



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Joaquim Pedro da Costa Correia

Balanceamento e redefinição de layouts de
células de costura de uma empresa da
indústria automóvel

Joaquim Pedro da Costa Correia | Balanceamento e redefinição de layouts de células
de costura de uma empresa da indústria automóvel

UMinho | 2015

outubro de 2015



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Joaquim Pedro da Costa Correia

Balanceamento e redefinição de layouts de
células de costura de uma empresa da
indústria automóvel

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

Trabalho efectuado sob a orientação da
Professora Doutora Leonilde Varela

DECLARAÇÃO

Nome: Joaquim Pedro da Costa Correia

Endereço eletrónico: jpedrocorreia@gmail.com Telefone: 918 390 720

Número do Bilhete de Identidade: 13924771

Título da dissertação: Balanceamento e redefinição de *layouts* de células de costura de uma empresa da indústria automóvel

Orientadora: Professora Leonilde Varela

Ano de conclusão: 2015

Designação do Mestrado: Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

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

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

Universidade do Minho, 30/10/2015

Assinatura:

AGRADECIMENTOS

Durante a realização deste trabalho foram inúmeros os obstáculos ultrapassados e que sem o apoio de certas pessoas não era possível a sua conclusão. Por tal motivo cabe-me agradecer em particular:

Desta forma, dedico esta dissertação à minha mãe porque sem ela não teria chegado até este momento. Quero deixar também uma palavra de apreço a toda a minha família, especialmente a minha irmã aos meus avós pela importância que tiveram e têm na minha vida.

À Coindu por ter apostado em mim e por me ter dado esta oportunidade de crescer como trabalhador, como aluno e como pessoa. Agradeço também a todos os colaboradores da Coindu, desde a chefias aos operadores, especialmente ao meu orientador na empresa, Eng.º João Rocha, e ao Eng.º Daniel Monteiro pela motivação, disponibilidade e amizade demonstrada ao longo destes meses.

À Camila Sousa pelo apoio prestado nesta última fase.

A todos os meus amigos pela amizade e apoio incondicional.

E por fim, à minha orientadora por palavras de motivação, pela disponibilidade e pelo esclarecimento de dúvidas ao longo destes meses.

A todos os meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

No enquadramento do Ciclo de Estudos Integrados conducente ao grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, pela Universidade do Minho, o presente projeto de dissertação foi realizado em ambiente industrial na *Coindu, S.A.*, uma empresa nacional do ramo automóvel que produz capas para estofos de automóveis, localizada em Mogege, no concelho de Vila Nova de Famalicão. Este projeto tem como principal objetivo o balanceamento e a redefinição de *layouts* de células de costura com o intuito de aumentar a produtividade e reduzir desperdícios. Percebeu-se que a área de confeção é aquela que acrescenta maior valor ao produto na empresa, uma vez que é nesta que se dá a maior transformação a este. É também nesta secção onde há maior variabilidade visto ser um sector que depende essencialmente de mão-de-obra e onde há grande absentismo. Foram estas as razões que levaram a que o estudo se tenha incidido na parte de confeção.

Para analisar mais detalhadamente este sector foram escolhidas as melhores equipas a nível de produtividade de cada tipo de peça, tendo assim uma base para depois das melhorias a estas feitas, prosseguir-se à extensão às restantes equipas. Foi utilizada a análise Multi-Momento que mostra a frequência com que a operadora realiza determinadas tarefas que se traduzem numa percentagem de tempos produtivos e não-produtivos ao tirar uma “fotografia” de 15 em 15 segundos. Com isto e através de uma amostra de 30 ou 60 minutos de trabalho, regista-se o que a operadora se encontrava a fazer naquele preciso momento.

Através da cronometragem de tempos foi possível o cálculo da taxa de ocupação por operadora para assim posteriormente poder balancear corretamente. Foi também utilizado o diagrama de *Spaghetti* de forma a estudar o fluxo da peça, identificando assim a entropia e calculando as distâncias feitas pela peça.

Para além do objetivo principal, é igualmente pretendida a melhoria do fluxo dentro da célula tendo em conta a redução da entropia na mesa central ao evitar cruzamentos de peças, e a redução da distância percorrida pela peça. É ainda foco o aumento do tempo produtivo por operadora através da redução de perdas de movimentação e transporte por parte destas.

PALAVRAS-CHAVE

Melhoria Contínua, Balanceamentos de Células de Produção, Produção *Lean*, Produtividade, Gestão de Equipas.

ABSTRACT

According to the integrated study cycle of the Master in Industrial Engineer and Management degree, by University of Minho, the present dissertation project was carried out in an industrial environment, the Coindu, S.A., a national Company in Automobile Industry that produces covers for car upholstery, located in Mogege – Vila Nova de Famalicão. This project has as main goal the balancing and redefinition of sewing production cells layouts, with the objective of increasing the productivity and to reduce waste.

After a brief knowledge of the Company, it was of easy perception that the manufacturing area is the one that adds the most value to the product, because it is in this section that is given the biggest product transformation. It is also in this section that exists more variability, once it is a sector that depends essentially on manual work and where a high absenteeism does exist. For all this reasons the study focus on this manufacturing section of the Company.

For a more detailed analysis on this sector it were chosen the best teams concerning the productivity for each type of piece, thus obtaining a better base for further improvements on these, and to extend them to the remaining teams while after. The Multi-Moment analysis was used, which shows the frequency that the operator execute productive tasks or unproductive tasks, and which are analyzed by taking a “photo” from 15 to 15 seconds. Through a sample registration of thirty minutes or one hour of work, for registering what the operator was doing in those precise moment.

Through the time-timing it was possible to calculate the occupation rate by operator for being able to do a correct balancing. It was also used a Spaghetti diagram to study the piece flow and the existence of entropy as well as the calculation of the distance taken by it.

Besides the main goal, it is also intended to improve the flow inside the cell according to a entropy reduction in the central table, avoiding the cross of pieces and to reduce the distance taken by them. It is also a focus to increase the productive time by operator through the waste reduction related to their movements and transportation.

KEYWORDS

Continuous Improvement, Balancing of production cells, Lean Production, Productivity, Team Management.

ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract	vii
Índice de Figuras	xiii
Índice de Tabelas.....	xvii
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos	xix
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Objetivo	2
1.3 Metodologia de Investigação.....	3
1.4 Estrutura da dissertação	5
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
2.1 <i>Lean Production e o TPS – Toyota Production System</i>	7
2.1.1 <i>Lean thinking</i>	7
2.1.2 Identificação e redução de desperdício	8
2.2 Ferramentas <i>Lean</i>	9
2.2.1 5S's.....	9
2.2.2 Gestão visual	10
2.2.3 <i>Standard Work</i>	11
2.2.4 Diagrama de <i>Spaghetti</i>	11
2.3 Sistemas de produção	11
2.4.2 Balanceamentos de células de produção	14
2.4.3 Definição de <i>layouts</i> de células de produção	16
3. A EMPRESA	19
3.1 Historial e Evolução	19
3.2 Principais Matérias-Primas.....	22
3.3 Principais Fornecedores, Clientes e Concorrentes	22
3.4 Processos	23
3.4.1 Corte de outros materiais – Lectras.....	23
3.4.2 Corte de couro, faceamento, laminação e revista.....	24

3.4.3	Preparação	26
3.4.4	Produção.....	26
3.4.5	Embalagem.....	28
3.5	Composição de um carro	29
4.	ANÁLISE À SITUAÇÃO ATUAL DA EMPRESA.....	31
4.1	Escolha da área/objeto de estudo.....	31
4.2	Abordagem ao estudo	31
4.3	Análise ao <i>Layout</i> geral das linhas de produção da PPMM8	34
4.4	Análise geral às células de cada tipo de peça	36
4.4.1	Análise do fluxo da peça	36
4.4.2	Análise da distância percorrida pela peça	44
4.4.3	Análise ao balanceamento atual	44
4.5	Análise às operadoras das células de costura	46
4.5.1	Análise Multi-momento às operadoras “chave”.....	46
4.6	Processo de entrega de produto acabado pela zona de confeção à zona de revista... 50	
4.7	Análise à cadeia de abastecimento das células de produção	51
4.7.1	Análise ao PT dos acabamentos	53
4.8	Qualidade do produto final	54
4.8.1	Defeitos de fornecedor	54
4.8.2	Defeitos de costura	54
5.	IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIAS	57
5.1	Organização do <i>layout</i> geral da PPMM8 por partes da frente e partes de trás.....	57
5.2	Balanceamento e definição de <i>layouts</i> de células de produção	58
5.2.1	Novo Balanceamento otimizado	62
5.2.2	Impacto do Novo Balanceamento no <i>Layout</i> Atual	64
5.2.3	Novo <i>Layout</i> Otimizado.....	67
5.3	Introdução de um Sistema Andon no posto de acabamentos	70
5.4	Organização de pequenos materiais no posto de acabamentos	73
5.5	<i>Overheads</i>	74
5.6	Criação de “Frutarias” ao lado de cada célula.....	75

5.7	Novo método de registo de defeitos no sistema	77
6.	DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS	81
6.1	Ganhos com os novos balanceamentos	81
6.1.1	Resumo dos ganhos com os balanceamentos dos 7 tipos de peças	85
6.2	Ganhos com os novos <i>layouts</i>	87
6.2.1	A nível de movimento de peças	87
6.2.2	A nível de movimentação de operadoras	89
6.3	Ganhos com a criação de um Sistema Andon	91
6.4	Ganhos com a implementação do carrinho dos pequenos materiais	92
6.5	Ganhos com a criação de “Frutarias” e com a <i>rack</i> na preparação	92
6.6	Ganhos com o novo método de registo de defeitos no sistema	93
6.6.1	Ganho em tempo	93
6.6.2	Ganho em transparência	94
6.6.3	Possível ganho monetário – Valor Presente Líquido (VPL ou NPV)	94
7.	CONCLUSÃO	97
7.1	CONCLUSÕES FINAIS	97
7.2	TRABALHO FUTURO	98
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101
	Anexo I – Balanceamentos Atuais das restantes peças	104
	Anexo II – Diagramas de Montagem e Layouts Atuais	114
	Anexo III – Balanceamentos propostos	129
	Anexo IV – <i>Layouts</i> propostos e diagramas de montagem após balanceamento.....	137

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Cronograma das Etapas do Projeto.....	5
Figura 2: Caracterização dos 3 tipos de sistemas de produção relativamente à quantidade e variedade de artigos. (Silva S. C., 2011).....	12
Figura 3: Os quatro tipos de precedências segundo Badiru (2005).....	15
Figura 4: Exemplo de diagrama de circulação (da Costa & Arezes, 2003).	17
Figura 5: Diagrama de Cordões (da Costa & Arezes, 2003).....	17
Figura 6: Instalações da Coindu em Joane, V.N. Famalicão.....	19
Figura 7: Instalações da Coindu em Arcos de Valdevez.....	20
Figura 8: Instalações da Coindu em Curtici, Roménia.....	21
Figura 9: Máquinas Lectras - corte automático de outros materiais	24
Figura 10: Corte de Couro - Colocação dos cortantes na pele	26
Figura 11: Área de revista de uma linha de produção.....	28
Figura 12: Modo de embalagem e Armazenamento do produto final.....	29
Figura 13: Legenda dos tipos de peças do Audi Q7.....	29
Figura 14: Situação atual do <i>layout</i> das equipas de produção da PPMM8	35
Figura 15: Secção de costura da empresa.....	35
Figura 16: Esquema de Montagem da peça ETLD	36
Figura 17: Diagrama de Montagem da peça ETL	38
Figura 18: Parte Central da peça ETL.....	39
Figura 19: Parte da Lateral com <i>Airbag</i> da peça ETL.....	39
Figura 20: Diagrama de <i>Spaghetti</i> e <i>Layout</i> Atual da Peça ETL	40
Figura 21: Identificação da entropia existente na mesa central da peça ETL	43
Figura 22: Balanceamento atual da melhor equipa do ETL do Modelo Audi Q7 Basis.....	45
Figura 23: Exemplo de dois Postos de Trabalho de acabamentos da peça ETL.....	54
Figura 24: Passos para registar um defeito de costura no sistema. Pior e Melhor dos casos...	56
Figura 25: Reorganização do <i>Layout</i> da PPMM8: Antes vs Depois.....	58
Figura 26: Novo Balanceamento da melhor equipa da peça ETL do modelo Audi Q7 Basis .	63
Figura 27: Novo Diagrama de Montagem após o balanceamento feito à peça ETL	65
Figura 28: Diagrama de <i>Spaghetti</i> intermédio e <i>Layout</i> Atual da peça ETL.....	66
Figura 29: Versão final do <i>Layout</i> da célula da peça ETL e o seu diagrama de <i>Spaghetti</i>	67
Figura 30: Ocupação de cada PT - Novo Balanceamento.....	69

Figura 31: Papel informativo existente no PT funcionalidade do Sistema Andon.	72
Figura 32: Sistema Andon implementado na célula.....	72
Figura 33: Novo carrinho de pequenos materiais.....	74
Figura 34: <i>Overhead</i> numa das linhas de produção	75
Figura 35: Modelo de <i>Overhead</i> para o modelo Audi Q7, da peça ETL da variante Cricket..	75
Figura 36: Exemplo de uma frutaria colocado ao lado de uma célula de produção	76
Figura 37: Antes (Paletes) VS Depois (Racks de alimentação às frutarias)	77
Figura 38: Passos necessários VS Passos desnecessários	79
Figura 39: Protótipo da solução informática para registo de defeitos de costura em sistema..	79
Figura 40: Balanceamento Atual ETC	104
Figura 41: Ocupação dos PT Atual - ETC	104
Figura 42: Balanceamento Atual AF.....	105
Figura 43: Ocupação Atual dos PT – AF	105
Figura 44: Balanceamento Atual – ATC.....	106
Figura 45: Ocupação Atual dos PT - ATC.....	107
Figura 46: Balanceamento Atual ATK.....	108
Figura 47': Ocupação Atual dos PT - ATK	109
Figura 48: Balanceamento Atual ATL	110
Figura 49: Ocupação Atual dos PT – ATL	111
Figura 50: Balanceamento Atual EF	112
Figura 51: Ocupação Atual dos PT – EF.....	112
Figura 52: Balanceamento Atual ET 3F.....	113
Figura 53: Ocupação Atual dos PT- ET 3F.....	113
Figura 54: Diagrama de Montagem Atual – ETC	114
Figura 55: <i>Layout</i> e diagrama de <i>Spaghetti</i> Atuais – ETC'	115
Figura 56: Diagrama de Montagem Atual – AF	116
Figura 57: <i>Layout</i> e diagrama de <i>Spaghetti</i> Atuais – AF.....	117
Figura 58: Diagrama de Montagem Atual – ATC.....	118
Figura 59: <i>Layout</i> e diagrama de <i>Spaghetti</i> Atuais – ATC	119
Figura 60: Diagrama de Montagem Atual - ATK	121
Figura 61: <i>Layout</i> e diagrama de <i>Spaghetti</i> Atuais – ATK.....	122
Figura 62: Diagrama de Montagem Atual – ATL.....	123
Figura 63: <i>Layout</i> e Diagrama de <i>Spaghetti</i> Atuais- ATL	124
Figura 64: Diagrama de Montagem Atual – EF.....	125

Figura 65: <i>Layout</i> e Diagrama de <i>Spaghetti</i> Atuais - EF	126
Figura 66: Diagrama de Montagem Atual - ET 3F	127
Figura 67: <i>Layout</i> e diagrama de <i>Spaghetti</i> Atuais - ET 3F.....	128
Figura 68: Balanceamento Proposto - ETC.....	129
Figura 69: Nova ocupação dos PT – ETC.....	129
Figura 70: Balanceamento Proposto – AF	130
Figura 71: Nova Ocupação dos PT- AF.....	130
Figura 72: Balanceamento Proposto – ATK	131
Figura 73: Nova Ocupação dos PT – ATK	132
Figura 74:Balanceamento Proposto – ATL.....	133
Figura 75: Nova Ocupação dos PT – ATL.....	134
Figura 76: Balanceamento Proposto – EF.....	134
Figura 77: Nova Ocupação dos PT – EF.....	135
Figura 78: Balanceamento Proposto - ET 3F	135
Figura 79: Nova Ocupação dos PT- ET 3F	136
Figura 80: Diagrama de Montagem após Balanceamento - ETC.....	137
Figura 81: <i>Layout</i> proposto e diagrama de <i>Spaghetti</i> do ETC	138
Figura 82: Diagrama de Montagem após Balanceamento – AF	139
Figura 83: <i>Layout</i> Proposto e diagrama de <i>Spaghetti</i> do AF	140
Figura 84: <i>Layout</i> Proposto e o diagrama de <i>Spaghetti</i> do ATC	140
Figura 85: Diagrama de Montagem após Balanceamento - ATK.....	141
Figura 86: <i>Layout</i> proposto e diagrama de <i>Spaghetti</i> do ATK	142
Figura 87: Diagrama de Montagem após Balanceamento - ATL	143
Figura 88: <i>Layout</i> proposto e diagrama de <i>Spaghetti</i> do ATL.....	144
Figura 89: Diagrama de Montagem após balanceamento – EF	145
Figura 90: <i>Layout</i> proposto e diagrama de <i>Spaghetti</i> do EF	146
Figura 91: Diagrama de Montagem após Balanceamento - ET 3F.....	147
Figura 92: <i>Layout</i> Proposto e diagrama de <i>Spaghetti</i> do ET 3F	148

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Lista de Fornecedores de Couro, Tecido e PVC	22
Tabela 2: Principais Clientes da Coindu	23
Tabela 3: Principais Concorrentes da Coindu	23
Tabela 4: Gama Operatória da peça ETL.....	37
Tabela 5: Descrição das máquinas associadas a cada PT e as suas operações.....	41
Tabela 6: Análise ao balanceamento Atual do ETL.....	45
Tabela 7: Análise Multi-momento à operadora Rita da peça ETL	47
Tabela 8: Resumo da Análise Multi-Momento do ETL - Rita.....	48
Tabela 9: Análise Multi-momento à operadora Paula da peça ETL	48
Tabela 10: Resumo da análise Multi-Momento do ETL - Paula.....	49
Tabela 11: Análise Multi-momento à operadora Sofia da peça ETL.....	49
Tabela 12: Resumo da análise Multi-Momento ao ETL - Sofia	50
Tabela 13: Ganhos - Balanceamento Anterior vs. Novo Balanceamento (ETL)	64
Tabela 14: Ganhos com a implementação do <i>Layout</i>	70
Tabela 15: Ganhos - Balanceamento Anterior vs. Novo Balanceamento (ET 3ª Fila)	82
Tabela 16: Ganhos - Balanceamento Anterior vs. Novo Balanceamento (EF).....	82
Tabela 17: Ganhos - Balanceamento Anterior vs. Novo Balanceamento (ATL).....	83
Tabela 18: Ganhos - Balanceamento Anterior vs. Novo Balanceamento (ATK 3ª Fila).....	83
Tabela 19: Ganhos - Balanceamento Anterior Vs Novo Balanceamento - ETC	84
Tabela 20: Ganhos - Balanceamento Anterior vs. Novo Balanceamento (AF)	84
Tabela 21: Ganhos em <i>Output</i> por tipo de peça (Peças/dia)	85
Tabela 22: Custo da MDO/ <i>Output</i> Atual vs Futuro e o Ganho por peça produzida	86
Tabela 23: Ganho monetário possível por cada tipo de peça após implementações.....	87
Tabela 24: Ganhos a nível da distância percorrida pela peça	88
Tabela 25: Ganhos a nível de entropia em cima da mesa central por tipo de peça.....	89
Tabela 26: Análise Multi-momento após implementações - Rita	89
Tabela 27: Análise Multi-momento após implementações - Paula.....	90
Tabela 28: Análise Multi-momento após implementações - Sofia	90
Tabela 29: Análise Multi-momento Antes VS Depois por operadora	91
Tabela 30: Caso Atual VS Caso Futuro e ganho por cada registo	93
Tabela 31: Cálculo do Valor Presente Líquido e do retorno do investimento	95

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

AFD – Assento Frente Direito

AFE – Assento Frente Esquerdo

AT 2F – Assento Traseiro da 2ª Fila do carro

AT 3F / ATK – Assento Traseiro da 3ª Fila do carro

ATC – Assento Traseiro Central

ATD – Assento Traseiro Direito

ATE – Assento Traseiro Esquerdo

CP – Células de Produção

EDI – *Electronic Data Interchange*

EFD – Encosto Frente Direito

EFE – Encosto Frente Esquerdo

ETC – Encosto Traseiro Central

ETD – Encosto Traseiro Direito

ETE – Encosto Traseiro Esquerdo

ET 3F – Encosto Traseiro da 3ª Fila do carro

FIFO – *First-In-First-Out*

JIT – *Just-In-Time*

LM – *Lean Manufacturing*

LP – *Lean Production*

MDO – Mão-De-Obra

OF – Ordem de Fabrico

PPMM – *Product Planning, Making and Managing*

PD – Posto Duplo

PT – Posto de Trabalho

SIAP – Sistema Integrado de Apoio à Produção

SPC – *Statistical Process and Control* – Controlo Estatístico do Processo

TC – Tempo de Ciclo

TPS – *Toyota Production System*

VSM – *Value Stream Mapping*

WIP – *Work-In-Process* – trabalho em curso de fabrico

1. INTRODUÇÃO

No âmbito do projeto de dissertação do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial da Universidade do Minho, foi realizado um estudo na empresa Coindu, componentes para indústria automóvel S.A., localizada em Mogege, no concelho de Vila Nova de Famalicão e que se centrou, após um diagnóstico ao estado atual da empresa, no balanceamento e redefinição de *layouts* das células de produção do modelo Audi Q7. A área da empresa onde se incidiu o estudo foi sobretudo na secção de confeção.

Neste capítulo é realizado um enquadramento do tema de estudo, e além disso são apresentados os objetivos e a metodologia de investigação-ação usada na elaboração desta dissertação. É também efetuada uma breve descrição da estrutura da dissertação.

1.1 Enquadramento

A cada ano que passa, os mercados são cada vez mais exigentes e, para corresponder a tal exigência, as empresas têm-se focado cada vez mais na metodologia *Lean Manufacturing* para otimizarem os seus processos produtivos, diminuírem tempos de entrega e custos de operação ao eliminarem desperdícios existentes neles, tais como de transporte de materiais, movimentações de operadores, tempos de espera e de paragem de máquinas e/ou de operadores, entre outros.

A competição internacional e a procura do cliente estão a forçar a mudanças radicais na produção. Como resultado, as organizações que compreenderam a importância de pertencer a um mercado global procuraram tornar-se mais competitivas através do recurso a métodos operacionais baseados em sistemas de produção inovadores, distintos dos tradicionais modelos de fabrico (Rawabdeh, 2005). Desta forma, as empresas viram-se forçadas a olhar para além dos custos, procurando dar maior ênfase aos produtos que são necessários aos clientes, entregando-os mais rapidamente do que os seus concorrentes e superando os requisitos de qualidade (Rawabdeh, 2005).

Como forma de atingir esses objetivos traçados pelas organizações é usualmente utilizada a metodologia *Lean Production (LP)*, termo introduzido por John Krafcik – investigador da *International Motor Vehicle Program (IMVP)* – como forma de se referir ao *Toyota Production System* (Womack, Jones, & Roos, 1990). *LP* é definido como uma abordagem multi-dimensional que engloba uma ampla variedade de ferramentas num sistema

integrado (Shah & Ward, 2003), tendo como ideias principais a contínua eliminação de desperdícios, i.e., de todas as atividades que não acrescentam valor, e a mudança da cultura da organização. Ser *lean* permite desfrutar de diversos benefícios, tais como: *lead times* reduzidos, menor necessidade de retrabalho, custos reduzidos, maior transparência no processo e em toda a organização, aumento da robustez dos processos, inventário reduzido e eliminação de “Muda” (Melton, 2005).

No reconhecido livro “*Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*”, o autor identificou a sobreprodução, os defeitos, o excesso de inventário, as movimentações, o sobre processamento, os transportes e as esperas como os sete desperdícios a serem eliminados com a implementação desta metodologia. (Ohno, 1997) A Coindu é um empresa em clara expansão e que está cada vez mais a apostar na melhoria contínua de todos os seus setores e processos e, como consequência disso, é cada vez mais uma empresa voltada para a filosofia *lean* ao tentar reduzir os desperdícios existentes.

O balanceamento de células de produção visa aproveitar os recursos de uma maneira mais rentável para a empresa, distribuindo a carga de trabalho por todos os operadores para que se reduza tempos de paragem, movimentações, esperas e *Work-In-Process (WIP)* elevados. Conjugando uma melhor disposição dos *layouts* das máquinas com o balanceamento é possível reduzir drasticamente os transportes e movimentações de operadores bem como prevenir defeitos associados a estes tipos de desperdícios identificados por diversos autores.

A presente dissertação surge na busca da melhoria contínua do processo associado à produção e inspeção das peças, mas também melhorias relativamente à alimentação às equipas de produção por parte da área da preparação da empresa.

1.2 Objetivo

O que é esperado deste projeto é o balanceamento e redefinição de layout de uma célula para cada tipo de peça do modelo Audi Q7, variante Basis Cricket, para que possa ser estendido subsequentemente a todas as outras células. De forma a ter uma maior produtividade, é também objeto de estudo, os tipos de desperdícios existentes no processo, com vista assim a minimizá-los, dando especial atenção à distância percorrida pela peça e ao transporte/movimento das operadoras. Será enfatizado o fluxo percorrido pela peça, de modo a tentar reduzir a entropia na mesa central, eliminando os cruzamentos

de peças e outros movimentos impróprios. É ainda expectável a melhoria de postos de trabalho aplicando a metodologia dos 5S's, melhorando o dia-a-dia da operadora; e também a gestão visual das células de produção, de forma a facilitar o trabalho de gestão por parte do gabinete de produção e das supervisoras de linha.

Após as implementações espera-se que as equipas atinjam os 100% de produtividade

1.3 Metodologia de Investigação

O projeto a desenvolver na empresa Coindu, assenta na metodologia “Investigação-Ação”. A “Investigação-Ação” pode ser definida como uma intervenção na prática profissional com a intenção de proporcionar uma melhoria. É uma família de metodologias de investigação que incluem ação e investigação ao mesmo tempo, utilizando um processo cíclico ou em espiral, que alterna entre ação e reflexão crítica (Coutinho, Sousa, Dias, Bessa, Ferreira, & Vieira, 2009)

Em resumo, a “Investigação-Ação” pode ser apresentada como uma forma de pesquisa sistemática, autorreflexiva e colaborativa com objetivo de melhorar as práticas nos diversos campos de ação. Esta metodologia apresenta as seguintes características (Susman & Evered, 1978)

- Participativa e colaborativa: implica todos os intervenientes no processo;
- Prática e interventiva: Não se limita ao campo teórico, a descrever uma realidade, mas intervém nessa mesma realidade;
- Cíclica: A investigação envolve uma espiral de ciclos, nos quais as descobertas iniciais geram possibilidades de mudança que são então implementadas e avaliadas com a introdução do ciclo seguinte;
- Crítica: A comunidade crítica dos participantes não procura apenas melhores práticas no seu trabalho, atuam também como agentes de mudança, críticos e autocríticos das eventuais restrições;
- Auto-avaliativa: As modificações são continuamente avaliadas, numa perspetiva de adaptabilidade e de produção de novos conhecimentos.

A metodologia abordada deverá ocorrer de forma cíclica para ser possível tirar o maior proveito. Assim sendo, o projeto estará dividido em 7 etapas.

A primeira, intitulada como “Planeamento e definição dos objetivos do projeto”, consiste não só em definir os objetivos que se pretendem alcançar com a realização deste projeto,

como também em planear todas as fases para a realização do mesmo inclusive a metodologia, como é o caso.

Na segunda etapa, “Investigação e revisão bibliográfica”, é efetuada uma pesquisa sobre os temas *Lean Manufacturing* e sistemas de produção, dando relevância a sistemas de produção orientados ao produto (SPOP), nomeadamente células de produção, bem como o seu balanceamento e definição de layouts, utilizando-se para isso, fontes bibliográficas consideradas relevantes para este assunto.

A fase seguinte, “Análise e diagnóstico da situação atual” compreende um estudo sobre o estado em que se encontra o sistema de produção na fase inicial do projeto. Para isso é necessário a recolha de informação e a observação das operações e operadores, bem como a identificação de possíveis melhorias a desenvolver, verificando os desperdícios no sistema.

A quarta etapa, “Definição e planeamento das ações de melhoria a implementar”, pode ser definida como a preparação para a realização da quinta, “Implementação das ações de melhoria selecionadas”. Primeiro identificam-se e planeiam-se as propostas que permitirão eliminar desperdícios e melhorar o atual processo.

Na “Análise crítica aos resultados obtidos”, é feita uma crítica positiva ou negativa aos resultados conseguidos de todas as propostas de melhorias apresentadas.

Na sétima e última etapa, faz-se esta dissertação, tendo em conta a realidade encontrada na Coindu e os resultados gerados pelas implementações propostas. A Figura 1 apresenta o cronograma das etapas do projeto.

Fases do trabalho:

1. Planeamento e definição dos objetivos do projeto;
2. Investigação e revisão bibliográfica;
3. Análise e diagnóstico da situação atual do sistema de produção;
4. Definição e planeamento das ações de melhoria a implementar;
5. Implementação das ações de melhoria selecionadas;
6. Análise crítica aos resultados obtidos;
7. Elaboração da dissertação.



Figura 1: Cronograma das Etapas do Projeto

1.4 Estrutura da dissertação

O presente projeto de dissertação começa com uma revisão bibliográfica onde se referencia o conteúdo que fundamenta o projeto, seguindo-se um capítulo relativo à empresa em estudo, onde são apresentadas as principais áreas da empresa, os seus produtos e onde é descrito o processo. Posteriormente é apresentada análise e diagnóstico da situação atual do sistema utilizando algumas ferramentas apropriadas para o efeito. Com isto explica-se o propósito das melhorias a implementar. Para terminar são descritas e explicadas detalhadamente, todas as melhorias propostas e implementadas, bem como os resultados obtidos, tanto a nível organizacional como financeiro, onde é então operada a análise crítica aos resultados obtidos, terminando depois com a conclusão desta tese.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo faz uma revisão da literatura para enquadrar este projeto de investigação no contexto bibliográfico. Como tal, é feita uma revisão sobre os fundamentos *Lean Manufacturing*, explicando o pensamento *Lean*, e contextualizando brevemente a base deste conceito referindo o *Toyota Production System (TPS)*. Em seguida, são mencionados os princípios da eliminação de desperdícios, referindo os sete principais desperdícios existentes num processo. É também feita uma revisão sobre células de produção, os tipos existentes, bem como o balanceamento de células e a sua metodologia.

2.1 *Lean Production e o TPS – Toyota Production System*

Lean Production é um dos mais recentes paradigmas na indústria atual. As suas técnicas de chão-de-fábrica (*shop-floor*) e as suas filosofias de produção são vastamente reconhecidas por toda a indústria (Yamamoto & Bellgran, 2010).

Embora o *TPS* tenha sido originalmente criado pela *Toyota Motor Corporation*, tem sido adotado por muitas outras empresas, pelo Japão e por todo o Mundo (Monden, 1995). No entanto, as atenções do mundo a esta prática era limitada até à publicação do livro “*The Machine that Changed the World*” (Yamamoto & Bellgran, 2010).

Lean Production (Womack, Jones, & Roos, 1990), é uma metodologia de melhoria organizacional que procura a redução de custos e aumento da produtividade através da redução de desperdícios (*muda*, em Japonês) (Maia, Eira, Alves, & Leão, 2015). Esta é uma abordagem multidimensional que inclui uma grande variedade de práticas de gestão tais como *JIT - Just-In-Time*, sistemas de qualidade, equipas de trabalho, células de produção, gestão de fornecedores, etc., como um sistema integrado (Shah & Ward, 2003).

2.1.1 *Lean thinking*

A designação *Lean Thinking* ou *Pensamento Lean* (“pensamento magro”), como conceito de liderança e gestão empresarial, foi usada pela primeira vez por James Womack e Daniel Jones (1996), na obra de referência com o mesmo nome. Desde então, o termo é mundialmente aplicado para se referir à filosofia de liderança e gestão que tem por objetivo a sistemática eliminação do desperdício e a criação de valor. Trata-se de um dos mais bem-sucedidos paradigmas de gestão que o mundo empresarial conheceu (Pinto 2014).

Para criar valor é primeiramente necessário identificá-lo. O valor apenas pode ser definido pelo cliente final e apenas quando representa um produto, um serviço ou um bem específicos que expressem a necessidade do cliente, com um preço específico e num espaço de tempo específico (Womack and Jones 2010).

A filosofia de “pensamento magro” baseia-se segundo (Hicks 2007) em alguns princípios tais como:

- Definir valor;
- Identificar a cadeia de valor;
- Garantir o fluxo;
- Implementar a produção *pull*;
- Perseguir a perfeição.

2.1.2 Identificação e redução de desperdício

Em qualquer organização é possível identificar desperdícios em diversas formas. Taiichi Ohno nomeou os sete tipos de desperdícios mais comuns, conhecidos por *Muda* em Japonês.

- Sobreprodução. Este desperdício é o pior de todos uma vez que influencia todos os outros. Produzir em excesso é produzir sem o cliente pedir. É exatamente o oposto que um dos princípios básicos da produção *pull* diz.
- Espera por falta de material, por uma falha no equipamento, pela imobilidade do operador, é um claro desperdício pois estão a ser desperdiçados recursos da empresa. Poderá estar associado a um balanceamento inapropriado do processo – *bottleneck*.
- Transporte de materiais excessivo também não acrescenta valor. Este desperdício está bastante associado à sobreprodução.
- Sobreprocessamento ou processamento inadequado, poderá ser resultado de uma má utilização dos recursos, ou poderá estar associado a operações extras não valorizadas pelo cliente.
- Excesso de *stock* ou inventário origina custos para a empresa associados ao *stock* que se encontra para lá do que é necessário para produzir o pedido do cliente.

- Defeitos são um claro desperdício, visto o cliente não estar disponível para pagar um produto defeituoso. Este desperdício obriga a um retrabalho que tem custos associados.
- Movimentações. Este tipo de desperdício está relacionado com o tempo perdido pelos operadores a movimentarem-se à procura de material, ferramentas, etc. No caso de células de produção, um *layout* inapropriado gera deslocações desnecessárias por parte destes.

Quando se fala em desperdício, deverão ser definidos três tipos de atividades dentro da organização ou do processo (Hines & Taylor, 2000).

1. Atividades de valor acrescentado. Este tipo de atividade é aquele que na perspetiva do cliente, faz com que o produto ou serviço seja mais valioso.
2. Atividades que não acrescentam valor. São atividades que não acrescentam valor ao produto ou serviço e não são necessárias nas circunstâncias presentes. Este tipo de atividade é um foco para eliminação, visto serem claramente desperdício. Devem ser removidas num curto espaço de tempo
3. Atividades que não acrescentam valor mas são necessárias. Estas atividades não acrescentam qualquer valor ao produto ou serviço sendo, no entanto necessárias, a não ser que se modifique radicalmente o processo. Estes tipos de atividades são de difícil remoção e portanto, devem ser o foco, a longo prazo (Hines & Taylor, 2000).

2.2 Ferramentas *Lean*

Existem várias ferramentas associadas à filosofia *Lean Production (LP)*, e à medida que esta vai sendo estudada e implementada em diferentes ambientes empresariais, vão surgindo novas ferramentas induzidas por diversos sistemas de produção em inúmeras indústrias. De modo a pôr em prática a *LP*, é necessário implementar várias ferramentas e técnicas que suportam este modelo organizacional (Bragança, Alves, Costa, & Sousa, 2013).

Para esta dissertação fará apenas sentido falar em algumas delas.

2.2.1 5S's

Os 5S's são cada vez mais uma das ferramentas mais usadas pela indústria atual. A sua nomenclatura está relacionada com os 5 termos começados por "S" em Japonês – Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, e Shitsuke.

Os 5S's baseiam-se em:

Seiri – Separação. Separar o que é necessário do que não é necessário. Manter no posto de trabalho (PT) apenas o que é necessário e descartar o resto.

Seiton – Organização. Organizar o que é necessário de forma simples e intuitiva, de forma a ser fácil encontrar o desejado.

Seiso – Limpeza. Limpar o PT (máquinas e espaço envolvente) e manter todos os itens em ordem.

Seiketsu – Normalização. Definir normas para manter o PT organizado.

Shitsuke – Disciplina. Usar, manter e melhorar as normas (Sousa, 5S, 2014).

Benefícios da implementação dos 5S's:

- Redução dos tempos de preparação;
- Redução do número de defeitos;
- Redução de custos;
- Redução de prazos de entrega;
- Redução do número de paragens;
- Crescimento da organização, etc. (Sousa, 5S, 2014)

2.2.2 Gestão visual

O objetivo da gestão visual, segundo Amorim (2014), baseia-se em dar aos operadores no chão-de-fábrica, controlo sobre o posto de trabalho através de uma clara e objetiva comunicação visual. Esta comunicação permite uma rápida indicação do estado ou condição de algum processo ou máquina. Um exemplo de gestão visual bastante utilizado é o sistema Andon (Amorim, 2014).

O sistema Andon é uma ferramenta de gestão visual que realça o estado de operações numa área e, com apenas um olhar, é possível observar sempre que uma anormalidade ocorre (Marchwinski & Shook, 2003). Este pode ainda indicar o estado de produção, avarias de máquina, problemas de qualidade, falta de ferramentas, atrasos do operador, etc. Serve igualmente para mostrar o estado de produção em termos de número de unidades planeadas *versus* o *output* atual (Marchwinski & Shook, 2003).

2.2.3 *Standard Work*

Trabalho padronizado ou *standard work* é um sistema detalhado, documentado e visual, que um ou mais associados da empresa desenvolve e cumpre uma série de passos de processos predefinidos. Deve ser utilizado quando um determinado trabalho obriga à realização de uma série de tarefas (Krichbaum, 2008).

Standard work consiste num conjunto de procedimentos de trabalho que tem como objetivo estabelecer os melhores métodos e sequências de trabalho para cada operador e para cada processo (Martins, 2013). O principal objetivo da padronização do trabalho é garantir que todos sigam o mesmo procedimento, utilizem do mesmo modo as ferramentas e saibam o que fazer quando confrontados com a realidade (Sampaio, 2014). Existem três elementos para a normalização do trabalho que são:

- Tempo de ciclo normalizado – tempo padrão para a produção total de um produto.
- Sequência de trabalho normalizado – conjunto de atividades sequenciais que representam a melhor forma de executar o trabalho
- WIP normalizado – quantidade mínima de *stock* que permite ao operador executar as suas operações sem haver uma interrupção do fluxo de produção. (Soares, 2014)

2.2.4 Diagrama de *Spaghetti*

O diagrama de *Spaghetti* demonstra o fluxo de material e a atividade física. É usado para detalhar, através de uma representação visual, o fluxo atual e as distâncias envolvidas no processamento de um produto (Almeida, 2013).

Este diagrama pode ser muito útil na identificação de desperdícios, nomeadamente de transporte e deslocações.

2.3 Sistemas de produção

Os sistemas de produção, segundo Silva, C. (2011) podem ser categorizados relativamente à variedade de artigos produzidos, à forma de implementação, ao modo de satisfação da procura, à natureza dos produtos, e à continuidade do fluxo de produção. No que respeita à quantidade existem 3 tipos de produção:

1. Fabricação unitária ou de pequenas séries, para uma grande variedade de artigos;
2. Fabricação em série, para uma pequena variedade de artigos;

3. Fabricação em massa para nenhuma variedade de artigos;

Quanto à implantação, os sistemas de produção poderão ser:

- Fixa – para produtos de grandes dimensões;
- Oficina funcional – para uma grande variedade de artigos;
- Oficina orientada ao produto – para uma pequena variedade de artigos;
- Linha – para uma pouca ou nenhuma variedade de artigos;

Em relação ao modo de satisfação da procura, este poderá ser de dois tipos: para encomenda e para *stock*. Já quanto à natureza dos produtos poderá ser discreta, para componentes ou peças desmontáveis ou de processo para produtos não desmontáveis como por exemplo produtos químicos. No que tem a ver com a continuidade do fluxo de produção poderá ser categorizado em intermitente para produção em lotes ou de contínuo para produção em massa.

A Figura 2 ilustra os três tipos genéricos de sistemas de produção tendo em conta a taxa de produção versus a variedade de artigos existentes.

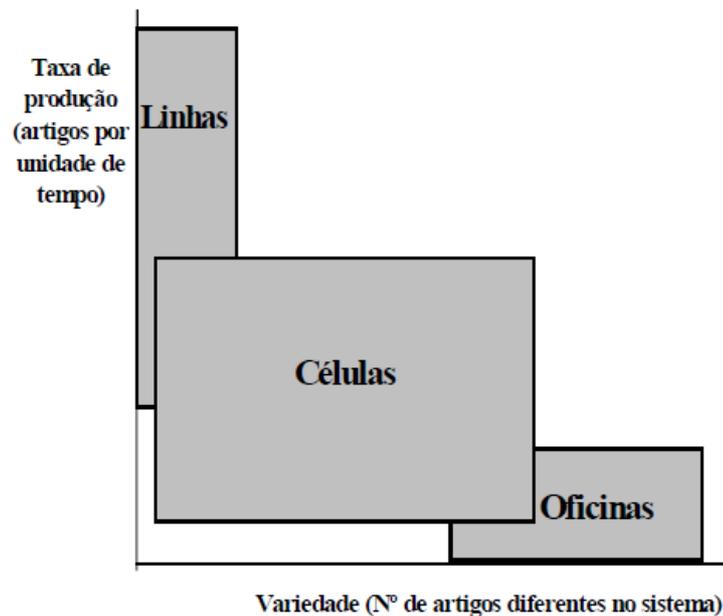


Figura 2: Caracterização dos 3 tipos de sistemas de produção relativamente à quantidade e variedade de artigos. (Silva S. C., 2011)

2.4 Sistemas de produção orientados ao produto (SPOP)

Os sistemas de produção orientados para o produto, tal como o próprio nome indica, são sistemas que estão voltados para o produto ao contrário dos sistemas orientados à função (SPOF) Alves (1999). Os SPOP, segundo Alves (2007), podem ser definidos como

sistemas reconfiguráveis, formados por conjuntos interligados e complementares de células de produção reconfiguráveis, destinados a, de forma coordenada e sincronizada, fabricar os componentes de um produto ou família de produtos similares.

Os SPOP comparativamente ao SPOF apresentam um menor número de variedade de artigos, sendo estes similares.

Devido à natureza da produção orientada ao produto, em relação à produção orientada à função, não apenas conseguem uma maior produtividade, menor *WIP*, menor tempo de processamento e um melhor controlo de produção, mas também volumes de produção mais altos (Silva & Alves, 2002).

2.4.1 Células de produção

O aumento da concorrência interna e externa, juntamente com a aceleração dos avanços tecnológicos, têm conduzido ao desenvolvimento de muitos novos conceitos e estratégias de produção. Muitas empresas encontram-se a avaliar continuamente estes novos conceitos e estratégias, para poder mudar os seus sistemas de produção de forma a ganhar competitividade nos mercados (Al-Mubarak, Canel, & Khumawala, 2003). As células de produção são uma forma de organização de *layout*, que têm sido usadas de forma a ir em direção a esta nova competitividade e flexibilidade exigidas (De Meyer, Nakane, Miller, & Ferdows, 1989).

As células de produção (CP) são uma filosofia que visa reconhecer e encontrar semelhanças entre componentes/produtos. Estes são agrupados em famílias com base em semelhanças de forma e/ou processos de produção. As máquinas necessárias são assim agrupadas em células para poder produzir estas famílias de componentes. A vantagem é que o tempo necessário de *Setup* é menor quanto maior quantidade de componentes semelhantes forem agregados (Al-Mubarak, Khumawala, & Canel, 2003).

Para o agrupamento de produtos em famílias existem diversos métodos, sendo um deles o *Production Flow Analysis*, desenvolvido por Burbidge em 1971. Este método usa o fluxo de fabrico bem como a sua informação para agrupar os produtos com o mesmo processo de fabrico (Krichbaum, 2008). Existem ainda outros dois métodos segundo Irani (1999), no que diz respeito ao agrupamento em famílias de produtos, *eyebaling*, que agrupa conforme as similaridades dos componentes, das gamas operatórias e dos projetos de cada um e além deste a codificação e a classificação dos produtos finais, tendo como

código identificativo o tipo de matéria-prima (MP), fornecedor, cliente final, modelo, cor, entre outros (Alves A. , 2007) .

As CP mantêm, segundo Silva, C. (2011), parte da flexibilidade dos sistemas funcionais (oficinas) retendo benefícios importantes típicos das linhas de produção, como qualidade, alta produtividade e WIP reduzido. Além destes existem outros benefícios que o sistema de produção celular poderá trazer. Segundo Oliveira & Alves (2009), para o nível operacional, melhorias importantes são relativas aos tempos de entrega, à utilização de máquinas e pessoas, qualidade do produto e do processo bem como a redução do espaço necessário.

Como qualquer sistema de produção, as células também apresentam as suas desvantagens. Segundo Alves (2013), as células de produção têm como pontos negativos a menor utilização das máquinas e uma menor flexibilidade para enfrentar flutuações da procura ou frequentes introduções de novos produtos.

2.4.2 Balanceamentos de células de produção

Segundo Duarte & Lima (2008), quando se realiza um estudo a células de produção é necessário criar uma solução de balanceamento, equilibrando a atribuição das operações aos postos de trabalho. Isto é feito quando se verifica que a distribuição das operações pelos PT não está equilibrada e, que pode ser originada por diferentes ritmos de trabalho dos operadores.

Para fazer um balanceamento adequado para cada equipa, poderá por vezes ser necessária a cronometragem de tempo. Segundo da Costa & Arezes (2003), o estudo de tempos é uma técnica de observação direta intensiva ou contínua, apropriada para tarefas manuais ou semiautomáticas de ciclos curtos e repetitivos.

Para se proceder ao balanceamento de uma célula é necessário ter em atenção o tempo de ciclo. Este conceito é segundo Carravilha (1998), o tempo máximo permitido em cada estação e corresponde também ao tempo entre a produção de unidades sucessivas à saída da célula.

No fluxo de um produto dentro de uma célula, os componentes são processados dependendo de um conjunto de operações para um dado tempo de ciclo. As operações são realizadas com uma certa sequência ordenada por postos dado uma relação de precedências (Özcan & Toklu, 2009).

Para obter um balanceamento correto e um *layout* otimizado é sempre necessário ter em atenção as precedências das operações. Existem, segundo Badiru (2005), quatro tipos de precedências (Figura 3):

- *Finish to Start* – Acaba para poder começar;
- *Start to Start* – Começa para poder começar;
- *Start to Finish* – Começa para poder acabar;
- *Finish to Finish* – Acaba para poder acabar;

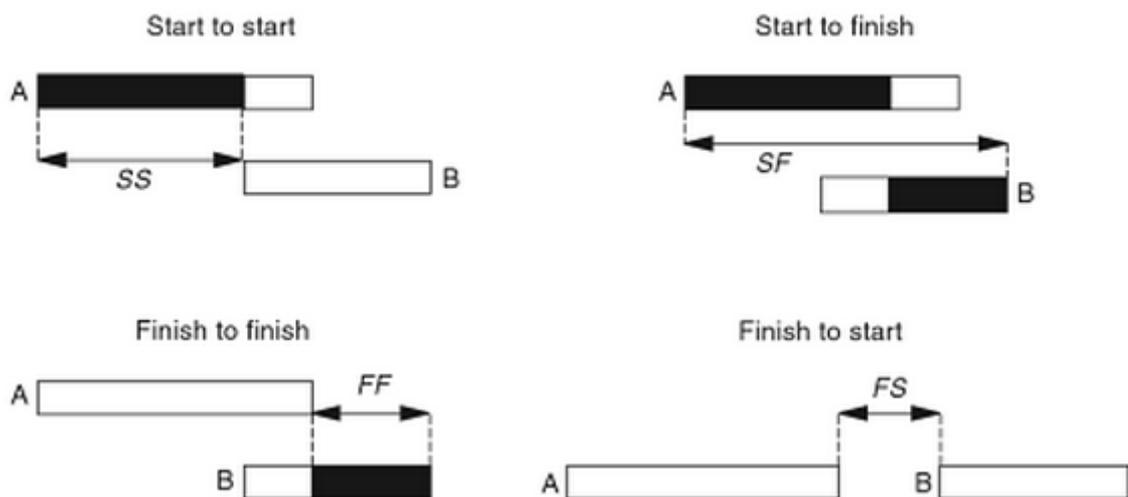


Figura 3: Os quatro tipos de precedências segundo Badiru (2005)

Ao fazer o estudo, deverá ser tomado em conta os tempos de paragens dos operadores. Segundo o PRONACI - Programa Nacional de Qualificação de Chefias Intermédias: Associação Empresarial de Portugal (2003), os tempos de paragens podem-se identificar da seguinte forma:

- Paragens por avaria do equipamento;
- Paragens por avaria de ferramenta;
- Paragens por manutenção programada;
- Paragens para limpezas e manutenção de 1º nível – manutenção a cargo do operador;
- Paragens para mudança de fabrico;
- Paragens para afinações e regulações;

- Microparagens – são todos os tempos que resultam de encravamentos, desimpedimentos, desajustamentos e desalinhamentos. A sua medição é quase impossível;
- Paragens por falta de energia e fluidos;
- Paragens relacionadas com problemas de mercado ou absentismo. Este tipo de paragens podem ocorrer por falta de materiais, por falta de trabalho ou por falta do operador;

2.4.3 Definição de *layouts* de células de produção

Tal como já foi referido na secção 2.4.2, existem diagramas que apoiam o estudo de movimentos, tanto de operadores como do fluxo do material. Para se perceber o processo existente e para se poder conceber um *layout* futuro é importante a utilização destes tipos de diagramas.

O balanceamento de células de produção exige um estudo de métodos de trabalho dos operadores, e do fluxo. Existem assim, diversas técnicas de registo dos dados necessários a esse estudo. Assim sendo podem-se considerar três grandes grupos:

- Gráficos indicando a sequência de um processo. Exemplo: Gráfico de análise de processo, de sequência-material, etc.
- Gráficos utilizando uma escala de tempo. Exemplo: Gráfico homem-máquina, de atividades múltiplas, simograma.
- Diagramas indicando movimento. Exemplo: Diagrama de circulação e diagrama de cordões (da Costa & Arezes, 2003).

No que diz respeito aos diagramas de circulação, estes consistem em representar num layout fabril o percurso do material. No que toca ao diagrama de cordões por outro lado, mede e representa o percurso dos operadores por meio de um cordão (da Costa & Arezes, 2003).

