



Maria Francisca Fernandes Cunha

Aplicação de ferramentas *Lean Manufacturing* para a melhoria do desempenho global de uma empresa de produção de componentes para a indústria automóvel

Universidade do Minho
Escola de Engenharia





Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Maria Francisca Fernandes Cunha

**Aplicação de ferramentas *Lean Manufacturing*
para a melhoria do desempenho global de uma
empresa de produção de componentes para a
indústria automóvel**

Dissertação de Mestrado
Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação do(a)
Professor Doutor José Dinis Araújo Carvalho

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

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

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

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

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição-NãoComercial-SemDerivações
CC BY-NC-ND

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

AGRADECIMENTOS

O meu agradecimento a todos os que contribuíram para a criação e desenvolvimento deste projeto.

Ao meu orientador, Professor Doutor José Dinis Araújo Carvalho, por toda a disponibilidade e orientação prestadas.

À Coindu S.A. pela oportunidade de realização deste projeto em contexto real. Ao engenheiro Rui Vales, orientador da empresa, pelo seu dinamismo e partilha de ideias. Aos meus colegas da equipa CPS, em especial ao engenheiro João Carvalhal por todo o conhecimento transmitido e auxílio prestado.

À Tun'Obebes – tuna feminina de engenharia da Universidade do Minho – por ser a minha segunda casa, me ajudar a crescer enquanto pessoa e me dar amigas para a vida.

A todos os meus amigos que, de alguma forma, contribuíram para o meu sucesso académico.

Ao Bruno, por todo o apoio, amor e paciência incondicionais.

Por fim, um agradecimento muito especial aos meus pais, irmã e avó por acreditarem sempre em mim e por todo o suporte e carinho demonstrado, sem vocês não teria sido possível.

Um muito obrigado a todos!

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

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

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

RESUMO

Aplicação de ferramentas *Lean Manufacturing* para a melhoria do desempenho global de uma empresa de produção de componentes para a indústria automóvel

O presente projeto de dissertação é resultado de um projeto em ambiente empresarial desenvolvido na unidade produtiva de Joane da Coindu S.A., no âmbito do 2º ano do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial da Universidade do Minho. Este trabalho tem como objetivo principal a melhoria do desempenho global da empresa, através da aplicação de ferramentas *Lean Manufacturing*.

A metodologia de investigação que serviu de base para esta dissertação foi a metodologia *Action Research*, uma vez que é uma estratégia caracterizada pela componente participativa do investigador.

Assim, o projeto partiu de uma descrição e análise crítica da situação atual, na qual foram identificados os principais problemas ao longo dos vários setores da empresa. No setor de costura, verificou-se baixos indicadores de desempenho e balanceamentos de linha desajustados. No setor dos bordados *premium*, constatou-se um elevado número de peças não conformes, equivalente a 1515 defeitos por milhão. No setor de costura semiautomática, observou-se desorganização do posto e falta de *standards* de trabalho. Por fim, no corte de tecidos e outros materiais, verificou-se falta de *standards* de trabalho e excesso de movimentações.

Consequentemente, foram elaboradas algumas propostas de melhoria para combater os problemas identificados. Estas baseiam-se essencialmente na criação de novos balanceamentos e *layouts* das linhas das equipas de costura 41C e 55D, que permitiram aumentar, entre outros indicadores, a eficiência da linha em 20% e em 8% das equipas 41C e 55D, respetivamente. Para a seção de bordados *premium*, desenvolveu-se um dispositivo *Poka-Yoke*, que proporcionou a redução do número de defeitos por milhão para 114 PPM, representando uma diminuição de 92%. Para além disso, foi proposta a organização dos postos de costura semiautomática e definição de rotas logísticas com auxílio a um PDA, por forma a reduzir o número de operadores das máquinas e o tempo gasto nas rotas logísticas em 38%, respetivamente. Por último, elaborou-se um simulador para o cálculo do tempo previsto que um determinado plano demora a ser estendido com base em tempos *standard* atualizados. Este permitiu retificar o rácio do número de operadores por máquina e com ele, reduzir o número de estendedores assim como o número de operadores logísticos em cerca de 20%, no total.

Palavras-chave: Balanceamento de linhas de costura, Circuitos logísticos, *Poka-Yoke*, Simulador estendimento, Trabalho *standard*

ABSTRACT

Application of Lean Manufacturing tools to improve the overall performance of a company producing components for the automotive industry

This dissertation project is the result of a project developed inside a productive unit on a company from Joane called "Coindu S.A.", within the 2nd year of Master's in Industrial Engineering and Management in University of Minho. This work has as its principal objective the improvement of the global development of the company through the implementation of Lean tools.

The research methodology that was used as a base for this dissertation project was Action Research Methodology, since it is a strategy categorized by the participatory component of the researcher.

Thus, this project started by doing the description and critical analysis of actual situation, in which were identified the major problems throughout the various sectors of the company. In sewing sector, we verified the existence of low performance indicators and improper line balancing. In the premium embroidery sector, a high number of uneven parts, equivalent to 1515 defects per million. In the semiautomatic sewing sector, a lack of work standards and station disorganization were observed. Lastly, in the final analyzed sector, regarding the cut of fabrics and other materials, once again, a lack of work standards was verified as well as an excess of movements.

Consequently, some improvement proposals were elaborated to fight the identified problems. These are based essentially in the creation of new line balancing and layouts of the line sewing teams 41C and 55D, that allowed an increase, among other indicators, the efficiency of the line in 20% and in 8% of teams 41C and 55D, respectively. For the premium embroidery section, a Poka-Yoke device was developed, which made possible the reduction of the number of defects per million to 114 PPM, representing a 92% reduction. Furthermore, it was proposed to organize the semi-automatic sewing stations and define logistics routes with the aid of a PDA, to reduce the number of machine operators and the time spent on logistics routes by 38% respectively. Finally, a simulator was developed to calculate the time it takes to extend a given plan based on updated standard times. This made it possible to rectify the ratio of the number of operators per machine and with it, reduce the number of extenders as well as the number of logistics operators by around 20% in total.

Keywords: Logistics circuits, Poka-Yoke, Sewing line balancing, Spreading simulator, Standard work

ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vi
Lista de Abreviaturas e Siglas	xi
Índice de Figuras.....	xii
Índice de Tabelas	xv
1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Objetivos	2
1.3 Metodologia de investigação.....	2
1.4 Estrutura da dissertação	3
2. Fundamentação teórica.....	5
2.1 <i>Lean Production</i>	5
2.1.1 Casa TPS.....	5
2.1.2 <i>Muda, Mura e Muri</i>	6
2.1.3 Princípios <i>Lean Thinking</i>	7
2.1.4 Desperdícios	8
2.2 Ferramentas <i>Lean</i>	9
2.2.1 <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE).....	9
2.2.2 <i>Poka-Yoke</i>	10
2.2.3 <i>Standard Work</i>	11
2.2.4 Diagrama de Esparguete	11
2.2.5 Fluxograma	12
3. Descrição do contexto industrial	14

3.1	Apresentação da empresa.....	14
3.2	História e evolução	16
3.3	Produtos.....	18
3.4	Sistema produtivo.....	20
3.4.1	Armazém de matéria-prima	20
3.4.2	Corte de tecidos	21
3.4.3	Corte de couro	22
3.4.4	Operações auxiliares	23
3.4.5	Sequenciamento	25
3.4.6	Costura	25
3.4.7	Embalagem.....	27
3.4.8	Expedição	27
4.	Análise e diagnóstico do processo produtivo	28
4.1	Costura	28
4.1.1	Escolha da equipa	28
4.1.2	Descrição das equipas.....	29
4.1.3	Cronometragem das operações	30
4.1.4	Balanceamento dos tempos observados	31
4.2	Bordados <i>premium</i>	36
4.3	Costura semiautomática	39
4.3.1	Descrição do posto de trabalho.....	39
4.3.2	Análise Multi Momento	41
4.3.3	Circuito logístico	43
4.4	Corte de tecidos	45
4.4.1	Descrição das tarefas do estendedor	46

4.4.2	Análise Multi Momento	47
4.4.3	Cronometragem das operações	49
4.4.4	Circuito logístico	51
5.	Apresentação e implementação de propostas de melhoria	56
5.1	Costura	56
5.1.1	Balanceamentos reajustados	56
5.1.2	Alteração do <i>layout</i> das equipas de costura.....	60
5.2	<i>Poka-Yoke</i> nos bordados <i>premium</i>	60
5.3	Costura semiautomática	62
5.3.1	Organização do posto	62
5.3.2	Circuito logístico	64
5.3.3	Aplicação de <i>standards</i> de trabalho	66
5.3.4	Redução do número de operadores dos postos KSL.....	66
5.4	Corte de tecidos	68
5.4.1	Simulador do processo de estender camadas	68
5.4.2	Redução do número de operadores	70
5.4.3	Aplicação de standards de trabalho e auditorias.....	72
6.	Discussão e análise dos resultados	73
6.1	Balanceamentos das equipas de costura.....	73
6.2	Diminuição do número de defeitos dos bordados <i>premium</i>	75
6.3	Costura semiautomática	77
6.3.1	Comparação dos circuitos logísticos	77
6.3.2	Estudo do investimento do PDA	78
6.3.3	Poupança anual com a redução do número de operadores	78
6.4	Poupança anual com redução do número de operadores na secção de corte de tecidos e outros materiais	78

7. Conclusão	80
7.1 Considerações finais	80
7.2 Trabalho futuro	81
Referências bibliográficas	83
Anexo I – Fluxograma do sistema produtivo da empresa	85
Anexo II – Cronometragem das operações de costura das equipas 41C e 55D	86
Anexo III – Gama operatória da peça EF Ford Kuga ST-Cloth	92
Anexo IV – Gama operatória da peça EF Ford Kuga Vignale	94
Anexo V – Informação adicional sobre as peças NOK dos bordados <i>premium</i>	96
Anexo VI – Milk Run Loop do abastecimento SA	97
Anexo VII – Fluxograma do processo de estender camadas de tecidos e outros materiais	101
Anexo VIII – Cronometragem das operações do estendedor	102
Anexo IX – Milk Run Loop do abastecimento de rolos de material atrás das Lectras	104
Anexo X – Análise estatística à quantidade de rolos abastecidos	106
Anexo XI – Procura do modelo Ford Kuga	109
Anexo XII – Cálculo do número de carrinhos consumidos por turno no posto KSL	111
Anexo XIII – Milk Run Loop do Abastecimento SA com PDA acoplado à rota da Prensa	112
Anexo XIV – <i>Standard</i> de trabalho do operador responsável pelo circuito logístico KSL <-> Prensa ...	121
Anexo XV – <i>Standard</i> de trabalho do operador responsável pelo abastecimento do SA na KSL	122
Anexo XVI – Algoritmo elaborado para a conceção do simulador do estendimento	123
Anexo XVII – Simulador do Estendimento	125
Anexo XVIII – Análise aos planos estendidos no mês de abril de 2023	126
Anexo XIX – <i>Standard</i> de trabalho do estendedor	129
Anexo XX – Auditoria ao processo de estendimento	130

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AF	Assento frontal
AMM	Análise Multi Momento
AT	Assento traseiro
BBB	Batch Building Box
CMD	Consumo médio diário
ECL	Encosto de cabeça lateral
EDI	Eletronic data interchange
EF	Encosto frontal
ET	Encosto traseiro
FIFO	First in, first out
GAP	Autonomous Group of Production
IB	Imagem de base
MP	Matéria-prima
MTO	Make to order
NOK	Not OK
OEE	Overall Equipment Effectiveness
OEM	Original Equipment Manufacturer
OF	Ordem de fabrico
PA	Produto acabado
PDA	Personal Digital Assistant
PDCA	Plan, Do, Check, Act
PPM	Partes por milhão
PT	Posto de trabalho
SA	Semiacabado
SM	Small materials
ST	Semitransformado
TO	Tempo observado
VW	Volkswagen
WIP	Work in Process

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ciclo das cinco etapas da metodologia <i>Action Research</i> (adaptado de (O'Brien, 1998)).....	3
Figura 2: Casa TPS (adaptado de (Liker, 2004)).....	6
Figura 3: Representação metafórica de <i>mura, muri e muda</i>	7
Figura 4: Exemplo ilustrativo de um diagrama de esparguete	12
Figura 5: <i>Layout</i> da unidade de Joane I:.....	15
Figura 6: <i>Layout</i> da unidade de Joane II.....	15
Figura 7: Principais clientes da Coindu S.A.	17
Figura 8: Gráfico representativo das vendas, em milhões de euros, e do número de operadores da Coindu, ao longo dos anos (fonte: https://coindu.com/company/the-group/).....	18
Figura 9: Constituição da parte dianteira do modelo <i>Ford Kuga</i>	19
Figura 10: Constituição da parte traseira do modelo <i>Ford Kuga</i>	19
Figura 11: Inspeção detalhada e manual das peles de couro.....	21
Figura 12: Máquina automática de corte de tecido – <i>Lectra</i>	21
Figura 13: Máquinas automáticas de corte de couro – <i>Versallis</i> – e respetiva cabeça cortante	22
Figura 14: Máquina de costura semiautomática: KSL.....	24
Figura 15: Máquina de costura semiautomática: Portal	24
Figura 16: MiR 250 <i>Shelf Carrier</i> na Coindu.....	25
Figura 17: Esquema de montagem da peça EF do modelo <i>Ford Kuga</i> e variante <i>ST-Cloth</i>	26
Figura 18: Linhas de produção de costura em pé.....	27
Figura 19: Progresso do OEE das equipas de costura da unidade de Joane desde novembro de 2022 até fevereiro de 2023.....	29
Figura 20: <i>Layout</i> da equipa 41C.....	30
Figura 21: <i>Layout</i> da equipa 55D.....	30
Figura 22: Gráfico do balanceamento dos tempos observados no 1º turno da equipa 41C.....	32
Figura 23: Gráfico do balanceamento dos tempos observados no 2º turno da equipa 41C.....	34
Figura 24: Gráfico do balanceamento dos tempos observados na equipa 55D	35
Figura 25: Bordado do logótipo da <i>Aston Martin</i>	37
Figura 26: Gráfico relativo ao número de peças NOK por mês nos bordados <i>premium</i>	37
Figura 27: Fluxograma referente aos bordados <i>premium</i>	39

Figura 28: <i>Layout</i> dos postos de trabalho que abrangem as máquinas KSL	40
Figura 29: Fluxograma das peças costuradas na KSL	40
Figura 30: Posto de trabalho KSL desorganizado.....	41
Figura 31: Gráficos referentes à Análise Multi Momento aos postos KSL:	43
Figura 32: Rota efetuada pelo operador logístico no abastecimento SA aos postos de trabalho KSL ...	44
Figura 33: <i>Layout</i> da secção de corte de tecidos e outros materiais.....	46
Figura 34: Gráfico circular referente à AMM efetuada aos estendedores	48
Figura 35: Rota efetuada pelo operador logístico para o abastecimento de rolos atrás das <i>Lectras</i>	52
Figura 36: Diagrama de esparguete referente às movimentações do operador logístico do 1º turno ...	55
Figura 37: Gráfico do balanceamento reajustado da equipa de costura 41C	58
Figura 38: Gráfico do balanceamento reajustado da equipa de costura 55D	59
Figura 39: Novo <i>layout</i> da equipa de costura 41C	60
Figura 40: Novo <i>layout</i> da equipa de costura 55D	60
Figura 41: Alteração efetuada na <i>dashboard</i> do sistema para confirmação do cone de linha.....	61
Figura 42: Alteração efetuada na <i>dashboard</i> do sistema para confirmação dos bordados	62
Figura 43: Proposta de melhoria no posto de trabalho KSL	63
Figura 44: Estante dinâmica proposta para a zona do <i>output</i> do posto de trabalho KSL	64
Figura 45: Rota logística entre os postos KSL e prensa.....	64
Figura 46: Rota proposta a ser efetuada pelo operador logístico no abastecimento SA aos postos de trabalho KSL, com auxílio de um PDA.....	65
Figura 47: <i>Layout</i> da proposta de redução do número de operadores alocados às KSL, com nova organização do posto.....	67
Figura 48: Diagrama representativo do simulador elaborado para o estendimento de camadas de tecido	69
Figura 49: Gráfico relativo à evolução do OEE das equipas 41C e 55D, desde novembro de 2022 até julho de 2023.....	75
Figura 50: Gráfico relativo ao número de peças NOK por mês nos bordados premium após implementação do sistema Poka-Yoke	76
Figura 51: Fluxograma do sistema produtivo da unidade produtiva de Joane	85
Figura 52: Fluxograma do processo de estender camadas de tecidos e outros materiais.....	101
Figura 53: <i>Box plot</i> referente à variável quantitativa discreta: número de rolos abastecidos por dia ..	106

Figura 54: Gráfico circular referente à percentagem de rolos abastecidos por turno desde janeiro de 2023 até junho de 2023.....	107
Figura 55: Gráfico representativo do número de rolos abastecidos por hora desde janeiro de 2023 até junho de 2023	107
Figura 56: <i>Printscreen</i> do simulador do estendimento elaborado em <i>Microsoft Excel</i>	125

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Objetivos do projeto de acordo com a secção da empresa analisada	2
Tabela 2: Principais símbolos utilizados num fluxograma e respetivo significado	12
Tabela 3: Comparação entre tempo/peça dado pelo simulador e o tempo/peça observado	31
Tabela 4: Identificação das operações que cada operador da equipa 41C 1T realiza.....	32
Tabela 5: Identificação das operações que cada operador da equipa 41C 2T realiza.....	34
Tabela 6: Identificação das operações que cada operador da equipa 55D realiza.....	35
Tabela 7: Comparação dos indicadores de desempenho das linhas de costura das equipas 41C e 55D	36
Tabela 8: Descrição das categorias das atividades medidas na AMM aos postos KSL	41
Tabela 9: Análise Multi Momento aos postos KSL.....	42
Tabela 10: Distância percorrida e tempo despendido no abastecimento de SA atual por <i>Loop</i>	45
Tabela 11: Descrição das categorias das atividades medidas na AMM aos estendedores	47
Tabela 12: Análise Multi Momento aos estendedores	48
Tabela 13: Problemas encontrados no processo de estender camadas de tecido.....	49
Tabela 14: Resumo da cronometragem elaborada às operações realizadas pelos estendedores.....	50
Tabela 15: Velocidade de estendimento de acordo com a categoria do material.....	51
Tabela 16: Cronometragem efetuada às operações realizadas pelo operador logístico no abastecimento de rolos à <i>Lectra 2</i>	53
Tabela 17: Distância percorrida e tempo despendido no abastecimento de rolos atrás das <i>Lectras</i> atual por <i>Loop</i>	54
Tabela 18: Procura diária e tempo <i>standard</i> da peça EF do modelo <i>Ford Kuga</i> , por variante e por equipa	57
Tabela 19: Identificação das operações que cada operador da equipa 41C realiza após reajuste dos balanceamentos	58
Tabela 20: Identificação das operações que cada operador da equipa 55D realiza após reajuste dos balanceamentos	59
Tabela 21: Indicadores de desempenho das equipas 41C e 55D com proposta de melhoria.....	60
Tabela 22: Distância percorrida e tempo despendido no abastecimento de SA com PDA acoplado à rota da prensa, por <i>Loop</i>	66

Tabela 23: Percentagem de tempo retirada a cada operador e respetivo tempo a laborar	67
Tabela 24: Tempo que cada um dos 4 operadores passa a laborar	67
Tabela 25: Comparação entre o número de estendedores atuais e os propostos	70
Tabela 26: Cálculo do número de operadores necessários ao abastecimento de rolos atrás das <i>Lectras</i>	71
Tabela 27: Comparação dos indicadores de desempenho das linhas 41C e 55D antes e depois da melhoria implementada	73
Tabela 28: Comparação do número de operadores e de máquinas de costura das linhas 41C e 55D antes e depois da melhoria implementada	74
Tabela 29: Número de peças NOK antes e depois da implementação do sistema <i>Poka-Yoke</i>	76
Tabela 30: Número de defeitos por milhão antes e depois da implementação do sistema <i>Poka-Yoke</i>	76
Tabela 31: Comparação dos parâmetros calculados relativos aos circuitos logísticos	77
Tabela 32: Comparação do número de operadores nas <i>Lectras</i> antes e depois da proposta de melhoria	79
Tabela 33: Cronometragem das operações da equipa de costura 41C do 1º turno	86
Tabela 34: Cronometragem das operações da equipa de costura 41C do 2º turno	87
Tabela 35: Cronometragem das operações da equipa 55D do 1º turno	89
Tabela 36: Cronometragem das operações da equipa 55D do 2º turno	90
Tabela 37: Gama operatória da peça EF <i>Ford Kuga ST-Cloth</i>	92
Tabela 38: Gama operatória da peça EF <i>Ford Kuga Vignale</i>	94
Tabela 39: <i>Milk Run Loop</i> do abastecimento SA.....	97
Tabela 40: Cronometragem das operações realizadas pelo estendedor	102
Tabela 41: <i>Milk Run Loop</i> do abastecimento de rolos atrás das <i>Lectras</i>	104
Tabela 42: Dados do EDI da procura do modelo <i>Ford Kuga</i> das semanas 10 a 19 de 2023	109
Tabela 43: Parâmetros medidos às equipas alocadas às máquinas KSL.....	111
Tabela 44: <i>Milk Run Loop</i> do abastecimento SA com PDA acoplado à rota da prensa	112
Tabela 45: Algoritmo elaborado para a conceção do simulador do processo de estender camadas ..	123
Tabela 46: Planos estendidos por dia e por turno em abril de 2023 nas 7 máquinas <i>Lectra</i> em Joane II, e respetivo tempo total de estendimento e nº de operadores necessários ao seu estendimento.....	126

1. INTRODUÇÃO

O presente capítulo tem como finalidade realizar um breve enquadramento ao tema do projeto, com referência aos objetivos do mesmo e à metodologia aplicada. Por fim, é descrita a estrutura do documento de dissertação.

1.1 Enquadramento

A indústria automóvel é um setor que tem sofrido constantes mudanças devido à crescente competição no mercado global. A procura por melhores níveis de qualidade, eficiência e redução de custos tem levado as empresas a procurarem novas formas de gestão e melhoria contínua. A designação de *Lean Production* surgiu em 1990 no famoso livro “*The Machine That Changed The World*” para identificar um sistema de produção inovador que usa menos de tudo quando comparado com a produção em massa: menos recursos humanos, menos espaço e menos inventário, sendo capaz de produzir menos defeitos e uma maior variedade de produtos (Womack et al., 1990). Este baseia-se na eliminação de desperdícios e na maximização da eficiência.

De acordo com Ohno (1988), são exemplos de desperdícios a sobreprodução, o sobreprocessamento, as esperas, os transportes, as movimentações, os defeitos e o inventário. Alguns autores até fazem uma analogia curiosa, apelidando-os de “os sete desperdícios mortais”.

A filosofia *Lean* rege-se ainda pela procura da excelência da organização (Shingo & Dillon, 1989). Sendo os cinco princípios que a norteiam: criar valor, identificar a cadeia de valor, criar fluxo contínuo, adotar a produção puxada e perseguir a perfeição (Womack & Jones, 1996).

A maioria das indústrias já adotaram algum tipo de iniciativa *Lean* sendo que, atualmente, este conceito já é aplicado a um variado leque de atividades (Liker & Morgan, 2006).

A Coindu S.A., empresa onde foi realizado este projeto de dissertação, tem como seus principais clientes grandes potências da indústria automóvel, havendo, por isso, uma grande pressão para acompanhar a adoção destas estratégias organizacionais, permitindo que a empresa se continue a manter competitiva no mercado.

Deste modo, este projeto de dissertação visa a análise e melhoria de processos através da aplicação de ferramentas *Lean Manufacturing*, com foco na criação de valor e na redução dos vários desperdícios existentes.

1.2 Objetivos

O principal objetivo deste projeto é a melhoria do desempenho global de uma unidade produtiva da Coindu, através da aplicação de diferentes ferramentas *Lean Manufacturing*. Contudo, apenas algumas secções da empresa foram alvo de análise para posteriormente poderem sofrer melhorias. Estas secções encontram-se representadas na Tabela 1, juntamente com os objetivos pretendidos para cada uma.

Tabela 1: Objetivos do projeto de acordo com a secção da empresa analisada

<i>Secção</i>	<i>Objetivos</i>
<i>Costura manual (Joane II)</i>	<ul style="list-style-type: none">• Ajustar balanceamentos das linhas;• Aumentar produtividade esperada da linha;• Aumentar eficiência da linha;• Aumentar taxa de produção;
<i>Bordados premium (Joane I)</i>	<ul style="list-style-type: none">• Diminuir número de peças não conformes;
<i>Costura semiautomática (Joane II)</i>	<ul style="list-style-type: none">• Determinar a melhor rota logística de abastecimento ao posto;• Diminuir desperdícios como as esperas, transportes e movimentações entre postos;• Organizar o posto de trabalho;• Diminuir o número de recursos (operadores);
<i>Corte de tecidos e outros materiais (Joane II)</i>	<ul style="list-style-type: none">• Diminuir o número de recursos (operadores).

1.3 Metodologia de investigação

Uma vez que a presente proposta de dissertação está orientada para a análise e melhoria do desempenho global de uma unidade da empresa Coindu, considera-se a metodologia *Action Research* a mais adequada para o desenvolvimento deste trabalho. Esta apresenta uma filosofia “*learning by doing*”, onde o investigador não observa apenas os fenómenos do sistema, mas também intervém e participa no objeto de estudo (O’Brien, 1998).

Esta metodologia rege-se por um ciclo de cinco etapas fundamentais: Diagnóstico, Planeamento de Ações, Implementação de Ações, Avaliação e Aprendizagem (Susman & Evered, 1978), que podem ser observadas na Figura 1.

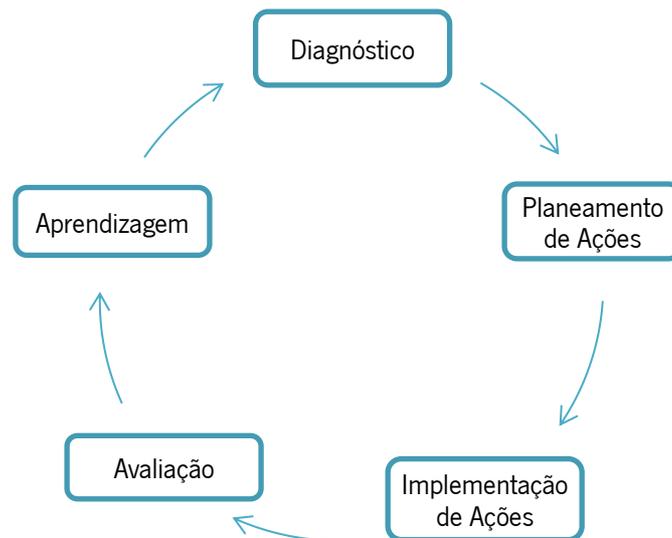


Figura 1: Ciclo das cinco etapas da metodologia *Action Research* (adaptado de (O'Brien, 1998))

Primeiramente, na fase de diagnóstico, é identificado ou definido o problema e são recolhidos dados para a sua análise. De seguida, no planeamento de ações, são identificadas as soluções passíveis de ser implementadas. Posteriormente, procede-se à implementação das ações que, à partida, trazem melhores resultados. Após a implementação de ações, avaliam-se os resultados obtidos desta, recorrendo-se à análise de indicadores de desempenho e de ganhos percentuais obtidos. Por fim, o problema é reavaliado e o processo inicia outro ciclo, já que este modelo considera o “processo de investigação em espiral”, interativo e sempre focado num problema (Coutinho et al., 2009). Este processo continua até que o problema seja resolvido.

1.4 Estrutura da dissertação

A presente dissertação é constituída por sete capítulos. O capítulo inicial realiza uma breve introdução ao projeto, no qual é feito um enquadramento ao tema, enunciados os objetivos que se pretende atingir, discriminada a metodologia de investigação utilizada e ainda detalhada a estrutura da dissertação.

Por sua vez, no segundo capítulo, é realizada a fundamentação teórica, detalhando todos os conceitos teóricos que serviram de base a esta investigação.

De seguida encontra-se o capítulo três, no qual é descrito o contexto industrial através de uma breve apresentação da empresa Coindu S.A., da sua história e da descrição do seu sistema produtivo desde o armazém de matéria-prima até à expedição.

O quarto capítulo refere-se à análise e diagnóstico do estado atual das secções em estudo, no qual são

mencionados os principais problemas do setor de costura manual, dos bordados *premium*, de costura semiautomática e do corte de tecidos e outros materiais.

No capítulo que se segue, capítulo cinco, são apresentadas as propostas de melhoria elaboradas que visam a eliminação ou minimização do impacto dos problemas identificados no capítulo anterior.

No que se refere ao sexto capítulo, neste são analisados e discutidos os resultados obtidos através da implementação das propostas de melhoria.

Por fim, no capítulo sete, é realizada uma breve conclusão acerca do projeto desenvolvido e são apresentadas algumas ideias para trabalho futuro de modo a dar seguimento ao projeto.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Com este capítulo pretende-se efetuar uma fundamentação teórica dos temas abordados ao longo da dissertação. Assim, começa-se pela origem e definição do conceito de *Lean Production*, introduzindo os seus pilares, princípios e as principais formas de desperdício. Para além disso, são referidas algumas ferramentas *Lean* relevantes para o projeto em questão.

2.1 *Lean Production*

Uma forma de produzir que origina melhores produtos, com maior variedade e ao menor custo, para além de ser desafiante e enriquecedor para quem o pratica. Esta é a definição do *Lean Production* de acordo com os autores que criaram o termo no livro *The Machine That Changed The World* (Womack et al., 1990). Em poucas palavras esta filosofia pode ser definida pela máxima “*doing more with less*” que significa produzir mais com menos recursos através da contínua eliminação de desperdícios.

Liker (2004) considera o *Lean Production* como sendo uma filosofia empresarial que fomenta o envolvimento de todos os colaboradores de uma empresa na criação de valor através da eliminação dos desperdícios inerentes à produção, assente na métrica de melhoria contínua.

Assim, o *Lean* (traduzido como magro) é considerado um sistema de gestão que ao envolver ferramentas de gestão, produção e qualidade elimina desperdícios e cria valor no produto ou serviço, satisfazendo desta forma o cliente.

2.1.1 Casa TPS

O primeiro livro em língua inglesa sobre o TPS (*Toyota Production System*) foi o de Taiichi Ohno, intitulado de *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production* (Ohno, 1988). Este indica que o TPS assenta em dois pilares fundamentais, denominados *Just-In-Time* e *Jidoka*. Produzir *Just-In-Time* é produzir com base na procura do cliente, ou seja, apenas quando é necessário e na quantidade necessária. Já o termo *Jidoka* refere-se ao conceito de autonomia (adaptado para português da palavra inglesa *automation*) e tem como objetivo introduzir sensores e lógica nas máquinas, de forma a garantir que a máquina para automaticamente se ocorrer algum erro.

Embora se encontre um diverso conjunto de versões da casa TPS, considera-se pertinente abordar a proposta de Jeffrey Liker (Liker, 2004), presente na Figura 2.

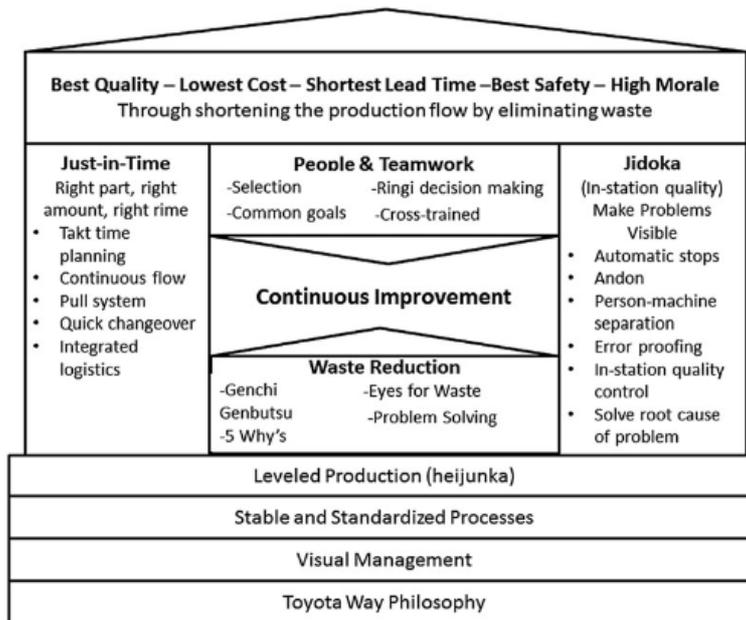


Figura 2: Casa TPS (adaptado de (Liker, 2004))

A casa TPS apresentada é mais complexa, quando comparada com a original, uma vez que contém informação adicional ao centro sobre melhoria contínua e aspetos humanos (*People and Teamwork*). Assim, tem-se que os objetivos do sistema, presentes no telhado da casa, são alcançar a melhor qualidade, os preços mais baixos, os prazos de entrega mais curtos, a maior segurança e ter a moral em cima. Para isso acontecer, é necessário que a produção seja fluida e que os desperdícios sejam eliminados. Não descredibilizando os elementos fundamentais na base como é o caso da produção nivelada (*heijunka*), dos processos estáveis e padronizados, da gestão visual e da filosofia à moda da *Toyota*.

2.1.2 *Muda, Mura e Muri*

Muda, Mura e Muri são conceitos fundamentais inerentes à filosofia *Lean Manufacturing* do TPS. Estes são conhecidos como os três grandes “inimigos da produção” e estão metaforicamente representados na Figura 3.

Muda corresponde ao conceito de desperdício. Por desperdício entende-se qualquer atividade que não acrescente valor ao produto, mas que consome recursos à empresa. Existem sete tipos de desperdício, classificados por Ohno (1988), que vão ser analisados com mais pormenor na secção 2.1.4.

Mura significa inconsistência ou variabilidade de qualquer processo. Exemplos de *mura* dizem respeito a cargas de trabalho desiguais, como: processos sobrecarregados e outros com pouca carga; pessoas

muito ocupadas e outras nada ocupadas; por vezes o produto está conforme, mas outras vezes não; entre outros. A presença do *mura* pode levar a paragens na produção.

Em relação ao terceiro inimigo da produção, *muri* significa sobrecarga nas pessoas e nos equipamentos.

Deste modo, qualquer ação que obrigue o esforço excessivo dos operadores é considerada *muri*.

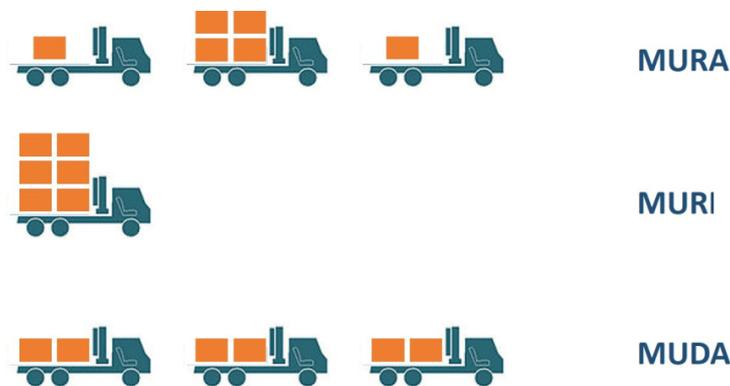


Figura 3: Representação metafórica de *mura*, *muri* e *muda*

Como Hirano (2009) refere, estes três “inimigos da produção” são conhecidos como os “3 MU”, uma vez que todos começam pela sílaba “mu”. Assim, salienta-se que é importante que nos esforços de melhoria contínua se persiga não só a eliminação de *muda*, mas também dos restantes “MU”, dado que todos têm influência negativa na produção a curto, médio e longo prazos.

2.1.3 Princípios *Lean Thinking*

Os cinco princípios da filosofia *Lean* foram apresentados no livro *Lean Thinking* (Womack & Jones, 1996), um pouco na sequência do livro *The Machine That Changed the World* (Womack et al., 1990). Estes ficaram conhecidos em todo o mundo e ainda hoje são uma referência para alcançar a excelência nas organizações. Deste modo, cada princípio pode ser definido como:

- 1) **Identificar valor:** especificar o que realmente é valorizado pelo cliente e não pelas restantes partes envolvidas. O objetivo deste ponto é definir a forma e a função que o cliente está disposto a comprar de modo que o que a empresa oferece vá ao encontro das especificações que o cliente procura no seu produto;
- 2) **Identificar a cadeia de valor:** mapear o fluxo de valor e identificar as atividades que acrescentam valor (do ponto de vista do cliente) ao produto distinguindo-as daquelas que não acrescentam. Estas últimas são desperdícios (*muda*) e devem ser eliminados ou, pelo menos, minimizados;

- 3) **Criar fluxo contínuo:** fazer com que todos os produtos, todos os componentes e todos os materiais em curso de fabrico se movam na direção do produto acabado com o mínimo de paragens possível, evitando que haja interrupções, esperas, fluxos inversos ou desvios;
- 4) **Implementar a produção puxada pela procura:** a produção deve sempre ser originada por um pedido por parte do processo a jusante, quer este seja o cliente final ou um processo intermédio, sendo a entrega ao cliente a última dessas operações;
- 5) **Procurar constantemente a perfeição (melhoria contínua):** eliminar todas as atividades que não acrescentam valor ao produto e desenvolver ciclos de análise que identifiquem e eliminem os desperdícios. Aqui também se valoriza a segurança e o potencial dos trabalhadores, estando este princípio intimamente ligado ao respeito pelos colaboradores (mais nenhum outro princípio o está).

2.1.4 Desperdícios

A filosofia *Lean* visa essencialmente a eliminação, ou no máximo, a redução de desperdícios. Embora estes não sejam classificados da mesma forma por todos os autores, propõe-se a utilização da classificação adotado por Ohno (1988) respeitante à prática *Toyota*:

- **Sobreprodução:** produzir mais do que é pedido pelo próximo processo, produzir antes do momento pedido pelo próximo processo, produzir a uma taxa superior à taxa de procura do próximo processo;
- **Stock:** qualquer existência de *stocks* elevados de produto final, produto semiacabado e matéria-prima. Este tipo de desperdício acarreta grandes custos, representando dinheiro parado para a empresa, e ajuda a esconder um grande número de problemas existentes nos sistemas produtivos (Team, 1998);
- **Esperas:** perdas de utilização de recursos (equipamentos ou pessoas), por estes estarem à espera de alguma coisa. Estas esperas podem ser de quatro tipos: pessoas à espera por máquinas, pessoas esperarem por pessoas, máquinas esperam por pessoas e máquinas esperam por máquinas (Carvalho, 2021);
- **Transportes:** movimentações ou deslocções desnecessárias de materiais entre as etapas de produção que aumentam o tempo de produção e não acrescentam valor ao produto (Melton, 2005). A título de exemplo tem-se a má implantação (*layout*) da fábrica que origina as longas distâncias percorridas pelos materiais, e, por conseguinte, um maior *stock* de produtos em curso;

- **Sobreprocessamento:** processos e operações não são realizados de um modo eficaz e eficiente, levando à repetição dos mesmos, ou seja, ao retrabalho e, muitas vezes, ao armazenamento desnecessário (Melton, 2005). A falta de formação dos operadores, a inexistência de procedimentos normalizados de produção e a utilização de ferramentas erradas são algumas das causas que originam este desperdício;
- **Movimentações:** todo o tipo de movimentações de pessoas, informação e documentação que não acrescentam valor ao produto. Podem resultar da disposição desadequada dos equipamentos, desatenção aos aspetos ergonómicos, fraca organização dos postos de trabalho, falta de limpeza, métodos de trabalho inconsistentes, etc (Carvalho, 2021);
- **Defeitos:** erros de fabrico, erros de instalação, erros de projeto, erros de interpretações dos requisitos, erros de comunicação, falta de competências ou formação dos operadores, formas incorretas de transporte ou de acondicionamento e uso de material errado.

