



Melhoria do processo de abastecimento interno usando princípios
Lean Thinking numa empresa de produção de cablagens

Diana Filipa Ribeiro dos Santos

UMinho | 2019



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Diana Filipa Ribeiro dos Santos

**Melhoria do processo de
abastecimento interno usando
princípios *Lean Thinking* numa
empresa de produção de cablagens**

Outubro de 2019



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Diana Filipa Ribeiro dos Santos

**Melhoria do processo de abastecimento
interno usando princípios *Lean Thinking*
numa empresa de produção de cablagens**

Dissertação de Mestrado

Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação da(s)

Professora Doutora Anabela Carvalho Alves

Professora Doutora Maria do Sameiro Carvalho

Outubro de 2019

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

Quero deixar o meu sincero agradecimento para todos aqueles que fizeram parte não só deste projeto, mas também deste percurso de 5 anos.

Primeiramente agradecer à Leoni Portugal por me ter recebido da melhor forma e por me ter dado a possibilidade de realizar este projeto. Agradecer ao João Nereu, o meu orientador, que sempre me apoiou e me deu toda a liberdade para realizar sugestões e melhorias. Agradecer também aos meus colegas de estágio por todas as dicas, em especial à Mariana e à Cláudia pela amizade e carinho.

Às Professoras Anabela Carvalho Alves e Maria do Sameiro Carvalho, as minhas orientadoras neste projeto, pela disponibilidade, pela partilha de conhecimento e por toda a ajuda.

Agradecer ao meu grupo do projeto, por todo o apoio ao longo destes anos, por toda a entreaajuda, respeito e amizade que conseguimos construir.

Aos meus avós, por toda a preocupação demonstrada ao longo destes 5 anos.

Ao Diogo, por estar comigo desde o início deste ciclo e por se manter ao meu lado até ao fim, em todos os momentos.

Por fim, o meu maior agradecimento aos meus pais por esta oportunidade, por estarem sempre a meu lado em todas as minhas decisões, por acreditarem sempre em mim e pelo orgulho que demonstram ter em todas as minhas conquistas.

À minha irmã, pela motivação constante, pela alegria e por todo o amor.

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

A presente dissertação, realizada no âmbito do 5º ano do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial, surge como resultado de um projeto, em ambiente industrial, realizado numa empresa de produção de cablagens, a Leoni Portugal. O principal objetivo do projeto foi a melhoria do processo de abastecimento interno através da aplicação de princípios *Lean Thinking*, sendo que o estudo incidiu principalmente no Sistema de Abastecimento de Estantes Central (SAEC).

A metodologia de investigação utilizada foi *Action-Research*, com a aplicação de cinco fases: diagnóstico, planeamento, ação, avaliação e especificação da aprendizagem. Assim, a dissertação iniciou-se com uma revisão bibliográfica acerca dos conceitos mais importantes nomeadamente o pensamento *Lean* e a sua integração com a Logística. Seguidamente, foi realizada uma análise do sistema produtivo da empresa, em particular do modelo de abastecimento, a partir de um armazém avançado de componentes. Paralelamente, foi realizada uma fase de diagnóstico a fim de se identificarem os principais problemas: localização desadequada dos componentes, elevadas deslocações no processo de *picking*, falta de normalização no abastecimento, desequilíbrio entre as quantidades das ordens de produção, *layout* inadequado e falta de definição de tarefas, erros no abastecimento e problemas relacionados com a ergonomia, gestão visual e organização.

Identificados os problemas procedeu-se às propostas de melhoria, que visaram não só melhorar o fluxo de abastecimento, mas também criar melhores condições de trabalho. Implementou-se assim um novo *layout*, com uma reestruturação geral do SAEC e do método de trabalho, sendo que foram conseguidos ganhos em cerca de 42% a nível do aumento da área de trabalho, bem como ganhos de 60% relativos à redução das deslocações para “recolha do lote” e 100% com a eliminação do tempo de deslocação para “levar etiqueta 99”. Apesar do investimento inicial de, aproximadamente, de 1150 UM em mão de obra para a reestruturação e para os carrinhos de *picking*, estimam-se poupanças na ordem de, aproximadamente, 4000 UM, no quarto mês após a implementação. Quanto aos erros de abastecimento relativos à “troca de componentes” e à “ordem incompleta”, foi possível reduzir em 40% e 100%, respetivamente. Por fim, foram desenvolvidos uma nova bancada de trabalho e um novo carrinho de abastecimento que permite transportar mais quatro caixas por viagem e aumentar o conforto e bem-estar das operárias.

PALAVRAS-CHAVE

Lean Thinking, Abastecimento Interno, *Layout*, Ergonomia, Melhoria Continua

ABSTRACT

This project develops as part of the 5^o grade of the Integrated Master in Industrial Engineering and Management, is result of a project developed in an industrial environment in a wiring production company, Leoni Portugal. The main goal of this project was to improve the internal supply process applying Lean Thinking principles, and the study focused mainly on the “Sistema de Abastecimento de Estantes Central (SAEC)”.

The methodology used in this project was the Action-Research through the application of five phases: diagnosis, planning, action, evaluation and specification of the learning. The dissertation began with a literature review about the more important concepts like Lean and your integration with Logistics. After that, was developed a presentation about the company and a short description about the production system. At the same time, was carried out a diagnosis phase to identify the main problems: inappropriate location of articles, high shifts in the picking process, lack of standardization in supply, unbalance between production orders quantities, inappropriate layout and lack of task definition, errors in the supply and some problems related with ergonomics, visual management and organization.

With the problems identified, was proposed some improvements that aim not only to improve the flow of supply but also create better working conditions. A new layout was implemented with a general restructuring of the SAEC and the work method, which resulted in an increase of the work area around 42%, as well as 60% and 100% gains with the reduction and elimination of waisted time. The initial investment of 1150 UM and is estimated that, in the third month after implementation, savings will be around 4000 UM. The supply errors concerning wrong components and incomplete orders has been reduced by 40% and 100% respectively and with the implementation of the pick to light system it's expected that the errors about wrong components will be eliminated and with this system will be possible to implement the individual efficiency. Finally, based on ergonomics was developed a new workstation and a new car to supply the production lines with a capacity up to four more boxes. This car increases the comfort and the work conditions to the workers.

KEYWORDS

Lean Thinking, Internal Supply, Layout, Ergonomics, Continuous Improvement

ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vi
Índice.....	vii
Índice de Figuras.....	xi
Índice de Tabelas.....	xiv
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....	xvi
1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Objetivos.....	3
1.3 Metodologia de investigação.....	4
1.4 Estrutura da dissertação.....	5
2. Revisão de literatura.....	7
2.1 <i>Lean Production</i>	7
2.1.1 Princípios <i>Lean Thinking</i>	7
2.1.2 Tipo de desperdícios.....	8
2.2 Ferramentas <i>Lean</i>	9
2.2.1 Técnica 5S.....	10
2.2.2 Gestão visual.....	10
2.2.3 <i>Standard work</i>	11
2.2.4 Sistema <i>kanban</i>	11
2.3 Logística interna.....	12
2.4 <i>Lean Logistics</i>	13
2.4.1 Supermercado.....	13
2.4.2 <i>Milk-run</i>	14
2.5 Projeto de <i>layouts</i>	14
2.5.1 Métodos para projetar <i>layouts</i>	15

2.5.2	Preocupação com o fator Humano no projeto de <i>layouts</i>	17
2.6	Considerações finais do capítulo.....	17
3.	Apresentação da empresa.....	19
3.1	Identificação e localização	19
3.2	Grupo Leoni	20
3.2.1	Visão, Missão e Valores	21
3.2.2	Mercado/Produtos	21
3.3	Leoni Portugal.....	22
3.3.1	Estrutura Organizacional.....	23
3.3.2	Mercado.....	23
3.3.3	Principais clientes.....	24
3.4	Descrição breve do processo de produção	24
3.4.1	Armazém.....	24
3.4.2	Segmento 1.....	25
3.4.3	Segmentos de montagem	25
3.4.4	Protótipos e Amostras.....	26
3.4.5	Armazém de expedição.....	27
4.	Descrição e análise crítica do estado atual	28
4.1	Descrição do sistema de abastecimento de estantes central	28
4.1.1	Funcionamento do SAEC	28
4.1.2	Funcionamento do sistema de abastecimento interno	32
4.2	Análise crítica e identificação de problemas	36
4.2.1	Localização inadequada dos componentes no SAEC.....	36
4.2.2	Elevadas deslocações no processo de <i>picking</i>	38
4.2.3	Falta de normalização no processo de abastecimento Armazém – SAEC	42
4.2.4	Desequilíbrio entre as quantidades das ordens de produção.....	43
4.2.5	<i>Layout</i> inadequado do SAEC e falta de definição de tarefas	46
4.2.6	Erros no processo de abastecimento.....	51
4.2.7	Bancada de trabalho e carrinho de abastecimento desadequados	52

4.2.8	Problemas de organização e limpeza dos postos de trabalho.....	55
4.3	Resumo dos problemas identificados.....	55
5.	Apresentação de propostas de melhoria.....	57
5.1	Reestruturação do SAEC.....	58
5.1.1	Reorganização dos componentes com base no seu consumo.....	58
5.1.2	Proposta de um novo <i>layout</i>	59
5.1.3	Definição de uma nova estratégia de trabalho.....	61
5.2	Normalização do abastecimento Armazém-SAEC.....	67
5.3	Criação de um supermercado na linha 2780.....	68
5.4	Introdução de estratégias para a diminuição de erros no abastecimento às linhas de produção.....	70
5.4.1	Segundo <i>picking</i> dos lotes.....	70
5.4.2	Restrição da entrada de pessoas no SAEC.....	71
5.4.3	Normalização do processo de contagem das peças.....	72
5.4.4	Projeto piloto do sistema <i>pick to light</i> e indicadores de desempenho.....	73
5.5	Desenvolvimento de uma nova bancada e carrinho de abastecimento.....	76
5.5.1	Bancada de trabalho.....	77
5.5.2	Carrinho de abastecimento.....	79
5.6	Aplicação de gestão visual e melhoria da organização do posto de trabalho.....	81
6.	Discussão e avaliação dos resultados.....	85
6.1	Ganhos com a reestruturação do SAEC.....	85
6.1.1	Maior facilidade no processo de <i>picking</i> e mais espaço.....	85
6.1.2	Ganho de espaço com novo <i>layout</i> e redução de distâncias.....	86
6.1.3	Melhor fluidez do trabalho, menos deslocações e redução de número de operadoras.....	86
6.2	Redução de deslocações com a normalização do abastecimento armazém-SAEC.....	88
6.3	Redução de tempos improdutivo com a criação de um supermercado na linha 2780.....	88
6.4	Redução de erros no abastecimento às linhas de produção.....	89
6.4.1	Menos falta de lotes no processo de montagem.....	89
6.4.2	Menos interrupções no trabalho do SAEC e maior controlo dos componentes.....	89

6.4.3	Eliminação de troca de componentes e menos retrabalho	90
6.5	Melhores condições de trabalho, aumento da motivação e redução de transportes.....	90
6.5.1	Melhores condições de trabalho.....	90
6.5.2	Redução de transportes e abastecimento mais seguro	91
6.6	Melhor organização dos postos de trabalho e do processo de reutilização de sacos.....	92
6.7	Síntese dos resultados	94
7.	Conclusões e trabalho futuro.....	95
7.1	Considerações finais	95
7.2	Trabalho futuro	97
	Referências Bibliográficas	99
	Apêndices	104
	Apêndice I – Análise ABC SAEC – consumos do ano 2018.....	105
	Apêndice II – Estudo dos tempos – Levar etiqueta ao armazém	112
	Apêndice III – Estudo dos tempos – Recolher lote pronto do armazém	115
	Apêndice IV – Estudo dos tempos – Levar <i>kanban</i> ao armazém	117
	Apêndice V – Ordens de produção com quantidades superiores à média.....	120
	Apêndice VI – Aplicação do método RULA.....	121
	Apêndice VII – Análise ABC SAEC – consumos do ano 2019.....	123
	Apêndice VIII – Cálculo do <i>lead time</i>	129
	Apêndice IX – Quantidade da ordem igual à quantidade dos lotes	130
	Apêndice X – Análise da quantidade da ordem igual à quantidade dos lotes	132
	132
	Apêndice XI – Quantidade da ordem igual à quantidade dos lotes	133
	Apêndice XII – Análise da quantidade da ordem igual à quantidade dos lotes	134
	134
	Apêndice XIII – <i>Standard work</i> para o processo de contagem das peças.....	135
	Apêndice XIV – Estudo de tempos – cálculo do número de caixas recolhido real.....	136
	Apêndice XV – Carrinho de abastecimento proposto.....	138

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Etapas da Action-Research (adaptado de Susman & Evered (1978))	4
Figura 2 - Princípios Lean Thinking	8
Figura 3 - Exemplo de um diagrama de esparguete	16
Figura 4 – Vista aérea da Leoni Portugal	19
Figura 5 - Localizações das unidades produtivas a nível mundial	21
Figura 6- Estrutura organizacional da Leoni Portugal	23
Figura 7 - Exemplo de uma cablagem produzida na Leoni Portugal.....	23
Figura 8 - Clientes da Leoni Portugal.....	24
Figura 9 - Armazém	25
Figura 10 - Segmento 1	25
Figura 11 - Segmentos de montagem	26
Figura 12 - Área de protótipos e amostras.....	27
Figura 13 - Armazém de expedição	27
Figura 14 - Layout SAEC	28
Figura 15 - Esquema do layout do SAEC	29
Figura 16 - Representação das estantes do SAEC.....	30
Figura 17 - Identificação da célula.....	30
Figura 18 - Exemplo de uma ordem inserida no LPWIP	31
Figura 19 - Exemplo de uma etiqueta.....	31
Figura 20 - Lotes para a produção de uma cablagem	32
Figura 21 - Exemplo de um kanban.....	33
Figura 22 - Identificação das caixas a serem abastecidas	33
Figura 23 - Fluxograma do processo de abastecimento do SAEC	34
Figura 24 - Fluxo de abastecimento do SAEC	35
Figura 25 - Exemplo da forma de abastecimento das linhas	35
Figura 26 - Resultados da análise ABC geral	37
Figura 27 - Localização de alguns artigos pertencentes à classe A.....	38
Figura 28 - Localizações dos 10 artigos com maior consumo	38
Figura 29 - Diagrama de spaghetti de 4 operadoras do SAEC	39

Figura 30 - Kanbans não abastecidos no início do turno.....	43
Figura 31 - Abastecimento em caixas originais devido à elevada quantidade pedida.....	44
Figura 32 - Layout SAEC.....	47
Figura 33 - Espaço de trabalho do SAEC.....	47
Figura 34 - Ausência de locais para produto acabado no layout.....	48
Figura 35 - Congestionamento no abastecimento.....	48
Figura 36 - Constrangimento no abastecimento das células.....	49
Figura 37 - Diagramas de spaghetti de quatro operárias do SAEC.....	50
Figura 38 - Diagrama de Ishikawa com as principais causas que levam aos erros no abastecimento..	51
Figura 39 - Frequência dos erros de abastecimento.....	52
Figura 40 - Bancada de trabalho.....	53
Figura 41 - Falta de apoios na bancada.....	53
Figura 42 - Tabela corresponde aos níveis de ação.....	54
Figura 43 - Carrinho de abastecimento.....	54
Figura 44 - Falta de limpeza e organização.....	55
Figura 45 - Novo layout do SAEC.....	60
Figura 46 - Comparação do layout (antes e depois).....	61
Figura 47 – Área de execução dos lotes no novo layout.....	61
Figura 48 - Matriz de competências para as tarefas realizadas no SAEC.....	62
Figura 49 – Colocação dos lotes e diagrama de spaghetti representando as deslocações no novo layout.....	64
Figura 50 – a) Carrinho para auxílio do picking (I); b) Carrinho para auxílio do picking (II).....	65
Figura 51 - Carrinho de picking temporário.....	65
Figura 52 - Processo de picking atual.....	66
Figura 53 - Fluxo de abastecimento.....	68
Figura 54 - Disposição das caixas com os componentes no supermercado.....	70
Figura 55 - Exemplo de um segundo picking realizado aos lotes de uma dada OP.....	71
Figura 56 - Caixas para a colocação dos artigos.....	72
Figura 57 - Standard work colocado no SAEC.....	73
Figura 58 - Sistema pick to light em fase de testes.....	74
Figura 59 - a) Sistema pick to light numa das estantes; b) Posição do led no sistema pick to light.....	75
Figura 60 - Bancada de trabalho proposta.....	77