A Figura 4 e a Figura 5 representam exemplos deste tipo de diagramas.

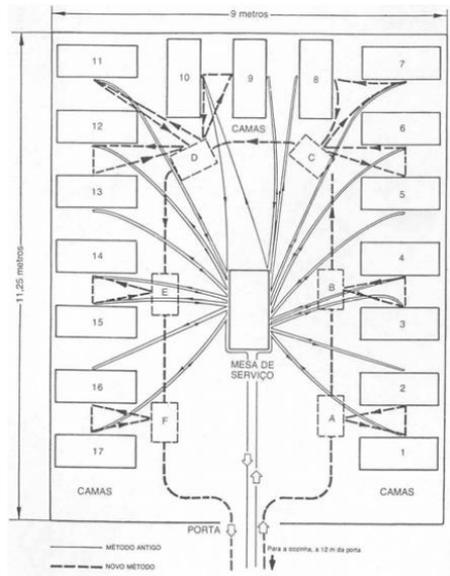


Figura 4: Exemplo de diagrama de circulação (da Costa & Arezes, 2003).

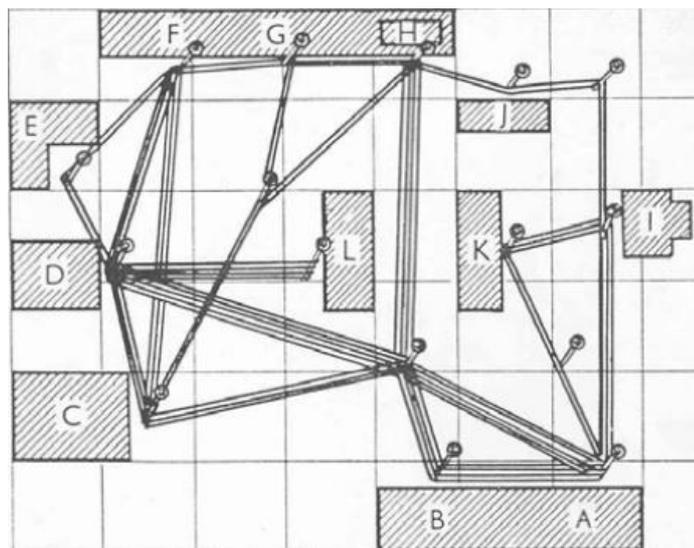


Figura 5: Diagrama de Cordões (da Costa & Arezes, 2003).

3. A EMPRESA

Este capítulo tem como objetivo apresentar a empresa onde foi realizado o projeto. Pretende-se fazer uma apreciação geral criando uma imagem parcial da empresa, baseada na dimensão, na evolução histórica, na sua posição no mercado, na organização interna e nos seus principais produtos e processos produtivos, bem como identificar os seus principais fornecedores, clientes e concorrentes.

A empresa onde foi realizado o estudo chama-se Coindu, Componentes para Indústria Automóvel, S.A. e localiza-se em Mogege, no concelho de Vila Nova de Famalicão.

A Coindu é uma empresa dedicada ao fabrico de capas para assentos e encostos em couro, tecido e PVC (imitação do couro natural). Estes são dedicados à indústria automóvel.

3.1 Historial e Evolução

A Coindu foi fundada em 1988 por antigos quadros da Têxtil Manuel Gonçalves. No início localizou-se em Labruge (Joane) e com o nome Conflex. Em 1992, era composta por um quadro de 182 trabalhadores dos quais 159 estavam diretamente ligados à produção. Foi durante este período que a empresa adotou o nome de Coindu, S.A..



Figura 6: Instalações da Coindu em Joane, V.N. Famalicão.

Desde então, a Coindu cresceu a um elevado ritmo devido às exigências que tem em termos de qualidade, flexibilidade e cumprimento de prazos de entrega, características indispensáveis para empresas que estão ligadas ao sector automóvel.

Em 1999, a Coindu atingiu o máximo da sua capacidade e devido à pouca quantidade de mão-de-obra disponível na região optou por ampliar as suas instalações, em junho do ano 2000, numa segunda unidade fabril em Arcos de Valdevez (Figura 7).

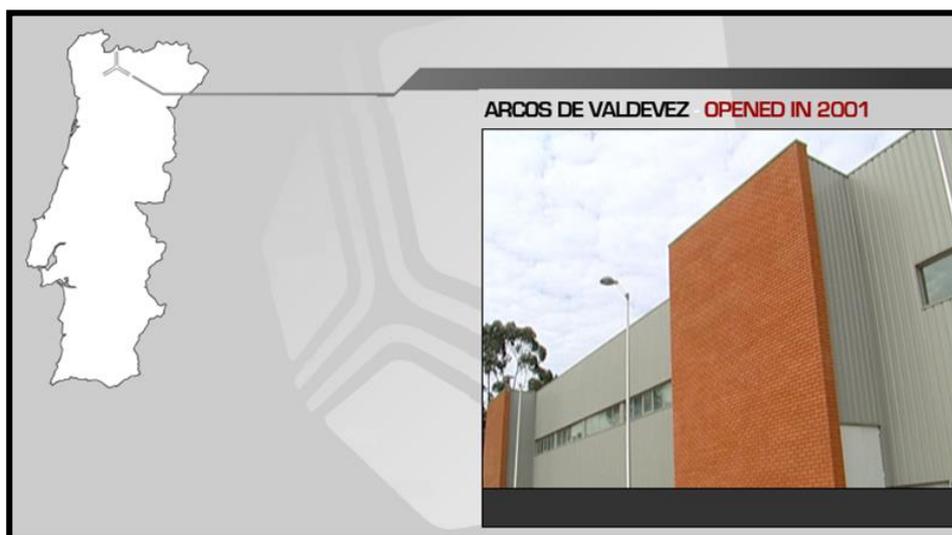


Figura 7: Instalações da Coindu em Arcos de Valdevez

Face ao crescimento observado nesse ano, no final de 2001, a Coindu ultrapassou os 64 milhões de euros em vendas, registando um aumento de 83% em relação ao ano anterior. Devido a um novo contrato de produção a iniciar em Junho de 2002, em Arcos de Valdevez, a empresa decidiu acrescentar mais três linhas de produção e ampliar a área de corte.

Com a evolução da empresa, em 2004, a Coindu tinha 1400 colaboradores, tendo atingido um volume de vendas de 98 milhões de euros. Para conseguir fazer face ao crescimento e à crescente competitividade vinda dos países de Leste, a Coindu optou por abrir novas instalações perto desses países. Assim, em 2005, com um investimento de cerca de 20 milhões de euros foi criada uma nova unidade produtiva localizada em Curtici, Roménia (Figura 8). Esta unidade empregou na altura cerca de 300 novos trabalhadores e operando com 15 novas linhas de produção.



Figura 8: Instalações da Coindu em Curtici, Roménia

Atualmente o grupo conta com cerca de 3756 trabalhadores, estando divididos por 5 localizações: Mogege, Joane, Arcos de Valdevez, Curtici e MRO, tendo 1081, 872, 680, 1096 e 27 respetivamente. Perspetiva-se brevemente a abertura de duas novas unidades, uma no México e outra na Roménia, o que levará a empresa a atingir facilmente o patamar dos 4000 colaboradores no próximo ano.

Sendo a empresa de Mogege, uma das empresas mais estáveis do grupo e que apresenta maior volume de produção e também onde se vai incidir o projeto de dissertação é apresentado mais discriminadamente os colaboradores da empresa.

A empresa localizada em Mogege tem 1081 colaboradores, estando estes divididos pelas seguintes áreas:

- 951 – Número de operativos diretamente ligados à produção;
- 53 – Trabalhadores indiretos administrativos;
- 14 – Vendas;
- 9 – Finanças;
- 8 – Recursos Humanos;
- 9 – IT – *Information Technology*;
- 3 – Melhoria Contínua;
- 25 – Manutenção;
- 9 – Desenvolvimento.

A empresa é líder do *ranking* nacional no sector da indústria têxtil. Esta posição de liderança deve-se a uma filosofia de trabalho que visa satisfazer os elevados níveis de

exigência (ao nível da qualidade, flexibilidade e cumprimento de prazos de entrega) que se encontram bem patententes no ramo automóvel.

3.2 Principais Matérias-Primas

As matérias-primas utilizadas na fabricação das capas para assentos, encostos e apoios para automóveis são muito variadas dependendo do modelo e da especificação do cliente. Como tal, enumeram-se alguns dos materiais mais utilizados: Couro, diversos tipos de tecidos, PVC (vinil), espuma, etiquetas, linhas, perfis, elástico, manga, TNT, etc.

3.3 Principais Fornecedores, Clientes e Concorrentes

Os principais fornecedores da empresa são empresas que fornecem material que é grande constituinte do produto final. Assim sendo, as matérias-primas mais usadas são o couro, os vários tipos de tecido e o PVC (imitação do couro). A Tabela 1 lista os principais fornecedores destas matérias-primas.

Tabela 1: Lista de Fornecedores de Couro, Tecido e PVC

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

A Coindu produz exclusivamente para a indústria automóvel, estando portanto todos os seus clientes ligados a esta indústria. Existem dois tipos de clientes (Tabela 2), distinguidos por níveis:

- *1st tear suppliers* – fornecedor de 1º nível
- *2nd tear suppliers* – fornecedor de 2º nível

No caso do fornecedor de 1º nível este significa que a Coindu é um fornecedor direto das empresas que necessitam do produto acabado, enquanto o fornecedor de 2º nível significa

que estas empresas nas quais a Coindu é fornecedora, vendem o produto a empresas que pretendem o produto acabado como por exemplo a Audi.

Tabela 2: Principais Clientes da Coindu

	<i>1st tear suppliers</i>	<i>2nd tear suppliers</i>
Clientes:	Audi	Faurecia
	BMW	Feher
		JCI
		Lear

Como qualquer empresa, a Coindu tem também os seus concorrentes que tal como os seus clientes estão divididos em *1st tear supplier* e *2nd tear supplier*. O que acontece nesta situação é que a Coindu tem como os seus principais concorrentes, alguns dos seus principais clientes, muito devido a contractos diretos com as marcas. Na Tabela 3 é possível verificar os principais concorrentes da empresa.

Tabela 3: Principais Concorrentes da Coindu

	<i>1st tear suppliers</i>	<i>2nd tear suppliers</i>
Concorrentes	Faurecia	Aunde Teknik
	Lear	Boxmark
		Carint
		Hybel
		Intergroclin
		Martur
		Prevent
		Sunviauto

3.4 Processos

A empresa para conseguir produzir o produto final, ou seja, as capas para automóveis, está dividida em várias áreas de processo tais como: Corte de outros materiais (Lectras), Corte de couro, Preparação, Costura, Revista e Embalagem.

3.4.1 Corte de outros materiais – Lectras

O corte é uma função de extrema importância para a empresa, pois encontra-se diretamente ligado à produção, tendo elevada responsabilidade na qualidade do produto

final. Esta função é também de extrema importância devido aos ganhos que poderá gerar a nível de eficiência do corte.

O corte de outros materiais é realizado por máquinas automáticas de corte de lâmina de marca Lectras (nome comum no chão de fábrica), com um complexo sistema computadorizado associado. Este sistema possui uma mesa de digitalização de moldes e *software* de construção de planos de cortes que em muito pouco tempo gere inúmeros planos até escolher o de maior eficiência a nível de aproveitamento do material. Nesta secção, são cortados vários tipos de materiais: tecido (vários tipos), PVC, espumas, telas, alcatifas, TNT, entre outros. De modo a exemplificar as máquinas é apresentada a Figura 9.



As Lectras têm associado um sistema integrado de CAD/CAM. O processo é inicializado

Figura 9: Máquinas Lectras - corte automático de outros materiais

pela digitalização, em sistema CAD, das peças a cortar. Seguidamente, são montados os planos de corte de forma a obter a maior otimização possível. Esta montagem é então reencaminhada para a máquina onde prossegue com o corte automático.

As sequências das operações são as seguintes:

- Estender a matéria-prima a cortar na mesa do corte;
- Mudança das ferramentas de corte (punções, lâmina quando necessário);
- Introdução do código do plano de corte;
- Corte;
- Remoção das peças cortadas para as paletes que posteriormente seguirão para a área de preparação.

3.4.2 Corte de couro, faceamento, laminação e revista

A secção de corte de couro envolve além do próprio corte do couro, o faceamento, laminação, revista e repouso do material. Nesta área, o processo começa no corte de couro, seguindo-se para o faceamento que é onde os colaboradores retiram algum material em excesso através de uma máquina de faceamento de forma a facilitar o processo de costura e certas partes do produto. Após o faceamento é feita a laminação onde é efetuado uma colagem entre a espuma e o couro, onde em seguida tem uma fase para arrefecer (repouso). Só depois desta fase de arrefecimento é que os colaboradores estão autorizados a revistar. Caso contrário poderá danificar o couro. Esta fase de repouso poderá atingir as 24 horas. Em seguida o material poderá prosseguir para a preparação.

O processo de corte de couro envolve as seguintes etapas:

- Análise e seleção do lote de couro que deve ser cortado atendendo ao plano de trabalho em vigor, assim como, à seleção dos cortantes a utilizar;
- Seleção da pele do lote para o próximo carro a cortar e registo da área dessa pele, de acordo com o sistema *First-In-First-Out (FIFO)*;
- Colocação da pele estendida sobre a mesa de corte de modo a que ela fique o mais lisa possível;
- Marcação, sem exercer grande pressão, a lápis branco dos principais defeitos da pele;
- Colocação dos cortantes nas zonas A e eliminação das eventuais pregas com a mão;
- Colocação dos cortantes nas zonas B e C;
- Transferência da mesa para a prensa e execução do corte;
- Remoção dos cortantes e das peças colocando as últimas na mesa de inspeção.



Figura 10: Corte de Couro - Colocação dos cortantes na pele

Na Figura 10 é exemplificado o modo de colocação dos cortantes na pele.

As zonas A, B e C são determinadas para cada variante de produto final, de acordo com os catálogos de couro definidos pelo cliente final. As zonas A são as de melhor qualidade e servem, geralmente, para as partes mais visíveis das peças, sempre de acordo com o catálogo. As zonas B são de qualidade intermédia e são para zonas pouco visíveis das peças. Por último, as zonas C são de má qualidade e, geralmente, são utilizadas para zonas das peças que não ficam visíveis, na montagem final.

Depois de as peças estarem cortadas, procede-se à inspeção visual completas de todas as peças cortadas, de forma a evitar que peças defeituosas avancem no processo de fabrico. Esta revista existe paralelamente à mesa de corte de couro (uma operadora de revista de corte por equipa de corte), tendo como missão a revista a 100% das peças e colocação destas em estantes próprias, por modelo e por peça (AFD, AFE, EFD, EFE, ATD, ATE, AT 2F, ETE, ETD, etc.).

3.4.3 Preparação

É nesta secção onde há a junção do que vem do corte das Lectras e do que vem do corte do couro. Na atualidade, existe uma revista dos materiais que vem do corte das Lectras na área de preparação e só depois o material é colocado em paletes juntamente com o couro conforme as Ordens de Fabrico (OF's) que estiverem a sair. A preparação é feita mediante o plano de trabalho estipulado. Este plano de trabalho é o plano semanal do corte, pois é neste que constam os dias em que as OF's devem entrar em produção.

3.4.4 Produção

O sector de produção está dividido em duas grandes áreas: PPMM8 e PPMM9. Dentro de cada PPMM existem duas áreas: Confeção e Revista. A área de confeção possui 6 linhas de produção geridas e supervisionadas por 1 gestor de produção a trabalhar em turno normal, 1 adjunto de produção e 6 chefes de linha (supervisoras) por cada turno, estando uma responsável por cada linha. Cada linha de produção tem 3 ou 4 células de produção, que são constituídas entre 5 a 7 operadoras de costura. Em cada equipa/célula de produção existe uma operadora líder que é responsável por garantir o bom desempenho da equipa ao coordenar e a transmitir qualquer tipo de problema à chefe de linha.

Ainda dentro de cada PPMM existe o sector de revista, que se encontra dividido em dois, tendo uma supervisora por cada 3 linhas de produção para cada turno. Cada parte da revista tem 4 operadoras. Estas são responsáveis entre 2 a 3 células cada dependendo da peça que estão formadas a revistar. A distribuição de trabalho para as operadoras de revista é feita tendo em conta o tempo que demora a revistar uma peça. Quando revistam peças grandes como AT 2F ou ETL a capacidade delas diminui pois perdem mais tempo a revistar, logo há um equilíbrio/ balanceamento do trabalho entre estas operadoras de forma a conseguirem dar vazão.

No que diz respeito à revista, a qual se encontra após a confeção. É de frisar que todos os colaboradores intervenientes no processo produtivo devem estar atentos ao aparecimento de defeitos, para que estes sejam detetados de forma precoce e seja possível uma correção e contenção, evitando prejuízos elevados. Porém, há defeitos que só são detetados no final do processo produtivo. A revista tem como objetivo detetar estes defeitos para evitar que estes apareçam no cliente final. A Figura 11 mostra a área de revista de uma linha de produção.

Em cada PPMM existe também mais colaboradores que dão o seu contributo necessário para o bom funcionamento de cada área. Assim sendo, existe uma técnica de costura em cada turno que é responsável pela formação das operadoras em novas operações, formação de novas operadoras na empresa, bem como pela garantia do cumprimento de certas especificações exigidas pelo cliente. Existe também uma técnica de qualidade, que garante o controlo de qualidade por cada turno. Há ainda um gabinete de engenharia de produto que tem como principais funções o desenvolvimento de novos produtos e alterações à gama operatória de um já existente, desenvolvendo um esquema de montagem para cada tipo de peça, bem como a sua gama operatória a seguir pelas operadoras.



Figura 11: Área de revista de uma linha de produção

Quando surgem defeitos de produção, fora das especificações (limites de controlo), as operadoras de revista lançam os defeitos no SIAP. O tratamento desta informação permite a obtenção de indicadores para a avaliação da qualidade das equipas. Estes indicadores são os seguintes:

- FRC's – peças com defeito mas que são reparáveis, sem que haja necessidade para a substituição de componentes.
- PPM's internos (Partes por Milhão) – peças com defeito cuja reparação só é possível com a requisição de componentes ao Corte, para que as peles sejam reparadas ou, então, peças com defeito que não sejam reparáveis.

3.4.5 Embalagem

A embalagem é o último ponto do processo de fabrico. A Coindu providencia, de acordo com os requisitos dos clientes, embalagens adequadas ao tipo de produtos que fabrica, para que estes cheguem ao cliente final sem quaisquer danos.

Nas condições de embalagem é definido detalhadamente o tipo de embalagem a utilizar, a posição das peças dentro destas e o tipo de etiquetagem. Estas instruções encontram-se no processo de fabrico.

Durante o período em que as peças ficam em *stock* sob o controlo da Coindu, as embalagens ficam no armazém, em locais identificados para a colocação dos respetivos produtos. Existem também, instruções operativas que indicam aos colaboradores da embalagem como e onde devem ser posicionadas as embalagens. Seguidamente, na

Figura 12, é apresentado o modo de embalagem e o local de armazenamento do produto final.



Figura 12: Modo de embalagem e Armazenamento do produto final

3.5 Composição de um carro

Em seguida é apresentado a composição de um carro e as respetivas siglas que são diariamente utilizadas na empresa para o descrever.

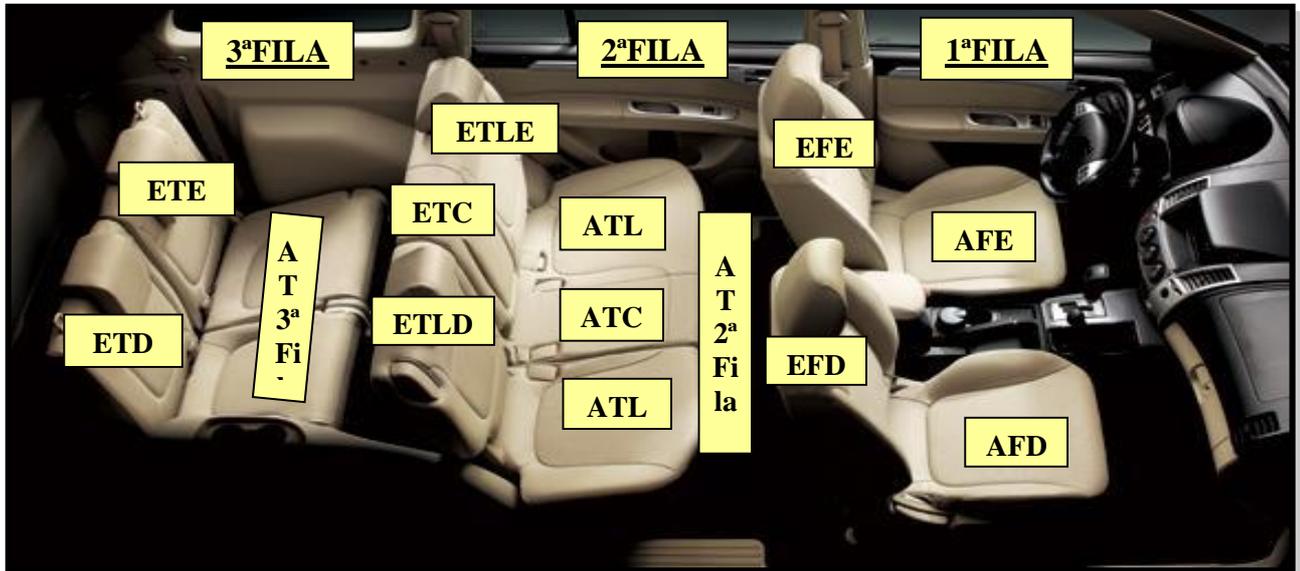


Figura 13: Legenda dos tipos de peças do Audi Q7

Tal como é possível observar na Figura 13 , este modelo de carro possui três filas uma vez que tem 7 lugares.

4. ANÁLISE À SITUAÇÃO ATUAL DA EMPRESA

Para se poder proceder à implementação de melhorias ao processo e aos PT de uma empresa, é necessário primeiramente fazer uma análise à empresa para então se poder focar numa determinada área. Este capítulo descreve o porquê da escolha deste objeto de estudo e faz uma análise pormenorizada da situação atual da empresa neste sector.

4.1 Escolha da área/objeto de estudo

Ao analisar os diversos sectores da empresa, foi notado que o sector de produção é onde se gera maior valor acrescentado ao produto final, visto que é aqui que há a maior transformação a este. É também onde há maiores recursos a nível de mão-de-obra (MDO) em toda a empresa e onde existe maior variabilidade a nível de produção, visto depender essencialmente de MDO. Além disto é o sector onde o absentismo tem maior impacto. Para melhor compreensão, passa-se a explicar a constituição e o funcionamento da secção de confeção.

Após uma análise geral à empresa deparou-se com o sector com maior desperdício a nível de recursos, especialmente humanos, uma vez que não estão a ser rentabilizados como deveriam.

Foi também notado um elevado desperdício nas equipas de produção tanto a nível de movimento de material como de pessoas. Para tal foi feito um estudo por cada tipo de peça (AF; EF; AT 3F; ETL; ATL; ATC; ETC, ET 3F etc.) da variante Basis do modelo Audi Q7 que se encontra na PPM8. Foi escolhido este modelo porque é um modelo recente e que vai estar por alguns anos a ser produzido na empresa. Além disso vai ser expandido para a PPM9.

Visto que cada equipa/célula de produção tem a sua própria maneira de trabalhar, isto é, cada uma tem um balanceamento e um fluxo de material diferente, foi escolhida a melhor equipa no que concerne à produtividade por tipo de peça de modo a ter uma base de estudo.

4.2 Abordagem ao estudo

Numa primeira análise foi feito um levantamento das operações que cada operadora fazia. Com isto, e juntamente com a gama operatória e o esquema de montagem, foi desenhado o fluxo que a peça percorre no *layout* da equipa através de um diagrama de *Spaghetti*, que

é uma ferramenta visual que ajuda a detetar os principais movimentos incorretos ou de desperdício.

No fluxo da peça é importante ter em conta as precedências da peça, a distância percorrida por esta, ou seja, tentar que postos que tenham bastante troca de peças entre eles estejam o mais perto possível um do outro de forma a minimizar a distância percorrida. Há também que ter em conta o tamanho da peça na altura de troca de postos. Uma vez que duas peças pequenas (peças que levaram pouca ou nenhuma transformação) ao trocar com um posto que esteja afastado, é sempre melhor a uma peça praticamente completa fazer essa mesma troca visto que esta última aumenta a dificuldade de manuseamento da peça. É importante que as células tenham o maior número de postos duplos possíveis de forma a reduzir área ocupada pela célula e também de forma a minimizar deslocações. Postos duplos (PD) são criados quando alguma operadora necessita de 2 postos de trabalho (PT) para realizar as operações a elas atribuídas.

É deveras importante a distribuição do trabalho de igual forma por parte das operadoras (o que maioritariamente não acontece), de forma à aproximação ao tempo de ciclo. Se todas as operadoras estivessem a trabalhar a uma taxa de ocupação de 100 %, era sinal que a soma dos tempos das operações que fazia cada uma era igual ao tempo de ciclo, o que significa que a equipa conseguiria produzir o máximo de peças caso, num ambiente ideal, não houvesse faltas de material na produção, movimento das operadoras para mudar de posto ou à procura de material, tempos de *Setup*, entre outros tipos de desperdício que não estão relacionados diretamente com o balanceamento ou disposição das máquinas.

Para analisar o balanceamento da célula de produção de cada peça, foi necessário efetuar uma cronometragem de tempos a cada operação. Visto que este estudo será aplicado para todas as peças, houve o cuidado de não considerar operadoras com pouca experiência devido ao risco de prejudicar outras equipas no processo de implementação.

A cronometragem foi feita, regra geral, a 5 peças, visto ser o *WIP* recomendado e maioritariamente usado pelas equipas. Isto é, as operadoras realizavam as suas tarefas em cinco peças e depois era dividido o tempo por 5 de forma a dar o tempo de cada operação por peça.

Com esta cronometragem e juntamente com a informação das operações que cada operadora executa foi calculada a ocupação de cada uma num ciclo de uma peça. É de notar que há operações que são feitas por mais do que uma operadora, o que leva a assumir uma percentagem por operação. Para tal foram feitos os seguintes cálculos:

$$Ocup. = \sum(Bi \times C)[Segundos]$$

Ocup. → Ocupação da operadora por operação [Segundos]

B → Percentagem da operação *i* feita por esta operadora [Percentagem]

C → Tempo/Operação [Segundos]

Após ter sido calculado a ocupação de cada operadora, procede-se ao cálculo do tempo de peça:

$$TP = \frac{(\sum C)}{60} [Minutos]$$

TP → Tempo de peça [Minutos]

O tempo de peça é a soma do tempo de todas as operações, ou seja, é o tempo que demora a fazer uma peça com apenas uma operadora. Uma vez que numa célula existe mais do que uma operadora (normalmente entre 5 a 8), calculam-se quantas peças se conseguem fazer com este *TP*.

$$PP = \frac{(450 * N)}{TP} [Peças/turno]$$

PP → Produção Prevista [Peças/turno]

N → Número de Operadoras

Ora, este cálculo dá-nos então a quantidade máxima possível de peças a produzir num turno. Visto cada turno trabalhar 7,5 horas uma vez que possuem dois intervalos de 20 e 10 minutos, um dia de trabalho corresponde assim a 450 minutos.

Assim sendo, os minutos de produção diários multiplicados pelo número de operadoras dão os minutos produtivos totais que existem em um turno. Ao dividi-los pelo tempo de peça, é então dada a tal quantidade máxima que é possível produzir desta peça.

Em seguida é calculado o Tempo de Ciclo (TC) teórico que nos diz de quanto em quanto tempo sai uma peça se a célula estivesse perfeitamente balanceada, ou seja, tendo todas as operadoras com o tempo de ocupação igual a este tempo.

$$TC = \frac{450 \times 60}{PP} [\text{Segundos}]$$

TC → *Tempo de Ciclo* [Segundos]

Após o cálculo do Tempo de Ciclo, já é possível calcular a Taxa de Ocupação por operadora. Esta taxa é uma comparação com o tempo de ciclo. Isto é, a taxa de ocupação de cada operadora em proporção ao TC. Caso esteja acima dos 100% significa que esta tem excesso de carga de trabalho, e quando está abaixo, o contrário.

$$TO = \frac{Ocup}{TC} [\%]$$

TO → *Taxa de Ocupação* [%]

Em seguida para se ter uma melhor percepção do balanceamento atual desta célula é calculado o chamado tempo de estrangulamento, que é o Tempo de Ciclo Real.

$$T_{estrang.} = \text{Maior valor de } TO * TC [\text{Segundos}]$$

T_{estrang.} → *Tempo de estrangulamento* [Segundos]

Este tempo transmite o que acontece atualmente, isto é, de quanto em quanto tempo sai uma peça na produção, caso não haja atrasos de material, avarias de máquinas ou falta de pessoas. Evidentemente, a frequência com que uma peça é produzida é dada pelo tempo de ocupação mais elevado de uma operadora, uma vez que se cria um engarrafamento ou *bottleneck* nesse posto.

4.3 Análise ao *Layout* geral das linhas de produção da PPM8

No momento inicial deste estudo o *layout* da PPM8 encontrava-se desorganizado. Não existia uma lógica quando se olhava para cada linha de produção. Para quem não tem contacto diário com a produção torna-se difícil localizar onde é feito cada peça.

A Figura 14 mostra como estão alocadas as células nesta área, nessa fase inicial.

Linha 41	ETL M1E41A	ETD/E M1E41B	AF 7P 8M M1E41C	
Linha 42	EF 7P 11M M1E42A	EF 7P 10M M1E42B	AF 6P 8M M1E42C	
Linha 43	AT 7P 9M M1E43A	ATL 7P 8M M1E43B	ETL 6P 11M M1E43B	
Linha 44	ATC 6P 8M M1E44A	ATL 7P 8M M1E44B	EF 7P 10M M1E44C	
Linha 45	ETC 6P 8M M1E45A	EF B8 6P 11M M1E45B	EF B8 SSP 6P 10M M1E45C	
Linha 46	AF 5P 7M M1E46A	ETD/E SSP B8 5P 8M M1E46B	AF SSP B8 6P 8M M1E46C	AT SSP B8 6P 8M M1E46D

Legenda:
Partes da frente do Audi Q7
Partes de trás do Audi Q7
Audi B8

Figura 14: Situação atual do *layout* das equipas de produção da PPMM8

É possível observar na figura que não existe uma lógica clara de distribuição das equipas pelas linhas de produção. As linhas 45 e 46 produzem maioritariamente Audi B8. Já as restantes produzem o modelo Audi Q7, no entanto não se consegue ver uma lógica na distribuição das células.

A Figura 15 mostra o aspeto da área de confeção da empresa.



Figura 15: Secção de costura da empresa

Como é possível observar, não é possível perceber exatamente onde é feito cada modelo ou cada tipo de peça, pelo que inicialmente era necessário perguntar a alguém experiente

ou então ler a etiqueta de alguma peça em produção para se conseguir saber o que estava a ser produzido em cada CP.

4.4 Análise geral às células de cada tipo de peça

Nesta secção faz-se uma análise ao PT das células de cada tipo de peça recorrendo a certas ferramentas tais como o diagrama de *Spaghetti* e o balanceamento de células de produção de forma a perceber o estado atual das equipas para então se poder proceder a melhorias dependentemente do estado que se encontram.

4.4.1 Análise do fluxo da peça

Com vista a análise do fluxo da peça para conseguir detetar os movimentos impróprios, tais como longas distâncias percorridas pela peça, e cruzamentos de peças na mesa central, foi recorrido ao diagrama de *Spaghetti* como ferramenta de gestão visual. Para tal, foram desenhados os PT tal como se encontravam na altura da observação, e através da informação de que operadoras operavam neles e ainda a distribuição da gama operatória por operadora/PT (balanceamento Atual), foi desenhado o fluxo da peça. Para tal ser possível foi recorrido ao esquema de montagem e à gama operatória da peça. Em exemplo segue a Figura 16 e a Tabela 4 representativas destes.

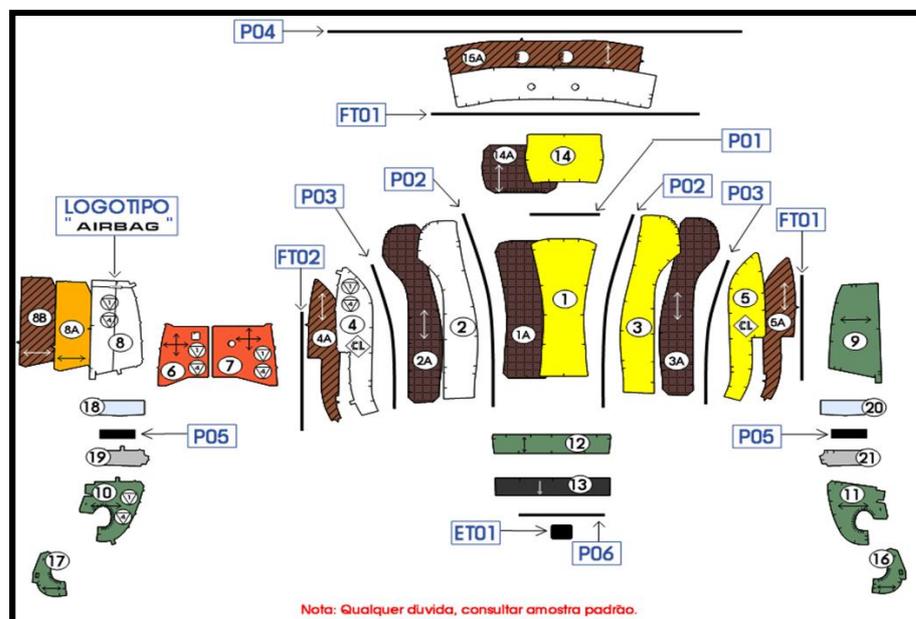


Figura 16: Esquema de Montagem da peça ETLD

Tabela 4: Gama Operatória da peça ETL

Operações	
1	Unir peça 1 à 1A, 2 à 2A, 3 à 3A e 14 à 14A
2	Unir peça 1/1A à 14/14 ^a
3	Fixar perfil TNT P01 ao conjunto anterior
4	Unir peça 2/2A e 3/3A ao conjunto anterior
5	Fixar perfil TNT P02 ao conjunto anterior
6	Unir peça 15/15A ao conjunto anterior
7	Efetuar costura decorativa 2 agulhas aberta no /conjunto anterior
8	Fixar tela 6 à peça à peça 8/8A
9	Fixar tela 7 à peça 4/4A
10	Unir conjunto anterior e conjunto da operação 008 até ao <i>flap</i> em máquina normal
11	Terminar costura anterior em máquina de <i>Airbag</i>
12	Fixar etiqueta de <i>Airbag</i>
13	Efetuar costura decorativa 2 agulhas aberta no conjunto anterior (em máquina especial com leitura para fita sarjada)
14	Unir conjunto anterior ao conjunto da operação 007
15	Unir peça 5/5A à peça 9
16	Efetuar costura decorativa 2 agulhas aberta no conjunto anterior
17	Unir conjunto anterior ao conjunto da operação 014
18	Unir peça 12 à peça 13 aplicando etiqueta em simultâneo
19	Unir conjunto anterior ao conjunto da operação 017
20	Efetuar bainhas na peça 16
21	Unir peça 11 à peça 16
22	Efetuar bainhas na operação anterior
23	Fixar peça 20 (spunbond) e peça 21 (spinnviles) sobre a peça 11, colocando fridola (P05) e efetuar bainha
24	Unir conjunto anterior ao conjunto da operação 019
25	Efetuar bainha na peça 17
26	Unir peça 10 à peça 17
27	Efetuar bainhas na operação anterior
28	Fixar peça 18 (spunbond) e peça 19 (spinviles) sobre a peça 10, colocando fridola (P05) e efetuar bainha
29	Unir conjunto anterior ao conjunto da operação 024 até ao <i>flap</i> em máquina normal
30	Continuar costura anterior em máquina de <i>Airbag</i>
31	Terminar costura anterior em máquina normal
32	Fixar perfis P03 no conjunto anterior
33	Fechar telas a 5mm em máquina de <i>Airbag</i>
34	Fechar telas a 10mm em máquina de <i>Airbag</i>
35	Fixar perfil P06
36	Fixar perfil P04
37	Efetuar cravados no conjunto anterior

Como é possível observar em cima, a gama operatória é bastante confusa, devido à redundância ao nome da operação, o que torna difícil a compreensão a quem não tem experiência no assunto. Para melhorar a compreensão da mesma foi criado um diagrama de montagem da peça, onde se explica o desenvolvimento da peça, usando o esquema de montagem e a gama operatória, e que vai servir de guia para futuros estudos a este modelo. Este mostra as diferentes fases de montagem da peça à medida que vai sofrendo

operações e as suas precedências. Este é começado pelas partes da peça (imagens de base) que são consideradas independentes às restantes, visto poderem ser trabalhadas a qualquer momento pois não existem precedências de operações. A Figura 17 representa o diagrama de montagem para a peça Encosto Traseiro Lateral – ETL.

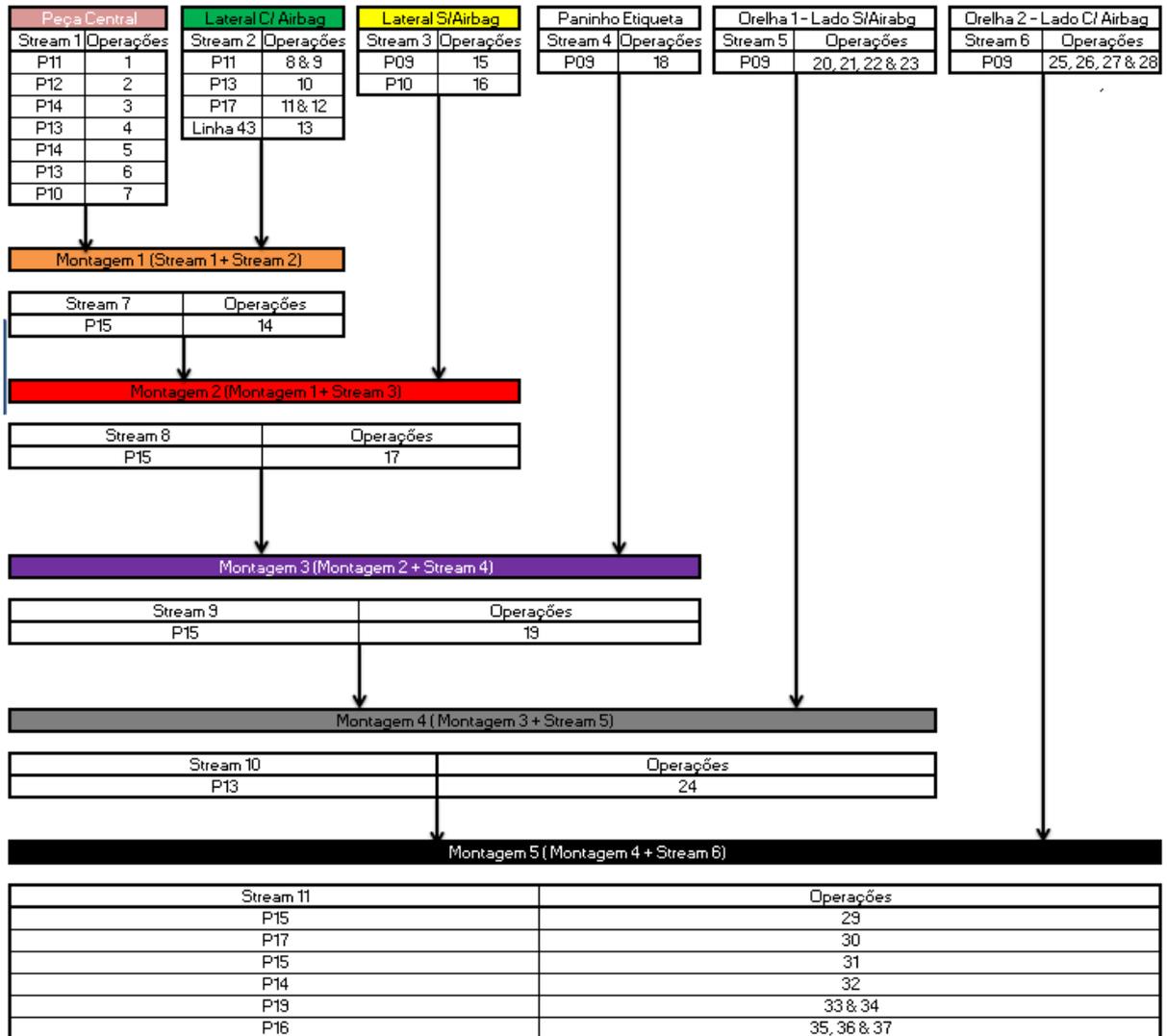


Figura 17: Diagrama de Montagem da peça ETL

Tal como é possível observar, existem 6 partes independentes onde se pode começar a peça e que correspondem cada uma, a um *stream* e caso tenham mais de uma operação são representadas por cores diferentes (mais à frente será explicado o porquê destas cores). Um *stream* é considerado um caminho que a peça tem de fazer realizando determinadas operações até ter de “aguardar” por outro *stream* para fazer a montagem das duas partes já feitas. Por exemplo o *stream* 1 mais o *stream* 2 vão gerar o *stream* 7

que é uma montagem das duas partes que saem da “Peça Central” com a “Lateral C/Airbag” (Nomes criados no chão de fábrica).

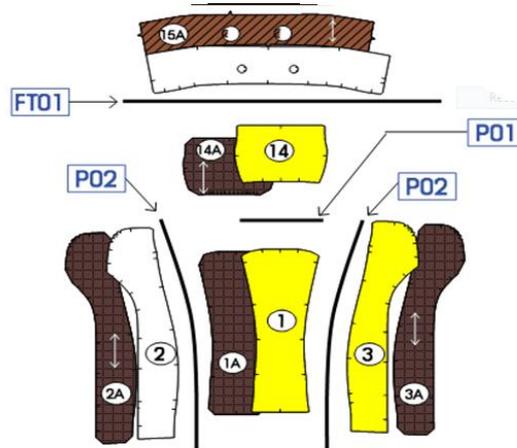


Figura 18: Parte Central da peça ETL

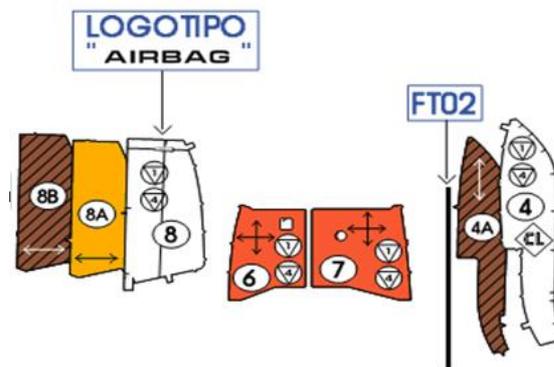


Figura 19: Parte da Lateral com Airbag da peça ETL

O *stream 1* é um combinado de operações de costura que cria um conjunto juntando as imagens de base 1, 2, 3, 14 e 15 (Figura 18). Já o *stream 2* realiza um combinado de operações na parte lateral com airbag de forma a preparar esta lateral para unir com a parte central da peça (*stream 1* - Figura 19), dando assim origem ao *stream 7* que é a montagem entre estes dois *streams* ($Stream 1 + Stream 2 = Montagem 1$). A *stream 7* não é possível se as suas *streams* precedentes não tiverem prontas. Assim sendo distingue-se o fim de uma *stream* quando essa parte da peça tem de esperar até outra estar concluída para fazer a montagem das duas.

Continuando a seguir esta lógica, olhando assim para a gama operatória, esquema de montagem e diagrama de montagem, é possível perceber a conceção da peça para

conseguir então perceber-se o fluxo que ela percorre. É de notar que as cores das montagens, à medida que o diagrama se vai desenvolvendo, vão escurecendo. Isto é útil para ser de rápida visualização o tamanho que se encontra a peça num determinado movimento.

Paralelamente a este diagrama de montagem, foi criado, utilizando o diagrama de *Spaghetti*, o fluxo e o *layout* atual da peça. Para título de exemplo segue a Figura 20.

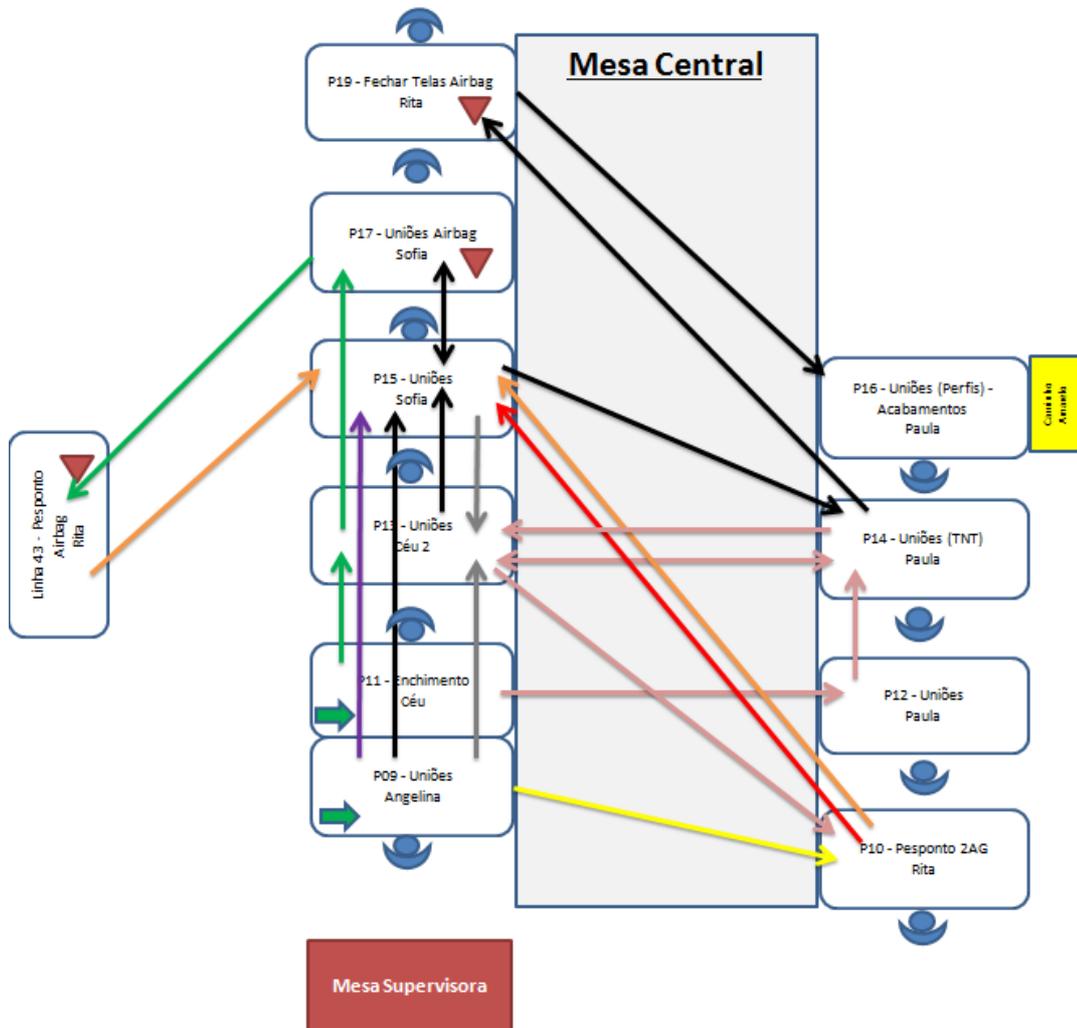


Figura 20: Diagrama de *Spaghetti* e *Layout* Atual da Peça ETL

De modo a resumir que operação se faz por PT, bem como a descrição de cada máquina foi descrito na Tabela 5.

No Anexo I – Balanceamentos Atuais das restantes peças e no Anexo II – Diagramas de Montagem e Layouts Atuais, é possível verificar esta mesma análise para os restantes tipos de peça.

Tabela 5: Descrição das máquinas associadas a cada PT e as suas operações

Posto	Operações	Descrição da Máquina
P09	15, 18, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27 & 28	Uniões
P10	7, 16	Pesponto 2 Agulhas
P11	1, 8, 9	Enchimento
P12	12	Uniões
P13	4, 6, 10 & 24	Uniões
P14	3, 5, 32	Uniões (TNT)
P15	14, 17, 19, 29, 31	Uniões
P16	35, 36, & 37	Uniões (Perfis) - Acabamentos
P17	11, 12 & 30	Uniões <i>Airbag</i>
P19	33 & 34	Telas <i>Airbag</i>
Linha 43	13	Pesponto <i>Airbag</i>

Neste *layout* que se encontrava em vigor aquando da análise feita, é possível observar que não existem Postos Duplos, o que se torna uma clara oportunidade de melhoria pois, como é possível observar, existem operadoras com mais do que um PT a elas associados, a Rita, a Sofia e a Paula.

É comum na empresa representar com o nome de “Posto Duplo” apenas o posto que roda para o lado contrário comparativamente aos postos desse lado da linha de produção. Nos postos ímpares (postos alocados do lado esquerdo à mesa central) as operadoras estão volvidas para a mesa da supervisora. No lado dos postos pares (postos alocados do lado direito) as operadoras estão volvidas para o lado contrário à mesa da supervisora. Isto quer dizer que caso a operadora Paula tivesse um posto duplo (PD) com os Postos 12 e 14, o posto que era denominado de PD era o Posto12, uma vez que é sempre o posto de trás que gira para se tornar duplo. No *layout* da célula é também possível observar os postos onde entra a matéria-prima para início da peça. Estes estão marcados com uma seta verde em cima do PT (P11 e P09). Por outro lado existe apenas um posto no qual sai o produto acabado, que está simbolizado com um carrinho amarelo ao seu lado. É este carrinho que faz o transporte do produto acabado para a área de Revista.

Existem PT que estão marcados com um triângulo vermelho, que simboliza os PT que fazem as operações com *airbag*. Para as operações relacionadas com o *airbag* são necessárias máquinas especiais pois são operações meticolosas e que exigem especial cuidado e controlo. Estes PT não podem ser considerados como duplos, pois possuem uma parte destinada ao armazenamento de cones de linha especiais para as operações de

airbag e que caso fiquem duplos (caso seja um destes PT a girar) impossibilita o acesso a estes cones. No entanto pode haver uma operadora que trabalhe entre este posto e outro, só que neste caso o posto de trás (Posto duplo) não poderá ser o posto de *airbag*. Os desenhos representativos de operadores apresentados nos PT são apenas para demonstrar a posição do operador e não para contabilizar o número de operadores.

