de 40 a 55 anos
2	mais de 7 anos	mais de 7 anos	mais de 7 anos	mais de 7 anos	mais de 7 anos	mais de 7 anos	mais de 7 anos	mais de 7 anos	de 4 a 6 anos
3	mais de 5 anos	mais de 5 anos	mais de 5 anos	de 1 a 3 anos	mais de 5 anos	mais de 5 anos	menos de 1 ano	mais de 5 anos	mais de 5 anos
4	sim	sim	sim	sim	mais ou menos	mais ou menos	sim	sim	sim
5	razoável	insuficiente	boa	boa	boa	razoável	razoável	boa	razoável
6	razoável	razoável	razoável	razoável	razoável	razoável	razoável	baixo	baixo
7	razoável	boa	boa	razoável	razoável	razoável	razoável	boa	razoável
8	razoável	razoável	boa	razoável	razoável	razoável	boa	boa	elevada
9	muita	muita	muita	razoável	razoável	razoável	muita	muita	muita
10	mãos/costas	braços/dedos/pulsos	braços/dedos	costas	braços/mãos/pescoço/costas	pescoço/costas	braços/mãos/dedos/pulsos	braços/dedos/pulsos/pescoço	braços/mãos/dedos/pulsos
11	não	sim	sim	sim	sim	não	não	sim	sim
12	confortável	confortável	confortável	confortável	pouco confortável	pouco confortável	pouco confortável	confortável	confortável
13	sempre	sempre	sempre	sempre	sempre	sempre	sempre	algumas vezes	sempre
14	sim	sim	sim	sim	sim	não	não	sim	sim
15	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim
16	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim
17	sim	sim	sim	não	sim	sim	sim	sim	sim
18	difícil	razoável	difícil	razoável	difícil	fácil	fácil	razoável	razoável
19	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim
20	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim
21	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim
22	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim
23	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim
24	sim	já faço isso comunicando à chefia	sim	sim	já faço isso comunicando à chefia	sim	sim	já faço isso comunicando à chefia	sim

Gestão, balanceamento e formação de equipas de operadores em células de costura para um componente da indústria automóvel

Anexo 13 – Descrição do simulador de tempos de costura

Descrição do simulador de tempos de costura

Antes do preenchimento do simulador foi essencial analisá-lo ao pormenor, perceber o seu funcionamento, saber quais os parâmetros que envolve, quais os *inputs* e os *outputs*. Os principais *inputs* deste simulador são os tempos de cada uma das operações (comprimentos das costuras), essenciais para a gestão do balanceamento de cada uma das equipas e o tempo final de cada peça que contará para o controlo das rentabilidades (produtividades) das equipas. Este cálculo é feito através da comparação das peças produzidas com o número que o simulador apresenta, tendo em conta o número de costureiras em cada equipa.

A primeira coluna a preencher é a da codificação do tipo de operação a cada uma das operações que serve para analisar se as costureiras a quem vai ser atribuída essa operação têm a formação necessária para a executar. A coluna seguinte é a da preparação da peça e corresponde aos tempos de preparação inicial e de finalização das peças, sendo atribuída a cada operação o número de segmentos de costura do remate inicial ao remate final que essa operação possui. O passo seguinte é medir as costuras de cada uma das operações e colocar esse valor no local respetivo.

A folha de cálculo deste simulador está dividida de acordo com o tipo de costura da respetiva operação. O primeiro tipo de operações são as costuras de uniões que podem ser: enchimentos a 5 mm (velocidade de 1200 ppm e espaçamento médio de 18 cm); enchimentos a 3 mm aplicam-se na fixação de acessórios e para fazer bainhas (velocidade de 1000 ppm e espaçamento médio de 16 cm); uniões de movimento fácil aplicam-se em uniões retilíneas ou arredondadas que exigem apenas um simples manuseamento dos componentes a serem unidos, normalmente associadas às uniões iniciais de uma peça (velocidade de 880 ppm e espaçamento médio de 14 cm); e uniões de movimento médio que se aplicam também em uniões retilíneas ou arredondadas mas que exigem o manuseamento dos componentes a serem unidos com ajustamento do posicionamento das peças, normalmente associadas às uniões finais de uma peça (velocidade de 700 ppm e espaçamento médio de 12 cm).