Figura 61 – Dimensões da bancada de trabalho	78
Figura 62 - Apoios da bancada de trabalho	79
Figura 63 - Nova bancada de trabalho.....	79
Figura 64 - Novo carrinho de abastecimento e respetivas medidas	80
Figura 65 - Novo carrinho de abastecimento	81
Figura 66 - Organização do espaço de trabalho	82
Figura 67 – a) Contentores de separação identificados; b) Lonas do SAEC identificadas	82
Figura 68 - Identificações iguais nos contentores das linhas	83
Figura 69 - Exemplo da identificação colocada nas estantes.....	83
Figura 70 - Bancada antiga e bancada proposta.....	91
Figura 71 - Carrinho antigo e carrinho proposto	92
Figura 72 - Organização do espaço de trabalho.....	93
Figura 73 - Antes e depois da colocação das etiquetas	93
Figura 74 - Antes e depois da aplicação das etiquetas nas lonas	94
Figura 75 – Aplicação do método RULA.....	122
Figura 76 - Análise do consumo dos componentes (I).....	132
Figura 77 – Análise do consumo dos componentes (II).....	134
Figura 78 - Standard work para a contagem de peças	135
Figura 79 - Vista lateral da frente do carrinho.....	138
Figura 80 - Vista lateral do carrinho.....	138

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Graus de relacionamento.....	16
Tabela 2 - Mercados e produtos do Grupo Leoni.....	22
Tabela 3 - Resultados da análise ABC dos artigos do SAEC	37
Tabela 4 - Número de observações realizadas.....	40
Tabela 5 - Resultado do estudo de tempos.....	40
Tabela 6 - Número de observações realizadas.....	41
Tabela 7 - Resultado do estudo de tempos.....	41
Tabela 8 - Número de observações realizadas.....	42
Tabela 9 - Resultado do estudo de tempos.....	42
Tabela 10 - Ordens com quantidades superiores à média.....	45
Tabela 11 - Custos incorridos na produção dos lotes com ordens elevadas.....	46
Tabela 12 - Distâncias percorridas	49
Tabela 13 - Número de caixas recolhidas.....	50
Tabela 14 - Síntese dos problemas identificados	56
Tabela 15 - Propostas de melhoria usando a técnica 5W2H	57
Tabela 16 - Diferenças nas quantidades - análise ABC.....	58
Tabela 17 - Simulação do resultado com o novo método de recolha	66
Tabela 18 - Artigos com menor lead time	67
Tabela 19 - Número de caixas recolhidas.....	76
Tabela 20 - Tabela de dados antropométricos da população laboral Portuguesa adulta	78
Tabela 21 - Cash-flows do projeto de reestruturação.....	85
Tabela 22 - Ganho de espaço para os lotes acabados	86
Tabela 23 - Ganhos com a mudança do layout.....	86
Tabela 24 - Ganhos nos tempos de deslocação.....	86
Tabela 25 - Ganho no número de caixas recolhidas.....	87
Tabela 26 - Recuperação do investimento dos carrinhos.....	87
Tabela 27 - Ganhos esperados com a implementação de ciclos de abastecimento.....	88
Tabela 28 - Ganho esperado com a criação do supermercado.....	89
Tabela 29 - Ganho com a introdução do segundo picking dos lotes	89

Tabela 30 - Ganho com a restrição das entradas.....	90
Tabela 31 - Ganhos esperados com a implementação do sistema pick to light.....	90
Tabela 32 - Ganho no número de caixas transportadas	92
Tabela 33 - Síntese dos resultados.....	94
Tabela 34 - Análise ABC dos consumos de 2018	106
Tabela 35 - Estudo de tempos - etiqueta 99	113
Tabela 36 - Estudo de tempos - etiqueta 99 (continuação).....	114
Tabela 37 - Estudo de tempos - recolha do lote	115
Tabela 38 - Estudo de tempos - recolha do lote (continuação)	116
Tabela 39 - Estudo de tempos - levar kanban ao armazém	117
Tabela 40 - Estudo de tempos - levar kanban ao armazém (continuação)	118
Tabela 41 - Estudo de tempos - levar kanban ao armazém (continuação)	119
Tabela 42 – Ordens de produção correspondentes à linha 2780	120
Tabela 43 - Análise ABC consumos ano 2019.....	123
Tabela 44 - Cálculo do lead time.....	129
Tabela 45 - Análise das ordens e artigos correspondentes (I).....	130
Tabela 46 - Análise das ordens e artigos correspondentes (II).....	133
Tabela 47 - Observação operária 1	136
Tabela 48 – Observação operária 2	136
Tabela 49 – Observação operária 3	137

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

CORELAP – *Computerized Relationship Layout Planning*

FIFO – *First In First Out*

I.S.I.R – *Initial Sample Inspection Report*

JIT – *Just-in-Time*

LP – *Lean Production*

LPWIP - Leoni Portugal *Work In Process*

LT – *Lead Time*

OP – Ordem de Produção

RULA - *Rapid Upper Limb Assessment*

SAEC - Sistema de Abastecimento de Estantes Central

SLP – *System Layout Planning*

TCR – *Total Closeness Rating*

TPS – *Toyota Production System*

UM - Unidades Monetárias

VGR – Valores do Grau de Relacionamento

WIP – *Work in Process*

1. INTRODUÇÃO

O presente capítulo inicia-se com o enquadramento do projeto correspondente à melhoria do processo de abastecimento interno utilizando princípios *Lean Thinking*, seguindo-se dos seus objetivos e da metodologia de investigação. No final é apresentada a estrutura da dissertação.

1.1 Enquadramento

No atual ambiente de competitividade e constante evolução, a adaptação das empresas é a chave para a sua sobrevivência. A capacidade de uma rápida resposta é um requisito genérico para as condições de mudança em que se vive (Váncza et al., 2011). O volume e a complexidade dos produtos continuam a aumentar, permitindo ao cliente escolher entre várias possibilidades (Aguado, Alvarez, & Domingo, 2013). Por consequência, é imposto que as empresas sejam capazes de agir de uma forma inteligente e perspicaz, que as permita destacarem-se de tantas outras, garantindo sempre flexibilidade e qualidade dos seus produtos. Levanta-se assim a necessidade de novas ferramentas e metodologias que para além disso, permitam que esta evolução seja acompanhada de uma forma eficiente e sem desperdícios.

Neste contexto surge o *Lean Production* (LP), uma metodologia organizacional de sucesso adotada cada vez mais pelas empresas que têm como objetivo melhorar o seu desempenho (Vicente, Alves, Carvalho, & Costa, 2015). O *Lean Production* surgiu em 1990 aquando o lançamento do livro "*The Machine that Changed the World*", escrito por James P. Womack, Daniel T. Jones e Daniel Ross (J. Womack, Jones, & Roos, 1990) e tem por base o *Toyota Production System* (TPS) (Ohno, 1988). Associado a esta metodologia encontra-se o conceito de *Lean Thinking*. Este conceito assenta num conjunto de cinco pilares fundamentais (Womack & Jones, 1996): identificar valor (as necessidades e requisitos do cliente devem ser respeitadas e satisfeitas uma vez que é o cliente que define o valor), identificar a cadeia de valor (aquilo que é necessário para satisfazer os requisitos e necessidades impostas pelo cliente), otimizar o fluxo (obtenção de um fluxo o mais fluído possível), implementar produção puxada (a produção é puxada pelo cliente, ou seja, apenas é produzido quando o cliente faz a encomenda) e por fim a busca da perfeição, que apenas é possível se todos os pilares anteriores funcionarem de forma equilibrada e eficaz.

A filosofia *Lean* permite às empresas melhorar de uma forma eficaz e eficiente as suas operações (Abushaikha, Salhieh, & Towers, 2018), procurando a eliminação de desperdícios, que segundo Ohno

(1988) se podem classificar como sete: sobreprodução, esperas, defeitos, stocks, processamento incorreto, transportes e movimentações e manuseamento de material. Esta filosofia apoia-se num conjunto de ferramentas e técnicas que permitem melhorar o desempenho das organizações sendo exemplo os 5S, Gestão Visual, *Kaizen*, *Standard Work* e sistema *Kanban* (Bragança, Alves, Costa, & Sousa, 2013; Rocha, Alves, & Braga, 2011).

Os benefícios da aplicação do *Lean* são visíveis em diversas empresas, em variados ramos de atividade, ou, até mesmo, quando aplicado a serviços, e passam pela redução dos tempos de ciclo, redução do *Work In Process* (WIP), aumento da qualidade dos produtos, melhoria do tempo de entrega, redução dos custos e uma maior flexibilidade dos seus produtos (Pavnaskar, Gershenson, & Jambekar, 2003). Deste modo, devido à variedade e sucesso dos resultados alcançados, é de esperar que esta filosofia se estenda a áreas de elevada importância dentro das organizações, sendo uma destas áreas a Logística. A Logística está relacionada com a gestão da cadeia de abastecimento, sendo esta responsável por gerir e controlar de forma eficiente o fluxo de abastecimento, direto e inverso, e as operações de armazenagem (Carvalho et al., 2017). Para além disto, os processos logísticos exigem elevados níveis de flexibilidade e eficiência, sendo importante adotar uma metodologia que garanta a melhoria contínua num ambiente considerado dinâmico (Vicente et al., 2015).

Surge então o *Lean Logistics*, uma metodologia que pretende estender os princípios da filosofia *Lean* ao longo de toda a cadeia de abastecimento (Jones, Hines, & Rich, 1997). O *Lean Logistics* procura ainda reduzir atividades que não acrescentem valor e melhorar os processos presentes na cadeia de abastecimento (Antunes, Sousa, & Nunes, 2013). Esta metodologia está relacionada com o conceito de *Just-in-time* (JIT), que defende a produção certa, no momento certo, minimizando assim os desperdícios, os stocks e melhorando desta forma o processo de produção e distribuição (Fullerton & Mcwatters, 2001).

O *Lean Logistics* potencia o progresso das organizações, focando-se na cadeia de valor do produto e no fluxo de abastecimento. Utilizando as palavras de Bulej et al. (2011), *Lean Logistics* é focada em manter os stocks mínimos necessários para apoiar a produção monitorizando-os de perto, em planear a produção de modo a suavizar a taxa de consumo de cada item, organizando a logística de entrada para tornar os tempos de espera do reabastecimento mais previsíveis e responder com contramedidas ao primeiro sinal de problemas.

De acordo com Antunes et al. (2013), as empresas procuram uma constante melhoria e evolução, como tal, a empresa onde se realizou esta dissertação pretendia melhorar o seu processo de

abastecimento, através da aplicação de *Lean Logistics*. Deste modo, o projeto realizado na Leoni Portugal, empresa esta dedicada à produção de cablagens para veículos comerciais, teve como principal objetivo a melhoria, através da aplicação de princípios *Lean Thinking*, dos processos presentes no armazém avançado de componentes, denominado Sistema Avançado de Estantes Central (SAEC), onde era pretendido melhorar o fluxo de abastecimento dos materiais para a produção, atuando sobre os problemas identificados, tais como: erros no abastecimento dos materiais, fluxo de abastecimento inadequado, utilização inadequada das estantes com materiais pouco utilizados, falta de organização dos materiais consoante o seu consumo, inexistência de gestão visual, desorganização do espaço de trabalho, ausência de locais definidos para as diferentes fases da produção dos lotes, elevadas movimentações, movimentações desnecessárias, entre outros. Posto isto, tornou-se fulcral uma análise detalhada de todos os problemas identificados no decorrer do projeto, pois só assim foi possível a obtenção de soluções capazes de melhorar o processo de abastecimento, o aproveitamento do espaço, bem como as condições de trabalho existentes.

1.2 Objetivos

O objetivo principal desta dissertação, consistiu na melhoria do processo de abastecimento interno através da utilização de princípios *Lean Thinking* numa empresa de produção de cablagens. Para o desenvolvimento do projeto, foi utilizado, como fio condutor a seguinte questão de investigação: “Quais os benefícios conseguidos num sistema de abastecimento interno aplicando princípios *Lean*?”

Para que o objetivo principal fosse alcançado, tornou-se necessário:

- Realizar uma análise ABC ao consumo dos materiais para classificar as diferentes tipologias de materiais;
- Identificar a melhor localização no armazém de componentes para todos os materiais;
- Identificar desperdícios;
- Implementar sistema de monitorização com a definição de medidas de desempenho;
- Implementar 5S e gestão visual para uma melhor organização do espaço;

Atingido o objetivo principal pretendeu-se:

- Reduzir os erros de abastecimento;
- Reduzir recursos;
- Melhorar o fluxo de abastecimento;
- Reduzir o espaço ocupado, através da sua organização e limpeza;

- Reduzir custos.

1.3 Metodologia de investigação

Este projeto primeiramente incidiu numa pesquisa bibliográfica relacionada com artigos científicos, livros e teses referentes ao tema a ser desenvolvido. Após a leitura e análise destes, foi realizado um enquadramento teórico com o intuito de sintetizar toda a informação relevante recolhida anteriormente.

Tendo em conta as características deste projeto, a estratégia de investigação utilizada foi a *Action-Research*. Esta estratégia permite a resolução de problemas nas organizações, e para além disso é uma metodologia caracterizada pela envolvimento não só do investigador, mas de todas as partes interessadas (Coughlan & Coughlan, 2002).

Esta estratégia de investigação apresenta um ciclo de cinco importantes etapas: diagnóstico do problema, planeamento das ações, implementação das ações, avaliação dos resultados obtidos e, por fim, a especificação da aprendizagem (Susman & Evered, 1978) (Figura 1).

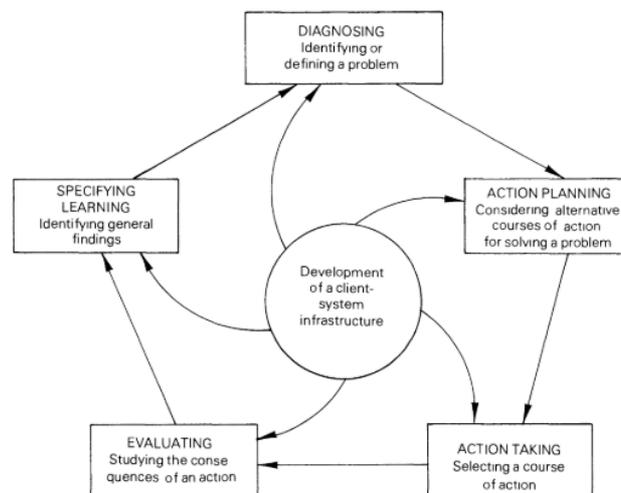


Figura 1 - Etapas da Action-Research (adaptado de Susman & Evered (1978))

Numa fase inicial, realizou-se o diagnóstico da situação atual, de forma a serem identificados todos os problemas existentes e destes destacar aqueles que requeriam mais atenção. Para isso, foram recolhidos dados através da análise de documentos fornecidos, junto dos colaboradores, analisando os fluxos produtivos, os deslocamentos realizados, o tempo despendido na realização das tarefas, o armazenamento dos materiais, os erros de abastecimento ocorridos com mais frequência, entre outros. Esta análise foi possível com auxílio a ferramentas capazes de coadjuvar no diagnóstico dos problemas, sendo exemplos o diagrama de *spaghetti*, análise ABC, bem como outras ferramentas que se demonstraram relevantes para este processo.

Posteriormente, após o levantamento de todos os problemas existentes foi necessário tomar medidas. Esta fase foi crucial para o desenrolar deste projeto, pois foi nesta fase que foram planeadas e discriminadas todas as ações de melhoria a serem implementadas com o objetivo de minimizar ou eliminar os problemas previamente identificados.

Após a identificação das ações de melhorias adequadas para combater os problemas encontrados, procedeu-se à sua implementação. A implementação das melhorias foi acompanhada pela monitorização das mesmas a fim de se entender se os objetivos estipulados foram realmente atingidos, e se estavam a correr conforme planeado.

Em seguimento, na fase seguinte, foram expostos todos os ganhos conseguidos com a implementação das melhorias, os objetivos que foram atingidos, aqueles que ficaram por atingir, as melhorias que ficaram por implementar e tudo aquilo que poderá ainda ser melhorado futuramente.

Por fim, a última fase foi dedicada à escrita da dissertação, sendo que esta englobou todas as fases anteriores, sendo no final identificados os principais resultados, as principais conclusões assim como propostas para trabalho futuro.

1.4 Estrutura da dissertação

A presente dissertação encontra-se dividida em sete capítulos. O capítulo inicial é destinado à introdução do projeto através do enquadramento do tema, os objetivos principais e da metodologia utilizada para a sua realização.

No capítulo seguinte é realizado um enquadramento teórico sobre os principais conceitos utilizados ao longo da realização do projeto.

O terceiro capítulo é dedicado à apresentação da empresa, nomeadamente a sua identificação e localização, a história do Grupo, os seus principais valores enquanto grupo, os seus produtos, clientes, entre outros. Ainda no final deste capítulo é realizada uma breve descrição de todo o sistema produtivo.

No capítulo quatro, inicialmente é descrita com detalhe a área em estudo, sendo posteriormente realizada uma identificação dos problemas e análise crítica do estado atual.