Nesta figura é possível observar facilmente o percurso que a peça faz seguindo paralelamente o diagrama de montagem com a gama operatória e o esquema de montagem referidos anteriormente. É possível notar que existem alguns movimentos impróprios da peça tais como:

- Longas distâncias entre postos onde existe troca de peças;
- Entropia - cruzamento de peças na mesa central;

Estas são as principais observações ao analisar o *layout* atual desta célula e onde há possibilidade de melhorias. É de notar que com o novo balanceamento este fluxo irá se alterar pelo que um novo diagrama deverá ser feito, bem como um novo diagrama de *Spaghetti* tendo em conta este *layout*.

É também possível de atentar que as operadoras se deslocam bastante, uma vez que não há nenhuma que trabalhe em PD. A operadora Rita, é especialmente prejudicada a nível de deslocações, visto esta utilizar 3 máquinas, estando uma do lado direito da célula, outra no lado esquerdo e para a terceira ela tem de se deslocar duas linhas ao lado para a utilizar. No que diz respeito às cores, estas são importantes para perceber as diferentes fases de montagem da peça. Estas levam à perceção do tamanho da peça a elas associado, o que tem uma importância considerável ao redefinir o novo *layout*, pois uma troca entre postos com a peça ainda pequena é bastante diferente do que acontece quando a peça já está numa das montagens finais. É importante referir que nestas montagens finais os postos relativos a estas deverão estar o mais próximos possível visto não ser conveniente arremessar peças com grande tamanho para outro ponto distante na célula. As cores são sempre as de destino, isto é quando há uma montagem a troca tem a cor associada a esta montagem incluindo a troca proveniente do *stream* anterior. Por esta razão é que há *streams* que não possuem cor por terem apenas uma operação e não terem precedências. Para contabilizar a entropia existente na célula é necessário proceder a uma contagem dos cruzamentos existentes na mesa central. A Figura 21 explica denotando com um círculo vermelho, cruzamentos existentes neste fluxo da peça ETL.

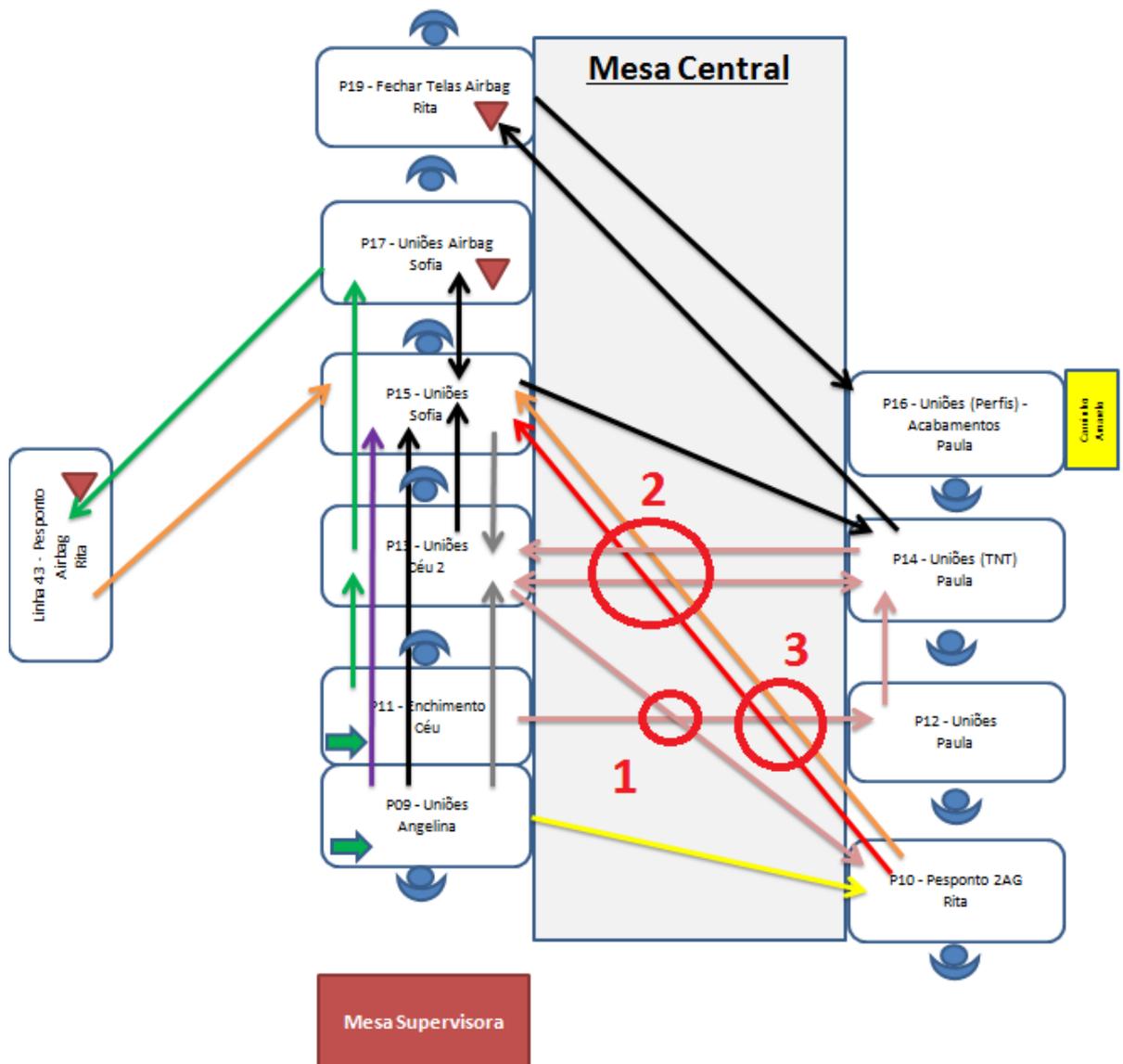


Figura 21: Identificação da entropia existente na mesa central da peça ETL

É possível observar que existem 7 cruzamentos de peças em cima da mesa central. No círculo 1 é possível identificar um cruzamento. Já no círculo 2 já são visíveis quatro e no círculo 3 existem outros dois cruzamentos de peças. Estes cruzamentos vão gerar uma desorganização na célula que poderá gerar danos de materiais, perda de tempo à procura de material e possivelmente mistura de ordens de fabrico diferentes, o que poderá levar que a empresa perca tempo, dinheiro e reputação caso algum erro/defeito seja encontrado no cliente final.

4.4.2 Análise da distância percorrida pela peça

Após este diagrama, é agora possível calcular a distância percorrida pela peça ao longo da célula até esta estar completa, tendo em conta que normalmente são utilizados lotes de 5 peças.

Visto a mesa central medir 110cm de largura, a distância entre mesas de costura ser em média 73cm e a largura de cada máquina ser de 70cm. É fácil calcular uma aproximação da distância feita pela peça, utilizando para isso, caso a distância seja vertical ou horizontal uma simples soma de distâncias ou caso seja uma distância na diagonal, é utilizado o cálculo da hipotenusa pelo Teorema de Pitágoras, sendo um dos catetos a largura da mesa central (110cm) e outro cateto a soma das larguras da mesa e da distância entre elas, dependendo do fluxo feito pela peça.

Neste exemplo é percorrida uma distância aproximada a 42,1 metros por um lote de 5 peças, portanto uma peça percorre aproximadamente 8,42 metros até ser finalizada.

Com este cálculo já é possível ter uma margem de comparação a nível de distância ganha entre o *Layout Atual* na altura da análise e o *Novo Layout* proposto.

4.4.3 Análise ao balanceamento atual

Tal como foi referido anteriormente, foi feito, o balanceamento da equipa com melhores produtividades até ao momento de cada tipo de peça deste modelo. Para tal, foi feito o levantamento do balanceamento atual de cada uma, com a informação proveniente da supervisora.

A título de exemplo segue o balanceamento atual da peça ETL – Encosto Traseiro Lateral (Figura 22 e Tabela 6).

Balanceamento e redefinição de layouts de células de costura de uma empresa da indústria automóvel

Operações / Operadora	Rita	Paula	Sofia	Céu	Céu2	Angelina	Soma	Tempo
1 UNIR PÇ 1 Á 1A, 2 Á 2A, 3 Á 3A E 14 Á 14A				100%			100%	193,000
2 UNIR PÇ 1/1A/ Á 14/14A		100%					100%	17,000
3 FIXAR PERFIL TNT P01 AO CONJ ANTERIOR		100%					100%	20,000
4 UNIR PÇ 2/2A E 3/3A AO CONJ ANTERIOR					100%		100%	56,000
5 FIXAR PERFIL TNT P02 AO CONJ ANTERIOR		100%					100%	47,000
6 UNIR PÇ 15/15A AO CONJ ANTERIOR					100%		100%	38,000
7 EFECTUAR COSTURA DECORATIVA 2 AG ABERTA NO CONJ. ANTERIOR	100%						100%	43,000
8 FIXAR TELA 6 Á PÇ 8/8A/				100%			100%	21,000
9 FIXAR TELA 6 Á PÇ 4/4A				100%			100%	22,000
10 UNIR CONJ ANTERIOR E CONJ. DA OPER. 008 ATÉ AO FLAP EM MÁQ. NORMAL			100%				100%	6,000
11 TERMINAR COSTURA ANTERIOR EM MÁQ. DE AIRBAG	100%						100%	28,000
12 FIXAR ETIQUETA DE AIRBAG	100%						100%	28,000
13 EFECTUAR COSTURA DECORATIVA 2 AG ABERTA NO CONJ. ANTERIOR (EM MÁQ. ESPECIAL, COM LEITURA P/ FITA SARJADA)	100%						100%	61,000
14 UNIR CONJ ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 007			100%				100%	44,000
15 UNIR PÇ 5/5A Á PÇ 9						100%	100%	27,000
16 EFECTUAR COSTURA DECORATIVA 2 AG ABERTA NO CONJ. ANTERIOR	100%						100%	16,000
17 UNIR CONJ ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 014			100%				100%	44,000
18 UNIR PÇ 12 Á PÇ 13 APLICANDO ETIQUETA EM SIMULTÂNIO						100%	100%	42,000
19 UNIR O CONJ ANTERIOR AO CONJ DA OPER. 017			100%				100%	32,000
20 EFECTUAR BAINHAS NA PÇ 16						100%	100%	
21 UNIR PÇ 11Á PÇ 16						100%	100%	
22 EFECTUAR BAINHAS NA OPER. ANTERIOR						100%	100%	80,000
23 FIXAR PÇ 20 (SPUNBOND) E PÇ 21 (SPINNVILES) SOBRE A PÇ 11, COLOCANDO FRIDOLA (P05)E EFETUAR BAINHA						100%	100%	
24 UNIR CONJ ANTERIOR AO CONJ DA OPER. 019					100%		100%	44,000
25 EFECTUAR BAINHA NA PÇ 17						100%	100%	
26 UNIR PÇ 10Á PÇ 17						100%	100%	80,000
27 EFECTUAR BAINHAS NA OPER. ANTERIOR						100%	100%	
28 FIXAR PÇ 18 (SPUNBOND) E PÇ 19 (SPINNVILES) SOBRE A PÇ 10, COLOCANDO FRIDOLA (P05)E EFETUAR BAINHA						100%	100%	
29 UNIR CONJ ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 024 ATÉ AO FLAP EM MÁQ. NORMAL			100%				100%	15,000
30 CONTINUAR COSTURA ANTERIOR EM MÁQ. DE AIRBAG			100%				100%	60,000
31 TERMINAR COSTURA ANTERIOR EM MÁQ. NORMAL			100%				100%	17,000
32 FIXAR PERFIS P03 NO CONJ. ANTERIOR		100%					100%	52,000
33 FECHAR TELAS A 5MM EM MÁQ. DE AIRBAG	100%						100%	47,000
34 FECHAR TELAS A 10MM EM MÁQ. DE AIRBAG	100%						100%	47,000
35 FIXAR PERFIL P06		100%					100%	25,000
36 FIXAR PERFIL P04		100%					100%	31,000
37 EFETUAR CRAVADOS NO CONJ. ANTERIOR		100%					100%	31,000
Eficiência	270 123%	223 102%	218 100%	236 108%	138 63%	229 105%		

Figura 22: Balanceamento atual da melhor equipa do ETL do Modelo Audi Q7 Basis

Tabela 6: Análise ao balanceamento Atual do ETL

Tempo Peça	22 Minutos
Produção Prevista	123 Peças
Tempo Ciclo	219 Segundos
Tempo Estrangulamento	270 Segundos
Produção Prevista - Estrangulamento	100 Peças

É possível observar que esta equipa não se encontra devidamente balanceada, visto não ter todas as operadoras próximas dos 100% de taxa de ocupação. É de fácil identificação, informação acerca das duas principais operadoras que devem sofrer alterações – a Rita e a Céu2, visto estarem a 123% e a 63% respetivamente, como se encontra identificado na

figura acima com um círculo vermelho. Como é possível verificar na imagem e na tabela acima, o facto de a Rita ter excesso de carga de trabalho, leva a que a produção prevista desça das 123 peças possíveis para apenas 100 peças.

Denotado com um círculo azul, estão as operações que a supervisora de linha identificou para se proceder ao balanceamento desta equipa. Movendo estas operações para outras operadoras é possível distribuir mais uniformemente a carga de trabalho, o que irá proporcionar uma subida do número de peças possíveis. É muito improvável atingir o máximo de peças possíveis uma vez que o balanceamento nunca é perfeito. Para tal teria que se dividir em percentagens meticulosamente calculadas, pelas operadoras. Isto não se justifica, porque a distância percorrida pela peça iria ser enorme, e além disso a polivalência das máquinas e das operadoras também o tornam praticamente impossível de o praticar.

4.5 Análise às operadoras das células de costura

4.5.1 Análise Multi-momento às operadoras “chave”

Um dos objetivos deste projeto é aquando da definição do novo balanceamento e do novo *layout* da célula, tentar diminuir o máximo possível o transporte e a deslocação por parte das operadoras. Para tal, foi utilizado como ferramenta a análise multi-momento de forma a medir a percentagem que certas operadoras passam a deslocar-se para outros postos ou a transportar material para outras operadoras. Esta ferramenta consegue através de uma espécie de fotografia, com uma certa frequência, num determinado período de tempo, mostrar as perdas existentes num posto analisado.

Foram consideradas operadoras chave aquelas em que é possível diminuir facilmente o seu tempo perdido em deslocamento pois possuem mais do que um PT. Havendo assim possíveis melhorias a nível de deslocações após a redefinição do novo *layout*.

No caso do exemplo a seguir demonstrado, é possível ver que esta análise foi feita na peça ETL à operadora Rita pertencente à equipa M245C, com uma frequência de 15 em 15 segundos, tendo uma duração de uma hora. O objetivo consiste em ver de 15 em 15 segundos o que a operadora se encontra a fazer naquele preciso momento, e registrar como frequência. Ao fim do intervalo de tempo observado, é possível obter uma estimativa de quanto tempo é que esta perde por dia a fazer determinadas ações. Esta

análise foi feita às operadoras chave de cada peça. No caso do ETL existem 3 operadoras chave. A Tabela 7 seguinte demonstra uma Análise Multi-Momento.

Tabela 7: Análise Multi-momento à operadora Rita da peça ETL

Peça/ Pessoa: ETL - Rita	Frequência: 15 – 15 Seg.	Duração: 1 Hora	Equipa: M245C
Actividade:	Frequência:	Percentagem:	Descrição:
Costurar	122	50,8%	Tempo produtivo
Manuseamento peça/Material	26	10,8%	Tempo Não-Produtivo mas necessário
Tempos de Setup e medição da peça	26	10,8%	Tempo Não-Produtivo mas necessário
Espera por material, procura por material e comunicação	29	12,1%	Tempo Não-Produtivo e desnecessário
Transporte/ Deslocação:	37	15,4%	Tempo Não-Produtivo e desnecessário

Através desta análise é possível verificar que a Rita passa normalmente apenas 50,8% do seu tempo a costurar. Este tempo é considerado tempo produtivo. A operadora passa além deste tempo 21,6% do seu tempo a realizar tarefas não produtivas mas que são necessárias como é o caso de tempos de *Setup*, medições à peça (garantia de qualidade) e manuseamento da peça. Por outro lado a Rita gasta 27,5% do seu tempo a realizar operações não-produtivas, como é o caso do transporte e deslocação bem como espera devida à falta de material, tempo à procura de material e comunicação com outras operadoras.

Ora, visto o estudo de balanceamentos e redefinição de *layouts* incidir principalmente na redução de transporte de peças e na deslocação das operadoras, existe um possível ganho a nível de tempo produtivo muito devido à aproximação dos PT que a Rita utiliza, reduzindo assim o tempo não-produtivo de transporte e deslocação. A tabela abaixo resume esta informação. Além do possível ganho em tempos de deslocação, com a reorganização do *layout* poderá ainda haver ganhos a nível de tempos considerados de não-costura, como é o caso de perdas de tempo à procura de material. Uma vez que o cruzamento de peças é minimizado que por sua vez corresponde à diminuição da entropia, poderá levar à redução deste tempo, porém não de forma tão substancial como o tempo de deslocação.

Tabela 8: Resumo da Análise Multi-Momento do ETL - Rita

Peça: ETL – Rita	Minutos/dia	Peças/dia	Peças/Semana
Número máximo de:	450	123	615
Produtivo	277.5	75.9	379.3
Perda devido ao transporte ou deslocação	69.3	19	94.8

Através da Tabela 8 é notável que devido ao transporte e à deslocação a operadora em questão perde cerca de 69,3 minutos diários. Isto equivale a 19 peças por dia que deixa de poder produzir. Ou seja esta perda é uma oportunidade de melhoria, visto que ao eliminar esta quantidade de tempo que a Rita perde ao deslocar-se há um possível ganho de 69.4 minutos diários, o que se traduz em 19 peças por dia.

Nesta peça, existem mais duas operadoras consideradas chave, a Paula e a Sofia. Em seguida é apresentada a análise Multi-Momento da operadora Paula que é considerada chave, como já foi referido, pois trabalha em mais do que 1 PT, neste caso em 3 PT diferentes em que nenhum deles é posto duplo, o que torna possível uma melhoria significativa a nível de deslocação.

Tabela 9: Análise Multi-momento à operadora Paula da peça ETL

Peça/ Pessoa: ETL - Paula	Frequência: 15 – 15 Seg.	Duração: 30 minutos	Equipa: M245C
Atividade:	Frequência:	Porcentagem:	Descrição:
Costurar	61	50,8%	Tempo produtivo
Manuseamento peça/Material	35	29,2%	Tempo Não-Produtivo mas necessário
Tempos de Setup e medição da peça	9	7,5%	Tempo Não-Produtivo mas necessário
Espera por material, procura por material e comunicação	11	9,2%	Tempo Não-Produtivo e desnecessário
Transporte/ Deslocação:	4	3,3%	Tempo Não-Produtivo e desnecessário

Com esta análise (Tabela 9) verifica-se que a operadora passa 50,8 % do seu tempo a costurar o qual é considerado produtivo. Por outro lado ela gasta 36,7% do seu tempo a

realizar tarefas não produtivas mas que são necessárias no seu dia-a-dia de trabalho, pelo que não há possibilidade de eliminar pelo menos num curto espaço de tempo, estes tempos improdutivo. A Paula passa também 12,5 % do seu tempo a efetuar tarefas que podem e devem ser minimizadas e se possível eliminadas como é o caso do transporte e a deslocação.

Tabela 10: Resumo da análise Multi-Momento do ETL - Paula

Peça: ETL – Paula	Minutos/dia	Peças/dia	Peças/Semana
Número máximo de:	450	123	615
Produtivo	360	98.4	492
Perda devido ao transporte ou deslocação	15	4.1	20.5

Através da Tabela 10 averigua-se que a Paula perde 15 minutos por dia em transporte o que se expressa em cerca de 4 peças diárias. Ora isto quer dizer que há uma oportunidade de melhoria ao tempo perdido por esta operadora ao redefinir o novo *layout*, pois vai ser tomado em conta que ela utiliza três PT sem que nenhum deles seja duplo. É possível notar que nunca vai ser possível, eliminar 100% deste tempo de deslocação, uma vez que ela utiliza mais do que 2 PT. O mesmo se aplica para a Rita.

Seguidamente é apresentado a análise Multi-Momento para a terceira operadora chave, a Sofia (Tabela 11). Esta operadora é considerada chave por haver oportunidade de melhoria a nível de tempo produtivo, uma vez que esta trabalha em dois PT, sem estes estarem como postos duplos, o que significa que esta tem de se levantar cada vez que muda de posto.

Tabela 11: Análise Multi-momento à operadora Sofia da peça ETL

Peça/ Pessoa: ETL - Sofia	Frequência: 15 – 15 Seg.	Duração: 30 minutos	Equipa: M245C
Atividade:	Frequência:	Porcentagem:	Descrição:
Costurar	65	54,2%	Tempo produtivo
Manuseamento peça/Material	30	25,0%	Tempo Não-Produtivo mas necessário
Tempos de Setup e medição da peça	15	12,5%	Tempo Não-Produtivo mas necessário
Espera por material, procura por material e comunicação	7	5,8%	Tempo Não-Produtivo e desnecessário

Transporte/ Deslocação:	3	2,5%	Tempo Não-Produtivo e desnecessário
-------------------------	---	------	-------------------------------------

No caso desta operadora verifica-se que comparativamente à Paula, tal como seria de esperar, passa mais tempo a costurar, muito devido a utilizar menos uma máquina. Desta forma a operadora apresenta 8,3% de tempo não-produtivo e desnecessário pelo que se traduz numa oportunidade de melhoria, a qual vai ser focada tal como já foi referido para as outras operadoras na diminuição do transporte e deslocação visto esta operadora apesar de utilizar 2 máquinas não possuir PD.

Tabela 12: Resumo da análise Multi-Momento ao ETL - Sofia

Peça: ETL -Sofia	Minutos/dia	Peças/dia	Peças/Semana
Número máximo de:	450	123	615
Produtivo	243,9	66,7	333,3
Perda devido ao transporte ou deslocação	11,25	3,075	15,38

Com o novo *layout* existe uma possibilidade de aumento de 11,25 minutos diários de tempo de costura, o que se traduz em cerca de 15 peças semanais, como é possível verificar na Tabela 12.

4.6 Processo de entrega de produto acabado pela zona de confeção à zona de revista

Os produtos acabados pela produção seguem para a zona de revista para serem inspecionados. Atualmente, o que acontece é que as operadoras de revista têm de ir pegar nas peças acabadas a cada célula a elas correspondentes. Os problemas identificados neste processo são os seguintes:

- Falta de *standard* no processo;
- Falta de comunicação entre operadoras de revista e de costura.

Visto não haver um processo *standard*, as operadoras de revista têm como seu próprio critério a frequência em deslocar-se a cada célula com base na sua experiência. Ora como este processo não tem um tempo *takt* devidamente definido e não existe comunicação entre elas visto haver um conjunto de paletes que separa propositadamente uma área e outra, ela baseia-se simplesmente na seu palpite/experiência para se deslocar a cada

célula. O que por vezes acontece é que quando esta se desloca a uma determinada célula, esta ainda não tem nenhuma peça pronta por variadas razões tais como:

- Falta de uma operadora do posto de acabamento ou mesmo de outro PT;
- Impossibilidade de planear OF (Ordem de Fabrico) devido a atrasos na produção o que impossibilita o seguimento das peças;
- Falta de material;
- Avaria de máquina, etc.

Nesses casos, a operadora de revista deslocou-se escusadamente. Existem outros casos em que ela acumula trabalho simplesmente porque nesse dia a confeção está a produzir mais do que o que a operadora de revista tinha deduzido.

Há uma clara falta de comunicação ou de definição de um tempo para a operadora de revista se deslocar às células. Tendo em conta a variabilidade existente na zona de confeção, o foco será atacar esta falta de comunicação.

4.7 Análise à cadeia de abastecimento das células de produção

Todo o processo começa na receção do EDI do cliente pelo departamento da logística. O EDI são os pedidos do cliente para um determinado período de tempo (cerca de 2-3 meses). Estes pedidos são atualizados semanalmente neste modelo do Audi Q7. Após a receção do EDI, a logística, analisa as peças que tem em *stock* na empresa, mais as peças que se encontram em trânsito para a plataforma e ainda as que já se encontram nesta, criando a diferença necessária para produzir para o envio. Tudo isto a tentar “casar” os tipos de peças de forma a formar um carro completo. Esta plataforma é um armazém que a Coindu tem para ter um *stock* mais próximo do cliente, visto que da empresa, situada em Mogege à plataforma são 3 dias o tempo que demora o produto final a chegar, sendo esta uma segurança para o cliente.

Esta análise é feita tendo em conta no mínimo 2 semanas à frente da semana atual, pois é necessário ter em conta todos os processos da empresa tais como, compra de material, corte, preparação, costura, revista, embalagem e expedição o que demora os tais 3 dias. Com esta análise o departamento da logística prevê o que é necessário o cliente receber ao fim da semana X+2, para que na semana atual possa ser feito o planeamento para a semana X+1.

Após feita toda esta análise para todas as referências de um determinado modelo, neste caso o Audi Q7, a logística verifica se existe material suficiente na empresa para produzir a necessidade. Caso não haja, este departamento solicita ao armazém a quantidade necessária de cada referência. Caso haja, é liberada a encomenda e sendo assim, a logística manda a informação ao planeamento da quantidade por referência do que é necessário a produção produzir. O planeamento analisa se a produção tem capacidade e faz então o plano semanal, tendo em conta algumas restrições de forma a não causar grandes distúrbios à produção, por forma a que as mudanças de cor de linha por cada equipa sejam as mínimas possíveis. O gestor de produção analisa o plano e faz uns ajustes de acordo com as variáveis existentes no seu processo. Em grande parte dos casos já é assumido por todos os intervenientes que a produção (confeção e revista) irá à partida fazer horas extras para assegurar o plano de envio. O gestor e os seus adjuntos entregam juntamente a lista de prioridades também fornecida pela logística às supervisoras de linha. Quando a produção tiver de produzir, todas as áreas anteriores à produção já deverão ter feito a sua parte: comprar se necessário, cortar e preparar.

A supervisora na semana agora dedicada à produção deste pedido, é responsável por solicitar a nova ordem de fabrico mediante este plano de produção. Seguidamente, o distribuidor verifica se existe uma palete preparada dessa referência seguindo a regra FIFO (*First-In-First-Out*). Se existir OF preparada este transporta-a para a linha para que a chefe de linha rececione e controle quantitativa e qualitativamente, verificando a primeira e última peça de timbragem bem como a folha de acompanhamento. Caso esteja tudo dentro dos conformes a responsável desbloqueia a paleta ao planificar a equipa de trabalho que vai produzir esta ordem no SIAP (Sistema de Informação de Apoio à Produção). Caso não haja uma OF preparada é solicitada uma nova ordem. E caso haja um defeito ou falta de peças na paleta a supervisora solicita a correção desta anomalia para então mais tarde ser entregue. Foi verificado que esta situação não acontece na prática, sendo por isso detetado mais tarde uma necessidade de material já com a OF em produção.

No que diz respeito aos pequenos materiais, existe um distribuidor por cada turno responsável pelo seu abastecimento. A função deste é diariamente percorrer todas as células e visualmente se aperceber das quais falta material e apontar a referência deste material. Após isto dirige-se ao *stock* existente já na produção para ver se há o suficiente. Caso não haja, através do sistema SAP pede ao armazém mais deste tipo de material. O

SAP, caso o que está registado em produção seja superior ao pedido não autoriza a cedência de material por parte do armazém. Este caso acontece por um destes dois motivos:

- Estrago do material;
- Perda do material pela zona de produção.

O distribuidor procura então se há mesmo deste material em algum local e em caso negativo comunica com o gestor de produção para este dar como perdida a diferença da quantidade necessária para o pedido.

O distribuidor de pequenos materiais vai então poder fazer o pedido e ao recebê-lo distribui-lo pelas células que necessitavam.

Ao começar uma nova ordem de fabrico, há uma operadora (por vezes 2) que se desloca à palete para pegar no material necessário para a célula produzir. Normalmente esta não traz o material todo para não haver demasiado material em cima da mesa central. Pelo que se desloca, dependendo do tamanho da OF duas ou três vezes à palete.

4.7.1 Análise ao PT dos acabamentos

O posto de trabalho dos acabamentos é onde a peça é finalizada e colocada no carrinho amarelo para posteriormente seguir para a área de revista.

É neste posto que são utilizados a grande maioria dos pequenos materiais necessários à peça. Não existe um *standard* para a alocação destes materiais, ficando assim ao critério da operadora e do distribuidor. Sendo portanto diferente de célula para célula mesmo que o tipo de peça seja o mesmo. Com isto há uma falta de rigor o que poderá originar faltas de material na peça, o que é um dos defeitos considerados mais graves, encontrados pelo cliente.

A Figura 23 da página seguinte, ilustra um exemplo de dois PT de acabamentos.



Figura 23: Exemplo de dois Postos de Trabalho de acabamentos da peça ETL

Como é possível observar, não existe um método comum para a alocação de pequenos materiais num PT de acabamentos, mesmo sendo do mesmo tipo de peça.

4.8 Qualidade do produto final

A Coindu tem como qualquer empresa defeitos nos seus produtos. Os mais graves são claramente os que são detetados pelo cliente final – PPM's. Os restantes são detetados e corrigidos dentro da empresa. Os defeitos detetados dentro da empresa podem ter origem no fornecedor, no caso de ser defeito da MP (couro) ou ligados diretamente à produção, neste caso são considerados defeitos de costura.

4.8.1 Defeitos de fornecedor

No que diz respeito aos defeitos de fornecedor, estes ao serem detetados pela secção de revista da empresa, são registados no sistema, para que o fornecedor seja responsabilizado e que a ele os custos relativos sejam associados. Pela análise feita, todos estes defeitos são registados no sistema, pois é conveniente que os fornecedores arquem com os custos de produto não-conforme.

4.8.2 Defeitos de costura

Relativamente aos defeitos de costura, também detetados na secção de revista da empresa, após o produto estar concluído, são também registados no sistema da empresa – SIAP.

No entanto pela observação direta à secção de revista e de costura, foi deparado um problema. Este reside no facto de as inspetoras não registarem todos os defeitos existentes. Por tal motivo a atuação por parte do departamento de qualidade sobre os defeitos provenientes da Coindu torna-se difícil, visto os dados obtidos através do sistema não serem reais.

As razões pelas quais as inspetoras não registarem os defeitos encontrados são:

1. Falta de tempo para registo dos defeitos no sistema;
2. Amizade das inspetoras com as costureiras.

Acerca da primeira razão encontrada foi feito uma análise ao tempo médio que as operadoras de revista levam a registar o defeito e verificou-se que existiam dois casos possíveis.

1. Pior caso - a inspetora não conhece a peça que está a revistar e também não conhece a célula.
2. Melhor caso – a inspetora conhece a peça e a célula que a peça é proveniente.

No pior caso, como a inspetora não conhece a peça que esta a revistar, perde mais tempo para abrir o processo de fabrico da peça, para conseguir identificar o número das imagens de base onde encontrou defeito, para posteriormente escolher a operação correspondente a este defeito. Após identificar as imagens de base, a operadora tem de clicar sobre os PT atribuídos à célula que está a registar. Como não conhece a célula não sabe onde se realizam as operações, pelo que o programa atual obriga a que esta escolha um PT aleatório para poder encontrar a operação associada à/às imagem(ns) de base. Por vezes poderá acontecer de a operadora ter de abrir todos os PT até encontrar o correto. Quando o encontra ela escolhe a operação correspondente ao defeito encontrado, para depois poder escolher o defeito. A escolha do defeito também é um processo lento, especialmente para novas operadoras, uma vez que apenas aparece no programa um defeito de cada vez, tendo a operadora de clicar na seta para andar para o lado até encontrar o defeito desejado. Todo este processo tem um tempo de cerca de 117 segundos/peça o que é relativamente grande, tendo em conta que é apenas para o registo de um defeito (1 peça).

Em relação ao melhor caso como a inspetora conhece a peça e a célula de produção associada, esta não precisa de abrir o processo de fabrico para identificar as imagens de base, pelo que procede diretamente à escolha do PT associado ao defeito. Como já conhece a equipa, já sabe quem faz cada operação, pelo que escolhe diretamente o PT correto e a operação associada ao defeito. Todo o restante processo é comum aos dois casos. Este caso é relativamente mais rápido do que o mencionado anteriormente, mas apresenta também um tempo considerável de cerca de 44 segundos/peça.

É de notar que pelo registo da observação a este processo, notou-se que o pior caso acontece cerca de 1/3 das vezes enquanto que o melhor caso ocorre cerca de 2/3 das vezes. A Figura 24 mostra os passos realizados pela operadora para conseguir registar um defeito em sistema. O pior dos casos representa todos os passos que são possíveis de observar (10). Os passos assinalados com um número vermelho – passo 5 e 6, não são usados no melhor dos casos pelo motivo já referido, pelo que as operadoras fazem apenas os passo 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9 e 10.

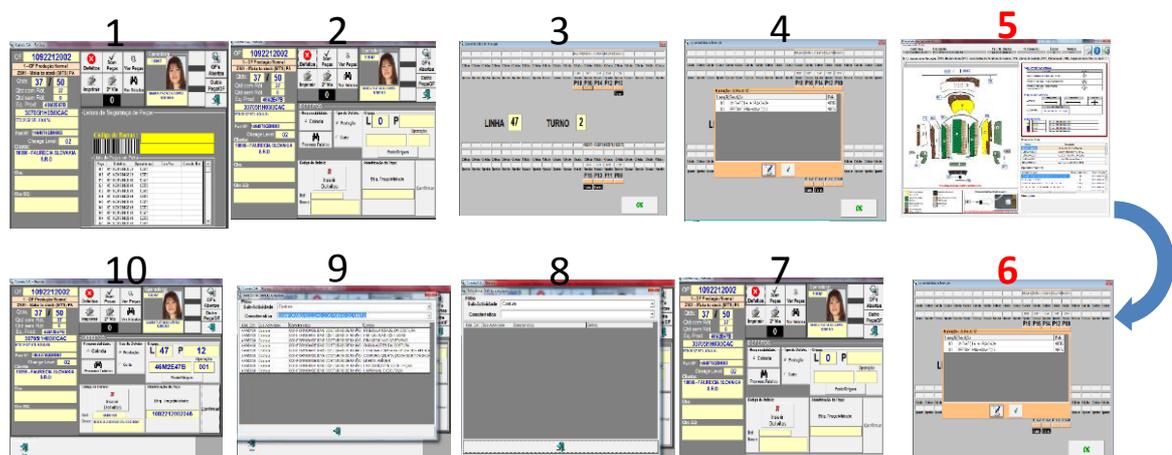


Figura 24: Passos para registar um defeito de costura no sistema. Pior e Melhor dos casos

5. IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIAS

Neste capítulo vão ser explicadas todas as melhorias feitas para as células de costura em estudo com o intuito de aumentar a produtividade e melhorar o bem-estar no dia-a-dia das operadoras. O estudo focou-se na análise de cada tipo de peça do modelo Audi Q7 Basis para mais tarde replicar para todas as células deste modelo na empresa. As células em estudo tiveram as seguintes melhorias:

- Novo balanceamento, com a redistribuição da carga de trabalho;
- Novo *Layout* com diminuição da entropia em cima da mesa central e redução considerável da distância percorrida tanto pela peça como pela operadora;
- Criação de um *standard* na alocação dos pequenos materiais no posto de acabamentos;

5.1 Organização do *layout* geral da PPMM8 por partes da frente e partes de trás

Devido à falta de lógica encontrada na alocação das equipas de produção nesta área procedeu-se a uma reorganização com vista a organizar por partes da frente e por partes de trás cada linha de produção. As vantagens trazidas por esta implementação são as seguintes:

- Melhor monitorização por parte das supervisoras, visto estas terem equipas idênticas na sua linha podendo assim gerir melhor a produção;
- Maior facilidade na identificação das células por parte do distribuidor ou por qualquer outro novo elemento na empresa.

A Figura 25, a seguir apresentada mostra esta reorganização. É de notar que há duas equipas (2 tipos de peças diferentes) que foram deslocados para a área da PPMM9. Além disso existem 3 novas equipas de 3 tipos de peças: AF, EF e ATL devido à necessidade da produção com vista a satisfazer os pedidos do cliente.

ANTES					DEPOIS						
Linha 41		ETL 7P 11M M1E41A	ETD/E 6P 9M M1E41B	AF 7P 8M M1E41C		Linha 41		AF 5P 7M M1E46A	AF 6P 8M M1E42C	AF 7P 8M M1E41C	AF NOVO EQ9 48E
Linha 42		EF 7P 11M M1E42A	EF 7P 10M M1E42B	AF 6P 8M M1E42C		Linha 42		EF 7P 11M M1E42A	EF 7P 10M M1E42B	EF 7P 11M M1E44C	
Linha 43		AT 7P 9M M1E43A	ATL 7P 8M M1E43B	ETL 6P 11M M1E43B		Linha 43		NOVO EF EQ9 48D	EF B8 SSP 6P 10M M1E45C	AF SSP B8 6P 8M M1E46C	
Linha 44		ATC 6P 8M M1E44A	ATL 7P 8M M1E44B	EF 7P 10M M1E44C		Linha 44		ATC 6P 8M M1E44A	ATL/ATC 7P 8M M1E44B	ATL 7P 8M M1E43B	ATL 6P 8M NOVO
Linha 45		ETC 6P 8M M1E45A	EF B8 6P 11M M1E45B	EF B8 SSP 6P 10M M1E45C		Linha 45		ETC 7P 8M M1E45A	ETL/ETC 6P 11M M1E45B	ETL 7P 11M M1E41A	
Linha 46		AF 5P 7M M1E46A	ETD/E SSP B8 5P 8M M1E46B	AF SSP B8 6P 8M M1E46C	AT SSP B8 6P 8M M1E46D	Linha 46		ETL 7P 11M M1E43B	ETD/E SSP B8 5P 8M M1E46B	AT SSP B8 6P 8M M1E46D	

Legenda:
Muda da PPMM8 para a PPMM9
Partes da frente do Audi Q7
Partes de trás do Audi Q7
Audi B8

Figura 25: Reorganização do *Layout* da PPMM8: Antes vs Depois

Como é possível observar este novo *layout* é muito mais limpo e organizado. Na linha 41 é só produzido o tipo de peça AF (Assento Frente) e na linha 42, apenas o tipo de peça EF (Encosto traseiro). Já a linha 43 tem agora outra nova equipa de EF's e o AF e EF do modelo B8. No que diz respeito à linha 44, esta só faz assentos, nomeadamente o ATC e o ATL. Na linha 45 são apenas feitos encostos tal como o ETC e o ETL. A linha 46 dedica-se ao modelo B8 e uma equipa do modelo Audi Q7, do tipo de peça ETL.

Visto isto, é possível verificar a distribuição dos mesmos tipos de peça pela mesma linha caso possível ou na linha ao lado para uma monitorização mais eficaz. É de notar que nem sempre se pode alocar 4 células numa linha devido ao número de máquinas existentes. Uma linha nunca deverá passar as 30 – 32 máquinas. O número máximo de máquinas depende muito do número de PD que cada célula tem.

5.2 Balanceamento e definição de *layouts* de células de produção

Com a informação até agora recolhida e analisada, já se tem tudo o que é necessário para fazer o Novo Balanceamento desta peça, isto se todas as operadoras tivessem polivalência para fazer todas as operações.

Primeiramente foi pedido a supervisora que preenchesse duas folhas, uma com a polivalência de cada operadora por cada operação existente da peça e outra com a polivalência de cada máquina por cada operação existente da peça em estudo. Por falta de rigor e desinteresse das supervisoras, optou-se por envolvê-las diretamente no

processo de balanceamento. Além do mais, ao envolver a supervisora é garantida a confiança por parte desta uma vez que ela acordou com todo o novo balanceamento proposto, o que a obriga a um sentido de responsabilidade para com a implementação. Ao mesmo tempo, as equipas desta seguem a líder ajustando-se mais facilmente e aceitando as novas operações atribuídas. Assim sendo, ao fazer o balanceamento a supervisora validava a sugestão do autor ou sugeria uma outra proposta, e com isso era lhe passado o sentido de responsabilidade.

Estando a balancear a melhor equipa por tipo de peça, é evitado ao máximo alterar as operações por operadora desta célula de forma a não ter que as formar. Obviamente, é um dado praticamente adquirido que para as restantes equipas, visto estarem a trabalhar de forma diferente, tanto a nível de *layout* como de balanceamento, vai haver operadoras que vão ter de ser formadas para realizarem determinadas operações.

Ao fazer o balanceamento existem alguns cuidados a considerar tais como:

- Dar o mínimo de máquinas possível a cada operadora;
- Evitar que uma operadora tenha mais do que 2 máquinas, de forma a minimizar a deslocação desta;
- Tentar que a peça circule o menos possível, ou seja, fazer o possível para que uma operadora faça o maior número de operações consecutivas;
- Aproximar a taxa de ocupação o mais possível dos 100%;
- Caso uma operadora tenha mais de 2 máquinas, libertar essa pessoa ligeiramente caso possível;
- Evitar ao máximo que duas operadoras utilizem o mesmo posto, a não ser que a taxa de ocupação da máquina seja muito pequena e dê facilmente para conciliar. No entanto é um ponto a evitar;
- Ter em atenção possíveis tempos de Setup exigidos devido à alocação de operações na mesma máquina que levem à necessidade de mudanças de aparelhos.

Em seguida dá-se a conceção do fluxo da peça mas tendo em conta o novo balanceamento. Seguindo este processo de implementação, neste momento estão concluídos os seguintes pontos:

1. Balanceamento Atual;
2. *Layout* Atual com o fluxo da peça tido em conta o balanceamento atual, a gama operatória, o esquema de montagem e o diagrama de montagem;

3. Novo Balanceamento;
4. *Layout* Atual com o fluxo da peça tido em conta o Novo Balanceamento – *Layout* intermédio.

Após estes pontos segue-se uma análise seguida de iterações de melhoria, se for o caso. Para isso é necessário ter em atenção os seguintes pontos:

- A distância percorrida pela peça;
- As precedências das operações;
- A distância percorrida pelas operadoras, tendo em conta a agravante a deslocação da(s) operadora(s) para o outro lado da linha;
- O número de Postos Duplos caso exista necessidade;
- O movimento da peça quando esta está ainda pequena ou quando a peça está praticamente completa, isto é, por exemplo existem partes da peça chamadas no chão de fábrica de “orelhas”, e que são partes bastantes pequenas e que geralmente quem as faz, faz essa operação em número suficiente para não ter de pegar naquilo durante 2 ou mais horas, ou seja, mesmo que o posto que vai receber estas partes esteja no ponto mais longínquo da célula, a distância percorrida não é considerável visto acontecer poucas vezes no turno e em grandes quantidades de cada vez. Já quando se fala em parte central, a peça já tem um tamanho considerável pelo que deve ser dada prioridade à troca desta parte da peça a uma que utiliza partes muito pequenas;
- O cruzamento de peças, uma vez que aumenta a entropia em cima da mesa central;
- Os Tempos de *Setup*, ou seja, mudanças de calcador desnecessárias caso haja uma outra máquina capaz de fazer essa operação sem ter esse tempo extra;
- O número de movimentos impróprios. São considerados movimentos impróprios,
 - A troca de peças entre dois postos que estejam à distância de um ou mais Postos entre eles;
 - A troca de peças com a máquina que se encontra atrás, ou seja, evitar que uma operadora evite mandar peças para trás de si, devido a questões ergonómicas e também a nível de tempo, no entanto este movimento é tolerável porque é praticamente impossível de evitar.

Depois da avaliação deste *Layout*, prossegue-se a melhorias no mesmo, tendo em conta os mesmos pressupostos referidos anteriormente.

Normalmente esta melhoria dá-se por fases pois não é fácil conseguir otimizar o *layout* todo com dezenas de movimentos entre PT em uma iteração recorrendo apenas à imaginação. Por isso devem ser seguidos os seguintes passos para o início de mudança do *Layout*:

- Criação de Postos Duplos para as operadoras que utilizam mais do que um Posto;
 - Caso haja mais do que um Posto Duplo, tentar que esteja um de cada lado, de forma a equilibrar o tamanho da linha;
- De forma a facilitar, escolher os Postos principais, ou seja, aqueles que realizam mais trocas entre si, para o centro da célula;
- Ter em conta que caso haja uma máquina que seja partilhada com outra célula, esta deve estar na extremidade da célula em estudo, do lado mais próxima dessa célula que também a utiliza;
- Ter em conta que as máquinas usadas por uma pessoa estão do mesmo lado da célula;
- Se possível escolher o Posto de Acabamentos para uma extremidade do *Layout*;
- Ter em conta que as máquinas de *Airbag* não podem ficar em PD.

Com isto, já é possível criar uma versão 0 de um futuro *layout*. É possível que em certos casos, este *layout* seja pior a nível de movimentos impróprios, no entanto houve melhorias a nível de movimento de operadoras ao criar PD, e também algumas restrições como postos partilhados entre diferentes células estarem centrados entre as duas o que por vezes não está a acontecer. É exatamente por estes motivos que se torna difícil fazer apenas uma iteração, visto esta redefinição apresentar inúmeras variáveis, o que torna praticamente obrigatório realizar várias versões.

Após esta versão, deve ser feita outra otimização, mantendo os principais pressupostos tais como, Postos Duplos, postos utilizados pela mesma pessoa estarem do mesmo lado da célula para evitar a operadora dar a volta a toda a linha, distâncias já ganhas a nível de movimentos de peças e de operadoras, etc. Devem ser feitos estes passos repetidamente até haver uma maximização dos pontos referidos anteriormente.

5.2.1 Novo Balanceamento otimizado

Após a análise à situação atual de cada tipo de peça, procedeu-se seguindo os passos referidos anteriormente à fase de melhorias tanto no balanceamento, como no *layout* da célula, otimizando assim a distribuição da carga de trabalho pelas operadoras, o fluxo da peça e a distância percorrida pelas operadoras quando estas necessitam de mais do que um PT, com o objetivo de aumentar o tempo produtivo e por reflexo aumentar o número de peças produzidas diariamente – aumento da produtividade. Além disto é criado um aumento do bem-estar nas operadoras uma vez que foi diminuída a distância diária destas além da diminuição do *stress* causado pela procura de material e pelo manuseamento excessivo de peças ao longo da célula.

O primeiro passo é então o novo balanceamento da célula, distribuindo o mais uniformemente possível a carga de trabalho entre as operadoras.

Foram primeiramente identificados as operadoras que se encontravam com mais carga e com menos carga para que se atuasse obrigatoriamente nestes dois casos. Neste caso de estudo, as operadoras Rita e Céu2 foram as que mais desfasadas se encontravam em relação às restantes, sendo portanto o foco exercido nelas.

Foi feito juntamente com a supervisora de linha, a identificação das operações que poderiam ser distribuídas sem ser necessário um processo de formação desta equipa de costura. A Figura 26 mostra o novo balanceamento. É possível observar no Anexo III – Balanceamentos propostos, os balanceamentos propostos para os restantes tipos de peça.

Balanceamento e redefinição de *layouts* de células de costura de uma empresa da indústria automóvel

Operações / Operadora	Rita	Paula	Sofia	Céu	Céu2	Angelina	Soma
1 UNIR PÇ 1 Á 1A, 2 Á 2A, 3 Á 3A E 14 Á 14A				100%			100%
2 UNIR PÇ 1/1A/ Á 14/14A		100%					100%
3 FIXAR PERFIL TNT P01 AO CONJ ANTERIOR		100%					100%
4 UNIR PÇ 2/2A E 3/3A AO CONJ ANTERIOR					100%		100%
5 FIXAR PERFIL TNT P02 AO CONJ ANTERIOR		100%					100%
6 UNIR PÇ 15/15A AO CONJ ANTERIOR					100%		100%
7 EFECTUAR COSTURA DECORATIVA 2 AG ABERTA NO CONJ. ANTERIOR	100%						100%
8 FIXAR TELA 6 Á PÇ 8/8A/				100%			100%
9 FIXAR TELA 6 Á PÇ 4/4A						100%	100%
10 UNIR CONJ ANTERIOR E CONJ. DA OPER. 008 ATÉ AO FLAP EM MÁQ. NORMAL					100%	100%	100%
11 TERMINAR COSTURA ANTERIOR EM MÁQ. DE AIRBAG			100%				100%
12 FIXAR ETIQUETA DE AIRBAG			100%				100%
13 EFECTUAR COSTURA DECORATIVA 2 AG ABERTA NO CONJ. ANTERIOR (EM MÁQ. ESPECIAL, COM LEITURA P/ FITA SARJADA)	100%						100%
14 UNIR CONJ ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 007			100%				100%
15 UNIR PÇ 5/5A Á PÇ 9						100%	100%
16 EFECTUAR COSTURA DECORATIVA 2 AG ABERTA NO CONJ. ANTERIOR	100%						100%
17 UNIR CONJ ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 014			100%				100%
18 UNIR PÇ 12 Á PÇ 13 APLICANDO ETIQUETA EM SIMULTÂNIO					100%		100%
19 UNIR O CONJ ANTERIOR AO CONJ DA OPER. 017					100%		100%
20 EFECTUAR BAINHAS NA PÇ 16						100%	100%
21 UNIR PÇ 11 Á PÇ 16						100%	100%
22 EFECTUAR BAINHAS NA OPER. ANTERIOR						100%	100%
23 FIXAR PÇ 20 (SPUNBOND) E PÇ 21 (SPINNVILES) SOBRE A PÇ 11, COLOCANDO FRIDOLA (P05)E EFETUAR BAINHA						100%	100%
24 UNIR CONJ ANTERIOR AO CONJ DA OPER. 019					100%		100%
25 EFECTUAR BAINHA NA PÇ 17						100%	100%
26 UNIR PÇ 10 Á PÇ 17						100%	100%
27 EFECTUAR BAINHAS NA OPER. ANTERIOR						100%	100%
28 FIXAR PÇ 18 (SPUNBOND) E PÇ 19 (SPINNVILES) SOBRE A PÇ 10, COLOCANDO FRIDOLA (P05)E EFETUAR BAINHA						100%	100%
29 UNIR CONJ ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 024 ATÉ AO FLAP EM MÁQ. NORMAL			100%				100%
30 CONTINUAR COSTURA ANTERIOR EM MÁQ. DE AIRBAG			100%				100%
31 TERMINAR COSTURA ANTERIOR EM MÁQ. NORMAL			100%				100%
32 FIXAR PERFIS P03 NO CONJ. ANTERIOR		100%					100%
33 FECHAR TELAS A 5MM EM MÁQ. DE AIRBAG	100%						100%
34 FECHAR TELAS A 10MM EM MÁQ. DE AIRBAG	100%						100%
35 FIXAR PERFIL P06		100%					100%
36 FIXAR PERFIL P04		100%					100%
37 EFETUAR CRAVADOS NO CONJ. ANTERIOR		100%					100%
Eficiência	214 98%	223 102%	236 108%	214 98%	218 100%	209 95%	

Figura 26: Novo Balanceamento da melhor equipa da peça ETL do modelo Audi Q7 Basis

Comparando o balanceamento anterior com o novo balanceamento é possível ver que houve uma descida substancial da carga de trabalho da operadora com mais carga, a Rita, de 123% para apenas 98%, denotado com um círculo vermelho na imagem anterior. Foi levado em consideração o facto de ela necessitar de 3 PT para completar as tarefas a ela sujeitas. Houve também um aumento considerável da carga de trabalho da operadora que tinha se encontrava apenas a 63% relativamente ao tempo de ciclo da peça, para os 100%, ostentado com um círculo vermelho. Há agora um novo ponto de estrangulamento, a operadora Sofia, que fica com 108% de carga de trabalho, representado com um círculo amarelo. No entanto, o tempo de ciclo real (tempo de estrangulamento), passou de 270 segundos (123%) para 236 segundos (108%), o que equivale a uma melhoria de 15,5%.