Outro tipo de costura, tal como já enunciado anteriormente, é a costura decorativa, normalmente associada ao pesponto. Neste campo em primeiro lugar tem que se preencher o tipo de acabamento que essa costura tem. Assim sendo é colocado no local correspondente o número “1” se é necessário tomar a costura, o “2” se é necessário abrir a costura em PVC e o “3” se é necessário abrir a costura em couro ou em materiais com espessuras superiores a 8 mm. Em seguida existem duas colunas que correspondem a costuras decorativas fácil e difícil. Os comprimentos da costura decorativa são colocados na coluna “fácil” se são umas costuras retilíneas ou arredondadas que não exigem grandes ajustamentos no manuseamento dos componentes a pespontar, normalmente estão associadas às operações iniciais de uma peça

quando esta está parcialmente aberta (velocidade de 700 ppm e espaçamento médio de 12 cm), ou na coluna “difícil” se são umas costuras que exigem grandes ajustamentos no manuseamento dos componentes a pespontar ou se os espaçamentos são curtos (velocidade de 600 ppm e espaçamento médio de 8 cm).

O último tipo de uniões que existem na confeção das capas e que são consideradas no simulador é a fixação de perfis, que se encontra dividida em fixação de perfis rígidos e flexíveis. Relativamente aos perfis rígidos são considerados os perfis retilíneos (velocidade de 880 ppm) enquanto nos flexíveis são considerados os perfis longos e flexíveis (velocidade de 720 ppm).

Outra das situações que se tem de ter em atenção aquando da análise das costuras, e que também tem que ser registado no simulador dos tempos de costura são as paragens. Existem diversos tipos de paragens que dependem da sua morosidade e são elas: pontuais, coincidências pica-a-pica, ligeiras, médias e longas. Relativamente às coincidências pica-a-pica, que são paragens em que as costureiras coincidem as picas das peças para que elas sejam costuradas na posição correta e mudar o posicionamento das mãos, o simulador calcula automaticamente o número de paragens de acordo com o tipo de costura e o seu comprimento e ainda com o número de segmentos. Nas restantes paragens é o responsável pelo estudo que tem que as considerar de acordo com as indicações de cada um dos tipos de paragem.

As paragens pontuais, que tal como indica o seu nome são paragens muito breves, são assinaladas no simulador se na costura em estudo é necessário: ajustar o posicionamento da peça nos pontos periféricos para mudar de direção, ajustar lâminas em bainhas de modo a efetuar “bicos“, ajustar o posicionamento de um componente na pica final, (à exceção dos componentes colocados com um aparelho auxiliar), passar com cuidado numa grossura ou ainda se é necessário inverter a marcha de costura.

Se se tomar em consideração uma escala de morosidade de paragens, em seguida aparecem as paragens ligeiras que são assinaladas se na operação tomada em consideração é necessário parar para pegar e colocar um componente durante uma costura, parar para tombar ou abrir costuras, parar para definir um “bico” na moldagem da peça ou uma paragem associada a uma mudança de direção, parar para cortar um componente durante a costura, parar para recolher o aparelho auxiliar e terminar a fixação, paragens em peças pequenas muitos fechadas cujos segmentos de costura rondem os 3 cm, ou ainda se é necessário parar para bater numa grossura.

No simulador de tempos, em seguida aparecem as paragens médias. Neste tipo de paragens são consideradas as paragens para parar e recomeçar um novo segmento de costura na mesma peça; parar para posicionar o aparelho auxiliar e reiniciar a costura, recolher o aparelho e terminar a fixação; passar a costura de 8 para 5 mm de bainha; ou ainda para leitura de uma etiqueta na máquina de *airbag*.

Por fim, nas paragens longas, são consideradas as paragens nas uniões para efetuar as coincidências e o controlo final dessas costuras, para ler as telas de *airbag* e colar as etiquetas nas telas respetivas, para cortar *flaps* ou ainda para efetuar a viragem de uma peça.