O quinto capítulo é dedicado à apresentação e explanação das propostas de melhoria de forma a eliminar ou reduzir os problemas identificados anteriormente.

Melhoria do processo de abastecimento interno usando princípios *Lean Thinking* numa empresa de produção de cablagens

No sexto capítulo são discutidos os impactos referentes às propostas de melhoria apresentadas no capítulo anterior.

Por último, o sétimo capítulo é dedicado às conclusões referentes ao trabalho realizado bem como à apresentação de propostas de trabalho futuro.

2. REVISÃO DE LITERATURA

No presente capítulo é apresentada uma revisão de literatura dos conceitos-chave utilizados ao longo do projeto. Inicialmente, é feita uma pequena introdução ao conceito de *Lean Production* e a conceitos ligados a este, nomeadamente o *Lean Thinking* e os sete desperdícios. São também abordadas algumas das ferramentas *Lean*, tais como, metodologia 5S, gestão visual, *standard work* e sistema *kanban*. É realizada posteriormente uma breve introdução à Logística interna, uma vez que representa um papel importante no decorrer do projeto. É feita referência ao *Lean Logistics* e a conceitos diretamente relacionados com este, como exemplos, supermercado e *milk run*. No final do capítulo são ainda abordados os conceitos de *Layout* e Ergonomia, uma vez que estes foram relevantes para o desenvolvimento do projeto.

2.1 *Lean Production*

Nos finais da segunda Guerra Mundial, surgiu o conceito de *Lean Production*, na empresa Toyota com a implementação do *Toyota Production System* (TPS) (Monden, 1998). O *Toyota Production System*, baseia-se numa produção em fluxo contínuo e no facto de que o valor de um produto, para o cliente, não advém do tempo total e esforço despendido, mas sim de uma pequena fração desse tempo (Melton, 2005). As vantagens deste sistema de produção são notórias não só a nível de qualidade dos produtos, mas também a nível de satisfação dos seus colaboradores (Ohno, 1988).

A designação *Lean Production*, surgiu no livro “The Machine that Changed de World” por James P. Womack, Daniel T. Jones e Daniel Ross (Womack et al., 1990). Neste livro são descritas as vantagens da utilização da metodologia *Lean Production*, que se tem vindo a revelar uma metodologia de sucesso entre as empresas, sendo por isso cada vez mais adotada por estas (Amaro, Alves, & Sousa, 2019).

2.1.1 Princípios *Lean Thinking*

A filosofia *Lean* procura eliminar as atividades que não acrescentam valor, sendo que o seu lema é fazer mais com menos, ou seja, menos recursos, menos equipamentos, menos tempo desenvolvimento do produto, menos esforço humano, menos de tudo (Womack & Jones, 1996).

O conceito *Lean Thinking* baseia-se em cinco princípios (Womack & Jones, 1996) (Figura 2): identificar valor, definir a cadeia de valor, otimizar o fluxo, implementar produção puxada e busca da perfeição.

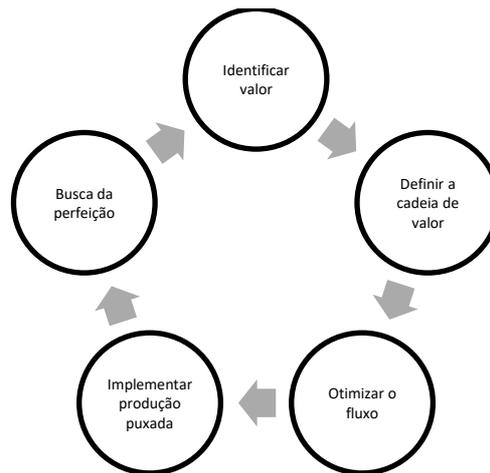


Figura 2 - Princípios Lean Thinking

Os princípios identificados, podem definir-se como:

1. Identificar valor – o valor deve ser definido sobre a perspectiva do cliente, pois é este que define qual o valor de um produto ou serviço (Thangarajoo & Smith, 2015);
2. Definir a cadeia de valor – para a criação de valor é necessário focar nas atividades que acrescentam valor ao processo/produto e eliminar as atividades que são consideradas desperdício (Hines, Holweg, & Rich, 2004);
3. Tornar o fluxo contínuo– quando eliminados os desperdícios presentes na cadeia de valor é obtido um fluxo de produção contínuo (Thangarajoo & Smith, 2015);
4. Implementar produção puxada – a produção é puxada pelo cliente, ou seja, apenas se produz quando surgem encomendas por parte do cliente, sendo esta produção *Just-in-Time* (JIT) (Liker, 2004);
5. Busca da perfeição – com a implementação dos quatro princípios anteriores, as empresas tornaram o seu processo mais transparente, sem desperdícios, estando assim no caminho certo para atingir a perfeição (Thangarajoo & Smith, 2015).

2.1.2 Tipo de desperdícios

Segundo Womack & Jones (1996), desperdício é tudo aquilo que é realizado ou executado, mas que o cliente não se encontra disposto a pagar. Os desperdícios identificados ao longo da cadeia de valor devem ser eliminados, sendo que existem sete desperdícios principais (Ohno, 1988): sobreprodução, esperas, defeitos, stocks, processamento incorreto, transportes e movimentações e manuseamento de material. De uma forma breve, podem ser descritos como:

- Sobreprodução – produção em quantidades superiores às encomendadas, quando não é necessário (Dailey, 2003). É considerado pela Toyota como o pior dos desperdícios.
- Esperas – tempo utilizado de forma ineficaz, através da paragem de trabalhadores, máquinas, movimentações de materiais, entre outros (El-Namrouty & Abushaaban, 2013). As esperas não adicionam qualquer tipo de valor para o cliente (Melton, 2005).
- Defeitos – os defeitos são custos incorridos tanto no imediato como a longo prazo, estes resultam em retrabalho e por vezes em sucata (Wahab, Mukhtar, & Sulaiman, 2013).
- Stocks – stock em excesso de produto final, intermédio e matérias primas que resultam em custos elevados (Melton, 2005).
- Processamento incorreto – esforço redundante (comunicação ou de produção) que não adiciona qualquer tipo de valor (Dailey, 2003). Este tipo de desperdício refere-se a situações com soluções complexas para procedimentos simples que levam à falta de qualidade nos produtos (Wahab et al., 2013).
- Transportes – movimentações de materiais que não acrescentam qualquer valor ao produto, como, por exemplo, mover materiais entre postos de trabalho (El-Namrouty & Abushaaban, 2013).
- Movimentações e manuseamento de material – qualquer movimento das pessoas que não adicionar valor ao produto (Dailey, 2003). Uma das principais causas é a dimensão do layout, que se traduz em deslocações desnecessárias por parte dos trabalhadores gerando desperdício (Wahab et al., 2013).

Estes desperdícios identificados estão incluídos no *Muda*. Sendo que o *Muda* pertence a um conjunto designado de 3M'S, sendo os restantes *Muri* e *Mura*.

- *Muri* – está relacionado com a sobrecarga, ou seja, é sobrecarregar uma pessoa ou máquina para além das suas capacidades resultando em problemas de qualidade e segurança (Liker, 2004);
- *Mura* – significa variabilidade e resulta de uma produção irregular, como por exemplo falta de peças ou defeitos (Liker, 2004).

2.2 Ferramentas *Lean*

O uso de ferramentas *Lean* é cada vez mais adotado nas empresas, pois estas promovem a redução de custos, a organização, diminuição de erros e falhas bem como a busca da melhoria contínua. Mas

para que os resultados sejam obtidos, é necessário saber quais as ferramentas mais indicadas a utilizar nos diferentes problemas que possam surgir (Arunagiri & Gnanavelbabu, 2014).

Esta secção apresenta algumas das ferramentas *Lean* que tiveram um papel importante no contexto desta dissertação, sendo exemplos: 5S, gestão visual, *standard work* e sistema *kanban*.

2.2.1 Técnica 5S

A primeira referência da implementação da metodologia 5S em contexto empresarial, foi em 1980 por Takashi (Jiménez, Romero, Domínguez, & Espinosa, 2015). Com a correta implementação deste técnica que engloba cinco fases é possível atingir níveis elevados de qualidade, cumprimentos de prazos de entrega e redução dos custos (Monden, 1998), sendo as fases as seguintes:

- *Seiri* (separar) – separar o que é necessário daquilo que não é necessário;
- *Seiton* (organizar) – identificar os materiais e ter locais próprios para estes para que sejam fáceis de encontrar quando são necessários;
- *Seiso* (limpeza) – manter o posto de trabalho sempre limpo;
- *Seiketsu* (normalizar) – só após serem implementadas as etapas anteriores é que é possível a criação de normas e procedimentos a serem utilizados por todos;
- *Shitsuke* (disciplina) – é a fase de manter e melhorar tudo aplicado até então, em busca da melhoria contínua.

2.2.2 Gestão visual

A gestão visual consiste na utilização de processos simples e intuitivos que permitam um melhor controlo dos processos por parte das pessoas (Pinto, 2008). Segundo Tezel, Koskela, & Tzortzopoulos (2009), alguns dos objetivos da aplicação de gestão visual são:

- Transparência na informação;
- Melhoria contínua;
- Disciplina;
- Simplificação do trabalho;
- Unificação da informação;

A gestão visual encontra-se bastante relacionada com a técnica 5S, nomeadamente com o “*Seiton*” e “*Seiketsu*”, pois pretende criar disciplina e tornar o processo de trabalho uniforme e simples.

Como exemplos da gestão visual temos o *kanban*, o sistema *Andon*, *standard work*, sinais luminosos, identificação de áreas, etiquetas, entre outros (Pinto, 2008).

2.2.3 *Standard work*

O *standard work* ou trabalho normalizado, é um processo visual e documentado de tarefas normalizadas (Dailey, 2003), que servirá como guia aquando a execução dessas mesmas tarefas. Para Pinto (2008), a uniformização de processos é um dos aspetos mais importantes na filosofia TPS. As vantagens da sua aplicação são várias, das quais se destacam o aumento da previsibilidade dos processos, redução e desvios e menores custos. Segundo Monden (1998), existem três elementos principais do *standard work*, sendo eles:

- Tempo de ciclo normalizado – normalizar o tempo necessário para produzir um produto, do início ao fim, com a finalidade de responder à procura do cliente;
- Sequência de trabalho normalizada – conjunto de tarefas normalizadas para o operador que as execute;
- Quantidade normalizada de *Work-in-Process* (WIP) – quantidade mínima de stock necessária para a execução do trabalho;

2.2.4 Sistema *kanban*

O *kanban* é um conceito relacionado com a produção puxada (Shahabudeen & Sivakumar, 2008), que permite às empresas controlar os seus stocks e o abastecimento às linhas de produção. O sistema *kanban* é um termo japonês para cartão. Este funciona como um dispositivo visual responsável por informar que é necessário repor o stock dos respetivos centros de trabalho (Dailey, 2003). A utilização do sistema *kanban* promove melhorias no sistema produtivo, uma vez que permite a redução de stocks e, para além disso, promove a produtividade através do fluxo de produção dinâmico (Silva & Santana, 2005). Atualmente existem vários tipos de *kanban*, tais como:

- *Kanban* de produção – é um sinal para que um dado item seja produzido. Este *kanban* contém informações como a descrição do componente e a quantidade a produzir (Slack, Chambers, & Johnston, 2002).
- *Kanban* de transporte – é utilizado para informar que o material pode ser transportado de um determinado local para um outro. Normalmente contém informações como a descrição do componente, o local de origem e o local de destino (Slack et al., 2002).

- *Kanban* de sinal ou do fornecedor – o *kanban* de sinal é similar ao *kanban* de transporte, este é usado para fornecedores externos para avisar que é necessário um determinado componente (Slack et al., 2002).
- *E-kanban* – é um *kanban* eletrónico que visa eliminar problemas como a perda de cartões e erros manuais. O *e-kanban* permite acionar a movimentação de materiais e o controlo de stocks em tempo real, através do uso da tecnologia de informação (Al-Hawari & Aqlan, 2012).

Segundo Dailey (2003), o sistema *kanban* apresenta vantagens, tais como:

- Redução de stocks;
- Fluxo de materiais previsível;
- Agendamento simplificado;
- Sistema puxado visual;
- Melhorias na produtividade;

2.3 Logística interna

Segundo *Council of Supply Chain Management Professionals* (CSCMP, 2010), a Logística é a atividade responsável por planear, implementar e controlar o eficiente e eficaz fluxo direto e inverso e as operações de armazenagem de bens, serviços e informação relacionada entre o ponto de origem e o ponto de consumo de forma a ir ao encontro dos requisitos/necessidades dos clientes.

A importância da logística nas empresas é cada vez maior, uma vez que permite conseguir o produto certo, na quantidade certa, para o cliente certo, no prazo certo e no custo certo (Carvalho et al., 2017). Por sua vez, a logística interna é um processo baseado no reabastecimento interno do material através de um sistema *pull*, no contexto do *Lean*, envolvendo os funcionários e monitorizando o processo para que este seja melhorado de forma contínua (Filip & Klein, 2010). Para Sousa (2012), as principais características da logística interna são:

- Atendimento aos funcionários – são os responsáveis por receber os recursos materiais utilizados dentro da organização;
- Otimização das tarefas – permitem reduzir o tempo entre as tarefas, através da eliminação de espaços e entrega na quantidade ideal;
- Interação dos demais setores da organização – a logística interna aproxima os setores através da discussão, aplicação e uso dos diferentes materiais para a execução das tarefas em cada setor;

Deste modo, a logística interna considera o processo desde o manuseamento das caixas até à entrega ao cliente, cumprimento prazos e minimizando os custos (Carvalho et al., 2017).

O abastecimento interno funciona como o meio de integração de todas as partes da empresa, como os clientes, trabalhadores e também a própria empresa (Turkulainen, Roh, Whipple, & Swink, 2017). Para o bom funcionamento do abastecimento interno, é necessário que haja uma gestão eficaz de vários recursos presentes na empresa, nomeadamente a logística. Um sistema logístico eficaz deve ser capaz de responder à procura dos componentes por parte das linhas de produção sempre que necessário e nas quantidades necessárias (Brar & Saini, 2011). Mas, para além de uma gestão eficaz dos recursos materiais, é também necessária uma gestão eficaz de toda a informação (Stevenson, 2005), pois sem a informação correta os materiais podem não chegar ao seu destino.

O abastecimento interno requer uma colaboração de todas as entidades da empresa e, para além disso, requer que todas as áreas estejam ligadas entre si e a trabalhar em conformidade para que o abastecimento ocorra de forma correta, caso contrário irão existir várias barreiras ao longo do processo, tornando-o difícil de configurar (Giménez & Ventura, 2005).

2.4 *Lean Logistics*

O conceito de *Lean Logistics* é cada vez mais comum nas empresas. Este pode ser definido como o conceito de *Lean* alinhado com a dimensão da logística de produção (Baudin, 2004). A aplicação do conceito de *Lean Logistics* permite às empresas reduzir o tempo de entrega, reduzir os níveis de *stock*, eliminar o tempo de inatividade, aumenta a disponibilidade dos produtos e ainda a flexibilidade de toda a cadeia de abastecimento (Wronka, 2016). Quando se aborda este conceito, surgem outros diretamente ligados, como o supermercado e o *milk-run* que são abordados nas seções seguintes.

2.4.1 Supermercado

Segundo Ohno (1988), um supermercado é o local onde o cliente pode encontrar aquilo que necessita, no tempo necessário e nas quantidades necessárias. Por norma, os supermercados encontram-se situados entre o armazém principal e a linha de produção com o objetivo de reduzir o *lead time* e, para além disso, permitir a reposição do *stock* de uma palete para uma caixa ou por vezes para uma peça única (Sali & Sahin, 2016), possibilitando assim a entrega de pequenos lotes às linhas de produção. O sistema *kanban* é adotado, por forma a controlar e reduzir os níveis de *stock* nos supermercados (Kundu, Rossini, & Portioli-staudacher, 2019), evitando assim que haja rotura e também desperdício.

O supermercado deve apresentar algumas características como localizações fixas para cada referência, com o auxílio de gestão visual para facilitar o processo de recolha e deve também cumprir o FIFO (*first in first out*) para garantir que os materiais que se encontram armazenados há mais tempo sejam consumidos primeiro (Coimbra, 2013). Para além disto, o supermercado deve também estar dimensionado corretamente, de forma a que o operador consiga fazer o *picking* com facilidade, sem incorrer em grandes perdas de tempo a cada paragem (Coimbra, 2009).

2.4.2 *Milk-run*

O conceito de *milk-run* teve origem na indústria de laticínios, sendo criado com o objetivo de resolver os problemas no transporte e entrega do leite e sendo atualmente utilizado em diversas empresas (You & Jiao, 2014).