Para tal ser possível, foi dada a operação número 9 à Angelina e retirada da Céu. Retirou-se também a operação 10 à Sofia e foi dada à Céu2. Foi também dada as operações 11 e 12 à Sofia e retiradas à Rita. Relativamente às operações 18 e 19, foram absorvidas pela operadora com menos carga de trabalho, a Céu2, e retiradas das operadoras das operadoras Angelina e Sofia respetivamente tal como se pode observar na figura anterior. Na Tabela 13 é possível ver o ganho relativamente ao balanceamento anterior, tanto em percentagem como em número de peças.

Tabela 13: Ganhos - Balanceamento Anterior vs. Novo Balanceamento (ETL)

Modelo Audi Q7 basis - ETL	Balanceamento Anterior	Novo Balanceamento
Tempo Peça	22 Minutos/peça	
Produção Prevista	123 Peças/dia	
Tempo Ciclo	219 Segundos/peça	
Tempo Estrangulamento	270 Segundos/Peça	236 Segundos/Peça
Produção Prevista - Estrangulamento	100 Peças/dia	114 Peças/dia
Ganho em percentagem:	+ 14,4%	
Ganho em número de peças:	+ 14 Peças/dia	

5.2.2 Impacto do Novo Balanceamento no *Layout* Atual

Após o novo balanceamento estar completo, o próximo passo será descrever o fluxo da peça no diagrama de montagem para que posteriormente se proceda à análise do *Layout* atual com o novo balanceamento. Poderá ser usado o anterior como base, visto que normalmente não se altera a maior parte do fluxo. A Figura 27 ilustra o novo diagrama de montagem.

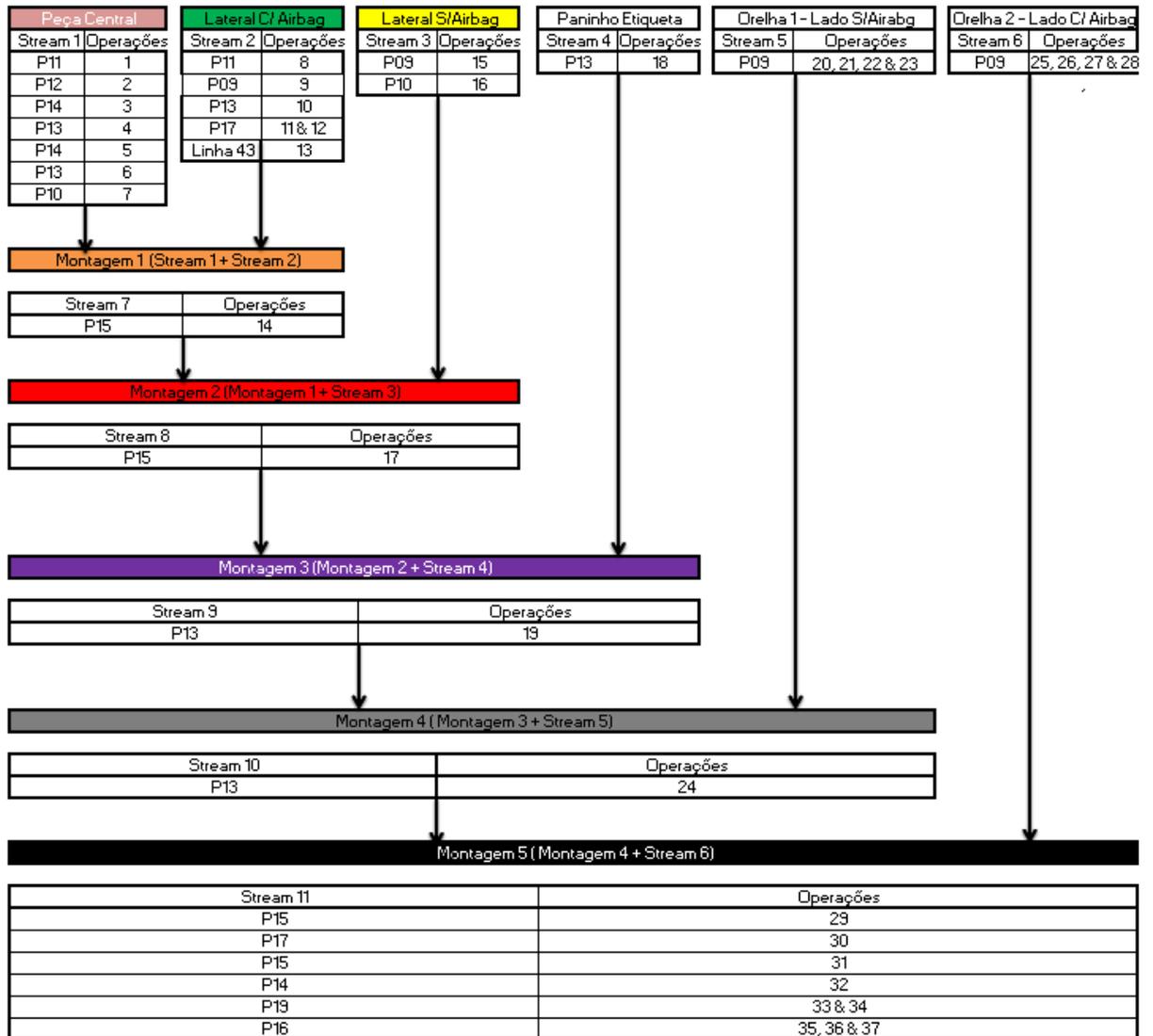


Figura 27: Novo Diagrama de Montagem após o balaceamento feito à peça ETL

Ao comparar este novo esboço de montagem com o anterior é possível notar que a peça inicia em 3 postos distintos que são agora o P11, P09 e o P13. O que diferencia relativamente ao anterior é o *stream* 2, o *stream* 4 e a Montagem3. Tudo o resto continua exatamente igual como se encontrava.

Após ter-se este diagrama, é agora possível e de melhor compreensão desenhar o diagrama de *Spaghetti* de forma a perceber que mudanças aconteceram com o novo balaceamento e utilizando o mesmo *layout*. A Figura 28 representa este *Layout* e diagrama de *Spaghetti* intermédio entre o antigo e o final.

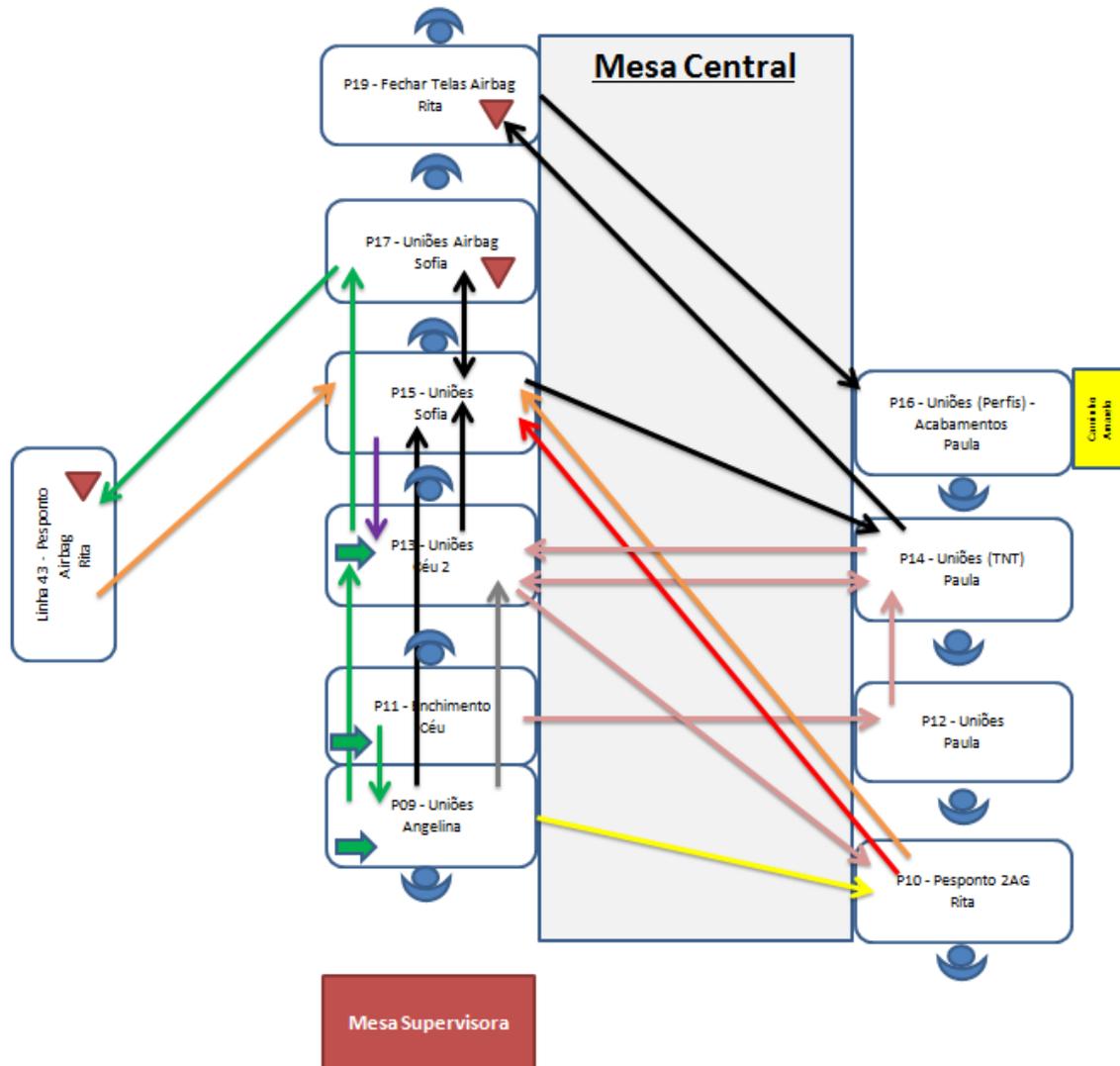


Figura 28: Diagrama de *Spaghetti* intermédio e *Layout* Atual da peça ETL

Evidentemente que com o mesmo *layout* continuaria a haver muitos pontos a melhorar, tais como:

- Distâncias entre PT;
- Postos Duplos;
- Equilíbrio entre os dois lados da célula;
- Máquinas utilizadas pela mesma pessoa estarem apenas em um lado da célula para evitar grandes deslocações;
- Melhor fluxo da peça

5.2.3 Novo *Layout* Otimizado

A Figura 29 mostra o *layout* final da célula de estudo da peça ETL, bem como o diagrama de *Spaghetti* onde representa o fluxo realizado pela peça.

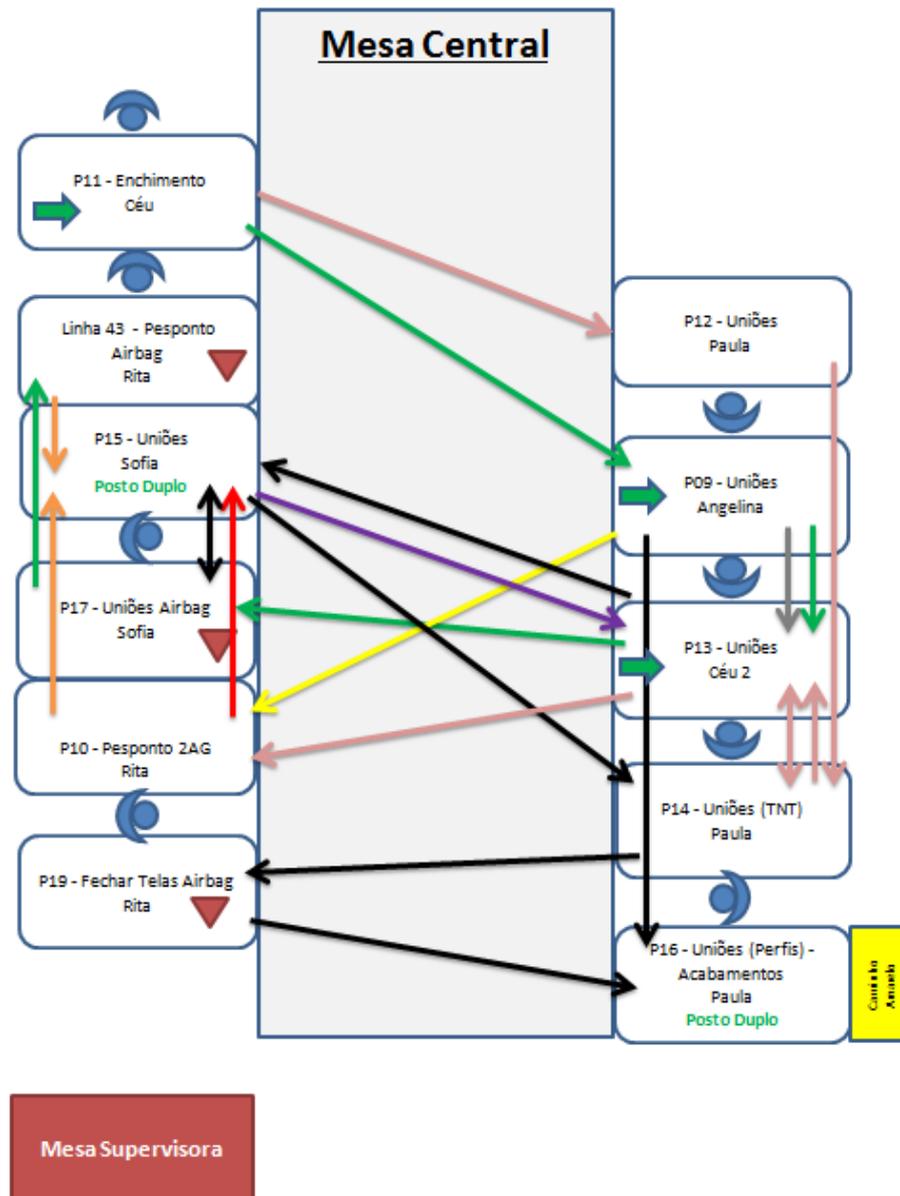


Figura 29: Versão final do *Layout* da célula da peça ETL e o seu diagrama de *Spaghetti*

É bastante notável verificar-se quais os pontos de melhoria existentes neste *layout*. Esquecendo por enquanto o fluxo da peça, as melhorias apresentadas são então as seguintes:

- A criação de 3 Postos Duplos. O que corresponde a um ganho de área, que poderá ser utilizado futuramente para um aumento do número de pessoas numa célula desta linha, ao colocar uma nova máquina de costura;
- As operadoras que utilizam mais do que um PT têm esses postos do mesmo lado da célula, reduzindo assim significativamente a distância percorrida por estas, ganhando assim tempo produtivo;
- Esta célula já possui a máquina que se encontrava duas linhas afastadas desta na sua célula, o que se traduz num enorme ganho tanto a nível de movimento de peça como de operadora;

É também possível ver a proposta de um novo layout para os restantes tipos de peça no Anexo IV – *Layouts* propostos e diagramas de montagem após balanceamento.

Ao criar postos duplos, tal como já foi referido existem alguns cuidados a ter tais como: os Postos de Airbag não podem ser considerados duplos, isto é, tem de ser o outro PT a rodar e a tornar-se duplo; Não criar PD com duas máquinas de *Airbag* devido ao motivo referido anteriormente.

Existe outra especial atenção a dar aos PD. Neste mesmo exemplo acontece por duas vezes que uma operadora possui 3 PT. Neste momento surge uma questão:

- Quais dos três PT escolher para fazer PD com outro?

A resposta a esta pergunta é, escolher os que têm a maior ocupação de PT, uma vez que se estiverem em duplo os que tiverem maior ocupação, faz com que a operadora se desloque menos vezes. A Figura 30 mostra o porquê da escolha feita previamente.

#	P09	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P19	Linha 43
1			100%								100%
2				100%							100%
3						100%					100%
4					100%						100%
5						100%					100%
6					100%						100%
7		100%									100%
8			100%								100%
9	100%										100%
10					100%						100%
11									100%		100%
12									100%		100%
13											100%
14							100%				100%
15	100%										100%
16		100%									100%
17							100%				100%
18					100%						100%
19					100%						100%
20	100%										100%
21	100%										100%
22	100%										100%
23	100%										100%
24					100%						100%
25	100%										100%
26	100%										100%
27	100%										100%
28	100%										100%
29							100%				100%
30									100%		100%
31							100%				100%
32						100%					100%
33										100%	100%
34										100%	100%
35								100%			100%
36								100%			100%
37								100%			100%
209	59	214	17	218	119	120	87	116	94	61	
95%	27%	98%	8%	100%	54%	55%	40%	53%	43%	28%	

Figura 30: Ocupação de cada PT - Novo Balanceamento

Com um círculo verde é possível ver a taxa de ocupação dos PT utilizados pela operadora Paula. Neste caso é evidente que os postos a serem utilizados como duplos seriam o Posto 14 e o Posto 16 pois têm claramente a maior taxa de ocupação.

No que diz respeito à operadora Rita, que utiliza os PT denotados com um círculo azul, é possível escolher, sem qualquer margem de dúvida, o Posto 19. No entanto, quanto aos outros dois postos, a escolha é complicada porque diferem apenas em 1%. E neste caso foi escolhido aquele que tinha percentagem mais baixa devido ao PT da Linha43 ser único, além de que poderá, futuramente, ser usado por outra célula na empresa e dado que é inconveniente ter um PD utilizado por duas operadoras distintas, devido a questões de espaço dentro do PD. Devido a tal foram escolhidos os PT 10 e 19 como PD para a operadora Rita.

Dando agora atenção ao fluxo da peça é possível notar que houve as seguintes melhorias:

- Notável redução da distância percorrida pela peça;
- Redução da entropia em cima da mesa central.

A Tabela 14 resume estas melhorias comparando com o fluxo anterior.

Tabela 14: Ganhos com a implementação do *Layout*

	Antes	Depois
Percurso da Peça (metros/peça)	20,38 Metros/Peça	9 Metros/Peça
Entropia - Cruzamento de peças em cima da mesa central	7	6
Número de Postos Duplos	0	3
Redução da distância percorrida em (Metros/ Peça):	11,38 Metros/Peça	
Redução da distância percorrida em (percentagem):	55,8%	
Redução da entropia em (percentagem):	14,30%	

Após estas implementações, o próximo passo é replicar para as restantes CP que possuem o mesmo tipo de peça. Além disto, como a empresa trabalha a dois turnos, é necessário explicar à supervisora do turno que não foi tido em conta (por ter menos produtividade) para balancear de acordo com a melhor equipa desse tipo de peça conforme foi proposto neste estudo. Isto é de veras importante porque o *layout* final da CP só irá funcionar para os dois turnos se o balanceamento for precisamente o mesmo. Como nos dias de hoje isso ainda não acontece na empresa, a criação de *standard* para os dois turnos tornar-se-á num primeiro passo para a implementação de fluxo contínuo entre turnos, permitindo assim a redução de *stocks* devido a OF's estarem alocadas a cada equipa específica, o que leva à armazenagem escusada de produto.

5.3 Introdução de um Sistema Andon no posto de acabamentos

De forma a criar um método para recolha de peças acabadas por parte da Revista às células de produção foi implementado um sistema Andon, o qual transmite informação visual (luz verde) à zona da revista, para que esta tenha o conhecimento de quando pode ir buscar as peças já terminadas por cada célula. Até então a operadora de revista fazia-o com base no seu próprio critério. E o que acontecia por vezes é que não tinha peças ainda

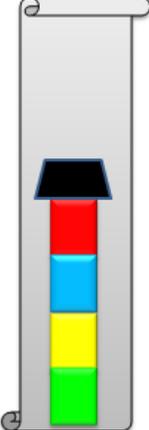
prontas a ser revistas e outras vezes acumulava demasiado trabalho. Este sistema vem assim simplificar o processo.

Além destas vantagens, o sistema Andon vai permitir uma melhor comunicação entre a célula e a supervisora de linha, bem como com a manutenção. Ora, caso haja algum tipo de problema, tanto a nível de máquina como de peça (qualidade, falta de material, etc.), a líder de equipa atualmente levanta-se e vai transmitir o seu problema à chefe de linha (supervisora), o que faz com que perca tempo disponível para costura. Ora este sistema, vai incluir outra lâmpada, amarela desta feita para que ao acender simbolize um pedido de ajuda à supervisora de linha e esta deverá então deslocar-se para tentar resolver o sucedido. Este sistema contém ainda mais duas lâmpadas. A vermelha significa que a célula está parada por uma avaria e que sem a ajuda da equipa de manutenção não consegue operar. Caso esta esteja acesa, é da responsabilidade da manutenção caso veja esta luz, dirigir-se de imediato a esta. Caso isto não aconteça pelo facto da manutenção não se encontrar nessa área, a supervisora de linha deverá ligar diretamente para a equipa de manutenção sem sequer se dirigir a esta célula. Isto vai permitir uma resposta mais rápida a problemas nas células.

Na empresa existe uma norma relativa à “1ª Peça OK”. Esta obriga a que seja feito um controlo de qualidade à primeira peça de cada OF (Ordem de fabrico), aquando o início de turno e no fim de cada intervalo. Ou seja, por cada turno tem de existir no mínimo 3 controlos: Início de turno, fim do primeiro intervalo e fim do segundo intervalo. Obviamente existem mais pelo facto das equipas pegarem no mínimo em duas OF’s por dia, ou seja existem cerca de 5 controlos obrigatórios por dia à 1ª peça. Este sistema tem como principal função evitar os defeitos em série, sendo detetados os defeitos logo na primeira peça acabada. A chefe de linha tem que assumir normalmente todas as suas células para este tipo de controlo. A técnica de qualidade é responsável semanalmente pelo controlo de apenas uma célula em toda a PPMM. A luz subjacente a este controlo é a luz azul. Esta tem como função chamar a supervisora de linha ou a técnica de qualidade para verificar a peça e em caso de defeito transmitir aos restantes elementos da célula a razão do defeito para que possa ser então evitado um defeito em série. Ou seja esta luz deverá estar ligada sempre que a 1ª peça esteja pronta nos seguintes casos:

1. Mudança de turno;
2. Intervalos;
3. Mudança de OF.

A Figura 31 mostra a informação existente no PT de acabamentos como meio de ajuda para a operadora lidar com este novo sistema. Além desta identificação neste posto de trabalho, foi dada formação acerca deste a todas as operadoras deste PT, a todos elementos da manutenção, à supervisora, às técnicas de qualidade e às operadoras de revista e respetivas supervisoras.



<u>SINAL INDICADOR - Andon</u>	
COR	DESCRIÇÃO
VERMELHO	Máquina ou Célula inteira PARADA com avaria. Escolha esta cor para a assistência da equipa de manutenção.
AZUL	1ª peça pronta para Controlo Estatístico de Processos (SPC).
AMARELO	Escolha esta cor para a assistência da supervisora.
VERDE	5 peças prontas para serem revistas.

Figura 31: Papel informativo existente no PT funcionalidade do Sistema Andon.

A Figura 32 apresenta a célula de produção onde foi implementado o sistema Andon, como ferramenta de apoio a comunicação.



Figura 32: Sistema Andon implementado na célula.

5.4 Organização de pequenos materiais no posto de acabamentos

É no posto de acabamentos que se encontram praticamente a totalidade dos pequenos materiais requeridos para a peça. Como atualmente não existe um critério para alocação destes materiais, a alocação destes fica à razão da operadora e do distribuidor, não havendo portanto um *standard* na alocação destes. Por esse motivo foi criado um carrinho para os pequenos materiais que se encontra ao lado dessa operadora, e que contém um espaço específico para todos os pequenos materiais utilizados. Além disto, esses materiais são dispostos por ordem de colocação destes por parte da operadora. Assim sendo, é bastante acessível para esta ter a noção onde se encontra cada material que necessita. Já para o distribuidor acaba por ser idêntico, só que desta feita irá ter o esquema de montagem da peça com ele, e que ao colocar os materiais no PT, tem apenas de ler a descrição existente no carrinho e no esquema de montagem, havendo assim um *standard* tanto para o distribuidor que já não terá que procurar o material. Além destas vantagens é de fácil observação para ambos quando há falta de material, pois o espaço preenchido para esse se encontra vazio, o que previne a paragem da célula por este motivo.

Assim sendo, cria-se uma padronização do trabalho ao implementar para cada tipo de peça e estender para todas as células. No que diz respeito ao distribuidor, este vai ter que replicar a mesma distribuição para todas as células do mesmo tipo de peça. Com isto, este já sabe exatamente onde colocar cada material, e não fica nada a seu critério. Além de não haver margem para erros ao distribuir, é de fácil perceção para ele quando há um espaço vazio, sabendo desde então que é necessário mais material daquele tipo naquela determinada célula. Já para a operadora torna-se automático pegar no material, visto que ela sabe a ordem com que o vai metendo na peça. Além disto, torna-se num *Poka-Yoke*, isto é, um anti-erro, pois para ela basta-lhe seguir a ordem pela qual estão distribuídos os materiais, para evitar esquecer-se de colocar algum. Um dos mais graves defeitos considerados pelo cliente, é a falta de material, e fica desde já, com esta nova forma de distribuir os materiais neste novo carrinho, um defeito mais fácil de evitar.

A Figura 33 mostra a nova organização dos pequenos materiais no PT de acabamentos da peça ETL. Este primeiro carrinho desenhado e criado primeiramente para esta célula já

começou a ser replicado para outras células devido ao bom feedback dado por parte das operadoras desta célula.



Figura 33: Novo carrinho de pequenos materiais

5.5 *Overheads*

Como já foi referido na secção 4.3, quando se entra na área de confeção é impossível identificar para quem não tem algum conhecimento da empresa onde se encontra cada tipo de peça a ser produzido, bem como cada variante. Mesmo quem frequenta a produção com certa regularidade, visto haver alguma quantidade de células, tem de andar a perguntar a uma supervisora ou ao adjunto de produção, ou caso conhece a forma da peça, poderá identificar esta passando célula por célula. De modo a facilitar esta tarefa para novos elementos na empresa, auditorias, clientes, e mesmo alguns elementos já pertencentes aos quadros da empresa, foi criado o denominado *overhead*. Isto é uma forma de identificação que fica sobre a célula de modo a ser facilmente visível a quem passa na produção o que esta célula costuma produzir (Figura 34 e Figura 35).



Figura 34: *Overhead* numa das linhas de produção



Figura 35: Modelo de *Overhead* para o modelo Audi Q7, da peça ETL da variante Cricket

5.6 Criação de “Frutarias” ao lado de cada célula

O termo frutarias é um termo criado na Coindu. Estas “frutarias” são *racks* de abastecimento de material às células de produção. Pelo facto de terem parecenças com uma frutaria do supermercado devido à forma como é disposto os materiais foi batizado com este nome.

Atualmente, as operadoras de cada célula deslocam-se ao início ou ao fim da linha de produção, consoante o turno em questão para pegarem no material (imagens de base) necessário à sua produção. Este material encontra-se em paletes preparadas, com as OF’s necessárias para um determinado tempo do turno, por parte da área de preparação, e são entregues pelos distribuidores da empresa. Uma vez que as equipas nem sempre acabam a ordem de fabrico, é acumulado material na paleta. Ora com este material mais as OF’s diárias necessárias à produção, cria-se por vezes uma desorganização nestas paletes, ainda mais pelo facto de não existir uma por equipa mas sim, uma por linha.

Assim sendo, a ideia da criação destas “frutarias” é a separação do material necessário no momento em cada equipa e o material que se encontra em paletes. É também pretendido uma redução considerável da distância percorrida pelas operadoras, pois elas deslocavam-se ao final/início da linha pelo menos uma vez em cada OF. Com esta implementação, a frutaria encontrar-se-á ao lado da equipa, o que facilita a deslocação, reduz o WIP em cima da mesa, uma vez que não precisam de pegar numa grande parte da OF ou mesmo em toda de uma vez à palete pois o material encontra-se ao seu lado (Figura 36).



Figura 36: Exemplo de uma frutaria colocado ao lado de uma célula de produção

Estas *racks*, são abastecidas com um máximo de 2 caixas, que correspondem a 2 OF's. O material é agora preparado, em caixas e não em paletes. Para a área de preparação praticamente não há diferenças, uma vez que ao invés de preparar a OF e coloca-la numa palete, coloca-a agora numa caixa apropriada e alimenta primeiramente uma outra *rack* existente na preparação, com uma certa inclinação seguindo o *FIFO*. O distribuidor quando recebe o pedido por parte da supervisora da necessidade de uma ordem de fabrico, dirige-se à área de preparação e pega na caixa seguindo a lógica do *FIFO*. Estas caixas deverão estar alocadas de acordo com o planeamento nesta *rack* para que não haja

necessidade, por parte do distribuidor, de ter de procurar a caixa. A Figura 37 mostra a diferença entre o novo sistema e o antigo.



Figura 37: Antes (Paletes) VS Depois (Racks de alimentação às frutarias)

Com esta melhoria há ganhos a nível de organização do material, e há ganhos consideráveis a nível de deslocação por parte das operadoras, além de ser facilmente detetável tanto pela supervisora como por qualquer elemento da equipa a falta de material.

5.7 Novo método de registo de defeitos no sistema

Como já foi referido na secção 4.8, existe uma incapacidade por parte do departamento de qualidade para atuar sobre os defeitos provocados na secção de costura, uma vez que não são inseridos todos os defeitos existentes em sistema. A principal razão é o facto de o atual sistema de registos de defeitos demorar demasiado tempo. Como tal, foi feito um estudo detalhado a todos os passos que são necessários para completar um registo. Este estudo pretende identificar os tipos de atividades que estão associadas a este registo. Desta forma, foram identificadas dois tipos de atividades:

- Necessárias;
- Desnecessárias.

Tal como é possível observar na Figura 24 existem 10 passos para completar o registo de um defeito em sistema, e de maneira a poder distingui-los entre necessários e desnecessários, foi preciso ir mais ao detalhe.

Passo 1: Pistolar o código de barras para entrar dentro da OF (Ordem de Fabrico). Este passo é um tipo de atividade necessária de forma a poder associar a peça que está a ser revistada à ordem de fabrico, para poder depois associar o defeito a uma equipa, operação

e ordem de fabrico aberta de forma a garantir a rastreabilidade da peça. Logo não é possível eliminar.

Passo 2: Carregar no botão “Defeitos”. Ora neste “*Screen*”, é possível observar que podemos fazer outras operações sem registar o defeito, pelo que faz todo o sentido que este passo seja uma atividade necessária.

Passo 3: Após carregar no botão defeitos (Passo nº2) aparece um “*Screen*” no qual já temos a equipa associada a esta peça. Neste passo pretende-se carregar num PT de forma a ver as operações a eles associadas (Melhor dos casos), ou apenas entrar num PT de forma a poder abrir o processo de fabrico (Pior dos casos) no próximo passo, neste caso ela escolhe um PT aleatório. Este passo é considerado uma atividade desnecessária.

Passo 4: Este passo serve para escolher a operação associada ao defeito identificado, caso a operadora já conhece a peça (Melhor dos casos) ou no pior dos casos serve apenas para abrir o processo de fabrico. Esta operação é considerada uma atividade necessária.

Passo 5: Identificação da imagem de base associada ao defeito e clicar em “sair”. Embora esta operação seja uma atividade necessária para operadoras que não conhecem a peça, vai ser considerada desnecessária pelo facto de o processo de fabrico conter demasiada informação irrelevante para este processo, pelo apenas seria considerada necessária se abrisse apenas a imagem. Como tem de abrir todo o processo de fabrico associado, poderá levar cerca de 50 segundos só para abrir. Esta operação é apenas para o pior dos casos.

Passo 6: Esta operação também é apenas para o pior dos casos, pois a operadora após detetar a(s) imagem(ns) de base associadas ao defeito, tem de escolher PT a PT de forma a descobrir o onde é feita a operação para a selecionar. Isto é claramente uma atividade desnecessária.

Passo 7: Este passo já é comum aos dois casos existentes. Neste, a operadora tem de carregar em “inserir defeitos”, pelo que também é considerada uma atividade desnecessária.

Passo 8: Este passo é uma atividade desnecessária pelo facto de a operadora ter de escolher a subatividade do defeito. Ora se já escolheu uma operação que originou o defeito, então a subatividade é claramente a costura.

Passo 9: É neste passo que a operadora escolhe o defeito que identificou. Embora esta atividade seja considerada necessária, precisa de grandes melhorias pois neste caso a operadora tem de andar na seta para o lado até encontrar o defeito. Mesmo a operadora já sendo experiente tem de o fazer, pelo que leva tempo escusado.

Passo 10: A operadora tem de pistolar novamente a peça de forma a associar desta forma o número da peça da OF. Aparentemente parece uma operação desnecessária porque já foi pistolada pelo que já poderia ter associado. Mas na realidade é realmente necessária pelo facto de no primeiro passo a operadora poderia não querer registar um defeito, e nesse caso deverá aparecer apenas a OF e não o número da peça. Então este último passo é considerado uma atividade necessária para que se possa associar a peça que foi revistada garantindo assim a rastreabilidade.

A Figura 38 ilustra melhor os passos a eliminar. Os que se encontram marcados com um “X” são os tipos de atividades desnecessárias, enquanto que o marcado com um círculo é um passo que poderá ser substancialmente melhorado.

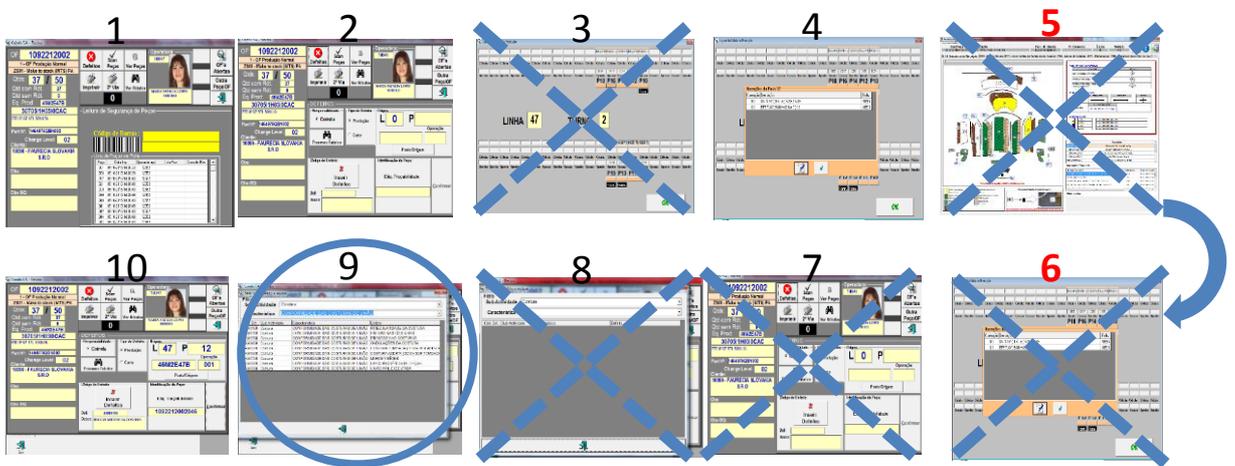


Figura 38: Passos necessários VS Passos desnecessários

Após esta análise é foi feita uma possível solução informática futura para o novo processo de registo de defeitos em sistema de forma a libertar as operadoras para conseguirem registar todos os defeitos em sistema.

A Figura 39 mostra uma versão que se aproxima da futura solução informática.

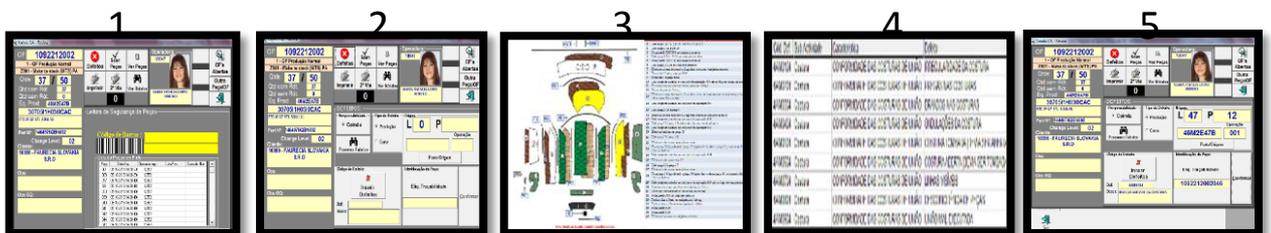


Figura 39: Protótipo da solução informática para registo de defeitos de costura em sistema.

Com esta solução deixou-se de ter duas possibilidades (Melhor caso e Pior caso), para ter-se apenas uma situação. Isto já obriga a uma padronização do trabalho (*Standard Work*), pois todas as operadoras após esta implementação vão trabalhar da mesma forma, quer conheçam a peça e a célula de produção correspondente ou não.

Como foi descrito anteriormente, os primeiros dois passos são considerados necessários e por esse motivo foi decidido mantê-los inalterados. A partir deste passo o processo é praticamente todo alterado.

No passo número dois, a operadora ao clicar no botão “Defeitos”, vai abrir automaticamente a imagem associada à peça que acabou de revistar, e já não precisará de abrir todo o processo de fabrico, pelo que o tempo de abertura deverá ser pelo menos 10 vezes mais rápido do que era anteriormente além dos passos intermédios até então. Ao abrir (passo 3) aparecerá um “*screen*” com o desenho da peça e todas as suas imagens de base associadas bem como todas as operações necessárias à fabricação da peça feitas pela célula de produção. Neste passo a operadora após observar qual foi a imagem ou imagens de base que têm defeito tem de clicar na operação correspondente que se encontra no mesmo “*screen*”. Ao clicar em confirmar, o programa vai automaticamente associar a operação a um PT uma vez que o balanceamento está no mesmo sistema, pelo que já não precisará de escolher PT a PT até encontrar a operação desejada. Ao mesmo tempo, após clicar em confirmar, o programa vai associar o TOP de defeitos mais comuns a essa operação, estando os restantes visíveis apenas com um *click*. No passo 4 a operadora apenas seleciona o defeito e clica em confirmar, tendo que no último passo pistolar o código de barras da peça para associar o número da peça garantindo tal como já o fazia, a rastreabilidade.

6. DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS

Depois de feita a análise à empresa e de selecionados os principais problemas a estudar, foram então realizadas implementações de melhorias. Neste capítulo são então discutidos os resultados já obtidos com essas implementações e os possíveis ganhos a ter com outras ideias de melhoria.

6.1 Ganhos com os novos balanceamentos

Foi planeado o estudo de 9 tipos de peças, mas até à realização deste projeto apenas foram estudadas e implementadas 7 tipos de peças. Apenas uma destas não teve ganhos a nível de balanceamento, pois ao analisá-lo encontrava-se já bastante bom comparado com outros. Para melhorá-lo teria que haver formação em todas as equipas deste tipo de peças inclusive a melhor equipa a nível de produtividade – a equipa analisada. Isto não se justificava pelo que foi decidido não haver modificações no que diz respeito ao balanceamento.

Neste capítulo não vai ser demonstrado o balanceamento anterior e o novo, mas vai apenas mostrar resumidamente os ganhos obtidos em cada tipo de peça com estes balanceamentos. O ETL serviu como base de explicação e tudo o resto seguirá nos anexos encontrados no fim da dissertação.

ETL – Encosto Traseiro Lateral

Tal como é mostrado na tabela do capítulo 5.1.1, existiram ganhos consideráveis com a distribuição da carga de trabalho pelas operadoras. Houve uma diminuição do tempo de estrangulamento (tempo de ciclo real) de 270 segundos para 236 segundos, o que correspondeu a um aumento de 14,4%, que se traduz em mais 14 peças por dia, passando assim de uma possível produção de 100 peças para 114 peças diárias por cada equipa de ETL.

ET 3ª Fila – Encosto Traseiro da 3ª Fila

O tipo de peça ET 3ª fila (Encosto Traseiro da 3ª fila do Audi Q7), teve também um aumento expressivo de produção diária. A Tabela 15 resume os ganhos do novo balanceamento comparativamente ao anterior.

Tabela 15: Ganhos - Balanceamento Anterior vs. Novo Balanceamento (ET 3ª Fila)

Modelo Audi Q7 basis – ET 3ª Fila	Balanceamento Anterior	Novo Balanceamento
Tempo Peça	15.1 Minutos/peça	
Produção Prevista	209 Peças/dia	
Tempo Ciclo	129 Segundos/ peça	
Tempo Estrangulamento	166 Segundos / peça	145 Segundos/ peça
Produção Prevista - Estrangulamento	163 Peças/dia	186 Peças/dia
Ganho em percentagem:	+ 14,1%	
Ganho em número de peças:	+ 23 Peças/dia	

EF – Encosto da Frente

O tipo de peça Encosto da Frente, teve uma das melhorias mais significativas a nível de balanceamento da equipa. Seguidamente é resumido na Tabela 16 os ganhos com nesta peça.

Tabela 16: Ganhos - Balanceamento Anterior vs. Novo Balanceamento (EF)

Modelo Audi Q7 basis – EF	Balanceamento Anterior	Novo Balanceamento
Tempo Peça	24.8 Minutos/peça	
Produção Prevista	127 Peças/dia	
Tempo Ciclo	212 Segundos/ peça	
Tempo Estrangulamento	273 Segundos / peça	230 Segundos/ peça
Produção Prevista - Estrangulamento	99 Peças/dia	117 Peças/dia
Ganho em percentagem:	+18.2%	
Ganho em número de peças:	+18 Peças/dia	

ATL – Assento Traseiro Lateral

O Assento Traseiro Lateral é um tipo de peça que apresenta o segundo maior ganho no que diz respeito ao balanceamento com um grande aumento no número possível de peças a serem produzidas diariamente. Resumidamente a Tabela 17, a seguir apresentada transpõe esses ganhos.

Tabela 17: Ganhos - Balanceamento Anterior vs. Novo Balanceamento (ATL)

Modelo Audi Q7 basis – ATL	Balanceamento Anterior	Novo Balanceamento
Tempo Peça	20.3 Minutos/peça	
Produção Prevista	155 Peças/dia	
Tempo Ciclo	174 Segundos/ peça	
Tempo Estrangulamento	240 Segundos / peça	190 Segundos/ peça
Produção Prevista - Estrangulamento	113 Peças/dia	142 Peças/dia
Ganho em percentagem:	+26.3%	
Ganho em número de peças:	+29 Peças/dia	

ATK 3ª Fila – Assento Traseiro da 3ª Fila

O ATK 3ª fila foi, de longe, o tipo de peça em que foi possível obter melhores resultados tendo em conta o número máximo de peças possíveis de obter. O aumento foi de quase 32% em relação ao que era conseguido pela distribuição da carga laboral pelas operadoras desta equipa. Visto esta análise ser às melhores equipas o ganho potencial nesta peça é ainda maior do que os apresentados.

A Tabela 18 faz um apanhado destes ganhos gerados através do balanceamento.

Tabela 18: Ganhos - Balanceamento Anterior vs. Novo Balanceamento (ATK 3ª Fila)

Modelo Audi Q7 basis – ATK 3ª Fila	Balanceamento Anterior	Novo Balanceamento
Tempo Peça	29.7 Minutos/peça	
Produção Prevista	106 Peças/dia	
Tempo Ciclo	255 Segundos/ peça	
Tempo Estrangulamento	368 Segundos / peça	280 Segundos/ peça
Produção Prevista - Estrangulamento	73 Peças/dia	96 Peças/dia
Ganho em percentagem:	+31.5%	
Ganho em número de peças:	+23 Peças/dia	

ATC – Assento Traseiro Central

Para este tipo de peça não houve qualquer tipo de melhoria em relação ao balanceamento, pois não era viável. Além de ter de haver formação nas restantes equipas deste tipo de peça, também teria de haver formação na equipa em análise. Além do mais ao distribuir

carga de trabalho iria ser aumentado o movimento da peça pelo que não compensaria estar a distribuir o trabalho. Ficando esta peça apenas a ser focada em questões de layout, redução de movimentos de operadoras e de peça.

ETC – Encosto Traseiro Central

Relativamente a este tipo de peça a Tabela 19 ilustra os ganhos.

Tabela 19: Ganhos - Balanceamento Anterior Vs Novo Balanceamento - ETC

Modelo Audi Q7 basis – ETC	Balanceamento Anterior	Novo Balanceamento
Tempo Peça	14,6 Minutos/peça	
Produção Prevista	185 Peças/dia	
Tempo Ciclo	146 Segundos/peça	
Tempo Estrangulamento	196.4 Segundos/peça	158.6 Segundos/peça
Produção Prevista - Estrangulamento	137 Peças/dia	170 Peças/dia
Ganho em percentagem:	+ 24.09%	
Ganho em nº peças:	+ 33 Peças/dia	

AF – Assento da Frente

O estudo acerca do Assento da Frente mostrou ganhos relativamente ao balanceamento como é possível observar na Tabela 20.

Tabela 20: Ganhos - Balanceamento Anterior vs. Novo Balanceamento (AF)

Modelo Audi Q7 basis – AF	Balanceamento Anterior	Novo Balanceamento
Tempo Peça	19.38 Minutos/peça	
Produção Prevista	116 Peças/dia	
Tempo Ciclo	233 Segundos/peça	
Tempo Estrangulamento	276 Segundos/peça	247 Segundos/peça
Produção Prevista - Estrangulamento	98 Peças/dia	109 Peças/dia
Ganho em percentagem:	+ 11,22%	
Ganho em nº peças:	+ 11 Peças/dia	

6.1.1 Resumo dos ganhos com os balanceamentos dos 7 tipos de peças

O estudo realizado a estes sete tipos de peças gerou como já foi descrito, um aumento de peças produzidas por cada tipo de peças. Este aumento manifesta-se em termos de lucro para a empresa. Nesta secção vão ser apresentados os lucros gerados à empresa através da modificação dos balanceamentos de células de produção de costura.

Tabela 21: Ganhos em *Output* por tipo de peça (Peças/dia)

Tipo de peça	Nº Equipas	Nº Operadoras Atual	Nº Operadoras Futuro	<i>Output</i> Possível Atual/ tipo de peça	<i>Output</i> possível Futuro/tipo de peça	Ganhos em Peças/dia
AF	2	6	6	196 Peças/dia	218 Peças/dia	24
ATC	2	6	6	272 Peças/dia	272 Peças/dia	0
ATK	2	7	7	146 Peças/dia	192 Peças/dia	46
ATL	2	7	7	226 Peças/dia	284 Peças/dia	58
EF	2	7	7	198 Peças/dia	234 Peças/dia	36
ETC	2	6	6	137 Peças/dia	170 Peças/dia	33
ET 3F	2	7	7	326 Peças/dia	372 Peças/dia	46
ETL	1	6	6	100 Peças/dia	114 Peças/dia	14

Na Tabela 21 é feito um resumo do ganho geral das implementações dos tipos de peças, tendo em conta o número de equipas que cada tipo de peça tem e o *output* mostrado na secção anterior de cada tipo de peça, antes e depois multiplicado pelo número de equipas. Admitindo que o custo da MDO por hora é de 4,7 euros, é agora possível calcular o lucro gerado por esta implementação. Este valor tem em conta o salário durante o ano completo, ou seja, inclui os subsídios de férias. O lucro é obviamente calculado através da mão-de-obra, uma vez que é o único meio de produção que sofre alterações no processo. Ou seja, a empresa tem exatamente as mesmas despesas que tinha por cada peça produzida, exceto na MDO. Isto porque, com a mesma mão-de-obra é possível agora produzir mais. No caso do AF a MDO é maior mas em proporção, a quantidade produzida também é superior.

A Tabela 22 apresenta os resultados calculados do custo da MDO atual por cada peça produzida e o custo da MDO futura por cada peça produzida. A diferença entre estes dois valores é o lucro gerado por cada peça produzida futuramente na empresa.

O cálculo do custo da MDO por Output atual é feito através da seguinte fórmula:

$$A = \frac{\text{Preço MDO} * 7.5\text{horas} * N * \text{QtdEquipas}}{B} \text{ [Euros/peça]}$$

A → Custo da MDO por cada peça produzida

N → Número de operadoras por equipa

B → Output possível por tipo de peça

Já o custo da MDO por *Output* futuro é seguindo a mesma lógica da fórmula anterior mas desta feita tendo em conta o número de operadoras por equipa futuramente e o output possível futuro por tipo de peça.

Tabela 22: Custo da MDO/Output Atual vs Futuro e o Ganho por peça produzida

Tipo de peça	Output Possível Atual/tipo de peça	Output possível Futuro/tipo de peça	Custo da MDO/ output Atual	Custo da MDO/ output futuro	Ganho por peça produzida
AF	196	218	1,80 €	1,62 €	0,18 €
ATC	272	272	1,56 €	1,56 €	0,00 €
ATK	146	192	3,38 €	2,57 €	0,81 €
ATL	226	284	2,18 €	1,74 €	0,45 €
EF	198	234	2,49 €	2,11 €	0,38 €
ETC	137	170	1,54 €	1,24 €	0,30 €
ET 3F	326	372	1,51 €	1,33 €	0,19 €
ETL	100	114	2,12 €	1,86 €	0,26 €

Com este valor calculado é agora possível calcular o lucro diário gerado por cada tipo de peça, bem como o lucro semanal e anual após esta implementação. A Tabela 23 faz um sumário deste lucro gerado.