Depois de considerados todos os pontos atrás mencionados e devidamente registados nos locais apropriados, obtêm-se os tempos normalizados das operações de costura, do movimento das mãos nas paragens, dos tempos de paragem e ainda o tempo total normalizado.

De seguida, e para se obter o tempo padrão, é necessário considerar-se a força média desenvolvida em cada operação e as correções ao tempo padrão denominadas por “deméritos do negócio”. Para a força desenvolvida existem três classificações possíveis: ligeira, normalmente associada a enchimentos e uniões simples; moderada, associada a uniões intermédias, costura decorativa simples e fixação de perfis; e cansativa, que caracteriza costuras decorativas onde é necessário abrir a costura em couro ou noutros materiais com espessuras superiores a 8 mm e uniões irregulares em que é requerido esforço. Relativamente aos deméritos de negócio são consideradas as dificuldades do modelo (tipo de material e largura das bainhas) e o facto de se produzirem peças de modelos diferentes na mesma equipa. Estas correções, com umas percentagens para cada tipo de demérito, incrementam o somatório dessas percentagens ao tempo normalizado de cada operação permitindo obter o seu tempo padrão.

Com o somatório dos tempos padrão de todas as operações obtém-se o tempo total de costura da peça considerada. Tendo em conta esta informação e com a indicação do número de pessoas da equipa é possível retirar-se o número de peças previstas que a referida equipa produz por dia, com estes dados o simulador indica ainda *takt time* da célula considerada.

Gestão, balanceamento e formação de equipas de operadores em células de costura para um componente da indústria automóvel

Anexo 14 – Simulador da peça AFD/E Basis Twinleder Coupé

Gestão, balanceamento e formação de equipas de operadores em células de costura para um componente da indústria automóvel

EMPRESA COINDU	PREVISÃO DE TEMPOS DE PRODUÇÃO		PROCESSO PPMM MOGEGE	
ACTIVIDADE Confeção de Estofos para Automóveis	TIPO SIMULADOR:		RESPONSÁVEL DO ESTUDO	
	A - TEMPOS FIXOS	X	Ivo Martins	
	B - TEMPOS ESTOCÁSTICOS		DATA CRIAÇÃO: 04-06-2012	DATA REVISÃO: 04-06-2012
MODELO:	Audi B8 Coupe	DESCRIÇÃO DA PEÇA:		FOLHA N.º
VARIANTE:	Basis Twinleather	AFD_E		1