Mais tarde, Liker (2004) adicionou um oitavo desperdício que diz respeito à não utilização do capital humano ou da criatividade dos colaboradores, sendo descrito como “perda de tempo, ideias, habilidades, melhorias e oportunidades de aprendizagem”.

2.2 Ferramentas *Lean*

2.2.1 *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

O indicador de desempenho OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) foi inicialmente descrito como um componente central na metodologia *Total Productive Maintenance* (TMP) (Nakajima, 1988) e traduz qual a percentagem de tempo de um equipamento que, de facto, foi usado para produzir produtos em boas condições.

Este indicador é constituído por três indicadores parciais, como mostra a seguinte equação Eq.(1):

$$OEE = \text{Disponibilidade} \times \text{Velocidade} \times \text{Qualidade} \quad (1)$$

Sendo:

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo de turno} - \text{Paragens planeadas} - \text{Paragens não planeadas}}{\text{Tempo de turno} - \text{Paragens planeadas}} \quad (2)$$

$$\text{Velocidade} = \frac{\text{Tempo de ciclo ideal} \times \text{Peças produzidas}}{\text{Tempo de turno} - \text{Paragens planeadas} - \text{Paragens não planeada}} \quad (3)$$

$$\text{Qualidade} = \frac{\text{Quantidade de produtos produzidos sem defeito}}{\text{Quantidade de produtos produzidos}} \quad (4)$$

Assim, a disponibilidade mede o tempo que o equipamento não está a operar devido a avarias, *setups* e ajustes, entre outros (Jonsson & Lesshammar, 1999). A velocidade mede o rácio entre a velocidade real de funcionamento do equipamento e a velocidade ideal. Já a qualidade calcula a proporção de peças defeituosas no volume total de produção.

O OEE é um indicador mais adequado a processos produtivos automáticos ou semiautomáticos uma vez que o seu foco está no equipamento, não sendo por isso, o indicador recomendado para operações manuais (Jeong & Phillips, 2001). Contudo, a Coindu usa-o para medir o desempenho das linhas de costura manuais, substituindo o fator velocidade pela produtividade, calculada de acordo com a seguinte equação (5).

$$\text{Produtividade} = \frac{\text{Quantidade produzida} \times \text{Tempo standard/peça}}{\text{Número de operadores} \times \text{Tempo de turno}} \quad (5)$$

2.2.2 Poka-Yoke

Outra ferramenta *Lean* muito importante são os dispositivos *Poka-Yoke*, ou dispositivos anti erro. Como é perceptível, estes servem para evitar que erros ocorram e foram criados por Shingo e Dillon (1989). O objetivo é eliminar defeitos e, eventualmente, eliminar postos de controlo de qualidade (Shimbun, 1989). Basicamente, esta técnica caracteriza-se por um conjunto de mecanismos simples e económicos que permitem prevenir, detetar e eliminar irregularidades num processo, ou seja, mecanismos que indicam ao operador o modo adequado para realizar uma determinada operação e que impeçam a execução errada dessa tarefa, podendo ser aplicados a diversas situações industriais e do quotidiano. São inúmeras as possibilidades de uso destes dispositivos e soluções.

Segundo Shingo, a implementação de sistemas *poka-yoke* pode seguir duas abordagens: de controlo ou de advertência. No caso da de controlo, assim que é detetada uma anomalia, o processamento para até que seja corrigido o problema, evitando a acumulação de peças defeituosas. Na abordagem de advertência, a identificação do problema é transmitida ao operador através de sinais luminosos e sonoros, diferindo da abordagem anterior no sentido de necessitar da atenção do operador para parar o processo.

2.2.3 Standard Work

De acordo com Womack & Jones (1996), o *standard work* (trabalho normalizado) descreve de um modo detalhado todas as atividades produtivas indicando o tempo de ciclo, o *takt time*, a sequência operacional e a quantidade de stock *standard*. Segundo Kidd & Monden (1993), existem três elementos fulcrais do *standard work*, são eles:

- **Takt Time:** de quanto em quanto tempo, em média, o mercado quer uma unidade do produto, considerando o tempo disponível para produção. Assim, para uma unidade de produção que tenha um tempo disponível para produção e esteja sujeita a uma procura por parte do mercado, o *takt time* é dado pela Eq.(6);

$$\text{Takt Time (TT)} = \frac{\text{Tempo disponível para produção}}{\text{Procura}} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ turnos} \times \text{Tempo de turno}}{\text{Procura}} \quad (6)$$

- **Sequência de trabalho:** ordem pela qual se devem realizar as várias operações de um processo, de um modo contínuo e que se deve repetir ao longo do tempo;
- **Standard stock:** quantidade mínima de peças necessárias para manter o fluxo de trabalho.

Depois de determinada a sequência de trabalho, esta deve ser normalizada para que todos os operadores a efetuem da mesma forma, utilizando para isso um documento simples e visual, visível no local de trabalho (Locher, 2011).

2.2.4 Diagrama de Esparguete

Os diagramas de esparguete receberam este nome devido ao resultado destes fazerem lembrar esparguete, como se pode observar na Figura 4. Estes ilustram o transporte físico e movimentações realizados entre sistemas, e são utilizados para demonstrar a incidência das movimentações. Nesta ferramenta, o indicador utilizado é a distância viajada total, sendo esta equivalente à distância que todas as partes percorrem (Allen, 2010).

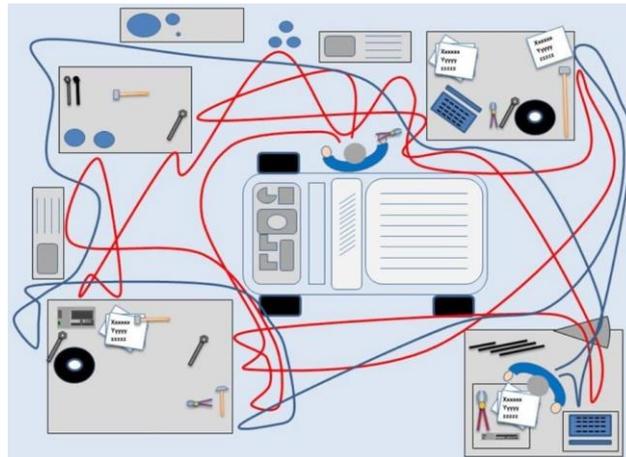


Figura 4: Exemplo ilustrativo de um diagrama de esparguete

Idealmente, o operador que está a ser analisado deveria levar consigo um dispositivo que rastreie a sua posição para o sistema de forma constante. Contudo, este tipo de tecnologias nem sempre são de acesso fácil, logo o que acontece de forma comum é pegar numa folha com o *layout* do local e ir marcando o trajeto com as movimentações do colaborador. Perante as áreas ou os recursos com maior incidência, o analista pode propor diferentes disposições de equipamentos ou alterações nos procedimentos e nas normas de trabalho (Carvalho, 2021).

2.2.5 Fluxograma

O fluxograma é uma ferramenta utilizada para descrever visualmente as diferentes etapas e decisões de um processo, com recurso a símbolos e definições padronizados (Peinado & Graeml, 2007), que podem ser consultados na Tabela 2.

Tabela 2: Principais símbolos utilizados num fluxograma e respetivo significado

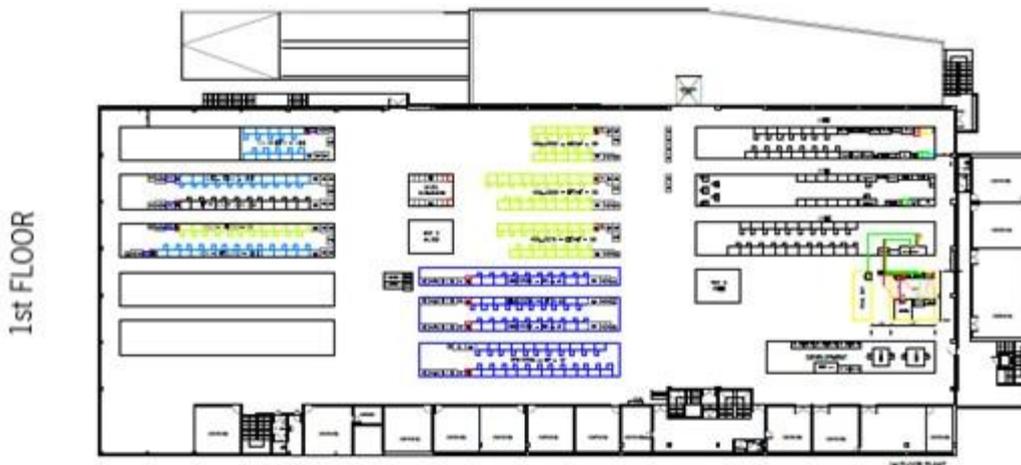
Símbolo	Significado
	Representa o início ou fim do processo
	Representa um processo, ação ou função
	Indica uma questão a ser respondida, geralmente com sim/não ou verdadeiro/falso
	Representa uma operação manual
	Indica a direção do fluxo produtivo

Estes mapeamentos de processos são úteis para a comunicação e representação desde os processos mais simples até aos mais complexos, por isso são incrivelmente dinâmicos e versáteis. Para Barnes (1977), os principais objetivos de um mapeamento de processos são: a eliminação de todo trabalho desnecessário, a combinação de operações ou elementos, a modificação das sequências das operações e a simplificação das operações essenciais.

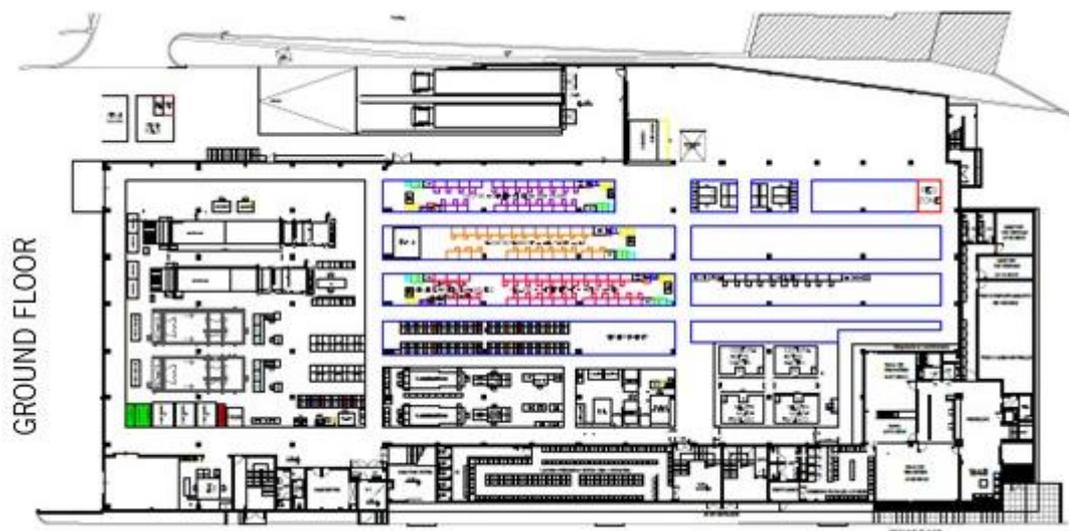
3. DESCRIÇÃO DO CONTEXTO INDUSTRIAL

3.1 Apresentação da empresa

A Coindu – Componentes para a indústria automóvel, S.A. é uma OEM multinacional que fabrica componentes automóveis, sendo o seu principal negócio a produção de capas de assentos e encostos em couro natural, tecido ou PVC. A empresa está sediada na freguesia de Joane, concelho de Vila Nova de Famalicão. Para além desta unidade produtiva, a Coindu detém outras unidades produtivas localizadas em Arcos de Valdevez, Curtici e Tetla, cidades de Portugal, Roménia e México, respetivamente. A unidade produtiva onde se realizou o presente projeto diz respeito à unidade de Joane. Esta pode ainda ser dividida em duas, nomeadamente Joane I e Joane II, presentes na Figura 5 e na Figura 6, respetivamente.



a)



b)

Figura 5: *Layout* da unidade de Joane I:
a) *layout* do 1º piso; b) *layout* do rés do chão

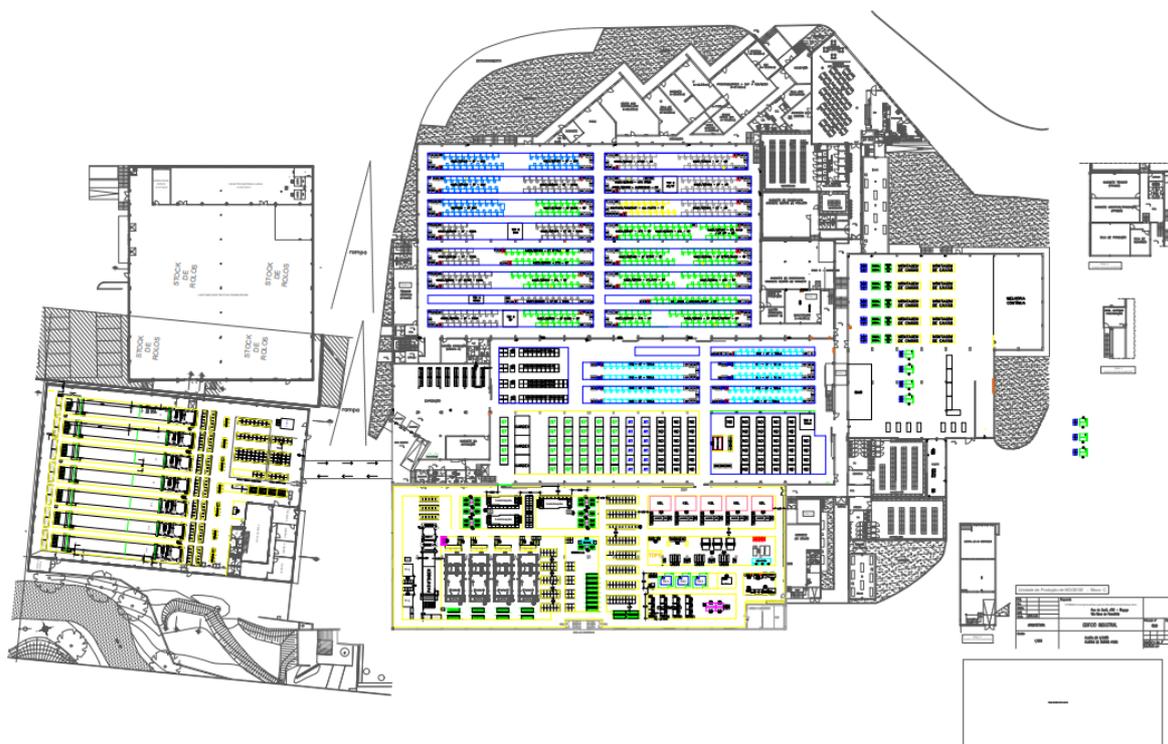


Figura 6: *Layout* da unidade de Joane II

3.2 História e evolução

A Coindu nasce quando António Lourenço, Armindo Gomes e Günter Stichter fundam a empresa em 1988, em Joane, Vila Nova de Famalicão. Nessa altura, a empresa contava com o contributo de apenas 183 colaboradores e começou a produzir pequenas peças de couro.

Em 1992, a Coindu deu um passo à frente, iniciando a produção em série de capas de assento. Nesta época, a empresa operava principalmente como fornecedor secundário para fabricantes como a Volvo, a Ford, a Mercedes, a VW e a Chrysler.

No ano de 1999, Günter Stichter morre e o filho assume os cargos do pai, integrando o conselho da Coindu, e dando início a um novo capítulo na gestão desta empresa. No ano seguinte, uma nova unidade produtiva foi criada em Arcos de Valdevez, local estrategicamente selecionado devido à elevada disponibilidade de mão-de-obra nessa região. Assim, a Coindu atinge um tamanho crítico, tornando-se completamente independente e conseguindo atuar em nome próprio junto dos seus clientes.

Entre os anos 2001 e 2005, a empresa demonstra um grande crescimento devido ao ganho de novos clientes como a Faurecia e a Johnson Controls. Esta evolução conduz à necessidade de uma nova expansão, recorrendo-se à abertura de uma nova unidade produtiva em Curtici, na Roménia, em 2005.

Apenas oito anos depois, Günter Stichter Junior falece e ocorre outra mudança de acionista na família Stichter. No mesmo ano, a Coindu consegue, pela primeira vez, fornecer diretamente para a Audi. Em virtude deste desenvolvimento, os anos seguintes foram de crescimento contínuo, tendo sido ultrapassada a barreira dos 100 milhões de euros em volume de negócios em 2008. Também em 2008 ocorre uma expansão na fábrica de Joane, tendo sido contruída a unidade produtiva de Joane II.

Em 2011, a Coindu consegue negociar diretamente como fornecedor primário para a BMW, e é em 2012 que o consegue fazer para a VW. Na mesma altura, novos centros de desenvolvimento são abertos em Ingolstadt (para a Audi e BMW) e em Braunschweign (para a VW), ambos na Alemanha.

A estrutura administrativa é alterada para o modelo alemão em 2013 quando Maximilian Stichter compra todas as ações da família. Este modelo dualista obrigou à mudança da supervisão e gestão de todos os negócios das mãos dos fundadores para uma gestão externa. E é nesse ano que a Coindu atinge 167 milhões de euros em volume de vendas de negócios.

Outra mudança de acionista ocorreu em 2014 quando o fundador Armindo Gomes faleceu, sendo todas as suas ações entregues aos seus herdeiros. No mesmo ano, a empresa diversifica o seu portefólio de produtos e entra na indústria de vestuário e acessórios de luxo, fornecendo pequenas peças para umas das principais casas de moda internacional, com produtos como bolsas de luxo, e outros artigos em couro.

No ano seguinte, a Coindu deu continuidade ao processo de internacionalização da organização através da abertura de uma unidade produtiva fora da Europa, em Tetla, no México. Além disso, consegue negociar diretamente como fornecedor para a Porsche e para a Mini. Assim, a Coindu detém os seguintes clientes presentes na Figura 7.



Figura 7: Principais clientes da Coindu S.A.

Em 2016, a Coindu adquire a maioria do capital da *HEWA Leder GmbH*, uma empresa de curtumes familiar alemã, que produz couro *premium* desde 1984. Esta primeira aquisição amplia a cadeia de valor do grupo, pela produção de couro, e passa a poder oferecer uma capa de assento completa, desde o couro até ao produto acabado.

Por fim, em 2019, a empresa é adquirida pelo grupo Richina, que mantendo uma abordagem de gestão moderna e internacional, acredita que a competência e compromisso dos seus colaboradores é a chave da continuação do sucesso da empresa. Neste mesmo ano, acontece a expansão do negócio para a China.

Atualmente, a Coindu possui cerca de 60 linhas de produção e de protótipos distribuídas pelas várias unidades de produção e conta com a colaboração de aproximadamente 3800 trabalhadores, 1550 em Joane, 700 nos Arcos de Valdevez, 750 em Curtici e 800 em Tetla, permitindo a produção diária de aproximadamente 6100 carros e um volume em vendas de 266 milhões de euros, tal como pode ser observado na Figura 8.

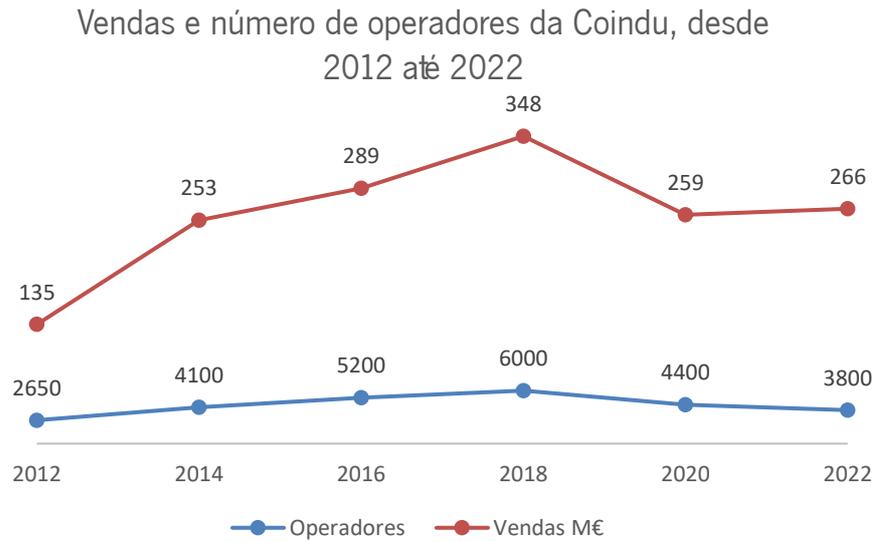


Figura 8: Gráfico representativo das vendas, em milhões de euros, e do número de operadores da Coindu, ao longo dos anos (fonte: <https://coindu.com/company/the-group/>)

3.3 Produtos

Como já foi referido anteriormente, a principal atividade da Coindu rege-se pela produção de estofos para a indústria automóvel. Estes variam consoante a constituição do carro e respetivo modelo. Contudo, cada capa possui uma designação única de acordo com o seu posicionamento no automóvel, o que facilita a adaptação a novos modelos. Na Figura 9 pode observar-se as siglas para a identificação dos tipos de peças da parte dianteira do automóvel: assento frontal direito (AFD) e esquerdo (AFE), e encosto frontal direito (EFD) e esquerdo (EFE).



Figura 9: Constituição da parte dianteira do modelo *Ford Kuga*

Por sua vez, na Figura 10 constam as siglas da parte traseira do automóvel: assento traseiro direito (ATD), esquerdo (ATE) e central (ATC), e encosto traseiro direito (ETD), esquerdo (ETE) e central (ETC). Todavia, o estofado desta parte do carro também pode ser inteiro, sendo denominado apenas por assento traseiro (AT 100%).



Figura 10: Constituição da parte traseira do modelo *Ford Kuga*

Quando o carro do cliente final possui mais de duas filas, a sigla das peças da terceira fila vem acompanhada pelo número da fila (por exemplo, AT 3F).

3.4 Sistema produtivo

Nesta secção é realizada a descrição do sistema produtivo presente na unidade produtiva de Joane (Joane I e Joane II). Este sistema começa com a chegada de matérias-primas aos respetivos armazéns, seguida de corte de couro ou de tecidos, passando por um processo de preparação para a costura, e posterior embalagem e expedição. Todos estes processos estão representados sob a forma de fluxograma no Anexo I – Fluxograma do sistema produtivo da empresa.

3.4.1 Armazém de matéria-prima

Para a elaboração dos estofos automóveis, as principais matérias-primas são o couro natural, vários tipos de tecido e PVC. Além destes, para completar a peça, são necessários outros componentes como perfis, espumas, elásticos, TNT, etiquetas, linhas, mangas, arames, alcatifas, entre outros. É de salientar que as matérias-primas de cada assento variam consoante as especificações do cliente, o modelo e a variante em questão.

A unidade produtiva de Joane possui dois armazéns de matéria-prima: um dedicado à armazenagem de tecidos e outros materiais já referidos anteriormente, que se encontra situado em Joane I; outro dedicado à armazenagem de couro natural, que se encontra situado em Joane II. Todas as matérias-primas rececionadas sofrem um controlo de qualidade de modo a prevenir a entrada de materiais com defeito na produção. No armazém de tecidos, os rolos são controlados tendo em consideração critérios quantitativos, como a largura e o comprimento do rolo, e critérios qualitativos como o aspeto e a cor. Para os critérios qualitativos, é retirada uma amostra e realizada uma análise no *Control of Raw Materials*. Já no armazém de couro, tal como se pode observar na Figura 11, existe uma inspeção detalhada e manual às peles de couro tendo em conta critérios quantitativos, como a espessura, e critérios qualitativos como os padrões e o aspeto visual da superfície da pele. Posto isto, os materiais são armazenados de acordo com as suas dimensões e são abastecidos às diversas secções de acordo com a metodologia FIFO.



Figura 11: Inspeção detalhada e manual das peles de couro

3.4.2 Corte de tecidos

Depois de rececionados os rolos de tecidos e outros materiais (espumas, alcatifas, telas) no armazém de Joane I, estes são direccionados, através de um monta cargas, para o corte presente em Joane II. As máquinas de corte de tecido (*Lectras*) são automáticas e possuem brocas e lâminas capazes de processar várias camadas de matéria-prima simultaneamente, tal como se pode observar na Figura 12. Assim, os tecidos são estendidos por camadas e seguidamente cortados consoante um plano de corte produzido em sistema CAD o mais eficaz possível, de modo a ser possível cortar o maior número de imagens de base, minimizando os desperdícios de material. Finalizado o corte, as imagens de base são colocadas em carrinhos que serão encaminhados para a secção seguinte.



Figura 12: Máquina automática de corte de tecido – *Lectra*

3.4.3 Corte de couro

No corte de couro podem ser considerados seis subprocessos: corte das peles de couro, faceamento, igualização, perfuração, laminação e revista de laminação. É importante salientar que os subprocessos faceamento, igualização, perfuração e laminação não acontecem em todas as peças que passam pelo corte de couro, uma vez que cada peça tem diferentes especificações.

Primeiramente, a secção de corte das peles de couro recebe a matéria-prima aprovada previamente no armazém de couro e esta é colocada junto das máquinas automáticas de corte (*Versallis*). Quando a OF é aberta, as peles são pistoladas e colocadas no tapete rolante da máquina. Tal como se pode observar na Figura 13, inicialmente a *Versallis* faz uma digitalização da pele estendida, identificando os defeitos apontados manualmente na inspeção do couro, e de seguida a pele avança até às cabeças de corte, visíveis na Figura 13, onde ocorre a transformação da pele em padrões, que por sua vez constituem as peças finais.

É importante referir que o plano de corte é elaborado informaticamente de modo a potenciar o máximo aproveitamento das peles. Para isso, é necessário ter em conta o tempo de cobertura e eficiência definido pela empresa e o tempo que vai demorar a cortar esse plano, uma vez que a empresa definiu que um plano deve ocupar, no máximo, um turno a ser cortado.



Figura 13: Máquinas automáticas de corte de couro – *Versallis* – e respetiva cabeça cortante

Uma vez efetuado o corte, 90% das peças sofrem faceamento, onde ocorre um desbaste das bordas de modo a garantir granulação e rugosidade mínimas nas áreas a serem costuradas. As peças que não são faceadas podem sofrer igualização, processo no qual toda a peça recebe desbaste. Ou ainda, as peças podem ser igualizadas e faceadas. Consecutivamente, as peças podem necessitar de ser perfuradas numa das quatro máquinas de perfuração existentes em Joane.

De seguida, a maioria das peças sofre laminação, um processo no qual o couro e a espuma (previamente cortada na *Lectra*) são selados termicamente numa máquina de termocolagem, conferindo uma maior resistência e estrutura à peça.

Por fim, todas as peças são alvo de controlo de qualidade onde a mesma é carimbada de forma a garantir que está 100% em conformidade com os requisitos e assegurar a sua rastreabilidade.

3.4.4 Operações auxiliares

Seguidamente às secções descritas anteriormente, as peças podem necessitar de outras operações, denominadas operações auxiliares, que podem ser divididas em operações auxiliares de Couro, como é o caso das costuras semiautomáticas, do *embossing* e da prensa, e em operações auxiliares de *Lectra*, como é o caso das costuras preparatórias. Ainda existem os bordados, que representam uma operação auxiliar comum ao Couro e às Lectras.

Assim, a peça tem três caminhos possíveis nesta secção: apenas operações auxiliares de couro, apenas operações auxiliares de *Lectra*, ou operações auxiliares de *Lectra* seguidas de operações auxiliares de Couro.

No que diz respeito ao *embossing* e aos bordados, estes são efetuados quando é imprescindível marcar as peças com o logótipo da marca do cliente. O *embossing* utiliza uma máquina de relevo, enquanto os bordados são elaborados com auxílio a uma máquina semiautomática de bordados.

As costuras preparatórias, assim designadas por estarem imediatamente antes da costura final, causam entropia na mesma, daí serem efetuadas separadamente. São exemplos de costuras preparatórias as bandeiras e enchimentos requeridos em algumas peças.

As máquinas de costuras semiautomáticas (KSL e Portal) são responsáveis pelas costuras decorativas nas peças em couro de algumas variantes fabricadas na Coindu. Estas costuras são produzidas com recurso a bastidores específicos de cada peça. Nas KSL (Figura 14), a agulha desloca-se ao longo dos bastidores fixos, em oposição às Portais ou *Rauten* (Figura 15), onde o bastidor é que se movimenta. A desvantagem das Portais é que a troca de bastidores implica a paragem do processo, o que não acontece nas KSL, com a presença de um bom planeamento da produção.



Figura 14: Máquina de costura semiautomática: KSL



Figura 15: Máquina de costura semiautomática: Portal

Todas as peças que saem destas máquinas devem ir à prensa, onde é retirado o material em excesso presente depois da costura semiautomática. Esta operação acontece devido à forma como o processo está criado, contudo é intenção da Coindu desenvolver bastidores *zero waste*, de forma a ser possível eliminar esta operação.

3.4.5 Sequenciamento

Depois de efetuadas as operações descritas anteriormente, todas as peças são armazenadas temporariamente no supermercado final por Ordem de Fabrico até que essa ordem seja requerida pela costura (filosofia *Pull*). Quando isso acontece, os operadores deslocam-se até ao supermercado, recolhem os materiais necessários para satisfazer a ordem e preparam-nos em carrinhos para entrar na linha de costura. Este processo denomina-se sequenciamento.

Posteriormente, os carrinhos são deslocados até à linha de costura correspondente com auxílio a um robot móvel autónomo (MiR) capaz de mapear o espaço e direcionar-se ao sítio programado. O robot e o carrinho com material podem ser observados na Figura 16.



Figura 16: MiR 250 *Shelf Carrier* na Coindu

3.4.6 Costura

A secção de costura está organizada em várias linhas puras de produção que podem ser divididas em células de produção, constituindo uma equipa. Cada equipa está encarregue da produção de um grupo de artigos semelhantes. Este processo consiste na união de várias imagens de base em couro, tecido e PVC, bem como de outros materiais como TNT's e perfis, respeitando informações técnicas específicas e a gama operatória da peça. A gama operatória contém, ordenadamente, a descrição das operações a efetuar em cada peça. A cada gama operatória corresponde um esquema de montagem onde estão representadas as IB's necessárias à elaboração da peça. Um exemplo de um esquema de montagem

pode ser observado na Figura 17. As IB's possuem formas geométricas que encaixam e que exigem que o operador uma certas geometrias, funcionando como um sistema *Poka-Yoke*. Nesta fase do processo também ocorrem algumas costuras decorativas com recurso a máquinas de pesponto de uma ou duas agulhas.

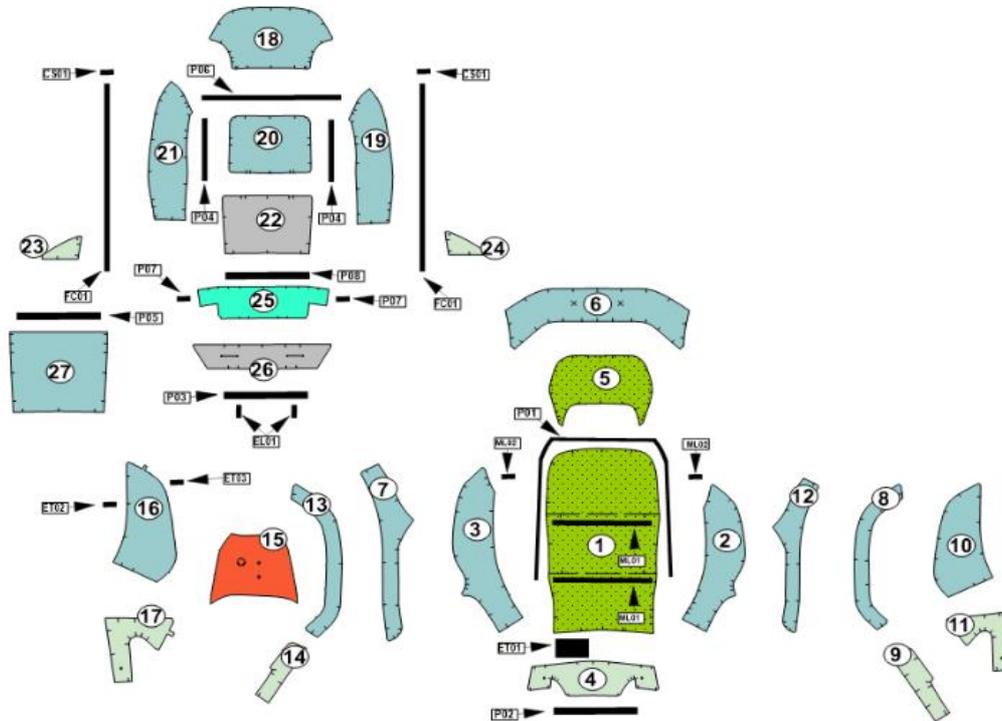


Figura 17: Esquema de montagem da peça EF do modelo *Ford Kuga* e variante *ST-Cloth*

A presente secção é a que possui um maior impacto sobre o produto final uma vez que é aquela que acrescenta maior valor ao produto. Desta forma, neste processo já foram implementadas várias melhorias como a formação dos operadores, a atribuição de prémios de produtividade e a costura em pé, tal como se pode observar na Figura 18.



Figura 18: Linhas de produção de costura em pé

Depois da união de todas as imagens de base até ser constituída a peça final, existe um posto de revista, que faz parte da linha de costura, e no qual a peça sofre um controlo de qualidade, sendo verificadas bainhas, pespontos, coincidências, etiquetas, perfis e mangas.

Contudo, a dependência do fator humano neste processo levanta invariavelmente várias dificuldades. Um operador necessita de algum tempo para alcançar a experiência que garanta níveis competitivos de eficiência. Por outro lado, a dificuldade em encontrar profissionais motivados e interessados em progredir com o ofício é real. Finalmente, aspetos como o cansaço e o empenho dos operadores afetam de forma significativa os resultados alcançados.

3.4.7 Embalagem

A embalagem recebe o produto final da revista da costura e procede ao seu embalamento de acordo com as especificações do cliente.

3.4.8 Expedição

As peças embaladas são temporariamente armazenadas na expedição, sendo aqui feita a organização do *stock* de produto acabado. Com base na informação fornecida pela logística (como guias de remessa e listas de *picking*), são seleccionados lotes e preparada toda a documentação necessária para o envio das peças para o cliente.

4. ANÁLISE E DIAGNÓSTICO DO PROCESSO PRODUTIVO

Este capítulo descreve de forma detalhada as secções alvo de estudo deste projeto, com o objetivo de melhorar o desempenho global da empresa em questão. Assim, as secções selecionadas são: a costura, os bordados *premium*, a costura semiautomática e o corte de tecidos. Todas as secções estão localizadas em Joane II, à exceção dos bordados *premium*, que está localizado em Joane I.

4.1 Costura

4.1.1 Escolha da equipa

O indicador de desempenho mais utilizado e valorizado na Coindu é o OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), sendo medido diariamente, por turno e por equipa de costura (a costura trabalha em dois turnos). Tendo em conta o OEE das equipas, os operadores de costura são recompensados monetariamente, caso este esteja dentro dos limites impostos pela empresa. Esta estratégia ajuda na motivação e dedicação dos operadores, tendo sido adotada há três anos. Contudo, existem equipas de evolução mais lentas ou com balanceamentos desajustados que necessitam de intervenção de forma a melhorar a sua *performance*.

De modo a perceber quais equipas necessitam de intervenção, utilizou-se, como fator determinante, o indicador OEE medido na unidade produtiva de Joane, desde novembro de 2022 até fevereiro de 2023. No total, esta unidade detém 135 equipas de costura, todavia foi selecionada uma amostra representativa exposta na Figura 19.

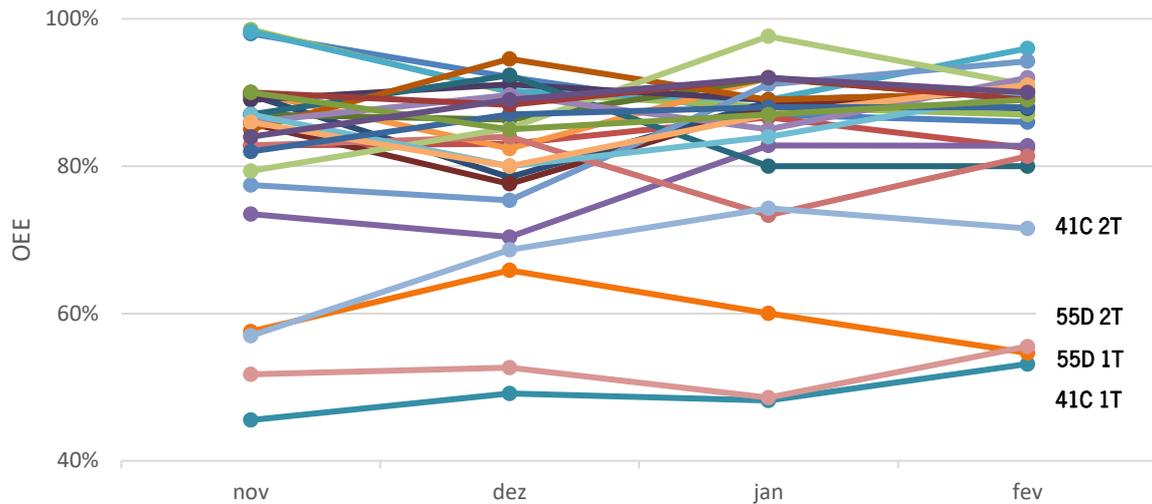


Figura 19: Progresso do OEE das equipes de costura da unidade de Joane desde novembro de 2022 até fevereiro de 2023

Como se pode observar pela Figura 19, as equipes 41C e 55D, de ambos os turnos, apresentam um OEE significativamente mais baixo em comparação com as restantes equipes representadas. Logo, as equipes mencionadas necessitam de intervenção externa e são as escolhidas como alvo de estudo deste projeto.

4.1.2 Descrição das equipes

As equipes elegidas operam na unidade produtiva de Joane II e são responsáveis pela produção de peças EF para o modelo *Ford Kuga*. A equipa 41C está encarregue da costura da variante *ST-Cloth*, onde todas as peças são em tecido ou PVC, enquanto a equipa 55D está encarregue da costura da variante *Vignale*, que possui uma IB em couro natural: a almofada central. As equipes de costura trabalham em células com os seguintes *layouts* presentes nas Figura 20 e Figura 21.

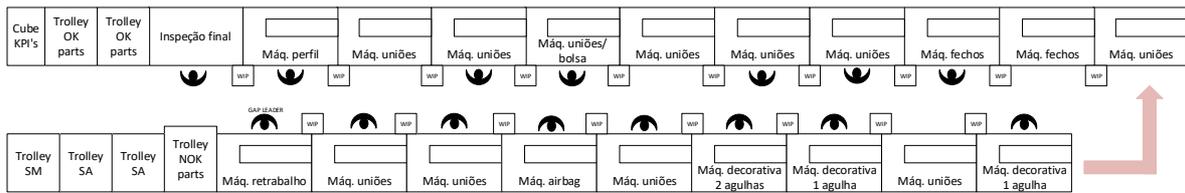


Figura 20: *Layout* da equipa 41C

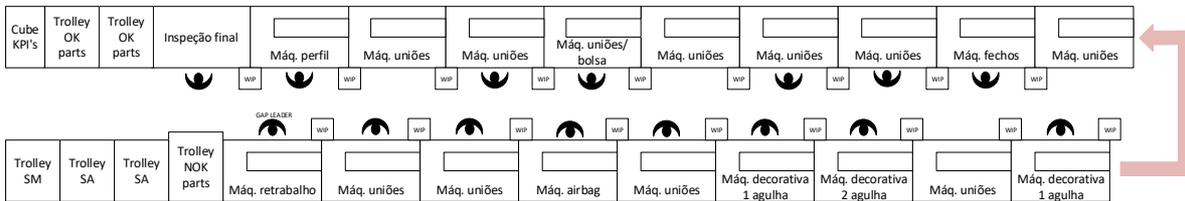


Figura 21: *Layout* da equipa 55D

A equipa 41C possui 19 máquinas de costura, já a equipa 55D possui 18. Ambas as equipas dispõem de 13 operadores de costura, um operador de revista, mais um GAP (*Autonomous Group of Production Leader*), que é responsável por dar suporte à equipa, realizar retrabalho e substituir elementos em caso de ausências. Para além das máquinas de costura, uma equipa inserida num GAP é constituída por uma série de elementos que garantem o cumprimento dos procedimentos definidos pela empresa e um correto fluxo de produção e informação. Assim, uma equipa de costura contém os seguintes elementos presentes nas figuras anteriores: *trolley* de SM (*small materials*); *trolleys* de SA (semiacabado), com material suficiente para abastecer as OF's; *trolley* de peças NOK (*not OK*); *trolley* com peças OK inspeccionadas e um cubo com o progresso de indicadores de desempenho, como a produtividade.