Tabela 23: Ganho monetário possível por cada tipo de peça após implementações

Tipo de Peça	<i>Output</i> possível Futuro/ tipo de peça	Ganho por peça produzida [Euros/peça]	Ganho diário [Euros/dia]	Ganho Semanal [Euros/semana]	Ganho Anual [Euros/ano]
AF	218	0,18 €	39,24 €	223,01 €	9 142,92 €
ATC	272	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
ATK	192	0,81 €	155,49 €	777,43 €	36 228,31 €
ATL	284	0,45 €	126,65 €	633,25 €	29 509,55 €
EF	234	0,38 €	89,73 €	448,64 €	20 906,45 €
ETC	340	0.30€	102 €	510 €	23 766,00 €
ET 3F	372	0,19 €	69,63 €	348,17 €	16 224,95 €
ETL	114	0,26 €	29,61 €	148,05 €	6 899,13 €
Ganhos totais:			612,35 €/Dia	3 061,74 €/Sem.	142 677,3 €/Ano

Tal como é possível observar na Tabela 23, só através de melhorias a nível do balanceamento de células de produção, foi possível gerar um lucro de 612.35 euros/dia, 3 061,74 euros/semana e anualmente um lucro de 142 677,3 euros/ano.

6.2 Ganhos com os novos *layouts*

Esta secção ao contrário da anterior vai abordar os ganhos com a implementação dos novos *layouts* não a nível financeiro mas a nível de redução de deslocações das operadoras e da distância percorrida pela peça.

6.2.1 A nível de movimento de peças

Houve, em todas as peças estudadas uma melhoria substancial no que diz respeito ao movimento das peças. Para comparação entre o antes e depois da implementação foram tidos em conta dois pontos:

- Distância percorrida pela peça;
- Redução da entropia.

Em seguida é apresentado um resumo da quantidade reduzida a nível de movimentação da peça desde a entrada na célula até estar completa.

Tabela 24: Ganhos a nível da distância percorrida pela peça

Tipo de Peça	Distância percorrida pela peça			
	Antes	Depois	Melhoria em metros	Melhoria em Percentagem
AF	5.74 Metros/ peça	4.63 Metros/ peça	1.11 Metros/ peça	19.34%
ATC	8.42 Metros/ peça	7.64 Metros/ peça	0.78 Metros/ peça	9,3%
ATK	18.33 Metros/peça	14.64 Metros/ peça	3.69 Metros/ peça	20.1 %
ATL	16.35 Metros/ peça	8.55 Metros/ peça	7.8 Metros/ peça	47.7%
EF	10.09 Metros/ peça	8.09 Metros/peça	2 Metros/ peça	19.81%
ETC	9.59 Metros/ peça	5.47 Metros/peça	4.12 Metros/peça	42.96 %
ET 3F	7.41 Metros/ peça	7.1 Metros/ peça	0.31 Metros/ peça	4.22%
ETL	20.38 Metros/ peça	9.01 Metros/ peça	11.37 Metros/peça	55.8%
Média:			3.89 Metros/ peça	27.4 %

Como é demonstrado na Tabela 24, houve uma clara melhoria em todas as peças a nível de redução da distância percorrida. As reduções mais significativas foram sobretudo no ATL, ETC e no ETL, enquanto as menos significativas foram o ATC e o ET 3F. No caso do ETL, houve esta diminuição sobretudo devido à aproximação de um PT que se encontrava duas linhas ao lado para esta célula o que poupou a grande maioria da distância percorrida. No caso do ATL houve também uma grande melhoria pelo facto de haver uma aproximação de um posto que se encontrava noutra célula. No caso do ETC as melhorias foram sobretudo a nível de movimentos inapropriados, ou seja, foram aproximados os PT com mais trocas além de se ter reduzido o número de movimentações da peça.

No que diz respeito ao AF e ET 3F, estas peças não tiveram, em comparação com as restantes, uma diminuição relevante relativamente ao percurso feito pela peça. Isto deveu-se sobretudo ao facto de a peça ser pequena e de a célula ter poucos PT o que dá menos espaço para melhorias a este nível.

No que diz respeito a melhorias relativas à entropia existente na mesa central por cada tipo de peça, as melhorias foram bastante importantes, conseguindo-se uma redução

média de cerca de 49% por cada tipo de peça. Este tipo de melhoria é importante pelo facto de as operadoras não perderem tempo à procura do material ou a organizá-lo em cima da mesa central, criando assim por si só, mais organização e transparência.

A Tabela 25 mostra o ganho analisando a nível da entropia. Estes valores descrevem o número de cruzamentos que existe entre peças em cima da mesa central.

Tabela 25: Ganhos a nível de entropia em cima da mesa central por tipo de peça

Tipo de Peça	Entropia			
	Antes	Depois	Melhoria em número	Melhoria em Percentagem
AF	4	4	0	0%
ATC	21	9	12	57,14%
ATK	58	30	28	48,28%
ATL	16	7	9	56,25%
EF	33	5	28	84,85%
ETC	20	6	14	70 %
ET 3F	12	2	10	83,33%
ETL	7	6	1	14,29%
Média:			12,75	51,77 %

6.2.2 A nível de movimentação de operadoras

Houve um claro ganho quanto ao tempo que as operadoras passam a deslocar-se a trocar e a levar material a outros PT. Só pelo facto de terem sidos criados postos duplos há automaticamente uma redução da distância percorrida pelas operadoras que nestes trabalham.

Em seguida são apresentadas as três análises multi-momento referentes às três operadoras consideradas chave (Tabela 26, Tabela 27 e Tabela 28), ou seja, aquelas que tinham maior potencial de ganho de tempo produtivo.

Tabela 26: Análise Multi-momento após implementações - Rita

Peça/ Pessoa: ETL – Rita	Frequência: 15 – 15 Seg.	Duração: 1 Hora	Equipa: M245C
Atividade:	Frequência:	Percentagem:	Descrição:
Costurar	152	63,33%	Tempo produtivo
Manuseamento peça/Material	35	14,6%	Tempo Não-Produtivo mas necessário

Tempos de <i>Setup</i> e medição da peça	17	7,1%	Tempo Não-Produtivo mas necessário
Espera por material, procura por material e comunicação	20	8,3%	Tempo Não-Produtivo e desnecessário
Transporte/ Deslocação:	16	6,7%	Tempo Não-Produtivo e desnecessário

Tabela 27: Análise Multi-momento após implementações - Paula

Peça/ Pessoa: ETL – Paula	Frequência: 15 – 15 Seg.	Duração: 30 minutos	Equipa: M245C
Atividade:	Frequência:	Percentagem:	Descrição:
Costurar	81	67,50%	Tempo produtivo
Manuseamento peça/Material	22	18,33%	Tempo Não-Produtivo mas necessário
Tempos de <i>Setup</i> e medição da peça	5	4,17%	Tempo Não-Produtivo mas necessário
Espera por material, procura por material e comunicação	7	5,83%	Tempo Não-Produtivo e desnecessário
Transporte/ Deslocação:	5	4,17%	Tempo Não-Produtivo e desnecessário

Tabela 28: Análise Multi-momento após implementações - Sofia

Peça/ Pessoa: ETL – Sofia	Frequência: 15 – 15 Seg.	Duração: 30 minutos	Equipa: M245C
Atividade:	Frequência:	Percentagem:	Descrição:
Costurar	70	58,33%	Tempo produtivo
Manuseamento peça/Material	32	26,67%	Tempo Não-Produtivo mas necessário
Tempos de <i>Setup</i> e medição da peça	11	9,17%	Tempo Não-Produtivo mas necessário
Espera por material, procura por material e comunicação	5	4,17%	Tempo Não-Produtivo e desnecessário
Transporte/ Deslocação:	2	1,67%	Tempo Não-Produtivo e desnecessário

Ao comparar esta análise após as implementações com a análise antes das implementações é possível observar que houve um crescimento do tempo produtivo. É também possível observar que houve um aumento do tempo não-produtivo mas

necessário em alguns dos casos e, como era de esperar, uma redução no tempo não-produtivo. A Tabela 29 resume a informação do ganho em tempo produtivo por cada operadora após as implementações.

Tabela 29: Análise Multi-momento Antes VS Depois por operadora

	Atividade:	Antes	Depois	Diferença
Rita	Costurar	50,80%	63,33%	12,53%
	Manuseamento peça/Material	10,80%	14,58%	3,78%
	Tempos de <i>Setup</i> e medição da peça	10,80%	7,08%	-3,72%
	Espera por material, procura por material e comunicação	12,10%	8,33%	-3,77%
	Transporte/ Deslocação:	15,40%	6,67%	-8,73%
Paula	Costurar	50,80%	67,50%	16,70%
	Manuseamento peça/Material	29,20%	18,33%	-10,87%
	Tempos de <i>Setup</i> e medição da peça	7,50%	4,17%	-3,33%
	Espera por material, procura por material e comunicação	9,20%	5,83%	-3,37%
	Transporte/ Deslocação:	3,30%	4,17%	0,87%
Sofia	Costurar	54,20%	58,33%	4,13%
	Manuseamento peça/Material	25,00%	26,67%	1,67%
	Tempos de <i>Setup</i> e medição da peça	12,50%	9,17%	-3,33%
	Espera por material, procura por material e comunicação	5,80%	4,17%	-1,63%
	Transporte/ Deslocação:	2,50%	1,67%	-0,83%

6.3 Ganhos com a criação de um Sistema Andon

O sistema Andon, como ajuda visual, permite uma melhor resposta pelas partes intervenientes ao processo. No caso de haver uma paragem da célula devido a uma avaria, irá agora permitir uma resposta mais rápida pela equipa de manutenção. Isto porque o sinal é visível para todos na área de produção e irá também ter na sala desta equipa uma ajuda visual que lhes irá permitir perceber em que linha é a avaria. Além do mais, a supervisora, ao ver a luz vermelha ligada sabe que é urgente chamar ajuda por parte da manutenção, pelo que nem precisa se dirigir à célula em questão para verificar o problema. Com isto, a supervisora comunica diretamente com esta equipa.

O sistema Andon permite também uma melhor resposta por parte da supervisora às necessidades da célula, ao utilizarem a luz amarela. Com esta implementação a líder de equipa não se precisa de movimentar à procura da chefe de linha para comunicar com esta o problema em questão.

Outra vantagem verificada com a implementação deste sistema foi o alinhamento entre a célula e as supervisoras e/ou técnicas de qualidade no que diz respeito à primeira peça pronta para controlo estatístico do processo (*SPC*), evitando assim atrasos neste controlo, o que previne defeitos em série.

É também vantajoso para a revista uma vez que sabe exatamente quando as suas células já tem material pronto para revistar, facilitando assim o seu trabalho além de reduzir o *WIP*.

6.4 Ganhos com a implementação do carrinho dos pequenos materiais

Com a implementação do carrinho adequado para os pequenos materiais utilizando a metodologia dos 5S's, é criada uma organização e um método de trabalho não existente até então, simplificando assim o processo tanto para o distribuidor como para a operadora do posto de acabamentos. Além desta vantagem, este carrinho é móvel, o que torna fácil qualquer alteração futura ao *layout*.

Assim sendo, seguem as seguintes vantagens identificadas com esta implementação:

- 5S's - Organização do PT, cada coisa no seu respetivo lugar, sempre.
- Padronização do trabalho – *Standard Work*;
- Método anti-erro devido à identificação de cada material;
- Fácil visualização para identificar falta de material;

6.5 Ganhos com a criação de “Frutarias” e com a *rack* na preparação

A *rack* situada na preparação tem como função organizar o material preparado para abastecer as “frutarias” existentes ao lado de cada célula. Com isto, pretende-se que o distribuidor tenha o seu trabalho facilitado porque foi criada uma organização obrigando a cumprir rigorosamente a filosofia *FIFO*.

No que diz respeito à criação de “frutarias” estas têm como principal função abastecer as equipas de modo a reduzir a distância e por consequência o tempo perdido a ir buscar material bem como a procurá-lo nas paletes.

As vantagens com esta implementação são as seguintes:

- Redução da distância percorrida pelas operadoras a deslocar-se à palete;
- Redução do tempo à procura de material, uma vez que o material se encontra todo numa caixa adequada e no sitio correto;
- Aumento do tempo produtivo.

6.6 Ganhos com o novo método de registo de defeitos no sistema

O novo método de registo de defeitos de costura no sistema é tal como já foi explicado na secção 5.7, bastante mais rápido e intuitivo que o antigo.

Tal como referido no antigo método, o pior caso acontecia cerca de um terço das vezes enquanto que o melhor cerca de 2/3 das vezes e no futuro existirá apenas um caso comum para todas as operadoras. A Tabela 30 resume esta informação.

Tabela 30: Caso Atual VS Caso Futuro e ganho por cada registo

	Caso Atual		Caso futuro (Minutos)
	Pior caso (minutos)	Melhor caso (Minutos)	
tempo para registar 1 defeito	1,95	0,73	0,63
Frequência	1/3	2/3	1
Média	1,14		
Ganho por ocorrência (Minutos)	0,51		

6.6.1 Ganho em tempo

Tal como é possível observar na Tabela 30: Caso Atual VS Caso Futuro e ganho por cada registo, foi estimado o tempo para registo de 1 defeito em sistema, como o programa ainda não está desenvolvido apenas é possível ter uma estimativa tendo em conta o processo anterior. Onde houve os maiores ganhos foi com a eliminação de alguns passos especialmente no que diz respeito a abertura do processo de fabrico que em vez de cerca de 50 segundos, espera-se no máximo que demore 5 segundos. Em relação à escolha do PT e da operação associada também se espera uma melhoria substancial pelo que o ganho de 0,51 minutos por ocorrência (cerca de 30 segundos) foi calculado por defeito. Na

opinião do autor espera-se ainda uma melhoria mais elevada. Neste caso a melhoria foi cerca de 45 % em relação à média.

6.6.2 Ganho em transparência

Todo este estudo em relação ao modo como se registam os defeitos de costura, foi feito para que se pudesse ganhar tempo suficiente para que as operadoras conseguissem registar todos os defeitos. Com isto, vai ser possível obter uma maior transparência sobre o processo, pois deste modo o departamento de qualidade já poderá obter dados mais reais sobre os defeitos que acontecem nas células de produção e com isso atuar diretamente sobre a origem dos defeitos mais comuns e mais severos para a empresa.

Como o programa ainda não foi atualizado ainda não há certezas se será possível obter todos os registos dos defeitos, mas espera-se uma melhoria substancial no que diz respeito à quantidade de defeitos inseridos em sistema. Por uma estimativa, espera-se que haja um crescimento de pelo menos 15% no registo total de defeitos. Obviamente existe trabalho futuro a fazer para que se possa registar com certeza todos os tipos de defeitos existentes.

6.6.3 Possível ganho monetário – Valor Presente Líquido (VPL ou NPV)

Devido à poupança em tempo gerado pela futura atualização do programa para registo de defeitos, as operadoras vão ser libertadas algum tempo. É esperado que esse tempo extra conseguido seja aplicado tal como referido no registo de todos os defeitos. No entanto se contabilizamos esse tempo em ganho monetário e contabilizando um investimento de 128 euros, o ganho ao fim de um período de um ano seria de 341 euros. Isto, assumindo que se continua a registar o mesmo número de defeitos ao dia de hoje.

Ora para calcular o valor que teríamos com um período de 10 anos, necessitamos de utilizar o conceito de Valor Presente Líquido, que segundo (Nunes, 2009) é o valor ou quantidade de dinheiro num momento designado como presente ou tempo 0. É acrescentado ainda por (SILVA & Fontes, 2005) que o VPL de um projeto de investimento pode ser definido como a soma algébrica dos valores descontados do fluxo

de caixa a ele associado, que se traduz pela diferença do valor presente das receitas menos o valor presente dos custos. Este cálculo serve então para saber se o investimento feito tem retorno e qual seria o seu resultado líquido atual para um período de 10 anos. Neste caso o valor seria de cerca de 3.290 euros.

A Tabela 31 resume os valores considerados e os seus cálculos.

Tabela 31: Cálculo do Valor Presente Líquido e do retorno do investimento

Investimento (€)	-128,00 €		
Numero total de defeitos em 9 meses:	609367		
Percentagem de defeitos assumida:	10%		
Defeitos em 9 meses	60937		
Defeitos por ano	81249		
€ por hora	4,70 €		
€ por minuto	0,0783 €		
Taxa de desconto assumida (Custo de capital ou taxa de interesse)	10%		
Defeitos por ano registados	13000		
Registando o mesmo número de defeitos			
Período	Fluxo de caixa	VLP de fluxos de caixa individuais	Total VLP (Acumulado)
0	-128,00 €	-128,00 €	- 128,00 €
1	515,9488 €	469,04 €	341,04 €
2	526,2678 €	434,93 €	775,98 €
3	536,7931 €	403,30 €	1.179,28 €
4	547,5290 €	373,97 €	1.553,25 €
5	558,4796 €	346,77 €	1.900,02 €
6	569,6491 €	321,55 €	2.221,57 €
7	581,0421 €	298,17 €	2.519,74 €
8	592,6630 €	276,48 €	2.796,22 €
9	604,5162 €	256,37 €	3.052,59 €
10	616,6066 €	237,73 €	3.290,32 €
Retorno do investimento:	96 dias úteis		
	4,35 meses		

Como é possível verificar pela tabela anterior, os 128 euros de investimento irão ser pagos em apenas 96 dias de trabalho, por este motivo este projeto de investimento é completamente viável.

7. CONCLUSÃO

Este capítulo apresenta as principais conclusões e resultados deste projeto. Como nunca se pode afirmar que está tudo perfeito, a filosofia *lean* sugere um trabalho contínuo de melhoria. À medida que o trabalho foi desenvolvido, surgiram ideias e oportunidades de melhoria. Com vista a um trabalho contínuo são então apresentadas algumas sugestões para futuro.

7.1 CONCLUSÕES FINAIS

Após o término do projeto na seção de confecção da empresa, pode-se afirmar que os principais objetivos foram atingidos.

Inicialmente, foi definido que era objetivo principal balancear e redefinir o *layout*, de acordo com o balanceamento para as melhores equipas de cada tipo de peça do modelo Audi Q7 da variante Basis Cricket, para mais tarde replicar para as restantes células deste modelo. Foi conseguido uma melhoria substancial em todas as células exceto no ATC, uma vez que já se encontrava dentro dos limites aceitáveis; e visto as restrições existentes encontradas neste caso, não compensava fazer este balanceamento, pelo que se optou por escolher este como base para as restantes células deste tipo de peça.

Resumidamente, os balanceamentos propostos permitiram que as células de produção ligadas ao modelo Q7 Basis produzissem mais 257 peças diárias que anteriormente, o que se traduz numa redução de custos em cerca de 612 euros por dia, perfazendo 142.677 euros anuais.

Já em relação à redefinição dos *layouts*, houve uma clara melhoria nas células de cada tipo de peça, permitindo uma redução importante na distância percorrida pela peça à medida que é produzida. A distância média ganha por cada tipo de peça foi de cerca de 27,4% o que se traduz numa redução de distância percorrida de 3,89 metros/peça produzida.

Com esta redefinição de *layouts* foi também possível reduzir os cruzamentos de peças na mesa central (entropia), bem como aumentar o tempo produtivo por operadora. A entropia foi reduzida em média cerca de 51,77 % o que significa que, em média, há menos 13 cruzamentos na mesa central. Isto é muito importante na organização da célula, pois leva a menos defeitos, menos procura de material, o que significa mais tempo produtivo para as operadoras e consequentemente, maior produtividade.

Este projeto foi além do principal objetivo ao serem implementados o sistema Andon e os 5S's na criação do carrinho de pequenos materiais. Este carrinho permite agora à operadora e ao distribuidor de pequenos materiais, um *standard* na alocação dos pequenos componentes que a peça necessita. Permite também uma redução de um dos defeitos considerados mais severos pelo cliente, a falta de componentes. No que diz respeito ao Andon, este vai permitir uma melhor comunicação entre as operadoras de revista e a célula de produção, além de criar uma resposta mais rápida por parte da manutenção e da supervisora em caso de avaria ou problemas de qualidade.

Foi notada a importância da separação entre o que é considerado logística e o que é considerado produção. Por tal motivo, decidiu-se testar para uma célula, a criação de uma *rack* de abastecimento ao lado desta para minimizar o deslocamento e transporte das operadoras.

Após a análise feita à empresa, foi notório a quantidade de produtos com defeito que eram triados pela seção de inspeção. Ao analisá-los, o autor deparou-se que não haviam praticamente registos destes, o que impossibilitava a atuação departamento de qualidade. Assim, foi estudado o sistema de registos de defeitos, procedendo à sua melhoria. Apesar de se ter conseguido diminuir o tempo de registo de um defeito em cerca de 45 % com o novo programa, ao eliminar as atividades desnecessárias, estima-se que apenas vão ser possíveis registar mais 15% dos defeitos existentes. No entanto este programa teve um custo de 128 euros e permitiu à empresa dar os primeiros passos para ter uma maior transparência no processo.

Por fim, este trabalho proporcionou um enriquecimento pessoal ao autor ao dar os primeiros passos em ambiente empresarial, através da interação com todo o tipo de departamentos e pessoas.

7.2 TRABALHO FUTURO

O balanceamento de células de produção é um processo que deve ser feito continuamente, pelo que deverá ser considerado um trabalho a seguir futuramente. O autor criou um *template* e um *standard* no processo de balanceamento e redefinição de *layout*, e o próximo passo deverá ser replicar para os restantes modelos da empresa.

O conceito de organização no posto de acabamentos deverá também ser replicado para todas as células de produção visto estar implementado apenas na célula do tipo de peça ETL. O mesmo se aplica ao sistema Andon.

Em relação ao registo de defeitos, o programa desenvolvido deverá ser replicado para os restantes modelos da empresa. Visto este programa não ter atingido os objetivos de registar todos os defeitos existentes por parte das células de produção, deverá também ser atacado todo o processo de inspeção de uma peça na seção de revista da empresa de forma a permitir esta transparência.

Apesar de já ter sido dado os primeiros passos para a standardização de trabalho entre turnos, deverá ser dada continuidade para a implementação de fluxo contínuo com o objetivo de reduzir o *stock* existente devido à separação de ordens de fabrico e arranjos de peças por turno.

Relativamente à alimentação às células de produção, deverá ser também aplicada a todas as células de produção de todos os modelos da empresa e futuramente criar uma rota logística *standard* para este processo.

Todo o trabalho desenvolvido pelo autor deverá numa próxima fase, ser seguido por parte do departamento de gestão de produção através de indicadores, de forma a criar estabilidade e um calço para garantir a continuidade dos resultados obtidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, J. R. (2013). Otimização de uma Célula de Pré-Montagem na Bosch Termotecnologia, S.A. Porto, Porto, Portugal.
- Al-Mubarak, F., Canel, C., & Khumawala, B. M. (2003). A simulation study of focused cellular manufacturing as an alternative batch-processing layout. *International Journal of Production Economics*, 123-138.
- Al-Mubarak, F., Khumawala, B. M., & Canel, C. (2003). Focused cellular manufacturing: an alternative to cellular manufacturing. *International Journal of Operations & Production Management*, 277-299.
- 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.
- Alves, A. (2008). *Projecto dinâmico de sistemas de produção orientados ao produto*.
- Alves, A. (2013). *Projecto, reconfiguração e produção em células - Organização de Sistemas de Produção I*. Guimarães.
- Amorim, P. M. (2014). *Análise e aplicação de técnicas Lean na produção de transformadores do tipo Shell*. Guimarães.
- Badiru, A. B. (2005). *Handbook of industrial and systems engineering*.
- Bragança, S., Alves, A. C., Costa, E. S., & Sousa, R. M. (2013). The use of lean tools to improve the performance of an elevators company. *4th Int. Conference on Integrity, Reliability and Failure* (pp. 1-8). Guimarães: Edições INEGI.
- Carravilha, M. A. (1998). *Layouts e balanceamento de linhas*.
- Coutinho, C. P., Sousa, A., Dias, A., Bessa, F., Ferreira, M. J., & Vieira, S. R. (2009). *Investigação-acção: metodologia preferencial nas práticas educativas*.
- da Costa, L. F., & Arezes, P. M. (2003). *Introdução ao estudo do trabalho: Sebenta de Apoio à disciplina de Ergonomia e Estudo do Trabalho I*. Guimarães.
- De Meyer, A., Nakane, J., Miller, J. M., & Ferdows, K. (1989). Flexibility: the next competitive battle: the manufacturing futures survey. *Strategic Management Journal*, 135-144.

- Duarte, C. S., & Lima, R. M. (2008). PROPOSTA DE MELHORIA DO PROCESSO DE GESTÃO DE CÉLULAS DE FABRICO DE COBERTURAS PARA ASSENTOS DEDICADOS À INDÚSTRIA AUTOMÓVEL.
- Hines, P., & Taylor, D. (2000). Going lean. *Cardiff, UK: Lean Enterprise Research Centre Cardiff Business School* , 3-43.
- Irani, S. A. (1999). *Handbook of cellular manufacturing systems*.
- Krichbaum, B. D. (2008). Standardized Work: The Power of Consistency. *Retrieved March* .
- Maia, L. C., Eira, R., Alves, A. C., & Leão, C. P. (2015). O valor das condições de trabalho para a melhoria organizacional. *Atas do 4º Congresso Ibero-Americano em Investigação Qualitativa (CIAIQ2015) e do 6º Simpósio Internacional de Educação e Comunicação (SIMEDUC2015)*. Guimarães.
- Marchwinski, C., & Shook, J. (2003). *Lean lexicon: a graphical glossary for lean thinkers*. Lean Enterprise Institute.
- Martins, I. J. (2013). *Gestão, balanceamento e formação de equipas de operadores em células de costura para um componente da indústria automóvel*.
- Melton, T. (2005). The benefits of lean manufacturing: what lean thinking has to offer the process industries. *Chemical Engineering Research and Design* , 662-673.
- Monden, Y. (1995). Toyota production system. *Journal of the Operational Research Society* , 669-670.
- Nunes, M. L. (2009). Capítulo 1 - Fundamentos da Análise de Custos em Engenharia. Guimarães, Braga, Portugal.
- Ohno, T. (1997). *O Sistema Toyota de Produção Além Da Produção*. Bookman.
- Oliveira, A. R., & Alves, A. C. (2009). Operating modes in manufacturing cells: an action research study.
- Özcan, U., & Toklu, B. (2009). A tabu search algorithm for two-sided assembly line balancing. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* , 822-829.
- Pinto, J. P. (2014). Pensamento Lean - A filosofia das organizações vencedoras. In J. P. Pinto, *Pensamento Lean - A filosofia das organizações vencedoras* (p. 3). Lisboa: Lidel - edições técnicas, lda.

- PRONACI - Programa Nacional de Qualificação de Chefias Intermédias: Associação Empresarial de Portugal. (2003 йил Março). Métodos e Tempos: Manual Pedagógico PRONACI. Exertus, Lda.
- Rawabdeh, I. A. (2005). A model for the assessment of waste in job shop environments. *International Journal of Operations & Production Management* , 800-822.
- Sampaio, R. F. (2014). Standardização dos procedimentos de operação da área de pintura de componentes de mobiliário de madeira. Guimarães, Braga, Portugal.
- Shah, R., & Ward, P. T. (2007). Defining and developing measures of lean production. *Journal of operations management* , 785-805.
- Shah, R., & Ward, P. T. (2003). Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. *Journal of operations management* , 129-149.
- SILVA, M. d., & Fontes, A. A. (2005). Discussão sobre os critérios de avaliação económica: valor presente líquido (VPL), valor anual equivalente (VAE) e valor esperado da terra (VET). *Revista Árvore* , 931-936.
- Silva, S. C. (2011). *Textos e Elementos de Apoio - Organização de Sistemas de Produção I*.
- Silva, S. C., & Alves, A. (2002). *Design of Product Oriented Manufacturing Systems. In "Knowledge and Technology integration in production and Services"*. Springer.
- Soares, J. P. (2014). Implementação de Ferramentas Lean Production numa empresa de Mobiliário. Guimarães, Braga, Portugal.
- Sousa, R. M. (2014). 5S. Departamento de Produção e Sistemas, Escola de Engenharia - Guimarães, Braga, Portugal.
- Susman, G. I., & Evered, R. D. (1978). An assessment of the scientific merits of action research. *Administrative science quarterly* , 582-603.
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The Machine that Changed the World*. Simon and Schuster.
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The Machine that Changed the World*, Rawson. Associates, New York, NY .
- Yamamoto, Y., & Bellgran, M. (2010). Fundamental mindset that drives improvements towards lean production. *Assembly Automation* , 124-130.

ANEXO I – BALANCEAMENTOS ATUAIS DAS RESTANTES PEÇAS

Operações / Operadora	elisabete	Joana	Diana	Ana L.	Rosa	Ana Filipa	Soma	Tempo - Segundos
1 UNIR PÇ 15/15A E PÇ 16/16A Á PÇ 17/17A				100%			100%	32,00
2 EFECTUAR COST. DECORATIVA 2 AGULHAS ABERTA NO CONJ. ANTERIOR					100%		100%	37,000
3 UNIR PÇ 8 Á 6/6A E A PÇ 7 Á 5/5A					100%		100%	14,60
4 EFECTUAR COST. DECORATIVA 1 AGULHA TOMBADA NOS CONJ. ANTERIORES					100%		100%	44,000
5 UNIR CONJS. ANTERIORES AO CONJ. OPER. 002				100%			100%	61,625
6 FIXAR PERFIS P05 NO CONJ. ANTERIOR		100%					100%	25,333
7 FIXAR PERFIL (FRIDOLA) P08 NA PÇ 4	100%						100%	40,400
8 UNIR CONJ. ANTERIOR Á PÇ 14						100%	100%	34,000
9 UNIR PÇ 2 E 3 AO CONJ. ANTERIOR		100%					100%	35,000
10 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 006				100%			100%	68,571
11 UNIR PÇ 1 Á 9/9A			100%				100%	14,000
12 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 010			100%				100%	72,000
13 FIXAR P07 NO CONJ. ANTERIOR		100%					100%	26,667
14 UNIR PÇ 12 Á 13 APLICANDO ETIQUETA EM SIMULTÂNEO		100%					100%	22,500
15 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. RESULTANTE DA OPER. 013			100%				100%	23,200
16 UNIR PÇ 11 Á PÇ 13 E PÇ 10 Á PÇ 12		100%					100%	18,100
17 EFECTUAR BAINHAS SOBRE AS PÇS 11/13 E 10/12						100%	100%	
18 FIXAR PÇ 23 (SPUNBOND) E PÇ 20 (SPINNVILES) Á PÇ 11						100%	100%	
19 FIXAR PÇ 21 (SPUNBOND) E PÇ 22 (SPINNVILES) Á PÇ 10						100%	100%	97,600
20 COLOCAR FRIDOLA P11 NA OPER. ANTERIOR E NA OPER. 017, EFECTUANDO BAINHAS						100%	100%	
21 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ RESULTANTE DA OP ER. 015			100%				100%	87,200
22 FIXAR PERFIL P09	100%						100%	10,000
23 FIXAR PERFIL P04					100%		100%	13,700
24 FIXAR PERFIL P01	100%						100%	13,400
25 FIXAR PERFIL P02	100%						100%	
26 FIXAR PERFIL P03	100%						100%	85,167
27 FIXAR PERFIL P06	100%						100%	
28 EFECTUAR CRAVADOS NO CONJ. ANTERIOR	100%						100%	
	148,9667	127,6	196,4	162,19643	109,3	131,6		
	102%	87%	135%	111%	75%	90%		

Figura 40: Balanceamento Atual ETC

Operações / Operadora	elisabete	Joana	Diana	Ana L.	Rosa	Ana Filipa	Soma	Tempo - Segundos
1 UNIR PÇ 15/15A E PÇ 16/16A Á PÇ 17/17A				100%			100%	32,00
2 EFECTUAR COST. DECORATIVA 2 AGULHAS ABERTA NO CONJ. ANTERIOR					100%		100%	37,000
3 UNIR PÇ 8 Á 6/6A E A PÇ 7 Á 5/5A					100%		100%	14,60
4 EFECTUAR COST. DECORATIVA 1 AGULHA TOMBADA NOS CONJ. ANTERIORES					100%		100%	44,000
5 UNIR CONJS. ANTERIORES AO CONJ. OPER. 002				100%			100%	61,625
6 FIXAR PERFIS P05 NO CONJ. ANTERIOR		100%					100%	25,333
7 FIXAR PERFIL (FRIDOLA) P08 NA PÇ 4	100%						100%	40,400
8 UNIR CONJ. ANTERIOR Á PÇ 14						100%	100%	34,000
9 UNIR PÇ 2 E 3 AO CONJ. ANTERIOR		100%					100%	35,000
10 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 006				100%			100%	68,571
11 UNIR PÇ 1 Á 9/9A			100%				100%	14,000
12 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 010			100%				100%	72,000
13 FIXAR P07 NO CONJ. ANTERIOR		100%					100%	26,667
14 UNIR PÇ 12 Á 13 APLICANDO ETIQUETA EM SIMULTÂNEO		100%					100%	22,500
15 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. RESULTANTE DA OPER. 013			100%				100%	23,200
16 UNIR PÇ 11 Á PÇ 13 E PÇ 10 Á PÇ 12		100%					100%	18,100
17 EFECTUAR BAINHAS SOBRE AS PÇS 11/13 E 10/12						100%	100%	
18 FIXAR PÇ 23 (SPUNBOND) E PÇ 20 (SPINNVILES) Á PÇ 11						100%	100%	
19 FIXAR PÇ 21 (SPUNBOND) E PÇ 22 (SPINNVILES) Á PÇ 10						100%	100%	97,600
20 COLOCAR FRIDOLA P11 NA OPER. ANTERIOR E NA OPER. 017, EFECTUANDO BAINHAS						100%	100%	
21 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ RESULTANTE DA OP ER. 015			100%				100%	87,200
22 FIXAR PERFIL P09	100%						100%	10,000
23 FIXAR PERFIL P04					100%		100%	13,700
24 FIXAR PERFIL P01	100%						100%	13,400
25 FIXAR PERFIL P02	100%						100%	
26 FIXAR PERFIL P03	100%						100%	85,167
27 FIXAR PERFIL P06	100%						100%	
28 EFECTUAR CRAVADOS NO CONJ. ANTERIOR	100%						100%	
	148,9667	127,6	196,4	162,19643	109,3	131,6		
	102%	87%	135%	111%	75%	90%		

Figura 41: Ocupação dos PT Atual - ETC

Balanceamento e redefinição de layouts de células de costura de uma empresa da indústria automóvel

Operações / Operadora	Ana	Joana	Alexandra	Filipa	Rosa	Soma	Tempo - Segundos
1 UNIR A PÇ 1 À 1A, 2 À 2A, 6 À 6A, 7 À 7A, 10 À 10A, 12 À 12A	40%	30%		30%		100%	205
2 UNIR PÇ 1/1A À 2/2A			100%			100%	26,000
3 FIXAR PERFIL P06 NO CONJ. ANTERIOR		100%				100%	25
4 UNIR PÇ 7/7A E 6/6A AO CONJ. ANTERIOR			100%			100%	60,000
5 FIXAR PERFIL P04 NO CONJ. ANTERIOR		100%				100%	59,000
6 UNIR PÇ 4/4A AO CONJ. ANTERIOR			100%			100%	33,000
7 FIXAR PERFIL P01 NO CONJ. ANTERIOR			100%			100%	26,000
8 UNIR PÇ 8/8A E 9/9A AO CONJ. ANTERIOR			100%			100%	67,000
9 FIXAR PERFIL P05 NO CONJ. ANTERIOR		100%				100%	59,000
10 EFECTUAR BAINHA NA PÇ 14	100%					100%	13,000
11 UNIR PÇ 12/12A AO CONJ. ANTERIOR		100%				100%	10,000
12 UNIR PÇ 10/10A À PC 15		100%				100%	9,000
13 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 011	100%					100%	31,000
14 EFECTUAR COSTURA DECORATIVA DE 1 AGULHA TOMBADA NA OPER. ANTERIOR					100%	100%	34,000
15 UNIR PÇ 11/11A À 13/13A				100%		100%	23,000
16 EFECTUAR COSTURA DECORATIVA DE 1 AGULHA TOMBADA NA OPER. ANTERIOR					100%	100%	34,000
17 UNIR PÇ 3 AO CONJ. ANTERIOR E AO CONJ. DA OPER. 014				100%		100%	28,000
18 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 009				100%		100%	91,000
19 EFECTUAR COSTURA DECORATIVA 2 AGULHAS ABERTA NA OPER. ANTERIOR					100%	100%	139,000
20 EFECTUAR PINCHOS(COSTURA) NA PÇ 5				100%		100%	26,000
21 UNIR PÇ 5 AO CONJ. DA OP. 019				100%		100%	46,000
22 FIXAR PERFIL P03 NO CONJ ANTERIOR E ETIQUETA EM SIMULTÂNEO	100%					100%	19,000
23 FIXAR PERFIL P07 SOBRE O ELASTICO EL01	100%					100%	10,000
24 UNIR CONJ. ANTERIOR SOBRE A PÇ 13	100%					100%	11,000
25 UNIR MANGA MG01 AO CONJ.DA OP. ANTERIOR	100%					100%	21,000
26 FIXAR PERFIL P02 NO CONJ.ANTERIOR	100%					100%	58,000
	245	223,5	212	275,5	207		
	105%	96%	91%	118%	89%		

Figura 42: Balanceamento Atual AF

Operações / Operadora	Tempo - Segundos	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P08	
1 UNIR A PÇ 1 À 1A, 2 À 2A, 6 À 6A, 7 À 7A, 10 À 10A, 12 À 12A	205		40%	30%	30%				100%
2 UNIR PÇ 1/1A À 2/2A	26,000					100%			100%
3 FIXAR PERFIL P06 NO CONJ. ANTERIOR	25			100%					100%
4 UNIR PÇ 7/7A E 6/6A AO CONJ. ANTERIOR	60,000					100%			100%
5 FIXAR PERFIL P04 NO CONJ. ANTERIOR	59,000			100%					100%
6 UNIR PÇ 4/4A AO CONJ. ANTERIOR	33,000					100%			100%
7 FIXAR PERFIL P01 NO CONJ. ANTERIOR	26,000					100%			100%
8 UNIR PÇ 8/8A E 9/9A AO CONJ. ANTERIOR	67,000					100%			100%
9 FIXAR PERFIL P05 NO CONJ. ANTERIOR	59,000			100%					100%
10 EFECTUAR BAINHA NA PÇ 14	13,000		100%						100%
11 UNIR PÇ 12/12A AO CONJ. ANTERIOR	10,000			100%					100%
12 UNIR PÇ 10/10A À PC 15	9,000			100%					100%
13 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 011	31,000		100%						100%
14 EFECTUAR COSTURA DECORATIVA DE 1 AGULHA TOMBADA NA OPER. ANTERIOR	34,000						100%		100%
15 UNIR PÇ 11/11A À 13/13A	23,000				100%				100%
16 EFECTUAR COSTURA DECORATIVA DE 1 AGULHA TOMBADA NA OPER. ANTERIOR	34,000						100%		100%
17 UNIR PÇ 3 AO CONJ. ANTERIOR E AO CONJ. DA OPER. 014	28,000				100%				100%
18 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 009	91,000				100%				100%
19 EFECTUAR COSTURA DECORATIVA 2 AGULHAS ABERTA NA OPER. ANTERIOR	139,000							100%	100%
20 EFECTUAR PINCHOS(COSTURA) NA PÇ 5	26,000				100%				100%
21 UNIR PÇ 5 AO CONJ. DA OP. 019	46,000				100%				100%
22 FIXAR PERFIL P03 NO CONJ ANTERIOR E ETIQUETA EM SIMULTÂNEO	19,000	100%							100%
23 FIXAR PERFIL P07 SOBRE O ELASTICO EL01	10,000	100%							100%
24 UNIR CONJ. ANTERIOR SOBRE A PÇ 13	11,000	100%							100%
25 UNIR MANGA MG01 AO CONJ.DA OP. ANTERIOR	21,000	100%							100%
26 FIXAR PERFIL P02 NO CONJ.ANTERIOR	58,000	100%							100%
		119	126	223,5	275,5	212	68	139	
		51%	54%	96%	118%	91%	29%	60%	

Figura 43: Ocupação Atual dos PT – AF

Balanceamento e redefinição de *layouts* de células de costura de uma empresa da indústria automóvel

Operações / Operadora	Elsa	Isabel	Susana	Gomes	susana 2	Maria	Soma	Tempo - Segundos
1 UNIR A PÇ 1 À 1A,2 À 2A,3 À 3A E 10 À 10A			100%				100%	140,00
2 UNIR PÇ 1/1A À 10/10A						100%	100%	14,000
3 FIXAR PERFIL P09 NO CONJ. ANTERIOR		100%					100%	24,00
4 UNIR PÇ 2/2A E 3/3A AO CONJUNTO ANTERIOR						100%	100%	44,000
5 FIXAR PERFIL P02 NO CONJ. ANTERIOR		100%					100%	51,000
6 EFECTUAR PINCHO NA PÇ 8					100%		100%	22,000
7 EFECTUAR BAINHAS NA PÇ 8					100%		100%	
8 UNIR PÇ 8 À PÇ 12/12A						100%	100%	9,000
9 UNIR PÇ 5/5A AO CONJ. ANTERIOR						100%	100%	16,000
10 EFECTUAR COST. DECORATIVA 1 AGULHA TOMBADA NA OP ANTERIOR				100%			100%	25,000
11 EFECTUAR BAINHA NA PÇ 9		100%					100%	15,000
12 UNIR PÇ 9 AO CONJ. DA OP.010					100%		100%	17,000
13 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OP 005						100%	100%	29,000
14 EFECTUAR PINCHO NA PÇ 6					100%		100%	22,000
15 EFECTUAR BAINHAS NA PÇ 6					100%		100%	
16 UNIR PÇ 6 À PÇ 11/11A						100%	100%	9,000
17 UNIR PÇ 4/4A AO CONJ. ANTERIOR						100%	100%	16,000
18 EFECTUAR COST. DECORATIVA 1 AGULHA TOMBADA NA OP ANTERIOR				100%			100%	25,000
19 EFECTUAR BAINHA NA PÇ 7		100%					100%	15,000
20 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OP 018					100%		100%	17,000
21 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OP 013						100%	100%	29,000
22 FIXAR PERFIS P03 NO CONJ. ANTERIOR		100%					100%	53,000
23 EFECTUAR BAINHAS NA PÇ 13	100%						100%	24,000
24 UNIR PÇ 13 SOBRE A PÇ 6 E 8					100%		100%	76,000
25 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OP 022					100%		100%	
26 EFECTUAR COST. DECORATIVA 1 AGULHA TOMBADA NA OP ANTERIOR				100%			100%	37,00
27 EFECTUAR BAINHAS NA PÇ 14			100%				100%	21,00
28 EFECTUAR BAINHA NA PÇ 14 ZONA DA ABERTURA				100%			100%	49,00
29 EFECTUAR PINCHOS NA PÇ 14				100%			100%	
30 DOBRAR PINCHOS E EFETUAR BAINHA				100%			100%	53,00
31 FIXAR PERFIS P01 E P04 NA PÇ 14	100%						100%	22,000
32 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OP 026					100%		100%	44,000
33 FIXAR PERFIL P08 NO CONJ. ANTERIOR	100%						100%	23,000
34 CRAVAR PERFIS P07 E P11	100%						100%	20,000
35 FIXAR PERFIS P07 E P11 SOBRE A PÇ 113 APLICANDO ETIQUETA EM SIMULTÂNIO	100%						100%	25,000
36 FIXAR PERFIS P05 SOBRE A PÇ 7 E PÇ 9	100%						100%	22,00
37 FIXAR PERFIS P06, P09 E P10 SOBRE A PÇ 6 E PÇ 8	100%						100%	56,00
	192	158	161	189	198	166		
	108%	89%	91%	107%	112%	94%		

Figura 44: Balanceamento Atual – ATC

Balanceamento e redefinição de *layouts* de células de costura de uma empresa da indústria automóvel

Operações / Operadora	Tempo - Segundos	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	
1 UNIR A PÇ 1 À 1A,2 À 2A,3 À 3A E 10 À 10A	140,00							100%		100%
2 UNIR PÇ 1/1A À 10/10A	14,000								100%	100%
3 FIXAR PERFIL P09 NO CONJ. ANTERIOR	24,00			100%						100%
4 UNIR PÇ 2/2A E 3/3A AO CONJUNTO ANTERIOR	44,000								100%	100%
5 FIXAR PERFIL P02 NO CONJ. ANTERIOR	51,000			100%						100%
6 EFECTUAR PINCHO NA PÇ 8							100%			100%
7 EFECTUAR BAINHAS NA PÇ 8	22,000						100%			100%
8 UNIR PÇ 8 À PÇ 12/12A	9,000								100%	100%
9 UNIR PÇ 5/5A AO CONJ. ANTERIOR	16,000								100%	100%
10 EFECTUAR COST. DECORATIVA 1 AGULHA TOMBADA NA OP ANTERIOR	25,000				100%					100%
11 EFECTUAR BAINHA NA PÇ 9	15,000					100%				100%
12 UNIR PÇ 9 AO CONJ. DA OP.010	17,000						100%			100%
13 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OP 005	29,000								100%	100%
14 EFECTUAR PINCHO NA PÇ 6							100%			100%
15 EFECTUAR BAINHAS NA PÇ 6	22,000						100%			100%
16 UNIR PÇ 6 À PÇ 11/11A	9,000								100%	100%
17 UNIR PÇ 4/4A AO CONJ. ANTERIOR	16,000								100%	100%
18 EFECTUAR COST. DECORATIVA 1 AGULHA TOMBADA NA OP ANTERIOR	25,000				100%					100%
19 EFECTUAR BAINHA NA PÇ 7	15,000					100%				100%
20 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OP 018	17,000						100%			100%
21 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OP 013	29,000								100%	100%
22 FIXAR PERFIS P03 NO CONJ. ANTERIOR	53,000			100%						100%
23 EFECTUAR BAINHAS NA PÇ 13	24,000					100%				100%
24 UNIR PÇ 13 SOBRE A PÇ 6 E 8							100%			100%
25 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OP 022	76,000						100%			100%
26 EFECTUAR COST. DECORATIVA 1 AGULHA TOMBADA NA OP ANTERIOR	37,00				100%					100%
27 EFECTUAR BAINHAS NA PÇ 14	21,00							100%		100%
28 EFECTUAR BAINHA NA PÇ 14 ZONA DA ABERTURA	49,00		100%							100%
29 EFECTUAR PINCHOS NA PÇ 14			100%							100%
30 DOBRAR PINCHOS E EFETUAR BAINHA	53,00		100%							100%
31 FIXAR PERFIS P01 E P04 NA PÇ 14	22,000	100%								100%
32 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OP 026	44,000						100%			100%
33 FIXAR PERFIL P08 NO CONJ. ANTERIOR	23,000	100%								100%
34 CRAVAR PERFIS P07 E P11	20,000	100%								100%
35 FIXAR PERFIS P07 E P11 SOBRE A PÇ 113 APLICANDO ETIQUETA EM SIMULTÂNIO	25,000	100%								100%
36 FIXAR PERFIS P05 SOBRE A PÇ 7 E PÇ 9	22,00	100%								100%
37 FIXAR PERFIS P06, P09 E P10 SOBRE A PÇ 6 E PÇ 8	56,00	100%								100%
		168	102	128	87	54	198	161	166	
		95%	58%	72%	49%	30%	112%	91%	94%	

Figura 45: Ocupação Atual dos PT - ATC

Balanceamento e redefinição de layouts de células de costura de uma empresa da indústria automóvel

Operações / Operadora	Patricia	Rosa	Elisabete	Paula	Joaquina	Cristina	Candida	Soma	Tempo
1 UNIR PÇ 5/5A À PÇ 17/17A							100%	100%	20,000
2 FIXAR PERFIL P02 À OPER. ANTERIOR				100%				100%	10,000
3 UNIR PÇ 3/3A E 7/7A AO CONJ ANTERIOR				100%				100%	53,333
4 FIXAR PERFIS P04 À OPER. ANTERIOR				100%				100%	46,000
5 UNIR PÇ 9/9A À PÇ 11/11A					100%			100%	22,400
6 EFECTUAR COST. DECORATIVA 2 AGULHAS ABERTA NO CONJ. ANTERIOR							100%	100%	33,000
7 FIXAR PERFIL P06 E P07 NA PÇ 13 E EFETUAR BAINHA EM SIMULTANEO	100%							100%	10,000
8 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 006 APLICANDO ETIQUETA KINDERSIT EM SIMULTANEO							100%	100%	33,000
9 EFETUAR PESPONTO DE 1 AGULHA NO CONJ. ANTERIOR							100%	100%	24,000
10 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 004			100%					100%	54,000
11 EFETUAR BAINHA COM COSTURA PROLONGADA NO CONJ. ANTERIOR			100%					100%	54,000
12 FIXAR PERFIL P03 À OPER. ANTERIOR		100%						100%	17,000
13 UNIR PÇ 1/1A À PÇ 2/2A					100%			100%	10,000
14 EFECTUAR COST. DECORATIVA 2 AGULHAS ABERTA NO CONJ. ANTERIOR							100%	100%	24,000
15 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 012			100%					100%	36,000
16 FIXAR PERFIL P03 À OPER. ANTERIOR		100%						100%	17,000
17 EFETUAR BAINHAS NA PÇ 22		100%						100%	26,000
18 FIXAR PERFIL P10 NA PÇ 22 APLICANDO A ETIQUETA EM SIMULTANEO	100%							100%	32,000
19 UNIR CONJ. ANTERIOR À PÇ 19/19A					100%			100%	10,000
20 FIXAR PERFIL P11 AS PÇS 25 E 26	100%							100%	13,000
21 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 018						100%		100%	67,000
22 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 016			100%					100%	94,000
23 FIXAR PERFIL P09 À OPER. ANTERIOR		100%						100%	40,000
24 EFETUAR BAINHAS NA PÇ 14		100%						100%	19,000
25 UNIR PÇ 14 AO CONJ. DA OPER. 023						100%		100%	56,000
26 FIXAR PERFIL P08 AO CONJ. ANTERIOR	100%							100%	3,000
27 UNIR PÇ 6/6A À PÇ 18/18A							100%	100%	20,000
28 FIXAR PERFIS P02 À OPER. ANTERIOR				100%				100%	10,000
29 UNIR PÇ 4/4A E 8/8A AO CONJ ANTERIOR				100%				100%	54,000
30 FIXAR PERFIS P04 À OPER. ANTERIOR				100%				100%	46,000
31 UNIR PÇ 10/10A À PÇ 12/12A					100%			100%	19,000
32 EFECTUAR COST. DECORATIVA 2 AGULHAS ABERTA NO CONJ. ANTERIOR							100%	100%	33,000
33 FIXAR PERFIL P05 E P06 NA PÇ 15 E EFETUAR BAINHA EM SIMULTANEO	100%							100%	10,000
34 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 032					100%			100%	21,400
35 EFETUAR PESPONTO DE 1 AGULHA NO CONJ. ANTERIOR							100%	100%	24,000
36 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 030								100%	54,000
37 EFETUAR BAINHA COM COSTURA PROLONGADA NO CONJ. ANTERIOR			100%					100%	54,000
38 FIXAR PERFIL P03 À OPER. ANTERIOR		100%						100%	17,000
39 EFETUAR BAINHAS NA PÇ 23		100%						100%	26,000
40 FIXAR PERFIL P10 NA PÇ 23	100%							100%	10,000
41 UNIR CONJ. ANTERIOR À PÇ 20/20A					100%			100%	10,000
42 FIXAR PERFIL P11 AS PÇS 27 E 28	100%							100%	13,000
43 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 041						100%		100%	67,000
44 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 038			100%					100%	94,000
45 FIXAR PERFIL P09 AO CONJ. ANTERIOR		100%						100%	40,000
46 EFETUAR BAINHAS NA PÇ 16		100%						100%	19,000
47 UNIR PÇ 16 AO CONJ DA OPER. 044						100%		100%	56,000
48 FIXAR PERFIL P08 AO CONJ. ANTERIOR	100%							100%	3,000
49 UNIR CONJ ANTERIOR AO CONJ DA OPER. 016			100%					100%	36,000
50 FIXAR PERFIL P03 AO CONJ. ANTERIOR		100%						100%	17,000
51 EFETUAR BAINHA NA PÇ 24		100%						100%	15,000
52 UNIR PÇ 24 À PÇ 21							100%	100%	42,000
53 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 049						100%		100%	87,000
54 FIXAR PERFIL P13,P14 E P15 NO CONJ. ANTERIOR	100%							100%	33,000
55 FIXAR PERFIL P12	100%							100%	17,000
56 FIXAR PERFIL P01	100%							100%	47,000
	219	253	368	235,3333333	116,8	337	253		
	86%	99%	145%	92%	46%	132%	99%		
									Tempo de ciclo PT
									Ocupação PT