Este conceito é normalmente aplicado na logística interna para o transporte de matéria-prima, produto acabado e outros materiais entre o fabricante e as estações de trabalho e também o armazém (Brar & Saini, 2011). Nos sistemas *milk-run* apenas o material que é consumido é reabastecido, sendo que o tamanho do lote é definido apenas uma vez e pode ser controlado através de *kanbans* (Gotthardt, Hulla, Eder, Karre, & Ramsauer, 2019).

A utilização do *milk-run* nas empresas traz algumas vantagens, tais como (Brar & Saini, 2011):

- Reduz os custos de transporte devido à consolidação dos lotes a serem transportados;
- Melhora o processo de montagem nas linhas de produção devido à maior precisão na entrega, através da utilização do JIT;
- Aumenta a flexibilidade, agilidade e coordenação e também a eficiência do sistema;
- Reduz os riscos de falhas na qualidade dos produtos;
- Reduz os stocks e os custos de investimento.

2.5 Projeto de *layouts*

O *layout* determina a forma como os recursos e materiais se encontram organizados numa unidade produtiva (Slack et al., 2002). A definição de um *layout* indicado para cada situação tem bastante impacto numa unidade produtiva na medida em que a posição deste determina o fluxo tanto dos materiais como da informação ao longo de toda a cadeia (Yang & Kuo, 2003). Para além disto, a disposição dos recursos no *layout* afeta ainda a produtividade e os custos de produção, devendo,

portanto, procurar-se sempre melhorar a disposição dos recursos com o objetivo de reduzir custos de movimentações, de manuseamento de materiais, entre outros (Tomelin & Colmenero, 2010).

Alguns dos objetivos para o estudo de um *layout* são (Tomelin & Colmenero, 2010):

- Minimizar o tempo total de produção;
- Melhorar o aproveitamento do espaço;
- Minimizar o custo de movimentação de materiais e dos operadores;
- Aumentar o conforto dos operadores;
- Melhorar o fluxo de materiais.

2.5.1 Métodos para projetar *layouts*

O *Systematic Layout Planning* (SLP) é um dos métodos mais conhecidos para projetar *layouts* e baseia-se em três princípios (Murther & Hales, 2009):

- Relacionamento – grau relativo de dependência ou proximidade entre as atividades;
- Configuração – quantidade e forma dos equipamentos a posicionar;
- Ajuste – posicionamento dos equipamentos nas áreas disponíveis da melhor forma possível;

Este método tem ainda quatro fases que devem ser sempre respeitadas quando aplicado (Murther & Hales, 2009):

- Localização (Fase I) – nesta fase deve ser determinado o espaço disponível bem como uma possível expansão e alteração do mesmo;
- Arranjo físico geral (Fase II) – são definidas todas as relações existentes entre as diferentes áreas com base nos fluxos e na área disponível;
- Arranjo físico detalhado (Fase III) – nesta fase é definida a localização exata dos equipamentos;
- Implantação (Fase IV) – é realizado o reposicionamento ou movimentação dos equipamentos e recursos com base nas fases anteriores;

Outro método utilizado no projeto de *layouts* é o método *Computerized Relationship Layout Planning*, mais conhecido como método de CORELAP que permite calcular o *total closeness rating* (TCR) ou rácio total de proximidade (Sembiring, Biduman, Mardhatillah, Tarigan, & Jawira, 2018).

Para a aplicação deste método, inicialmente é necessário atribuir os valores dos graus de relacionamento (VGR) que se encontram presentes na Tabela 1, para que assim seja possível calcular o TCR através do somatório do VGR (Alves, 2007).

Tabela 1 - Graus de relacionamento

GR	Proximidade	Peso (VRG)
A	Necessário	6
E	Muito importante	5
I	Importante	4
O	Desejável	3
U	Não importante	2
X	Não desejável	1

De seguida seleciona-se o departamento com maior TCR e cola-se este departamento no centro do *layout*. Os restantes departamentos são alocados ao *layout* de forma a maximizar o relacionamento com os departamentos já implantados.

Por último, o método CRAFT faz a configuração das áreas consoante o custo, ou seja as áreas são escolhidas de forma a que o custo de movimentações entre elas seja o mais reduzido possível (A., A., V., & Monenegro, 2011).

Para o estudo do fluxo de materiais e de pessoas são usadas várias ferramentas (Alves, 2007), sendo uma delas é o diagrama de esparguete. O diagrama de esparguete é uma ferramenta visual que permite representar o fluxo e distâncias envolvidas na execução de um dado processo, através de uma linha contínua (Raikar & Kattimani, 2015), sendo portanto uma ferramenta que auxilia no projeto de construção de *layouts*. A Figura 3 apresenta um exemplo de um diagrama de esparguete.

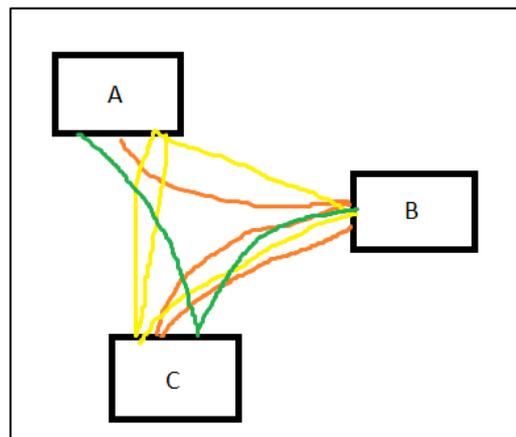


Figura 3 - Exemplo de um diagrama de esparguete

Com a utilização do diagrama de esparguete, é possível analisar o fluxo de produtos, trabalhadores, entre outros. Através da análise do diagrama de esparguete consegue-se identificar as distâncias percorridas, o número dos movimentos realizados, cruzamentos dos movimentos, entre outros (Senderská, Mares, & Václav, 2017).

2.5.2 Preocupação com o fator Humano no projeto de *layouts*

No desenho dos *layouts*, é importante ter em consideração todos os componentes que fazem parte do mesmo, como, por exemplo, os postos de trabalho. Deste modo, a Ergonomia tem um papel importante nesta projeção. Segundo a *International Ergonomics Association* (2019), a Ergonomia é a disciplina científica relacionada com a compreensão da interação entre o fator humano e os vários elementos de um sistema. A ergonomia permite identificar e avaliar as condições de trabalho a que os operadores estão sujeitos (Maia, Alves, & Leão, 2012).

A preocupação com os aspetos a nível ergonómico permitem a eliminação de sobrecargas (*Muri*) que resultam numa maior motivação e num ambiente sustentável para a melhoria contínua (Arezes, Carvalho, & Alves, 2015).

Os resultados adquiridos não são apenas para o conforto e bem-estar humano, mas também para a empresa, não tendo estes um efeito tão imediato mas sendo posteriormente verificados a longo prazo (Hendrick, 2003). Por exemplo, a aplicação da ergonomia no desenvolvimento de postos de trabalho permite criar um ambiente seguro e saudável para o trabalhador que resulta numa redução das lesões e do absentismo e por consequência num aumento da produtividade e qualidade (Botti, Mora, & Regattieri, 2017).

Com a aplicação da ergonomia, nomeadamente com a aplicação de métodos dedicados à postura, como o *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA) ou *Rapid Entire Body Assessment* (REBA), o foco no fator humano é maior, permitindo assim melhorar o seu desempenho e bem estar, o que resulta num sistema melhor e numa melhor integração do ser humano no sistema (Vukadinovic, Macuzic, Djapan, & Milosevic, 2018).

2.6 Considerações finais do capítulo

A presente dissertação tem como principal foco a aplicação de ferramentas *Lean* no processo de abastecimento interno. Como tal, tornou-se necessário a clarificação de conceitos importantes no desenrolar do projeto, sendo esse o principal objetivo do capítulo.

O redesenho de um sistema de abastecimento interno carece de vários fatores críticos associados, como, por exemplo, fluxo inadequado, controlo inadequado de fluxos, desorganização, *layout* desadequado, entre outros. Deste modo, é importante a existência de ferramentas capazes de auxiliar neste processo, para a resolução dos problemas.

A filosofia *Lean*, além de permitir a identificação de desperdícios, redução e, se possível, a sua eliminação, é auxiliada por um conjunto de ferramentas que quando aliadas à logística interna tornam-se bastante vantajosas para as empresas, nomeadamente para a resolução dos fatores críticos encontrados. O sistema *kanban*, por exemplo, tem um papel importante no controlo dos fluxos, a metodologia 5S auxilia no processo de organização e outras ferramentas como o diagrama de esparguete auxiliam no diagnóstico de *layouts*.

Neste conceito de melhoria contínua no sistema de abastecimento, surge o conceito de *Lean Logistics* que permite uma maior flexibilidade em toda a cadeia de abastecimento. O tema da dissertação, surge ligado a todos estes conceitos, e apenas servindo deles como base é que é possível atingir o objetivo principal.

3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Este capítulo é dedicado à descrição da empresa onde decorreu o projeto, sendo realizada uma breve apresentação da mesma através da sua identificação e localização, da sua história, dos seus valores, produtos e os principais clientes.

3.1 Identificação e localização

A Leoni Portugal é uma empresa dedicada ao fabrico de cablagens para veículos comerciais. Inserida num grupo empresarial multinacional, esta encontra-se localizada na freguesia de São Cláudio de Barco, na cidade de Guimarães.

Atualmente encontra-se dividida em dois pavilhões que ocupam uma área total de $4200m^2$. O primeiro, considerado o pavilhão principal ocupa uma área de $3500m^2$ sendo constituído pelo Segmento de Corte de fio e Pré-confeção, 7 carrosséis (linhas de montagem), Teste elétrico, *Foaming*, *Braiding*, Embalagem, Postos Fixos, Área de Protótipos, Armazém de receção e Armazém de exportação. Por sua vez, o pavilhão 2 ocupa uma área de $700m^2$, sendo este constituído por 3 carrosséis, *Braiding*, Teste elétrico, Postos Fixos, Corte de tubo, Corte de fio grosso e Embalagem, tendo também um pequeno armazém de bobines de fio e de tubo. A Figura 4 apresenta uma vista aérea da empresa, delimitada a azul.



Figura 4 – Vista aérea da Leoni Portugal

3.2 Grupo Leoni

O Grupo surgiu a 23 de abril de 1977, quando três empresas denominadas Johann Balthasar Stieber & Sohn, Johann Philipp Stieber e Vereinigte Leonische Fabriken, sediadas na Alemanha, se uniram formando a Leonische Werke Roth-Nurnberg AG, com fábricas em Roth e Nuremberga. É no ano de 1928 que é iniciada a produção de fios esmaltados que permite à Leonische Werke Roth-Nurnberg o seu reconhecimento através da qualidade dos seus produtos. Passados 3 anos, a empresa muda de nome passando assim a chamar-se Leonische Drahtwerke AG, e dedicando-se também à produção de fios revestidos de borracha e posteriormente, fios em PVC.

A empresa começa a ganhar maior dimensão em 1977, quando é iniciada a sua expansão para fora da Alemanha, mais propriamente para a Tunísia seguindo-se da Irlanda, França e o Reino Unido com dois escritórios de vendas. Foi ainda adquirida uma antiga fábrica da Gruding, em Donau e fundada a Lewrin Kabeltechnik Berlin GmbH & Co. KG, em Berlim.

No ano de 1991, é fundada a fábrica em Portugal, seguindo-se de outros países como a Hungria, Polónia, México e China.

É no ano de 1999, que a empresa decide mudar novamente de nome, sendo denominada LEONI AG, dando-se também uma mudança a nível organizacional, uma vez que três subsidiárias passaram a controlar toda a estratégia de negócio, sendo elas LEONI Draht GmbH & Co. KG, LEONI Kabel GmbH & Co. KG e Leoni Bordnetz-Systeme GmbH & Co.KG.

Ao longo de todos estes anos a Leoni demonstrou sempre o seu crescimento e qualidade nos produtos, sendo em 2006 galardoada, pela terceira vez, como a maior empregadora na Alemanha, proporcionando aos seus trabalhadores boas condições de trabalho, benefícios sociais e ainda oportunidades de progressão na sua carreira.

No início do ano de 2008, a Leoni adquire a divisão Valeo, uma fornecedora de componentes automóveis francesa, tornado a Leoni a líder do mercado europeu e a quarta maior fornecedora de cablagens para a indústria automóvel, a nível mundial.

Em 2010, o grupo decidiu expandir-se novamente, desta vez para o mercado asiático, prevendo que este seria uma mais valia para o seu crescimento económico.

Em janeiro de 2014, a Leoni recebeu uma encomenda de um sistema de cabos para a Hyundai Motor Company, com um volume de encomendas superior a 10 milhões de euros por um período de 6 anos, proporcionando assim um elevado crescimento a nível económico.

Melhoria do processo de abastecimento interno usando princípios *Lean Thinking* numa empresa de produção de cablagens

Ao longo dos anos o Grupo Leoni continua a liderar o mercado de cablagens para a indústria automóvel e veículos comerciais, ocupando uma vasta área do globo com fábricas espalhadas pelo mundo. A Figura 5 pretende demonstrar as localizações de todas as unidades produtivas a nível mundial.



Figura 5 - Localizações das unidades produtivas a nível mundial

3.2.1 Visão, Missão e Valores

O Grupo Leoni tem como principal visão a “Paixão por soluções de dados e energia inteligentes”. Esta visão funciona como a fórmula para a liderança na gestão inteligente nos dados e na energia. A paixão evidenciada na visão da empresa reflete-se no compromisso e dedicação em todos os projetos realizados e projetos futuros. Os produtos Leoni pretendem sempre proporcionar ao cliente inovação e soluções inteligentes, sendo por isso o parceiro preferencial da indústria de automóveis e de transportes.

A Leoni é sustentada por uma cultura ágil, que valoriza o alto desempenho tendo sempre como foco o cliente e a sua confiança. A cultura da empresa passa por valores como respeito mútuo, confiança, trabalho em equipa, dedicação, entre outros, pois só com base nestes valores é que é possível alcançar o objetivo da excelência no negócio, a satisfação do cliente e dos colaboradores.

O principal objetivo da empresa passa pela qualidade dos seus produtos, pelo forte poder de invocação e um sucesso sustentável no negócio.

3.2.2 Mercado/Produtos

O Grupo Leoni apresenta duas divisões a nível organizacional: *Wiring Systems* e *Wire & Cable Solutions*.

Esta divisão permite ao grupo que a gama de produtos fabricada seja bastante variada e deste modo seja direcionada para um mercado alargado. A Tabela 2 pretende demonstrar os mercados explorados pelo grupo bem como alguns exemplos de produtos associados.

Tabela 2 - Mercados e produtos do Grupo Leoni

Mercados	Exemplos de Produtos
Indústria Automóvel	Cabos single-core; Cabos multi-core; Cabos com materiais condutores inovadores; Cabos de alta voltagem.
Comunicação e Redes	Cabos para quadros de distribuição; Cabos de ligação; Cabos híbridos; Cabos espaciais.
Aplicações Elétricas	Cabos de carregamento; Cabos de borracha; Cabos para refrigeradores.
Energia e Infraestruturas	Cabos de alta, média e baixa voltagem; Cabos para geradores; Cabos solares.
Automação	Cabos de controlo de movimento; Cabos para calibrações de ferramentas robóticas.
Fibras óticas	Cabos híbridos; Cabos com fibras especiais.
Cuidados de Saúde	Cabos de endoscopia; Cabos de ultrassom; Cabos anti microbiais.
Máquinas e Sensores	Cabos de altas temperaturas; Cabos enrolados.
Marinha	Cabos militares; Cabos de controlo; Cabos para serem utilizados debaixo de água.
Processos Industriais	Cabos para instrumentos de controlo; Cabos eletrónicos.
Transporte	Cabos de controlo e sinal; Cabos para aviões; Cabos de iluminação do aeródromo.
Fios e Condutores	Fios e cordões de arame estanhados, de níquel, prata ou banhados a cobre e fios para módulos fotovoltaicos.

3.3 Leoni Portugal

A Leoni foi fundada em Portugal em 1991, na cidade de Guimarães. O seu início foi marcado pela produção de cabos para o Mercedes 129. Atualmente a Leoni Portugal é dedicada à produção de cablagens somente para veículos industriais. O aumento significativo do volume de negócio ao longo dos anos originou a necessidade de um aumento de trabalhadores, sendo que este aumento foi mais significativo no ano de 2017. No início desse ano, a Leoni Portugal contava com um total de 531 trabalhadores (406 trabalhadores diretos e 125 trabalhadores indiretos), sendo que um ano depois esse número tinha aumentado para 692 trabalhadores (558 trabalhadores diretos e 134 trabalhadores indiretos). Atualmente a Leoni Portugal emprega 887 trabalhadores (671 trabalhadores diretos e 216 trabalhadores indiretos).