4.1.3 Cronometragem das operações

Uma das possíveis causas para uma equipa estar abaixo dos *standards* da empresa e necessitar de intervenção externa é ter um balanceamento de linha desajustado. Assim, de modo a perceber se era necessário elaborar um novo balanceamento, foram cronometrados os tempos de cada operação do processo. Por conseguinte, foram realizadas seis cronometragens para cada operação de costura, em ambos os turnos de cada equipa. Os respetivos resultados estão expostos no Anexo II – Cronometragem das operações de costura das equipas 41C e 55D.

Posteriormente, os valores foram inseridos num simulador de costura fornecido pela empresa, intitulado “Simulador Tempos de Costura”. Automaticamente, o simulador seleciona o segundo tempo mínimo de cada operação como valor a considerar para a equilibragem da linha. É selecionado o segundo tempo mínimo e não a média uma vez que o objetivo do balanceamento é potenciar a evolução da equipa, ademais o primeiro tempo mínimo pode ser um erro de observação. A soma de todos os segundos

tempos mínimos observados em cada operação diz respeito ao tempo que é necessário para elaborar uma peça (tempo/peça observado).

O simulador utilizado apresenta os tempos/peça padrão, considerados *standards* pela empresa até então, de cada equipa de costura. Para a equipa 41C, o tempo padrão dado pelo simulador é de 24,95 min/peça, enquanto para a equipa 55D, é de 25,92 min/peça. Tendo em conta os tempos observados, é possível realizar uma comparação entre ambos os tempos, tal como se pode observar na Tabela 3.

Tabela 3: Comparação entre tempo/peça dado pelo simulador e o tempo/peça observado

	41C 1º Turno	41C 2º Turno	55D 1º Turno	55D 2º Turno
Tempo/peça simulador (min)	24,95	24,95	25,92	25,92
Tempo/peça observado (min)	22,63	20,82	20,50	20,50
Oportunidade de melhoria	9%	17%	21%	21%

Através da análise da Tabela 3, verifica-se que os tempos observados são consideravelmente mais baixos que os tempos dados pelo simulador, existindo oportunidade de melhoria a variar entre os 9% e os 21%. Deste modo, pode concluir-se que os tempos das operações não estão atualizados e, por conseguinte, o balanceamento pode estar desajustado.

4.1.4 Balanceamento dos tempos observados

De forma a obter um diagnóstico mais conciso, foi elaborado um balanceamento dos tempos observados para ambas as equipas, e respetivos cálculos da produtividade e eficiência da linha.

Assim, na Figura 22 está presente o gráfico do balanceamento dos tempos observados no primeiro turno da equipa 41C.

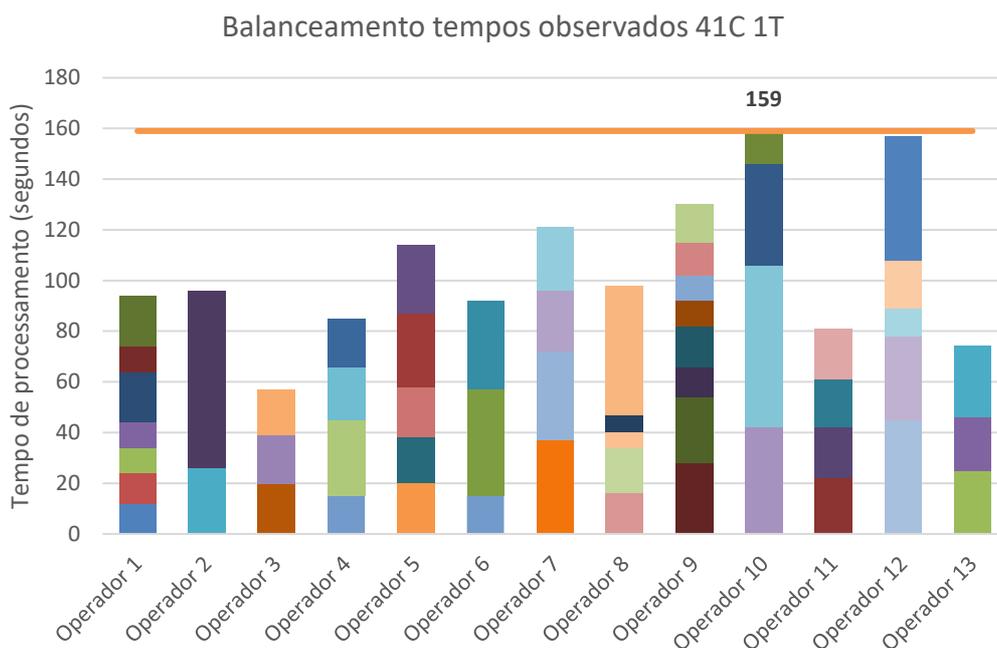


Figura 22: Gráfico do balanceamento dos tempos observados no 1º turno da equipa 41C

No gráfico acima, estão representadas as operações que cada operador executa tendo em conta as restrições físicas das operações e de acordo com a gama operatória da peça a elaborar por esta equipa, presente no Anexo III – Gama operatória da peça EF Ford Kuga ST-Cloth. Na Tabela 4 está presente a associação entre o operador da equipa e as operações que este realiza.

Tabela 4: Identificação das operações que cada operador da equipa 41C 1T realiza

Operador:	Operações que realiza:
Operador 1	Op. 1, Op. 2, Op. 3, Op. 4, Op. 7, Op. 8, Op. 9
Operador 2	Op. 5, Op.10
Operador 3	Op. 12, Op. 16, Op. 18
Operador 4	Op. 13, Op. 15, Op. 17, Op.19
Operador 5	Op. 6, Op. 11, Op. 14, Op. 20, Op. 22
Operador 6	Op. 13, Op. 21, Op. 23
Operador 7	Op. 24, Op. 25, Op.28, Op.29,
Operador 8	Op. 26, Op. 27, Op. 30, Op. 31, Op. 42,
Operador 9	Op. 32, Op. 33, Op. 34, Op. 35, Op.36, Op. 37, Op. 38, Op. 39
Operador 10	Op. 40, Op. 41, Op. 43, Op. 45,
Operador 11	Op. 44, Op. 46, Op. 47, Op. 50
Operador 12	Op. 49, Op. 52, Op.53, Op. 54, Op. 55
Operador 13	Op. 57, Op.58, Op.59

Através da observação do gráfico anterior, pode verificar-se que o operador que tem mais carga de trabalho é o operador 10, com 159 segundos de tempo de processamento. Como no processo de costura, todas as operações são manuais, pode considerar-se que o tempo de processamento é igual ao

tempo de ciclo. Dado que o tempo de ciclo da linha ($T_{C, Linha}$) é ditado pela estação de trabalho (WS) com maior tempo de ciclo, o tempo de ciclo da linha em análise é de 159 segundos.

Assim, é plausível assumir que a taxa de produção da linha ($Tx_{P, Linha}$) referida é de 22,64 peças/hora, uma vez que a taxa de produção de uma linha produtiva é o inverso do tempo de ciclo da mesma.

Deste modo, é possível calcular a produtividade esperada da linha (Pr_{Linha}) para uma quantidade de mão de obra (n) de 13 operadores, sendo dada por:

$$Pr_{Linha} = \frac{Tx_{P, Linha}}{n} = \frac{22,64}{13} = 1,74 \text{ peças/hora.homem} \quad (7)$$

Mediante a Eq.(7), verifica-se que a produtividade esperada da linha em estudo é de 1,74 peças/hora.homem, ou seja, seria de esperar que, a cada hora, um operário produzisse 1,74 peças.

Além destes indicadores, é importante realizar o cálculo da eficiência da linha (E) para avaliar o quão próximos uns dos outros estão os tempos de ciclo das estações de trabalho ($T_{C,i}$) dessa linha. Sabendo que a cada operador corresponde um posto de trabalho, esta linha é composta por 13 estações de trabalho. E a eficiência é dada pela Eq.(8):

$$\begin{aligned} \text{Eficiência da linha (E)} &= \frac{\sum_{i=1}^{n_{WS}} T_{C,i}}{n_{WS} \times T_{C, Linha}} \\ &= \frac{94 + 96 + 57 + 85 + 114 + 92 + 121 + 98 + 130 + 159 + 81 + 157 + 74}{13 \times 159} \quad (8) \\ &= 65,7\% \end{aligned}$$

Uma vez que os operadores são recursos valiosos e dispendiosos, faz sentido considerar um indicador relacionado com o uso da mão de obra, como é o exemplo da taxa de utilização da mão de obra (Tx_{UDMO}). Todavia, neste caso em particular, como todas as operações são manuais e o número de postos de trabalho corresponde ao número de operadores, a Tx_{UDMO} é igual à eficiência da linha, tal como se pode ver pela Eq.(9):

$$\begin{aligned} Tx_{UDMO} &= \frac{\sum_{i=1}^n T_{op,i}}{n \times T_{C, Linha}} \\ &= \frac{94 + 96 + 57 + 85 + 114 + 92 + 121 + 98 + 130 + 159 + 81 + 157 + 74}{13 \times 159} \quad (9) \\ &= 65,7\% \end{aligned}$$

Logo, para a linha de produção representada na Figura 22, tem-se que os operadores usam, em média, apenas 65,7% do seu tempo em operações sobre o produto.

De forma análoga à anterior, foi elaborado o mesmo estudo para o segundo turno da equipa de costura 41C. Posto isto, na Figura 23 está exposto o gráfico relativo ao balanceamento dos tempos observados no segundo turno da equipa 41C.

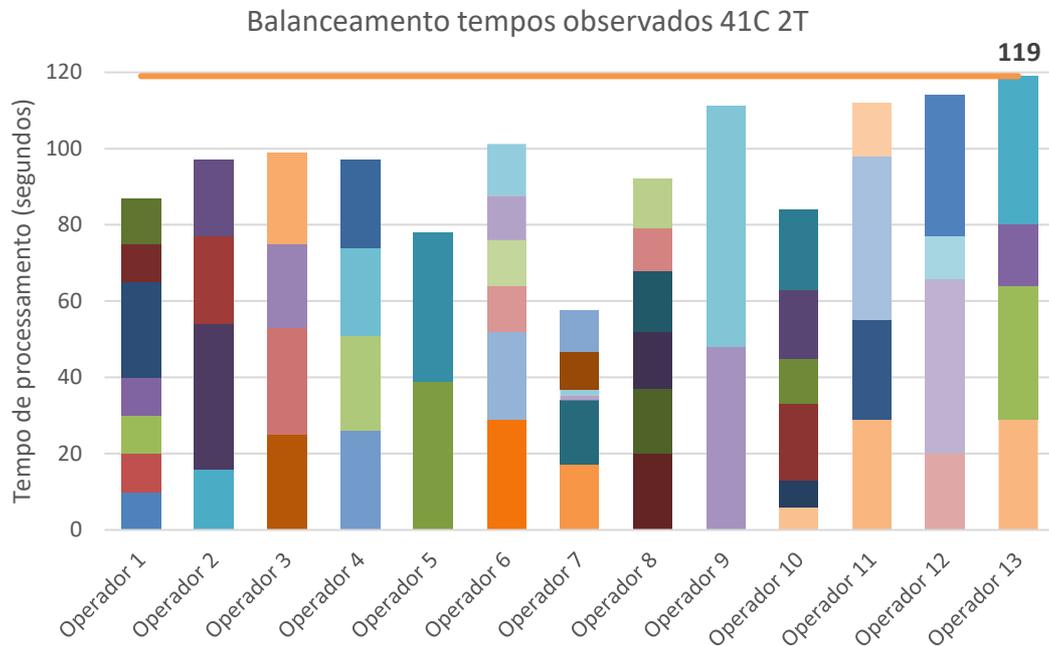


Figura 23: Gráfico do balanceamento dos tempos observados no 2º turno da equipa 41C

As operações (Op.) que cada operador realiza estão representadas na Tabela 5 e a sua descrição está presente no Anexo III – Gama operatória da peça EF Ford Kuga ST-Cloth.

Tabela 5: Identificação das operações que cada operador da equipa 41C 2T realiza

Operador:	Operações que realiza:
Operador 1	Op. 1, Op. 2, Op. 3, Op. 4, Op. 7, Op. 8, Op. 9
Operador 2	Op. 5, Op.10, Op. 20, Op. 22
Operador 3	Op. 12, Op. 14, Op. 16, Op. 18
Operador 4	Op. 13, Op. 15, Op. 17, Op.19
Operador 5	Op. 21, Op. 23
Operador 6	Op. 24, Op. 25, Op. 26, Op. 27, Op. 28 (50%), Op. 29 (50%)
Operador 7	Op. 6, Op. 11, Op.28 (50%), Op.29 (50%), Op. 36, Op. 37
Operador 8	Op. 32, Op. 33, Op. 34, Op. 35, Op. 38, Op. 39
Operador 9	Op. 40, Op. 41
Operador 10	Op. 30, Op. 31, Op. 44, Op. 45, Op. 46, Op. 47
Operador 11	Op. 42, Op. 43, Op. 49, Op. 54
Operador 12	Op. 50, Op. 52, Op.53, Op. 55
Operador 13	Op. 57, Op.58, Op.59

Consequentemente, pela análise da Figura 23, verifica-se que o tempo de ciclo da linha é ditado pelo operador 13 e equivale a 119 segundos (bastante inferior ao tempo observado no 1º turno). No que

concerne à taxa de produção da linha, esta ronda as 30 peças/hora, já a produtividade esperada é de 2,33 peças/hora.homem.

Relativamente à eficiência da linha, esta equivale a 81%, o que significa que os postos de trabalho estão bastante mais equilibrados comparativamente com o 1º turno desta equipa. Por conseguinte, a taxa de utilização da mão de obra também corresponde a 81%.

No que diz respeito à equipa 55D, encarregue de elaborar peças EF para a variante *Vignale* do modelo *Ford Kuga*, os segundos tempos mínimos de cada operação medidos em ambos os turnos foram equivalentes. Por essa razão, apenas se elaborou um balanceamento de tempos observados, representando os dois turnos da equipa. Assim, o balanceamento referido está presente na Figura 24.

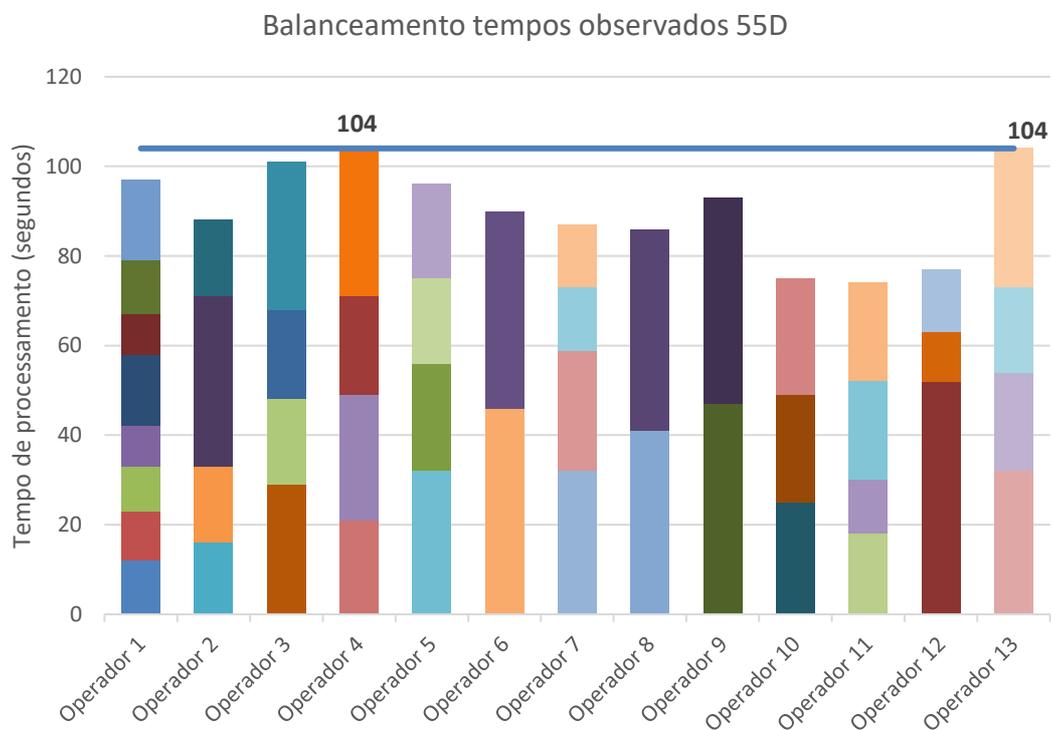


Figura 24: Gráfico do balanceamento dos tempos observados na equipa 55D

As operações (Op.) que cada operador realiza estão representadas na Tabela 6 e a sua descrição (gama operatória) está presente no Anexo IV – Gama operatória da peça EF Ford Kuga Vignale.

Tabela 6: Identificação das operações que cada operador da equipa 55D realiza

Operador:	Operações que realiza:
Operador 1	Op. 1, Op. 2, Op. 3, Op. 4, Op. 7, Op. 8, Op. 9, Op. 13
Operador 2	Op. 5, Op. 6, Op. 10, Op. 11
Operador 3	Op. 12, Op. 15, Op. 19, Op. 23
Operador 4	Op. 14, Op. 16, Op. 20, Op. 24
Operador 5	Op. 17, Op. 21, Op. 27, Op. 28
Operador 6	Op. 18, Op. 22

Operador 7	Op. 25, Op. 26, Op.29, Op.30
Operador 8	Op. 37, Op. 46
Operador 9	Op. 33, Op. 34
Operador 10	Op. 35, Op. 36, Op. 38
Operador 11	Op. 39, Op. 40, Op. 41, Op. 42
Operador 12	Op. 44, Op. 48, Op.49
Operador 13	Op. 50, Op.52, Op.53, Op. 54

Através da análise da Figura 24 e com recurso às equações em cima declaradas, é possível calcular os indicadores de desempenho da linha de produção da equipa 55D. Estes encontram-se expostos na Tabela 7, juntamente com os restantes indicadores das outras equipas, já calculados.

Tabela 7: Comparação dos indicadores de desempenho das linhas de costura das equipas 41C e 55D

	41 C 1º Turno	41C 2º Turno	55D (1º e 2º Turno)
Tempo de ciclo da linha, $T_{C,Linha}$ (segundos)	159	119	104
Taxa de produção da linha, $Tx_{P,Linha}$ (peças/hora)	22, 64	30,25	34,62
Produtividade esperada da linha, Pr_{Linha} (peças/hora.homem)	1,74	2,33	2,66
Eficiência da linha, E (%)	65,7%	81%	87%

Mediante a análise da Tabela 7, constata-se que à medida que o tempo de ciclo da linha diminui, ou seja, à medida que a linha consegue entregar uma peça mais rapidamente, todos os outros indicadores melhoram instantaneamente. Realça-se que, embora a eficiência da linha tenha valores razoavelmente bons (principalmente na 41C 2T e 55D), ainda existe margem para melhoria, logo os balanceamentos podem ser reajustados.

4.2 Bordados *premium*

Outro processo alvo de estudo deste projeto diz respeito dos bordados de peças *premium*, assim designados por bordar o logótipo de marcas de luxo através de uma máquina semiautomática de bordados, tal como se pode observar na Figura 25. Este processo representa uma das operações auxiliares de couro e está situado em Joane I.



Figura 25: Bordado do logótipo da *Aston Martin*

Neste posto existe geralmente um operador por turno, durante os três turnos de trabalho. As funções do operador passam por realizar a leitura da OF a ser trabalhada em sistema, e recolher as informações do livro de campo relativas às instruções de trabalho a seguir, com o objetivo de finalizar o bordado pretendido.

Este posto de trabalho foi sinalizado devido à existência de um número significativo de peças não conformes que dele resultavam. Desta forma, foi efetuada uma análise ao número de peças NOK presentes neste processo, que pode ser observada na Figura 26.

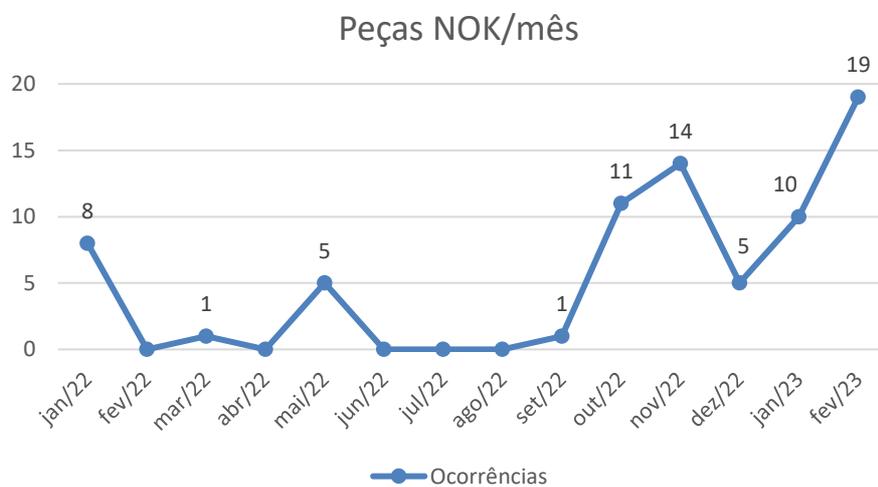


Figura 26: Gráfico relativo ao número de peças NOK por mês nos bordados *premium*

Pela análise do gráfico, consta-se que desde janeiro de 2022 até fevereiro de 2023 houve 74 peças não conformes referentes a IB's presentes em estofos para carros *Lamborghini* (LB) e *Aston Martin* (AS). Tendo em conta que neste espaço de tempo se bordaram cerca de 48 813 peças, 74 peças parece um número razoavelmente bom. Contudo, e de acordo com a metodologia Seis Sigma, foi calculado o número de defeitos por milhão (PPM), como mostra a Eq.(10).

$$PPM = \frac{N^{\circ} \text{ de defeitos}}{\text{Quantidade inspecionada}} \times 10^6 = \frac{74}{48\ 813} \times 10^6 = 1515 \text{ PPM} \quad (10)$$

Os cálculos efetuados revelam que este processo apresenta 1515 defeitos por milhão, o que está bastante abaixo do nível 6σ que, a longo prazo, equivale a 3,4 PPM, ou uma percentagem de produtos conformes na ordem dos 99,999660%.

Além disso, estas peças são monetariamente muito valiosas, uma vez que se trata de marcas de luxo prestigiadas, e por isso é deveras importante reduzir ao máximo o número de peças defeituosas. Informações adicionais acerca da ocorrência destes defeitos estão presentes no Anexo V – Informação adicional sobre as peças NOK dos bordados *premium*.

Em conjunto com os operadores, percebeu-se que o motivo de haver peças NOK advinha de dois fatores:

1. A linha da costura decorativa efetuada não correspondia com a pretendida;
2. A peça não continha todos os bordados necessários.

Relativamente ao problema número 1, o que acontece na prática é que o operador lê a informação do livro de campo relativa à linha a ser usada, desloca-se até ao armário de cones, pega no cone de linha que lhe parece mais adequado e utiliza-o no bordado. Embora o operador já seja experiente no que toca às linhas a utilizar, existe claramente margem para erros, uma vez que o número e a diversidade de cores das linhas dos cones são elevados.

No que diz respeito ao problema número 2, a informação relativa à quantidade de bordados que uma peça necessita também está presente no livro de campo, contudo este problema acontece por mero esquecimento ou distração por parte dos operadores.

Outro dos problemas encontrados reside no facto de não haver revista neste processo, a revista apenas acontece no processo seguinte, como mostra o fluxograma presente na Figura 27.

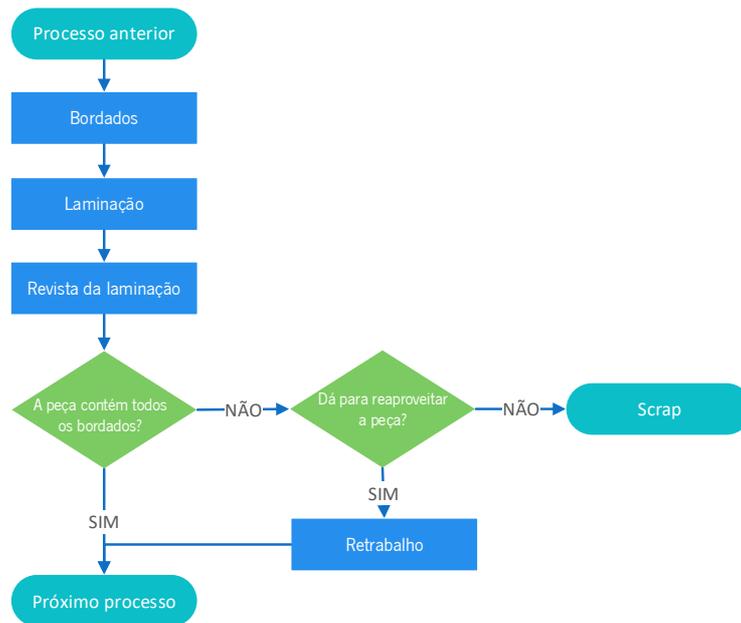


Figura 27: Fluxograma referente aos bordados *premium*

4.3 Costura semiautomática

De forma a melhorar o desempenho global da empresa, outro dos processos no qual incidiu este estudo diz respeito à costura semiautomática de capas de assentos nas máquinas KSL, uma operação auxiliar de couro.

4.3.1 Descrição do posto de trabalho

Na Coindu S.A., as cinco máquinas de costura semiautomática KSL localizam-se em Joane II e estão dispostas de acordo com a Figura 28. Cada posto de trabalho inclui uma KSL, uma mesa de preparação, um local para o *output* do posto, um computador e uma impressora de etiquetas.

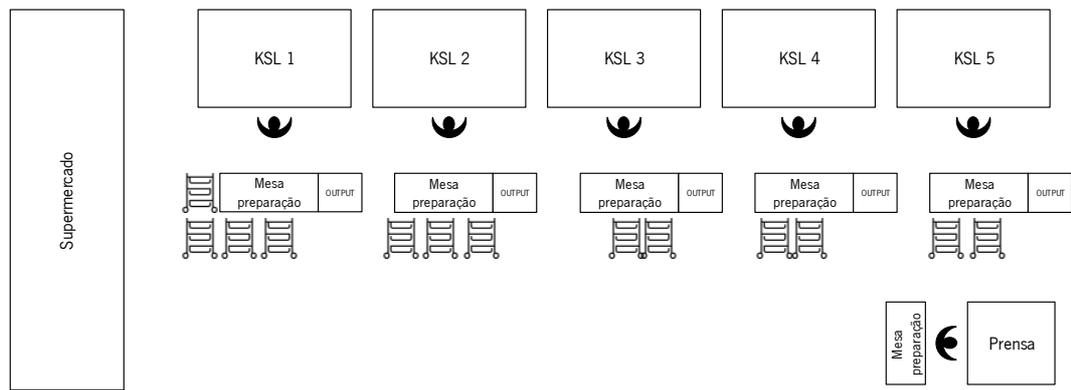


Figura 28: *Layout* dos postos de trabalho que abrangem as máquinas KSL

Como mencionado na secção 3.3.4, estas máquinas são responsáveis por efetuar costuras decorativas em peças de couro onde a agulha da máquina se desloca ao longo de dois bastidores (moldes) fixos.

A cada máquina está alocado um operador, que está encarregue de colocar a peça dentro do bastidor da máquina, trancar o bastidor (para que a peça não saia do sítio), retirar a peça aquando da conclusão da costura e executar uma inspeção à peça.

Muitas das imagens de base em couro a ser trabalhadas necessitam de uma IB em espuma para dar resistência à peça. Nesses casos, o operador deve colocar a imagem de base em espuma e em couro dentro do bastidor, e a KSL encarrega-se das costuras que unem as duas imagens de base.

A KSL tem potencial para estar sempre em funcionamento, uma vez que possui dois bastidores que são trabalhados independentemente, ou seja, a máquina pode estar a costurar um bastidor enquanto o operador prepara o outro bastidor para ser costurado, e assim sucessivamente.

Relativamente ao fluxo da peça a ser trabalhada neste posto, este está representado na Figura 29.

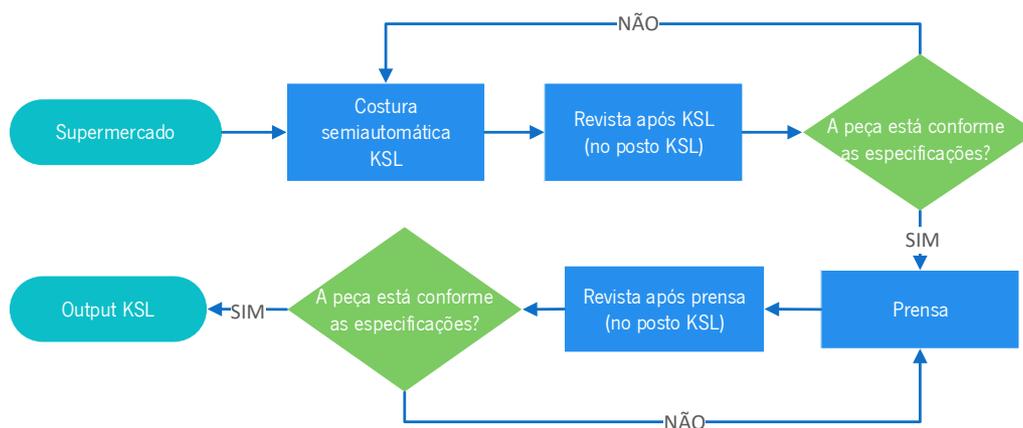


Figura 29: Fluxograma das peças costuradas na KSL

Como se pode observar pela Figura 29, a peça sofre alguns transportes até sair do posto KSL. Assim, e de forma a perceber se estes transportes causam entropia no processo, recorreu-se à elaboração de uma Análise Multi Momento (AMM).

Ademais, também se verificou que o posto de trabalho estava desorganizado, com peças a ser trabalhadas e peças já trabalhadas no mesmo espaço e com caixas fora do sítio, como mostra a Figura 30.



Figura 30: Posto de trabalho KSL desorganizado

4.3.2 Análise Multi Momento

A elaboração de uma Análise Multi Momento (AMM) tem como objetivo medir qual a proporção de tempo despendida pelos cinco operadores, alocados aos postos KSL, nas diversas categorias de atividades. As categorias das atividades medidas estão explicadas na Tabela 8.

Tabela 8: Descrição das categorias das atividades medidas na AMM aos postos KSL

Categoria da atividade	Definição	Exemplos
Atividade de Valor Acrescentado	Todas as operações que o cliente está disposto a pagar	Colocar e retirar peça do bastidor da KSL
Movimentações	Movimentações de pessoas, informação e documentação	Operador move-se entre postos; move-se para ir buscar cones de linhas; limpar local de trabalho
Transportes	Transporte de materiais	Operador move-se com peça na mão entre postos
Esperas	Tempo em que o operador está à espera	Falar com outros operadores; espera pelo final da costura
Ausente	Ausência do trabalhador no seu local de trabalho	Operador chamado a outro posto
Processo	Atividades que não são valor para o cliente, mas são necessárias devido à forma como o processo está estruturado com as suas limitações atuais	Cortar linhas da IB após costura semiautomática; tirar filme das peças; colocar filme nas peças; imprimir etiquetas; pistolar peça no bastidor; contar peças
Tarefas Logísticas	Tarefas destinadas aos operadores logísticos	Transporte de material desde KSL até a prensa; recolha de material da prensa e transporte até

		KSL; organização de carrinhos/caixas no posto KSL; deslocação até ao supermercado para recolha de material a trabalhar; procurar IB's a trabalhar nos carrinhos espalhados pelo posto; reposição de <i>stock</i> de cones de linhas no local de armazenamento; deslocação até <i>racks</i> armazenamento de perfis, recolha dos mesmos e regresso à KSL; colocar <i>output</i> no carrinho fora do PT; transporte peças até costura manual
Setup	Tarefas de <i>setup</i> da máquina	Programar costura no computador; trocar canelas da KSL; trocar bastidores
Revista	Inspeção à peça	Cortar linhas desnecessárias; carimbar peça

Assim, para um nível de confiança de 95%, foram necessárias 384 observações aos postos de trabalho das cinco máquinas KSL. Estas observações foram realizadas ao longo de três dias, com três turnos de trabalho cada. Desta forma, as observações às categorias de atividades definidas estão expostas na Tabela 9, e foram divididas tendo em conta o funcionamento da máquina.

Tabela 9: Análise Multi Momento aos postos KSL

Categoria da atividade	Máquina a funcionar	Máquina parada	TOTAL	TOTAL %
Movimentos	16	1	17	4%
Transportes	6	0	6	2%
Esperas	40	3	43	11%
Atividade de valor acrescentado	58	39	97	25%
Ausente	8	10	18	5%
Processo	86	25	111	29%
Setup	10	8	18	5%
Revista	30	4	34	9%
Tarefas Logísticas	26	14	40	10%
TOTAL	280	104	384	
TOTAL %	73%	27%		

De modo a tornar a análise mais visual, foram elaborados os seguintes gráficos, presentes na Figura 31.

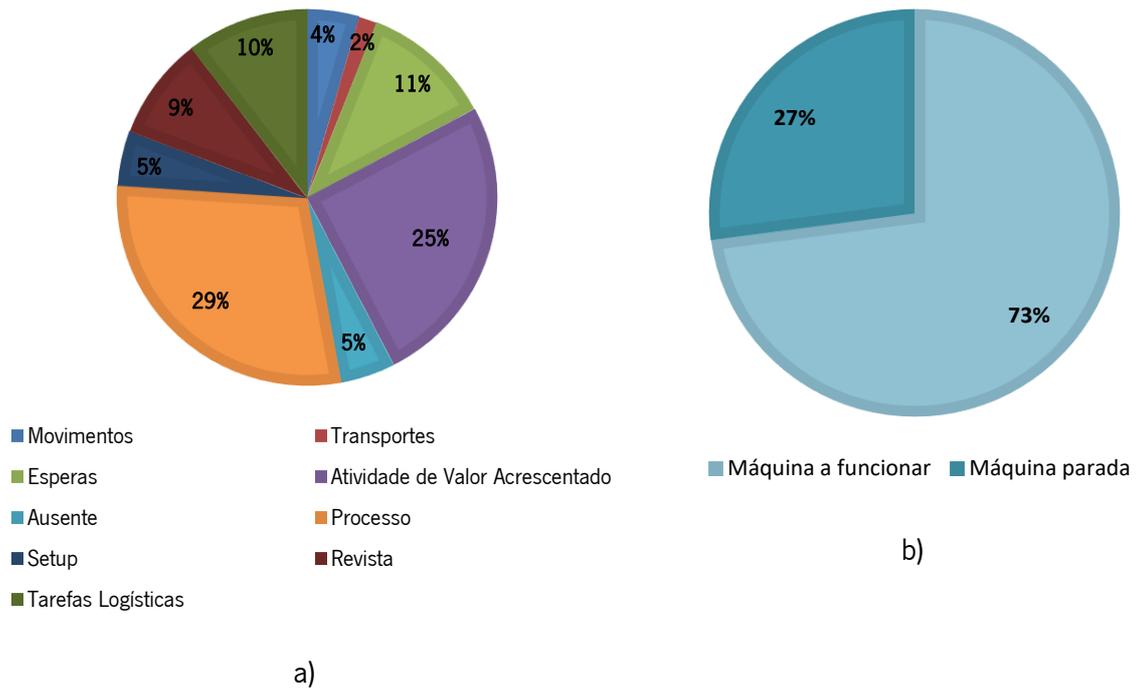


Figura 31: Gráficos referentes à Análise Multi Momento aos postos KSL:
a) Percentagem de tempo despendido nas categorias das atividades definidas;
b) Percentagem de tempo laborado com a máquina a funcionar e com a máquina parada

Pela análise da Tabela 9 e da Figura 31, constata-se que a atividade que mais ocupa os operadores são as atividades de processo, representando 29% do tempo trabalhado. Seguidamente, os operadores estão a acrescentar valor em 25% do tempo, 11% do tempo é gasto em esperas, 10% do tempo em tarefas logísticas e em 9% do tempo os operadores estão a efetuar a revista à peça. Para além disso, em 27% do tempo, os operadores realizam tarefas com a máquina parada.

Os resultados obtidos mostram que estes postos de trabalho podem sofrer melhorias, nomeadamente a diminuição das atividades de processo e esperas, a retirada da execução de tarefas logísticas, e a formação dos operadores para que, idealmente, a máquina KSL nunca pare de costurar.

4.3.3 Circuito logístico

Uma vez que, com a AMM, se constatou que os operadores alocados às KSL realizavam tarefas logísticas em 10% do tempo, é importante perceber como está estruturado o circuito logístico destes postos de trabalho.

Desta forma, para o abastecimento de semiacabados (SA), verificou-se que este é feito manualmente pelo operador logístico, não cumpre qualquer periodicidade e a quantidade abastecida é variável. As operações incumbidas ao operador logístico são as seguintes:

1. Recolher um carrinho vazio de um dos postos KSL;
2. No computador: analisar sequenciamento, entrar no menu abastecimento e posicionar-se em cada OF;
3. Anotar manualmente a localização dos *kits* de couro e espuma no supermercado;
4. Recolher os *kits* e abastecer as caixas do carrinho;
5. No computador: fazer associação dos *kits* a cada OF;
6. Colocar carrinho cheio junto do posto KSL a abastecer.

Comparando as operações descritas anteriormente com as tarefas logísticas realizadas pelos operadores alocados às KSL, é possível detetar que o circuito logístico efetuado não está a satisfazer todas as necessidades do posto KSL.

Contudo, e de modo a concluir a análise ao circuito logístico efetuado até ao momento, foi calculado o tempo despendido neste abastecimento, com recurso a uma ferramenta fornecida pela empresa, que se intitula “MILK RUN LOOP” e pode ser visitada no Anexo VI – Milk Run Loop do abastecimento SA.

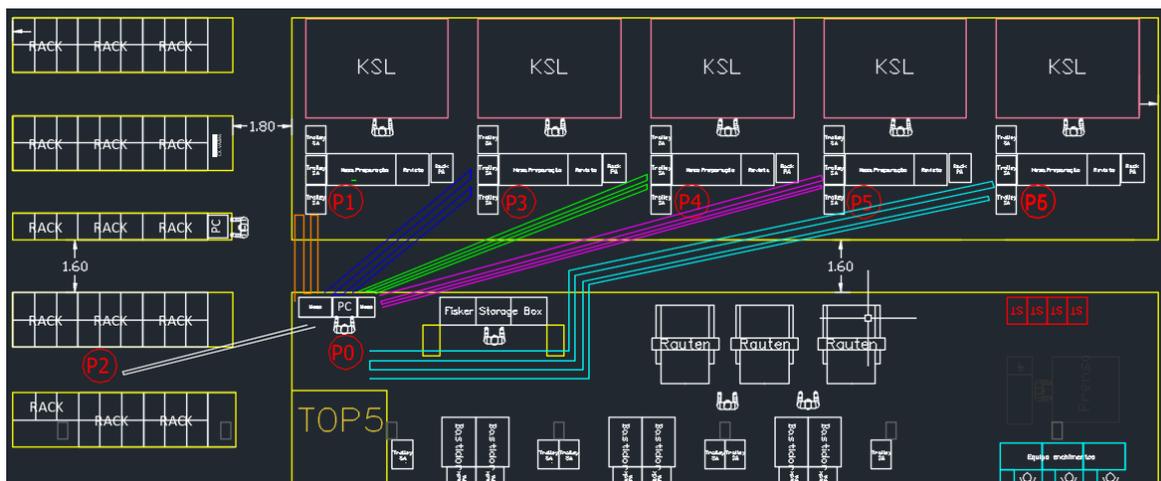


Figura 32: Rota efetuada pelo operador logístico no abastecimento SA aos postos de trabalho KSL

Com auxílio da ferramenta mencionada anteriormente, e tendo em conta a rota representada na Figura 32, foi exequível calcular a distância percorrida e o tempo gasto pelo operador logístico para abastecer os cinco postos KSL de produto semiacabado de acordo com o circuito logístico montado. Considerando que o abastecimento a cada posto constitui um *loop*, na Tabela 10 estão expostos os parâmetros calculados.