Figura 46: Balanceamento Atual ATK

Balanceamento e redefinição de layouts de células de costura de uma empresa da indústria automóvel

Operações / Operadora	Tempo	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09
1 UNIR PÇ 5/5A À PÇ 17/17A	20,000				100%					100%
2 FIXAR PERFIL P02 À OPER. ANTERIOR	18,000							100%		100%
3 UNIR PÇ 3/3A E 7/7A AO CONJ ANTERIOR	53,333							100%		100%
4 FIXAR PERFIS P04 À OPER. ANTERIOR	46,000							100%		100%
5 UNIR PÇ 9/9A À PÇ 11/11A	22,400									100%
6 EFECTUAR COST. DECORATIVA 2 AGULHAS ABERTA NO CONJ. ANTERIOR	33,000		100%							100%
7 FIXAR PERFIL P06 E P07 NA PÇ 13 E EFETUAR BAINHA EM SIMULTANEO	18,000	100%								100%
8 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 006 APLICANDO ETIQUETA KINDERSIT EM SIMULTANEO	33,000				100%					100%
9 EFETUAR PESPONTO DE 1 AGULHA NO CONJ. ANTERIOR	24,000								100%	100%
10 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 004	54,000					100%				100%
11 EFETUAR BAINHA COM COSTURA PROLONGADA NO CONJ. ANTERIOR						100%				100%
12 FIXAR PERFIL P03 À OPER. ANTERIOR	17,000			100%						100%
13 UNIR PÇ 1/1A À PÇ 2/2A	18,000									100%
14 EFECTUAR COST. DECORATIVA 2 AGULHAS ABERTA NO CONJ. ANTERIOR	24,000		100%							100%
15 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 012	36,000					100%				100%
16 FIXAR PERFIL P03 À OPER. ANTERIOR	17,000			100%						100%
17 EFETUAR BAINHAS NA PÇ 22	28,000			100%						100%
18 FIXAR PERFIL P10 NA PÇ 22 APLICANDO A ETIQUETA EM SIMULTANEO	32,000	100%								100%
19 UNIR CONJ. ANTERIOR À PÇ 19/19A	18,000									100%
20 FIXAR PERFIL P11 AS PÇS 25 E 26	13,000	100%								100%
21 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 018	67,000						100%			100%
22 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 016	34,000					100%				100%
23 FIXAR PERFIL P09 À OPER. ANTERIOR	40,000			100%						100%
24 EFETUAR BAINHAS NA PÇ 14	19,000			100%						100%
25 UNIR PÇ 14 AO CONJ. DA OPER. 023	58,000						100%			100%
26 FIXAR PERFIL P08 AO CONJ. ANTERIOR	9,000	100%								100%
27 UNIR PÇ 6/6A À PÇ 18/18A	20,000				100%					100%
28 FIXAR PERFIS P02 À OPER. ANTERIOR	18,000							100%		100%
29 UNIR PÇ 4/4A E 8/8A AO CONJ ANTERIOR	54,000							100%		100%
30 FIXAR PERFIS P04 À OPER. ANTERIOR	46,000							100%		100%
31 UNIR PÇ 10/10A À PÇ 12/12A	19,000									100%
32 EFECTUAR COST. DECORATIVA 2 AGULHAS ABERTA NO CONJ. ANTERIOR	33,000		100%							100%
33 FIXAR PERFIL P05 E P06 NA PÇ 15 E EFETUAR BAINHA EM SIMULTANEO	18,000	100%								100%
34 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 032	21,400									100%
35 EFETUAR PESPONTO DE 1 AGULHA NO CONJ. ANTERIOR	24,000								100%	100%
36 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 030	54,000					100%				100%
37 EFETUAR BAINHA COM COSTURA PROLONGADA NO CONJ. ANTERIOR						100%				100%
38 FIXAR PERFIL P03 À OPER. ANTERIOR	17,000			100%						100%
39 EFETUAR BAINHAS NA PÇ 23	28,000			100%						100%
40 FIXAR PERFIL P10 NA PÇ 23	10,000	100%								100%
41 UNIR CONJ. ANTERIOR À PÇ 20/20A	18,000									100%
42 FIXAR PERFIL P11 AS PÇS 27 E 28	13,000	100%								100%
43 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 041	67,000						100%			100%
44 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 038	34,000					100%				100%
45 FIXAR PERFIL P09 AO CONJ. ANTERIOR	40,000			100%						100%
46 EFETUAR BAINHAS NA PÇ 16	19,000			100%						100%
47 UNIR PÇ 16 AO CONJ DA OPER. 044	58,000						100%			100%
48 FIXAR PERFIL P08 AO CONJ. ANTERIOR	9,000	100%								100%
49 UNIR CONJ ANTERIOR AO CONJ DA OPER. 016	36,000					100%				100%
50 FIXAR PERFIL P03 AO CONJ. ANTERIOR	17,000			100%						100%
51 EFETUAR BAINHA NA PÇ 24	15,000			100%						100%
52 UNIR PÇ 24 À PÇ 21	42,000				100%					100%
53 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 049	87,000						100%			100%
54 FIXAR PERFIL P13,P14 E P15 NO CONJ. ANTERIOR	33,000	100%								100%
55 FIXAR PERFIL P12	17,000	100%								100%
56 FIXAR PERFIL P01	47,000	100%								100%
Tempo de ciclo PT	90	90	119	73	238	125	235,3333	48	98,8	
Ocupação PT	35%	35%	47%	29%	93%	49%	92%	19%	39%	

Figura 47': Ocupação Atual dos PT - ATK

Balanceamento e redefinição de *layouts* de células de costura de uma empresa da indústria automóvel

Operações / Operadora	Maria J.	Ana Maria	Conceição	Fernanda	Sofia	Filipa	Maria	Soma	Tempo - Segundos
1 UNIR PÇ 1 À 1A, 2/ À 2A, 3 À 3A E 10 À 10A	100%							100%	142,00
2 UNIR PÇ 1//1A À 10/10A		100%						100%	26,000
3 FIXAR PERFIL P01 NO CONJ. ANTERIOR			100%					100%	19,00
4 UNIR PÇ 2//2A E 3//3A AO CONJ. ANTERIOR		100%						100%	58,000
5 FIXAR PERFIL P02 NO CONJ. ANTERIOR			100%					100%	49,000
6 EFECTUAR PINCHO NA PÇ 6/6A		100%						100%	10,000
7 EFETUAR BAINHA NA PÇ 13		100%						100%	10,000
8 UNIR PÇ 13 AO CONJ. DA OP. 006		100%						100%	10,000
9 UNIR PÇ 4/4A AO CONJ. ANTERIOR		100%						100%	20,000
10 EFECTUAR COSTURA DECORATIVA 2 AGULHAS NA OPER. ANTERIOR						100%		100%	49,000
11 EFETUAR PINCHO NA PÇ 7/7A		100%						100%	11,000
12 UNIR PÇ 5/5A AO CONJ. ANTERIOR		100%						100%	15,000
13 EFECTUAR COSTURA DECORATIVA 2 AGULHAS NA OPER. ANTERIOR						100%		100%	24,000
14 EFETUAR BAINHAS NA PÇ 8		100%						100%	20,000
15 FIXAR PERFIL P12 NA MANGA MG01							100%	100%	9,000
16 UNIR CONJ. ANTERIOR NA PÇ 8		100%						100%	9,000
17 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OP. 013		100%						100%	26,000
18 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OP. 005					100%			100%	53,000
19 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OP. 010					100%			100%	53,000
20 FIXAR PERFIL P03 NO CONJ. ANTERIOR			100%					100%	54,000
21 EFECTUAR BAINHAS NA PÇ 11				100%				100%	52,000
22 EFECTUAR BAINHA NA PÇ 12	100%							100%	14,000
23 UNIR PÇ 11 À PÇ 12			100%					100%	15,000
24 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OP.020					100%			100%	52,000
25 EFECTUAR COSTURA DECORATIVA 1 AGULHA TOMBADA NA OPER.ANTERIOR						100%		100%	37,000
26 EFECTUAR BAINHAS NA PÇ 9 NA ZONA DA ABERTURA				100%				100%	46,00
27 EFETUAR PINCHOS NA PÇ 9				100%				100%	27,00
28 DOBRAR PINCHOS E EFETUAR BAINHA				100%				100%	44,00
29 EFETUAR BAINHAS NA PÇ 9				100%				100%	44,00
30 FIXAR PERFIL P06 E P09 NO CONJ. ANTERIOR							100%	100%	39,000
31 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OP.025					100%			100%	42,000
32 FIXAR P08 AO CONJ. ANTERIOR							100%	100%	20,000
33 CRAVAR PERFIS P07 E P14				30%			70%	100%	41,000
34 FIXAR PERFIS P07 E P14 SOBRE A PÇ 11 APLICANDO ETIQUETA EM SIMULTÂNEO				30%			70%	100%	49,000
35 FIXAR PERFIS P15 SOBRE A PÇ 11							100%	100%	
36 FIXAR PERFIS P10 E P11 SOBRE A PÇ 12							100%	100%	
37 FIXAR PERFIL P13 SOBRE A PÇ 13							100%	100%	
38 FIXAR PERFILP04 SOBRE A PÇ 6/6A							100%	100%	
39 FIXAR PERFIS P04 E P10 SOBRE A PÇ 8							100%	100%	
40 FIXAR PERFILP05 SOBRE A PÇ 7/7A							100%	100%	
	156	215	137	240	147	110	212		
	90%	124%	79%	138%	85%	63%	122%		

Figura 48: Balanceamento Atual ATL

Balanceamento e redefinição de layouts de células de costura de uma empresa da indústria automóvel

Operações / Operadora	Tempo - Segundos	9	10	11	12	13	14	15	16	5	
1 UNIR PÇ 1 À 1A, 2/ À 2A, 3 À 3A E 10 À 10A	142,00		100%								100%
2 UNIR PÇ 1//1A À 10/10A	26,000				100%						100%
3 FIXAR PERFIL P01 NO CONJ. ANTERIOR	19,00						100%				100%
4 UNIR PÇ 2//2A E 3//3A AO CONJ. ANTERIOR	58,000				100%						100%
5 FIXAR PERFIL P02 NO CONJ. ANTERIOR	49,000						100%				100%
6 EFECTUAR PINCHO NA PÇ 6/6A	10,000				100%						100%
7 EFETUAR BAINHA NA PÇ 13	10,000									100%	100%
8 UNIR PÇ 13 AO CONJ. DA OP. 006	10,000				100%						100%
9 UNIR PÇ 4/4A AO CONJ. ANTERIOR	20,000				100%						100%
10 EFECTUAR COSTURA DECORATIVA 2 AGULHAS NA OPER. ANTERIOR	49,000				100%						100%
11 EFETUAR PINCHO NA PÇ 7/7A	11,000				100%						100%
12 UNIR PÇ 5/5A AO CONJ. ANTERIOR	15,000				100%						100%
13 EFECTUAR COSTURA DECORATIVA 2 AGULHAS NA OPER. ANTERIOR	24,000				100%						100%
14 EFETUAR BAINHAS NA PÇ 8	20,000									100%	100%
15 FIXAR PERFIL P12 NA MANGA MG01	9,000							100%			100%
16 UNIR CONJ. ANTERIOR NA PÇ 8	9,000				100%						100%
17 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ.DA OP. 013	26,000				100%						100%
18 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ.DA OP. 005		100%									100%
19 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ.DA OP. 010	53,000	100%									100%
20 FIXAR PERFIL P03 NO CONJ. ANTERIOR	54,000						100%				100%
21 EFECTUAR BAINHAS NA PÇ 11	52,000								100%		100%
22 EFECTUAR BAINHA NA PÇ 12	14,000		100%								100%
23 UNIR PÇ 11 À PÇ 12	15,000						100%				100%
24 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OP.020	52,000	100%									100%
25 EFECTUAR COSTURA DECORATIVA 1 AGULHA TOMBADA NA OPER.ANTERIOR	37,000					100%					100%
26 EFECTUAR BAINHAS NA PÇ 9 NA ZONA DA ABERTURA	46,00								100%		100%
27 EFETUAR PINCHOS NA PÇ 9	27,00								100%		100%
28 DOBRAR PINCHOS E EFETUAR BAINHA	44,00								100%		100%
29 EFETUAR BAINHAS NA PÇ 9	44,00								100%		100%
30 FIXAR PERFIL P06 E P09 NO CONJ. ANTERIOR	39,000							100%			100%
31 UNIR CONJ.ANTERIOR AO CONJ.DA OP.025	42,000	100%									100%
32 FIXAR P08 AO CONJ. ANTERIOR	20,000							100%			100%
33 CRAVAR PERFIS P07 E P14	41,000							70%		30%	100%
34 FIXAR PERFIS P07 E P14 SOBRE A PÇ 11 APLICANDO ETIQUETA EM SIMULTÂNEO	49,000							70%		30%	100%
35 FIXAR PERFIS P15 SOBRE A PÇ 11								100%			100%
36 FIXAR PERFIS P10 E P11 SOBRE A PÇ 12								100%			100%
37 FIXAR PERFIL P13 SOBRE A PÇ 13								100%			100%
38 FIXAR PERFILP04 SOBRE A PÇ 6/6A								100%			100%
39 FIXAR PERFIS P04 E P10 SOBRE A PÇ 8								100%			100%
40 FIXAR PERFILP05 SOBRE A PÇ 7/7A								100%			100%
		147	156	73	185	37	137	212	240	30	
		85%	90%	42%	106%	21%	79%	122%	138%	17%	

Figura 49: Ocupação Atual dos PT – ATL

Balanceamento e redefinição de layouts de células de costura de uma empresa da indústria automóvel

Operações / Operadora	Rosa	Artur	Silvia	Fatima	Lana	Diana	Madalena	Soma	Tempo
1 UNIR A PÇ 1 À 1A, 2 À 2A, 3 À 3A E 15 À 15A						100%		100%	224,00
2 APLICAR TELA AIRBAG 10 NA PÇ 7/7A						100%		100%	24,00
3 APLICAR TELA AIRBAG 9 NA PÇ 11/11A						100%		100%	25,00
4 UNIR PÇ 15/15A À PÇ 1/1A				100%				100%	26,00
5 FIXAR PERFIL P08 NO CONJ. ANTERIOR	100%							100%	23,00
6 UNIR PÇ 2/2A E PÇ 3/3A AO CONJ. ANTERIOR				100%				100%	84,00
7 FIXAR PERFIS P03 NO CONJ. ANTERIOR	100%							100%	52,00
8 FIXAR PERFIL P07 NA PÇ 16/16A		100%						100%	19,00
9 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 007				100%				100%	42,00
10 EFETUAR PESPONTO DE 2 AGULHAS ABERTA NO CONJ. ANTERIOR							100%	100%	51,00
11 UNIR PÇ 6/6A À PÇ 4/4A E PÇ 7/7A À PÇ 5/5A					100%			100%	32,00
12 EFETUAR PESPONTO DE 2 AGULHAS ABERTA NOS CONJ. ANTERIORES							100%	100%	36,00
13 UNIR CONJS. ANTERIORES AO CONJ. DA OPERAÇÃO 010				100%				100%	69,00
14 FIXAR PERFIL P02 NO CONJ. ANTERIOR	100%							100%	42,00
15 UNIR PÇ 14 AO CONJ. ANTERIOR	100%							100%	48,00
16 FIXAR PERFIL P11 NA PÇ 17/17A		100%						100%	11,00
17 UNIR CONJ. ANTERIOR ÀS PÇS 8/8A E 11/11A					100%			100%	34,00
18 UNIR PÇ 18 ÀS PÇS 12 E 13					100%			100%	20,00
19 UNIR O CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 017					100%			100%	91,00
20 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 015 EM MÁQUINA NORMAL ATÉ AO FLAP			100%					100%	31,00
21 UNIR CONJUNTO ANTERIOR EM MÁQUINA DE AIRBAG			100%					100%	83,00
22 FIXAR ETIQUETA DE AIRBAG NA PÇ 11/11A			100%					100%	
23 FINALIZAR OPERAÇÃO ANTERIOR EM MÁQUINA NORMAL ATÉ AO FLAP			100%					100%	31,00
24 EFETUAR PESPONTO DE 1 AGULHA COM COSTURA ABERTA NA OPER. ANTERIOR							100%	100%	143,00
25 FECHAR TELAS A 5MM			100%					100%	63,00
26 FECHAR TELAS A 10MM			100%					100%	
27 EFETUAR BAINHAS SOBBRE AS PÇS,6/6A, 7/7A, 8/8A, 11/11A E 14		100%						100%	47,00
28 FIXAR FRIDOLA P06 SOBRE AS PÇS 12 E 13		100%						100%	41,00
29 FIXAR PERFIL P04 SOBRE A PÇ 18		100%						100%	11,00
30 FIXAR PERFIS P05 SOBRE A PÇ 8/8A 11/11A, E PÇ 14		100%						100%	35,00
31 FIXAR PERFIL P09 SOBRE A PÇ 14 APLICANDO ETIQUETA ET01 EM		100%						100%	16,00
32 FIXAR PERFIS P01 E P10 SOBRE AS PÇS 12 E 13		100%						100%	32,00
	165	212	208	221	177	273	230		
	78%	100%	98%	104%	83%	129%	108%		

Figura 50: Balanceamento Atual EF

Operações / Operadora	Tempo	P17	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P27	P28	
1 UNIR A PÇ 1 À 1A, 2 À 2A, 3 À 3A E 15 À 15A	224,00												100%
2 APLICAR TELA AIRBAG 10 NA PÇ 7/7A	24,00												100%
3 APLICAR TELA AIRBAG 9 NA PÇ 11/11A	25,00												100%
4 UNIR PÇ 15/15A À PÇ 1/1A	26,00							100%					100%
5 FIXAR PERFIL P08 NO CONJ. ANTERIOR	23,00				100%								100%
6 UNIR PÇ 2/2A E PÇ 3/3A AO CONJ. ANTERIOR	84,00							100%					100%
7 FIXAR PERFIS P03 NO CONJ. ANTERIOR	52,00				100%								100%
8 FIXAR PERFIL P07 NA PÇ 16/16A	19,00		100%										100%
9 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 007	42,00								100%				100%
10 EFETUAR PESPONTO DE 2 AGULHAS ABERTA NO CONJ. ANTERIOR	51,00							100%					100%
11 UNIR PÇ 6/6A À PÇ 4/4A E PÇ 7/7A À PÇ 5/5A	32,00											100%	100%
12 EFETUAR PESPONTO DE 2 AGULHAS ABERTA NOS CONJ. ANTERIORES	36,00							100%				100%	100%
13 UNIR CONJS. ANTERIORES AO CONJ. DA OPERAÇÃO 010	69,00								100%				100%
14 FIXAR PERFIL P02 NO CONJ. ANTERIOR	42,00				100%								100%
15 UNIR PÇ 14 AO CONJ. ANTERIOR	48,00	100%											100%
16 FIXAR PERFIL P11 NA PÇ 17/17A	11,00		100%										100%
17 UNIR CONJ. ANTERIOR ÀS PÇS 8/8A E 11/11A	34,00											100%	100%
18 UNIR PÇ 18 ÀS PÇS 12 E 13	20,00											100%	100%
19 UNIR O CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 017	91,00											100%	100%
20 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 015 EM MÁQUINA NORMAL ATÉ AO FLAP	31,00			100%									100%
21 UNIR CONJUNTO ANTERIOR EM MÁQUINA DE AIRBAG	83,00					100%							100%
22 FIXAR ETIQUETA DE AIRBAG NA PÇ 11/11A						100%							100%
23 FINALIZAR OPERAÇÃO ANTERIOR EM MÁQUINA NORMAL ATÉ AO FLAP	31,00			100%									100%
24 EFETUAR PESPONTO DE 1 AGULHA COM COSTURA ABERTA NA OPER. ANTERIOR	143,00									100%			100%
25 FECHAR TELAS A 5MM	63,00												100%
26 FECHAR TELAS A 10MM										100%			100%
27 EFETUAR BAINHAS SOBBRE AS PÇS,6/6A, 7/7A, 8/8A, 11/11A E 14	47,00		100%										100%
28 FIXAR FRIDOLA P06 SOBRE AS PÇS 12 E 13	41,00		100%										100%
29 FIXAR PERFIL P04 SOBRE A PÇ 18	11,00		100%										100%
30 FIXAR PERFIS P05 SOBRE A PÇ 8/8A 11/11A, E PÇ 14	35,00		100%										100%
31 FIXAR PERFIL P09 SOBRE A PÇ 14 APLICANDO ETIQUETA ET01 EM	16,00		100%										100%
32 FIXAR PERFIS P01 E P10 SOBRE AS PÇS 12 E 13	32,00		100%										100%
	48	212	62	117	83	87	221	143	63	273	177		
	23%	100%	29%	55%	39%	41%	104%	67%	30%	129%	83%		

Figura 51: Ocupação Atual dos PT – EF

Balanceamento e redefinição de layouts de células de costura de uma empresa da indústria automóvel

Operações / Operadora	Rosa	Maria José	Lurdes	Madelena	Angela	Dores	Outra	Soma	Tempo - Segundos
1 UNIR PÇS 2/2A E 3/3A À PÇ 1/1A		100%						100%	32,00
2 FIXAR PERFIL P01 NO CONJ. ANTERIOR			100%					100%	35,000
3 FIXAR MANGAS MG01 (COM 50MM) NA PÇ 13/13A			100%					100%	29,00
4 UNIR CONJ. ANTERIOR À PÇ 12/12A					100%			100%	36,000
5 EFECTUAR COSTURA DECORATIVA 2 AGULHAS ABERTA NO CONJ. ANTERIOR							100%	100%	60,000
6 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 002		100%						100%	36,000
7 FIXAR PERFIL P04 NO CONJ. ANTERIOR			100%					100%	29,000
8 UNIR PÇ 6/6A À 4/4A E PÇ 7 À 5/5A					100%			100%	35,000
9 EFECTUAR COSTURA DECORATIVA 2 AGULHAS ABERTA NO CONJ. 6/6A E 4/4A							100%	100%	24,000
10 EFECTUAR COSTURA DECORATIVA 1 AGULHA TOMBADA NO CONJ. 5/5A E PÇ 7							100%	100%	32,000
11 UNIR CONJ. ANTERIOR E CONJ. DA OPER. 009AO CONJ. DA OPER. 007	50%	50%						100%	115,000
12 UNIR PÇ 8 AO CONJ. ANTERIOR	100%							100%	30,000
13 FIXAR (VELCRO SPINNVILES 14) NA PÇ 10				100%				100%	24,000
14 FIXAR PERFIL P05 NO CONJ. ANTERIOR				100%				100%	21,000
15 EFECTUAR BAINHA NO CONJ. ANTERIOR				100%				100%	27,000
16 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJUNTO DA OPER. 012	100%							100%	39,000
17 FIXAR (VELCRO SPINNVILES 15) NA PÇ 11				100%				100%	22,000
18 FIXAR PERFIL P05 NO CONJ. ANTERIOR				100%				100%	28,000
19 EFECTUAR BAINHA NA PÇ 11				100%				100%	23,000
20 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 015	100%							100%	39,000
21 EFECTUAR BAINHAS NA PÇ 9						100%		100%	21,000
22 UNIR PÇ 9 AO CONJ. DA OPER. 018 APLICANDO ETIQUETA EM SIMULTÂNEO						100%		100%	44,000
23 FIXAR PERFIL P03 NO CONJ. ANTERIOR			100%					100%	45,000
24 FIXAR P07						100%		100%	25,000
25 FIXAR P06						100%		100%	
26 EFECTUAR CRAVADO NO CONJ. ANTERIOR						100%		100%	53,000
	165,5	125,5	138	145	71	143	116		
	128%	97%	107%	112%	55%	111%	90%		

Figura 52: Balanceamento Atual ET 3F

Operações / Operadora	Tempo - Segundos	P25	P26	P27	P28	P29	P30	L43 P27	L43 P28	L43 P29
1 UNIR PÇS 2/2A E 3/3A À PÇ 1/1A	32,00				100%					100%
2 FIXAR PERFIL P01 NO CONJ. ANTERIOR	35,000						100%			100%
3 FIXAR MANGAS MG01 (COM 50MM) NA PÇ 13/13A	29,00						100%			100%
4 UNIR CONJ. ANTERIOR À PÇ 12/12A	36,000							100%		100%
5 EFECTUAR COSTURA DECORATIVA 2 AGULHAS ABERTA NO CONJ. ANTERIOR	60,000			100%						100%
6 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 002	36,000				100%					100%
7 FIXAR PERFIL P04 NO CONJ. ANTERIOR	29,000						100%			100%
8 UNIR PÇ 6/6A À 4/4A E PÇ 7 À 5/5A	35,000							100%		100%
9 EFECTUAR COSTURA DECORATIVA 2 AGULHAS ABERTA NO CONJ. 6/6A E 4/4A	24,000			100%						100%
10 EFECTUAR COSTURA DECORATIVA 1 AGULHA TOMBADA NO CONJ. 5/5A E PÇ 7	32,000	100%								100%
11 UNIR CONJ. ANTERIOR E CONJ. DA OPER. 009AO CONJ. DA OPER. 007	115,000		50%		50%					100%
12 UNIR PÇ 8 AO CONJ. ANTERIOR	30,000		100%							100%
13 FIXAR (VELCRO SPINNVILES 14) NA PÇ 10	24,000				100%					100%
14 FIXAR PERFIL P05 NO CONJ. ANTERIOR	21,000					100%				100%
15 EFECTUAR BAINHA NO CONJ. ANTERIOR	27,000					100%				100%
16 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJUNTO DA OPER. 012	39,000		100%							100%
17 FIXAR (VELCRO SPINNVILES 15) NA PÇ 11	22,000					100%				100%
18 FIXAR PERFIL P05 NO CONJ. ANTERIOR	28,000					100%				100%
19 EFECTUAR BAINHA NA PÇ 11	23,000					100%				100%
20 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 015	39,000		100%							100%
21 EFECTUAR BAINHAS NA PÇ 9	21,000								100%	100%
22 UNIR PÇ 9 AO CONJ. DA OPER. 018 APLICANDO ETIQUETA EM SIMULTÂNEO	44,000								100%	100%
23 FIXAR PERFIL P03 NO CONJ. ANTERIOR	45,000						100%			100%
24 FIXAR P07	25,000							100%		100%
25 FIXAR P06								100%		100%
26 EFECTUAR CRAVADO NO CONJ. ANTERIOR	53,000									100%
		32	165,5	84	125,5	145	138	78	71	65
		25%	128%	65%	97%	112%	107%	60%	55%	50%

Figura 53: Ocupação Atual dos PT- ET 3F

ANEXO II – DIAGRAMAS DE MONTAGEM E LAYOUTS ATUAIS

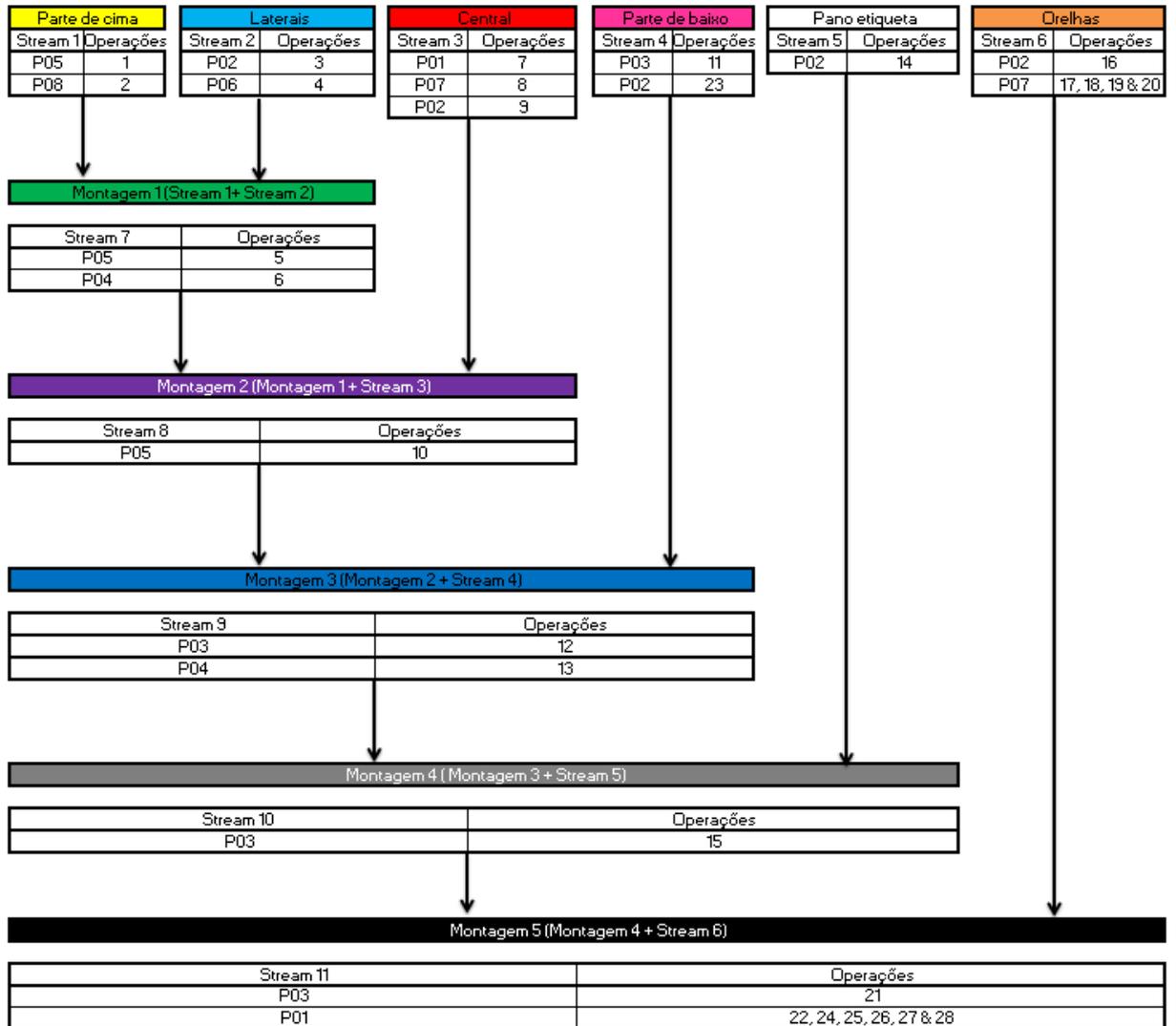


Figura 54: Diagrama de Montagem Atual – ETC

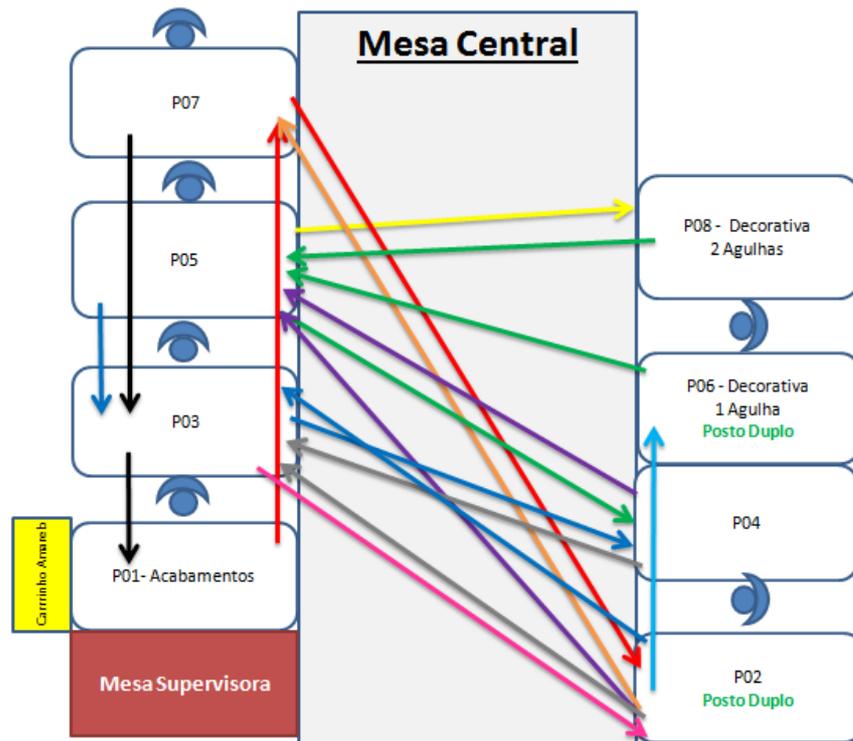


Figura 55: *Layout* e diagrama de *Spaghetti* Atuais – ETC'

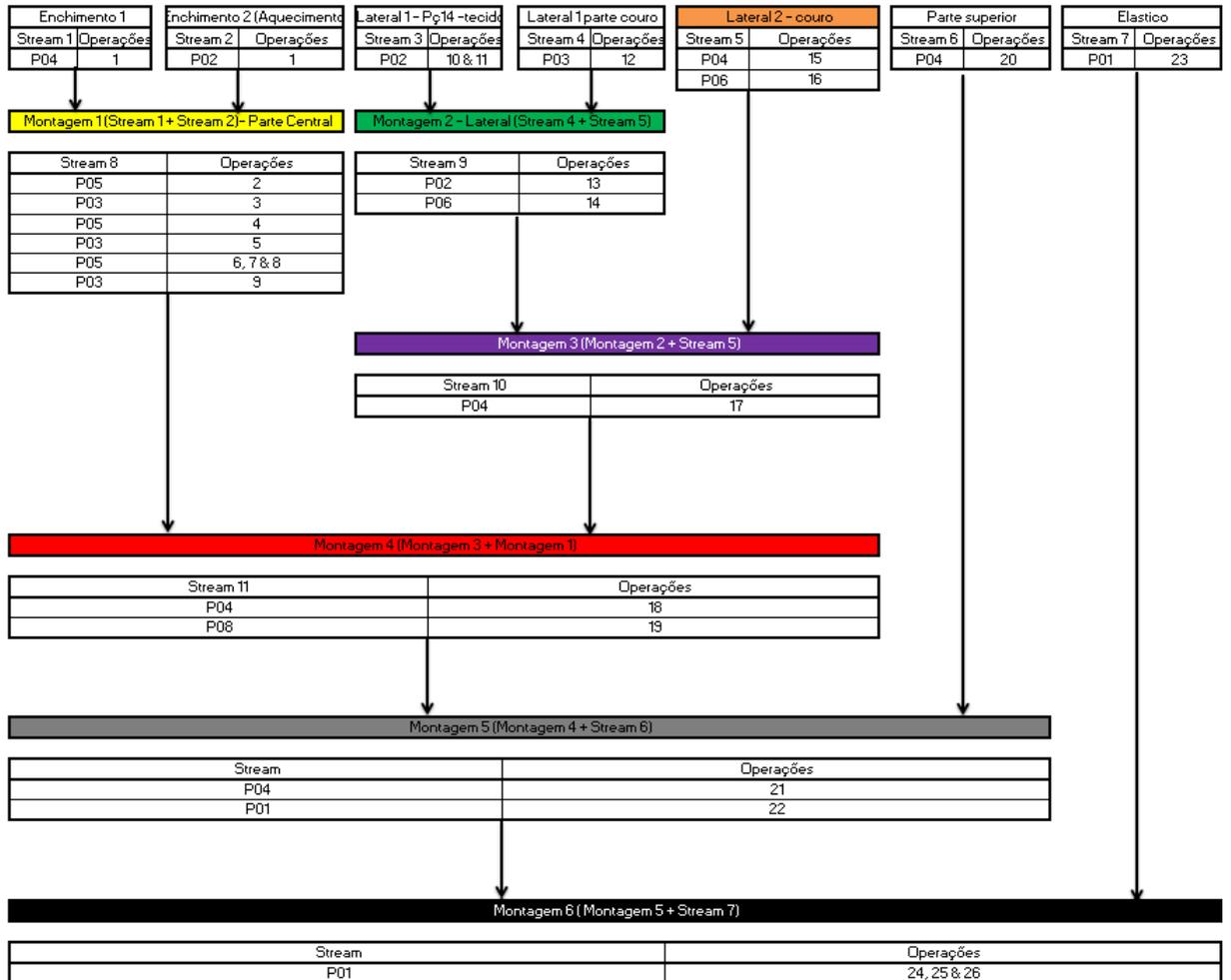


Figura 56: Diagrama de Montagem Atual – AF

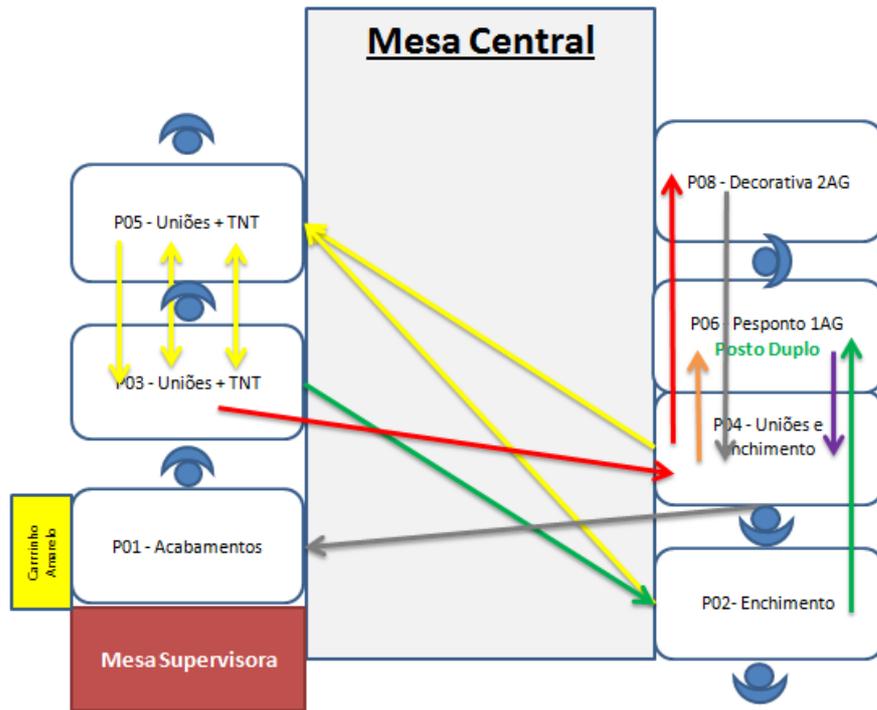


Figura 57: *Layout* e diagrama de *Spaghetti* Atuais – AF

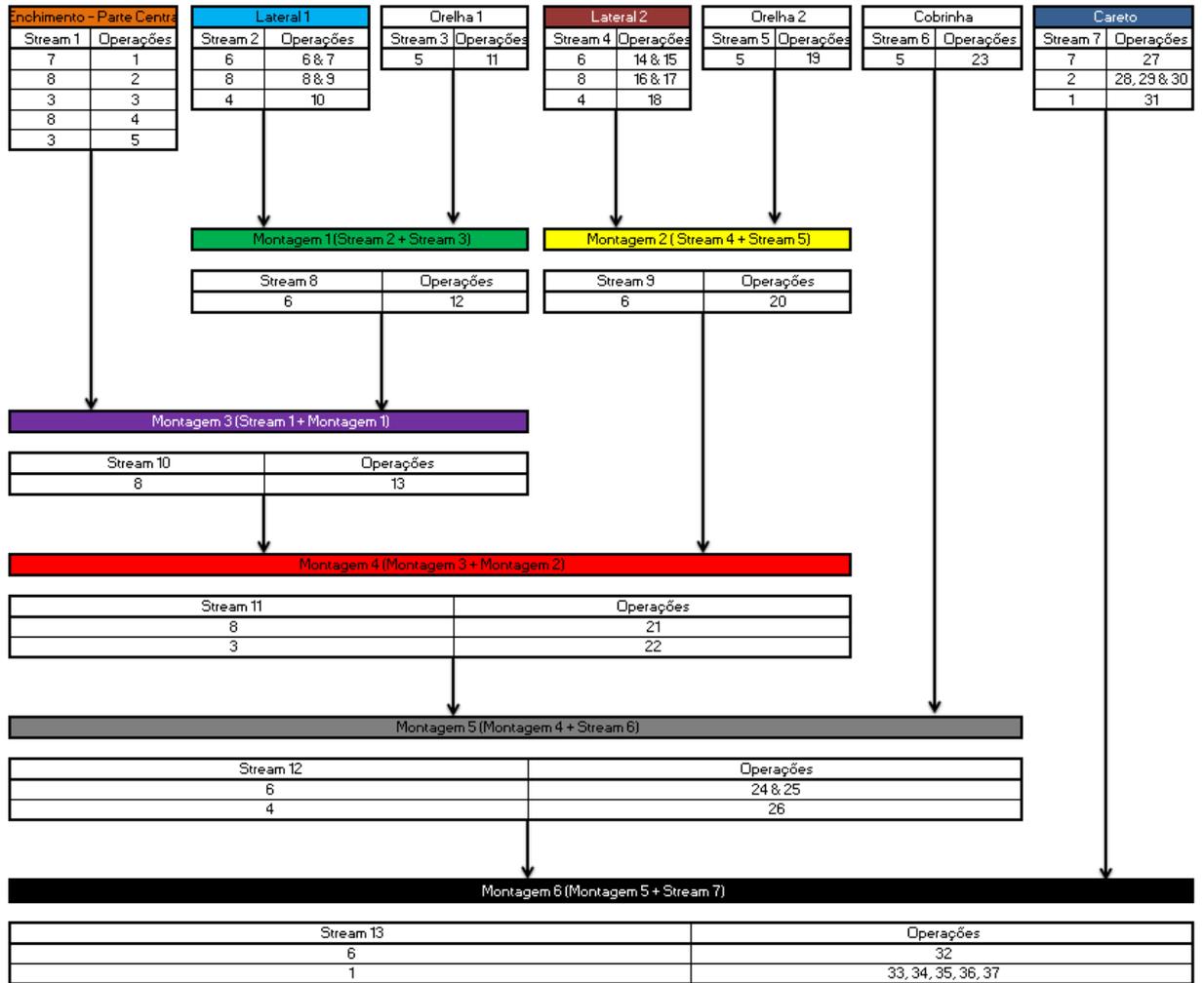


Figura 58: Diagrama de Montagem Atual – ATC

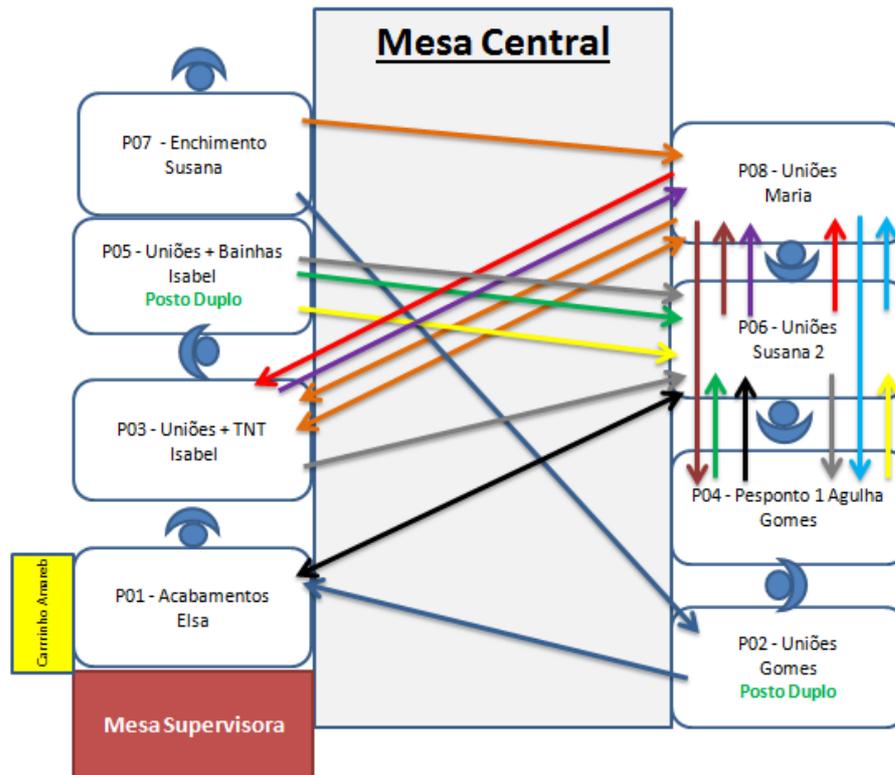


Figura 59: Layout e diagrama de Spaghetti Atuais – ATC

Balanciamento e redefinição de *layouts* de células de costura de uma empresa da indústria automóvel

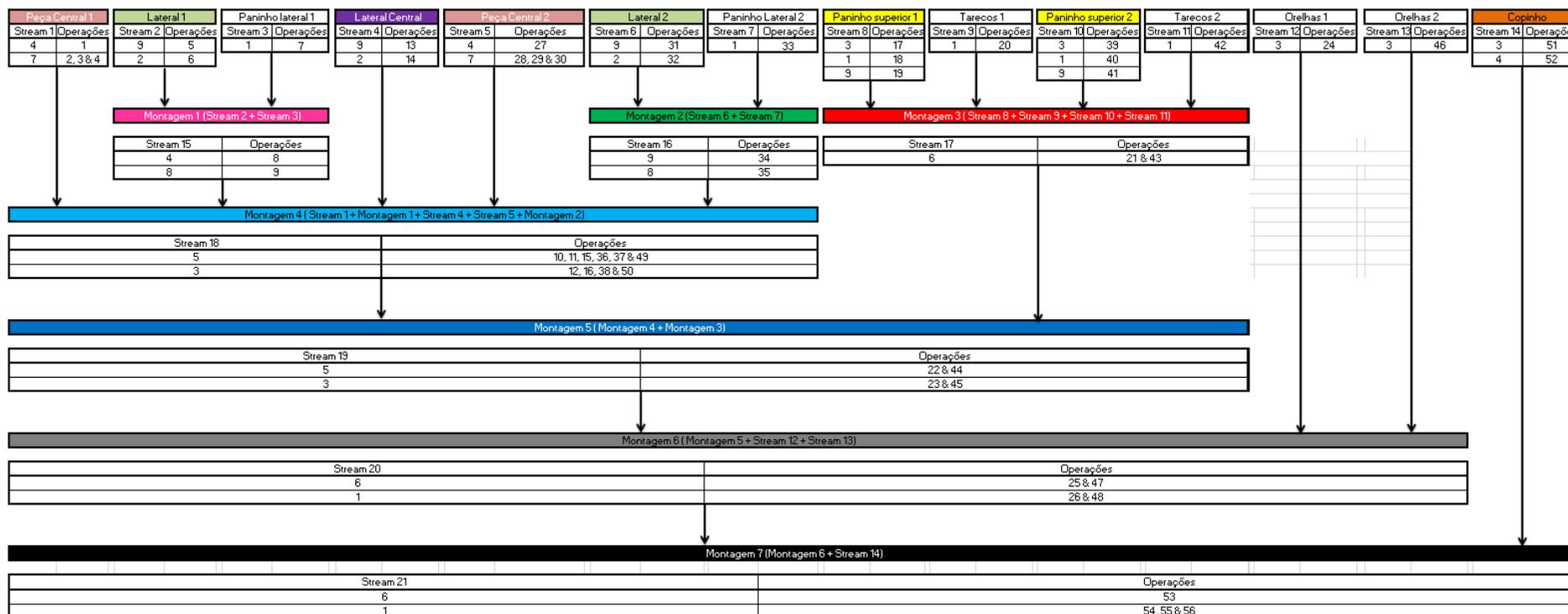


Figura 60: Diagrama de Montagem Atual - ATK

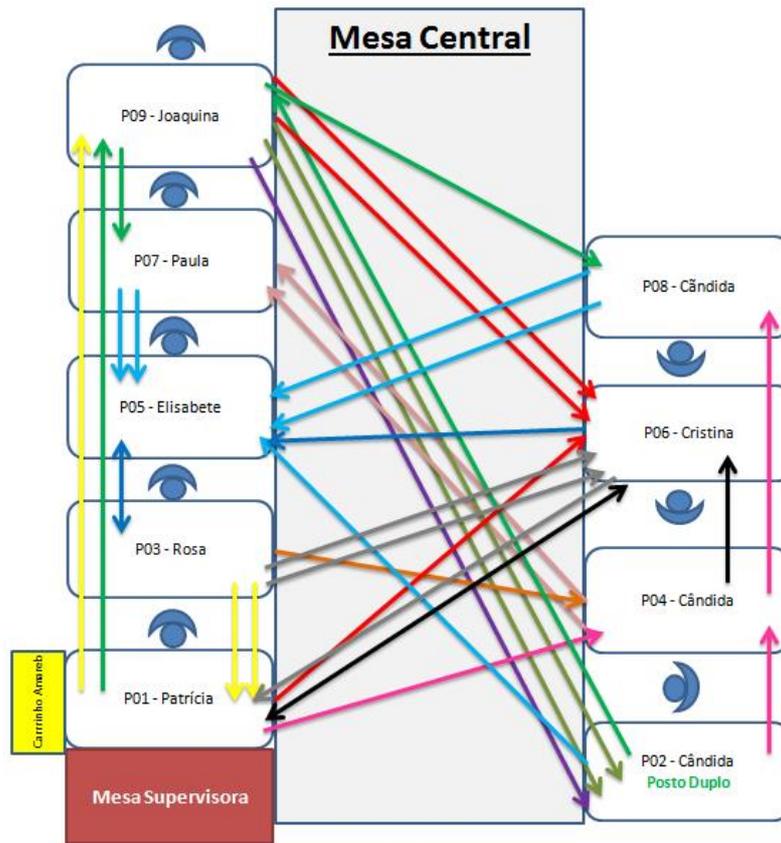


Figura 61: *Layout e diagrama de Spaghetti Atuais – ATK*

Balaceamento e redefinição de *layouts* de células de costura de uma empresa da indústria automóvel