N.º	DESCRIÇÃO OPERAÇÃO:	TIPO OPER.	AVANÇO		PREP	UNIÕES DE COSTURA [Cm]				COSTURA DECORATIVA 1 2 AGULHAS [Cm]		FIXAÇÃO DE PERFIS [Cm]		PARAGENS				TEMP. NORMALIZADO				%		TEMPO PADRÃO	TEMPO OBSERV.		
			Comprimento Ponto [cm]	NORMAL		Enchimento 5mm	Enchimento 3mm	Unões Mov.Fácil	Unões Mov.Médu	TEP ACER (Abri, Tom) [cm]	Costura Mov.Fácil	CONTEI (Mov. Médu)	Fixar PF Rígidos	Fixar PF Flexíveis	PONT.	CONC. P&P	LIGEIRA	MÉDIA	LONGA	COST. OPER.	P.MOV. MÃOS	PARAG. OPER.	TOTAL [Seg]	FMD	0,0%	[Seg]	[Seg]
1	FIXAR A PC 9 A 9A, PC11 A 11A, PC 4 A 4A	40E01	0,40	3			285							19	15					42,8	30,5	0	100,2	L	24%	124,1	123,5
2	UNIR A PC 1/1A A PC 2/2A COM P5 EM SIMULTANEO	40E52	0,35	1			70							4	2	5				13,6	2,4	30,4	55,9	C	26%	70,4	93,4
3	UNIR A PC 3/3A AO CONJ. ANTERIOR EM SIMULTANEO COM O PERFIL TNT P03	40E51	0,35	1			34							2	2	1				6,6	1,2	10,4	27,7	L	24%	34,3	31,9
4	UNIR PCS 4/4A/5/5A A PC 6	40E51	0,35	2			24							0						4,7	0,0	0	23,7	L	24%	29,3	38,1
5	UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPERAÇÃO 3	40E52	0,35	1				120						10	6	2				29,4	7,0	26,2	72,6	M	26%	91,4	128,7
6	FAZER BAINHA NAS PCS 10	40E51	0,35	1			10							0	1					1,7	0,0	2,6	13,3	L	24%	16,5	15,9
7	UNIR PC 14 A PC 10	40E51	0,35	1			6							0						1,2	0,0	0	10,7	L	24%	13,2	13,6
8	UNIR PC 7/7A A PC 8	40E52	0,35	1			46							3	1					9,0	1,8	2,7	23,0	L	24%	28,4	43,7
9	EFFECTUAR BAINHAS NAS PC 8	40E51	0,35	1			10							0	1					1,7	0,0	2,6	13,3	L	24%	16,5	16,3
10	UNIR PC 9/9A A PC 10	40E52	0,35	1			34							2		2				6,6	1,2	10	27,3	L	24%	33,8	35,0
11	UNIR CONJUNTOS ANTERIORES A PC 11/11A	40E51	0,35	2			24							0						4,7	0,0	0	23,7	L	24%	29,3	36,8
12	UNIR PC 12 AO CONJ. ANTERIOR	40E52	0,35	1			72							5	4					14,0	3,0	10,8	37,3	L	24%	46,2	43,0
13	UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPERAÇÃO 5	40E52	0,35	1				150						13	5					36,7	9,1	13,5	69,3	M	26%	87,3	115,3
14	EFFECTUAR COSTURA TOMBADA NA OPERAÇÃO ANTERIOR	40E72	0,35	1					1		150			18	5					45,5	12,6	13,5	81,1	C	24%	100,5	98,3
15	EFFECTUAR BAINHAS E FIXAR MANGAS MG02/MG01 NA PC 13	40E51	0,35	5			20							0	3					3,4	0,0	7,8	59,4	L	24%	73,5	74,9
16	UNIR PC 13 AO CONJ. DA OPERAÇÃO 14 E APLICAR ETIQUETA EM SIMULTANEO	40E52	0,35	1				54						4	2	3				13,2	2,8	20,4	46,4	M	26%	58,4	88,9
17	EFFECTUAR CRAVADOS NA MANAGA MG01 SOBRE AS PCS 4/4A/5/5A/3/3A	40E51	0,35	2			4							0		2				0,7	0,0	10	28,7	L	24%	35,5	40,6
18	APLICAR PERFIL P02	40E41	0,40	1										102	9	13				21,3	5,4	35,1	71,8	M	27%	91,0	92,9
19	APLICAR PERFIS P01 E P04 EXTERIORES	40E41	0,40	2										134	11	2	2			27,9	6,6	15,4	69,9	M	27%	88,7	95,5
20	FIXAR MANGA DE 420 NO CONJ. ANTERIOR	40E51	0,35	2			6							0						1,2	0,0	0	20,2	L	24%	25,0	24,8
21	FIXAR GA01 NO CONJ. ANTERIOR	40E31	0,35	2			4							0						0,8	0,0	0	19,8	L	24%	24,5	11,3

TEMPO PARCIAL [s]:	0,0	142,0	334,6	237,0	0,0	1,7	0,0	179,7	TEMPO TOTAL [min]:				4,8	1,4	3,5	14,9	18,63	21,0
N.º DE PESSOAS PARCIAIS:	0,0	0,8	1,8	1,3	0,0	0,0	0,0	1,0	32%	9%	24%	35%	18,63	18,63	0%	13%		
N.º DE PESSOAS DA EQUIPA:	6	N.º PÇS PREV. DIA:		145	TEMPO DE CICLO [s]:		186											
		TO N.º PÇS PREV. DIA:		128	TEMPO DE CICLO [s]:		210											
		DIFERENCIAL N.º PÇS PREV. DIA:		-17			-11,4 %											