Tabela 10: Distância percorrida e tempo despendido no abastecimento de SA atual por *Loop*

	Tempo (min)	Distância percorrida (metros)
<i>LOOP</i> 1: Abastecimento KSL 1	6,1	20,4
<i>LOOP</i> 2: Abastecimento KSL 2	6,1	20,4
<i>LOOP</i> 3: Abastecimento KSL 3	6,2	30,4
<i>LOOP</i> 4: Abastecimento KSL 4	6,4	40,4
<i>LOOP</i> 5: Abastecimento KSL 5	6,5	45,4
TOTAL	31,2	157
Média/LOOP	6,3	31,4

Relativamente ao circuito logístico referente à recolha de produto acabado (PA) do posto, este é efetuado pelo comboio logístico e tem um ciclo de 30 minutos, correspondente a 16 *loops*/turno.

4.4 Corte de tecidos

Este subcapítulo é referente ao estudo da secção de corte de tecidos, presente em Joane II. Esta secção é composta por 7 máquinas de corte automáticas designadas por *Lectras*, que estão encarregues de cortar os planos estendidos em peças necessárias à elaboração das capas de assento automóvel. Assim, antes de ser cortado, o material é estendido por camadas numa mesa, de forma semiautomática, de acordo com um plano de estendimento. Como este processo ainda depende muito dos operadores, vai ser um dos alvos de estudo deste subcapítulo. Para além disso, também vai ser estudado o circuito logístico referente ao abastecimento de rolos de tecido atrás das *Lectras*.

A secção descrita encontra-se representada na Figura 33.

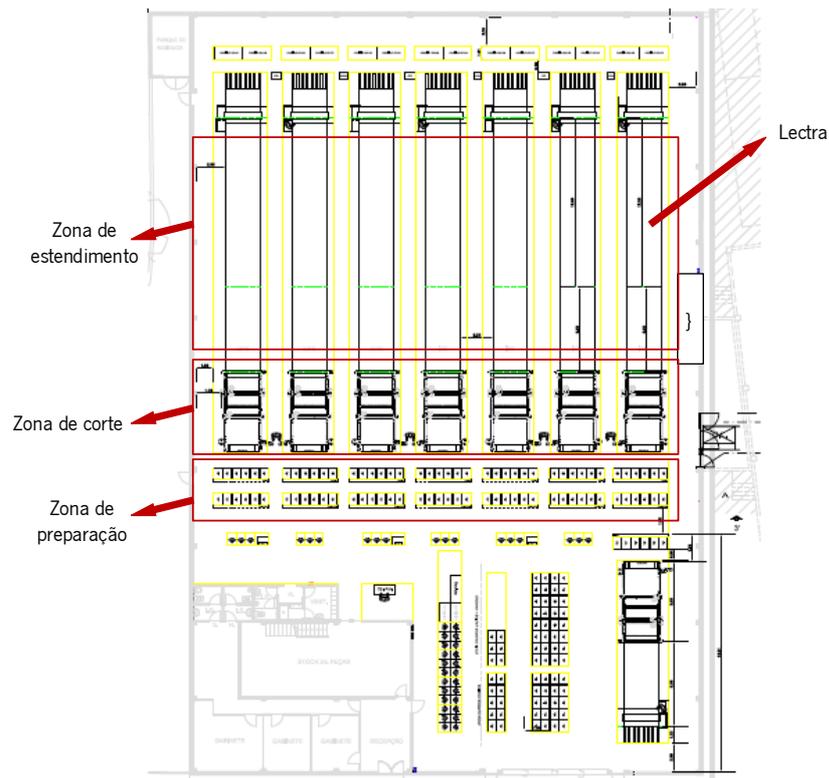


Figura 33: *Layout* da secção de corte de tecidos e outros materiais

4.4.1 Descrição das tarefas do estendedor

Como o próprio nome indica, um estendedor é o operador que está encarregue de estender o material por camadas numa mesa de preparação presente na zona de estendimento, para posteriormente sofrer o corte em peças mais pequenas. Primeiramente, este processo incumbe o estendedor de analisar o planeamento em sistema dos planos a estender. O planeamento tem informações importantes para o operador acerca do tipo de material a ser estendido, do comprimento da camada, do número de camadas necessárias, e do comprimento total que o plano deve ter. De seguida, o operador deve colocar o rolo de matéria-prima na máquina, ajustar o rolo, inserir o parâmetro “comprimento da camada” na máquina, e estender o número de camadas requeridas. Para isso acontecer, o operador deve posicionar-se no local de apoio e ordenar a movimentação da máquina para a frente e para trás, movendo-se juntamente com esta. A máquina efetua o corte do material quando este completa o comprimento da camada inserido, contudo cabe ao operador confirmar se este comprimento é o correto, uma vez que o corte CNC da máquina não é exato (basta confirmar a 1ª camada). Além disso, o operador deve garantir que as camadas estão bem estendidas e que não existem defeitos no material. Se o operador observar algum defeito, é obrigado a parar a máquina e a assinalar o defeito com fita cola branca.

Este processo está representado sob a forma de fluxograma no Anexo VII – Fluxograma do processo de estender camadas de tecidos e outros materiais.

4.4.2 Análise Multi Momento

Em Joane II, existem quatro estendedores em cada um dos três turnos de trabalho. De modo a perceber qual a proporção de tempo gasto por estes operadores nas diversas categorias de atividades, recorreu-se à elaboração de uma Análise Multi Momento (AMM). As categorias das atividades medidas encontram-se explicadas na Tabela 11.

Tabela 11: Descrição das categorias das atividades medidas na AMM aos estendedores

Categoria da atividade	Definição	Exemplos
Atividade de Valor Acrescentado	Todas as operações que o cliente está disposto a pagar	Estender de camadas sucessivas de material na mesa de estendimento
Movimentações	Movimentações de pessoas, informação e documentação	Movimentações do operador no posto de trabalho
Transportes	Transporte de materiais	Transporte de rolos, plásticos e folhas de acompanhamento; transporte de planos de uma máquina para outra; transporte do papel de vácuo ao longo da passadeira
Esperas	Tempo em que o operador está à espera	Espera por falta de espaço na mesa para estender; espera por falta de material para estender; espera pela impressão das folhas de acompanhamento
Ausente	Ausência do trabalhador no seu local de trabalho	Pausas
Processo	Atividades que não são valor para o cliente, mas são necessárias devido à forma como o processo está estruturado com as suas limitações atuais.	Análise do planeamento do estendimento no computador (em <i>GestTec</i>); introdução de parâmetros na máquina; impressão das folhas de acompanhamento; medição da 1ª camada do plano; Introdução de parâmetros na máquina; sinalização de fim de rolo (fita amarela); carregar elevador com material; Sinalização de defeitos (fita branca); medição da última camada incompleta; confirmação do nº camadas; tirar filme dos rolos; colocar filme nos rolos sobrantes; ajeitar camadas estendidas
Tarefas Logísticas	Tarefas destinadas aos operadores logísticos	Deslocamento e abastecimento do posto de trabalho com rolos de material (tecidos e papel de vácuo)

Desta forma, para um nível de confiança de 95%, foram necessárias 384 observações aos postos de trabalho dos quatro estendedores. Estas observações foram realizadas ao longo de três dias, com três turnos de trabalho cada. Como resultado, as observações às categorias de atividades definidas estão expostas na Tabela 12.

Tabela 12: Análise Multi Momento aos estendedores

Categoria da atividade	Nº observações	% de observações
Atividade de valor acrescentado	85	22%
Movimentações	69	18%
Transportes	43	11%
Esperas	55	14%
Ausente	9	2%
Processo	85	22%
Tarefas Logísticas	38	10%
TOTAL	384	100%

De modo a tornar a análise mais visual, elaborou-se o seguinte gráfico, presente na Figura 34.

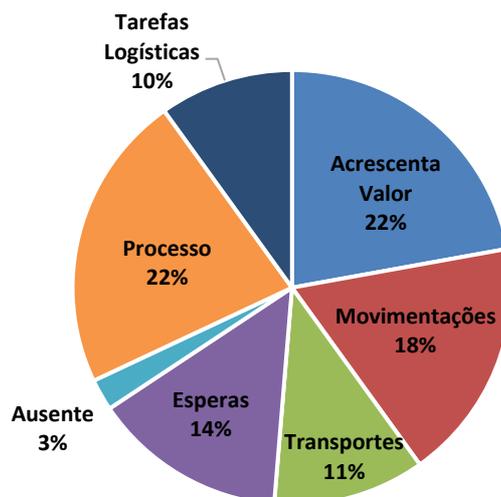


Figura 34: Gráfico circular referente à AMM efetuada aos estendedores

Pela análise na Tabela 12 e da Figura 34, constata-se que os operadores despendem a mesma proporção de tempo em atividades de processo e de valor acrescentado, representando 22% do tempo cada. De seguida, os estendedores realizam movimentações em 18% do seu tempo e encontram-se à espera em 14% do tempo. O transporte de materiais ocupa os operadores em 11% do tempo e a realização de tarefas logísticas ocupam 10%.

Os resultados obtidos mostram que os estendedores realizam tarefas que não estão no seu descritivo de funções, como é o caso das tarefas logísticas, logo existe oportunidade de melhoria neste processo.

É importante salientar que durante as observações efetuadas aos estendedores, foi possível detetar que nem todos realizavam as mesmas tarefas, ou pela mesma ordem, havendo claramente falta de *standards* de trabalho. Alguns dos problemas encontrados estão expostos na Tabela 13.

Tabela 13: Problemas encontrados no processo de estender camadas de tecido

Falta de <i>Standards</i> de Trabalho	Alguns operadores cortam planos sem papel de vácuo por baixo (importante para manter plano fixo à mesa no corte)
	Alguns operadores transportam planos de uma máquina para outra (máquina que estende não é a mesma que corta)
	Vários operadores não realizam medição da 1ª camada
	Vários operadores não realizam medição da(s) camada(s) incompleta(s) (importante para confirmar se o número de metros do fornecedor coincide com a realidade)
	Vários operadores juntam planos consoante material e número de camadas quando planos aparecem separados no planeamento

4.4.3 Cronometragem das operações

De modo a colmatar a falta de *standards* de trabalho encontrados e com o objetivo de estimar o tempo previsto que um determinado plano demora a ser estendido, foi sugerido pela empresa a criação de um simulador para o processo de estender. Até então, a empresa não tinha conhecimento de quanto tempo iria demorar a estender um certo plano.

Desta forma, começou-se por cronometrar as operações realizadas pelos estendedores, tendo sido realizadas 8 observações a cada operação. A cronometragem elaborada encontra-se no Anexo VIII – Cronometragem das operações do estendedor.

As operações medidas foram agrupadas por blocos para facilitar a sua medição e padronização. Para além disso, também foram classificadas tendo em conta a sua variabilidade, ou seja, se a operação não depende das características do plano (comprimento da camada, número de camadas e tipo de material) é considerada fixa, caso contrário considera-se variável.

Com a finalidade de criar um simulador para o cálculo do tempo previsto que um determinado plano demora a ser estendido, é importante calcular as velocidades inerentes a este processo. Assim, as velocidades foram obtidas através da divisão entre a distância percorrida e a média dos tempos observados em cada operação, e podem ser observadas na Tabela 14 juntamente com os restantes parâmetros descritos.

Tabela 14: Resumo da cronometragem elaborada às operações realizadas pelos estendedores

Bloco de operações	Operações	Tempos	Média dos tempos observados	Velocidade (m/s)
Início do plano	Analisar plano Comparar amostra padrão com material a ser trabalhado Picar rolo(s) de material a ser trabalhado Imprimir/picar folha de acompanhamento Inserir parâmetros na máquina	Fixo	161,00	–
Início do rolo	Tirar filme e colocar rolo no elevador Elevar rolo Descartar plásticos Baixar elevador Ajustar rolo Preparar rolo	Fixo	100,50	–
Preparação do estendimento	Deslocar máquina até ao rolo de papel de vácuo (velocidade de deslocamento da máquina)	Variável	11,88	0,84
	Estender papel de vácuo com máquina (velocidade de estendimento de papel de vácuo)	Variável	16,63	0,90
Estender tecido e outros materiais	Máquina desloca-se para a frente (velocidade de deslocamento da máquina)	Variável	16,63	0,84
	Segurar ponta da camada	Fixo	14,50	–
	Máquina desloca-se para trás (velocidade de estendimento de camadas)	Variável	25,63	0,55
	Máquina efetua corte da camada	Fixo	3,23	–
Fim da 1ª camada	Confirmar comprimento 1ª camada (velocidade de medição)	Variável	90,00	0,31
Fim do rolo	Ajustar e assinalar final do rolo (fita amarela)	Variável	35,63	–
	Medir última camada incompleta (velocidade medição)	Variável	22,38	0,31
	Deslocamento e remoção do rolo de papelão	Variável	23,00	–
Fim do plano	Devolver máquina e deslocar-se até ao rolo de papel	Variável	31,88	–
	Verificar e colocar folhas de acompanhamento + recolher/cortar papel de vácuo	Fixo	38,50	–
	Transportar plano para a frente (velocidade de deslocamento da passadeira)	Variável	24,50	0,17
	Recolher rolo sobranço + embrulho	Variável	38,50	–
Defeitos (quando existir)	Assinalar defeito (com fita branca)	Variável	44,6	–

Ressalva-se que a velocidade de estendimento de camadas é aquela que apresenta maior variação, uma vez que depende do material que está a ser estendido. Por conseguinte, os materiais foram organizados por categorias e cada categoria foi alvo de cronometragem por forma a saber qual a velocidade de estendimento de cada uma. Os resultados estão expostos na Tabela 15.

Tabela 15: Velocidade de estendimento de acordo com a categoria do material

Código da MP	Categoria do material	Velocidade de estendimento (m/s)
103,147,203	TNT/Telas	0,45
102	PVC	0,55
104	Alcantara	0,14
105	Tecidos	0,39
106,107,108	Espumas	0,37
117	Kufner	0,27
118	Alcatifas	0,46
152,157	Material Bolsa Bree	0,50
199	Espumas para embalar	0,30

4.4.4 Circuito logístico

Os resultados obtidos na Análise Multi Momento aos estendedores mostram que os estes realizam tarefas logísticas em 10% do seu tempo de trabalho, tarefas estas que abrangem o abastecimento de rolos de material ao posto. Deste modo, é importante perceber como está estruturado o circuito logístico atual de abastecimento de rolos.

Após observação das tarefas realizadas pelo operador logístico responsável por este abastecimento, percebeu-se que as operações efetuadas por este são as seguintes:

1. Observação e análise do planeamento de abastecimento no computador;
2. Deslocamento até monta cargas com carrinho de mão vazio;
3. Recolha de rolo(s) com carrinho de mão;
4. Deslocamento de carrinho de mão cheio desde monta cargas até zona de abastecimento da *Lectra* que necessita de abastecimento;
5. Colocação de rolo(s) junto da *Lectra* a abastecer;
6. Deslocamento desde a *Lectra* até ao posto de descanso (posto do computador).

É importante referir que o deslocamento de rolos com carrinho de mão limita o número de rolos transportados de cada vez a 1 ou 2 rolos, no máximo, devido às dimensões dos rolos e do carrinho em

questão. Visto que o transporte de 1 rolo de material de cada vez é o que acontece com mais frequência, a análise vai ser feita tendo isso em consideração.

A rota que reflete a sequência de operações descrita anteriormente encontra-se representada na Figura 35.

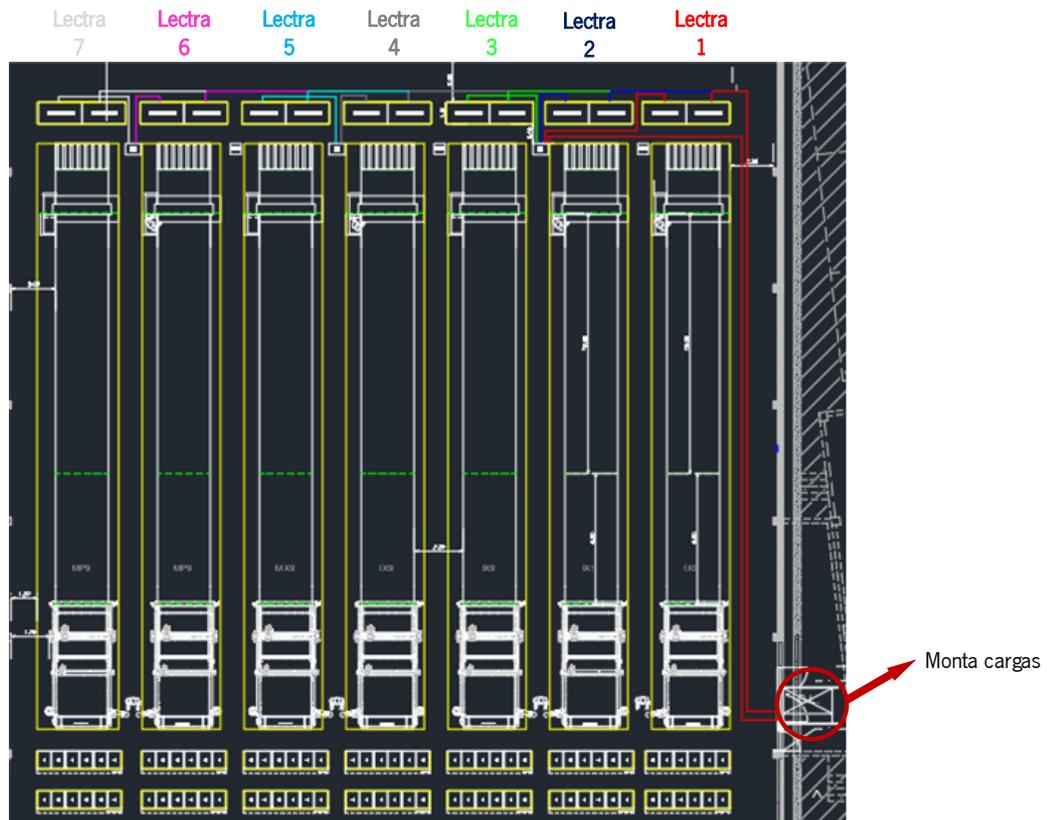


Figura 35: Rota efetuada pelo operador logístico para o abastecimento de rolos atrás das *Lectras*

De forma a perceber quanto tempo demora a efetuar a rota anteriormente representada, elaborou-se uma cronometragem, com 6 observações ao longo de 2 turnos de trabalho, às operações realizadas pelo operador logístico. As operações foram classificadas consoante o tipo de movimento: deslocação (D) ou operação manual (M). Caso se trate de um deslocamento, calcula-se a distância percorrida para posteriormente obter a velocidade de deslocamento, caso se trate de uma operação manual, utiliza-se a média dos tempos observados como tempo *standard* para realizar a operação em questão. O operador logístico está encarregue de abastecer as 7 máquinas *Lectra*, contudo na cronometragem presente na Tabela 16, apenas está representado o abastecimento à *Lectra 2*.

Tabela 16: Cronometragem efetuada às operações realizadas pelo operador logístico no abastecimento de rolos à *Lectra 2*

Nº	Operações:	Tipo de movimento	TO 1 (s)	TO 2 (s)	TO 3 (s)	TO 4 (s)	TO 5 (s)	TO 6 (s)	Média dos TO's (s)	Velocidade (m/s)
1	Observação do planeamento de abastecimento no computador	M	10	30	22	29	27	25	24	
2	Deslocamento até monta cargas	D	20	21	22	22	20	19	21	1,86
3	Recolha de rolo com carrinho de mão	M	8	6	5	6	19	10	9	
4	Deslocamento de carrinho de mão cheio desde monta cargas até zona de abastecimento da <i>Lectra 2</i>	D	32	26	30	27	29	31	29	1,23
5	Colocação de rolo junto da <i>Lectra 2</i>	M	5	3	4	5	4	3	4	
6	Deslocamento desde <i>Lectra 2</i> até posto de descanso	D	20	18	23	21	19	20	20	1,79
		Total (s)	95	104	106	110	118	108		
		Total (min)	1,58	1,73	1,77	1,83	1,97	1,80		

Pela análise da Tabela 16, percebe-se que o que varia são as operações com tipo de movimento D (deslocamento), uma vez que estas dependem da *Lectra* que o operador tem de abastecer. Assim, foram calculadas as distâncias percorridas para o abastecimento de cada *Lectra* e estas foram inseridas no simulador “MILK RUN LOOP” fornecido pela empresa, juntamente com os tempos *standard* das operações do tipo M. O simulador pode ser consultado no Anexo IX – Milk Run Loop do abastecimento de rolos de material atrás das Lectras. Este simulador considera a velocidade do homem igual a 1m/s, o que também confere alguma margem de erro que possa ter ocorrido nas cronometragens. Deste modo, os resultados obtidos no simulador estão expostos na Tabela 17.

Tabela 17: Distância percorrida e tempo despendido no abastecimento de rolos atrás das *Lectras* atual por *Loop*

	Tempo (min)	Distância percorrida (metros)
<i>Loop 1: Abastecimento Lectra 1</i>	1,95	78,5
<i>Loop 2: Abastecimento Lectra 2</i>	1,95	78,5
<i>Loop 3: Abastecimento Lectra 3</i>	2,07	85
<i>Loop 4: Abastecimento Lectra 4</i>	2,12	88,1
<i>Loop 5: Abastecimento Lectra 5</i>	2,23	94,9
<i>Loop 6: Abastecimento Lectra 6</i>	2,27	97,3
<i>Loop 7: Abastecimento Lectra 7</i>	2,37	103,6
TOTAL	14,95	625,9
Média/LOOP	2,14	89,4

Os resultados obtidos mostram que o tempo necessário para o abastecimento de 1 rolo atrás das *Lectras* é, em média, 2,14 minutos. O que significa que numa hora de trabalho, o operador tem tempo para abastecer cerca de 28 rolos ($\frac{60}{2,14}$).

Para o circuito descrito, a empresa tem alocado 1 operador por turno, em cada um dos três turnos de trabalho. Contudo, verificou-se que apenas o 1º turno disponha deste operador logístico, nos restantes turnos este encontrava-se de baixa médica. Portanto, o facto de os estendedores passarem 10% do seu tempo a realizar tarefas logísticas está explicado.

Não obstante, foi elaborado um diagrama de esparguete para perceber a incidência das movimentações efetuadas pelo operador logístico existente, representado na Figura 36.

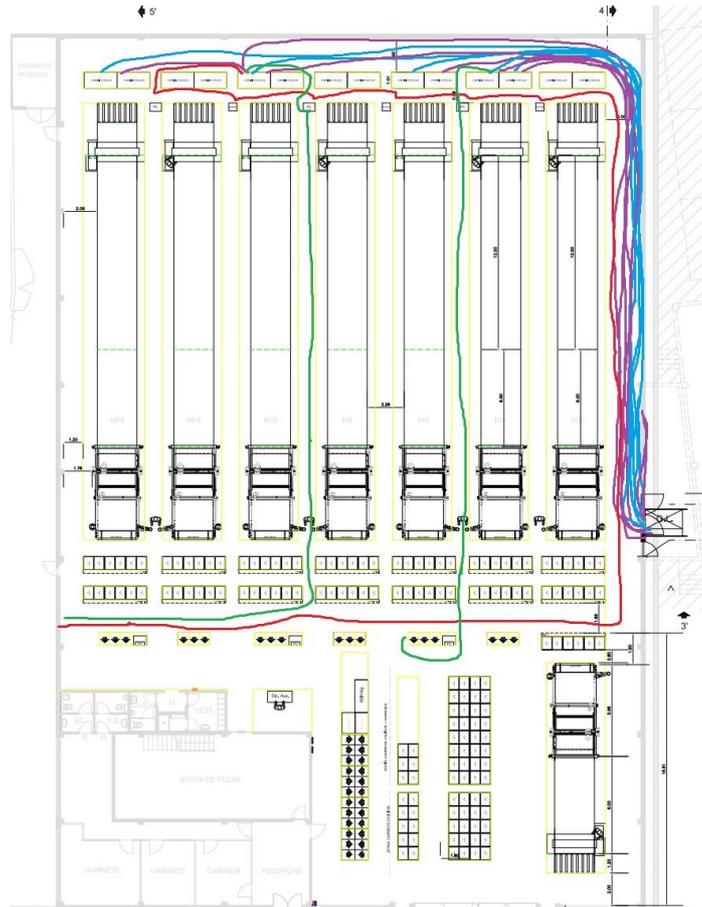


Figura 36: Diagrama de esparquite referente às movimentações do operador logístico do 1º turno

Na figura anterior, a linha vermelha traduz o transporte de rolos de papelão e plásticos, a linha roxa o transporte do carrinho de mão vazio, a linha azul o transporte de rolos de tecidos com carrinho de mão e a linha verde representa o deslocamento do operador.

Através da análise do diagrama de esparquite, verifica-se que a incidência das movimentações do operador logístico é claramente no abastecimento das máquinas *Lectra*, todavia este realiza outras operações durante o seu tempo de trabalho como é o caso da recolha dos rolos de papelão e plásticos descartados pelos estendedores e colocação dos mesmos no espaço para reciclagem.

De forma complementar, no Anexo X – Análise estatística à quantidade de rolos abastecidos está presente uma análise estatística à quantidade de rolos de material abastecidos nas máquinas *Lectra*, desde início de janeiro de 2023 até final de junho de 2023.

5. APRESENTAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE PROPOSTAS DE MELHORIA

5.1 Costura

5.1.1 Balanceamentos reajustados

Uma vez que os balanceamentos dos tempos observados das equipas 41C e 55D apresentavam margem de melhoria, decidiu elaborar-se um novo balanceamento de acordo com as necessidades das equipas. Primeiramente, é indispensável dimensionar o número de operadores ideal por equipa de forma que a linha esteja o mais equilibrada possível, conseguindo satisfazer a procura do cliente. Na prática, isso implicaria que o *takt time* e o tempo de ciclo da linha fossem iguais, de modo a produzir o produto à mesma cadência que o mercado ordena e satisfazer a produção puxada. Assim, igualando o *takt time*, Eq.(6), ao tempo de ciclo, Eq.(11), tem-se o número de operadores ideal, Eq.(12).

$$\text{Tempo de ciclo (TC)} = \frac{N^{\circ} \text{ turnos} \times \text{Tempo de turno}}{\frac{N^{\circ} \text{ operadores} \times \text{Tempo de turno}}{\text{Standard Time}}} \quad (11)$$

$$\begin{aligned} TT &= TC \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow \frac{N^{\circ} \text{ turnos} \times \text{Tempo de turno}}{\text{Procura}} &= \frac{N^{\circ} \text{ turnos} \times \text{Tempo de turno}}{\frac{N^{\circ} \text{ operadores} \times \text{Tempo de turno}}{\text{Standard Time}}} \\ \Leftrightarrow \frac{N^{\circ} \text{ operadores} \times \text{Tempo de turno}}{\text{Standard Time}} &= \frac{N^{\circ} \text{ turnos} \times \text{Tempo de turno}}{\frac{N^{\circ} \text{ turnos} \times \text{Tempo de turno}}{\text{Procura}}} \\ \Leftrightarrow \frac{N^{\circ} \text{ operadores} \times \text{Tempo de turno}}{\text{Standard Time}} &= \frac{N^{\circ} \text{ turnos} \times \text{Tempo de turno} \times \text{Procura}}{N^{\circ} \text{ turnos} \times \text{Tempo de turno}} \\ \Leftrightarrow N^{\circ} \text{ operadores} &= \frac{\text{Procura} \times \text{Standard Time}}{\text{Tempo de turno}} \end{aligned} \quad (12)$$

Assim, obteve-se a procura semanal através do EDI desde a semana 10 até à semana 19 de 2023 (estes dados estão contemplados no Anexo XI – Procura do modelo Ford Kuga). A partir destes dados, calculou-se a procura diária de todas as variantes da peça EF do modelo *Ford Kuga*, assim como a procura diária por equipa, tendo em conta a existência de 4 equipas a produzir EF. Seguidamente, obtiveram-se os tempos *standard* para a costura de uma peça, para todas as variantes do modelo em estudo.

É de realçar que foi feita uma média ponderada considerando a procura diária de cada variante e o tempo *standard* a ela associada, que retornou um tempo *standard* para os EF. Este valor corresponde a

25,04 minutos e é utilizado para calcular o número de operadores ideal. Os resultados estão expostos na Tabela 18.

Tabela 18: Procura diária e tempo *standard* da peça EF do modelo *Ford Kuga*, por variante e por equipa

Variante	Procura diária (peças)	Procura diária/equipa (peças)	Tempo <i>standard</i> de costura (min)
ST-CLOTH	379	95	24,95
VIGNALE	62	16	25,92
RAY	239	60	24,95
TI-PARTIAL	91	23	25,12
		TOTAL = 193	MÉDIA PONDERADA = 25,04

Deste modo, com todos os valores calculados, é possível dimensionar as linhas de costura. Sabendo que um turno equivale a 450 min, o número de operadores ideal por turno, das linhas de costura em estudo, é dado por:

$$\begin{aligned}
 N^{\circ} \text{ operadores ideal} &= \frac{\text{Procura} \times \text{Standard Time}}{\text{Tempo de turno}} = \frac{193 \times 25,04}{450} & (13) \\
 &= 10,74 \text{ operadores} \approx 11 \text{ operadores}
 \end{aligned}$$

Pela Eq.(13), conclui-se que o número de operadores a aplicar nos novos balanceamentos corresponde a 11, menos 2 operadores quando comparados com o número de operadores observado (13 operadores).

Por último, calcula-se o *Takt Time* da equipa de acordo com a Eq.(6), obtendo-se um TT de 2,33 minutos (140 segundos) para uma procura de 193 peças num turno de 450 minutos.

Para realizar os novos balanceamentos das equipas, e de forma a padronizar a linha de costura por equipa, os segundos tempos mínimos dos valores cronometrados em cada turno foram compilados e duplicados, de modo que se obtivesse o segundo tempo mínimo entre estes e, desta forma, se elaborasse um balanceamento por equipa.

Assim, a equipa 41C passa a ter um tempo/peça de 19,50 minutos, enquanto a equipa 55D mantém o tempo/peça de 20,50 minutos, uma vez que os tempos/peça de ambos os turnos nesta equipa são iguais.

Perante isto, foi finalmente possível realizar os novos balanceamentos para ambas as equipas. O objetivo do novo balanceamento consiste em distribuir as operações por cada operador, o mais equilibradamente possível, tendo em conta as restrições das mesmas. Ou seja, matematicamente, o propósito é que todos os colaboradores da equipa tenham uma taxa de ocupação o mais próxima possível de 100%.

Na Figura 37 e na Figura 38 estão presentes os gráficos referentes aos novos balanceamentos das equipas 41C e 55D, respetivamente.

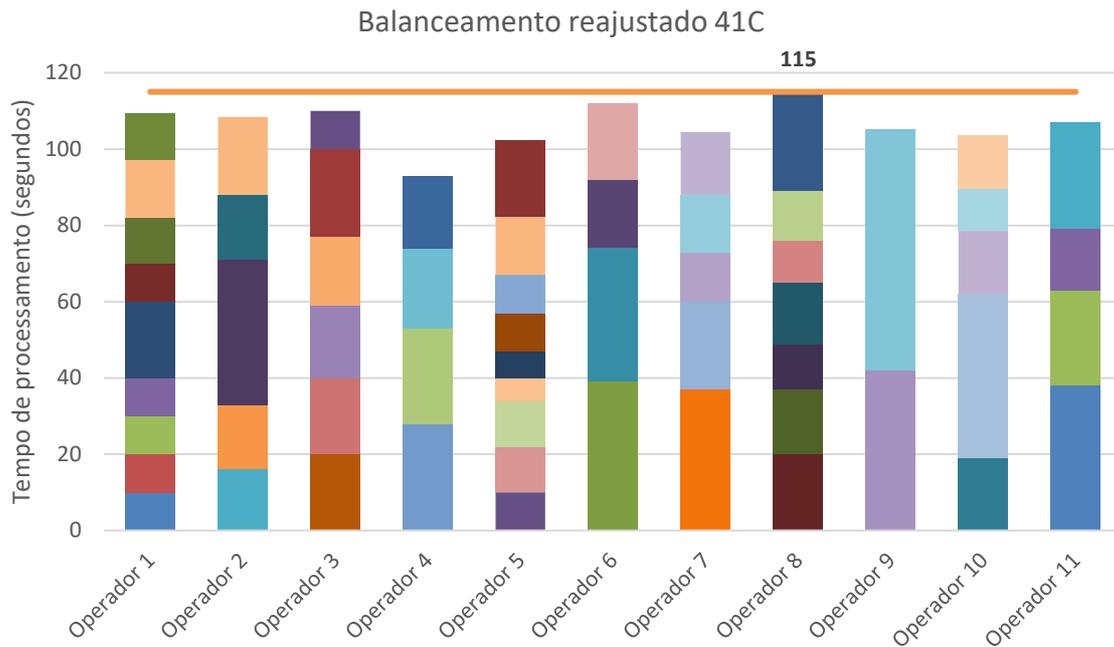


Figura 37: Gráfico do balanceamento reajustado da equipa de costura 41C

As operações (Op.) que cada operador realiza estão representadas na Tabela 19.

Tabela 19: Identificação das operações que cada operador da equipa 41C realiza após reajuste dos balanceamentos

Operador:	Operações que realiza:
Operador 1	Op. 1, Op. 2, Op. 3, Op. 4, Op. 7, Op. 8, Op. 9, Op. 42 (33%), Op. 45
Operador 2	Op. 5, Op. 6, Op. 10, Op. 11, Op. 42 (33%)
Operador 3	Op. 12, Op. 14, Op. 16, Op. 18, Op. 20, Op. 22 (50%)
Operador 4	Op. 13, Op. 15, Op. 17, Op. 19
Operador 5	Op. 22 (50%), Op. 26, Op. 27, Op. 30, Op. 31, Op. 36, Op. 37, Op. 42 (33%), Op. 44
Operador 6	Op. 21, Op. 23, Op. 46, Op. 50
Operador 7	Op. 24, Op. 25, Op. 28, Op. 29, Op. 52 (50%)
Operador 8	Op. 32, Op. 33, Op. 34, Op. 35, Op. 38, Op. 39, Op. 43
Operador 9	Op. 40, Op. 41
Operador 10	Op. 47, Op. 49, Op. 52 (50%), Op. 53, Op. 54
Operador 11	Op. 55, Op. 57, Op. 58, Op. 59

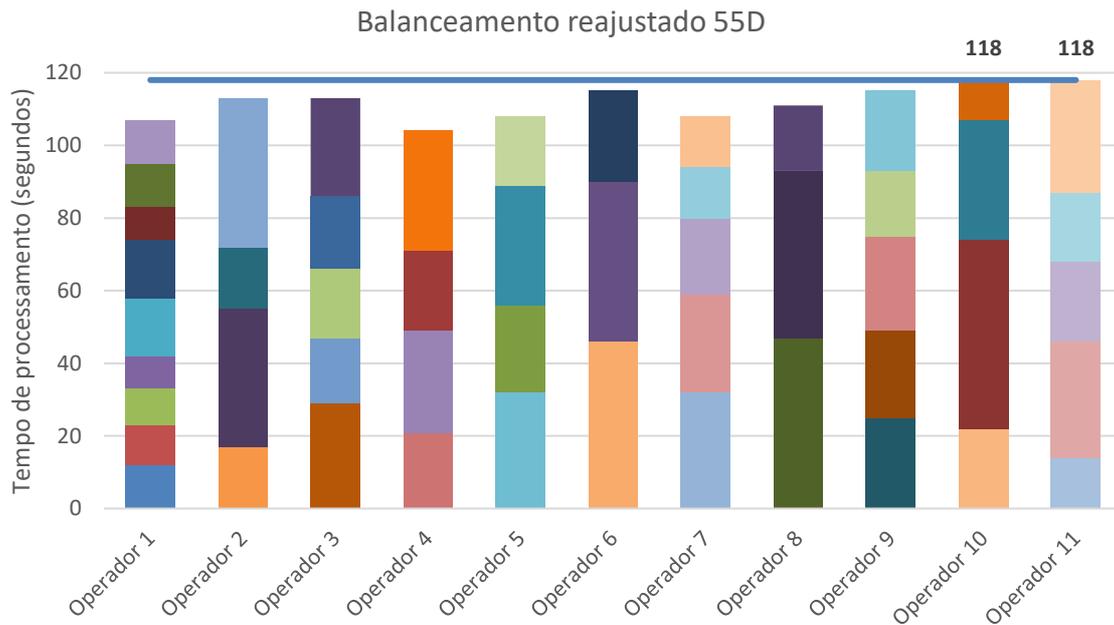


Figura 38: Gráfico do balanceamento reajustado da equipa de costura 55D

As operações (Op.) que cada operador realiza estão representadas na seguinte Tabela 20.

Tabela 20: Identificação das operações que cada operador da equipa 55D realiza após reajuste dos balanceamentos

Operador:	Operações que realiza:
Operador 1	Op. 1, Op. 2, Op. 3, Op. 4, Op. 5, Op. 7, Op. 8, Op. 9, Op. 40
Operador 2	Op. 6, Op. 10, Op. 11, Op. 37
Operador 3	Op. 12, Op. 13, Op. 15, Op. 19, Op. 46 (50%)
Operador 4	Op. 14, Op. 16, Op. 20, Op. 24
Operador 5	Op. 17, Op. 21, Op. 23, Op. 27
Operador 6	Op. 18, Op. 22, Op. 31
Operador 7	Op. 25, Op. 26, Op. 28, Op. 29, Op. 30
Operador 8	Op. 33, Op. 34, Op. 46 (50%)
Operador 9	Op. 35, Op. 36, Op. 38, Op. 39, Op. 41
Operador 10	Op. 42, Op. 44, Op. 47, Op. 48
Operador 11	Op. 49, Op. 50, Op. 52, Op. 53, Op. 54,

Visualmente, é possível perceber que os tempos de operação dos operadores estão bastante mais equilibrados entre si e o tempo de estrangulamento das linhas (115 e 118 segundos) é inferior ao tempo *takt* calculado anteriormente (140 segundos), logo o ritmo necessário para satisfazer a procura do cliente está assegurado. Além disso, outros indicadores de desempenho foram calculados e estão expostos na Tabela 21.

Tabela 21: Indicadores de desempenho das equipas 41C e 55D com proposta de melhoria

	41 C	55D
Tempo de ciclo da linha, $T_{C,Linha}$ (segundos)	115	118
Taxa de produção da linha, $Tx_{P,Linha}$ (peças/hora)	31,30	30,51
Produtividade esperada da linha, Pr_{Linha} (peças/hora.homem)	2,85	2,77
Eficiência da linha, E (%)	92%	95%

5.1.2 Alteração do *layout* das equipas de costura

Uma vez que os novos balanceamentos ditaram a redução do número de operadores da linha de costura, a quantidade de máquinas da linha, consequentemente, também deve diminuir, alterando, por sua vez, o *layout* da célula.