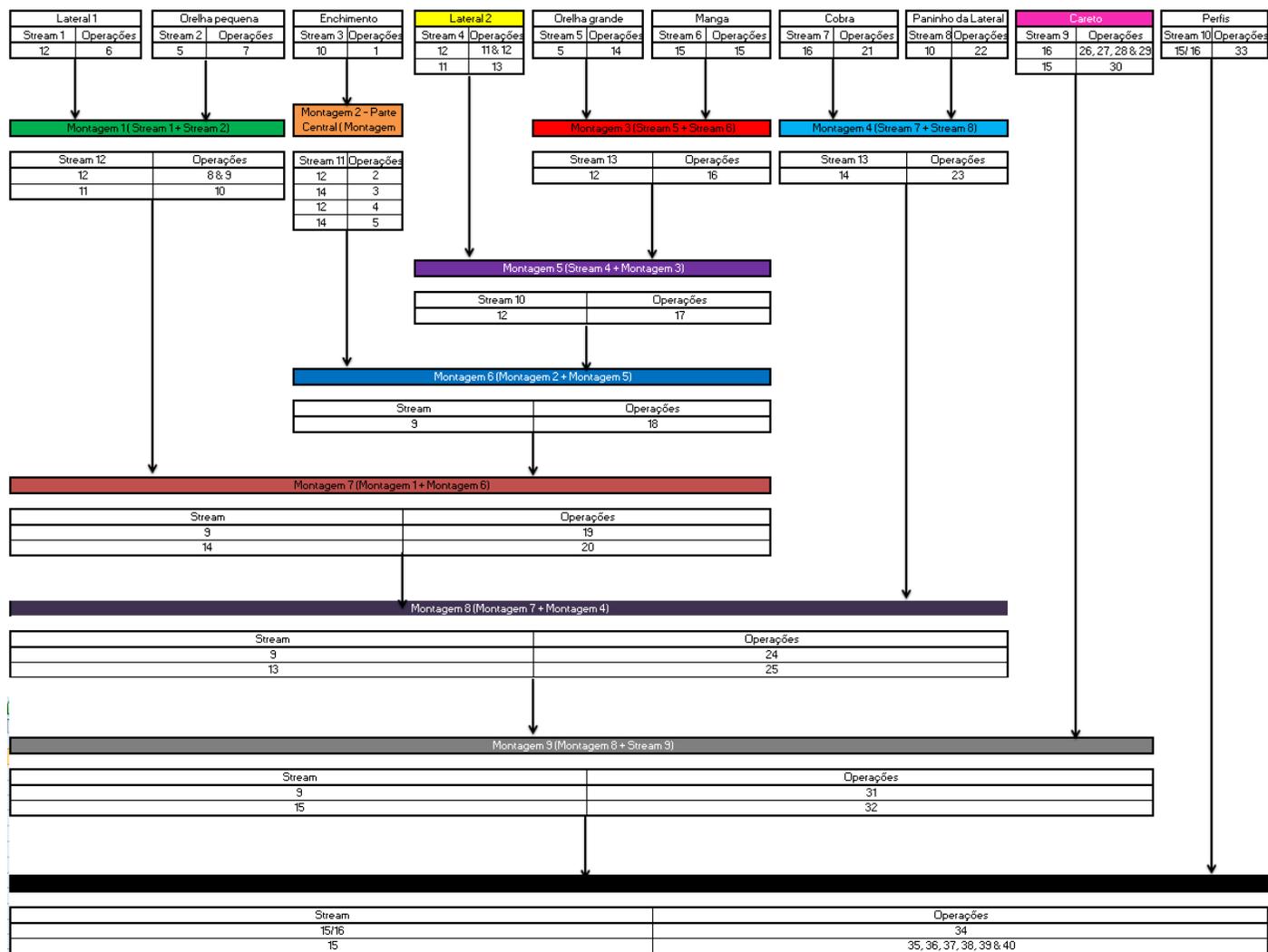


Figura 62: Diagrama de Montagem Atual – ATL

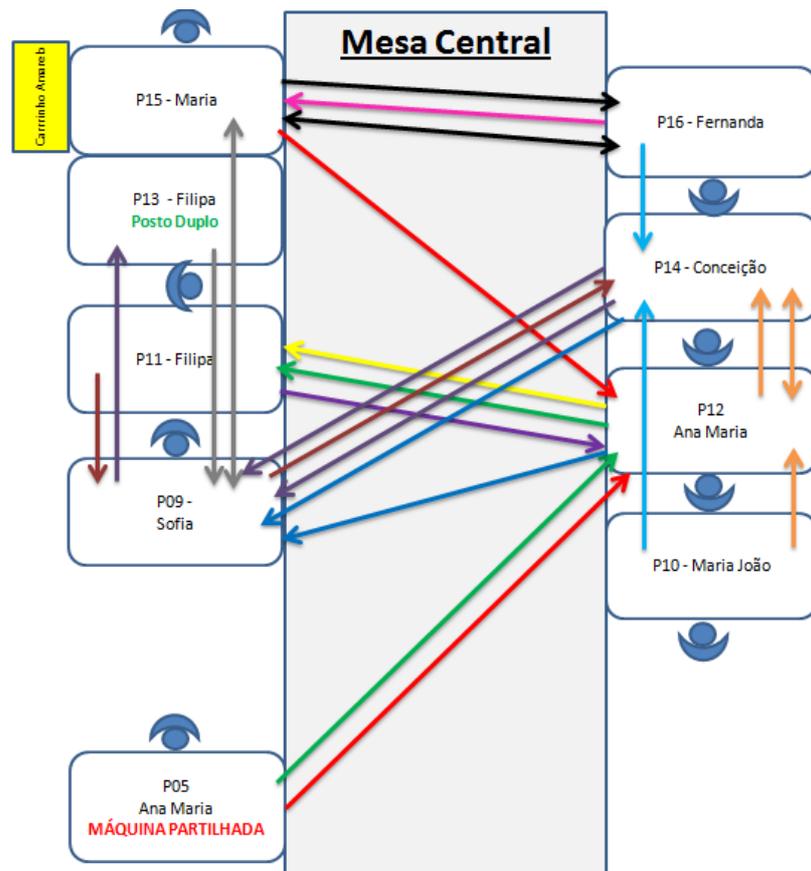


Figura 63: Layout e Diagrama de Spaghetti Atuais- ATL

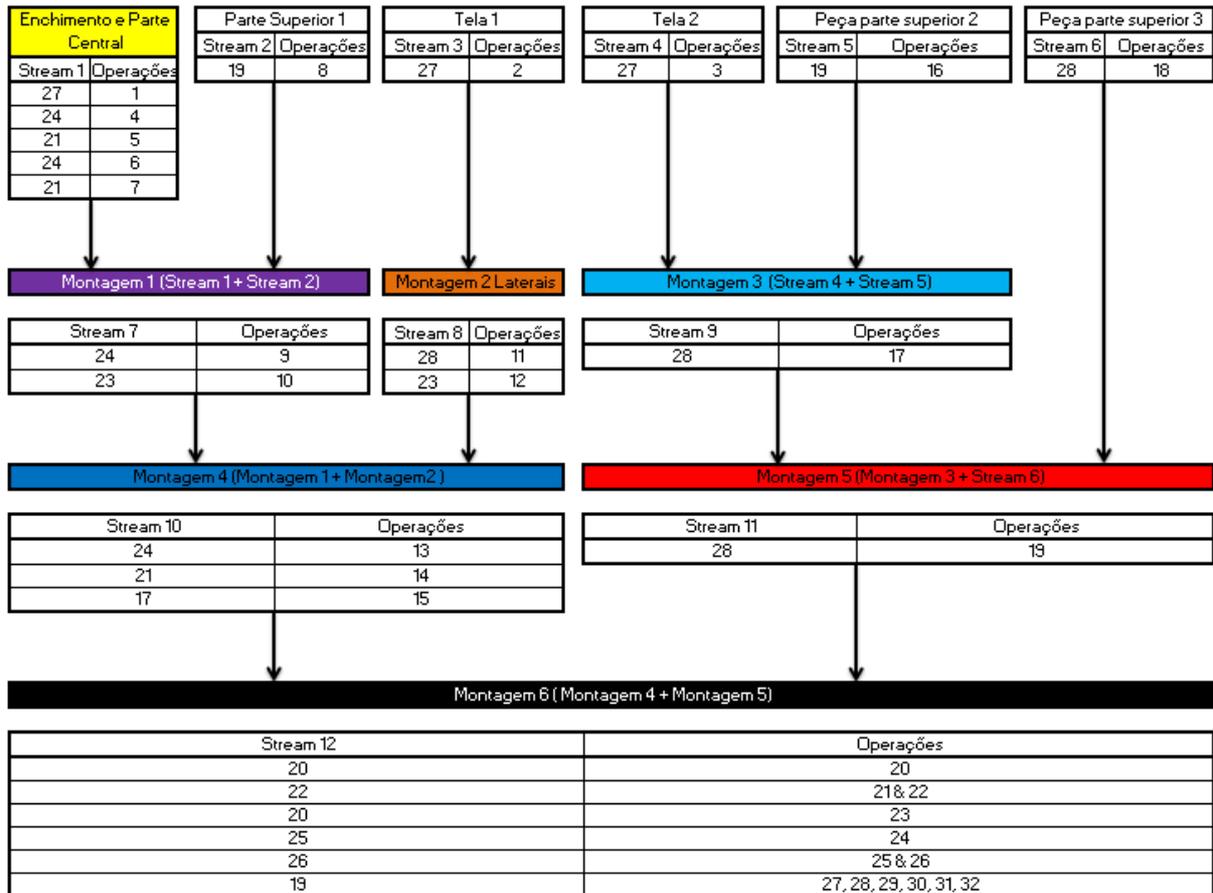


Figura 64: Diagrama de Montagem Atual – EF

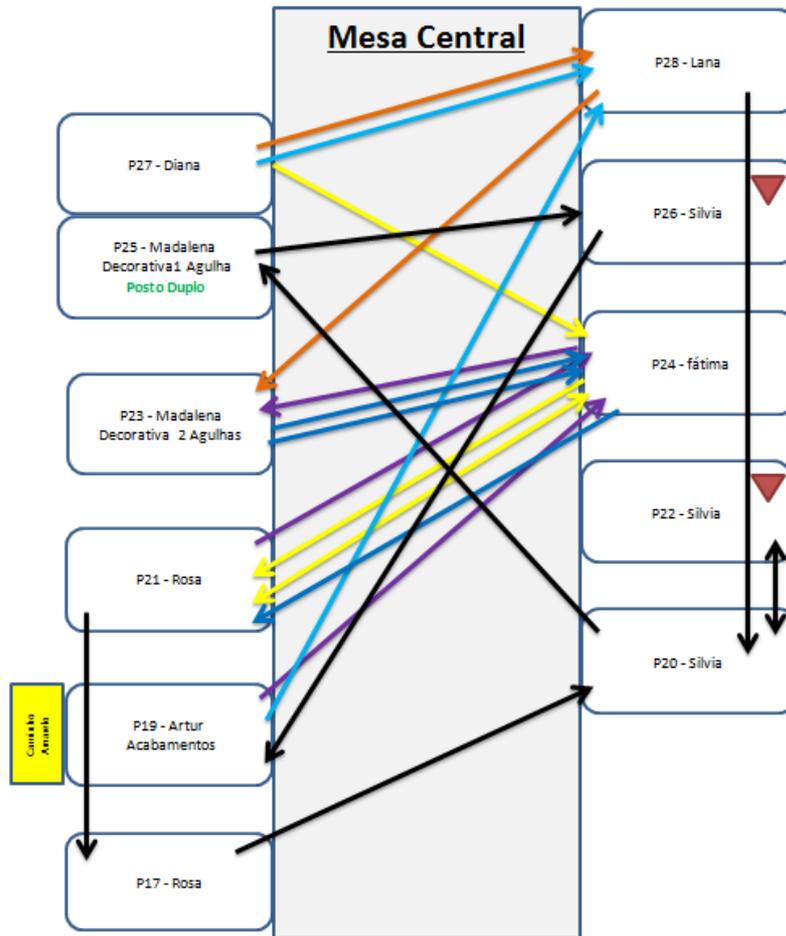


Figura 65: *Layout* e Diagrama de *Spaghetti* Atuais - EF

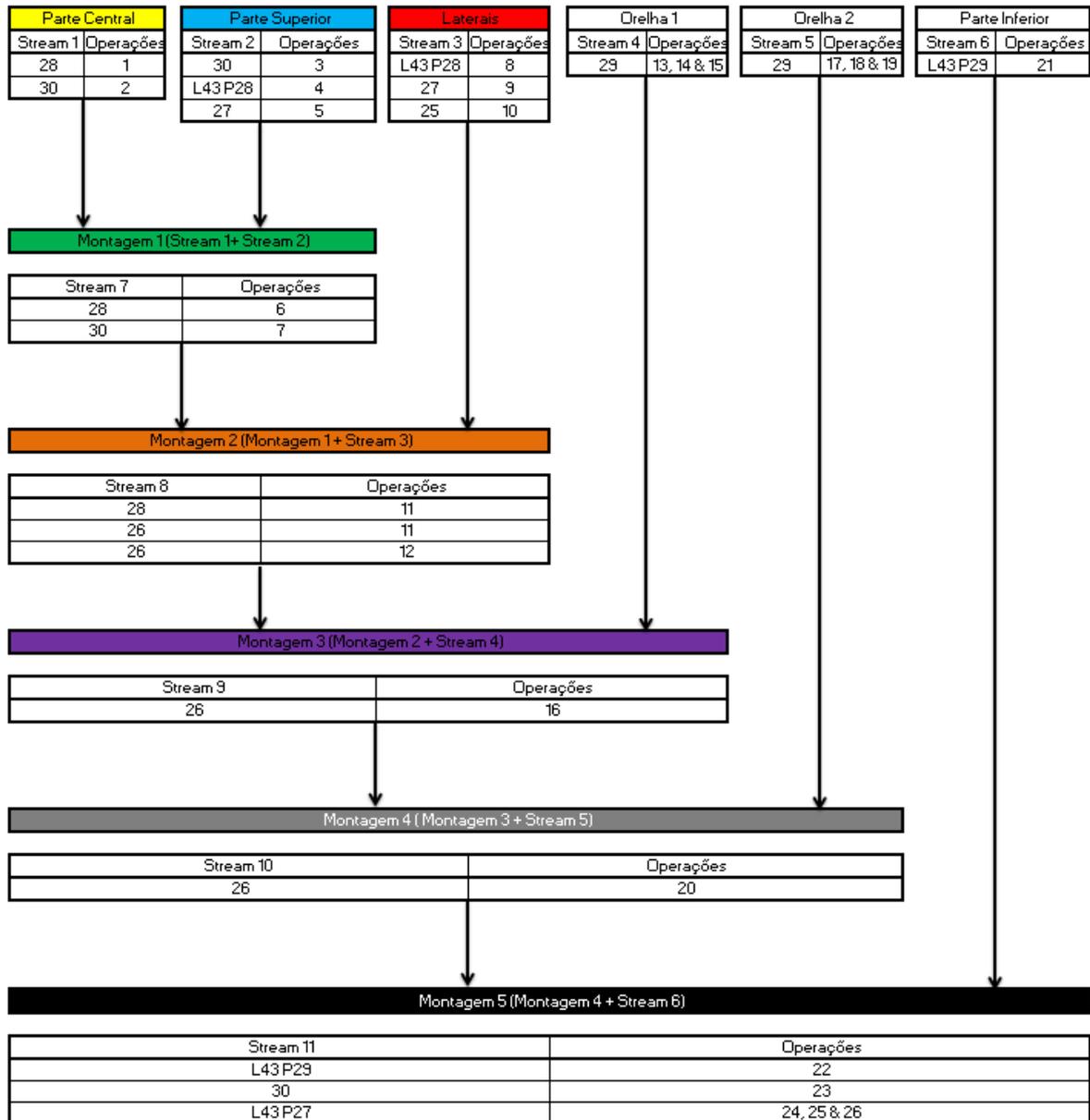


Figura 66: Diagrama de Montagem Atual - ET 3F

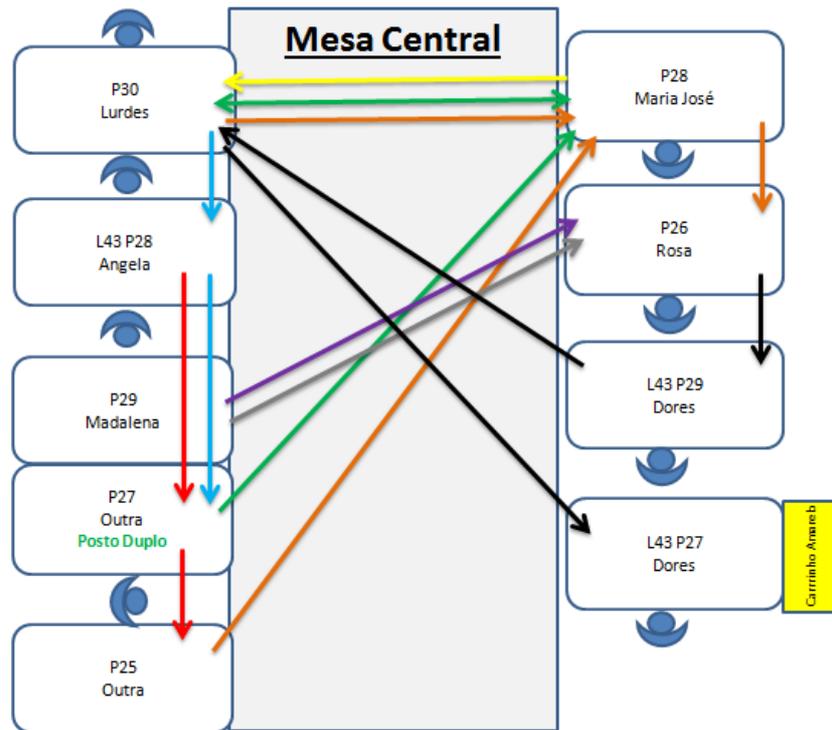


Figura 67: *Layout e diagrama de Spaghetti Atuais - ET 3F*

ANEXO III – BALANCEAMENTOS PROPOSTOS

Operações / Operadora	elisabete	Joana	Diana	Ana L.	Rosa	Ana Filipa	Soma	Tempo - Segundos
1 UNIR PÇ 15/15A E PÇ 16/16A Á PÇ 17/17A			100%				100%	32,00
2 EFECTUAR COST. DECORATIVA 2 AGULHAS ABERTA NO CONJ. ANTERIOR					100%		100%	37,000
3 UNIR PÇ 8 Á 6/6A E A PÇ 7 Á 5/5A					100%		100%	14,60
4 EFECTUAR COST. DECORATIVA 1 AGULHA TOMBADA NOS CONJ. ANTERIORES		100%					100%	44,000
5 UNIR CONJS. ANTERIORES AO CONJ. OPER. 002				100%			100%	61,625
6 FIXAR PERFIS P05 NO CONJ. ANTERIOR		100%					100%	25,333
7 FIXAR PERFIL (FRIDOLA) P08 NA PÇ 4	100%						100%	40,400
8 UNIR CONJ. ANTERIOR Á PÇ 14						100%	100%	34,000
9 UNIR PÇ 2 E 3 AO CONJ. ANTERIOR					100%		100%	35,000
10 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 006				100%			100%	68,571
11 UNIR PÇ 1 Á 9/9A			100%				100%	14,000
12 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 010					100%		100%	72,000
13 FIXAR P07 NO CONJ. ANTERIOR		100%					100%	26,667
14 UNIR PÇ 12 Á 13 APLICANDO ETIQUETA EM SIMULTÂNEO				100%			100%	22,500
15 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. RESULTANTE DA OPER. 013			100%				100%	23,200
16 UNIR PÇ 11 Á PÇ 13 E PÇ 10 Á PÇ 12						100%	100%	18,100
17 EFECTUAR BAINHAS SOBRE AS PÇS 11/13 E 10/12						100%	100%	
18 FIXAR PÇ 23 (SPUNBOND) E PÇ 20 (SPINNVILES) Á PÇ 11						100%	100%	
19 FIXAR PÇ 21 (SPUNBOND) E PÇ 22 (SPINNVILES) Á PÇ 10						100%	100%	97,600
20 COLOCAR FRIDOLA P11 NA OPER. ANTERIOR E NA OPER. 017, EFECTUANDO BAINHAS						100%	100%	
21 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. RESULTANTE DA OP ER. 015			100%				100%	87,200
22 FIXAR PERFIL P09	100%						100%	10,000
23 FIXAR PERFIL P04		100%					100%	13,700
24 FIXAR PERFIL P01	100%						100%	13,400
25 FIXAR PERFIL P02	100%						100%	
26 FIXAR PERFIL P03	100%						100%	85,167
27 FIXAR PERFIL P06	100%						100%	
28 EFECTUAR CRAVADOS NO CONJ. ANTERIOR	100%						100%	
	148,9667	109,7	156,4	152,69643	158,6	149,7		
	102%	75%	107%	105%	109%	103%		

Figura 68: Balanceamento Proposto - ETC

Operações / Operadora	Tempo - Segundos	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	
1 UNIR PÇ 15/15A E PÇ 16/16A Á PÇ 17/17A	32,00			100%						100%
2 EFECTUAR COST. DECORATIVA 2 AGULHAS ABERTA NO CONJ. ANTERIOR	37,000								100%	100%
3 UNIR PÇ 8 Á 6/6A E A PÇ 7 Á 5/5A	14,60		100%							100%
4 EFECTUAR COST. DECORATIVA 1 AGULHA TOMBADA NOS CONJ. ANTERIORES	44,000						100%			100%
5 UNIR CONJS. ANTERIORES AO CONJ. OPER. 002	61,625					100%				100%
6 FIXAR PERFIS P05 NO CONJ. ANTERIOR	25,333				100%					100%
7 FIXAR PERFIL (FRIDOLA) P08 NA PÇ 4	40,400	100%								100%
8 UNIR CONJ. ANTERIOR Á PÇ 14	34,000							100%		100%
9 UNIR PÇ 2 E 3 AO CONJ. ANTERIOR	35,000		100%							100%
10 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 006	68,571					100%				100%
11 UNIR PÇ 1 Á 9/9A	14,000			100%						100%
12 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 010	72,000		100%							100%
13 FIXAR P07 NO CONJ. ANTERIOR	26,667				100%					100%
14 UNIR PÇ 12 Á 13 APLICANDO ETIQUETA EM SIMULTÂNEO	22,500					100%				100%
15 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. RESULTANTE DA OPER. 013	23,200			100%						100%
16 UNIR PÇ 11 Á PÇ 13 E PÇ 10 Á PÇ 12	18,100							100%		100%
17 EFECTUAR BAINHAS SOBRE AS PÇS 11/13 E 10/12								100%		100%
18 FIXAR PÇ 23 (SPUNBOND) E PÇ 20 (SPINNVILES) Á PÇ 11								100%		100%
19 FIXAR PÇ 21 (SPUNBOND) E PÇ 22 (SPINNVILES) Á PÇ 10	97,600							100%		100%
20 COLOCAR FRIDOLA P11 NA OPER. ANTERIOR E NA OPER. 017, EFECTUANDO BAINHAS								100%		100%
21 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. RESULTANTE DA OP ER. 015	87,200			100%						100%
22 FIXAR PERFIL P09	10,000	100%								100%
23 FIXAR PERFIL P04	13,700				100%					100%
24 FIXAR PERFIL P01	13,400	100%								100%
25 FIXAR PERFIL P02		100%								100%
26 FIXAR PERFIL P03		100%								100%
27 FIXAR PERFIL P06	85,167	100%								100%
28 EFECTUAR CRAVADOS NO CONJ. ANTERIOR		100%								100%
		148,96667	121,6	156,4	65,7	152,7	44	149,7	37	
		102%	83%	107%	45%	105%	30%	103%	25%	

Figura 69: Nova ocupação dos PT – ETC

Balaceamento e redefinição de *layouts* de células de costura de uma empresa da indústria automóvel

Operações / Operadora	Ana	Joana	Alexandra	Filipa	Rosa	Soma	Tempo - Segundos
1 UNIR A PÇ 1 À 1A, 2 À 2A, 6 À 6A, 7 À 7A, 10 À 10A, 12 À 12A	60%			40%		100%	205
2 UNIR PÇ 1/1A À 2/2A			100%			100%	26,000
3 FIXAR PERFIL P06 NO CONJ. ANTERIOR		100%				100%	25
4 UNIR PÇ 7/7A E 6/6A AO CONJ. ANTERIOR			100%			100%	60,000
5 FIXAR PERFIL P04 NO CONJ. ANTERIOR		100%				100%	59,000
6 UNIR PÇ 4/4A AO CONJ. ANTERIOR			100%			100%	33,000
7 FIXAR PERFIL P01 NO CONJ. ANTERIOR			100%			100%	26,000
8 UNIR PÇ 8/8A E 9/9A AO CONJ. ANTERIOR			100%			100%	67,000
9 FIXAR PERFIL P05 NO CONJ. ANTERIOR		100%				100%	59,000
10 EFECTUAR BAINHA NA PÇ 14		100%				100%	13,000
11 UNIR PÇ 12/12A AO CONJ. ANTERIOR		100%				100%	10,000
12 UNIR PÇ 10/10A À PC 15		100%				100%	9,000
13 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 011		100%				100%	31,000
14 EFECTUAR COSTURA DECORATIVA DE 1 AGULHA TOMBADA NA OPER. ANTERIOR					100%	100%	34,000
15 UNIR PÇ 11/11A À 13/13A					100%	100%	23,000
16 EFECTUAR COSTURA DECORATIVA DE 1 AGULHA TOMBADA NA OPER. ANTERIOR					100%	100%	34,000
17 UNIR PÇ 3 AO CONJ. ANTERIOR E AO CONJ. DA OPER. 014				100%		100%	28,000
18 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 009				100%		100%	91,000
19 EFECTUAR COSTURA DECORATIVA 2 AGULHAS ABERTA NA OPER. ANTERIOR					100%	100%	139,000
20 EFECTUAR PINCHOS(COSTURA) NA PÇ 5		100%				100%	26,000
21 UNIR PÇ 5 AO CONJ. DA OP. 019				100%		100%	46,000
22 FIXAR PERFIL P03 NO CONJ ANTERIOR E ETIQUETA EM SIMULTÂNEO	100%					100%	19,000
23 FIXAR PERFIL P07 SOBRE O ELASTICO EL01	100%					100%	10,000
24 UNIR CONJ. ANTERIOR SOBRE A PÇ 13	100%					100%	11,000
25 UNIR MANGA MG01 AO CONJ.DA OP. ANTERIOR	100%					100%	21,000
26 FIXAR PERFIL P02 NO CONJ.ANTERIOR	100%					100%	58,000
	242	232	212	247	230		
	104%	100%	91%	106%	99%		

Figura 70: Balaceamento Proposto – AF

Operações / Operadora	Tempo - Segundos	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P08	
1 UNIR A PÇ 1 À 1A, 2 À 2A, 6 À 6A, 7 À 7A, 10 À 10A, 12 À 12A	205		60%		40%				100%
2 UNIR PÇ 1/1A À 2/2A	26,000					100%			100%
3 FIXAR PERFIL P06 NO CONJ. ANTERIOR	25			100%					100%
4 UNIR PÇ 7/7A E 6/6A AO CONJ. ANTERIOR	60,000					100%			100%
5 FIXAR PERFIL P04 NO CONJ. ANTERIOR	59,000			100%					100%
6 UNIR PÇ 4/4A AO CONJ. ANTERIOR	33,000					100%			100%
7 FIXAR PERFIL P01 NO CONJ. ANTERIOR	26,000					100%			100%
8 UNIR PÇ 8/8A E 9/9A AO CONJ. ANTERIOR	67,000					100%			100%
9 FIXAR PERFIL P05 NO CONJ. ANTERIOR	59,000			100%					100%
10 EFECTUAR BAINHA NA PÇ 14	13,000			100%					100%
11 UNIR PÇ 12/12A AO CONJ. ANTERIOR	10,000			100%					100%
12 UNIR PÇ 10/10A À PC 15	9,000			100%					100%
13 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 011	31,000			100%					100%
14 EFECTUAR COSTURA DECORATIVA DE 1 AGULHA TOMBADA NA OPER. ANTERIOR	34,000						100%		100%
15 UNIR PÇ 11/11A À 13/13A	23,000		100%						100%
16 EFECTUAR COSTURA DECORATIVA DE 1 AGULHA TOMBADA NA OPER. ANTERIOR	34,000						100%		100%
17 UNIR PÇ 3 AO CONJ. ANTERIOR E AO CONJ. DA OPER. 014	28,000				100%				100%
18 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 009	91,000				100%				100%
19 EFECTUAR COSTURA DECORATIVA 2 AGULHAS ABERTA NA OPER. ANTERIOR	139,000							100%	100%
20 EFECTUAR PINCHOS(COSTURA) NA PÇ 5	26,000			100%					100%
21 UNIR PÇ 5 AO CONJ. DA OP. 019	46,000				100%				100%
22 FIXAR PERFIL P03 NO CONJ ANTERIOR E ETIQUETA EM SIMULTÂNEO	19,000	100%							100%
23 FIXAR PERFIL P07 SOBRE O ELASTICO EL01	10,000	100%							100%
24 UNIR CONJ. ANTERIOR SOBRE A PÇ 13	11,000	100%							100%
25 UNIR MANGA MG01 AO CONJ.DA OP. ANTERIOR	21,000	100%							100%
26 FIXAR PERFIL P02 NO CONJ.ANTERIOR	58,000	100%							100%
		119	146	232	247	212	68	139	
		51%	63%	100%	106%	91%	29%	60%	

Figura 71: Nova Ocupação dos PT- AF

Balanceamento e redefinição de *layouts* de células de costura de uma empresa da indústria automóvel

Operações / Operadora	Patricia	Rosa	Elisabete	Paula	Joaquina	Cristina	Candida	Soma	Tempo
1 UNIR PÇ 5/5A À PÇ 17/17A							100%	100%	20,000
2 FIXAR PERFIL P02 À OPER. ANTERIOR				100%				100%	18,000
3 UNIR PÇ 3/3A E 7/7A AO CONJ ANTERIOR				100%				100%	53,333
4 FIXAR PERFIS P04 À OPER. ANTERIOR				100%				100%	46,000
5 UNIR PÇ 9/9A À PÇ 11/11A					100%			100%	22,400
6 EFETUAR COST. DECORATIVA 2 AGULHAS ABERTA NO CONJ. ANTERIOR							100%	100%	33,000
7 FIXAR PERFIL P06 E P07 NA PÇ 13 E EFETUAR BAINHA EM SIMULTANEO	100%							100%	18,000
8 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 006 APLICANDO ETIQUETA KINDERSIT EM SIMULTANEO							100%	100%	33,000
9 EFETUAR PESPONTO DE 1 AGULHA NO CONJ. ANTERIOR							100%	100%	24,000
10 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 004		100%						100%	54,000
11 EFETUAR BAINHA COM COSTURA PROLONGADA NO CONJ. ANTERIOR		100%						100%	17,000
12 FIXAR PERFIL P03 À OPER. ANTERIOR		100%						100%	17,000
13 UNIR PÇ 1/1A À PÇ 2/2A					100%			100%	18,000
14 EFETUAR COST. DECORATIVA 2 AGULHAS ABERTA NO CONJ. ANTERIOR							100%	100%	24,000
15 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 012			100%					100%	36,000
16 FIXAR PERFIL P03 À OPER. ANTERIOR		100%						100%	17,000
17 EFETUAR BAINHAS NA PÇ 22					100%			100%	26,000
18 FIXAR PERFIL P10 NA PÇ 22 APLICANDO A ETIQUETA EM SIMULTANEO	100%							100%	32,000
19 UNIR CONJ. ANTERIOR À PÇ 19/19A					100%			100%	18,000
20 FIXAR PERFIL P11 AS PÇS 25 E 26	100%							100%	13,000
21 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 018						100%		100%	67,000
22 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 016			100%					100%	94,000
23 FIXAR PERFIL P09 À OPER. ANTERIOR					100%			100%	40,000
24 EFETUAR BAINHAS NA PÇ 14					100%			100%	19,000
25 UNIR PÇ 14 AO CONJ. DA OPER. 023						100%		100%	58,000
26 FIXAR PERFIL P08 AO CONJ. ANTERIOR	100%							100%	3,000
27 UNIR PÇ 6/6A À PÇ 18/18A							100%	100%	20,000
28 FIXAR PERFIS P02 À OPER. ANTERIOR				100%				100%	18,000
29 UNIR PÇ 4/4A E 8/8A AO CONJ ANTERIOR				100%				100%	54,000
30 FIXAR PERFIS P04 À OPER. ANTERIOR				100%				100%	46,000
31 UNIR PÇ 10/10A À PÇ 12/12A					100%			100%	19,000
32 EFETUAR COST. DECORATIVA 2 AGULHAS ABERTA NO CONJ. ANTERIOR							100%	100%	33,000
33 FIXAR PERFIL P05 E P06 NA PÇ 15 E EFETUAR BAINHA EM SIMULTANEO	100%							100%	18,000
34 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 032							100%	100%	21,400
35 EFETUAR PESPONTO DE 1 AGULHA NO CONJ. ANTERIOR							100%	100%	24,000
36 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 030		100%						100%	54,000
37 EFETUAR BAINHA COM COSTURA PROLONGADA NO CONJ. ANTERIOR		100%						100%	17,000
38 FIXAR PERFIL P03 À OPER. ANTERIOR		100%						100%	17,000
39 EFETUAR BAINHAS NA PÇ 23					100%			100%	26,000
40 FIXAR PERFIL P10 NA PÇ 23	100%							100%	10,000
41 UNIR CONJ. ANTERIOR À PÇ 20/20A					100%			100%	18,000
42 FIXAR PERFIL P11 AS PÇS 27 E 28	100%							100%	13,000
43 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 041						100%		100%	67,000
44 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 038			100%					100%	94,000
45 FIXAR PERFIL P09 AO CONJ. ANTERIOR					100%			100%	40,000
46 EFETUAR BAINHAS NA PÇ 16					100%			100%	19,000
47 UNIR PÇ 16 AO CONJ DA OPER. 044						100%		100%	58,000
48 FIXAR PERFIL P08 AO CONJ. ANTERIOR	100%							100%	3,000
49 UNIR CONJ ANTERIOR AO CONJ DA OPER. 016			100%					100%	36,000
50 FIXAR PERFIL P03 AO CONJ. ANTERIOR		100%						100%	17,000
51 EFETUAR BAINHA NA PÇ 24					100%			100%	15,000
52 UNIR PÇ 24 À PÇ 21							100%	100%	42,000
53 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 049		100%						100%	87,000
54 FIXAR PERFIL P13,P14 E P15 NO CONJ. ANTERIOR	100%							100%	33,000
55 FIXAR PERFIL P12	100%							100%	17,000
56 FIXAR PERFIL P01	100%							100%	47,000
	219	263	260	235,333	280,4	250	274,4		
	86%	103%	102%	92%	110%	98%	108%		

Figura 72: Balanceamento Proposto – ATK

Balaceamento e redefinição de *layouts* de células de costura de uma empresa da indústria automóvel

Operações / Operadora	Tempo	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	%
1 UNIR PÇ 5/5A À PÇ 17/17A	20,000				100%						100%
2 FIXAR PERFIL P02 À OPER. ANTERIOR	18,000							100%			100%
3 UNIR PÇ 3/3A E 7/7A AO CONJ. ANTERIOR	53,333							100%			100%
4 FIXAR PERFIS P04 À OPER. ANTERIOR	46,000							100%			100%
5 UNIR PÇ 9/9A À PÇ 11/11A	22,400									100%	100%
6 EFECTUAR COST. DECORATIVA 2 AGULHAS ABERTA NO CONJ. ANTERIOR	33,000		100%								100%
7 FIXAR PERFIL P06 E P07 NA PÇ 13 E EFETUAR BAINHA EM SIMULTANEO	18,000	100%									100%
8 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 006 APLICANDO ETIQUETA KINDERSIT EM SIMULTANEO	33,000				100%						100%
9 EFETUAR PESPONTO DE 1 AGULHA NO CONJ. ANTERIOR	24,000								100%		100%
10 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 004				100%							100%
11 EFETUAR BAINHA COM COSTURA PROLONGADA NO CONJ. ANTERIOR	54,000			100%							100%
12 FIXAR PERFIL P03 À OPER. ANTERIOR	17,000			100%							100%
13 UNIR PÇ 1/1A À PÇ 2/2A	18,000									100%	100%
14 EFECTUAR COST. DECORATIVA 2 AGULHAS ABERTA NO CONJ. ANTERIOR	24,000		100%								100%
15 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 012	36,000					100%					100%
16 FIXAR PERFIL P03 À OPER. ANTERIOR	17,000			100%							100%
17 EFETUAR BAINHAS NA PÇ 22	26,000								100%		100%
18 FIXAR PERFIL P10 NA PÇ 22 APLICANDO A ETIQUETA EM SIMULTANEO	32,000	100%									100%
19 UNIR CONJ. ANTERIOR À PÇ 19/19A	18,000									100%	100%
20 FIXAR PERFIL P11 AS PÇS 25 E 26	13,000	100%									100%
21 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 018	67,000						100%				100%
22 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 016	94,000					100%					100%
23 FIXAR PERFIL P09 À OPER. ANTERIOR	40,000								100%		100%
24 EFETUAR BAINHAS NA PÇ 14	18,000								100%		100%
25 UNIR PÇ 14 AO CONJ. DA OPER. 023	58,000						100%				100%
26 FIXAR PERFIL P08 AO CONJ. ANTERIOR	9,000	100%									100%
27 UNIR PÇ 6/6A À PÇ 18/18A	20,000				100%						100%
28 FIXAR PERFIS P02 À OPER. ANTERIOR	18,000							100%			100%
29 UNIR PÇ 4/4A E 8/8A AO CONJ. ANTERIOR	54,000							100%			100%
30 FIXAR PERFIS P04 À OPER. ANTERIOR	46,000							100%			100%
31 UNIR PÇ 10/10A À PÇ 12/12A	18,000									100%	100%
32 EFECTUAR COST. DECORATIVA 2 AGULHAS ABERTA NO CONJ. ANTERIOR	33,000		100%								100%
33 FIXAR PERFIL P05 E P06 NA PÇ 15 E EFETUAR BAINHA EM SIMULTANEO	18,000	100%									100%
34 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 032	21,400				100%						100%
35 EFETUAR PESPONTO DE 1 AGULHA NO CONJ. ANTERIOR	24,000								100%		100%
36 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 030				100%							100%
37 EFETUAR BAINHA COM COSTURA PROLONGADA NO CONJ. ANTERIOR	54,000			100%							100%
38 FIXAR PERFIL P03 À OPER. ANTERIOR	17,000			100%							100%
39 EFETUAR BAINHAS NA PÇ 23	26,000								100%		100%
40 FIXAR PERFIL P10 NA PÇ 23	10,000	100%									100%
41 UNIR CONJ. ANTERIOR À PÇ 20/20A	18,000									100%	100%
42 FIXAR PERFIL P11 AS PÇS 27 E 28	13,000	100%									100%
43 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 041	67,000							100%			100%
44 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 038	94,000					100%					100%
45 FIXAR PERFIL P09 AO CONJ. ANTERIOR	40,000									100%	100%
46 EFETUAR BAINHAS NA PÇ 16	19,000								100%		100%
47 UNIR PÇ 16 AO CONJ. DA OPER. 044	58,000						100%				100%
48 FIXAR PERFIL P08 AO CONJ. ANTERIOR	9,000	100%									100%
49 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 016	36,000					100%					100%
50 FIXAR PERFIL P03 AO CONJ. ANTERIOR	17,000			100%							100%
51 EFETUAR BAINHA NA PÇ 24	15,000									100%	100%
52 UNIR PÇ 24 À PÇ 21	42,000				100%						100%
53 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 049	87,000			100%							100%
54 FIXAR PERFIL P13, P14 E P15 NO CONJ. ANTERIOR	33,000	100%									100%
55 FIXAR PERFIL P12	17,000	100%									100%
56 FIXAR PERFIL P01	47,000	100%									100%
	219	90	263	136,4	260	250	235,3333	48	280,4		
	86%	35%	103%	54%	102%	98%	92%	19%	110%		

Figura 73: Nova Ocupação dos PT – ATK

Balanceamento e redefinição de *layouts* de células de costura de uma empresa da indústria automóvel

Operações / Operadora	Maria J.	Ana Maria	Conceição	Fernanda	Sofia	Filipa	Maria	Soma	Tempo - Segundos
1 UNIR PÇ 1 À 1A, 2/ À 2A, 3 À 3A E 10 À 10A	100%							100%	142,00
2 UNIR PÇ 1//1A À 10/10A		100%						100%	26,000
3 FIXAR PERFIL P01 NO CONJ. ANTERIOR			100%					100%	19,00
4 UNIR PÇ 2//2A E 3//3A AO CONJ. ANTERIOR		100%						100%	58,000
5 FIXAR PERFIL P02 NO CONJ. ANTERIOR			100%					100%	49,000
6 EFETUAR PINCHO NA PÇ 6/6A		100%						100%	10,000
7 EFETUAR BAINHA NA PÇ 13	100%							100%	10,000
8 UNIR PÇ 13 AO CONJ. DA OP. 006		100%						100%	10,000
9 UNIR PÇ 4/4A AO CONJ. ANTERIOR		100%						100%	20,000
10 EFECTUAR COSTURA DECORATIVA 2 AGULHAS NA OPER. ANTERIOR						100%		100%	49,000
11 EFETUAR PINCHO NA PÇ 7/7A		100%						100%	11,000
12 UNIR PÇ 5/5A AO CONJ. ANTERIOR		100%						100%	15,000
13 EFECTUAR COSTURA DECORATIVA 2 AGULHAS NA OPER. ANTERIOR						100%		100%	24,000
14 EFETUAR BAINHAS NA PÇ 8					100%			100%	20,000
15 FIXAR PERFIL P12 NA MANGA MG01							100%	100%	9,000
16 UNIR CONJ. ANTERIOR NA PÇ 8		100%						100%	9,000
17 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ.DA OP. 013		100%						100%	26,000
18 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ.DA OP. 005					100%			100%	53,000
19 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ.DA OP. 010					100%			100%	53,000
20 FIXAR PERFIL P03 NO CONJ. ANTERIOR			100%					100%	54,000
21 EFECTUAR BAINHAS NA PÇ 11				100%				100%	52,000
22 EFECTUAR BAINHA NA PÇ 12	100%							100%	14,000
23 UNIR PÇ 11 À PÇ 12			100%					100%	15,000
24 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OP.020					100%			100%	52,000
25 EFECTUAR COSTURA DECORATIVA 1 AGULHA TOMBADA NA OPER.ANTERIOR						100%		100%	37,000
26 EFECTUAR BAINHAS NA PÇ 9 NA ZONA DA ABERTURA				100%				100%	46,00
27 EFETUAR PINCHOS NA PÇ 9				100%				100%	27,00
28 DOBRAR PINCHOS E EFETUAR BAINHA						100%		100%	44,00
29 EFETUAR BAINHAS NA PÇ 9				100%				100%	44,00
30 FIXAR PERFIL P06 E P09 NO CONJ. ANTERIOR							100%	100%	39,000
31 UNIR CONJ.ANTERIOR AO CONJ.DA OP.025					100%			100%	42,000
32 FIXAR P08 AO CONJ. ANTERIOR							100%	100%	20,000
33 CRAVAR PERFIS P07 E P14							100%	100%	41,000
34 FIXAR PERFIS P07 E P14 SOBRE A PÇ 11 APLICANDO ETIQUETA EM SIMULTÂNEO			100%					100%	49,000
35 FIXAR PERFIS P15 SOBRE A PÇ 11							100%	100%	
36 FIXAR PERFIS P10 E P11 SOBRE A PÇ 12							100%	100%	
37 FIXAR PERFIL P13 SOBRE A PÇ 13							100%	100%	
38 FIXAR PERFILP04 SOBRE A PÇ 6/6A							100%	100%	81,00
39 FIXAR PERFIS P04 E P10 SOBRE A PÇ 8							100%	100%	
40 FIXAR PERFILP05 SOBRE A PÇ 7/7A							100%	100%	
	166	185	186	169	167	154	190		
	95%	106%	107%	97%	96%	89%	109%		

Figura 74:Balanceamento Proposto – ATL

Balaceamento e redefinição de *layouts* de células de costura de uma empresa da indústria automóvel

Operações / Operadora	Tempo - Segundos	9	10	11	12	13	14	15	16	5	
1 UNIR PÇ 1 À 1A, 2/ A 2A, 3 À 3A E 10 À 10A	142,00		100%								100%
2 UNIR PÇ 1//1A À 10/10A	26,000				100%						100%
3 FIXAR PERFIL P01 NO CONJ. ANTERIOR	19,00						100%				100%
4 UNIR PÇ 2//2A E 3//3A AO CONJ. ANTERIOR	58,000				100%						100%
5 FIXAR PERFIL P02 NO CONJ. ANTERIOR	49,000						100%				100%
6 EFECTUAR PINCHO NA PÇ 6/6A	10,000				100%						100%
7 EFETUAR BAINHA NA PÇ 13	10,000		100%								100%
8 UNIR PÇ 13 AO CONJ. DA OP. 006	10,000				100%						100%
9 UNIR PÇ 4/4A AO CONJ. ANTERIOR	20,000				100%						100%
10 EFECTUAR COSTURA DECORATIVA 2 AGULHAS NA OPER. ANTERIOR	49,000			100%							100%
11 EFETUAR PINCHO NA PÇ 7/7A	11,000				100%						100%
12 UNIR PÇ 5/5A AO CONJ. ANTERIOR	15,000				100%						100%
13 EFECTUAR COSTURA DECORATIVA 2 AGULHAS NA OPER. ANTERIOR	24,000			100%							100%
14 EFETUAR BAINHAS NA PÇ 8	20,000									100%	100%
15 FIXAR PERFIL P12 NA MANGA MGD01	9,000							100%			100%
16 UNIR CONJ. ANTERIOR NA PÇ 8	9,000				100%						100%
17 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OP. 013	26,000				100%						100%
18 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OP. 005		100%									100%
19 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OP. 010	53,000	100%									100%
20 FIXAR PERFIL P03 NO CONJ. ANTERIOR	54,000						100%				100%
21 EFECTUAR BAINHAS NA PÇ 11	52,000								100%		100%
22 EFECTUAR BAINHA NA PÇ 12	14,000		100%								100%
23 UNIR PÇ 11 À PÇ 12	15,000						100%				100%
24 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OP.020	52,000	100%									100%
25 EFECTUAR COSTURA DECORATIVA 1 AGULHA TOMBADA NA OPER.ANTERIOR	37,000					100%					100%
26 EFECTUAR BAINHAS NA PÇ 9 NA ZONA DA ABERTURA	46,00								100%		100%
27 EFETUAR PINCHOS NA PÇ 9	27,00								100%		100%
28 DOBRAR PINCHOS E EFETUAR BAINHA	44,00					100%					100%
29 EFETUAR BAINHAS NA PÇ 9	44,00								100%		100%
30 FIXAR PERFIL P06 E P09 NO CONJ. ANTERIOR	39,000							100%			100%
31 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OP.025	42,000	100%									100%
32 FIXAR P08 AO CONJ. ANTERIOR	20,000							100%			100%
33 CRAVAR PERFIS P07 E P14	41,000							100%			100%
34 FIXAR PERFIS P07 E P14 SOBRE A PÇ 11 APLICANDO ETIQUETA EM SIMULTÂNEO	49,000						100%				100%
35 FIXAR PERFIS P15 SOBRE A PÇ 11								100%			100%
36 FIXAR PERFIS P10 E P11 SOBRE A PÇ 12								100%			100%
37 FIXAR PERFIL P13 SOBRE A PÇ 13								100%			100%
38 FIXAR PERFILP04 SOBRE A PÇ 6/6A	81,00							100%			100%
39 FIXAR PERFIS P04 E P10 SOBRE A PÇ 8								100%			100%
40 FIXAR PERFILP05 SOBRE A PÇ 7/7A								100%			100%
		147	166	73	185	81	186	190	169	20	
		85%	95%	42%	106%	47%	107%	109%	97%	12%	