Figura 65 – Simulador de tempos de costura do AF Basis Twinleder

Gestão, balanceamento e formação de equipas de operadores em células de costura para um componente da indústria automóvel

Anexo 15 – Folheto de ginástica laboral

Gestão, balanceamento e formação de equipas de operadores em células de costura para um componente da indústria automóvel

Folheto de ginástica laboral

A rotina apresentada seguidamente, quando efetuada frequentemente, pode prevenir lesões nas articulações das mãos e dos pulsos, e deve ser executada quer pelos trabalhadores dos processos produtivos, quer pelos utilizadores frequentes de computadores.

Os exercícios devem ser realizados antes de dar início ao seu trabalho, com o objetivo de alongar e fortalecer as articulações e músculos das mãos e dos pulsos.

Cada exercício deve ser efetuado repetindo 20 vezes cada movimento apresentando. Nos exercícios que são efetuados com apenas uma das mãos, devem ser efetuadas 20 repetições por cada mão.

A rotina ilustrada abaixo tem uma duração total aproximadamente de 5 minutos.



Figura 66 – Rotina de ginástica laboral (parte 1)

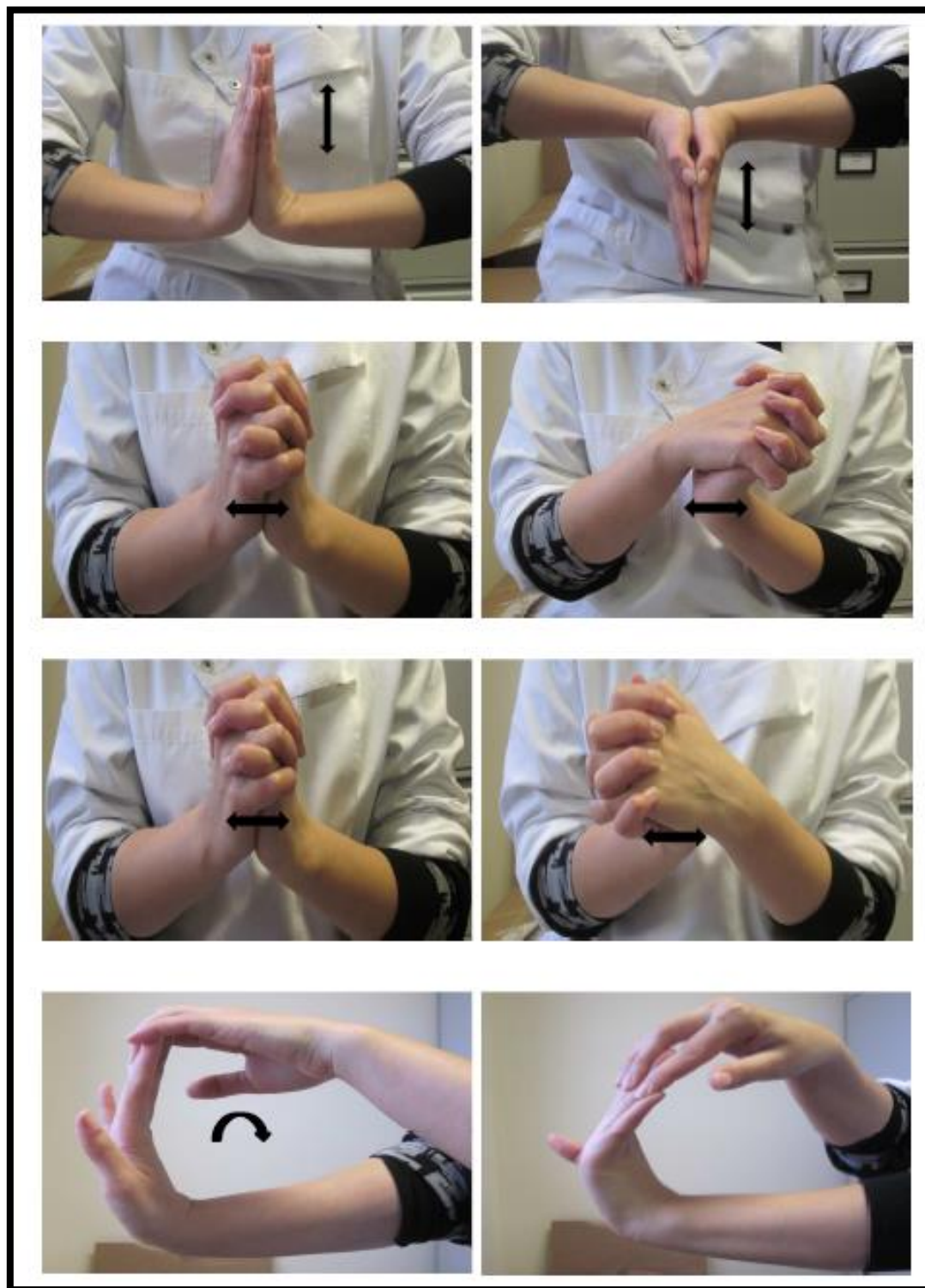


Figura 67 – Rotina de ginástica laboral (parte 2)

A sua postura é a mais correta?