A equipa de costura 41C possuía 19 máquinas, enquanto a equipa 55D possuía 18. A proposta é que ambas passem a ter 17 máquinas, tal como mostra a Figura 39 e a Figura 40.

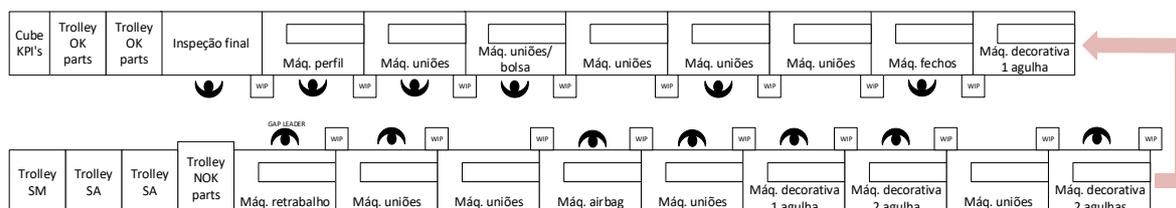


Figura 39: Novo *layout* da equipa de costura 41C

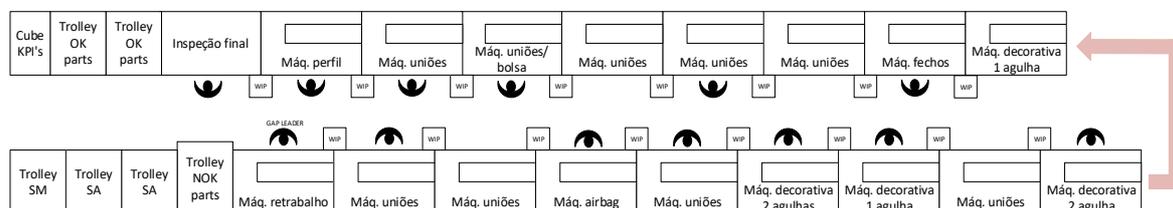


Figura 40: Novo *layout* da equipa de costura 55D

5.2 Poka-Yoke nos bordados *premium*

A melhor forma encontrada para evitar que os erros observados na zona dos bordados *premium* fossem recorrentes, foi implementar um sistema antierro, mais conhecido como *Poka-Yoke*.

Deste modo, para o problema número 1 – linha de costura decorativa efetuada não corresponder com a pretendida – a solução passa por colocar um campo de leitura (código 2D) obrigatório para os cones, antes da iniciação da operação. Desta forma, o operador vê qual o código do cone no livro de campo, dirige-se ao armário dos cones, pega no cone cujo código estava indicado no livro, e faz a leitura do código de barras do cone em sistema. A operação dos bordados só pode ser iniciada após o sistema

aprovar a correspondência entre o código do cone lido e o código presente no livro de campo, ficando este campo preenchido a cor verde, como mostra a Figura 41.

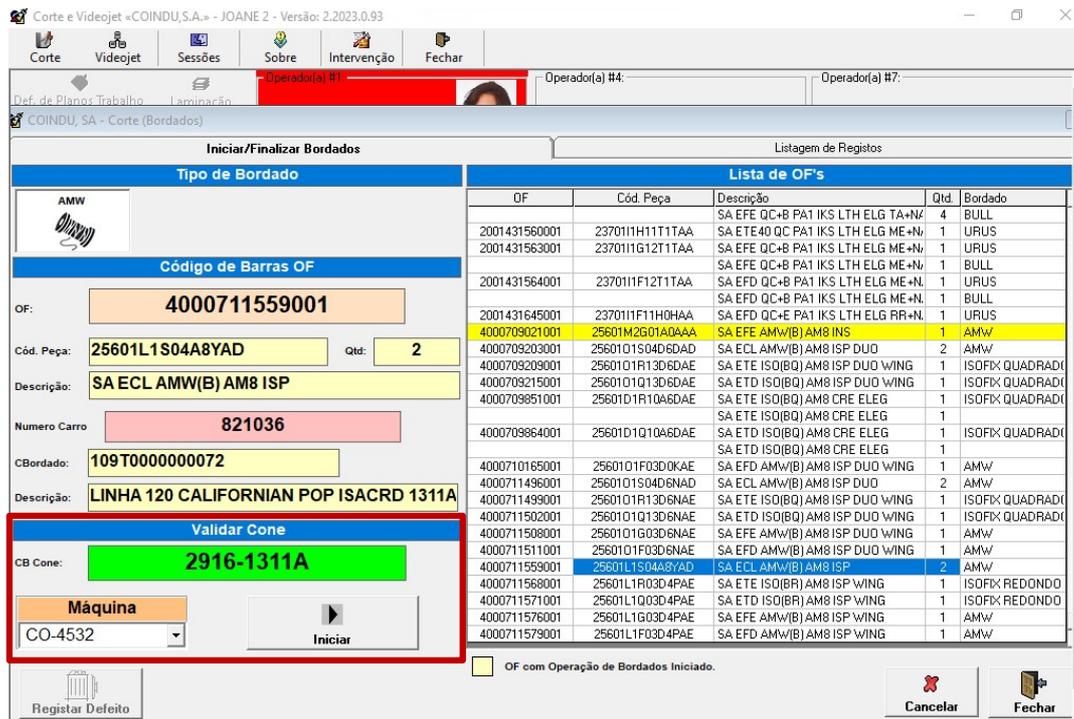


Figura 41: Alteração efetuada na *dashboard* do sistema para confirmação do cone de linha

Relativamente ao problema número 2 – peça não contém todos os bordados necessários – o *Poka-Yoke* a aplicar pede que o sistema apresente uma opção para a confirmação individual dos diferentes bordados a efetuar na peça. Assim, o operador vê quantos e quais bordados a peça deve ter no livro de campo, inicia a operação dos bordados na máquina de costura semiautomática, e no fim tem de confirmar, em sistema, que realizou todos os bordados requeridos pelo livro de campo. Em caso contrário, a máquina não finaliza a operação e a peça fica retida neste processo até todos os bordados estarem concluídos. Na Figura 42 a peça apenas requeria o tipo de bordado “AMW”, o operador confirmou a realização desse bordado e a operação pode ser finalizada na totalidade.

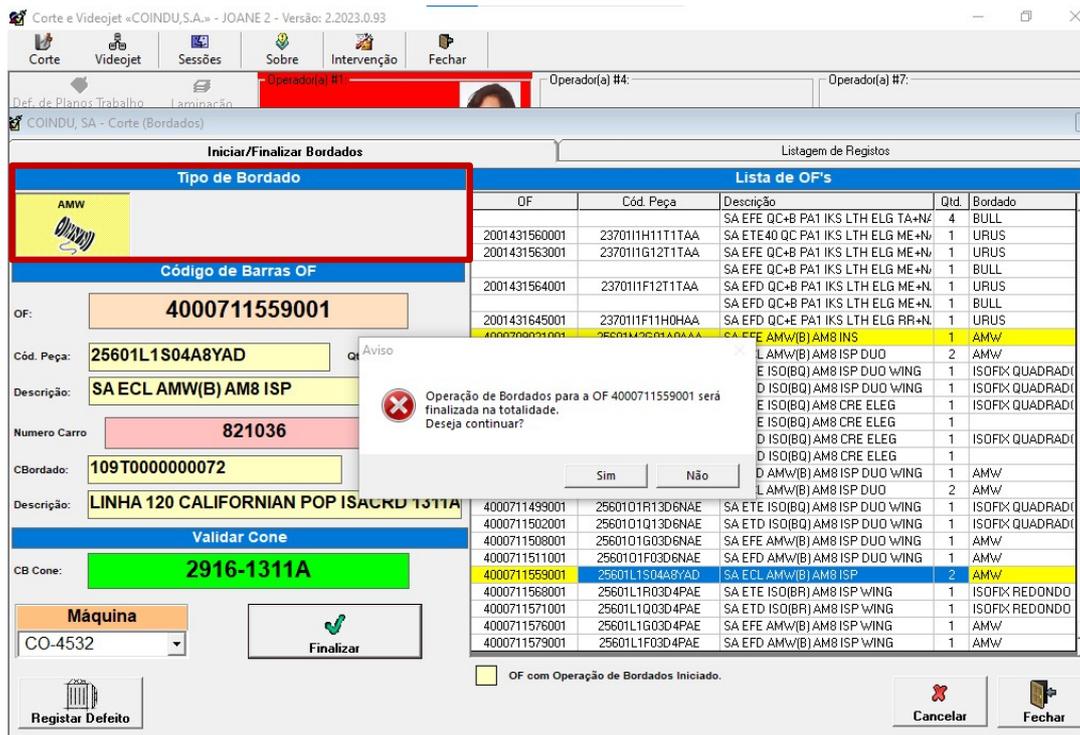


Figura 42: Alteração efetuada na *dashboard* do sistema para confirmação dos bordados

5.3 Costura semiautomática

Depois do diagnóstico efetuado aos postos de trabalho relativos às máquinas de costura semiautomáticas KSL, percebeu-se que estes demonstravam alguns problemas, tais como:

- Falta de organização do posto;
- Elevados transportes entre o posto KSL e a prensa;
- Capacidade máxima da máquina KSL não estar a ser aproveitada, uma vez que os operadores realizam outras tarefas com a máquina parada (em 27% do tempo);
- Operadores alocados à KSL realizam tarefas logísticas (em 10% do tempo);
- Circuito logístico atual de abastecimento ao posto KSL não satisfaz as necessidades do mesmo.

5.3.1 Organização do posto

De forma a colmatar a falta de organização do posto de trabalho e torná-lo mais eficiente, é crucial aplicar gestão visual. O objetivo passa por sinalizar o chão para o número de carrinhos necessários ao posto e criar um fluxo de peça mais eficaz, tendo em conta as limitações da empresa.

Primeiramente, é necessário calcular a quantidade de carrinhos consumidos por turno para saber quantos espaços delimitar no chão. Estes cálculos estão expostos no Anexo XII – Cálculo do número de carrinhos consumidos por turno no posto KSL.

Como mostra anexo XII, o número de carrinhos necessários por turno corresponde a 4 carrinhos. Contudo, quatro espaços no chão ocupam demasiada área e para não ter muito WIP nas estações, optou-se por definir apenas dois espaços para colocação de carrinhos a serem consumidos. Todavia, acrescentou-se outro espaço para colocar o carro vazio que já foi consumido, como mostra a Figura 43.

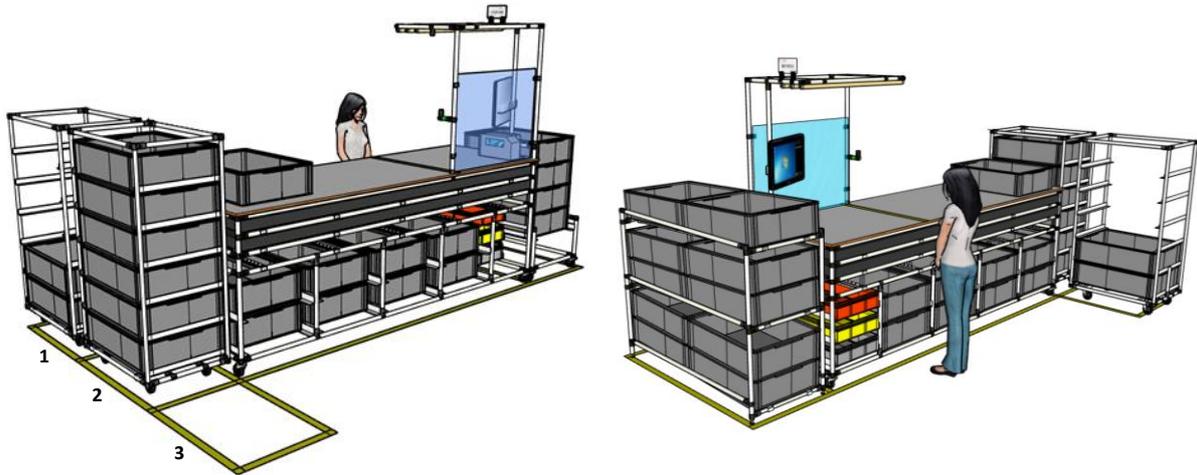


Figura 43: Proposta de melhoria no posto de trabalho KSL

Como demonstrado na Figura 43, a proposta de melhoria passa por colocar três zonas para carrinhos a abastecer. Inicialmente, o posto de trabalho começa com dois carrinhos cheios, posicionados nos espaços 1 e 2, o carrinho do espaço 1 é o primeiro a ser consumido e quando este fica vazio, o operador deve colocá-lo no espaço 3 e o carrinho do espaço 2 passa para o 1. Esta zona específica para o carro vazio também funciona como um *trigger* para o operador logístico reabastecer o posto.

De forma a melhorar o fluxo da peça e garantir uma melhor organização do posto, idealizou-se uma estante dinâmica a ser colocada na zona do *output* do posto, que pode ser contemplada com mais pormenor na Figura 44.

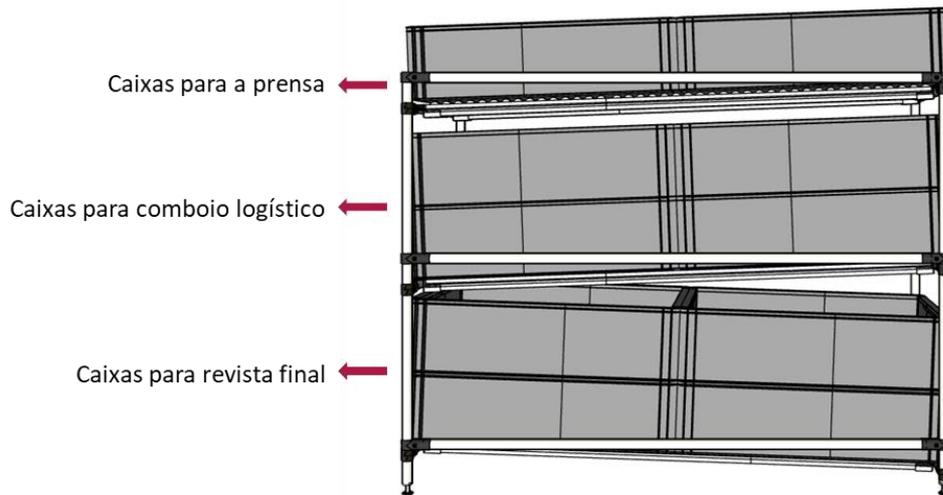


Figura 44: Estante dinâmica proposta para a zona do *output* do posto de trabalho KSL

5.3.2 Circuito logístico

Como referido anteriormente, a proposta de melhoria, com o intuito de melhorar o fluxo da peça e centralizar o trabalho dos operadores nas KSL, passa por responsabilizar o operador logístico pelo transporte de peças entre o posto da KSL e a prensa. Assim, o operador logístico ficaria encarregue de efetuar a seguinte rota, presente na Figura 45, a vermelho.

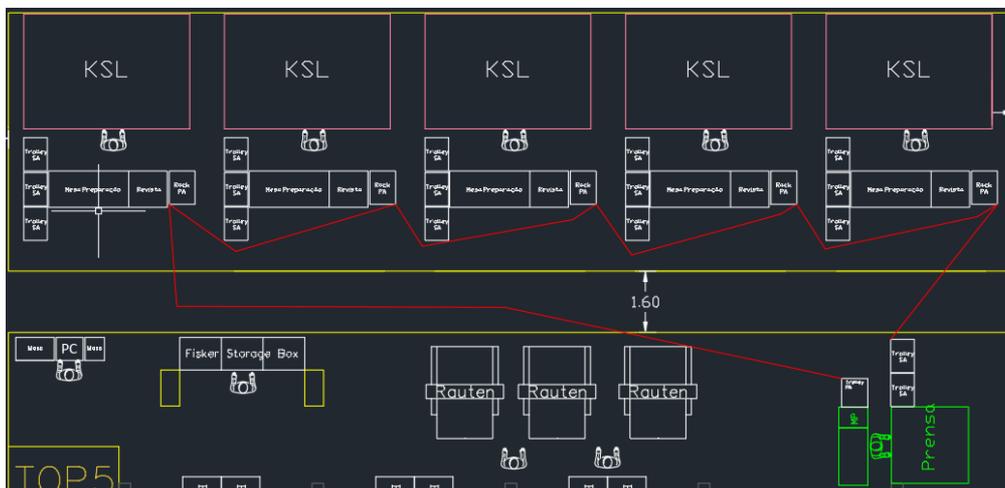


Figura 45: Rota logística entre os postos KSL e prensa

De acordo com a Figura 45, verifica-se que esta rota assume um local para *input* e *output* no posto de trabalho da prensa. Deste modo, as tarefas do operador logístico alocado a esta rota são as seguintes:

1. Recolha de carrinho cheio de peças para serem revistas, no *output* da prensa, quando este se encontra no espaço de recolha;

2. Abastecimento de caixas no nível inferior da estante dinâmica do *output* da KSL;
3. Aquando do carrinho vazio, recolha de caixas do nível superior da estante dinâmica no *output* KSL, colocando-as no mesmo carrinho;
4. Abastecer carrinho anterior no *input* da prensa.

Aliado a esta rota, o operador logístico deve ainda assegurar o transporte de peças à costura manual e o abastecimento de perfis aos postos KSL, quando necessário.

Além disso, esta rota deve ser acoplada à rota de abastecimento de semiacabados. Contudo, constatou-se que esta última não cumpria qualquer periodicidade, era efetuada manualmente e a quantidade abastecida era variável. Deste modo, e com a finalidade de melhorar o circuito logístico, sugere-se a inclusão de um *Personal Digital Assistant* (PDA) capaz de localizar os materiais necessários ao abastecimento, em supermercado. A rota proposta a ser efetuada pelo operador logístico neste abastecimento encontra-se representada na Figura 46.

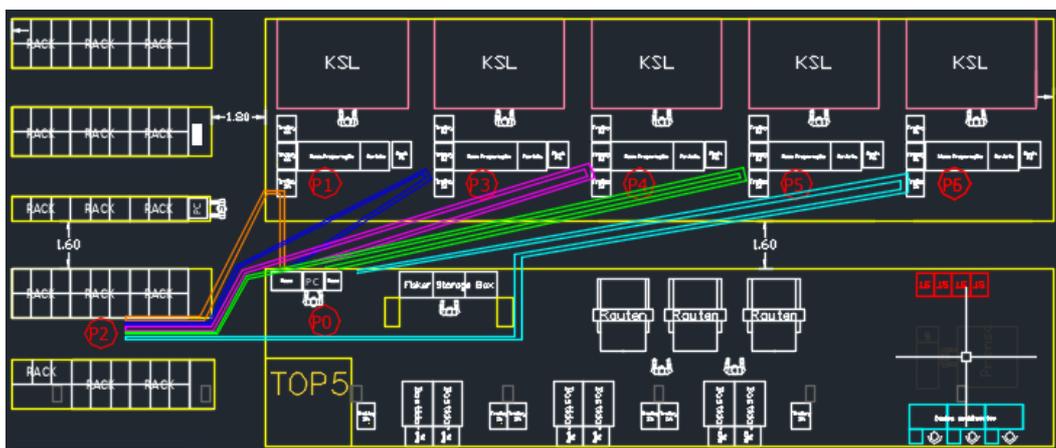


Figura 46: Rota proposta a ser efetuada pelo operador logístico no abastecimento SA aos postos de trabalho KSL, com auxílio de um PDA

A grande diferença entre esta rota e a rota inicial sem recurso a um PDA rege-se pelo facto de o operador não ter de parar no posto do computador para analisar qual o material a abastecer e onde este está localizado, uma vez que o dispositivo PDA já contém essas informações.

Posto isto, e com auxílio ao simulador “MILK RUN LOOP” fornecido pela empresa, foi calculado o tempo que demora esta proposta de abastecimento com um PDA, acoplada à rota da prensa. Os resultados podem ser observados no Anexo XIII – Milk Run Loop do Abastecimento SA com PDA acoplado à rota da Prensa.

A quantidade a abastecer passa a ser de um carrinho completo (5 caixas) a cada posto KSL, quatro vezes por turno (número médio de carrinhos consumidos por turno, em cada posto KSL).

Considerando que o abastecimento a cada posto e a rota da prensa constituem um *loop* cada, na Tabela 22 estão expostos os parâmetros calculados.

Tabela 22: Distância percorrida e tempo despendido no abastecimento de SA com PDA acoplado à rota da prensa, por *Loop*

	Tempo (min)	Distância percorrida (metros)
<i>LOOP</i> 1: Abastecimento KSL 1	4,0	17
<i>LOOP</i> 2: Abastecimento KSL 2	4,0	20,8
<i>LOOP</i> 3: Abastecimento KSL 3	4,2	31
<i>LOOP</i> 4: Abastecimento KSL 4	4,2	42
<i>LOOP</i> 5: Abastecimento KSL 5	4,4	46,6
<i>LOOP</i> 6: Rota da prensa	3,3	68,5
TOTAL	24,1	225,9
Média/LOOP	4,0	37,7

5.3.3 Aplicação de *standards* de trabalho

Uma vez criados os circuitos logísticos, é necessário criar normas para que o trabalho por partes dos operadores logísticos seja executado da mesma maneira, seguindo a mesma sequência, as mesmas operações e com recurso às mesmas ferramentas. Deste modo, a descrição das tarefas a executar por parte do operador responsável pelo circuito logístico entre os postos de trabalho KSL e prensa está presente no Anexo XIV – *Standard* de trabalho do operador responsável pelo circuito logístico KSL <-> Prensa Relativamente às tarefas incumbidas ao operador responsável pelo abastecimento de SA no posto KSL, estas encontram-se descritas no Anexo XV – *Standard* de trabalho do operador responsável pelo abastecimento do SA na KSL. Nestes anexos, para além das normas a seguir pelos operadores, também estão incluídas tarefas que estes não devem realizar. Estes documentos servem como base para dar formação aos colaboradores – criar um *standard* de trabalho - e elaborar futuras auditorias de cumprimentos dos *standards* implementados.

5.3.4 Redução do número de operadores dos postos KSL

Como mencionado anteriormente, o circuito logístico proposto passa a englobar o transporte de peças entre as KSL e a prensa e, em conjunto com a proposta de organização do posto, conduz a um melhor planeamento da produção do processo em estudo. Deste modo, é possível retirar a realização de tarefas logísticas por parte dos operadores alocados às KSL, que representavam 10% do tempo laborado.

Aliado a isso, ao retirar as esperas dos operadores (representam 11% do tempo), existe potencial para reduzir o número de operadores alocados às KSL de 5 para 4 operadores, uma vez que no total é possível reduzir a carga de trabalho em cerca de 22%, a cada operador, como se pode verificar na seguinte tabela.

Tabela 23: Percentagem de tempo retirada a cada operador e respetivo tempo a laborar

	% TEMPO RETIRADO	% TEMPO A LABORAR	TEMPO A LABORAR (MIN)
OPERADOR 1	21,6% (11,2%+10,4%)	78,4% (100% – 21,6%)	352,7
Operador 2	21,6%	78,4%	352,7
Operador 3	21,6%	78,4%	352,7
Operador 4	21,6%	78,4%	352,7
Operador 5	21,6%	78,4%	352,7

Pela análise da Tabela 23, e sabendo que um turno de trabalho corresponde a 450 minutos, constata-se que o tempo em que o operador está, efetivamente, a laborar equivale a 352,7 minutos. Distribuindo o tempo do quinto operador pelos restantes quatro, é possível calcular o tempo que cada um dos quatro operadores passa a laborar. Estes resultados estão expostos na Tabela 24.

Tabela 24: Tempo que cada um dos 4 operadores passa a laborar

	TEMPO A LABORAR (MIN)
OPERADOR 1	440,9 ($352,7 + \frac{352,7}{4}$)
Operador 2	440,9
Operador 3	440,9
Operador 4	440,9

Desta forma, com a redução do número de operadores de 5 para 4, cada operador passa a laborar durante 440,9 minutos, ficando os postos dispostos como mostra a Figura 47.

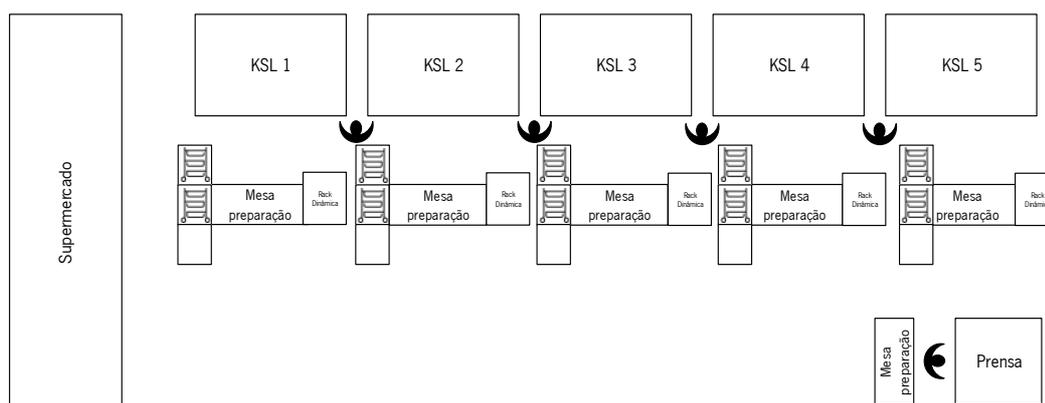


Figura 47: *Layout* da proposta de redução do número de operadores alocados às KSL, com nova organização do posto

5.4 Corte de tecidos

5.4.1 Simulador do processo de estender camadas

Como referido na secção 4.4.3, foi sugerido pela empresa a criação de um simulador para o processo de estender camadas de tecido, com o objetivo de estimar o tempo previsto que um determinado plano de corte demora a ser estendido. Até então, a empresa não tinha conhecimento de quanto tempo iria demorar a estender um certo plano.

Deste modo, e com a finalidade de conceber o simulador, começou-se por estruturar um algoritmo para a sua elaboração, tendo por base os tempos médios observados na cronometragem e velocidades calculadas. Este algoritmo pode ser contemplado no Anexo XVI – Algoritmo elaborado para a conceção do simulador do estendimento.

Além dos dados obtidos pela cronometragem, para o algoritmo funcionar é necessário recolher dados referentes às características do plano a ser estendido, como o comprimento da camada do plano, o número de camadas a serem estendidas e o tipo de material do plano. Estas informações podem ser encontradas no planeamento do estendimento nas *Lectras*, que é elaborado diariamente no *software GestTech*. Por último, é essencial conhecer características dos rolos de tecidos existentes em armazém, tais como o seu comprimento, a sua quantidade e o tipo de material destes.

Reunidos todos os *inputs* necessários para o funcionamento do simulador, é expectável que os *outputs* deste sejam o tempo de estendimento do plano, o número de operadores requeridos para estender o plano e que estes dados sejam aproveitados para construir relatórios sobre o processo de estendimento. Assim, é possível representar o simulador sob a forma de diagrama, com os *inputs* necessários e os *outputs* expectáveis, na Figura 48.

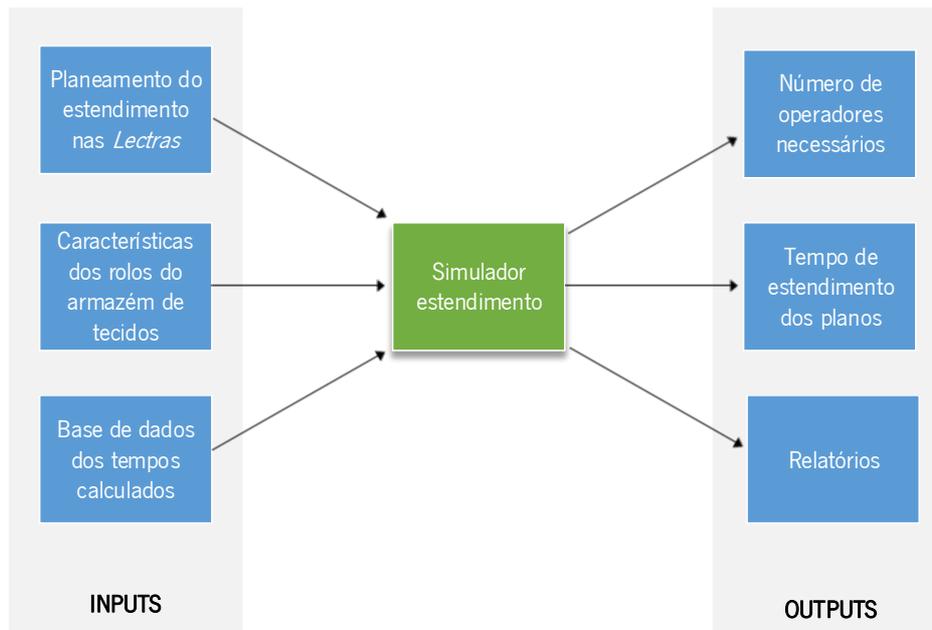


Figura 48: Diagrama representativo do simulador elaborado para o estendimento de camadas de tecido

O simulador descrito foi elaborado com recurso à ferramenta *Microsoft Excel*, e requer 5 folhas com diferentes dados para o seu total funcionamento. A primeira folha, intitulada “*Export Estendimento*”, recebe dados do planeamento diário do estendimento de planos nas *Lectras*, contendo todos os planos, e respetivas características, que vão ser estendidos num determinado dia. A segunda folha, intitulada “*Export Rolos*”, contém os dados dos rolos existentes em armazém, e que devem ser consumidos de acordo com a metodologia FIFO. A terceira folha intitula-se “*Tempos*” e inclui a base de dados dos tempos observados e considerados *standard*. Segue-se a quarta folha, intitulada “*Comprimento Rolos*”, que recebe dados da primeira e segunda folhas. Esta percorre os planos do planeamento (o simulador só está feito para calcular 140 planos de cada vez), e analisa quais os rolos que vão ser utilizados em cada plano, qual o comprimento da última camada do plano e se esta é incompleta. A camada é considerada incompleta se o seu comprimento for inferior a metade do comprimento da camada do plano, definido no planeamento. Por fim, na quinta folha, intitulada “*Simulador*”, é compilada a informação de cada plano e são calculados os tempos de cada operação, de acordo com o algoritmo elaborado. Um *printscreen* desta folha pode ser observado no Anexo XVII – Simulador do Estendimento. Através da soma de todos os tempos que integram o processo de estendimento, o “*Simulador*” retorna o tempo que cada um dos 140 planos analisados demora a ser estendido. Se por algum motivo não houver rolos suficientes para completar o plano, o simulador apresenta a informação “Não há rolos!”. Para além disso, também informa sobre o número de operadores que são necessários para estender os planos.

5.4.2 Redução do número de operadores

Depois de ter sido criado o simulador, este foi utilizado para elaborar um relatório sobre os planos estendidos no mês de abril de 2023 nas 7 máquinas *Lectra* presentes em Joane II. Este relatório contém informações sobre o número de planos estendidos por dia e por turno, o tempo que estes demoraram a ser estendidos e o número de operadores necessários ao seu estendimento, e pode ser visitado no Anexo XVIII – Análise aos planos estendidos no mês de abril de 2023. Através da análise ao relatório, é possível verificar que o número máximo de operadores dado pelo simulador foi de 3,29 operadores. Ao dividir este número pelo número de máquinas *Lectra* presentes, tem-se um rácio de 0,47 operadores/máquina, em alternativa ao rácio existente de $0,57 \left(\frac{4 \text{ operadores}}{7 \text{ máquinas}} \right)$ operadores/máquina. Deste modo, e com base nos dados obtidos pelo simulador, é possível propor uma diminuição do número de operadores encarregues do estendimento de 4 para 3,29 operadores. Todavia, alocar 3,29 operadores a um posto é bastante improvável, então arredondou-se para 3,5 operadores, tal como se pode observar na Tabela 25.

Tabela 25: Comparação entre o número de estendedores atuais e os propostos

	SITUAÇÃO ATUAL			PROPOSTA DE MELHORIA		
	0,57 Operadores/máquina			0,47 Operadores/máquina		
	1º Turno	2º Turno	3ª Turno	1º Turno	2º Turno	3ª Turno
Número de operadores	4	4	4	3,5	3,5	3,5

Relativamente ao número de operadores necessários para o abastecimento de rolos ao processo de estendimento, os resultados obtidos pelo simulador “*Milk Run Loop* do abastecimento de rolos de material atrás das *Lectras*” presente no Anexo IX – *Milk Run Loop* do abastecimento de rolos de material atrás das *Lectras*, mostram que o tempo necessário para o abastecimento de 1 rolo atrás das *Lectras* é, em média, 2,14 minutos.

Com os dados fornecidos pela empresa referentes ao número de rolos abastecidos nas 7 *Lectras* presentes em Joane II, desde 2 de janeiro de 2023 até 30 de junho de 2023, foi possível elaborar a seguinte Tabela 26. Dado que o intervalo temporal é muito amplo, na tabela apenas estão representados o número de rolos abastecidos por turno em 7 dias, e posterior total de rolos abastecidos por turno. Na presente tabela também se pode observar o segundo valor máximo de rolos abastecidos por turno (o valor máximo pode ser *outlier*) e o respetivo tempo necessário ao seu abastecimento tendo em conta os 2,14 minutos por rolo calculados.

Tabela 26: Cálculo do número de operadores necessários ao abastecimento de rolos atrás das *Lectras*

DATA	Nº ROLOS ABASTECIDOS		
	1º Turno	2º Turno	3º Turno
02/janeiro	59	56	24
03/janeiro	70	66	59
04/janeiro	64	70	82
05/janeiro	56	71	64
...
28/junho	63	93	65
29/junho	69	85	77
30/junho	84	83	54
Total de rolos abastecidos	10 649	10 552	9 978
2º Máximo	97	114	100
Tempo necessário (min)	208	244	214
Número de operadores	0,46	0,54	0,48
Nº operadores ideal	0,5	0,5	0,5

A título de exemplo, tem-se que o total de rolos abastecidos durante o 1º turno, no intervalo de tempo analisado, foi de 10 649 rolos. De todos os dias analisados, o segundo valor máximo de rolos abastecidos no 1º turno foi de 97 rolos. Como o abastecimento de 1 rolo demora cerca de 2,14 minutos, o tempo necessário para o abastecimento de 97 rolos é de 208 minutos. Sabendo que a carga horária de um colaborador da Coindu é de 450 minutos, 208 minutos correspondem a 0,46 operadores. Arredondando este valor, conclui-se que são necessários 0,5 operadores para elaborar o abastecimento de rolos atrás das *Lectras* no 1º turno. De forma análoga à anterior, foi calculado o número de operadores necessários ao abastecimento descrito para cada turno.

Assim, e tendo em consideração que a empresa tem alocado 1 operador logístico para cada turno, sugere-se a redução destes para 0,5 por turno. Como o abastecimento de rolos é uma tarefa de carácter intermitente, as restantes operações que este operador iria realizar devem ser estudadas de forma a poderem ser intercaladas com o abastecimento de rolos.

Deste modo, propõe-se que passem a existir 3 estendedores por turno e o quarto operador fica encarregue de abastecer as máquinas com rolos em 50% do seu tempo de trabalho e nos restantes 50% realiza o estendimento de camadas.

5.4.3 Aplicação de standards de trabalho e auditorias

Uma vez que, durante as observações efetuadas aos estendedores, detetou-se que nem todos realizavam as mesmas tarefas, ou pela mesma ordem, é crucial definir *standards* de trabalho e formar os colaboradores. Para isso, foi elaborado um documento, presente no Anexo XIX – *Standard* de trabalho do estendedor, com a descrição das tarefas que os estendedores devem realizar para que o trabalho por partes destes seja executado da mesma maneira, seguindo a mesma sequência, as mesmas operações e com recurso às mesmas ferramentas.

Com o propósito de manter este *standard*, sugere-se a aplicação de auditorias internas para o controlo do cumprimento das tarefas definidas, para o processo de estendimento. Assim, o auditor interno percorre a lista de tarefas definidas e avalia-as em C (conforme), NC (não conforme) ou NA (não aplicável), de acordo com o desempenho do estendedor. O resultado da auditoria é dado pelo número de não conformidades encontradas no processo. Este documento pode ser visitado no Anexo XX – Auditoria ao processo de estendimento.

6. DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

6.1 Balanceamentos das equipas de costura

Depois da implementação dos novos balanceamentos nas equipas de costura 41C e 55D, foi possível comparar os resultados relativamente aos balanceamentos dos tempos observados (estado inicial). Deste modo, a informação relativa aos indicadores de desempenho das linhas em estudo está compilada na Tabela 27.

Tabela 27: Comparação dos indicadores de desempenho das linhas 41C e 55D antes e depois da melhoria implementada

		Tempo de ciclo da linha, $T_{C, Linha}$ (segundos)	Taxa de produção da linha, $T_{XP, Linha}$ (peças/hora)	Produtividade esperada da linha, Pr_{Linha} (peças/hora.homem)	Eficiência da linha, E (%)
ANTES	41 C 1º turno	159	22,64	1,74	65,7
	41 C 2º turno	119	30,25	2,33	81
DEPOIS	41 C (1º e 2º turno)	115	31,30	2,85	92
% MELHORIA		17%	16%	29%	20%
ANTES	55 D (1º e 2º turno)	104	34,62	2,66	87
DEPOIS	55 D (1º e 2º turno)	118	30,51	2,77	95
% MELHORIA		-13%	-13%	4%	8%

Mediante a análise da tabela anterior, verifica-se que o ajuste das equilibragens das linhas de costura melhorou significativamente a *performance* das mesmas.

Relativamente à equipa 41 C houve grandes melhorias, principalmente ao nível da produtividade esperada, que aumentou de 2,03 peças/hora.homem (em média, por equipa) para 2,85 peças/hora.homem (por equipa), representando uma melhoria de 29%. Outrossim, a eficiência da linha passou a ser de 92%, logo os tempos de ciclo das suas estações de trabalho aproximaram-se 20% mais. No que diz respeito à equipa 55D, os resultados não foram tão bons, havendo aumento do tempo de ciclo da linha, que significa que o tempo de entrega de uma peça por parte da linha aumentou, diminuindo a capacidade da mesma. Com o aumento do tempo de ciclo da linha, a taxa de produção naturalmente diminuiu, uma vez que esta é o inverso do tempo de ciclo. Contudo, a eficiência da linha

aumentou 8%, passando a linha a ter 95% de eficiência, o que retrata uma linha cujos tempos de ciclos das estações de trabalho estão muito próximos uns dos outros.

Dado que, de uma forma geral, os indicadores de desempenho melhoraram de modo significativo, esta proposta de melhoria obteve sucesso.

No que concerne ao número de operadores e de máquinas de costura, estes também sofreram alterações, como se pode observar na Tabela 28.

Tabela 28: Comparação do número de operadores e de máquinas de costura das linhas 41C e 55D antes e depois da melhoria implementada

	ANTES				DEPOIS			
	41C 1º turno	41C 2º turno	55D 1º turno	55D 2º turno	41C 1º turno	41C 2º turno	55D 1º turno	55D 2º turno
Nº operadores	13	13	13	13	11	11	11	11
Nº máquinas de costura	19	19	18	18	17	17	17	17

Sabendo que o custo anual por operador à empresa é de 17 500,00 €, e que houve uma redução de 8 operadores de costura, esta melhoria representa uma poupança anual de 140 000,00 € em operadores ($17\,500,00\text{ €} \times 4\text{ equipas} \times 2\text{ turnos}$). Por outro lado, sabe-se que o custo de uma máquina de costura ronda os 7 500,00 € e que houve uma redução de 2 máquinas na equipa 41C e de 1 máquina na equipa 55D. Assim, tem-se que esta redução equivale a uma poupança anual de 45 000,00 € em máquinas ($7\,500,00\text{ €} \times 3\text{ máquinas} \times 2\text{ turnos}$). Acoplando as duas poupanças esta melhoria representa uma poupança anual à empresa de 185 000,00 €.

Para completar esta análise, foi calculado o OEE desde novembro de 2022 até julho de 2023, presente na Figura 49. Ressalva-se que o reajuste da equilibragem das linhas foi aplicado entre fevereiro e março de 2023.