Figura 75: Nova Ocupação dos PT – ATL

Operações / Operadora	Rosa	Artur	Silvia	Fatima	Lana	Diana	Madalena	Soma	Tempo
1 UNIR A PÇ 1 À 1A, 2 À 2A, 3 À 3A E 15 À 15A						100%		100%	224,00
2 APLICAR TELA AIRBAG 10 NA PÇ 7/7A	100%							100%	24,00
3 APLICAR TELA AIRBAG 9 NA PÇ 11/11A	100%							100%	25,00
4 UNIR PÇ 15/15A À PÇ 1/1A				100%				100%	26,00
5 FIXAR PERFIL P08 NO CONJ. ANTERIOR	100%							100%	23,00
6 UNIR PÇ 2/2A E PÇ 3/3A AO CONJ. ANTERIOR				100%				100%	84,00
7 FIXAR PERFIS P03 NO CONJ. ANTERIOR	100%							100%	52,00
8 FIXAR PERFIL P07 NA PÇ 16/16A		100%						100%	19,00
9 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 007				100%				100%	42,00
10 EFETUAR PESPONTO DE 2 AGULHAS ABERTA NO CONJ. ANTERIOR							100%	100%	51,00
11 UNIR PÇ 6/6A À PÇ 4/4A E PÇ 7/7A À PÇ 5/5A					100%			100%	32,00
12 EFETUAR PESPONTO DE 2 AGULHAS ABERTA NOS CONJ. ANTERIORES							100%	100%	36,00
13 UNIR CONJS. ANTERIORES AO CONJ. DA OPERAÇÃO 010				100%				100%	69,00
14 FIXAR PERFIL P02 NO CONJ. ANTERIOR	100%							100%	42,00
15 UNIR PÇ 14 AO CONJ. ANTERIOR	100%							100%	48,00
16 FIXAR PERFIL P11 NA PÇ 17/17A		100%						100%	11,00
17 UNIR CONJ. ANTERIOR ÀS PÇS 8/8A E 11/11A					100%			100%	34,00
18 UNIR PÇ 18 ÀS PÇS 12 E 13					100%			100%	20,00
19 UNIR O CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 017					100%			100%	91,00
20 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 015 EM MÁQUINA NORMAL ATÉ AO FLAP			100%					100%	31,00
21 UNIR CONJUNTO ANTERIOR EM MÁQUINA DE AIRBAG			100%					100%	83,00
22 FIXAR ETIQUETA DE AIRBAG NA PÇ 11/11A			100%					100%	
23 FINALIZAR OPERAÇÃO ANTERIOR EM MÁQUINA NORMAL ATÉ AO FLAP			100%					100%	31,00
24 EFETUAR PESPONTO DE 1 AGULHA COM COSTURA ABERTA NA OPER. ANTERIOR							100%	100%	143,00
25 FECHAR TELAS A 5MM			100%					100%	63,00
26 FECHAR TELAS A 10MM			100%					100%	
27 EFETUAR BAINHAS SOBBRE AS PÇS,6/6A, 7/7A, 8/8A, 11/11A E 14		100%						100%	47,00
28 FIXAR FRIDOLA P06 SOBRE AS PÇS 12 E 13		100%						100%	41,00
29 FIXAR PERFIL P04 SOBRE A PÇ 18		100%						100%	11,00
30 FIXAR PERFIS P05 SOBRE A PÇ 8/8A 11/11A, E PÇ 14		100%						100%	35,00
31 FIXAR PERFIL P09 SOBRE A PÇ 14 APLICANDO ETIQUETA ET01 EM		100%						100%	16,00
32 FIXAR PERFIS P01 E P10 SOBRE AS PÇS 12 E 13		100%						100%	32,00
	214	212	208	221	177	224	230		
	101%	100%	98%	104%	83%	106%	108%		

Figura 76: Balaceamento Proposto – EF

Balaceamento e redefinição de *layouts* de células de costura de uma empresa da indústria automóvel

Operações / Operadora	Tempo	P17	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P27	P28
1 UNIR A PÇ 1 A 1A, 2 A 2A, 3 A 3A E 15 A 15A	224,00										100%	100%
2 APLICAR TELA AIRBAG 10 NA PÇ 7/7A	24,00	100%										100%
3 APLICAR TELA AIRBAG 9 NA PÇ 11/11A	25,00	100%										100%
4 UNIR PÇ 15/15A A PÇ 1/1A	26,00							100%				100%
5 FIXAR PERFIL P08 NO CONJ. ANTERIOR	23,00				100%				100%			100%
6 UNIR PÇ 2/2A E PÇ 3/3A AO CONJ. ANTERIOR	84,00							100%				100%
7 FIXAR PERFIL P03 NO CONJ. ANTERIOR	52,00				100%							100%
8 FIXAR PERFIL P07 NA PÇ 16/16A	19,00		100%									100%
9 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 007	42,00								100%			100%
10 EFETUAR PESPONTO DE 2 AGULHAS ABERTA NO CONJ. ANTERIOR	51,00						100%					100%
11 UNIR PÇ 6/6A A PÇ 4/4A E PÇ 7/7A A PÇ 5/5A	32,00										100%	100%
12 EFETUAR PESPONTO DE 2 AGULHAS ABERTA NOS CONJ. ANTERIORES	36,00						100%					100%
13 UNIR CONJS. ANTERIORES AO CONJ. DA OPERAÇÃO 010	69,00							100%				100%
14 FIXAR PERFIL P02 NO CONJ. ANTERIOR	42,00				100%							100%
15 UNIR PÇ 14 AO CONJ. ANTERIOR	48,00	100%										100%
16 FIXAR PERFIL P11 NA PÇ 17/17A	11,00		100%									100%
17 UNIR CONJ. ANTERIOR ÀS PÇS 8/8A E 11/11A	34,00										100%	100%
18 UNIR PÇ 18 ÀS PÇS 12 E 13	20,00										100%	100%
19 UNIR O CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 017	91,00										100%	100%
20 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 015 EM MÁQUINA NORMAL ATÉ AO FLAP	31,00			100%								100%
21 UNIR CONJUNTO ANTERIOR EM MÁQUINA DE AIRBAG	83,00					100%						100%
22 FIXAR ETIQUETA DE AIRBAG NA PÇ 11/11A						100%						100%
23 FINALIZAR OPERAÇÃO ANTERIOR EM MÁQUINA NORMAL ATÉ AO FLAP	31,00			100%								100%
24 EFETUAR PESPONTO DE 1 AGULHA COM COSTURA ABERTA NA OPER. ANTERIOR	143,00								100%			100%
25 FECHAR TELAS A 5MM										100%		100%
26 FECHAR TELAS A 10MM	63,00									100%		100%
27 EFETUAR BAINHAS SOBRE AS PÇS 6/6A, 7/7A, 8/8A, 11/11A E 14	47,00		100%									100%
28 FIXAR FRIDOLA P06 SOBRE AS PÇS 12 E 13	41,00		100%									100%
29 FIXAR PERFIL P04 SOBRE A PÇ 18	11,00		100%									100%
30 FIXAR PERFIL P05 SOBRE A PÇ 8/8A 11/11A, E PÇ 14	35,00		100%									100%
31 FIXAR PERFIL P09 SOBRE A PÇ 14 APLICANDO ETIQUETA ET01 EM	16,00		100%									100%
32 FIXAR PERFIL P01 E P10 SOBRE AS PÇS 12 E 13	32,00		100%									100%
		97	212	62	117	83	87	221	143	63	224	177
		46%	100%	29%	55%	39%	41%	104%	67%	30%	106%	83%

Figura 77: Nova Ocupação dos PT – EF

Operações / Operadora	Rosa	Maria José	Lurdes	Madelena	Angela	Dores	Outra	Soma	Tempo - Segundos
1 UNIR PÇS 2/2A E 3/3A A PÇ 1/1A		100%						100%	32,00
2 FIXAR PERFIL P01 NO CONJ. ANTERIOR			100%					100%	35,000
3 FIXAR MANGAS MG01 (COM 50MM) NA PÇ 13/13A			100%					100%	29,00
4 UNIR CONJ. ANTERIOR À PÇ 12/12A					100%			100%	36,000
5 EFECTUAR COSTURA DECORATIVA 2 AGULHAS ABERTA NO CONJ. ANTERIOR							100%	100%	60,000
6 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 002		100%						100%	36,000
7 FIXAR PERFIL P04 NO CONJ. ANTERIOR			100%					100%	29,000
8 UNIR PÇ 6/6A A 4/4A E PÇ 7 A 5/5A					100%			100%	35,000
9 EFECTUAR COSTURA DECORATIVA 2 AGULHAS ABERTA NO CONJ. 6/6A E 4/4A							100%	100%	24,000
10 EFECTUAR COSTURA DECORATIVA 1 AGULHA TOMBADA NO CONJ. 5/5A E PÇ 7							100%	100%	32,000
11 UNIR CONJ. ANTERIOR E CONJ. DA OPER. 009 AO CONJ. DA OPER. 007	50%	50%						100%	115,000
12 UNIR PÇ 8 AO CONJ. ANTERIOR					100%			100%	30,000
13 FIXAR (VELCRO SPINNVILES 14) NA PÇ 10				100%				100%	24,000
14 FIXAR PERFIL P05 NO CONJ. ANTERIOR				100%				100%	21,000
15 EFECTUAR BAINHA NO CONJ. ANTERIOR				100%				100%	27,000
16 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJUNTO DA OPER. 012	100%							100%	39,000
17 FIXAR (VELCRO SPINNVILES 15) NA PÇ 11				100%				100%	22,000
18 FIXAR PERFIL P05 NO CONJ. ANTERIOR				100%				100%	28,000
19 EFECTUAR BAINHA NA PÇ 11				100%				100%	23,000
20 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 015	100%							100%	39,000
21 EFECTUAR BAINHAS NA PÇ 9					100%			100%	21,000
22 UNIR PÇ 9 AO CONJ. DA OPER. 018 APLICANDO ETIQUETA EM SIMULTÂNEO						100%		100%	44,000
23 FIXAR PERFIL P03 NO CONJ. ANTERIOR			100%					100%	45,000
24 FIXAR P07						100%		100%	25,000
25 FIXAR P06						100%		100%	
26 EFECTUAR CRAVADO NO CONJ. ANTERIOR						100%		100%	53,000
	135,5	125,5	138	145	122	122	116		
	105%	97%	107%	112%	94%	94%	90%		

Figura 78: Balaceamento Proposto - ET 3F

Balanceamento e redefinição de *layouts* de células de costura de uma empresa da indústria automóvel

Operações / Operadora	Tempo - Segundos	P25	P26	P27	P28	P29	P30	L43 P27	L43 P28	L43 P29	
1 UNIR PÇS 2/2A E 3/3A À PÇ 1/1A	32,00				100%						100%
2 FIXAR PERFIL P01 NO CONJ. ANTERIOR	35,000						100%				100%
3 FIXAR MANGAS MG01 (COM 50MM) NA PÇ 13/13A	29,00						100%				100%
4 UNIR CONJ. ANTERIOR À PÇ 12/12A	36,000								100%		100%
5 EFECTUAR COSTURA DECORATIVA 2 AGULHAS ABERTA NO CONJ. ANTERIOR	60,000			100%							100%
6 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 002	36,000				100%						100%
7 FIXAR PERFIL P04 NO CONJ. ANTERIOR	29,000						100%				100%
8 UNIR PÇ 6/6A À 4/4A E PÇ 7 À 5/5A	35,000								100%		100%
9 EFECTUAR COSTURA DECORATIVA 2 AGULHAS ABERTA NO CONJ. 6/6A E 4/4A	24,000			100%							100%
10 EFECTUAR COSTURA DECORATIVA 1 AGULHA TOMBADA NO CONJ. 5/5A E PÇ 7	32,000	100%									100%
11 UNIR CONJ. ANTERIOR E CONJ. DA OPER. 009AO CONJ. DA OPER. 007	115,000		50%		50%						100%
12 UNIR PÇ 8 AO CONJ. ANTERIOR	30,000								100%		100%
13 FIXAR (VELCRO SPINNVILES 14) NA PÇ 10	24,000					100%					100%
14 FIXAR PERFIL P05 NO CONJ. ANTERIOR	21,000					100%					100%
15 EFECTUAR BAINHA NO CONJ. ANTERIOR	27,000					100%					100%
16 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJUNTO DA OPER. 012	39,000		100%								100%
17 FIXAR (VELCRO SPINNVILES 15) NA PÇ 11	22,000					100%					100%
18 FIXAR PERFIL P05 NO CONJ. ANTERIOR	28,000					100%					100%
19 EFECTUAR BAINHA NA PÇ 11	23,000					100%					100%
20 UNIR CONJ. ANTERIOR AO CONJ. DA OPER. 015	39,000		100%								100%
21 EFECTUAR BAINHAS NA PÇ 9	21,000								100%		100%
22 UNIR PÇ 9 AO CONJ. DA OPER. 018 APLICANDO ETIQUETA EM SIMULTÂNEO	44,000									100%	100%
23 FIXAR PERFIL P03 NO CONJ. ANTERIOR	45,000						100%				100%
24 FIXAR P07	25,000							100%			100%
25 FIXAR P06								100%			100%
26 EFECTUAR CRAVADO NO CONJ. ANTERIOR	53,000							100%			100%
		32	135,5	84	125,5	145	138	78	122	44	
		25%	105%	65%	97%	112%	107%	60%	94%	34%	

Figura 79: Nova Ocupação dos PT- ET 3F

ANEXO IV – LAYOUTS PROPOSTOS E DIAGRAMAS DE MONTAGEM APÓS BALANCEAMENTO

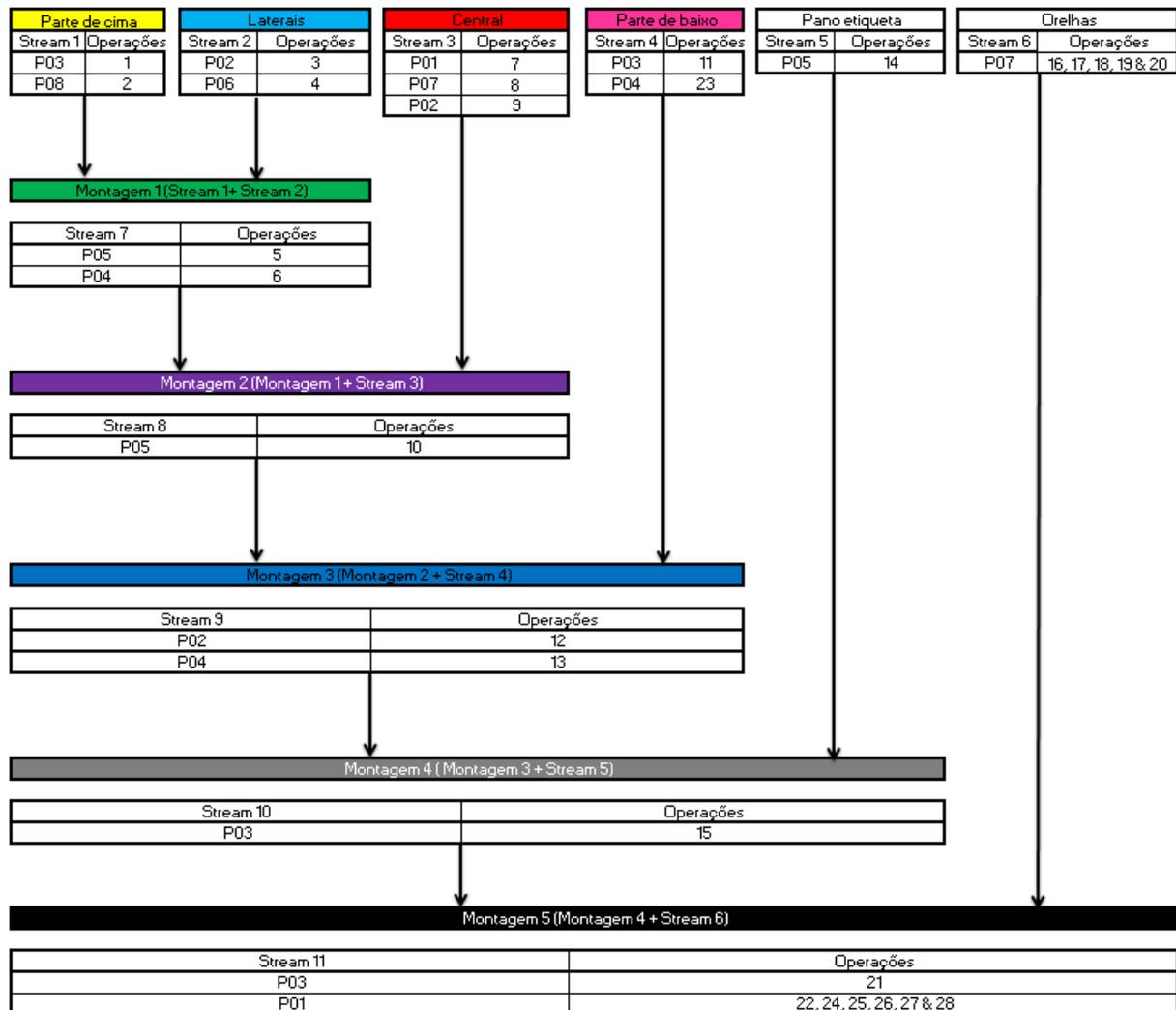


Figura 80: Diagrama de Montagem após Balanceamento - ETC

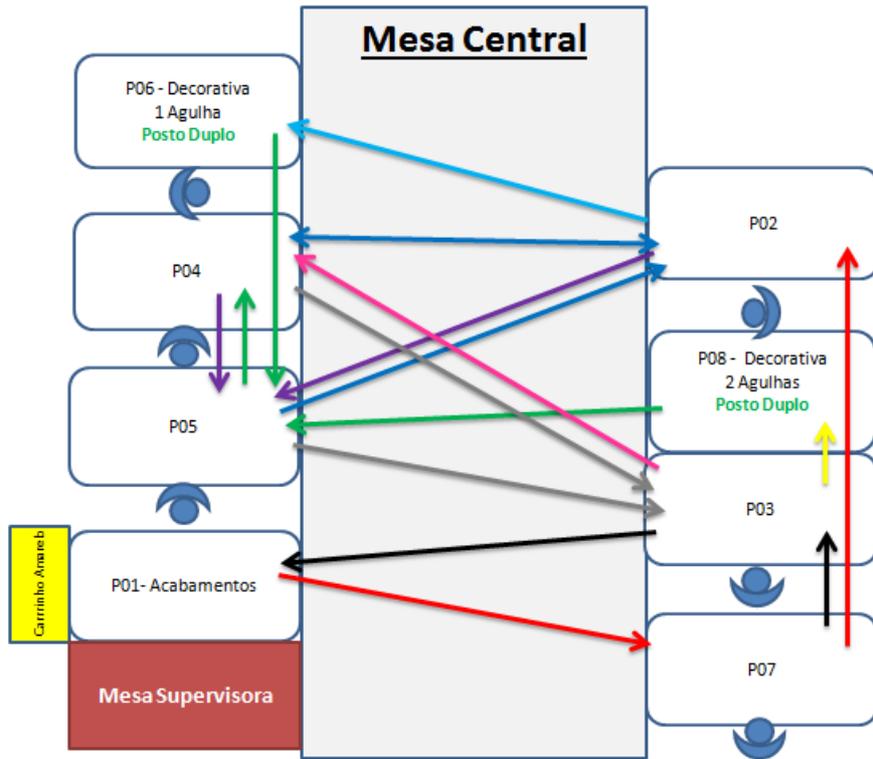


Figura 81: *Layout* proposto e diagrama de *Spaghetti* do ETC

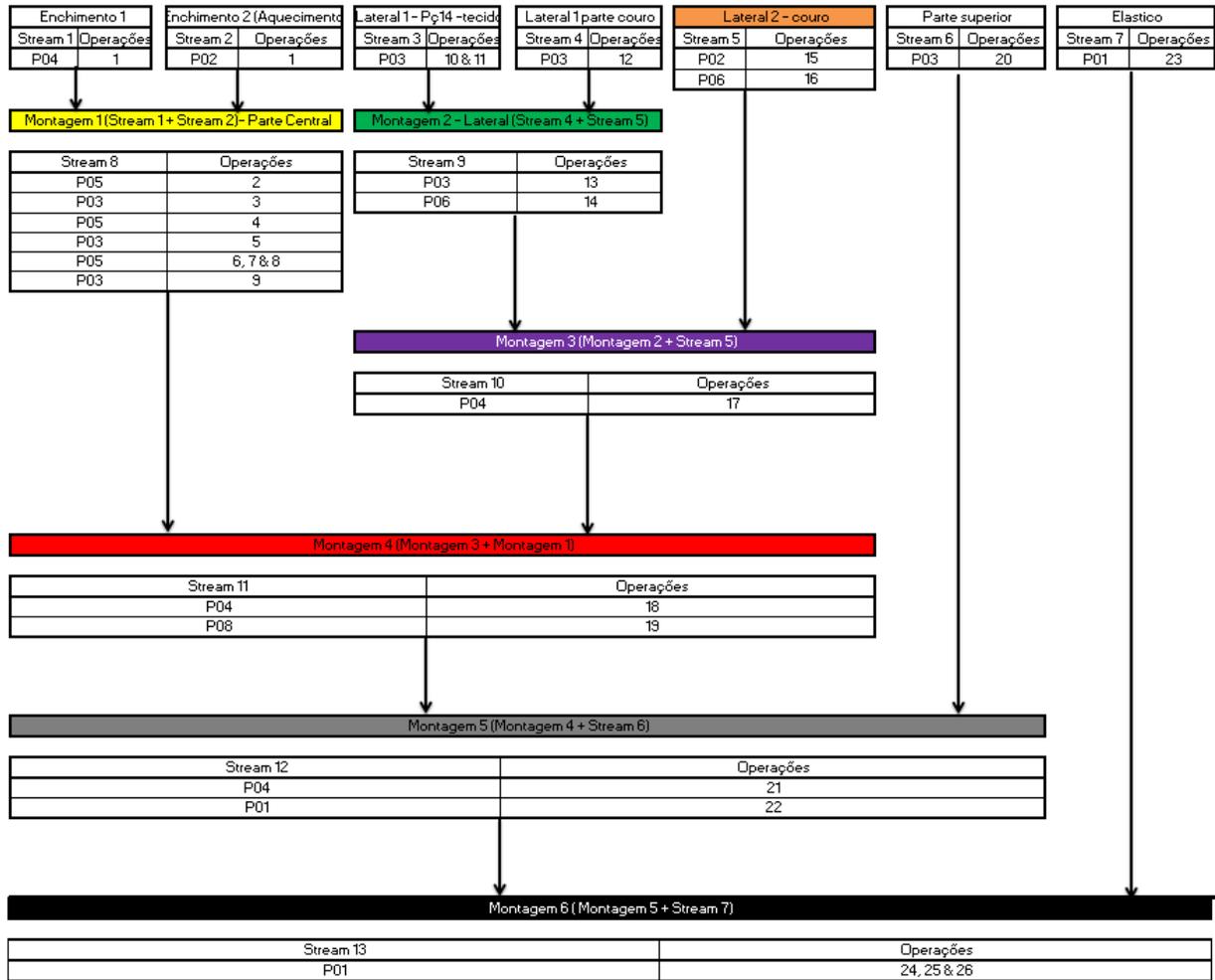


Figura 82: Diagrama de Montagem após Balanceamento – AF

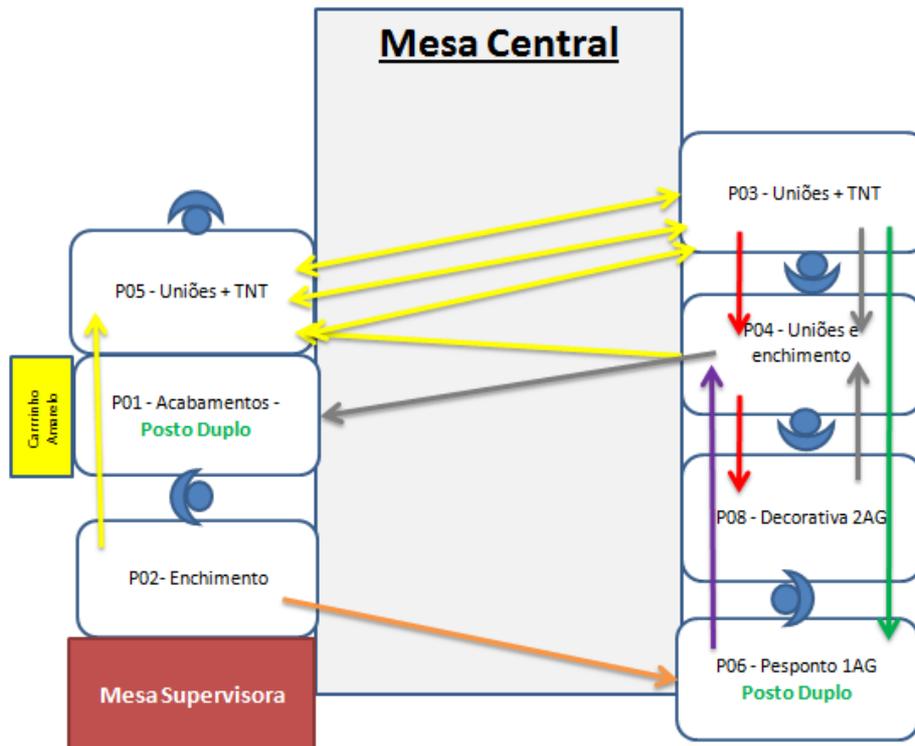


Figura 83: *Layout* Proposto e diagrama de *Spaghetti* do AF

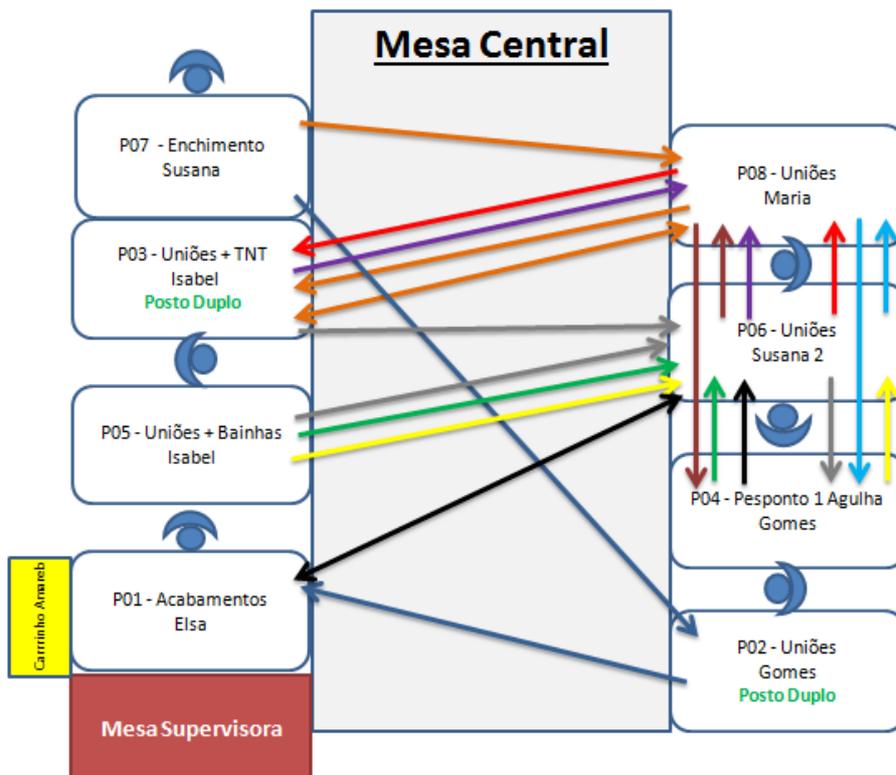


Figura 84: *Layout* Proposto e o diagrama de *Spaghetti* do ATC

É de frisar que no caso do ATC, o balanceamento manteve-se pelo que não existe um novo diagrama de montagem mas apenas uma nova proposta de *layout*.

Balanciamento e redefinição de *layouts* de células de costura de uma empresa da indústria automóvel

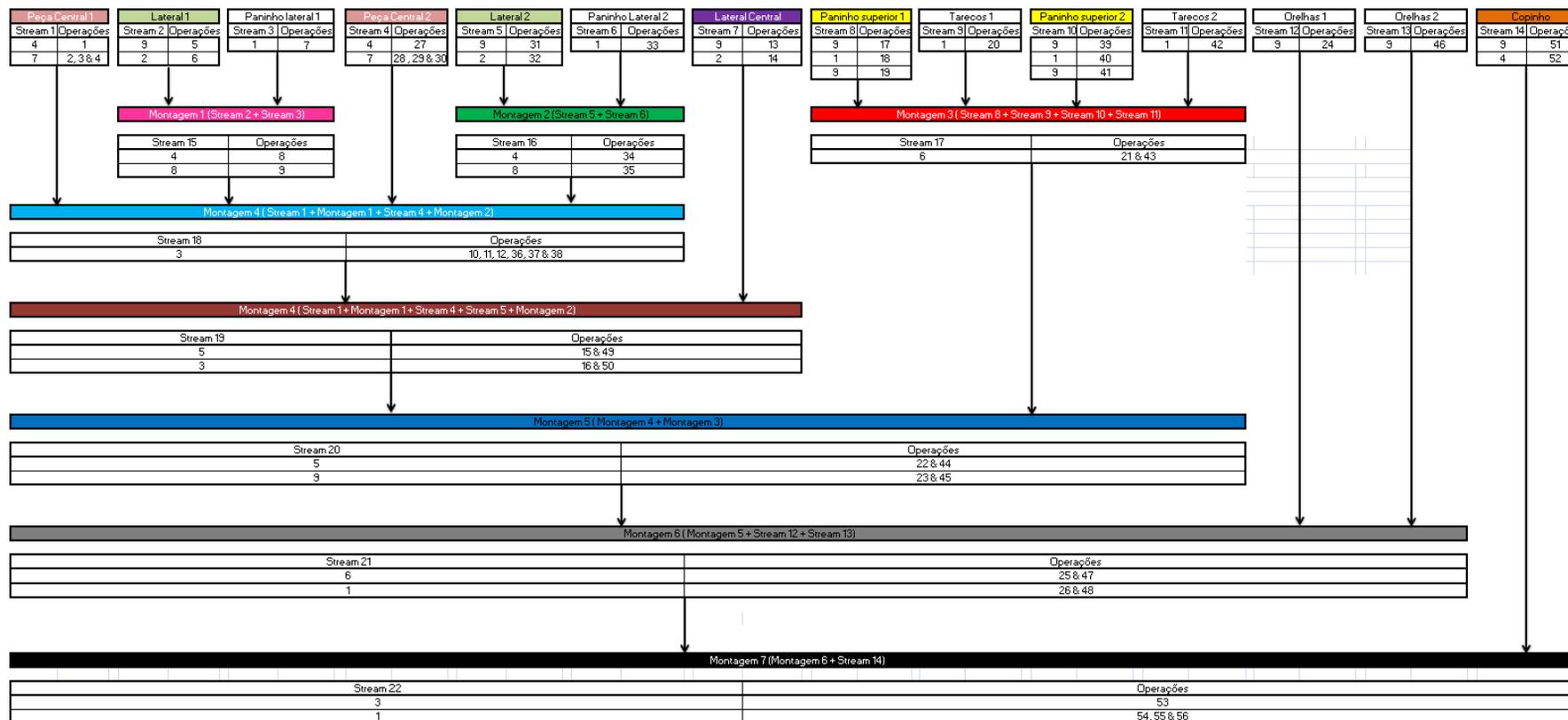


Figura 85: Diagrama de Montagem após Balanciamento - ATK

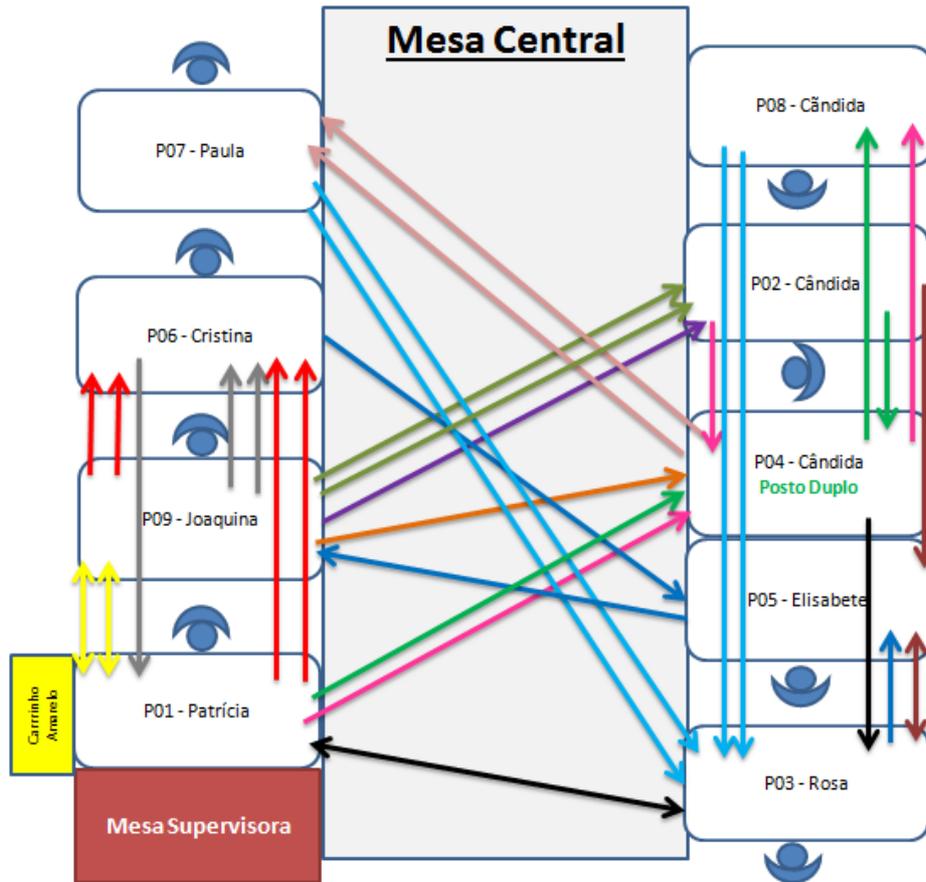


Figura 86: *Layout* proposto e diagrama de *Spaghetti* do ATK

Balaceamento e redefinição de *layouts* de células de costura de uma empresa da indústria automóvel

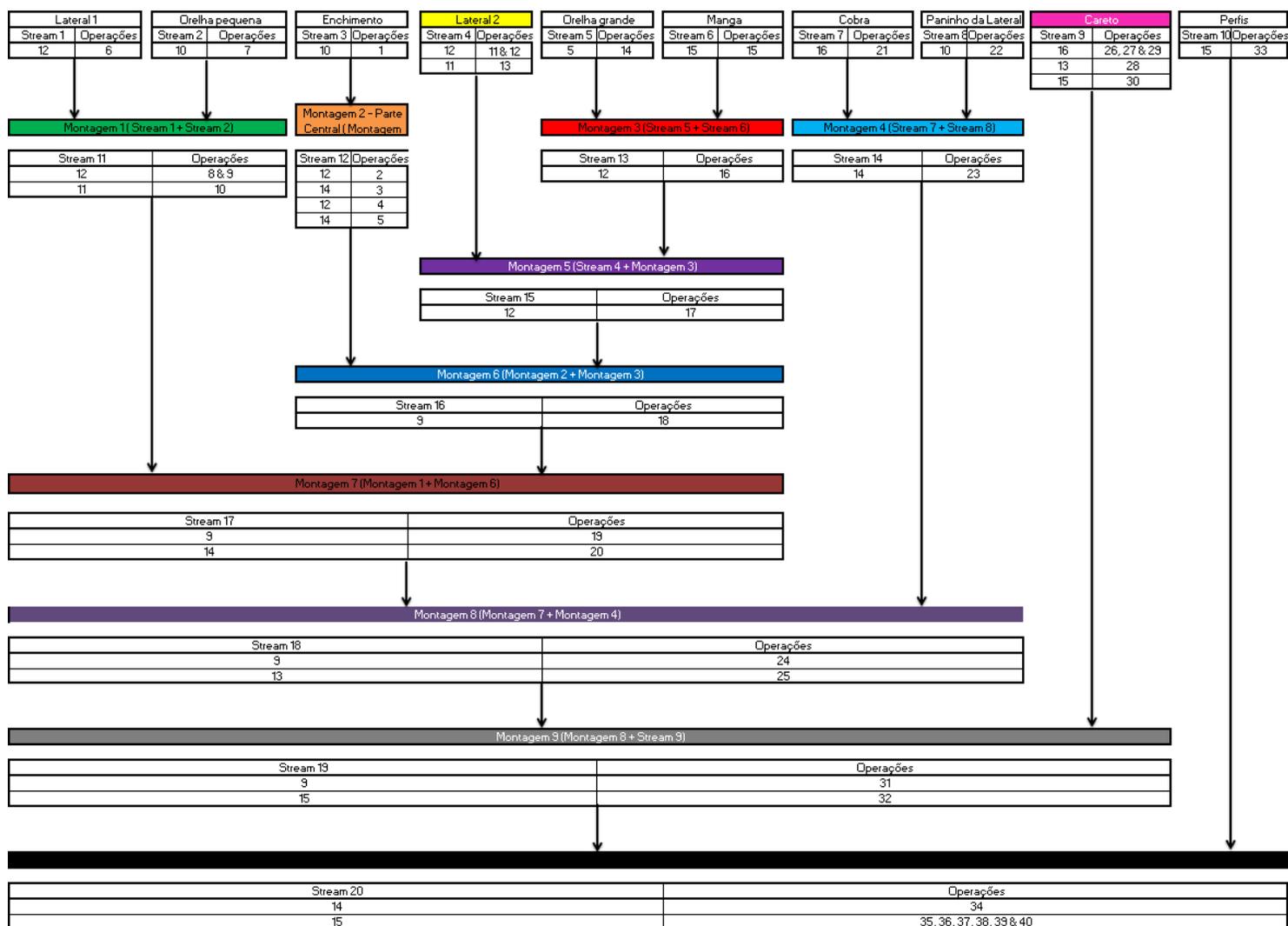


Figura 87: Diagrama de Montagem após Balaceamento - ATL

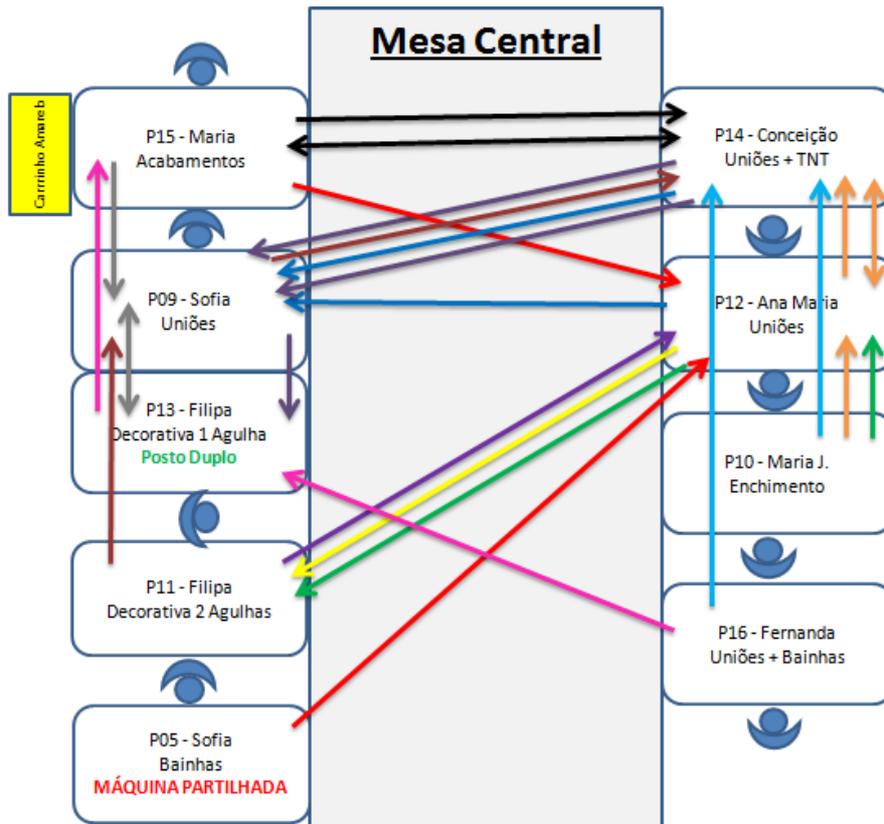


Figura 88: *Layout* proposto e diagrama de *Spaghetti* do ATL

Balanciamento e redefinição de *layouts* de células de costura de uma empresa da indústria automóvel

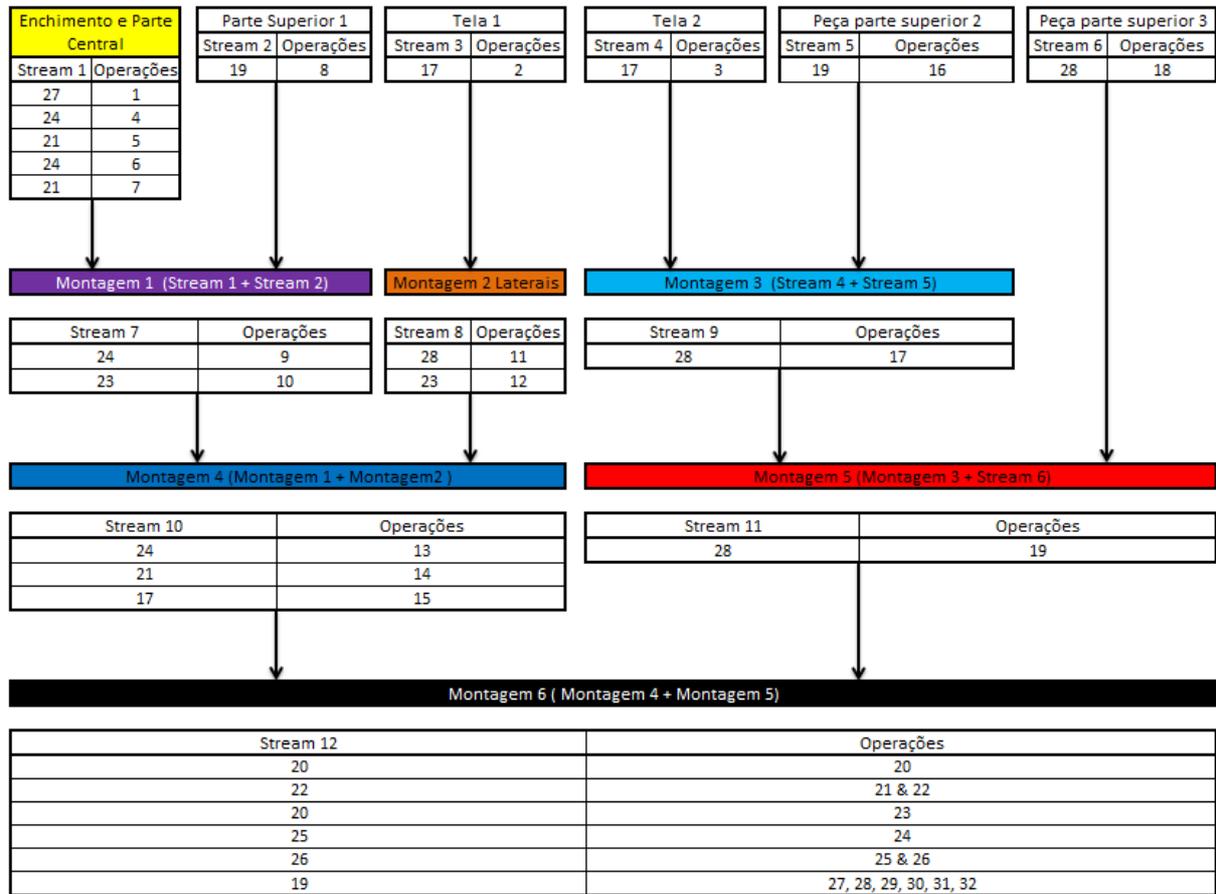


Figura 89: Diagrama de Montagem após balanceamento – EF

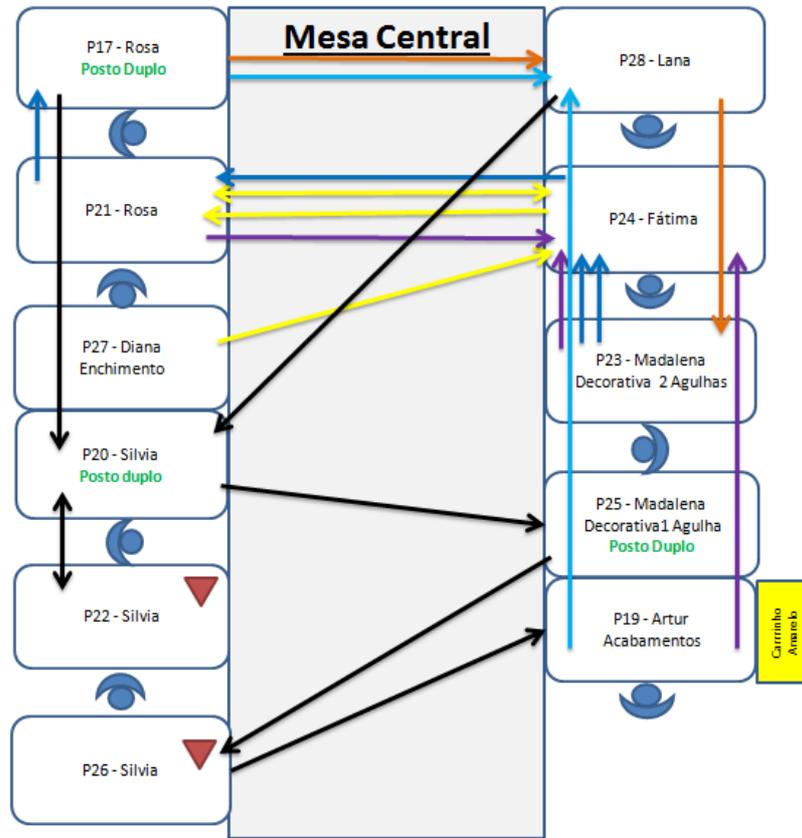


Figura 90: *Layout* proposto e diagrama de *Spaghetti* do EF

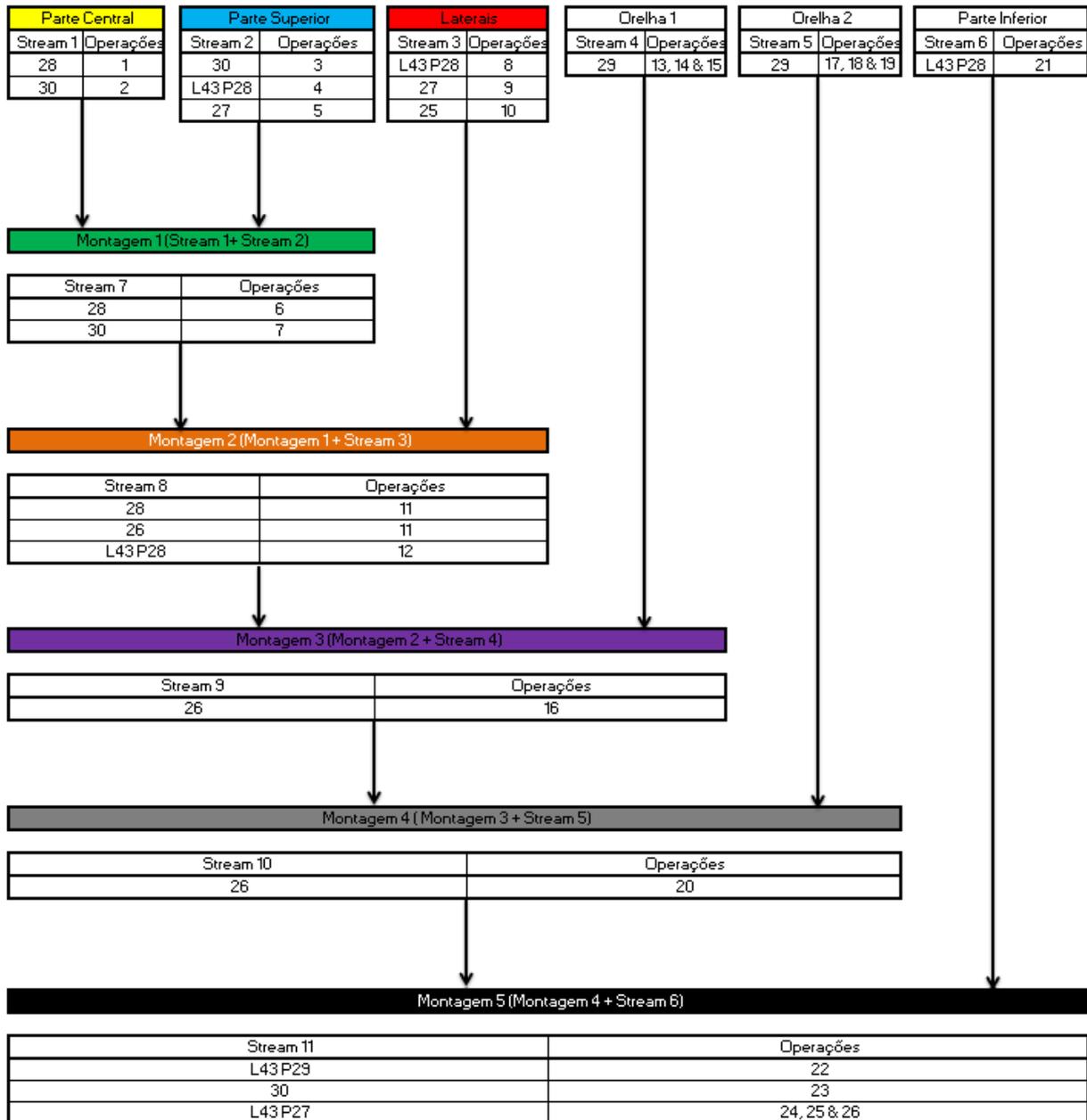


Figura 91: Diagrama de Montagem após Balanciamento - ET 3F

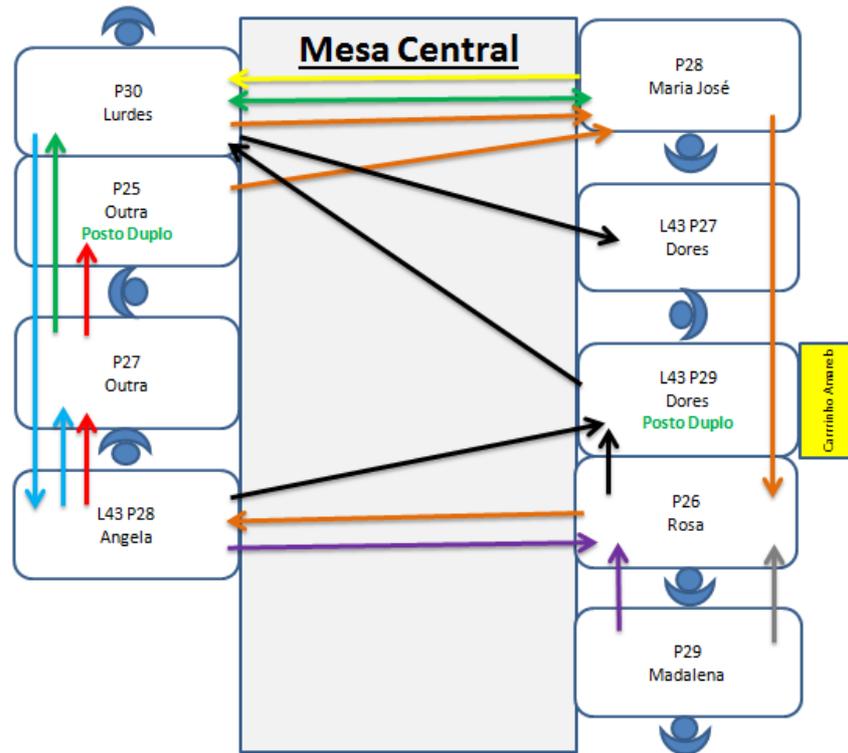


Figura 92: *Layout* Proposto e diagrama de *Spaghetti* do ET 3F