Ao longo dos anos a Leoni Portugal foi reconhecida pelo seu trabalho tendo recebido vários prémios, sendo exemplos, Fornecedor de Prata - Caterpillar, Parceiro de Categoria - Cummins, 1º Lugar na LEONI do ano e Certificado de Fornecedor de Excelência – Caterpillar.

3.3.1 Estrutura Organizacional

A Leoni Portugal apresenta uma estrutura organizacional bem definida em termos de hierarquias e responsabilidades, verificando-se uma divisão na direção a nível financeiro e a nível produtivo. Esta divisão tem como objetivo um sistema de gestão da fábrica de qualidade e o mais eficaz possível. A atual estrutura organizacional é apresentada na Figura 6.

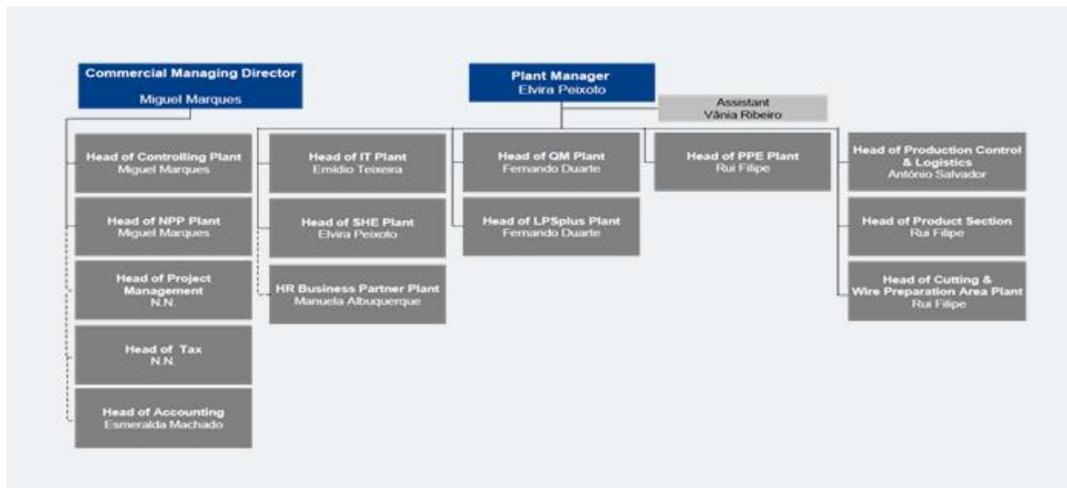


Figura 6- Estrutura organizacional da Leoni Portugal

3.3.2 Mercado

A Leoni Portugal enquadra-se na divisão de *Wiring Systems*, uma vez que a sua unidade produtiva apenas é dedicada à produção de cabos para a indústria automóvel, em concreto para veículos industriais. Na Figura 7 está um exemplo de uma cablagem fabricada na empresa.

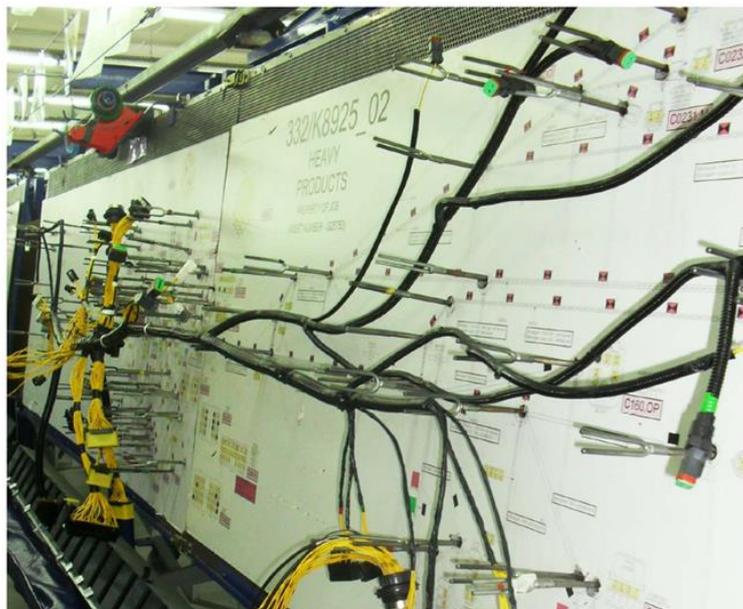


Figura 7 - Exemplo de uma cablagem produzida na Leoni Portugal

3.3.3 Principais clientes

Como mencionado anteriormente, a Leoni Portugal é dedicada ao mercado de veículos industriais. Posto isto, tem como seus clientes os apresentados na Figura 8.



Figura 8 - Clientes da Leoni Portugal

De todos os clientes suprarreferidos, a JCB é o cliente mais antigo, sendo também responsável por 30% do volume de negócios. A ACGO, por sua vez, apresenta uma percentagem equivalente, sendo que estes dois clientes apresentam a maior quota do volume de negócios, com 60%. De seguida, a CAT é apresenta uma percentagem correspondente a 25%, seguindo-se a Cummins, Volvo e Perkins com 7%, 6% e 2%, respetivamente.

3.4 Descrição breve do processo de produção

Na seguinte seção é descrito de forma resumida o processo produtivo da unidade fabril, passando pelas principais secções: Armazém, Sistema de Abastecimento de Estantes Central, Segmento 1, Segmentos de Montagem, Protótipos e Amostras e Expedição.

3.4.1 Armazém

O armazém (Figura 9) é responsável pela receção da matéria prima e de todos os componentes da fábrica. Aquando a sua entrada o material é dado como recebido e, na maioria dos casos, é retirado da sua caixa original e colocado em caixas *standard* da fábrica de modo a facilitar todo o processo seguinte. O armazém é também o responsável pelo abastecimento do Sistema de Abastecimento de Estantes Central (SAEC) e do Segmento 1.



Figura 9 - Armazém

3.4.2 Segmento 1

É no segmento 1 (Figura 10) que é iniciado o processo de produção das cablagens. Este segmento é composto pelo corte do fio, corte do tubo, linha dos dossiês ou *plugs*, pré-confeção, *picking*, reparações e também pelo SAEC. É no segmento 1 que é feita a transformação da matéria prima, mais concretamente do fio e tubo, para que posteriormente estes materiais sejam utilizados nas linhas de montagem.



Figura 10 - Segmento 1

3.4.3 Segmentos de montagem

Os segmentos de montagem (Figura 11) são compostos pelo segmento 2, segmento 3, segmento 4 e segmento 7, onde cada um destes é composto pelas linhas de montagem, postos fixos de montagem, teste elétrico, e processos especiais (*braiding* e *foaming*). Cada segmento é dedicado a diferentes clientes ou famílias de produtos, pelo que as cablagens produzidas em cada um deles diferem.

Melhoria do processo de abastecimento interno usando princípios *Lean Thinking* numa empresa de produção de cablagens

Em cada linha de montagem existe uma abastecedora responsável por fazer a distribuição de todo o material pelos postos de trabalho respetivos para que seja iniciada então a montagem da cablagem. Após serem montadas as cablagens nas linhas ou nos postos fixos, estas podem necessitar dos processos especiais referidos anteriormente, consoante o cliente e, por fim, terminam no teste elétrico para confirmar que a cablagem está conforme o pedido e com a qualidade desejada, procedendo-se ao seu embalamento.



Figura 11 - Segmentos de montagem

3.4.4 Protótipos e Amostras

A área de protótipos e amostras (Figura 12), também conhecida como segmento 5 é uma área dedicada à produção de protótipos que são cablagens destinadas meramente a testes do cliente não sendo, por isso produzidos em série e, também, à produção de amostras ou *Initial Sample Inspection Report* (I.S.I.R) que pretende validar todo o processo de produção. Neste segmento todas as amostras são testadas manualmente, cada ligação, cada componente, para garantir que não há falhas uma vez o teste manual servirá como base para o programa de teste elétrico quando as cablagens passarem a ser produzidas em série no segmento de montagem correspondente.



Figura 12 - Área de protótipos e amostras

3.4.5 Armazém de expedição

Os trabalhadores do armazém de expedição (Figura 13), são os responsáveis por recolher as caixas com as cablagens prontas de todos os segmentos de montagem. Seguidamente levam essas mesmas caixas para o armazém de expedição onde ficam armazenadas até serem colocadas em camiões para que posteriormente sigam para os clientes.



Figura 13 - Armazém de expedição

4. DESCRIÇÃO E ANÁLISE CRÍTICA DO ESTADO ATUAL

Neste capítulo é descrita, de forma detalhada, o estado atual da área em estudo, sendo realizada uma análise crítica da mesma que permitiu a identificação de vários problemas, sendo estes explanados posteriormente.

4.1 Descrição do sistema de abastecimento de estantes central

O sistema de abastecimento de estantes central (SAEC), presente no segmento 1, foi a área de estudo do projeto. Este sistema desempenha a função de um supermercado, sendo também denominado como um armazém avançado de componentes, onde são efetuados os lotes correspondente às diferentes ordens a serem produzidas. O SAEC é composto por estantes, onde cada posição (designada na empresa de célula) representa a localização de um dado componente. O *layout*, à data de início do projeto, encontra-se apresentado na Figura 14.

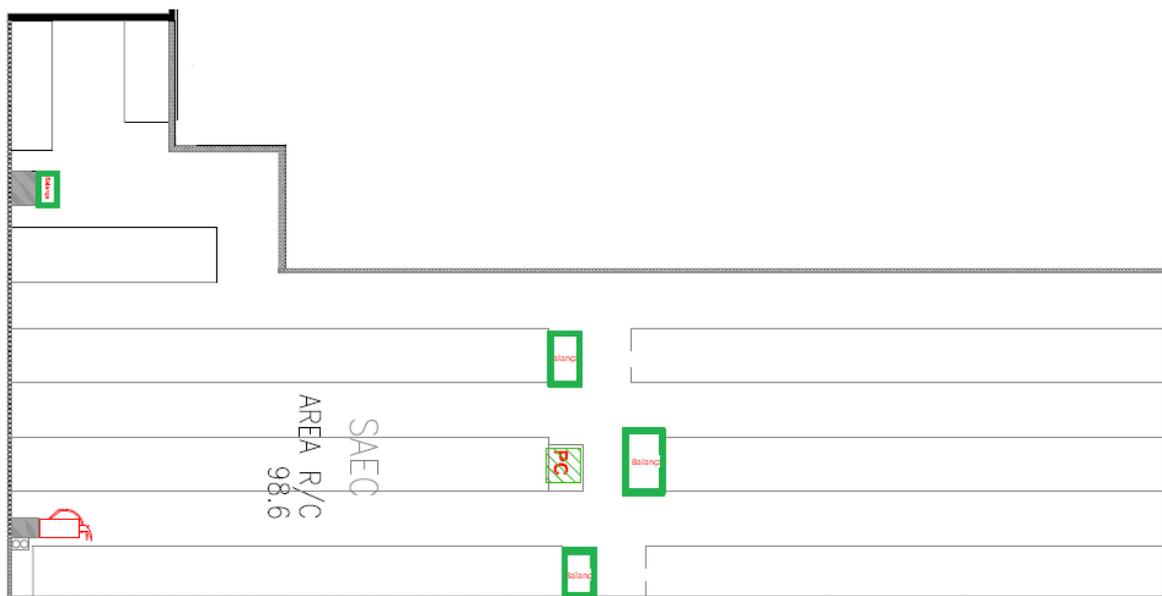
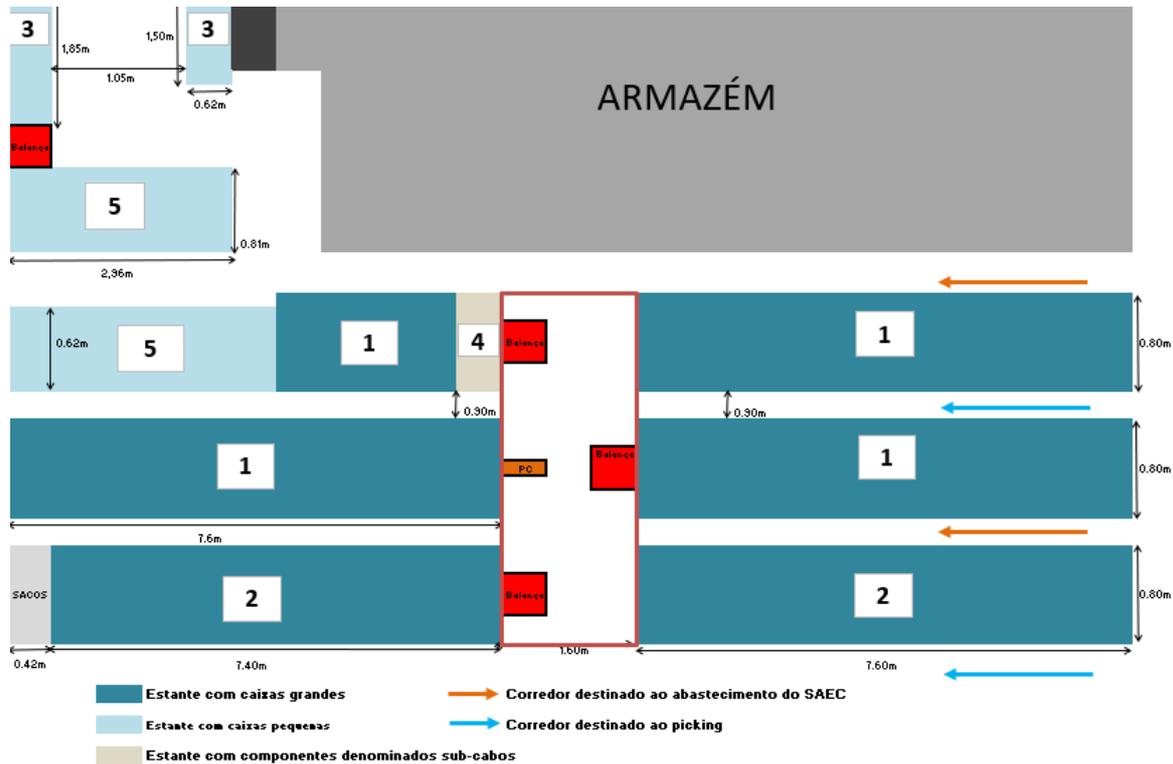


Figura 14 - Layout SAEC

4.1.1 Funcionamento do SAEC

Como anteriormente referido, o SAEC funciona como um armazém avançado responsável pela realização dos lotes com os componentes necessários para a montagem da cablagem. O SAEC, por sua vez, encontra-se interligado ao armazém principal uma vez que este é responsável pelo seu abastecimento.

O SAEC ocupa uma área de, aproximadamente, 85m², sendo que, a área principal de produção dos lotes (localizada na zona central das estantes), ocupa uma área de cerca de 6,72m², tendo apenas 1,6m de largura (representada na Figura 15 com um retângulo vermelho). Existe também uma balança utilizada, na sua maioria, para contar componentes das caixas pequenas, situada entre as estantes 3 e 5, como ilustra a Figura 15.



No SAEC existem estantes que armazenam caixas grandes (representadas a azul escuro), tendo estas 7 níveis e, estantes apenas para caixas pequenas (representadas a azul claro), tendo estas 11 níveis, resultando numa capacidade total de 1476 posições. A cada posição, está alocado um componente diferente, nunca podendo posições diferentes terem o mesmo componente, pelo que, o SAEC tem uma capacidade total de 1476 componentes. A numeração das estantes encontra-se também apresentada na Figura 15, bem como, as dimensões das mesmas. Ainda por observação da Figura 15, as setas a laranja representam os corredores utilizados pelos operários do armazém no abastecimento e as setas a azul representam os corredores utilizados pelas operárias do SAEC no processo de *picking*.

Para melhor se entender a distinção entre caixas grandes e pequenas, e a forma como os componentes se encontravam dispostos nas estantes, é apresentada a Figura 16.



Figura 16 - Representação das estantes do SAEC

A localização dos componentes é representada por uma etiqueta com a identificação da célula correspondente (Figura 17), onde o primeiro número corresponde à estante, o segundo à coluna e o terceiro à fila.



Figura 17 - Identificação da célula

O SAEC possuiu um total de oito operárias que laboram em turnos distintos. O primeiro turno (6h-14h30) conta com três operárias, ao turno “normal” (8h-17h) pertencem duas operárias e, por fim, ao segundo turno (14h30-23h10) 3 operárias. Devido à sobreposição dos horários, o SAEC opera na maioria do tempo com cinco operárias, o que permite produzir os lotes necessários para acompanhar o horário de produção das linhas de montagem.

Os lotes são realizados de acordo com o planeamento diário da produção, que é consultado nas folhas correspondentes ao planeamento semanal de cada uma das linhas de produção. Nesta folha todas as ordens de produção (OP) estão discriminadas, bem como a que linha pertencem, a quantidade da ordem de produção e o dia de entrada em produção.