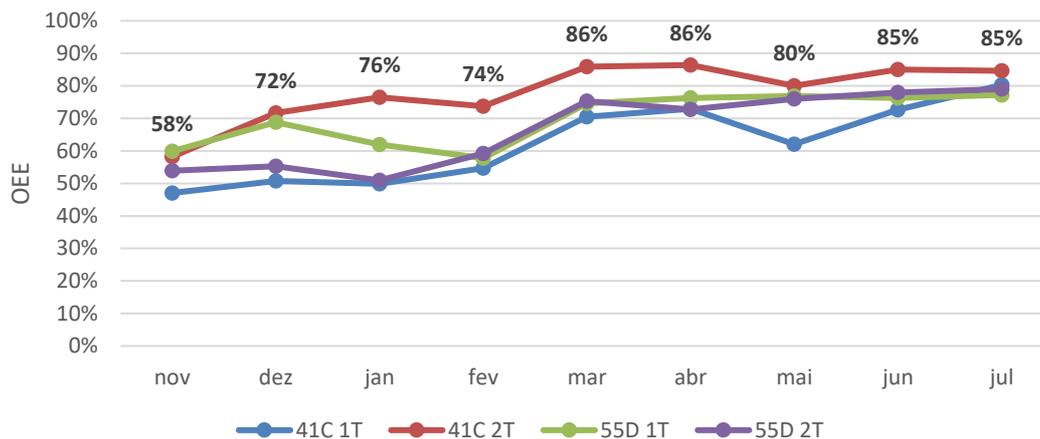


Figura 49: Gráfico relativo à evolução do OEE das equipas 41C e 55D, desde novembro de 2022 até julho de 2023

Como já foi referido anteriormente, a prática da empresa no cálculo do OEE, para além da disponibilidade e da qualidade, inclui o fator produtividade, que contempla o número de operadores da linha. Logo, dado que o número de operadores por linha de costura foi reduzido de 13 para 11, a produtividade aumentou e com ela aumentou o OEE. Assim, e através da observação da Figura 49, é notório que o OEE aumentou significativamente em todas as linhas após a implementação da melhoria.

6.2 Diminuição do número de defeitos dos bordados *premium*

Com a implementação dos sistemas *Poka-Yoke* mencionados na secção 5.3, espera-se que os erros detetados tenham sido corrigidos e o número de peças não conforme tenha diminuído. Para isso, foi feita uma análise ao número de peças NOK do processo, desde janeiro de 2022 até julho de 2023, tal como se pode observar na Figura 50.

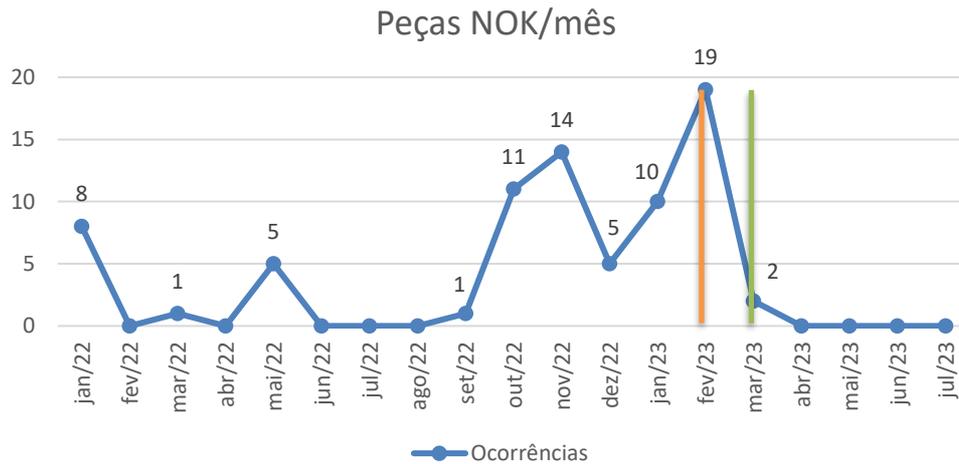


Figura 50: Gráfico relativo ao número de peças NOK por mês nos bordados premium após implementação do sistema Poka-Yoke

No gráfico em cima, a linha laranja representa o início do desenvolvimento do sistema *Poka-Yoke* a 16 de fevereiro de 2023, enquanto a linha verde diz respeito à implementação do sistema em chão de fábrica, a 17 de março de 2023. É de notar que após a implementação do dispositivo *Poka-Yoke*, a quantidade de peças com defeito diminuiu bastante, passando a ser nula a partir de abril de 2023.

Tabela 29: Número de peças NOK antes e depois da implementação do sistema *Poka-Yoke*

	Média de peças NOK/mês	Diminuição
Antes implementação do sistema <i>Poke-Yoke</i>	5,29	92%
Depois da implementação do sistema <i>Poke-Yoke</i>	0,40	

Interpretando a Tabela 29, pode concluir-se que a introdução do sistema *Poka-Yoke* no processo dos bordados das peças *premium* fez diminuir em 92% o número de peças defeituosas por mês (relativamente aos 14 meses anteriores) que advinham deste processo.

Tabela 30: Número de defeitos por milhão antes e depois da implementação do sistema *Poka-Yoke*

	PPM (<i>partes por milhão</i>)	Diminuição
Antes implementação do sistema <i>Poke-Yoke</i>	1515	92%
Depois da implementação do sistema <i>Poke-Yoke</i>	114	

Relativamente ao número de defeitos por milhão, presentes na Tabela 30, estes passaram de 1515 PPM para 114 PPM, representando uma diminuição de 92%. Contudo, ainda há margem de melhoria, sendo o objetivo alcançar o nível 6σ de 3,4 PPM.

6.3 Costura semiautomática

6.3.1 Comparação dos circuitos logísticos

Como referido anteriormente na secção 4.3.3, o circuito logístico inicial referente ao abastecimento de SA no posto KSL era efetuado sem periodicidade, manualmente e a quantidade abastecida era variável. Contudo, pode-se estimar que o número de vezes que este acontecia por turno rondava as cinco vezes. Já o circuito logístico proposto está montado para acontecer quatro vezes por turno, com quantidade a abastecer igual a 1 carrinho por máquina KSL, tudo isto com auxílio de um PDA. Para além disto, este circuito engloba o transporte de peças entre os postos KSL e prensa.

Uma vez calculados os parâmetros referentes ao tempo total despendido e à distância total percorrida para cada circuito, é necessário multiplicar pelo número de vezes que estes ocorrem por turno para poder efetuar-se uma comparação entre ambos. Assim, na Tabela 31 estão expostos os parâmetros calculados para cada circuito logístico tendo em conta a sua frequência por turno.

Tabela 31: Comparação dos parâmetros calculados relativos aos circuitos logísticos

ANTES	Tempo total despendido (min)	$31,2 \times 5 = 156$
	Distância total percorrida (metros)	$157 \times 5 = 785$
DEPOIS	Tempo total despendido (min)	$24,1 \times 4 = 96,4$
	Distância total percorrida (metros)	$225,4 \times 4 = 903,6$
% MELHORIA do TEMPO		38%
% MELHORIA da DISTÂNCIA PERCORRIDA		-13%

Pela análise da Tabela 31, constata-se que o circuito logístico proposto, mesmo contendo um maior número de operações (inclui rota da prensa), consegue ser concluído em menos tempo que o circuito inicial. Outrossim, o circuito proposto é efetuado menos vezes por turno que o circuito inicial, por conseguinte, o tempo total despendido neste é menor. Posto isto, esta proposta representa uma melhoria de 38% relativamente ao tempo total despendido.

No que diz respeito à distância percorrida pelo operador, esta é inferior no circuito logístico inicial, o que já era de esperar uma vez que este engloba menos operações e, por isso, menos deslocações.

6.3.2 Estudo do investimento do PDA

O circuito logístico proposto requer a obtenção de um PDA por parte da empresa. Este dispositivo tem um custo que ronda os 1 875€. Deste modo, é importante efetuar o estudo deste investimento.

Sabendo que o diferencial temporal entre o circuito inicial e o circuito proposto, relativamente ao abastecimento de SA nos postos KSL, é de 10,4 minutos (31,2 – 20,8) e que o circuito proposto tem frequência de quatro vezes por turno, é possível calcular a poupança temporal por dia. Esta equivale a 124,8 minutos (10,4 min×4×3 turnos) por dia que são poupados com a aquisição de um PDA. Ao extrapolar estes dados para a poupança temporal anual esta diz respeito a 30 201,6 minutos (124,8 min×22 dias/mês×11 meses), o que equivale a 503,4 horas/ano.

Considerando o custo de mão de obra anual de 17 500€, por hora este ronda os 9,64€, logo a poupança anual equivale a 4 853€ (503,4 horas×9,64€/hora).

Uma vez que o custo de um PDA corresponde a 1 875€ e tendo em conta a poupança anual calculada anteriormente, o retorno deste investimento irá demorar cerca de 5 meses ($\frac{1\ 875\text{€}}{4\ 853\text{€}} \times 12$ meses).

6.3.3 Poupança anual com a redução do número de operadores

Com a retirada da execução de tarefas logísticas e das esperas por parte dos operadores alocados às KSL, foi proposto a redução do número de operadores de 5 para 4. Esta redução conduz a uma poupança anual de 52 500€, dado que o custo anual de um operador para a empresa é de 17 500€ e que este este processo de costura semiautomática opera em 3 turnos.

6.4 Poupança anual com redução do número de operadores na secção de corte de tecidos e outros materiais

Como mencionado na secção 5.5.2, através dos dados obtidos pelo simulador de estendimento elaborado, e com o cálculo do tempo de abastecimento de 1 rolo, propõe-se que passem a existir 3 estendedores por turno e o quarto operador fica encarregue de abastecer as máquinas com rolos em 50% do seu tempo de trabalho e nos restantes 50% realiza o estendimento de camadas. Por conseguinte, o total de operadores passa de 15 para 12, tal como se pode verificar na Tabela 32.

Tabela 32: Comparação do número de operadores nas *Lectras* antes e depois da proposta de melhoria

JOANE II								
	Situação Atual				Proposta de Melhoria			
	1º turno	2º turno	3º turno	TOTAL	1º turno	2º turno	3º turno	TOTAL
Nº estendedores	4	4	4	12	3,5	3,5	3,5	10,5
Nº operadores logísticos	1	1	1	3	0,5	0,5	0,5	1,5
TOTAL	5	5	5	15	4	4	4	12

No total, o número de operadores está a ser reduzido em 20%. Sabendo que o custo anual de um operador para a empresa equivale a 17 500€, a retirada de 3 operadores representa uma poupança anual de 52 500€ para a Coindu.

7. CONCLUSÃO

Neste capítulo serão apresentadas as principais conclusões a retirar deste projeto assim como algumas sugestões de trabalho futuro.

7.1 Considerações finais

Com o ajuste dos balanceamentos das linhas de costura das equipas 41C e 55D, foi possível aumentar a produtividade esperada e a eficiência das linhas. A equipa 41C sofreu um aumento de 29% na produtividade esperada e de 20% na eficiência da linha. Relativamente à equipa 55D, os resultados não foram tão bons, havendo uma diminuição da taxa de produção da linha em cerca de 13%, devido ao aumento do tempo de ciclo da mesma. Contudo, a produtividade aumentou em 4% e a eficiência da linha em 8%, estando agora com 95% de eficiência, o que retrata uma linha cujos tempos de ciclos das estações de trabalho estão muito próximos uns dos outros. Os novos balanceamentos pressupõem a redução do número de recursos, tanto pessoas como máquinas. Relativamente às pessoas, foram libertados um total de 8 operadores, representando uma poupança anual de 140 000€. No que diz respeito às máquinas, foi possível reduzir em 6 o número de equipamentos, o equivalente a uma poupança anual de 45 000€. Dado que o número de operadores por linha diminuiu, a produtividade aumentou, e o OEE praticado pela empresa aumentou significativamente em todas as linhas após a implementação da melhoria.

No que concerne ao *Poka-Yoke* implementado nos bordados *premium*, este provocou uma redução de 92% no número de peças defeituosas que saiam do posto. O número de defeitos por milhão passou de 1515 PPM para 114 PPM. Contudo, ainda há margem de melhoria, sendo o objetivo alcançar o nível 6σ de 3,4 PPM.

Relativamente aos postos de trabalho das máquinas KSL, foi proposta a reorganização do posto com recurso a uma estante dinâmica, e uma rota logística com auxílio a um PDA que assegurasse o transporte de peças entre as KSL e a prensa. A rota proposta consegue ser concluída em menos tempo que o circuito atual, representando um ganho de 38%. Todavia, a distância percorrida pelo operador na rota proposta é superior à rota atual, uma vez que a primeira engloba mais operações e, por isso, mais deslocações. A junção destas duas melhorias permite retirar desperdícios como as esperas (representam 11% do tempo) e as tarefas logísticas (representam 10% do tempo) aos operadores alocados às KSL.

Logo, existe potencial para reduzir o número de operadores por turno, das KSL, de 5 para 4 e proporcionar uma poupança anual à empresa de 52 500€. Todavia, esta proposta não foi implementada. Por fim, criado o simulador do tempo de estendimento dos planos de corte, foi possível atualizar os tempos *standard* das operações incumbidas aos estendedores e calcular o rácio do número de operadores ideal por máquina. Este mostra-se 18% inferior ao rácio atual, o que potencializa a redução do número de estendedores. Em paralelo, foi efetuado um estudo ao abastecimento de rolos ao posto do estendedor uma vez que este passava 10% do tempo a realizar tarefas logísticas. O estudo mostrou que os operadores logísticos não satisfaziam o abastecimento porque se encontravam de baixa no 2º e 3º turnos. Contudo, se efetivamente estivesse a trabalhar um operador por turno, este poderia ser reduzido para 0,5, considerando os tempos *standard* obtidos na cronometragem efetuada. Assim, propõe-se que passem a existir 3 estendedores por turno e o quarto operador fica encarregue de abastecer as máquinas com rolos em 50% do seu tempo de trabalho e nos restantes 50% realiza o estendimento de camadas. Esta redução representa uma poupança anual de 52 500€.

Em suma, nem todos os objetivos foram cumpridos na totalidade uma vez que nem todas as propostas de melhoria foram implementadas em chão de fábrica.

A nível de crescimento pessoal, o projeto permitiu a aplicação de conhecimentos teóricos em ambiente industrial e estimulou a capacidade de resolução de problemas reais, por conseguinte mostrou-se uma mais-valia.

7.2 Trabalho futuro

Como trabalho futuro, sugere-se a monitorização das equipas de costura para os necessários ajustes de forma a combater oscilações da procura.

Relativamente ao sistema *Poka-Yoke* implementado, e devido ao seu notório sucesso, é de interesse da empresa implementar um dispositivo semelhante noutros processos como é o caso das Portais (máquinas de costura semiautomática) e do *Quilting* (processo específico das peças *Aston Martin*).

Nos postos de trabalho das máquinas de costura semiautomática KSL, sugere-se a implementação das propostas de melhoria formuladas neste projeto assim como a aplicação de 5S no posto, com ênfase na marcação dos locais dedicados à entrada e saída de materiais em cada posto.

Para o estendimento, além da implementação das propostas sugeridas neste projeto, propõe-se o alargamento do número de planos analisados de uma só vez pelo simulador do estendimento, já que neste momento este apenas analisa 140 planos de cada vez. Posteriormente, seria interessante

informatizar o simulador em sistema interno, de modo a poder ser utilizado diariamente pelos colaboradores. Outrossim, sugere-se a aplicação de indicadores de desempenho como o OEE e a produtividade nos postos de trabalho, de forma a controlar a capacidade das máquinas e dos operadores, respetivamente. Futuramente, seria uma mais valia informatizar estes indicadores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allen, T. T. (2010). *Introduction to engineering statistics and Lean Sigma: Statistical quality control and design of experiments and systems*. Springer Science & Business Media.
- Barnes, R. M. (1977). *Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho*. Editora Blucher.
- Carvalho, J. D. (2021). *Melhoria Contínua nas Organizações (Lidel, Ed.)*.
- Coutinho, C. P., Sousa, A., Dias, A., Bessa, F., Ferreira, M. J. R. C., & Vieira, S. R. (2009). *Investigação-ação: metodologia preferencial nas práticas educativas*.
- Hirano, H. (2009). *JIT Implementation Manual – The Complete Guide to Just-In-Time Manufacturing: Volume 1 – The Just-In-Time Production System*. Taylor & Francis.
<https://books.google.pt/books?id=rb3YGsWtcbAC>
- Jeong, K., & Phillips, D. T. (2001). Operational efficiency and effectiveness measurement. *International Journal of Operations & Production Management*, 21(11), 1404–1416.
- Jonsson, P., & Lesshammar, M. (1999). Evaluation and improvement of manufacturing performance measurement systems-the role of OEE. *International Journal of Operations & Production Management*, 19(1), 55–78.
- Kidd, J. B., & Monden, Y. (1993). Toyota Production System. *Journal of the Operational Research Society*, 46, 669. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:61937218>
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*.
<https://api.semanticscholar.org/CorpusID:109008700>
- Liker, J. K., & Morgan, J. M. (2006). The Toyota way in services: The case of lean product development. *ACADEMY OF MANAGEMENT PERSPECTIVES*, 20(2), 5–20.
<https://doi.org/10.5465/AMP.2006.20591002>
- Locher, D. (2011). *Lean office and service simplified: The definitive how-to guide*. CRC Press.
- Melton, T. (2005). The benefits of lean manufacturing: what lean thinking has to offer the process industries. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(6), 662–673.
- Nakajima, S. (1988). Introduction to TPM: total productive maintenance.(Translation). *Productivity Press, Inc., 1988*, 129.
- O'Brien, R. (1998). *An overview of the methodological approach of action research*.
- Ohno, T. (1988). *Toyota production system: beyond large-scale production*. crc Press.

- Peinado, J., & Graeml, A. R. (2007). Administração da produção. *Operações Industriais e de Serviços. Unicenp*, 201–202.
- Shimbun, N. K. (1989). *Poka-yoke: improving product quality by preventing defects*. Crc Press.
- Shingo, S., & Dillon, A. P. (1989). *A study of the Toyota production system: From an Industrial Engineering Viewpoint*. CRC Press.
- Susman, G. I., & Evered, R. D. (1978). An Assessment of the Scientific Merits of Action Research. *Administrative Science Quarterly*, 23(4), 582–603. <https://doi.org/10.2307/2392581>
- Team, P. Press. D. (1998). *Just-in-Time for Operators*. SteinerBooks.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:261733565>
- Womack, J. P., Jones, D. T., Roos, D., & Technology, M. I. of. (1990). *Machine that Changed the World*. Scribner. https://books.google.pt/books?id=_n5qRfaNv9AC

ANEXO I – FLUXOGRAMA DO SISTEMA PRODUTIVO DA EMPRESA

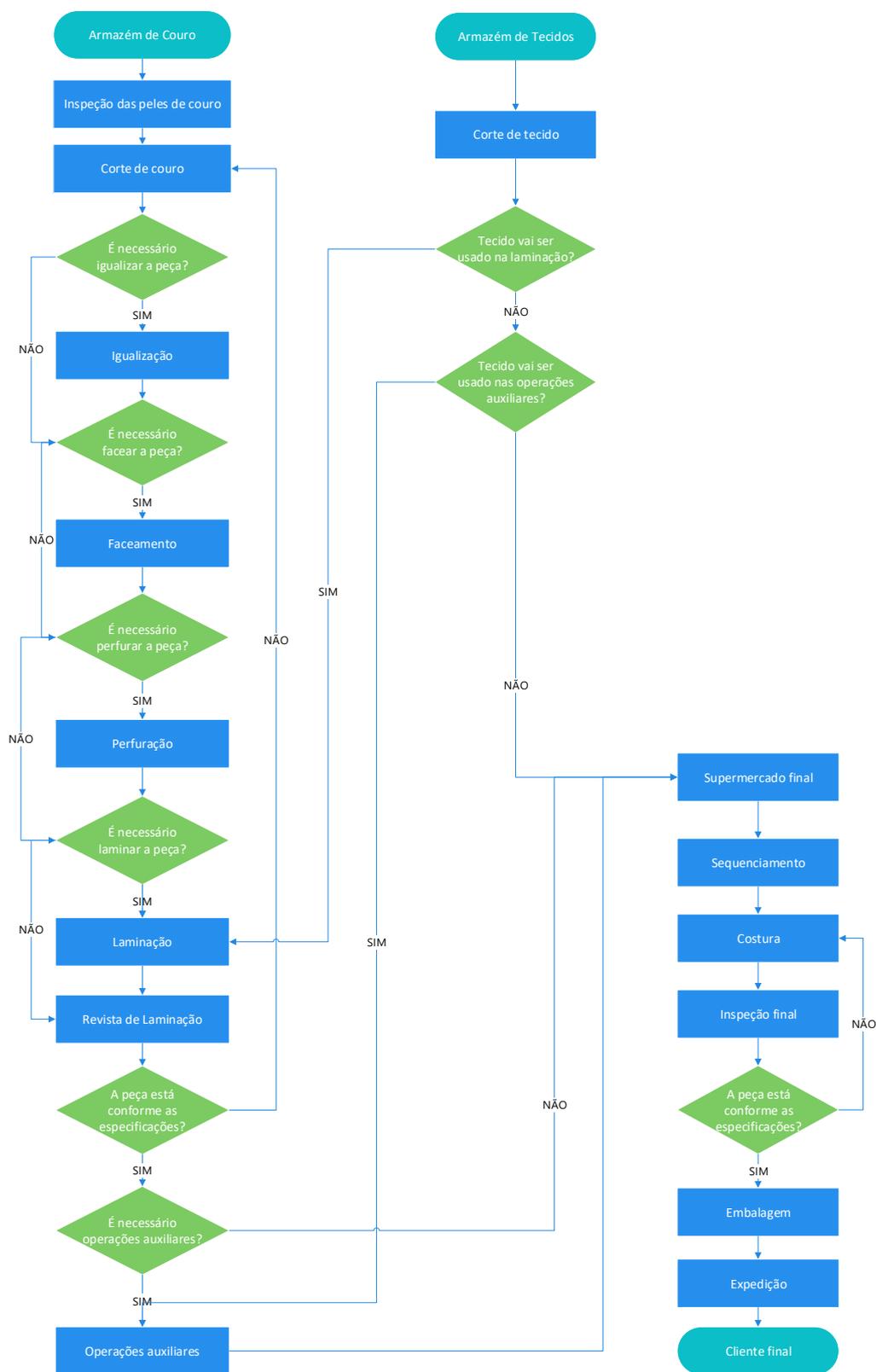


Figura 51: Fluxograma do sistema produtivo da unidade produtiva de Joane

ANEXO II – CRONOMETRAGEM DAS OPERAÇÕES DE COSTURA DAS EQUIPAS 41C E 55D

Tabela 33: Cronometragem das operações da equipa de costura 41C do 1º turno

N.º	DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO:	Posto Trabalho	Tempos observados					
			T0 1	T0 2	T0 3	T0 4	T0 5	T0 6
1	Unir peça 10 à peça 11	1	12	12	12	14	12	12
2	Unir peça 16 à peça 17	1	12	13	14	13	12	11
3	Unir peça 13 à peça 14	1	9	12	10	11	11	11
4	Unir peça 8 à peça 9	1	9	12	10	11	11	10
5	Unir conj 10/11 ao conj 8/9	2	27	28	26	25	26	29
6	Efetuar bainha no conj anterior	5	24	20	22	20	20	22
7	Fixar tela de airbag 15 na peça 13	1	21	19	21	20	21	20
8	Fixar etiqueta de airbag na peça 16	1	12	10	10	11	12	11
9	Fixar tela de airbag 15 na peça 16	1	20	18	21	23	20	22
10	Unir conj 16/17 ao conj 13/14 (máquina de airbag)	2	70	71	70	71	72	73
11	Efetuar bainha no conj anterior	5	17	18	18	23	18	19
12	Unir peça 18 à peça 6	3	25	22	21	20	20	19
13	Efetuar costura decorativa de 1 agulha no conj anterior	4	34	31	29	30	31	36
14	Unir peça 5 ao conj. 6/18	5	21	20	21	20	21	25
15	Efetuar costura decorativa de 1 agulha no conj 18/6/5	4	29	31	31	30	31	30
16	Unir peça 3 à peça 7	3	18	20	19	19	20	19
17	Efetuar costura decorativa de 2 agulhas no conjunto anterior	4	26	25	22	21	22	21
18	Unir peça 2 à peça 12	3	17	21	28	30	18	20
19	Efetuar costura decorativa de 2 agulhas no conjunto anterior	4	20	19	18	19	20	19
20	Unir conj 13/14 ao conj 7/3	5	41	28	30	30	29	31
21	Efetuar costura decorativa de 1 agulha no conjunto anterior	6	45	49	50	43	41	42
22	Unir conj 8/9 ao conj 12/2	5	27	27	27	26	27	29
23	Efetuar costura decorativa de 1 agulha no conjunto anterior	6	40	39	29	36	35	36
24	Fixar fecho no conj. 7/13/16/17	8	39	37	34	38	38	40
25	Fixar fecho no conj. 8/10/11/12	8	38	38	35	37	30	36
26	Unir peça 23 à peça 21	9	17	15	16	16	16	17
27	Unir peça 24 à peça 19	9	18	17	19	19	18	18
28	Fixar fecho no conj 23/21- efetuar cravado e cortar fecho	7	24	28	28	27	24	26
29	Fixar fecho no conj 24/19- efetuar cravado e cortar fecho	7	26	24	25	25	26	27
30	Cravar peça 23 na peça 21	7	5	6	7	6	8	9
31	Cravar peça 24 na peça 19	7	7	5	8	9	7	8

32	Unir conj 5/6/18 ao conj 2/12/21	10	28	27	29	28	28	28
33	Unir conj 5/6/18 ao conj 3/7/19	10	26	27	27	26	28	27
34	Fixar milliloop no conj 5/3	10	14	13	11	15	12	13
35	Fixar milliloop no conj 5/2	10	16	16	17	17	17	20
36	Efetuar união na peça 1(1x)	10	10	10	10	10	10	9
37	Efetuar união na peça 1(2x)	10	11	10	10	10	11	10
38	Fixar milliloop na peça 1 (1x)	10	14	13	13	13	12	14
39	Fixar milliloop na peça 1 (2x)	10	15	14	17	17	18	18
40	Fixar TNT P01 no conj 2/3/5	11	40	42	43	50	45	46
41	Unir peça 1 ao conj anterior	11	67	69	60	64	65	66
42	Efetuar bainhas na peça 4	9	51	53	51	51	50	51
43	Unir peça 4 ao conj 1/2/3 com etiqueta	11	44	40	40	41	44	41
44	Efetuar bainha na peça 27 (bolsa) e aplicar perfil P05	12	20	22	23	22	24	25
45	Unir peça 20 à peça 22	11	13	13	14	13	12	14
46	Fixar peça 27 no conj anterior	12	24	20	19	22	23	21
47	Fixar TNT P04 no conj 20/22/27 (1x)	12	19	20	18	22	23	20
48	Fixar TNT P04 no conj 20/22/27 (2x)	12						
49	Unir conj 20/22/27 ao conj 19/18/21	13	45	42	45	46	46	45
50	Fixar perfil P07 na peça 25 (1x)	13	24	19	29	20	23	23
51	Fixar perfil P07 na peça 25 (2x)	13						
52	Efetuar bainha na peça 25	13	35	36	35	33	33	36
53	Unir peça 25 à peça 26	13	11	11	11	10	11	12
54	Unir conj anterior ao conj central	13	16	19	21	20	21	20
55	Fixar perfil P03 e elástico na peça 26 (1x)	14	49	46	49	50	51	49
56	Fixar perfil P03 e elástico na peça 26 (2x)	14						
57	Fixar perfil P08 no conj. 22/25	15	33	32	22	25	26	26
58	Fixar perfil P02 na peça 4	15	22	21	22	21	21	22
59	Fixar perfil P06 na peça 18	15	33	28	29	25	33	29

As operações que não contemplam valores de observação dizem respeito a operações repetidas ou equivalentes (2x), cujo tempo foi medido para o conjunto e não individualmente.

Tabela 34: Cronometragem das operações da equipa de costura 41C do 2º turno

N.º	DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO:	Posto de Trabalho	Tempos observados					
			T0 1	T0 2	T0 3	T0 4	T0 5	T0 6
1	Unir peça 10 à peça 11	1	9	10	10	11	12	10
2	Unir peça 16 à peça 17	1	9	11	10	11	10	12
3	Unir peça 13 à peça 14	1	10	11	10	9	10	10
4	Unir peça 8 à peça 9	1	10	10	7	11	10	12
5	Unir conj 10/11 ao conj 8/9	2	15	16	17	16	16	18
6	Efetuar bainha no conj anterior	5	17	17	16	17	18	17
7	Fixar tela de airbag 15 na peça 13	1	12	26	25	27	26	25
8	Fixar etiqueta de airbag na peça 16	1	9	10	10	11	11	12
9	Fixar tela de airbag 15 na peça 16	1	11	12	13	12	13	13

10	Unir conj 16/17 ao conj 13/14 (máquina de airbag)	2	43	40	38	39	40	37
11	Efetuar bainha no conj anterior	5	18	18	17	16	18	17
12	Unir peça 18 à peça 6	3	25	25	25	26	23	25
13	Efetuar costura decorativa de 1 agulha no conj anterior	4	31	28	31	26	28	26
14	Unir peça 5 ao conj. 6/18	5	30	30	28	27	28	30
15	Efetuar costura decorativa de 1 agulha no conj 18/6/5	4	25	25	26	27	27	26
16	Unir peça 3 à peça 7	3	22	21	22	22	23	23
17	Efetuar costura decorativa de 2 agulhas no conjunto anterior	4	23	22	23	24	23	23
18	Unir peça 2 à peça 12	3	23	24	24	25	26	25
19	Efetuar costura decorativa de 2 agulhas no conjunto anterior	4	23	24	24	23	24	23
20	Unir conj 13/14 ao conj 7/3	5	20	23	24	23	23	25
21	Efetuar costura decorativa de 1 agulha no conjunto anterior	6	41	39	42	39	41	40
22	Unir conj 8/9 ao conj 12/2	5	22	20	20	19	20	21
23	Efetuar costura decorativa de 1 agulha no conjunto anterior	6	40	39	39	36	39	40
24	Fixar fecho no conj. 7/13/16/17	8	31	29	31	29	30	31
25	Fixar fecho no conj. 8/10/11/12	8	23	23	26	26	25	24
26	Unir peça 23 à peça 21	9	13	13	12	12	11	12
27	Unir peça 24 à peça 19	9	11	12	12	13	12	12
28	Fixar fecho no conj 23/21- efetuar cravado e cortar fecho	7	13	15	14	15	14	12
29	Fixar fecho no conj 24/19- efetuar cravado e cortar fecho	7	15	16	17	15	16	15
30	Cravar peça 23 na peça 21	7	6	5	7	7	6	8
31	Cravar peça 24 na peça 19	7	8	10	9	7	6	7
32	Unir conj 5/6/18 ao conj 2/12/21	10	23	21	21	23	19	20
33	Unir conj 5/6/18 ao conj 3/7/19	10	17	17	20	21	20	19
34	Fixar millilooop no conj 5/3	10	15	14	15	16	17	15
35	Fixar millilooop no conj 5/2	10	16	16	16	16	17	16
36	Efetuar união na peça 1(1x)	10	10	9	10	10	11	10
37	Efetuar união na peça 1(2x)	10	12	11	12	11	12	11
38	Fixar millilooop na peça 1 (1x)	10	11	11	12	11	10	11
39	Fixar millilooop na peça 1 (2x)	10	13	13	13	13	12	14
40	Fixar TNT P01 no conj 2/3/5	11	48	49	48	51	48	47
41	Unir peça 1 ao conj anterior	11	70	74	62	63	70	68
42	Efetuar bainhas na peça 4	9	58	61	63	61	52	60
43	Unir peça 4 ao conj 1/2/3 com etiqueta	11	34	39	27	28	26	26
44	Efetuar bainha na peça 27 (bolsa) e aplicar perfil P05	12	23	21	20	20	19	21
45	Unir peça 20 à peça 22	11	13	12	12	13	14	12
46	Fixar peça 27 no conj anterior	12	17	19	18	20	21	22
47	Fixar TNT P04 no conj 20/22/27 (1x)	12	23	20	21	21	21	22
48	Fixar TNT P04 no conj 20/22/27 (2x)	12						
49	Unir conj 20/22/27 ao conj 19/18/21	13	53	47	43	42	50	51

50	Fixar perfil P07 na peça 25 (1x)	13	20	21	18	23	22	20
51	Fixar perfil P07 na peça 25 (2x)	13						
52	Efetuar bainha na peça 25	13	46	43	47	55	52	54
53	Unir peça 25 à peça 26	13	11	12	14	13	10	11
54	Unir conj anterior ao conj central	13	14	14	15	15	15	14
55	Fixar perfil P03 e elástico na peça 26 (1x)	14	35	38	37	39	38	41
56	Fixar perfil P03 e elástico na peça 26 (2x)	14						
57	Fixar perfil P08 no conj. 22/25	15	35	31	37	36	36	36
58	Fixar perfil P02 na peça 4	15	16	16	17	18	15	17
59	Fixar perfil P06 na peça 18	15	35	39	41	39	40	42

Tabela 35: Cronometragem das operações da equipa 55D do 1º turno

N.º	DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO:	Posto de Trabalho	Tempos observados					
			T0 1	T0 2	T0 3	T0 4	T0 5	T0 6
1	Unir peça 10 à peça 11	1	12	13	12	10	12	13
2	Unir peça 16 à peça 17	1	12	12	12	8	11	11
3	Unir peça 8 à peça 9	1	10	12	11	11	10	11
4	Unir peça 13 à peça 14	1	9	10	9	9	9	10
5	Unir conj 10/11 ao conj 8/9	1	16	31	31	28	29	16
6	Efetuar bainha no conj anterior	2	17	32	30	31	36	17
7	Fixar tela de airbag 15 na peça 16	1	17	15	16	16	16	16
8	Fixar etiqueta de airbag na peça 16	1	9	10	11	9	10	10
9	Fixar tela de airbag 15 na peça 13	1	12	17	19	19	19	12
10	Unir conj 16/17 ao conj 13/14 (máquina de airbag)	3	61	38	60	59	55	38
11	Efetuar bainha no conj anterior	2	34	17	34	29	28	17
12	Pré-fixar VIVO na peça 1	5	44	48	30	29	24	30
13	Unir peça 6 à peça 18	8	21	18	19	17	18	19
14	Efetuar costura decorativa de 1 agu. no conj anterior	9	21	20	26	25	23	22
15	Unir peça 3 à peça 7	2	19	19	20	20	25	19
16	Efetuar costura decorativa de 1 agu. no conj 3/7	7	29	28	30	28	35	29
17	Unir conj 3/7 ao conj 13/14	6	32	29	36	34	39	33
18	Efetuar costura decorativa 2 agu. no conj. anterior	4	56	46	57	51	46	48
19	Unir peça 2 à peça 12	2	21	21	18	20	21	21
20	Efetuar costura decorativa de 1 agu. no conj 2/12	6	21	23	24	22	22	22
21	Unir conj 2/12 ao conj 8/9	7	24	23	25	30	30	25
22	Efetuar costura decorativa 2 agu. no conj. anterior	4	41	44	47	50	45	45
23	Unir conj. 6/18 à peça 1	8	31	39	35	36	33	34
24	Efetuar costura decorativa de 2 agu. no conjunto anterior	4	36	33	40	44	33	34
25	Fixar fecho no conj. 7/13/16/17	10	31	36	36	32	32	33
26	Fixar fecho no conj. 12/8/10/11	10	27	32	37	25	27	28
27	Unir peça 24 à peça 19	8	19	25	21	20	19	20
28	Unir peça 23 à peça 21	8	22	21	20	21	23	22

29	Fixar fecho na peça 19	10	22	20	20	14	22	14
30	Fixar fecho na peça 21	10	26	21	14	15	25	14
31	Cravar peça 24 na peça 19	11	25	23	26	27	26	25
32	Cravar peça 23 na peça 21	11						
33	Unir conj anterior ao conjunto central (1x)	11	55	47	61	55	44	47
34	Unir conj anterior ao conjunto central (2x)	11	53	57	46	44	46	47
35	Fixar Perfil TNT P01 no conj. Anterior (1x)	12	25	25	25	27	20	25
36	Fixar Perfil TNT P01 no conj. Anterior (2x)	12	29	24	25	24	27	25
37	Efetuar bainhas na peça 4	12	41	41	60	39	41	42
38	Unir peça 4 ao conj 1/2/3 com etiqueta em simultâneo	13	46	44	26	46	52	26
39	Efetuar bainha na peça 27 (bolsa) e aplicar perfil rígido P05	13	19	19	18	18	19	19
40	Unir peça 22 à peça 20	12	12	25	23	25	24	12
41	Fixar peça 27 no conj anterior	13	22	27	23	24	21	23
42	Fixar TNT P04 no conj 22/20(1x)	14	20	22	26	27	28	23
43	Fixar TNT P04 no conj 22/20 (2x)	14						
44	Unir conj 22/20/27 ao conj central	14	52	52	60	50	55	53
45	Fixar perfil PI02 na peça 25 (1x)	13	51	46	47	45	45	46
46	Fixar perfil PI02 na peça 25 (2x)	13						
47	Efetuar bainha na peça 25	12	35	36	35	33	33	36
48	Unir peça 26 à peça 25	11	19	21	15	13	11	11
49	Unir conj anterior ao conj central	14	14	24	26	26	23	14
50	Fixar perfil P03 e elástico na peça 26 (1x)	15	32	32	33	32	33	33
51	Fixar perfil P03 e elástico na peça 26 (2x)	15						
52	Fixar perfil P08 no conj. 22/25	15	30	27	22	22	26	23
53	Fixar perfil P02 na peça 4	15	19	23	22	19	24	21
54	Fixar perfil P06 na peça 18	15	30	33	32	31	31	32

Tabela 36: Cronometragem das operações da equipa 55D do 2º turno

N.º	DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO:	Posto de Trabalho	Tempos observados					
			T0 1	T0 2	T0 3	T0 4	T0 5	T0 6
1	Unir peça 10 à peça 11	1	12	13	14	11	12	13
2	Unir peça 16 à peça 17	1	12	13	14	8	11	11
3	Unir peça 8 à peça 9	1	10	13	12	12	10	11
4	Unir peça 13 à peça 14	1	9	10	9	10	9	10
5	Unir conj 10/11 ao conj 8/9	1	16	20	24	21	14	16
6	Efetuar bainha no conj anterior	2	17	24	26	25	30	17
7	Fixar tela de airbag 15 na peça 16	1	18	15	16	17	16	16
8	Fixar etiqueta de airbag na peça 16	1	11	10	9	9	10	10
9	Fixar tela de airbag 15 na peça 13	1	12	15	16	15	19	12
10	Unir conj 16/17 ao conj 13/14 (máquina de airbag)	3	55	37	54	50	41	38
11	Efetuar bainha no conj anterior	2	31	17	25	26	23	17
12	Pré-fixar VIVO na peça 1	5	39	40	31	29	28	32