Manter uma postura correta pode melhorar a sua qualidade de vida, e até o seu desempenho na execução das suas tarefas, e é fundamental para manter a saúde da sua coluna. Ter uma má postura durante vários anos pode ter como consequências diversas doenças na coluna vertebral, que podem quando não tratadas levar mesmo a um comprometimento pulmonar, devido à pouca expansão durante a inspiração.

Manter uma postura corporal correta é importante para evitar as dorsalgias (dores nas costas) que se manifestam frequentemente no final do seu dia de trabalho, assim como as diversas lesões na coluna vertebral que podem surgir ao longo da sua vida.

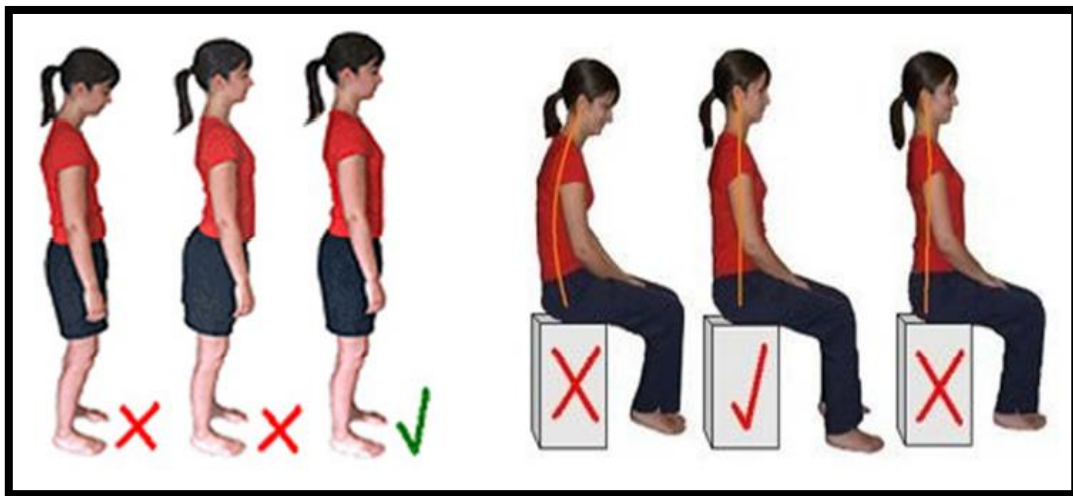


Figura 68 – Posturas corretas e incorretas

Numa postura correta o corpo está alinhado e a coluna mantém a curvatura natural, evitando que a lombar fique exageradamente arqueada ou que os ombros sejam projetados para a frente, mantendo-os relaxados e afastados das orelhas.

Melhore a sua postura corporal:

- Tenha consciência do próprio corpo e sempre que notar que está numa postura incorreta, corrija-a de imediato.
- Adapte o seu posto de trabalho de modo que a postura fique sempre correta, por exemplo, ajustando a altura da cadeira, ou fletindo as pernas quando efetuar alguma elevação de cargas;
- Faça exercício físico. Para uma postura correta é essencial que os músculos das costas e do abdómen estejam fortalecidos.