Melhoria do processo de abastecimento interno usando princípios *Lean Thinking* numa empresa de produção de cablagens

Para que se proceda à realização dos lotes, as OP presentes na folha de planeamento vão sendo inseridas no *software* designado de Leoni Portugal *Work In Process* (LPWIP) , para que seja possível imprimir todas as etiquetas correspondentes à OP, tal como se verifica na Figura 18. É importante referir, quando a OP é impressa, as etiquetas saem pela ordem crescente de células (exemplo 1.1.1, 1.1.2), por forma a facilitar o processo.

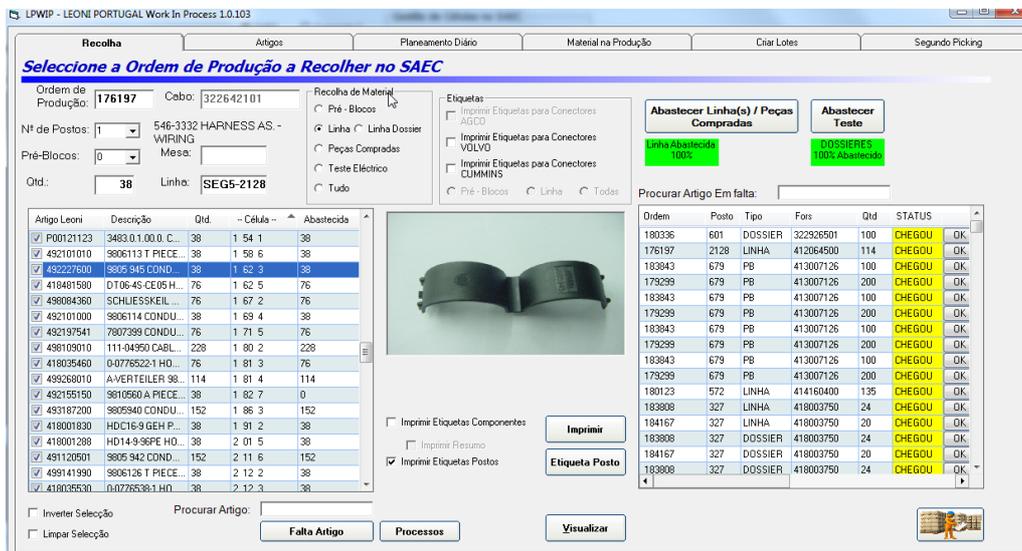


Figura 18 - Exemplo de uma ordem inserida no LPWIP

Em cada OP, uma etiqueta corresponde a um determinado componente que compõe a cablagem a ser produzida. Por vezes, o mesmo componente pode aparecer repetido na mesma ordem de produção, caso seja necessário em mais que um posto de trabalho. A etiqueta, por sua vez, possui as informações necessárias para a execução dos lotes, tal como: código do artigo, a localização (célula), o posto e a quantidade da ordem de produção. Esta informação encontra-se representada na Figura 19.

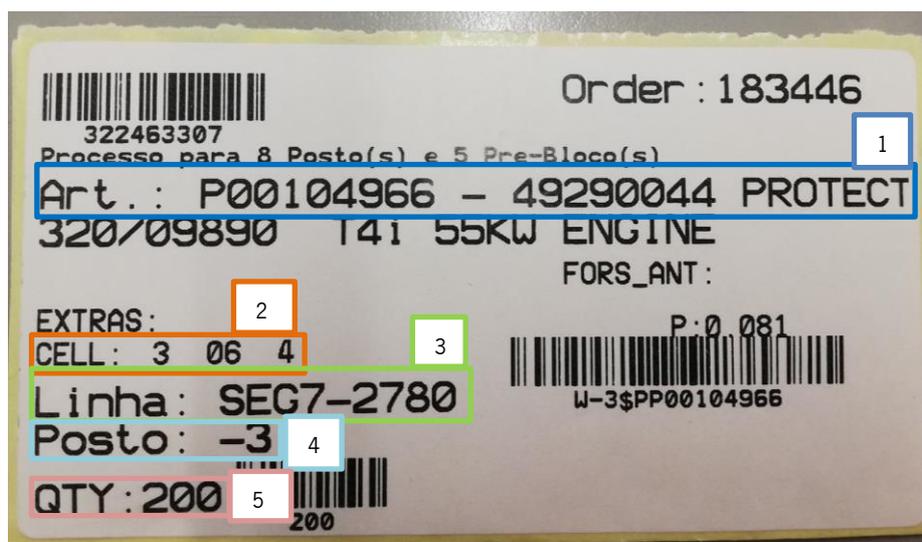


Figura 19 - Exemplo de uma etiqueta

Os números presentes na Figura 19 têm os seguintes significados:

- 1- Código do Artigo (componente);
- 2- Localização do Artigo (célula da estante)
- 3- Segmento/Linha (onde será abastecido);
- 4- Posto de Trabalho (onde será abastecido no momento da montagem);
- 5- Quantidade (quantidade da ordem);

Com as etiquetas impressas, as caixas com os componentes necessários são recolhidas das respetivas células, procedendo-se posteriormente à contagem dos componentes. Esta contagem é realizada através de balanças que fazem automaticamente a conversão do peso dos componentes para unidades. Para se proceder ao início da contagem dos componentes é necessário calibrar a balança. Deste modo, introduz-se uma amostra de dez componentes e a conversão é realizada automaticamente. Depois de contados, os componentes são colocados dentro de um saco, juntamente com a etiqueta correspondente, formando o lote. Para uma melhor perceção, a Figura 20 representa alguns lotes de uma determinada ordem de produção.



Figura 20 - Lotes para a produção de uma cablagem

4.1.2 Funcionamento do sistema de abastecimento interno

O sistema de abastecimento interno divide-se em duas fases. A primeira fase, corresponde ao abastecimento realizado pelo armazém ao SAEC e a segunda fase diz respeito ao abastecimento do SAEC às linhas de produção, mais concretamente aos locais denominados como supermercados das linhas de produção, onde os lotes são deixados até a cablagem entrar em produção. Só quando se inicia a produção dessa cablagem, é que os lotes preparados no SAEC são distribuídos pelos respetivos postos de trabalho. Esta tarefa é assegurada por uma operadora, designada por abastecedora de linha.

Melhoria do processo de abastecimento interno usando princípios *Lean Thinking* numa empresa de produção de cablagens

O abastecimento realizado do armazém ao SAEC funciona através de um sistema de duas caixas, em que cada caixa possui no seu interior um *kanban* (Figura 21) que tem como objetivo avisar o armazém que a caixa ficou vazia (e que deverá despoletar uma reposição).



Figura 21 - Exemplo de um *kanban*

Este sistema de *kanbans* é adaptado pela empresa, uma vez que a chamada etiqueta *kanban* pretende identificar o componente e a sua localização. Quando a caixa fica vazia, o *kanban* é colocado pelas operárias em locais próprios, denominados por “caixas de correio”, permitindo ao armazém saber que é necessário abastecer o componente.

Os operários do armazém vão ao SAEC e recolhem os *kanbans* das “caixas de correio”. Esta tarefa é realizada sem nenhum ciclo definido. Posteriormente vão ao armazém, leem o código de barras associado ao *part number* do componente presente na etiqueta *kanban*, bem como o código do armazém para registar no sistema a saída do material. Após esta leitura, recolhem as caixas desses componentes nas estantes do armazém, colocando sempre o *kanban* no exterior da caixa correspondente para evitar trocas (Figura 22).



Figura 22 - Identificação das caixas a serem abastecidas

Recolhidas todas as caixas dos componentes em falta e com os *kanbans* a identificar, procede-se ao abastecimento das células do SAEC. O fluxograma representado na Figura 23, pretende demonstrar, de uma forma simplificada, o processo de abastecimento do SAEC por parte de um operador do armazém.

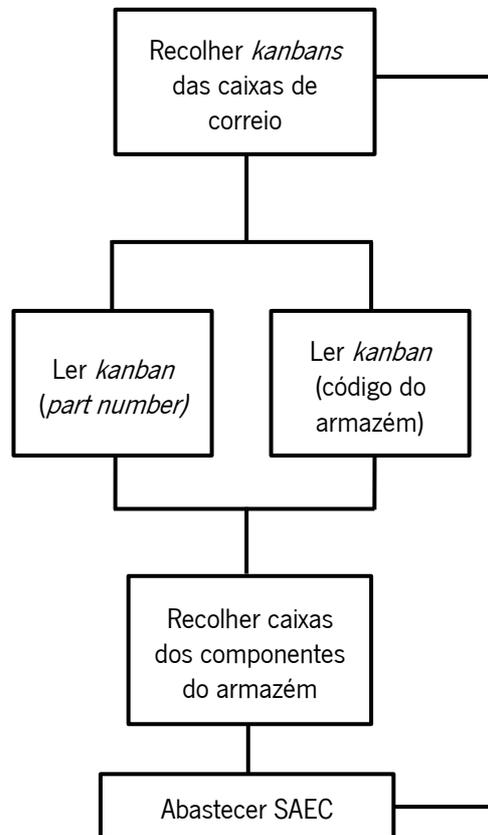


Figura 23 - Fluxograma do processo de abastecimento do SAEC

Este abastecimento é realizado com auxílio à etiqueta *kanban* que indica a célula a que pertence o artigo e só no momento de colocar a caixa na estante é que o *kanban* é colocado dentro da mesma. O abastecimento ao SAEC é realizado pela parte de trás das estantes para garantir que o FIFO é sempre cumprido (exceto nas duas estantes pequenas que é realizado pela frente, visto que estão encostadas à parede). O fluxo de abastecimento que descreve este processo encontra-se representado de forma simplificada na Figura 24 (o símbolo a laranja representa as “caixas de correio” de onde o operador recolhe os *kanbans*).

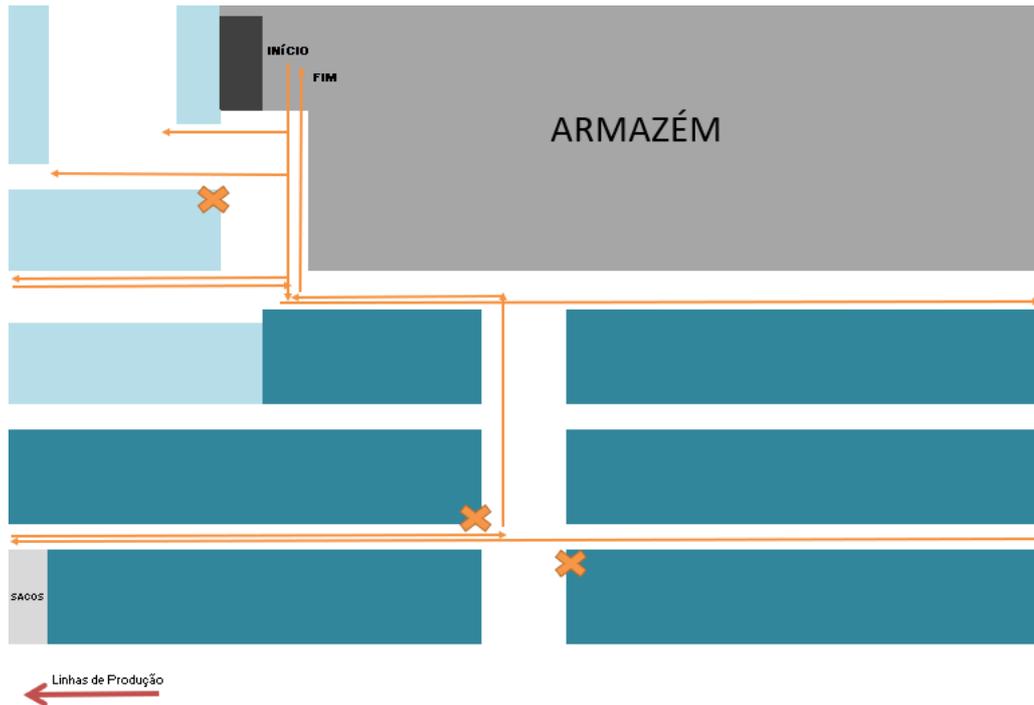


Figura 24 - Fluxo de abastecimento do SAEC

A segunda parte do abastecimento, como já referido anteriormente, é realizado por uma operária do SAEC, ao supermercado presente nas linhas de produção. Ou seja, à medida que os lotes vão sendo feitos, são colocados nas caixas azuis que vão sendo empilhadas. Quando os lotes, de uma dada OP, se encontram todos prontos, uma das operárias verifica se as etiquetas estão todas colocadas no exterior das caixas (Figura 25) e procede-se ao abastecimento da linha referente. A etiqueta, que é colocada no exterior da caixa, pretende apenas evitar que haja trocas nas linhas a serem abastecidas e pretende também, que a abastecedora da linha consiga identificar a ordem de produção com facilidade para proceder à distribuição dos lotes pelos postos de trabalho.



Figura 25 - Exemplo da forma de abastecimento das linhas

Quando chegam à linha, as caixas são deixadas no denominado supermercado da linha, para que mais tarde a abastecedora da linha proceda à separação dos lotes pelos postos de trabalho correspondentes e, assim, se inicie o processo de montagem da cablagem. No caso das ordens de produção correspondentes ao segmento 3, os lotes são colocados numa palete que é posteriormente levada na carrinha de transporte, uma vez que este segmento de montagem se encontra noutra pavilhão.

4.2 Análise crítica e identificação de problemas

Esta secção apresenta uma análise crítica do funcionamento do SAEC e do abastecimento interno, identificando alguns problemas. A análise centra-se no SAEC, sendo também detetados problemas noutras áreas, nomeadamente no armazém e nas linhas de produção. Para esta análise usaram-se ferramentas como a análise ABC, diagrama de esparquete, diagrama de *Ishikawa*, realizando-se, também, estudos de tempos de algumas atividades de forma a identificar os desperdícios.

4.2.1 Localização inadequada dos componentes no SAEC

Como já referido, a função do SAEC é agregar os lotes com os componentes necessários para a montagem das cablagens. Sendo as estantes do SAEC limitadas a 1476 posições, nomeadamente 882 posições para caixas grandes e 594 posições para caixas pequenas, e sendo o número de componentes existente na empresa superior à capacidade do SAEC, alguns dos componentes tem as suas localizações no armazém. Como o SAEC é considerado o armazém avançado de componentes, é de esperar que os componentes de maior consumo se encontrem lá armazenados e, para além disso, que estejam organizados de forma a facilitar todo o processo. Assim, foi necessário analisar se a localização dos componentes era a mais adequada, ou seja, se no SAEC se encontravam aqueles que realmente são de maior consumo e se estavam organizados com auxílio a alguma estratégia.

Para isso, realizou-se uma análise ABC atendendo aos consumos de janeiro a dezembro, do ano de 2018. A análise focou-se em duas partes distintas, a primeira parte foi referente a todos os componentes existentes na empresa, englobando assim o armazém principal e o SAEC, por forma a confirmar que todos os componentes que eram de alto consumo se encontravam no SAEC e, aqueles cujo consumo era reduzido, estavam no armazém.

Na análise ABC realizada, a classe A diz respeito a 80% da quantidade consumida, a classe B está entre 80% - 95% e, por fim, a classe C corresponde a 5% da quantidade consumida. Através da análise foi possível verificar que os componentes que fazem parte da classe A se encontram no SAEC e os

restantes no armazém, como seria suposto. Isto verifica-se, uma vez que, a cada componente, aparece associada uma cor (Figura 26). A cor apenas pretende distinguir se os componentes se encontram em caixa grande ou caixa pequena, sendo que à cor roxa corresponde a caixa grande e à cor azul a caixa pequena.