13	Unir peça 6 à peça 18	8	18	21	19	17	18	23
14	Efetuar costura decorativa de 1 agulha no conj anterior	9	21	19	26	25	24	22
15	Unir peça 3 à peça 7	2	19	19	21	21	23	20
16	Efetuar costura decorativa de 1 agu. no conj 3/7	7	29	28	31	28	32	30
17	Unir conj 3/7 ao conj 13/14	6	32	29	35	34	37	33
18	Efetuar costura decorativa 2 agu. no conj. anterior	4	50	46	55	51	46	48
19	Unir peça 2 à peça 12	2	21	22	18	20	23	21
20	Efetuar costura decorativa de 1 agu. no conj 2/12	6	21	23	24	22	23	23
21	Unir conj 2/12 ao conj 8/9	7	24	23	25	27	29	25
22	Efetuar costura decorativa 2 agu. no conj. anterior	4	41	44	47	49	45	45
23	Unir conj. 6/18 à peça 1	8	31	35	35	37	33	34
24	Efetuar costura decorativa de 2 agu. no conjunto anterior	4	35	33	39	43	33	34
25	Fixar fecho no conj. 7/13/16/17	10	31	36	35	32	32	33
26	Fixar fecho no conj. 12/8/10/11	10	27	32	35	25	27	28
27	Unir peça 24 à peça 19	8	19	24	21	20	19	20
28	Unir peça 23 à peça 21	8	22	21	20	21	24	22
29	Fixar fecho na peça 19	10	21	20	20	14	20	14
30	Fixar fecho na peça 21	10	25	22	14	15	20	14
31	Cravar peça 24 na peça 19	11	26	23	26	27	28	25
32	Cravar peça 23 na peça 21	11						
33	Unir conj anterior ao conjunto central (1x)	11	50	47	55	59	44	47
34	Unir conj anterior ao conjunto central (2x)	11	53	57	46	44	46	47
35	Fixar Perfil TNT P01 no conj. Anterior (1x)	12	25	25	26	27	20	25
36	Fixar Perfil TNT P01 no conj. Anterior (2x)	12	28	24	25	24	27	25
37	Efetuar bainhas na peça 4	12	41	41	50	40	41	43
38	Unir peça 4 ao conj 1/2/3 com etiqueta em simultâneo	13	46	40	26	37	45	26
39	Efetuar bainha na peça 27 (bolsa) e aplicar perfil rígido P05	13	19	19	18	18	20	19
40	Unir peça 22 à peça 20	12	12	25	20	22	24	12
41	Fixar peça 27 no conj anterior	13	22	27	23	25	21	23
42	Fixar TNT P04 no conj 22/20(1x)	14	20	22	26	25	28	23
43	Fixar TNT P04 no conj 22/20 (2x)	14						
44	Unir conj 22/20/27 ao conj central	14	52	52	61	50	57	53
45	Fixar perfil PI02 na peça 25 (1x)	13						
46	Fixar perfil PI02 na peça 25 (2x)	13	49	46	47	45	45	48
47	Efetuar bainha na peça 25	12	35	36	37	33	33	35
48	Unir peça 26 à peça 25	11	19	20	15	13	11	11
49	Unir conj anterior ao conj central	14	14	24	23	25	20	14
50	Fixar perfil P03 e elástico na peça 26 (1x)	15	32	32	33	32	34	35
51	Fixar perfil P03 e elástico na peça 26 (2x)	15						
52	Fixar perfil P08 no conj. 22/25	15	29	27	22	22	25	23
53	Fixar perfil P02 na peça 4	15	19	24	23	19	24	21
54	Fixar perfil P06 na peça 18	15	30	34	32	31	31	32

ANEXO III – GAMA OPERATÓRIA DA PEÇA EF FORD KUGA ST-CLOTH

Tabela 37: Gama operatória da peça EF *Ford Kuga ST-Cloth*

	Descrição das operações do EF <i>Ford Kuga ST-Cloth</i>
Op. 1	Unir peça 10 à peça 11
Op. 2	Unir peça 16 à peça 17
Op. 3	Unir peça 13 à peça 14
Op. 4	Unir peça 8 à peça 9
Op. 5	Unir conjunto 10/11 ao conjunto 8/9
Op. 6	Efetuar bainha no conjunto anterior
Op. 7	Fixar tela de <i>airbag</i> 15 na peça 13
Op. 8	Fixar etiqueta de <i>airbag</i> na peça 16
Op. 9	Fixar tela de <i>airbag</i> 15 na peça 16
Op. 10	Unir conjunto 16/17 ao conjunto 13/14 (máquina de <i>airbag</i>)
Op. 11	Efetuar bainha no conjunto anterior
Op. 12	Unir peça 18 à peça 6
Op. 13	Efetuar costura decorativa de 1 agulha no conjunto anterior
Op. 14	Unir peça 5 ao conjunto 6/18
Op. 15	Efetuar costura decorativa de 1 agulha no conjunto 18/6/5
Op. 16	Unir peça 3 à peça 7
Op. 17	Efetuar costura decorativa de 2 agulhas no conjunto anterior
Op. 18	Unir peça 2 à peça 12
Op. 19	Efetuar costura decorativa de 2 agulhas no conjunto anterior
Op. 20	Unir conjunto 13/14 ao conjunto 7/3
Op. 21	Efetuar costura decorativa de 1 agulha no conjunto anterior
Op. 22	Unir conjunto 8/9 ao conjunto 12/2
Op. 23	Efetuar costura decorativa de 1 agulha no conjunto anterior
Op. 24	Fixar fecho no conjunto 7/13/16/17
Op. 25	Fixar fecho no conjunto. 8/10/11/12
Op. 26	Unir peça 23 à peça 21
Op. 27	Unir peça 24 à peça 19
Op. 28	Fixar fecho no conjunto 23/21- efetuar cravado e cortar fecho
Op. 29	Fixar fecho no conjunto 24/19- efetuar cravado e cortar fecho
Op. 30	Cravar peça 23 na peça 21
Op. 31	Cravar peça 24 na peça 19
Op. 32	Unir conjunto 5/6/18 ao conjunto 2/12/21
Op. 33	Unir conjunto 5/6/18 ao conjunto 3/7/19
Op. 34	Fixar <i>milliloop</i> no conjunto 5/3
Op. 35	Fixar <i>milliloop</i> no conjunto 5/2
Op. 36	Efetuar união na peça 1(1x)
Op. 37	Efetuar união na peça 1(2x)
Op. 38	Fixar <i>milliloop</i> na peça 1 (1x)
Op. 39	Fixar <i>milliloop</i> na peça 1 (2x)

Op. 40	Fixar TNT P01 no conjunto 2/3/5
Op. 41	Unir peça 1 ao conjunto anterior
Op. 42	Efetuar bainhas na peça 4
Op. 43	Unir peça 4 ao conjunto 1/2/3 com etiqueta
Op. 44	Efetuar bainha na peça 27 (bolsa) e aplicar perfil P05
Op. 45	Unir peça 20 à peça 22
Op. 46	Fixar peça 27 no conjunto anterior
Op. 47	Fixar TNT P04 no conjunto 20/22/27 (1x)
Op. 48	Fixar TNT P04 no conjunto 20/22/27 (2x)
Op. 49	Unir conjunto 20/22/27 ao conjunto 19/18/21
Op. 50	Fixar perfil P07 na peça 25 (1x)
Op. 51	Fixar perfil P07 na peça 25 (2x)
Op. 52	Efetuar bainha na peça 25
Op. 53	Unir peça 25 à peça 26
Op. 54	Unir conjunto anterior ao conjunto central
Op. 55	Fixar perfil P03 e elástico na peça 26 (1x)
Op. 56	Fixar perfil P03 e elástico na peça 26 (2x)
Op. 57	Fixar perfil P08 no conjunto 22/25
Op. 58	Fixar perfil P02 na peça 4
Op. 59	Fixar perfil P06 na peça 18

ANEXO IV – GAMA OPERATÓRIA DA PEÇA EF FORD KUGA VIGNALE

Tabela 38: Gama operatória da peça EF *Ford Kuga Vignale*

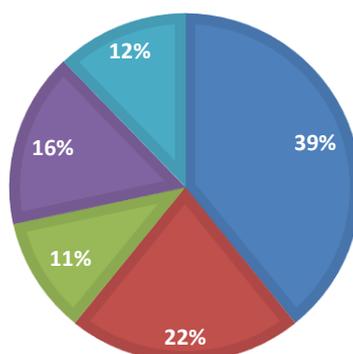
	Descrição das operações do EF <i>Ford Kuga Vignale</i>
Op. 1	Unir peça 10 à peça 11
Op. 2	Unir peça 16 à peça 17
Op. 3	Unir peça 8 à peça 9
Op. 4	Unir peça 13 à peça 14
Op. 5	Unir conjunto 10/11 ao conjunto 8/9
Op. 6	Efetuar bainha no conjunto anterior
Op. 7	Fixar tela de <i>airbag</i> 15 na peça 16
Op. 8	Fixar etiqueta de <i>airbag</i> na peça 16
Op. 9	Fixar tela de <i>airbag</i> 15 na peça 13
Op. 10	Unir conjunto 16/17 ao conjunto 13/14 (máquina de <i>airbag</i>)
Op. 11	Efetuar bainha no conjunto anterior
Op. 12	Pré-fixar VIVO na peça 1
Op. 13	Unir peça 6 à peça 18
Op. 14	Efetuar costura decorativa de 1 agulha no conjunto anterior
Op. 15	Unir peça 3 à peça 7
Op. 16	Efetuar costura decorativa de 1 agulha no conjunto 3/7
Op. 17	Unir conjunto 3/7 ao conjunto 13/14
Op. 18	Efetuar costura decorativa 2 agulhas no conjunto anterior
Op. 19	Unir peça 2 à peça 12
Op. 20	Efetuar costura decorativa de 1 agulha no conjunto 2/12
Op. 21	Unir conjunto 2/12 ao conjunto 8/9
Op. 22	Efetuar costura decorativa 2 agulhas no conjunto anterior
Op. 23	Unir conjunto 6/18 à peça 1
Op. 24	Efetuar costura decorativa de 2 agulhas no conjunto anterior
Op. 25	Fixar fecho no conjunto 7/13/16/17
Op. 26	Fixar fecho no conjunto 12/8/10/11
Op. 27	Unir peça 24 à peça 19
Op. 28	Unir peça 23 à peça 21
Op. 29	Fixar fecho na peça 19
Op. 30	Fixar fecho na peça 21
Op. 31	Cravar peça 24 na peça 19
Op. 32	Cravar peça 23 na peça 21
Op. 33	Unir conjunto anterior ao conjunto central (1x)
Op. 34	Unir conjunto anterior ao conjunto central (2x)
Op. 35	Fixar perfil TNT P01 no conjunto anterior (1x)
Op. 36	Fixar perfil TNT P01 no conjunto Anterior (2x)
Op. 37	Efetuar bainhas na peça 4
Op. 38	Unir peça 4 ao conjunto 1/2/3 com etiqueta em simultâneo
Op. 39	Efetuar bainha na peça 27 (bolsa) e aplicar perfil rígido P05

Op. 40	Unir peça 22 à peça 20
Op. 41	Fixar peça 27 no conjunto anterior
Op. 42	Fixar TNT P04 no conjunto 22/20(1x)
Op. 43	Fixar TNT P04 no conjunto 22/20 (2x)
Op. 44	Unir conjunto 22/20/27 ao conjunto central
Op. 45	Fixar perfil PI02 na peça 25 (1x)
Op. 46	Fixar perfil PI02 na peça 25 (2x)
Op. 47	Efetuar bainha na peça 25
Op. 48	Unir peça 26 à peça 25
Op. 49	Unir conjunto anterior ao conjunto central
Op. 50	Fixar perfil P03 e elástico na peça 26 (1x)
Op. 51	Fixar perfil P03 e elástico na peça 26 (2x)
Op. 52	Fixar perfil P08 no conjunto 22/25
Op. 53	Fixar perfil P02 na peça 4
Op. 54	Fixar perfil P06 na peça 18

ANEXO V – INFORMAÇÃO ADICIONAL SOBRE AS PEÇAS NOK DOS BORDADOS *PREMIUM*

Peças NOK/tipo de peça

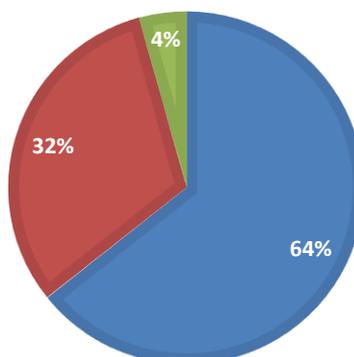
■ ECL ■ EFE ■ ETE ■ ETD ■ EFD



A peça onde ocorreu um maior número de defeitos foi no encosto de cabeça lateral (ECL), representando 39% das peças não conformes.

Peças NOK/turno

■ 1 ■ 2 ■ 3



O turno no qual ocorreu um maior número de defeitos diz respeito ao 1º turno.

ANEXO VI – MILK RUN LOOP DO ABASTECIMENTO SA

A seguinte Tabela 39 diz respeito ao simulador fornecido pela empresa para calcular o tempo de ciclo de qualquer circuito logístico. Neste caso, o circuito logístico descrito diz respeito ao do operador que abastece os postos das máquinas KSL.

Primeiramente, descreve-se as operações que o operador executa, e consoante o tipo de operação (M – *Manual* ou D – *Displacement*) calcula-se a distância percorrida, caso esta se trate de uma deslocação (D), ou o tempo gasto por unidade, caso esta se trate de uma operação manual (M).

Ressalva-se que para o cálculo do tempo despendido em distâncias percorridas, considerou-se uma velocidade média de 1 m/s.

Tabela 39: *Milk Run Loop* do abastecimento SA

Nº	L O O P	AREA	TASK	Type of Movement [M;D]	STANDARD								TOTAL [seg]			
					DISTANCE [mtr]	STATION & MENU		BIG BOX		SMALL BOX		TROLLEY				
						[uni]	Stand [seg]	[uni]	Stand [seg]	[uni]	Stand [seg]	[uni]		Stand [seg]		
1		P0	Deslocamento P0 para P1	D	3										3	
2		P1	Recolha de CARRINHO vazio	M								1	5		5	
3			Deslocamento P1 para P0	D	3										3	
4	1	P0	Analisar sequenciamento, entrar no menu abastecimento e posicionar-se em cada OF	M		6	10								60	
5				Anotação da localização do Kits em supermercado	M		1	10								10
6				Deslocamento P0 para P2	D	4										4
7		P2	Abastecimento caixas de acordo com info anotada	M				6	24						144	
8			Deslocamento P2 para P0	D	4,20										4	

9	P0	Entrar no Menu abastecimento e posicionar-se em cada OF	M		6	10						60
10		Associação dos kits à OF correspondente	M				6	10				60
11		Deslocação de P0 para P1	D	3								3
12	P1	Colocação carrinho na área específica abastecimento P1	M							1	5	5
13		Deslocamento P1 para P0	D	3								3

1	2	P0	Deslocamento P0 para P3	D	3							3	
2		P3	Recolha de CARRINHO vazio	M						1	5	5	
3			Deslocamento P3 para P0	D	3							3	
4		P0	Analisar sequenciamento, entrar no menu abastecimento e posicionar-se em cada OF	M		6	10						60
5			Anotação da localização do Kits em supermercado	M		1	10						10
6			Deslocamento P0 para P2	D	4								4
7		P2	Abastecimento caixas de acordo com info anotada	M				6	24				144
8			Deslocamento P2 para P0	D	4,20								4
9		P0	Entrar no Menu abastecimento(?) e posicionar-se em cada OF	M		6	10						60
10			Associação dos kits à OF correspondente	M				6	10				60
11			Deslocação de P0 para P3	D	3,00								3
12		P3	Colocação carrinho na área específica abastecimento P3	M							1	5	5
13			Deslocamento P3 para P0	D	3								3

1	3	P0	Deslocamento P0 para P4	D	6							6
2		P4	Recolha de CARRINHO vazio	M						1	5	5
3			Deslocamento P4 para P0	D	6							6
4		P0	Analisar sequenciamento, entrar no menu abastecimento e posicionar-se em cada OF	M		6	10					

5		Anotação da localização do Kits em supermercado	M		1	10						10
6		Deslocamento P0 para P2	D	4								4
7	P2	Abastecimento caixas de acordo info anotada	M				6	24				144
8		Deslocamento P2 para P0	D	4,20								4
9	P0	Entrar no Menu abastecimento(?) e posicionar-se em cada OF	M		6	10						60
10		Associação dos kits à OF correspondente	M				6	10				60
11		Deslocação de P0 para P4	D	6								6
12	P4	Colocação carrinho na área específica abastecimento P4	M							1	5	5
13		Deslocamento P4 para P0	D	6								6

1	4	P0	Deslocamento P0 para P5	D	8							8	
2		P5	Recolha de CARRINHO vazio	M						1	5	5	
3			Deslocamento P5 para P0	D	8							8	
4		P0	Analisar sequenciamento, entrar no menu abastecimento e posicionar-se em cada OF	M		6	10						60
5			Anotação da localização do Kits em supermercado	M		1	10						10
6			Deslocamento P0 para P2	D	4								4
7		P2	Abastecimento caixas de acordo com info anotada	M				6	24				144
8			Deslocamento P2 para P0	D	4,20								4
9		P0	Entrar no Menu abastecimento(?) e posicionar-se em cada OF	M		6	10						60
10			Associação dos kits à OF correspondente	M				6	10				60
11			Deslocação de P0 para P5	D	8								8
12		P5	Colocação carrinho na área específica abastecimento P5	M							1	5	5
13			Deslocamento P5 para P0	D	8								8

1	5	P0	Deslocamento P0 para P6	D	11								11	
2		P6	Recolha de CARRINHO vazio	M							1	5	5	
3		P6	Deslocamento P6 para P0	D	11									11
4		P0	Analisar sequenciamento, entrar no menu abastecimento e posicionar-se em cada OF	M		6	10							60
5		P0	Anotação da localização do Kits em supermercado	M		1	10							10
6		P0	Deslocamento P0 para P2	D	4									4
7		P2	Abastecimento caixas de acordo com info anotada	M				6	24					144
8		P2	Deslocamento P2 para P0	D	4,20									4
9		P0	Entrar no Menu abastecimento(?) e posicionar-se em cada OF	M		6	10							60
10		P0	Associação dos kits à OF correspondente	M				6	10					60
11		P0	Deslocação de P0 para P6	D	11,00									11
12		P6	Colocação carrinho na área específica abastecimento P6	M								1	5	5
13		P6	Deslocamento P6 para P7	D	4									4

ANEXO VII – FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE ESTENDER CAMADAS DE TECIDOS E OUTROS MATERIAIS

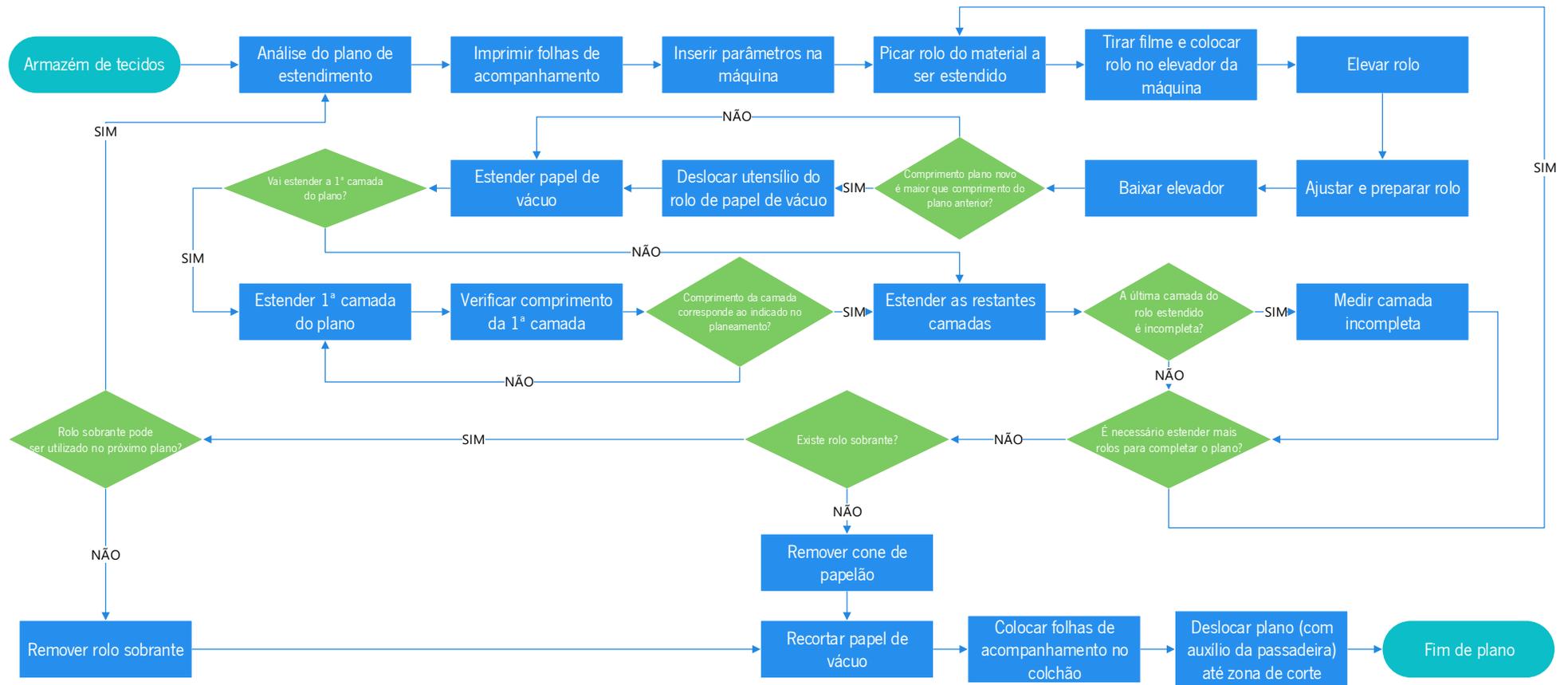


Figura 52: Fluxograma do processo de estender camadas de tecidos e outros materiais

ANEXO VIII – CRONOMETRAGEM DAS OPERAÇÕES DO ESTENDEDOR

Tabela 40: Cronometragem das operações realizadas pelo estendedor

Bloco de operações	Operações	Tempos	TO 1	TO 2	TO 3	TO 4	TO 5	TO 6	TO 7	TO 8	Média	Distância (metros)	Velocidade (m/s)
Início do plano	Analisar plano Ir buscar amostra padrão e analisar Picar rolo(s) de material a ser trabalhado Imprime/pica folha de acompanhamento Inserir parâmetros na máquina	Fixo	162	194	228	160	61	161	156	166	161,00	--	--
Início do rolo	Tirar filme e colocar rolo no elevador Elevar rolo Descartar plásticos Baixar elevador Ajustar rolo Preparar rolo	Fixo	92	147	65	74	95	109	145	77	100,50	--	--
Preparação do estendimento	Desloca máquina até ao rolo de papel	Variável	13	9	12	11	14	12	13	11	11,88	10	0,84
	Estende papel com máquina	Variável	16	17	17	14	18	16	18	17	16,63	15	0,9
Estender tecido	Vai para frente (velocidade de deslocamento máquina)	Variável	16	20	18	15	16	13	17	18	16,63	14	0,84
	Segurar ponta	Fixo	13	19	12	13	15	14	14	16	14,50	--	--
	Vai para trás (velocidade de estendimento)	Variável	28	25	23	24	32	25	26	22	25,63	14	0,55
	Corta	Fixo	3	3	3	3,8	2	4	4	3	3,23	--	--
Fim primeira camada	Confirmar comprimento 1ª camada (velocidade de medição)	Variável	90								90,00	27,92	0,31
Fim do rolo	Ajustar e assinalar final do rolo (fita amarela)	Variável	22	45	32	27	37	27	60	35	35,63	--	--

	Medir última camada incompleta (velocidade medição)	Variável	22	20	27	22	18	21	24	25	22,38	7,0	0,31
	Deslocamento e remoção do rolo de papelão	Variável	14	18	15	45	23	25	17	27	23,00	--	--
Fim do plano	Devolve máquina e desloca-se até ao rolo de papel	Variável	30	31	25	40	35	29	31	34	31,88	--	--
	Verifica e coloca folhas de acompanhamento + recolhe/corta papel	Fixo	40	37	38	39	41	37	42	34	38,50	--	--
	Transporta plano para a frente (velocidade de deslocamento da passadeira)	Variável	24	25	26	23	27	25	22	24	24,50	4,18	0,17
	Recolha rolo sobranete + embrulho	Variável	40	38	36	44	31	42	37	40	38,50	--	--
Defeitos	Assinala defeito (fita branca)	Variável	36	60	70	20	37	45	48	41	44,6	--	--

ANEXO IX – MILK RUN LOOP DO ABASTECIMENTO DE ROLOS DE MATERIAL ATRÁS DAS LECTRAS

Tabela 41: *Milk Run Loop* do abastecimento de rolos atrás das Lectras

Nº	Loop	Operação	Type of Movement [Manual;Displacement]	Distância [mtr]	Standard [seg]	Total [seg]
1	LECTRA 1	Observação e análise do planeamento de abastecimento no computador	M		24	24
2		Deslocamento desde posto de computador até monta cargas	D	39		39
3		Recolha de rolo com carrinho de mão no monta cargas	M		9	9
4		Deslocamento de carrinho de mão cheio desde monta cargas até zona de abastecimento da Lectra 1	D	32		32
5		Colocação de rolo junto da Lectra 1	M		4	5
6		Deslocamento desde Lectra 1 até posto de descanso	D	8		8
1	LECTRA2	Observação e análise do planeamento de abastecimento no computador	M		24	24
2		Deslocamento até monta cargas	D	39		39
3		Recolha de rolo com carrinho de mão no monta cargas	M		9	9
4		Deslocamento de carrinho de mão cheio desde monta cargas até zona de abastecimento da Lectra 2	D	36		36
5		Colocação de rolo junto da Lectra 2	M		4	5
6		Deslocamento desde Lectra 2 até posto de descanso	D	4		4
1	LECTRA 3	Observação e análise do planeamento de abastecimento no computador	M		24	24
2		Deslocamento até monta cargas	D	39		39
3		Recolha de rolo com carrinho de mão no monta cargas	M		9	9
4		Deslocamento de carrinho de mão cheio desde monta cargas até zona de abastecimento da Lectra 3	D	41		41
5		Colocação de rolo junto da Lectra 3	M		4	5
6		Deslocamento desde Lectra 3 até posto de descanso	D	6		6
1	LECTRA 4	Observação e análise do planeamento de abastecimento no computador	M		24	24
2		Deslocamento até monta cargas	D	39		39
3		Recolha de rolo com carrinho de mão no monta cargas	M		9	9
4		Deslocamento de carrinho de mão cheio desde monta cargas até zona de abastecimento da Lectra 4	D	45		46

5		Colocação de rolo junto da Lectra 4	M		4	5
6		Deslocamento desde Lectra 4 até posto de descanso	D	4		4
1	LECTRA 5	Observação e análise do planeamento de abastecimento no computador	M		24	24
2		Deslocamento até monta cargas	D	39		39
3		Recolha de rolo com carrinho de mão no monta cargas	M		9	9
4		Deslocamento de carrinho de mão cheio desde monta cargas até zona de abastecimento da Lectra 5	D	50		51
5		Colocação de rolo junto da Lectra 5	M		4	5
6		Deslocamento desde Lectra 5 até posto de descanso	D	6		6
1	LECTRA 6	Observação e análise do planeamento de abastecimento no computador	M		24	24
2		Deslocamento até monta cargas	D	39		39
3		Recolha de rolo com carrinho de mão no monta cargas	M		9	9
4		Deslocamento de carrinho de mão cheio desde monta cargas até zona de abastecimento da Lectra 6	D	55		55
5		Colocação de rolo junto da Lectra 6	M		4	5
6		Deslocamento desde Lectra 6 até posto de descanso	D	4		4
1	LECTRA 7	Observação e análise do planeamento de abastecimento no computador	M		24	24
2		Deslocamento até monta cargas	D	39		39
3		Recolha de rolo com carrinho de mão no monta cargas	M		9	9
4		Deslocamento de carrinho de mão cheio desde monta cargas até zona de abastecimento da Lectra 7	D	59		59
5		Colocação de rolo junto da Lectra 7	M		4	5
6		Deslocamento desde Lectra 7 até posto de descanso	D	6		6

ANEXO X – ANÁLISE ESTATÍSTICA À QUANTIDADE DE ROLOS ABASTECIDOS

As operações incumbidas ao operador logístico mencionadas na secção 4.4.4 repetem-se sempre que for necessário abastecer um rolo de tecido a qualquer uma das 7 máquinas *Lectra*. Contudo, é crucial saber a frequência desde abastecimento para posteriormente dimensionar o número de operadores. Desta forma, a Coindu forneceu dados referentes ao número de rolos abastecidos nas 7 *Lectras* presentes em Joane II, desde 2 de janeiro de 2023 até 30 de junho de 2023. Visto que o número de rolos representa uma variável quantitativa discreta, foi elaborado o seguinte diagrama de caixa referente ao número de rolos abastecidos por dia, apresenta na Figura 53.

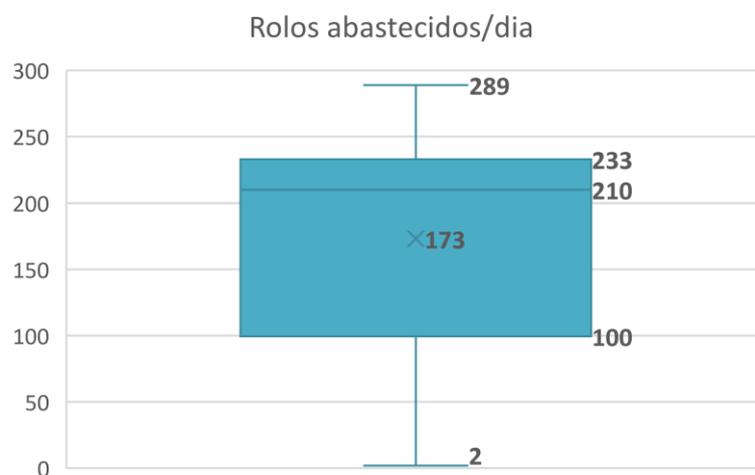


Figura 53: *Box plot* referente à variável quantitativa discreta: número de rolos abastecidos por dia

Através da análise da Figura 53, constata-se que o número de rolos de tecido abastecidos em Joane I por dia, em média, são 173 rolos. Porém, a mediana, que representa a centralidade dos valores, corresponde a 210 rolos. O primeiro quartil diz respeito a 100 rolos, o que significa que 25% dos dados estão abaixo deste valor. Já o terceiro quartil equivale a 233 rolos, logo 75% dos dados estão abaixo deste valor. A amplitude interquartil (diferença entre o terceiro e o primeiro quartil) é igual a 133 e, como a mediana está bastante próxima do terceiro quartil, pode afirmar-se que os dados são negativamente assimétricos. Por fim, a amplitude dos dados é de 287, uma vez que corresponde à diferença entre o maior e o menor valor de rolos abastecidos por dia.

Tendo em consideração o mesmo intervalo temporal, foi calculada a percentagem de rolos abastecidos nas *Lectras* por turno de trabalho, estando estas representadas na Figura 54.

Rolos abastecidos/turno

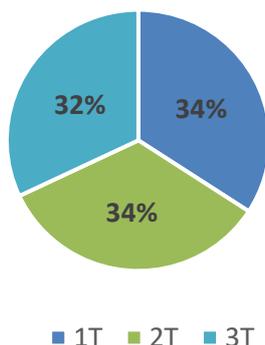


Figura 54: Gráfico circular referente à percentagem de rolos abastecidos por turno desde janeiro de 2023 até junho de 2023

Observa-se que a percentagem de rolos abastecidos no 1º e 2º turnos é a mesma, sendo o 3º turno aquele que, à partida, consome menos rolos, contudo a percentagem de rolos abastecidos neste (32%) é bastante próxima dos restantes turnos (34%).

Para completar esta análise, e de forma a perceber qual o pico de trabalho deste abastecimento, elaborou-se o seguinte gráfico presente na Figura 55. O gráfico mostra, para cada hora do dia, qual o número máximo, o segundo número máximo e a média de rolos abastecidos, tendo em consideração todos os dias desde 2 de janeiro até 30 de junho de 2023.

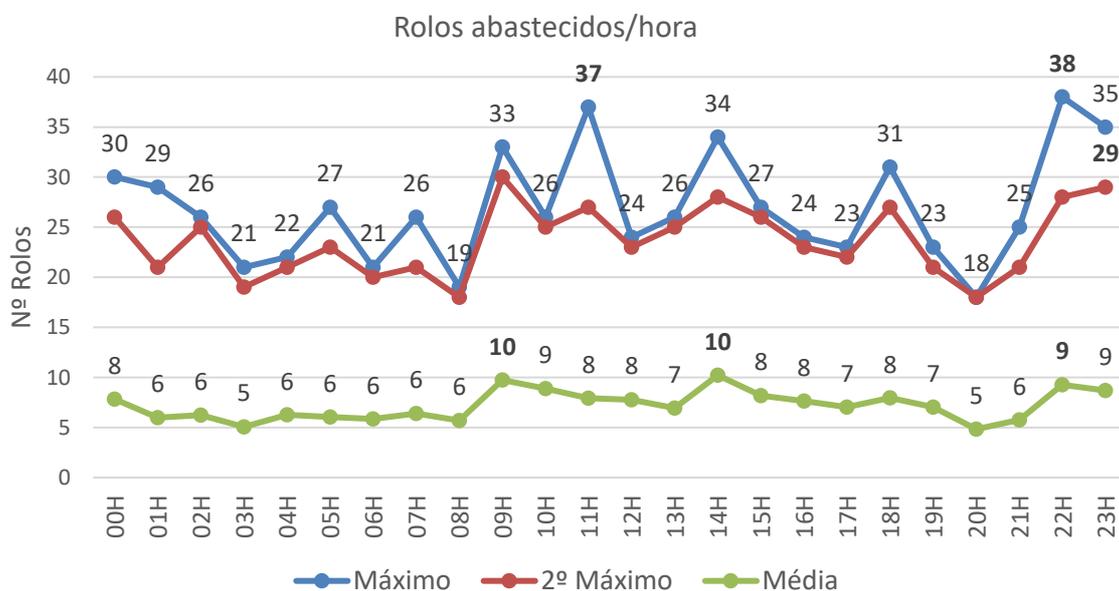


Figura 55: Gráfico representativo do número de rolos abastecidos por hora desde janeiro de 2023 até junho de 2023

Como já foi mencionado anteriormente, os resultados obtidos pelo simulador *milk run loop* mostram que numa hora de trabalho, o operador tem tempo para abastecer cerca de 28 rolos.

Pela análise da Figura 55, observa-se que o pico de rolos abastecidos numa hora foi de 38 rolos (este aconteceu às 22 horas do dia 16 de janeiro de 2023), 10 rolos a mais que os determinados pelo simulador. O segundo pico aconteceu às 11 horas do dia 20 de maio de 2023 e obrigou o abastecimento de 37 rolos nessa hora, 9 rolos acima dos determinados pelo simulador. Embora o valor máximo e o 2º máximo sejam elevados, a média de rolos abastecidos em cada hora é bastante inferior, e está dentro do limite dos 28 rolos por hora determinados pelo simulador.

ANEXO XI – PROCURA DO MODELO FORD KUGA

Tabela 42: Dados do EDI da procura do modelo *Ford Kuga* das semanas 10 a 19 de 2023

Parte	Variante	Procura EDI (Sem 10-19)	
		MÉDIA /SEMANA	QUANTIDADE/DIA
AF	ST-CLOTH	828	166
AF	ST-CLOTH	948	190
EF	ST-CLOTH	945	189
EF	ST-CLOTH	948	190
AT	ST-CLOTH	216	44
AT	ST-CLOTH	704	141
AT	ST-CLOTH	240	48
AT	ST-CLOTH	708	142
ET	ST-CLOTH	948	190
ET	ST-CLOTH	909	182
ET	ST-CLOTH	0	0
AF	VIGNALE	152	31
AF	VIGNALE	152	31
EF	VIGNALE	152	31
EF	VIGNALE	154	31
AT	VIGNALE	8	2
AT	VIGNALE	132	27
AT	VIGNALE	18	4
AT	VIGNALE	120	24
ET	VIGNALE	148	30
ET	VIGNALE	146	30
ET	VIGNALE	22	5
AF	RAY	522	105
AF	RAY	522	105
EF	RAY	609	122
EF	RAY	582,5	117
AT	RAY	104	21
AT	RAY	328	66
AT	RAY	102	21
AT	RAY	342	69
ET	RAY	600	120
ET	RAY	591	119
ET	RAY	12	3
AF	ZAHA	0	0
AF	ZAHA	0	0
FALSO	ZAHA	0	0
FALSO	ZAHA	0	0
AT	ZAHA	0	0

AT	ZAHA	0	0
AT	ZAHA	0	0
AT	ZAHA	0	0
ET	ZAHA	0	0
ET	ZAHA	0	0
ET	ZAHA	0	0
ET	ZAHA	0	0
AF	TI-PARTIAL	30	6
AF	TI-PARTIAL	30	6
AF	TI-PARTIAL	72	15
AF	TI-PARTIAL	66	14
EF	TI-PARTIAL	225	45
EF	TI-PARTIAL	228	46
AT	TI-PARTIAL	8	2
AT	TI-PARTIAL	48	10
AT	TI-PARTIAL	24	5
AT	TI-PARTIAL	54	11
ET	TI-PARTIAL	150	30
ET	TI-PARTIAL	144	29
ET	TI-PARTIAL	0	0

ANEXO XII – CÁLCULO DO NÚMERO DE CARRINHOS CONSUMIDOS POR TURNO NO POSTO KSL

Sabendo que uma OF consumida nas máquinas KSL tem, em média, 7 peças, o tempo médio de consumo de 1 OF é calculado da seguinte forma:

$$\text{Tempo médio de consumo de 1 OF} = \frac{7 \text{ peças} \times 450 \text{ min}}{\text{média peças/turno}}$$

Tabela 43: Parâmetros medidos às equipas alocadas às máquinas KSL

<i>Equipa</i>	<i>Média peças/turno</i>	<i>Tempo médio consumo 1 OF (min)</i>	<i>Nº caixas necessárias/turno</i>	<i>Nº carrinhos/turno (1 carrinho= 5 caixas)</i>
<i>44M1E98G</i>	83	38	12	3
<i>44M1E98B</i>	87	36	12	3
<i>44M1E98F</i>	72	44	10	3
<i>44M1E98M</i>	56	56	8	2
<i>44M2E98B</i>	114	28	16	4
<i>44M2E98E</i>	70	45	10	3
<i>44M2E98P</i>	118	27	17	4
<i>44M3E98B</i>	178	18	25	5
<i>44M3E98A</i>	108	29	15	4
<i>44M3E98E</i>	107	29	15	4
<i>44M3E98I</i>	74	42	11	3
<i>Média</i>	97	36	14	4

Deste modo, é possível calcular o tempo que 1 OF demora a ser consumida, em média, sendo este valor equivalente a 36 min. Este valor também corresponde ao tempo que o operador logístico tem para repor o carrinho aquando da retirada da última caixa por parte do operador da KSL. Como um carrinho acarreta 5 caixas e cada caixa acarreta 1 OF, o tempo que um carrinho demora a ser consumido ronda as 3 horas.

Pela análise da Tabela 43, também se constata que o número de carrinhos necessários, em média, por posto KSL e por turno é igual a 4.

ANEXO XIII – MILK RUN LOOP DO ABASTECIMENTO SA COM PDA ACOPLADO À ROTA DA PRENSA

A seguinte Tabela 44 diz respeito ao simulador fornecido pela empresa para calcular o tempo de ciclo de qualquer circuito logístico. Neste caso, o circuito logístico descrito diz respeito à proposta de melhoria apresentada na secção 5.4.2, que trata do abastecimento de SA com auxílio de um PDA e acoplado à rota da prensa. Ressalva-se que as peças em couro e em espuma (necessárias para a costura semiautomática da KSL) estão armazenadas em supermercados sob a forma de *kits*. Deste modo, e com recurso ao PDA, o operador logístico consegue saber em que posição do supermercado estão alocados os *kits* necessários para o abastecimento dos postos KSL. Os kits de couro são muito específicos enquanto os kits de espuma são mais genéricos, podendo ser usados em diversas peças. Logo, o operador logístico recolhe a caixa com o kit de couro e de seguida recolha as duas espumas necessárias para completar a peça (podem encontrar-se em locais distintos), colocando-as na mesma caixa do kit de couro e formando uma OF.