Anexo 16 – Folha de rosto da análise ao plano de produção



ANÁLISE PRODUÇÃO

INDUSTRIAL UNIT

Mogege Arcos Romania

Código lista	Equipa Responsável	Semana
3070748	PPMM8	48
Data	Modelo	Dias de trabalho
24-09-2012	Audi B8	5

CAPACIDADE PROJETADA PPMM8/9

Geral B8	Peça	Qtd Peças	Capacidade	Nºdias	Total Peça	Estado Dias	Nível Necessidade
	AF	1477	1635	5	8175	-0,9 dias	0
EF	2600	1561	5	7805	-1,7 dias	(1) Normal	
AT	886	727	5	3635	-1,2 dias	(2) Atenção	
ET	2613	1266	5	6330	-2,1 dias	(3) Atuar	

ANÁLISE PRODUÇÃO AUDI B8 - 1º TURNO

Equipa	OF's em Atraso	Encomenda a Semana	Total Peças	Quantidade Transferida	Total Peças	Dias Semana	Peças Dia	Peças	Objetivo	Capacidade Real	Dif	Dias de Trabalho	Estado Dias "(-)Atraso"	Necessidade
M1E41A	12	285	297		297	5	59	AF SP	115	115	-56	2,6 dias	2,4	Flexibilização
M1E41B	281	620	901		901	5	180	AF SP/SSP	120	120	60	7,5 dias	-2,5	Horas Extras
M1E41C	6	465	471		471	5	94	AF SP	115	115	-21	4,1 dias	0,9	Flexibilização
M1E41D	23	360	383		383	5	77	AF BS/SP	60	70	7	5,5 dias	-0,5	Horas Extras
M1E42A	121	290	411		411	5	82	AT	70	60	22	6,9 dias	-1,9	Horas Extras

Gestão, balanceamento e formação de equipas de operadores em células de costura para um componente da indústria automóvel

M1E42C	152	420	572		572	5	114	AF BS	135	134	-20	4,3 dias	0,7	Flexibilizaçã o
M1E42D	141	210	351		351	5	70	AT SP/SSP	60	54	16	6,5 dias	-1,5	Horas Extras
M1E43A	100	285	385		385	5	77	AT SP/SSP	70	60	17	6,4 dias	-1,4	Horas Extras
M1E43C	1	170	171		171	5	34	EF SP/SSP	78	40	-6	4,3 dias	0,7	Flexibilizaçã o
M1E43D	103	510	613		613	5	123	EF SP	90	80	43	7,7 dias	-2,7	Horas Extras
M1E44A	79	400	479		479	5	96	EF SP/SSP	78	70	26	6,8 dias	-1,8	Horas Extras
M1E44B	239	480	719		719	5	144	EF SP	120	100	44	7,2 dias	-2,2	Horas Extras
M1E44C	102	345	447		447	5	89	AT A4	60	65	24	6,9 dias	-1,9	Horas Extras
M1E45A	85	585	670		670	5	134	EF BS	120	120	14	5,6 dias	-0,6	Horas Extras
M1E45B	442	610	1052		1052	5	210	EF SP	100	117	93	9,0 dias	-4,0	Horas Extras
M1E45C	125	330	455		455	5	91	ETE BS	20	60	31	7,6 dias	-2,6	Horas Extras
M1E46A	153	375	528		528	5	106	ET / ETD	70	70	36	7,5 dias	-2,5	Horas Extras
M1E46B	278	545	823		823	5	165	ETD +SSP	115	100	65	8,2 dias	-3,2	Horas Extras
M1E46C	109	606	715		715	5	143	ETD A4/A5	135	120	23	6,0 dias	-1,0	Horas Extras
M1E46D	197	720	917		917	5	183	ETD TW	135	120	63	7,6 dias	-2,6	Horas Extras

Figura 69 – Excerto da análise ao plano de produção da semana 49 de 2012 do 1º turno