Artigo	Quantidade Consumida	% Quantidade	% Acumulada Quantidade	% Produtos	% Acumulada produtos	Classe	SAEC
499161900	399782	2,21	19,47	0,02	0,11		114017ZZ CAVITY PLUG WH AWG1216
492218303	295966	1,64	29,36	0,02	0,22		04132042005 CAVITY PLUG RD
498084500	295239	1,63	30,99	0,02	0,24		009635311 CAVITY PLUG WH
498084350	145894	0,81	45,95	0,02	0,54		W2SP012 ANTIBACKOUT GN
492022101	118831	0,66	48,90	0,02	0,63		343450001 CAVITY PLUG NT
418481560	96052	0,53	51,20	0,02	0,72		DT0625CE05 HOUSING_F_S BK 2WAY
498109010	79622	0,44	55,14	0,02	0,89		11104950 CABLE TIE BK 202X4.6X1.2
498108820	75869	0,42	55,99	0,02	0,93		T50RFT8PA66HSBK CABLE TIE+CLIP BK
P00102450	56769	0,31	60,75	0,02	1,21		15342610 CAVITY PLUG GN
492154010	50329	0,28	61,65	0,02	1,28		6110320 CAVITY PLUG BK 16 SIZE
491114200	48221	0,27	62,73	0,02	1,37		71619787 CAVITY PLUG BN
492221320	42157	0,23	63,70	0,02	1,45		15318164 CAVITY PLUG BU
492002123	42013	0,23	63,93	0,02	1,47		643251010 CAVITY PLUG WH 2.50MM
418522900	38818	0,21	64,59	0,02	1,54		VC201XBU1 HOUSING_F_U BK
492000080	43848	0,24	65,45	0,02	1,63		12034413 CAVITY PLUG BK
418481530	36159	0,20	65,65	0,02	1,65		DT0625EP06 HOUSING_F_S BK 2WAY
490000059	33695	0,19	67,17	0,02	1,82		15305170 CAVITY PLUG WH
498084360	33311	0,18	67,36	0,02	1,84		SCHLIESSKEIL W4SP012
492109130	29887	0,17	67,69	0,02	1,89		1928405077 CAVITY PLUG BK
498108720	28614	0,16	68,34	0,02	1,97		11185871 CLIP TIE BK
418469900	28083	0,16	68,65	0,02	2,02		002820871 HOUSING_F_S BK 3WAY
418481900	27817	0,15	68,96	0,02	2,06		002820801 HOUSING_F_S BK 2WAY
492002107	27132	0,15	69,72	0,02	2,17		54200005 CAVITY PLUG GY
418076000	27008	0,15	69,87	0,02	2,19		001547190 HOUSING_F_U BK 1WAY
P00035108	26969	0,15	70,01	0,02	2,21		002821891 HOUSING_F_S BK 2WAY
418481566	26675	0,15	70,31	0,02	2,25		W3SP012 ANTI BACKOUT GN
483402909	24202	0,13	71,71	0,02	2,47		RPPM12/3X65 HEATSHRINK SLEEVE TR
P00102527	24187	0,13	71,85	0,02	2,49		0989076013 HEATSHRINK SLEEVE
491120301	22993	0,13	72,52	0,02	2,60		9805 941 CONDUIT END CAP BK NW7.5
491136430	22795	0,13	72,77	0,02	2,64		5053096054 HEATSHRINK SI FFVF

Figura 26 - Resultados da análise ABC geral

Posto isto, foi realizada uma nova análise ABC, atendendo a consumos médios, do ano de 2018 (janeiro a dezembro), mas desta vez apenas aos componentes pertencentes ao SAEC. Verificou-se que 80% do consumo diz respeito a cerca de 20% dos componentes e que, quase 50% dos componentes pertencem à classe C, estando os resultados obtidos apresentados de forma resumida na Tabela 3. No Apêndice I – Análise ABC SAEC – consumos do ano 2018, é possível encontrar uma parte da análise ABC realizada.

Tabela 3 - Resultados da análise ABC dos artigos do SAEC

Classe	Número de artigos correspondentes	Quantidade máxima consumida em cada classe
A	271	399782
B	434	2942
C	749	876-

De seguida, com o objetivo de perceber se existia qualquer tipo de organização, ou seja, se os componentes que pertenciam à classe A se encontravam em locais estratégicos, foram cruzados os dados obtidos da análise com as localizações dos componentes, concluindo-se que os componentes estavam dispostos nas estantes de forma aleatória. A título de exemplo, a Figura 27 mostra as

localizações aleatórias para alguns dos componentes da classe A. De salientar, mais uma vez, que as cores roxo e azul apenas pretendem distinguir o tamanho da caixa.

Artigo	Descrição	Estante	Coluna	Fila	Quantidade Consumida	Classe
499161900	114017ZZ CAVITY PLUG WH AWG1216	1	62	4	399782	A
492218303	04132042005 CAVITY PLUG RD	5	17	11	295966	
498084500	009635311 CAVITY PLUG WH	5	13	2	295239	
498084350	W2SP012 ANTIBACKOUT GN	1	65	2	145894	
492022101	343450001 CAVITY PLUG NT	1	54	4	118831	
418481560	DT062SCE05 HOUSING_F_S BK 2WAY	1	25	5	96052	
498109010	11104950 CABLE TIE BK 202X4.6X1.2	1	80	2	79622	
498108820	T5ORFT8PA66HSBK CABLE TIE+CLIP BK	1	50	3	75869	
p00102450	15342610 CAVITY PLUG GN	5	13	7	56769	
492154010	6110320 CAVITY PLUG BK 16 SIZE	1	62	6	50329	

Figura 27 - Localização de alguns artigos pertencentes à classe A

Para facilitar a perceção da aleatoriedade das localizações, a Figura 28 apresenta a disposição dos 10 componentes com maior consumo no *layout* do SAEC (representando pelo símbolo vermelho), que permite verificar que os componentes não estão posicionados em locais que facilitem o trabalho, visto que as operárias executam os lotes no centro das estantes.

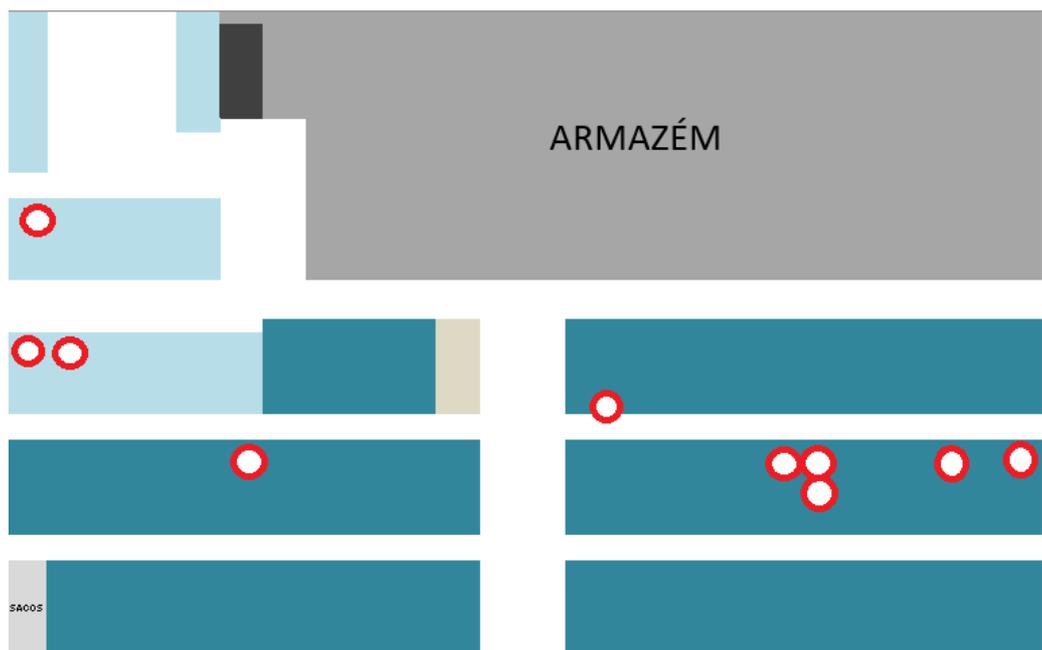


Figura 28 - Localizações dos 10 artigos com maior consumo

4.2.2 Elevadas deslocações no processo de *picking*

Um problema relacionado com o descrito anteriormente são as deslocações realizadas pelas operárias do SAEC. A desorganização dos componentes nas estantes contribui para as deslocações das operárias, no momento do *picking* para a construção dos lotes. Para além disso, a falta de organização do trabalho faz com que as operárias percorram elevadas distâncias. Ou seja, aquando a recolha dos componentes as operárias percorrem várias estantes, de forma aleatória, não estando o método de

trabalho organizado consoante áreas ou estantes. Por exemplo, no processo de *picking* de recolha de apenas 5 caixas, a operária percorre uma distância aproximada de 25 metros, devido às deslocações entre estantes que resultam em tempo sem valor acrescentado. De referir que a quantificação destas deslocações a nível de tempo é realizada nesta seção mais à frente no texto.

Através do diagrama de *spaghetti*, foi possível observar as deslocações realizadas por quatro operárias do SAEC, representadas por cores diferentes, durante 30 minutos de observação. O resultado do diagrama de *spaghetti* pode ser observado na Figura 29. É possível observar várias deslocações dentro do espaço SAEC, mas também deslocações ao armazém para *picking* de componentes que não têm lugar no SAEC.

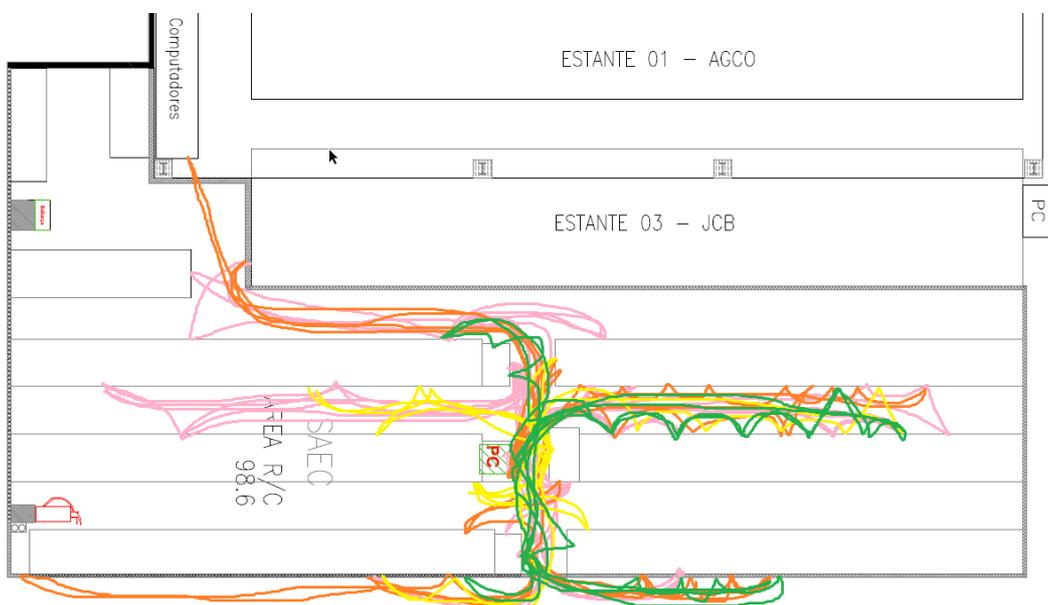


Figura 29 - Diagrama de spaghetti de 4 operadoras do SAEC

Assim, a falta de eficiência na preparação dos lotes no SAEC resulta de:

- Deficiente localização dos produtos pelas estantes;
- Deficiente organização no método de recolha de componentes;
- Falta de espaço do SAEC e necessidade de se deslocarem ao armazém central para pedir os componentes lá alocados no armazém central (código de localização distinguido com célula 99);

Este último ponto resulta em deslocações constantes ao armazém central para levar a etiqueta com a localização 99. O *picking* no armazém é realizado pelos operários do mesmo, sendo que, posteriormente, as operárias do SAEC dirigem-se novamente ao armazém para recolher o lote correspondente.

Foram calculadas as perdas incorridas, nestas deslocações diárias de ida ao armazém, para levar a etiqueta 99 e, em seguida, recolher o lote pronto. Para o estudo em questão, procedeu-se a medições do tempo gasto nessas deslocações. Primeiramente foi realizado o estudo de tempos relativamente à ida ao armazém para levar a etiqueta 99 (Apêndice II – Estudo dos tempos – Levar etiqueta ao armazém). Este estudo teve um total de 64 observações, divididas ao longo de 7 dias, como se pode ver na Tabela 4. De salientar que todas as observações foram realizadas apenas no turno das 8h às 17h.

Tabela 4 - Número de observações realizadas

	Obs./dia	Média obs.
Dia 1	10	9,1
Dia 2	8	
Dia 3	10	
Dia 4	6	
Dia 5	9	
Dia 6	10	
Dia 7	11	
	64	

O tempo médio gasto, por operária, na ida para levar a etiqueta e depois voltar é de cerca de 26,9 segundos e tem uma frequência de ocorrência de cerca de 9 vezes no turno. Esta informação está presente na Tabela 5.

Tabela 5 - Resultado do estudo de tempos

Tempo médio/operária (s)	26,9
Nº vezes/dia	9,1
Distância média (m)	28

Para o cálculo do tempo mensal gasto em deslocações, por operária, aplicou-se a equação 1, que representa a multiplicação dos 22 dias úteis de trabalho, pelo número médio de deslocações e pelo tempo médio perdido nessas deslocações.

$$t = 22 * \text{tempo médio deslocação} * \text{número de deslocações} \quad (1)$$

Desta equação resultou que, cada operária perde cerca de 1 hora e 30 minutos em deslocações ao longo do mês, o que dá uma perda de 11,18 Unidades Monetárias (UM) por operária, uma vez que o custo por hora de um operador é de 7,45UM. Considerando que o SAEC tem oito operárias a perda total mensal é de 89,44UM, isto apenas com a atividade de ir levar a etiqueta 99 ao armazém e voltar.

Como dito anteriormente, após levar a etiqueta com a localização 99 do SAEC ao armazém, é necessário que a operária do SAEC se dirija novamente ao armazém para recolher o lote, o que incorre novamente em tempo gasto em deslocações desnecessárias. Nem sempre as idas para recolher o material coincidem com o tempo e número de vezes das idas para levar a etiqueta 99, visto que algumas das vezes trazem mais que um lote em simultâneo para tentar poupar tempo e, para além disso, muitas das vezes têm de esperar que o lote seja feito pelos operadores do armazém. Posto isto, foi necessário realizar novamente um estudo de tempos para se perceber qual o tempo gasto nesta atividade e que perdas monetárias se verificavam.

Para este estudo de tempos foram realizadas um total de 32 observações (Tabela 6), estando o estudo completo no Apêndice III – Estudo dos tempos – Recolher lote pronto do armazém.

Tabela 6 - Número de observações realizadas

	Obs./dia	Média obs.
Dia 1	9	8,0
Dia 2	11	
Dia 3	7	
Dia 4	5	
	32	

Do estudo de tempos efetuado, obteve-se um tempo médio de 50,4 segundos para cada deslocação de ir ao armazém – pegar no material – voltar, sendo que isto acontece num total de oito vezes. Os resultados obtidos encontram-se na Tabela 7.

Tabela 7 - Resultado do estudo de tempos

Tempo médio/operadora (s)	50,4
Nº vezes/dia	8
Distância média (m)	19,5

Mais uma vez, para o cálculo do tempo mensal gasto na deslocação para recolher o lote recorreu-se à equação 1, o que dá um total de 2 horas e 30 minutos mensais por operária. A nível monetário isto resulta numa perda de 18,63UM por operária e num total de 149,04UM/mês.

Ou seja, no processo de *picking* a perda incorrida total por mês, quando somada a ida ao armazém para levar a etiqueta 99, mais a deslocação para recolher o lote, é de cerca de 4 horas por operária, resultando numa perda monetária total de 238,48UM.

4.2.3 Falta de normalização no processo de abastecimento Armazém – SAEC

Outro problema identificado foi a falha no processo de abastecimento do SAEC. Como já referido na secção 4.1.2, o abastecimento ao SAEC é realizado a partir do armazém e funciona com base num sistema de duas caixas em que, quando a primeira caixa está vazia, o *kanban* é colocado na “caixa de correio” para que o armazém tenha um sinal visual de que é necessário abastecer.

Este processo deveria ser realizado de uma forma contínua para que não existissem roturas dos componentes localizados no SAEC, mas isso não se verifica, uma vez que não existe um ciclo definido de abastecimento. Isto leva a que, terminando a segunda caixa de um dado componente, quando voltam a precisar desse mesmo componente para a execução de um lote, têm de se dirigir ao armazém com o *kanban* e pedir as duas caixas no próprio instante.

Este problema acontece com elevada frequência ao longo dos turnos e, por isso, foi realizado outro estudo de tempos para que fosse possível saber qual a frequência deste acontecimento e, mais que isso, o tempo gasto na deslocação de levar o *kanban* ao armazém.

Para este estudo de tempos (Apêndice IV – Estudo dos tempos – Levar *kanban* ao armazém), foram realizadas um total de 74 observações, ao longo de sete dias (Tabela 8).

Tabela 8 – Número de observações realizadas

	Obs./dia	Média obs.
Dia 1	10	10,6
Dia 2	10	
Dia 3	12	
Dia 4	12	
Dia 5	11	
Dia 6	9	
Dia 7	10	
	74	

Como resultado do estudo de tempos, presente na Tabela 9, foi possível concluir que, o tempo médio gasto por operadora em cada deslocação para levar o *kanban* ao armazém quando este não é abastecido é de 24,2 segundos, acontecendo com uma frequência de, aproximadamente, 11 vezes ao longo do turno.