Tabela 44: *Milk Run Loop* do abastecimento SA com PDA acoplado à rota da prensa

Nº	L O O P	AREA	TASK	Type of Movement [M;D]	STANDARD						TOTAL [seg]		
					DISTANCE [mtr]	STATION & MENU		BIG BOX		TROLLEY			
						[uni]	Stand [seg]	[uni]	Stand [seg]	[uni]		Stand [seg]	
1	1	P0	Deslocamento P0 para P1	D	3							3	
2		P1	Recolha de CARRINHO vazio	M					1	5		5	
3			Deslocamento P1 para P2	D	6							6	
4		P2	Analisar sequenciamento, entrar no menu abastecimento e posicionar-se na OF 1		M		1	15					15
5			Deslocamento e Recolha caixa kit couro da OF 1		M				1	9			9
6			Deslocamento e Recolha kit espuma 1 e alocação na caixa anterior		M				1	9			9

7		Deslocamento e Recolha kit espuma 2 e alocação na caixa anterior	M			1	9			9	
8		Analisar sequenciamento, entrar no menu abastecimento e posicionar-se na OF 2	M		1	15				15	
9		Deslocamento e Recolha caixa kit couro da OF 2	M				1	9		9	
10		Deslocamento e Recolha kit espuma 1 e alocação na caixa anterior	M				1	9		9	
11		Deslocamento e Recolha kit espuma 2 e alocação na caixa anterior	M				1	9		9	
12		Analisar sequenciamento, entrar no menu abastecimento e posicionar-se na OF 3	M		1	15				15	
13		Deslocamento e Recolha caixa kit couro da OF 3	M				1	9		9	
14		Deslocamento e Recolha kit espuma 1 e alocação na caixa anterior	M				1	9		9	
15		Deslocamento e Recolha kit espuma 2 e alocação na caixa anterior	M				1	9		9	
16		Analisar sequenciamento, entrar no menu abastecimento e posicionar-se na OF 4	M		1	15				15	
17		Deslocamento e Recolha caixa kit couro da OF 4	M				1	9		9	
18		Deslocamento e Recolha kit espuma 1 e alocação na caixa anterior	M				1	9		9	
19		Deslocamento e Recolha kit espuma 2 e alocação na caixa anterior	M				1	9		9	
20		Analisar sequenciamento, entrar no menu abastecimento e posicionar-se na OF 5	M		1	15				15	
21		Deslocamento e Recolha caixa kit couro da OF 5	M				1	9		9	
22		Deslocamento e Recolha kit espuma 1 e alocação na caixa anterior	M				1	9		9	
23		Deslocamento e Recolha kit espuma 2 e alocação na caixa anterior	M				1	9		9	
24		Deslocamento de P2 para P1	D	6						6	
25	P1	Colocação carrinho na área específica abastecimento P1	M						1	5	5

26		Deslocamento P1 para P0	D	3,00							3
----	--	-------------------------	---	------	--	--	--	--	--	--	---

1	2	P0	Deslocamento P0 para P3	D	3						3
2		P3	Recolha de CARRINHO vazio	M					1	5	5
3			Deslocamento P3 para P2	D	7						7
4			Analisar sequenciamento, entrar no menu abastecimento e posicionar-se na OF 1	M		1	15				15
5			Deslocamento e Recolha caixa kit couro da OF 1	M				1	9		9
6			Deslocamento e Recolha kit espuma 1 e alocação na caixa anterior	M				1	9		9
7			Deslocamento e Recolha kit espuma 2 e alocação na caixa anterior	M				1	9		9
8			Analisar sequenciamento, entrar no menu abastecimento e posicionar-se na OF 2	M		1	15				15
9			Deslocamento e Recolha caixa kit couro da OF 2	M				1	9		9
10			Deslocamento e Recolha kit espuma 1 e alocação na caixa anterior	M				1	9		9
11		P2	Deslocamento e Recolha kit espuma 2 e alocação na caixa anterior	M				1	9		9
12			Analisar sequenciamento, entrar no menu abastecimento e posicionar-se na OF 3	M		1	15				15
13			Deslocamento e Recolha caixa kit couro da OF 3	M				1	9		9
14			Deslocamento e Recolha kit espuma 1 e alocação na caixa anterior	M				1	9		9
15			Deslocamento e Recolha kit espuma 2 e alocação na caixa anterior	M				1	9		9
16			Analisar sequenciamento, entrar no menu abastecimento e posicionar-se na OF 4	M		1	15				15
17			Deslocamento e Recolha caixa kit couro da OF 4	M				1	9		9
18			Deslocamento e Recolha kit espuma 1 e alocação na caixa anterior	M				1	9		9

19		Deslocamento e Recolha kit espuma 2 e alocação na caixa anterior	M				1	9			9
20		Analisar sequenciamento, entrar no menu abastecimento e posicionar-se na OF 5	M		1	15					15
21		Deslocamento e Recolha caixa kit couro da OF 5	M				1	9			9
22		Deslocamento e Recolha kit espuma 1 e alocação na caixa anterior	M				1	9			9
23		Deslocamento e Recolha kit espuma 2 e alocação na caixa anterior	M				1	9			9
24		Deslocamento de P2 para P3	D	7							7
25	P3	Colocação carrinho na área específica abastecimento P3	M						1	5	5
26	P3	Deslocamento P3 para P0	D	3							3

1		P0	Deslocamento P0 para P4	D	6						6
2		P4	Recolha de CARRINHO vazio	M					1	5	5
3		P4	Deslocamento P4 para P2	D	10						10
4		P2	Analisar sequenciamento, entrar no menu abastecimento e posicionar-se na OF 1	M		1	15				15
5		P2	Deslocamento e Recolha caixa kit couro da OF 1	M				1	9		9
6	3	P2	Deslocamento e Recolha kit espuma 1 e alocação na caixa anterior	M				1	9		9
7		P2	Deslocamento e Recolha kit espuma 2 e alocação na caixa anterior	M				1	9		9
8		P2	Analisar sequenciamento, entrar no menu abastecimento e posicionar-se na OF 2	M		1	15				15
9		P2	Deslocamento e Recolha caixa kit couro da OF 2	M				1	9		9
10		P2	Deslocamento e Recolha kit espuma 1 e alocação na caixa anterior	M				1	9		9
11		P2	Deslocamento e Recolha kit espuma 2 e alocação na caixa anterior	M				1	9		9

12			Analisar sequenciamento, entrar no menu abastecimento e posicionar-se na OF 3	M		1	15					15
13			Deslocamento e Recolha caixa kit couro da OF 3	M				1	9			9
14			Deslocamento e Recolha kit espuma 1 e alocação na caixa anterior	M				1	9			9
15			Deslocamento e Recolha kit espuma 2 e alocação na caixa anterior	M				1	9			9
16			Analisar sequenciamento, entrar no menu abastecimento e posicionar-se na OF 4	M		1	15					15
17			Deslocamento e Recolha caixa kit couro da OF 4	M				1	9			9
18			Deslocamento e Recolha kit espuma 1 e alocação na caixa anterior	M				1	9			9
19			Deslocamento e Recolha kit espuma 2 e alocação na caixa anterior	M				1	9			9
20			Analisar sequenciamento, entrar no menu abastecimento e posicionar-se na OF 5	M		1	15					15
21			Deslocamento e Recolha caixa kit couro da OF 5	M				1	9			9
22			Deslocamento e Recolha kit espuma 1 e alocação na caixa anterior	M				1	9			9
23			Deslocamento e Recolha kit espuma 2 e alocação na caixa anterior	M				1	9			9
24			Deslocamento de P2 para P4	D	10							10
25		P4	Colocação carrinho na área específica abastecimento P4	M						1	5	5
26			Deslocamento P4 para P0	D	6							6
1		P0	Deslocamento P0 para P5	D	8							8
2	4	P5	Recolha de CARRINHO vazio	M						1	5	5
3			Deslocamento P5 para P2	D	13							13
4		P2	Analisar sequenciamento, entrar no menu abastecimento e posicionar-se na OF 1	M		1	15					15

5		Deslocamento e Recolha caixa kit couro da OF 1	M			1	9			9
6		Deslocamento e Recolha kit espuma 1 e alocação na caixa anterior	M			1	9			9
7		Deslocamento e Recolha kit espuma 2 e alocação na caixa anterior	M			1	9			9
8		Analisar sequenciamento, entrar no menu abastecimento e posicionar-se na OF 2	M		1	15				15
9		Deslocamento e Recolha caixa kit couro da OF 2	M			1	9			9
10		Deslocamento e Recolha kit espuma 1 e alocação na caixa anterior	M			1	9			9
11		Deslocamento e Recolha kit espuma 2 e alocação na caixa anterior	M			1	9			9
12		Analisar sequenciamento, entrar no menu abastecimento e posicionar-se na OF 3	M		1	15				15
13		Deslocamento e Recolha caixa kit couro da OF 3	M			1	9			9
14		Deslocamento e Recolha kit espuma 1 e alocação na caixa anterior	M			1	9			9
15		Deslocamento e Recolha kit espuma 2 e alocação na caixa anterior	M			1	9			9
16		Analisar sequenciamento, entrar no menu abastecimento e posicionar-se na OF 4	M		1	15				15
17		Deslocamento e Recolha caixa kit couro da OF 4	M			1	9			9
18		Deslocamento e Recolha kit espuma 1 e alocação na caixa anterior	M			1	9			9
19		Deslocamento e Recolha kit espuma 2 e alocação na caixa anterior	M			1	9			9
20		Analisar sequenciamento, entrar no menu abastecimento e posicionar-se na OF 5	M		1	15				15
21		Deslocamento e Recolha caixa kit couro da OF 5	M			1	9			9
22		Deslocamento e Recolha kit espuma 1 e alocação na caixa anterior	M			1	9			9
23		Deslocamento e Recolha kit espuma 2 e alocação na caixa anterior	M			1	9			9
24		Deslocamento de P2 para P5	D	13						13

25		P5	Colocação carrinho na área específica abastecimento P5	M						1	5	5
26			Deslocamento P5 para P0	D	8							8
												0
1	5	P0	Deslocamento P0 para P6	D	11							11
2		P6	Recolha de CARRINHO vazio	M						1	5	5
3			Deslocamento P6 para P2	D	16							16
4			Analisar sequenciamento, entrar no menu abastecimento e posicionar-se na OF 1	M		1	15					15
5			Deslocamento e Recolha caixa kit couro da OF 1	M				1	9			9
6			Deslocamento e Recolha kit espuma 1 e alocação na caixa anterior	M				1	9			9
7			Deslocamento e Recolha kit espuma 2 e alocação na caixa anterior	M				1	9			9
8			Analisar sequenciamento, entrar no menu abastecimento e posicionar-se na OF 2	M		1	15					15
9			Deslocamento e Recolha caixa kit couro da OF 2	M				1	9			9
10			Deslocamento e Recolha kit espuma 1 e alocação na caixa anterior	M				1	9			9
11			Deslocamento e Recolha kit espuma 2 e alocação na caixa anterior	M				1	9			9
12			Analisar sequenciamento, entrar no menu abastecimento e posicionar-se na OF 3	M		1	15					15
13			Deslocamento e Recolha caixa kit couro da OF 3	M				1	9			9
14			Deslocamento e Recolha kit espuma 1 e alocação na caixa anterior	M				1	9			9
15			Deslocamento e Recolha kit espuma 2 e alocação na caixa anterior	M				1	9			9
16			Analisar sequenciamento, entrar no menu abastecimento e posicionar-se na OF 4	M		1	15					15
17			Deslocamento e Recolha caixa kit couro da OF 4	M				1	9			9

18		Deslocamento e Recolha kit espuma 1 e alocação na caixa anterior	M				1	9			9
19		Deslocamento e Recolha kit espuma 2 e alocação na caixa anterior	M				1	9			9
20		Analisar sequenciamento, entrar no menu abastecimento e posicionar-se na OF 5	M		1	15					15
21		Deslocamento e Recolha caixa kit couro da OF 5	M				1	9			9
22		Deslocamento e Recolha kit espuma 1 e alocação na caixa anterior	M				1	9			9
23		Deslocamento e Recolha kit espuma 2 e alocação na caixa anterior	M				1	9			9
24		Deslocamento de P2 para P6	D	16							16
25	P6	Colocação carrinho na área específica abastecimento P6	M						1	5	5
26		Deslocamento P6 para P7	D	4							4

1	Prensa	P7	Recolha de CARRINHO cheio no output da prensa	M					1	5	5	
2			Deslocamento P7 para P1	D	20						20	
3		P1	Abastecimento de caixas no nível inferior da rack do output da KSL	M				1	10			10
4			Recolha de caixas do nível superior da rack no output KSL, colocando-as no espaço que ficou vazio anteriormente	M				1	10			10
5			Deslocamento P1 para P3	D	6							6
6		P3	Abastecimento de caixas no nível inferior da rack do output da KSL	M				2	10			20
7			Recolha de caixas do nível superior da rack no output KSL, colocando-as no espaço que ficou vazio anteriormente	M				2	10			20
8			Deslocamento P3 para P4	D	6,00							6
9		P4	Abastecimento de caixas no nível inferior da rack do output da KSL	M				1	10			10
10			Recolha de caixas do nível superior da rack no output KSL, colocando-as no espaço que ficou vazio anteriormente	M				1	10			10

11		Deslocação de P4 para P5	D	6,00								6
12	P5	Abastecimento de caixas no nível inferior da rack do output da KSL	M				1	10				10
13		Recolha de caixas do nível superior da rack no output KSL, colocando-as no espaço que ficou vazio anteriormente	M				1	10				10
14		Deslocamento P5 para P6	D	6								6
15	P6	Abastecimento de caixas no nível inferior da rack do output da KSL	M				1	10				10
16		Recolha de caixas do nível superior da rack no output KSL, colocando-as no espaço que ficou vazio anteriormente	M				1	10				10
17		Deslocação de P6 para P7	D	4,50								5
18	P7	Abastece carrinho cheio no input da prensa	M							1	5	5
19		Deslocamento de P7 para P0	D	20								20

**ANEXO XIV – STANDARD DE TRABALHO DO OPERADOR RESPONSÁVEL PELO
CIRCUITO LOGÍSTICO KSL <-> PRENSA**

<u>Descrição de tarefas</u>	
Operador responsável pelo transporte de peças desde posto de trabalho KSL <-> Prensa	
O que fazer:	O que não fazer:
<p style="text-align: center;">O Prioridade:</p> <p>0.1 <u>Assegurar que a equipa/máquina de produção nunca para</u> e todos os operadores têm material suficiente para continuar a produção.</p> <p>1 Abastecimento de <i>Manufacturing Order</i> (MO):</p> <p>1.1 Recolha de carrinho cheio de peças para serem revistas, no <i>output</i> da prensa, quando está no espaço de recolha;</p> <p>1.2 Abastecimento de caixas no nível inferior da estante dinâmica do <i>output</i> da KSL;</p> <p>1.3 Aquando do carrinho vazio, recolha de caixas do nível superior da estante dinâmica no <i>output</i> KSL, colocando-as no mesmo carrinho;</p> <p>1.4 Abastecer carrinho de caixas com peças a serem prensadas no <i>input</i> da prensa.</p> <p>2 Abastecimento de <i>Small Materials</i> (SM):</p> <p>2.1 Recolha de caixas no local de armazenamento de perfis;</p> <p>2.2 Abastecimento das caixas no posto KSL (por baixo da pesa de preparação);</p> <p>2.3 Repetição do processo aquando da necessidade de cada posto.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Colocar carrinhos a mais junto do posto da prensa; • Transportar OF incompletas; • Transporte manual de peças entre os postos; • Transportar Produto Acabado (PA) até supermercado.
<p>NOTA: Se ocorrer alguma dificuldade durante a execução das tarefas descritas anteriormente, o operado deve informar o <i>Shift Leader</i> responsável, o mais depressa possível.</p>	

ANEXO XV – *STANDARD* DE TRABALHO DO OPERADOR RESPONSÁVEL PELO ABASTECIMENTO DO SA NA KSL

<u>Descrição de tarefas</u> Operador responsável pelo abastecimento do SA no INPUT da KSL	
O que fazer:	O que não fazer:
<p>0 Prioridade:</p> <p>0.1 <u>Assegurar que a equipa/máquina de produção nunca para</u> e todos os operadores têm material suficiente para continuar a produção.</p> <p>1 Abastecimento de Semiacabados (SA):</p> <p>1.1 Recolha de carrinho vazio quando este se encontra no espaço designado para recolha (3ª posição delimitada no chão);</p> <p>1.2 Com auxílio do PDA: analisar sequenciamento, entrar no menu abastecimento e posicionar-se na OF;</p> <p>1.3 Deslocamento e recolha caixa kit couro da OF;</p> <p>1.4 Deslocamento e recolha kit espuma 1 e alocação na caixa anterior;</p> <p>1.5 Deslocamento e recolha kit espuma 2 e alocação na caixa anterior;</p> <p>1.6 Repetir 1.2 – 1.5 até carrinho estar completo;</p> <p>1.7 Colocar carrinho cheio no espaço designado para tal, pronto a trabalhar, na máquina específica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Colocar carrinhos a mais junto do posto KSL; • Transportar OF incompletas; • Transporte manual de peças entre os postos; • Transportar Produto Acabado (PA) até supermercado; • Colocar carrinho cheio em espaço delimitado errado.
<p>NOTA: Se ocorrer alguma dificuldade durante a execução das tarefas descritas anteriormente, o operado deve informar o <i>Shift Leader</i> responsável, o mais depressa possível.</p>	

ANEXO XVI – ALGORITMO ELABORADO PARA A CONCEÇÃO DO SIMULADOR DO ESTENDIMENTO

Para o seguinte algoritmo presente na Tabela 45, considerou-se como tempos *standard* as médias dos tempos observados na cronometragem. As velocidades foram calculadas tendo em conta as médias dos tempos observados e a distância percorrida correspondente.

Tabela 45: Algoritmo elaborado para a conceção do simulador do processo de estender camadas

Bloco de operações	Operações
1.1 Tempo do início do plano	Tempo standard do início do plano
1.2 Tempo de estender papel de vácuo	$\frac{\text{Comprimento da camada do último plano}}{\text{Velocidade de deslocamento homem}} +$ <p>Se comprimento da camada do novo plano > comprimento da camada plano anterior Então</p> $\frac{\text{Comprimento da camada do novo plano} - \text{Comprimento da camada plano anterior}}{\text{Velocidade de deslocamento c/utensílio do rolo papel vácuo}}$ $+ \frac{\text{comprimento da camada novo plano}}{\text{velocidade de estendimento de papel de vácuo}}$
2. Início do rolo	Tempo standard do início do rolo × Número de rolos abertos/plano
3. Tempo da 1ª camada do plano	$\frac{\text{Comprimento da camada}}{\text{Velocidade de deslocamento da máquina}} + \text{Tempo standard de segurar ponta da camada}$ $+ \frac{\text{Comprimento da camada}}{\text{Velocidade de estendimento de camadas}} + \text{Tempo standard de corte da camada}$ $+ \frac{\text{Comprimento da camada}}{\text{Velocidade de medição}} + \frac{\text{Comprimento da camada}}{\text{Velocidade de deslocamento do homem}}$
4. Tempo de estender plano	$\left(\frac{\text{Comprimento da camada}}{\text{Velocidade de deslocamento da máquina}} + \text{Tempo standard de segurar ponta da camada} + \frac{\text{Comprimento da camada}}{\text{Velocidade de estendimento de camadas}} + \text{Tempo standard de corte da camada} \right) \times \left(\sum \text{Número camadas completas/rolos} - 1 \right)$ $+ \frac{\text{Comprimento da camada}}{\text{Velocidade de deslocamento da máquina}} + \frac{\text{Comprimento da última camada do rolo}}{\text{Velocidade de estendimento de camadas}}$

5. Tempo fim de rolo (medição)	$\left(\text{Tempo standard de assinalar fim de rolo} + \frac{\text{Comprimento da última camada do rolo}}{\text{Velocidade de medição}} + \frac{\text{Comprimento da última camada do rolo}}{\text{Velocidade deslocamento do homem}} + \text{Tempo standard de remover cone de papelão} \right) \times \text{Número de rolos completos/plano}$
6. Tempo fim de plano	$\frac{\text{Comprimento da camada}}{\text{Velocidade de deslocamento máquina}} + \text{Tempo standard de recortar papel de vácuo e colocar folhas de acompanhamento} + \frac{\text{Comprimento da camada} \times 1,05}{\text{Velocidade de deslocamento da passadeira}}$ <p>Se $(\sum \text{Comprimento dos rolos utilizados} - \text{Comprimento da camada}) < (0,5 \times \text{Comprimento da camada do novo plano})$ OU Material do próximo plano \neq Material atual</p> <p>Então Tempo standard do deslocamento desde passadeira até máquina + Tempo standard de remover rolo de papelão com resto de material e embrulhá – lo</p> <p>Senão Iniciar novo plano</p>
Tempo de assinalar defeitos	$\text{Tempo standard de assinalar defeito} \times \text{Média de defeitos encontrados}$ $= \text{Comprimento do rolo utilizado} \times \left(\frac{\text{Defeitos}}{\text{metro}} \text{ do fornecedor} + \frac{\text{Defeitos}}{\text{metro}} \text{ do processo} \right)$

ANEXO XVII – SIMULADOR DO ESTENDIMENTO

SIMULADOR ESTENDIMENTO																						
ID Plano	Data	Lectra	Unidade	Modelo	Código do material	Categoria do material	Nº camadas	Comprimento da camada (m)	Comp. Total Plano (m)	Início do plano(s)	Tempo estender papel de vácuo (s)	Início do rolo (s)	Estender 1ª camada (s)	Estender camadas inteiras (s)	Estender última camada rolo (incompleta) (s)	Fim de rolo (medição) (s)	Fim de plano (s)	Defeitos (s)	Tempo estendimento (min)	Nº operadores necessários	Custo do operador (€)	
M00386-2223	9/6/23 17:04	CT-1001	Joane 1	39006A0	106C0000000074	ESPUMAS	5	0,27	1,4	161,00	0,64	100,50	19,65	75,12	0,00	0	79,48229	44,625	8,016896057	0,017815325	1,202534	
M00344-2223	7/6/23 8:10	CT-4002	Joane 2	33102F0	102T1000000003	PVC	5	0,771	3,9	161,00	1,75	100,50	23,31	80,21	0,00	0	83,16053	44,625	8,242560062	0,0183168	1,236384	
M00386-2223	9/6/23 17:04	CT-1001	Joane 1	39006A0	106C0000000074	ESPUMAS	5	0,27	35,4	161,00	1,07	201,00	19,65	169,02	0,00	0	79,48229	89,25	12,00784826	0,026684107	1,801177	
M00593-2223	7/6/23 8:10	CT-1006	Joane 2	30705K5	105C9000000020	TECIDOS	1	0,29	0,3	161,00	0,62	100,50	20,03	0,00	0,00	0	79,62912	44,625	6,773338868	0,015051864	1,016001	
M00089-2323	7/6/23 8:49	CT-4005	Joane 2	30706F2	104I0XXXX02030	ALCANTARAS	1	0,709	2,1	161,00	1,60	100,50	26,80	47,62	0,00	0	82,70534	44,625	7,747582604	0,01721685	1,162137	
M00288-2323	7/6/23 8:57	CT-1008	Joane 2	30711F0	105I0000000129	TECIDOS	2	0,719	1,4	161,00	1,52	100,50	23,44	20,40	0,00	0	82,77876	44,625	7,237700784	0,01608378	1,085655	
M00295-2323	7/6/23 8:10	CT-4001	Joane 2	30316C0	103B0000000105	TNT/TELAS	5	0,569	2,8	161,00	1,35	100,50	22,06	78,62	0,00	0	81,67749	44,625	8,163934197	0,018142076	1,22459	
M00339-2323	7/6/23 9:18	CT-1007	Joane 2	30715	105I0000000102	TECIDOS	1	1,038	1,0	161,00	2,31	100,50	25,97	0,00	0,00	0	85,12079	44,625	6,992100988	0,015538002	1,048815	
M00390-2323	26/5/23 5:05	CT-1002	Joane 1	34901B0	107R0XXXX02001	ESPUMAS	5	3,816	19,1	161,00	8,75	100,50	44,93	130,53	0,00	0	105,5163	44,625	9,930861497	0,022068581	1,489629	
M00530-2323	7/6/23 8:10	CT-4006	Joane 2	35503A0	102I0000000080	PVC	15	13,964	210,5	161,00	32,02	402,00	118,84	778,26	130,42	239,316129	180,021	357	39,98125175	0,088847226	5,997188	
M00387-2223	5/6/23 11:52	CT-1001	Joane 1	39006A0	106R0000000001	ESPUMAS	5	0,27	1,4	161,00	14,26	100,50	19,65	75,12	0,00	0	79,48229	44,625	8,244004391	0,01832001	1,236601	
M01043-2223	7/6/23 8:24	CT-4002	Joane 2	33102F0	102C9XXXX06008	PVC	1	0,591	0,6	161,00	1,33	100,50	22,00	0,00	0,00	0	81,83901	44,625	6,854942728	0,015233206	1,028241	
M00292-2323	7/6/23 9:15	CT-1008	Joane 2	35503A0	103I0000000024	TNT/TELAS	10	2,482	24,8	161,00	5,71	100,50	36,63	235,33	0,00	0	95,72236	44,625	11,32527262	0,025167272	1,698791	
M00310-2323	7/6/23 8:23	CT-4001	Joane 2	30316C0	105I0000000403	TECIDOS	10	0,459	4,6	161,00	2,99	100,50	21,37	174,90	0,00	0	80,86989	44,625	9,770936102	0,021713191	1,46564	
M00352-2323	7/6/23 8:25	CT-1006	Joane 2	30316	102I0000000125	PVC	15	1,255	18,3	161,00	2,85	201,00	26,81	279,66	20,46	61,4969771	86,71397	89,25	15,48739301	0,034416429	2,323109	
M00392-2323	26/5/23 6:05	CT-1002	Joane 1	34901B0	117I0000000001	KUFNER	2	0,23	0,5	161,00	1,51	100,50	19,83	18,86	0,00	0	79,18862	44,625	7,091768512	0,015759486	1,063765	
M00440-2323	7/6/23 9:05	CT-4005	Joane 2	30713C0	106C0000000001	ESPUMAS	4	0,745	3,0	161,00	1,70	100,50	23,04	61,91	0,00	0	82,96965	44,625	7,928978864	0,017619953	1,189347	
M00454-2323	7/6/23 7:17	CT-4003	Joane 2	30713C0	107R0XXXX02001	ESPUMAS	15	3,409	51,4	161,00	7,86	201,00	42,03	434,59	22,21	59,6344155	102,5282	89,25	18,66839013	0,041485311	2,800259	
M00535-2323	7/6/23 9:32	CT-1007	Joane 2	30705C5	105T5000000028	TECIDOS	25	3,179	79,0	161,00	6,94	201,00	42,98	679,76	26,40	69,9355215	100,8396	133,875	23,71231108	0,052694025	3,556847	
M00328-2223	5/6/23 12:03	CT-1001	Joane 1	39006A0	106A2000000001	ESPUMAS	5	0,348	1,7	161,00	3,57	100,50	20,21	76,34	0,00	0	80,05495	44,625	8,104825289	0,018010723	1,215724	
M00184-2323	7/6/23 8:38	CT-4002	Joane 2	33103F0	102T1000000003	PVC	4	0,341	1,4	161,00	0,73	100,50	20,19	56,26	0,00	0	80,00356	44,625	7,7218669	0,017159704	1,15828	
M00312-2323	7/6/23 9:47	CT-1008	Joane 2	30711F0	118I1XXXX02030	ALCATIFAS	1	0,298	0,3	161,00	0,67	100,50	19,99	0,00	0,00	0	79,68786	44,625	6,774524985	0,0150545	1,016179	
M00345-2323	7/6/23 8:39	CT-4001	Joane 2	30316A0	118I1000000010	ALCATIFAS	15	14,942	229,9	161,00	35,21	201,00	131,12	952,18	46,00	82,9269943	187,2013	312,375	35,15012941	0,078111399	5,272519	
M00350-2323	7/6/23 8:48	CT-1006	Joane 2	30316A0	102I0000000124	PVC	15	10,364	167,4	161,00	26,46	703,50	92,77	588,02	216,07	434,543186	153,5905	312,375	44,80565751	0,099568128	6,720849	
M00395-2323	26/5/23 6:14	CT-1002	Joane 1	35601N1	107R0XXXX02001	ESPUMAS	5	1,936	9,7	161,00	12,52	100,50	31,53	101,15	0,00	0	91,71374	44,625	9,050557161	0,020112349	1,357584	
M00447-2323	7/6/23 9:26	CT-4005	Joane 2	30713C0	106C0000000001	ESPUMAS	5	6,281	28,9	161,00	14,35	201,00	62,51	126,78	32,16	74,7165186	123,6139	89,25	14,7562485	0,032791663	2,213437	
M00451-2323	7/6/23 8:07	CT-4003	Joane 2	30713C0	117A0XXXX05001	KUFNER	10	1,37	13,7	161,00	7,80	100,50	30,24	220,12	0,00	0	87,55827	44,625	10,86412227	0,024142494	1,629618	
M00537-2323	7/6/23 13:11	CT-4006	Joane 2	35503A0	102I0000000083	PVC	9	13,056	108,6	161,00	30,48	402,00	112,27	285,63	154,99	303,492146	173,3546	178,5	30,02871372	0,066730475	4,504307	
M00544-2323	7/6/23 10:49	CT-1007	Joane 2	30705C5	102I0000000029	PVC	15	10,19	146,0	161,00	24,38	301,50	91,51	533,25	132,89	276,056318	152,313	267,75	32,34419141	0,071875981	4,851629	
M01225-2223	7/6/23 9:56	CT-1008	Joane 2	30711D0	199A0XXXX07011	Espumas p/ em	20	8,813	0,0	161,00	19,98		94,79		0,00	0	142,2033	0	0	Não há rolos!		
M01375-2223	5/6/23 12:17	CT-1001	Joane 1	39040A0	152C0000000013	Material Bolsa	9	0,855	7,7	161,00	9,76	100,50	24,06	163,60	0,00	0	83,77724	44,625	9,788819094	0,021752931	1,468323	
M00207-2323	7/6/23 8:50	CT-4002	Joane 2	3070600	105C9XXXX02008	TECIDOS	1	0,136	0,1	161,00	1,01	100,50	18,81	0,00	0,00	0	78,49849	44,625	6,740584779	0,014979077	1,011088	
M00348-2323	7/6/23 11:14	CT-1006	Joane 2	30316A0	105I0000000403	TECIDOS	10	0,513	100,0	161,00	1,18	100,50	21,80	176,71	0,00	0	81,26635	133,875	11,27209059	0,02504909	1,690814	
M00452-2323	7/6/23 8:26	CT-4003	Joane 2	30713C0	106C0000000029	ESPUMAS	10	0,868	8,7	161,00	1,92	100,50	23,91	190,04	0,00	0	83,87269	44,625	10,09790628	0,022439792	1,514686	
M00534-2323	7/6/23 13:01	CT-1007	Joane 2	30705C5	147I0XXXX14046	TNT/TELAS	20	0,797	0,0	161,00	1,75		23,80		0,00	0	83,35142	0	0	Não há rolos!		

Figura 56: Printscreen do simulador do estendimento elaborado em Microsoft Excel

ANEXO XVIII – ANÁLISE AOS PLANOS ESTENDIDOS NO MÊS DE ABRIL DE 2023

Tabela 46: Planos estendidos por dia e por turno em abril de 2023 nas 7 máquinas *Lectra* em Joane II, e respetivo tempo total de estendimento e nº de operadores necessários ao seu estendimento

		Joane II			
		Turno	Nº Planos Estendidos	Tempo total estendimento (min)	Nº operadores necessários pelo simulador
Sábado	01/04/2023	1	10	66,34	0,15
		2	21	49,10	0,11
		3	8	11,67	0,03
Domingo	02/04/2023	1	4	82,03	0,18
		2			
		3	40	193,54	0,43
Segunda	03/04/2023	1	90	1178,11	2,62
		2	104	1247,21	2,77
		3	48	191,71	0,43
Terça	04/04/2023	1	88	1163,18	2,58
		2	102	1231,52	2,74
		3	7	320,26	0,71
Quarta	05/04/2023	1	89	1025,80	2,28
		2	80	1101,60	2,45
		3	105	1327,89	2,95
Quinta	06/04/2023	1	93	859,48	1,91
		2	57	207,75	0,46
		3	53	315,64	0,70
Sexta	07/04/2023	1	75	314,35	0,70
		2	96	1365,04	3,03
		3	47	302,24	0,67
Sábado	08/04/2023	1			0,00
		2			0,00
		3	6,00	153,12	0,34
Domingo	09/04/2023	1	1	31,59	0,07
		2			0,00
		3	10	111,31	0,25
Sábado - Feriado	10/04/2023	1	1	33,18	0,07
		2			0,00
		3	15	123,97	0,28
Terça	11/04/2023	1	121	1268,58	2,82
		2	92	1014,12	2,25
		3	51	232,86	0,52
Quarta	12/04/2023	1	77	1076,71	2,39
		2	91	1177,21	2,62
		3	85	441,34	0,98
Quinta	13/04/2023	1	66	325,83	0,72
		2	75	1061,13	2,36
		3	59	270,51	0,60

Sexta	14/04/2023	1	93	982,59	2,18
		2	112	1480,40	3,29
		3	53	367,07	0,82
Sábado	15/04/2023	1	18,00	166,01	0,37
		2	21,00	202,94	0,45
		3	10,00	160,43	0,36
Domingo	16/04/2023	1			0,00
		2	5	138,84	0,31
		3	32	55,45	0,12
Segunda	17/04/2023	1	67	258,24	0,57
		2	95	1188,75	2,64
		3	64	269,47	0,60
Terça	18/04/2023	1	86	1139,38	2,53
		2	84	360,94	0,80
		3	58	289,06	0,64
Quarta	19/04/2023	1	93	1319,33	2,93
		2	108	1346,28	2,99
		3	59	242,30	0,54
Quinta	20/04/2023	1	87	1147,16	2,55
		2	110	340,72	0,76
		3	57	1305,92	2,90
Sexta	21/04/2023	1	62	314,99	0,70
		2	92	1154,42	2,57
		3	45	258,13	0,57
Sábado	22/04/2023	1			0,00
		2	11	130,79	0,29
		3			0,00
Domingo	23/04/2023	1			0,00
		2	6	123,09	0,27
		3	13	36,54	0,08
Segunda	24/04/2023	1	48	263,67	0,59
		2	81	1110,46	2,47
		3	57	165,31	0,37
Terça - Feriado	25/04/2023	1			0,00
		2	5	100,21	0,22
		3	72	128,38	0,29
Quarta	26/04/2023	1	69	291,70	0,65
		2	89	1183,35	2,63
		3	73	385,09	0,86
Quinta	27/04/2023	1	73	364,84	0,81
		2	99	1230,96	2,74
		3	52	184,06	0,41
Sexta	28/04/2023	1	79	1056,88	2,35
		2	63	268,55	0,60
		3	42	285,23	0,63
Sábado	29/04/2023	1			0,00
		2	4	93,02	0,21
		3			0,00

Domingo	30/04/2023	1			0,00
		2	4	121,68	0,27
		3			0,00
				Máximo	3,29

ANEXO XIX – *STANDARD* DE TRABALHO DO ESTENDEDOR

<u>Descrição de tarefas</u> Estendedor	
<p style="text-align: center;">O que fazer:</p> <p>0 – Início do Turno:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analisar condições do Posto de Trabalho: limpeza e arrumação; <p>1 – Início do Plano:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analisar plano no planeamento diário, em GestTec; • Picar rolo(s) de material a ser trabalhado; • Comparar amostra padrão com material a ser trabalhado; • Imprimir folhas de acompanhamento; • Inserir parâmetros na máquina; <p>2 – Preparação do estendimento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estender papel de vácuo com máquina; <p>3 – Início do Rolo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tirar filme do rolo e colocá-lo no elevador; • Descartar plásticos; • Carregar elevador com material e elevá-lo; • Baixar elevador; • Ajustar rolo na máquina; <p>4 – Estendimento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estender 1º camada do plano e confirmar o seu comprimento através de medição; • Estender rolo restante até perfazer as camadas definidas, alinhando as extremidades das camadas do colchão para que estas não fiquem em leque; • Assinalar defeitos com fita branca, caso existam; <p>5 – Fim de Rolo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ajustar e assinalar fim de rolo com fita amarela; • Medir a última camada, caso esta seja incompleta; • Remoção do rolo de papelão da máquina; <p>6 – Se o plano ainda não estiver completo, voltar ao ponto 3; caso contrário, continuar para ponto 7;</p> <p>7 – Fim de Plano:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cortar papel de vácuo; • Inserir metros estendidos em GestTec • Verificar e colocar folhas de acompanhamento junto do colchão; • Transportar plano para a zona de corte, com auxílio à passadeira; • Recolher, filmar e etiquetar rolo sobranete, caso exista. 	<p style="text-align: center;">O que não fazer:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Transportar planos de uma máquina para outra; • Estender planos sem papel de vácuo por baixo; • Realizar operações logísticas, quando existe operador designado para tal.
<p>NOTA: Se ocorrer alguma dificuldade durante a execução das tarefas descritas anteriormente, o operado deve informar o <i>Shift Leader</i> responsável, o mais depressa possível.</p>	

ANEXO XX – AUDITORIA AO PROCESSO DE ESTENDIMENTO



AUDITORIA AO PROCESSO DE ESTENDIMENTO	N.º
	Data:

ID do Plano:	_____	Objetivos da Auditoria:	<u>Averiguar se o Standard definido é cumprido</u>
Número de camadas:	_____	Auditores **: Internos <input checked="" type="checkbox"/> Externos <input type="checkbox"/>	
Comprimento da camada:	_____	Equipa Auditoria:	_____
Código da MP:	_____	Intervenientes Auditados:	_____
Modelo:	_____	Localização:	_____ Lectra CT- _____

		C	NC	NA	Obs.
0 - PREPARAÇÃO - INÍCIO DE TURNO					
0	Analisou as condições do posto de trabalho: limpeza e arrumação				
1 - INÍCIO DO PLANO					
1	Analisou o plano no planeamento diário em GestTec				
2	Picou o(s) rolo(s) a ser trabalhados				
3	Comparou amostra padrão com material a ser trabalhado				
4	Imprimiu folhas de acompanhamento				
5	Inseriu parâmetros na máquina				
2 - PREPARAÇÃO DO ESTENDIMENTO					
6	Estendeu papel de vácuo com máquina				
3 - INÍCIO DO ROLO					
7	Tirou filme do rolo e colocou-o no elevador				
8	Descartou os plásticos				
9	Carregou o elevador com o material e elevou-o				
10	Baixou o elevador				
11	Ajustou rolo na máquina				
4 - ESTENDIMENTO					
12	Estendeu 1º camada do plano e confirmou o seu comprimento através de medição				
13	Estendeu rolo restante até perfazer as camadas definidas, alinhando as extremidades das camadas do colchão para que estas não fiquem em leque				
14	Assinalou defeitos com fita branca				
5 - FIM DE ROLO					
15	Ajustou e assinalou fim de rolo com fita amarela				
16	Mediu a última camada incompleta				
17	Removeu o rolo de papelão da máquina				
6 - SE O PLANO AINDA NÃO ESTIVER COMPLETO, VOLTAR AO PONTO 3; CASO CONTRÁRIO, CONTINUAR PARA PONTO 7					
7 - FIM DE PLANO					
18	Cortou papel de vácuo				
19	Inseriu os metros estendidos em GestTec				
20	Verificou e colocou as folhas de acompanhamento junto do colchão				
21	Transportou o plano para a zona de corte, com auxílio à passadeira				
22	Recolheu, filmou e etiquetou o rolo sobranete				

Legenda:
C Conforme
NC Não conforme
NA Não aplicável

Assinatura dos Auditores:

RESULTADO DA AUDITORIA	
Nº de Não Conformidades	_____

Nota: Verificar se as operações são executadas seguindo a ordem definida.