Tabela 9 - Resultado do estudo de tempos

Tempo médio (s)	24,2
Nº vezes/dia	10,6
Distância média (m)	24,1

Recorrendo novamente à equação 1, a perda total mensal, por operária, é de 1 hora e 36 minutos, o que resulta numa perda monetária de 11,92UM por operária. Quando multiplicado pelo número total de operárias do SAEC, a perda total mensal é de 95,36UM.

Mas o problema não se centra apenas na falta de abastecimento aquando ao processo de construção dos lotes. No seguimento deste problema foi possível perceber que logo no arranque do 1º turno (6h-14h30m) já existem vários *kanbans* por abastecer que ficaram do último turno, que termina às 23 horas e 10 minutos. Ou seja, os *kanbans* deixados pelo último turno que deviam ser abastecidos até ao dia seguinte, não o são, permanecendo na “caixa de correio”, dificultando assim, o início do processo por rotura de material. A Figura 30 pretende mostrar um registo desses *kanbans* que ficam por abastecer.



Figura 30 - Kanbans não abastecidos no início do turno

Como é visível na Figura 30, no início do turno, existem vários componentes por abastecer, uma vez que cada *kanban* é representativo de uma caixa com um determinado componente, o que origina problemas de fluidez do processo quando este deveria começar da melhor forma.

4.2.4 Desequilíbrio entre as quantidades das ordens de produção

O problema do desequilíbrio na quantidade das ordens, encontra-se de certa forma relacionado com o problema anterior, visto que, a execução dos lotes, depende da quantidade de material em cada caixa e, por conseguinte, do abastecimento que tem de ser realizado prontamente. O desequilíbrio entre quantidades nas ordens, diz respeito a ordens de produção cujos lotes têm quantidades elevadas, consomem com frequência, o equivalente às duas caixas de material presentes no SAEC, originando

rotura de material. Por exemplo, uma ordem de produção tem uma quantidade de 400, o que indica que vão ser produzidas 400 cablagens e, para além disso, indica que os lotes que constituem essa ordem de produção serão, por norma, de 400 componentes. Adicionalmente, pode acontecer que um componente se repita devido ao facto de ser necessário em mais que um posto de trabalho ou de o mesmo posto de trabalho necessitar de mais que um componente daquele tipo.

O grande problema, reside no facto de que, por norma, esta linha de produção tem ordens de produção já com quantidades elevadas, sendo que, quando acontece uma repetição de componentes, são atingidas quantidades enormíssimas de componentes em que a capacidade das duas caixas não satisfaz, de todo, as necessidades.

Uma vez que existe a impossibilidade de haver mais que duas caixas por estante, as operárias têm de se dirigir ao armazém e pedir que estes abasteçam, naquele instante, o número de caixas suficientes que permitam satisfazer a quantidade necessária e realizar o lote.

Na maioria das vezes, o pedido é abastecido pelo armazém na caixa original do componente (caixa em cartão), pois, como esta tem a quantidade necessária de componentes elimina-se assim a necessidade de levarem várias caixas azuis (*standard* Leoni) com o mesmo componente. Todo este processo dificulta o trabalho das operárias, devido à desorganização gerada pela falta de espaço e pelo número de caixas que são abastecidas pelo armazém naquele instante (Figura 31).



Figura 31 - Abastecimento em caixas originais devido à elevada quantidade pedida

Foram então analisados alguns exemplos de ordens de produção com quantidades elevadas (superiores à média de 176), para entender que impactos estas têm na execução do lote. Assim, de todas as ordens de produção com as quantidades superiores à média realizadas na linha 2780, visto

ser a única linha onde estas quantidades têm valores bastante superiores à média. Esta análise foi realizada período de janeiro a março de 2019, (Apêndice V – Ordens de produção com quantidades superiores à média) foram escolhidas para serem analisadas, apenas aquelas cuja quantidade da ordem de produção diferia dentro da mesma referência, ficando resumidas a quatro referências num total de 13 ordens de produção (Tabela 10).

Tabela 10 - Ordens com quantidades superiores à média

Referência	Ordem	Quantidade Ordem
320/09890	179741	400
	180995	300
320/09953	179287	500
	178333	600
	180627	400
	182259	900
	182659	1000
388-4017	179205	402
	180580	500
	181356	498
455-6840	179215	400
	181360	356
	182502	300

Identificadas as ordens de produção que geravam este problema, procedeu-se à observação da construção dos lotes das respetivas ordens de produção. Por observação verificou-se que o tempo de execução varia de 45 minutos a 1 hora e 30 minutos, sendo uma percentagem deste tempo relativa a tempo improdutivo. O tempo improdutivo na construção dos lotes varia consoante as referências, uma vez que, os componentes necessários também variam. Este tempo improdutivo diz respeito ao tempo gasto em deslocações ou a organizar as caixas que provem do armazém com os componentes pedidos.

Com base nestas observações, estima-se um total de tempo improdutivo em deslocações (janeiro a março de 2019) de aproximadamente 270 minutos, ou seja, cerca de 4 horas 30 minutos. Na Tabela 11 estão discriminados os tempos improdutivos por ordem de produção, bem como a frequência de ocorrência.

Tabela 11 - Custos incorridos na produção dos lotes com ordens elevadas

Referência	Ordem	Quantidade Ordem	Tempo improdutivo (min)	Perda Ordem (UM)	Frequência quantidade	Perda total (UM)
320/09890	179741	400	12	1,49	5	7,45
	180995	300	12	1,49	1	1,49
320/09953	179287	500	24	2,98	2	5,96
	178333	600	24	2,98	2	5,96
	180627	400	24	2,98	2	5,96
	182259	900	24	2,98	3	8,94
	182659	1000	24	2,98	2	5,96
388-4017	179205	402	24	2,98	6	17,88
	180580	500	24	2,98	1	2,98
	181356	498	24	2,98	1	2,98
455-6840	179215	400	18	2,24	6	13,44
	181360	356	18	2,24	1	2,24
	182502	300	18	2,24	1	2,24
			270	33,54		83,48

Por observação da Tabela 11 percebe-se que na mesma referência, o tempo improdutivo das respetivas OP é o mesmo. Isto acontece devido ao facto de os componentes requeridos serem exatamente os mesmos variando apenas a quantidade. Com a execução das ordens de produção apresentadas, a perda total foi de 83,48UM.

4.2.5 *Layout* inadequado do SAEC e falta de definição de tarefas

Esta secção descreve alguns desperdícios resultantes do *layout* inadequado e da falta de definição de tarefas.

4.2.5.1 *Layout* inadequado

Como referido na seção 2.5 o *layout* tem grande impacto numa unidade produtiva, como tal, a Leoni não é exceção. Aquando das várias observações realizadas, para os problemas anteriormente identificados, foi perceptível que o *layout* utilizado no SAEC (Figura 32) não era o mais adequado nem o mais vantajoso, obrigando as operárias a fazer deslocações desnecessárias e dificultando a organização do trabalho.

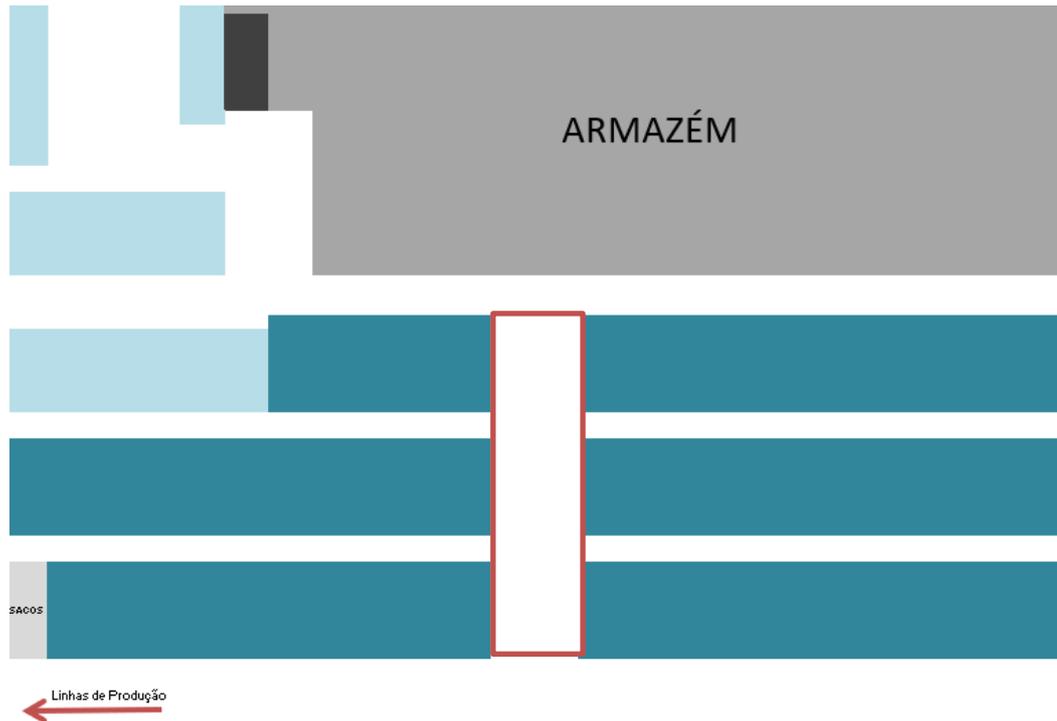


Figura 32 - Layout SAEC

Como é possível observar pela Figura 32, o espaço principal de trabalho das operárias do SAEC é o que se encontra limitado pelas linhas vermelhas, local onde se encontram as balanças e o computador. Neste espaço, é realizada a contagem dos componentes e a execução dos lotes, sendo também, o local ocupado pelos lotes concluídos e por caixas de componentes a serem utilizadas no momento. Possui uma área de 6,72m² (largura de aproximadamente 1,6m), o que o limita bastante quando todas as operárias se encontram nas balanças ou até mesmo a percorrer as estantes. A Figura 33 ilustra esse espaço (sem qualquer operária).



Figura 33 - Espaço de trabalho do SAEC

Neste *layout*, não existe também local para a colocação de produto acabado. Isto leva a que os lotes tenham de ser colocados nos corredores de passagem destinados ao abastecimento das células (Figura 34), o que resulta em constrangimentos quando os operadores do armazém abastecem o SAEC.



Figura 34 - Ausência de locais para produto acabado no layout

Outro problema identificado no *layout* eram os pontos de passagem das operárias, quer para irem ao armazém, quer para fazerem o abastecimento às linhas de produção. Relacionado com este problema está também as distâncias percorridas nestas mesmas deslocações. Por exemplo, numa deslocação ao armazém, a operária passava pelo centro das estantes dedicado à execução dos lotes, que, dado a sua largura, provoca congestionamento quando as outras operárias se encontravam a trabalhar. A distância percorrida perfaz um total de 28 metros e os deslocamentos podem ocorrer mais de 20 vezes por dia.

No que concerne às deslocações às linhas para fazer os seus abastecimentos, por vezes, criava-se um constrangimento na passagem, pois enquanto uma das operárias realizava o seu trabalho de abastecimento de linhas (seta vermelha - Figura 35) encontrava, como obstáculo, uma outra operária a fazer o *picking* dos componentes (seta verde - Figura 35).



Figura 35 - Congestionamento no abastecimento

Para além disso, no abastecimento às linhas de produção, a operária percorre uma distância de, no mínimo 24 metros, uma vez que o SAEC dista 12 metros da linha de produção mais próxima. As deslocações para abastecimentos de linha ocorrem com uma frequência superior a 10 vezes ao longo do turno, inclusive, há dias em que as operárias se deslocam 20 vezes para realizar o abastecimento, de modo a satisfazer as necessidades de todas as linhas. Estas distâncias encontram-se apresentadas na Tabela 12. De salientar, que as distâncias presentes na tabela foram medidas no chão de fábrica sendo por isso valores aproximados.

Tabela 12 - Distâncias percorridas

Distância percorrida SAEC - Armazém	≈14 metros
Distância percorrida SAEC - Linhas de produção	≈12 metros (até à linha mais próxima)

Uma outra limitação do *layout*, é quando o operador do armazém se encontrava a abastecer as células vazias do SAEC. O operador era obrigado a passar pelo local de execução dos lotes (representado pelo retângulo vermelho) para percorrer toda a estante, o que gerava uma maior confusão. A Figura 36 pretende ilustrar o cruzamento que surge quando o operador do armazém utiliza aquele corredor para abastecer o SAEC (representado pela seta laranja).

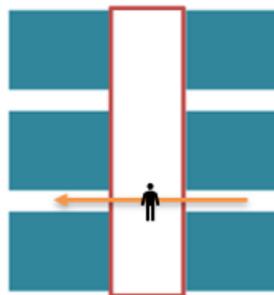


Figura 36 - Constrangimento no abastecimento das células

4.2.5.2 Falta de organização e definição de tarefas

Acrescido aos problemas identificados anteriormente, ainda é possível identificar a falta de organização das operárias na execução das suas tarefas. Além do espaço ser bastante limitado, a forma como as operárias do SAEC trabalham não é a mais indicada para o tipo de *layout*, pois não existem tarefas bem estruturadas, não existem balanças atribuídas a cada operária (não existe um posto de trabalho fixo) e, além disso, o *picking* é feito de forma aleatória. Ou seja, cada operária faz os lotes da sua ordem de produção o que por vezes coincide que duas operárias precisem da mesma caixa de componentes para o fazer o seu lote. Através dos diagramas de *spaghetti* apresentados na Figura 37 e por observação direta de quatro operárias, é possível entender toda a desorganização supracitada.

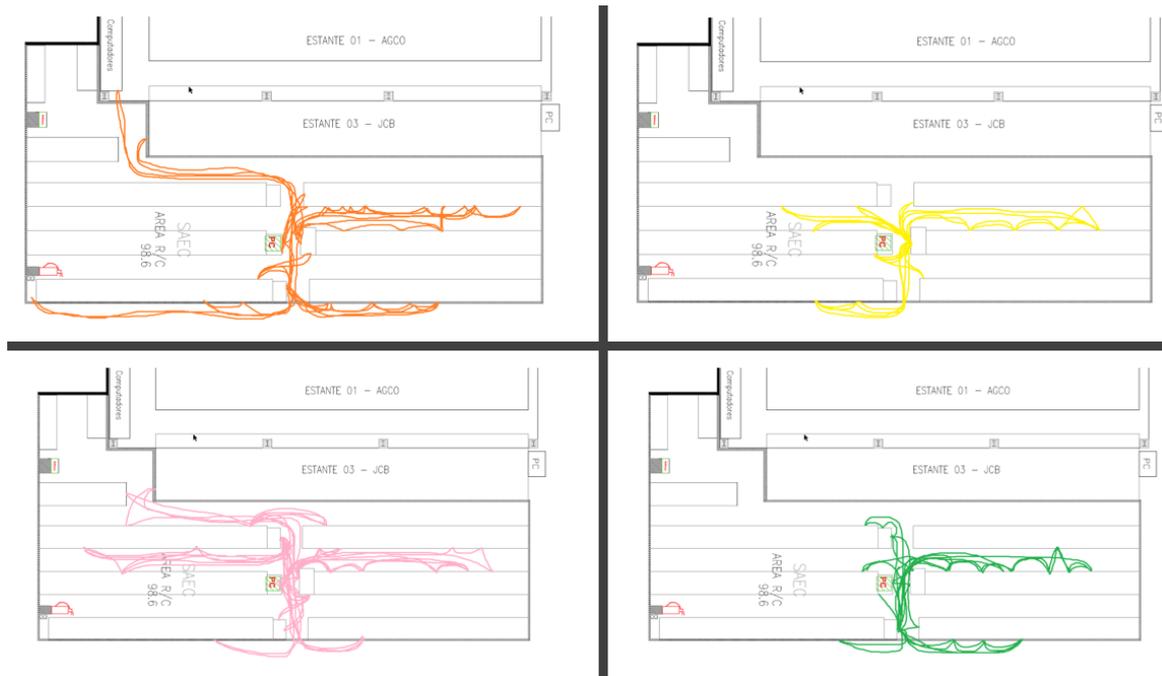


Figura 37 - Diagramas de spaghetti de quatro operárias do SAEC

Dada a falta de padronização do trabalho, houve a necessidade de entender quantas caixas eram recolhidas pelas operárias, uma vez que não existe qualquer tipo de registo ou número mínimo de caixas a ser recolhido. O facto de não existir qualquer registo acarreta problemas de falta de controlo, não sendo possível entender as oscilações na produção diária, nem comparar resultados. Para além disso, a inexistência de registos não permite que haja indicadores de desempenho no SAEC, tal como há em todas as outras áreas de produção da empresa.

Posto isto, foram feitas observações e estimou-se um número médio de caixas recolhidas em 30 minutos de trabalho. Nestes 30 minutos apenas foi considerado o *picking* das caixas e as deslocações realizadas, tanto para recolher como para arrumar, não estando, portanto, incluído o tempo de contagem e o tempo de ensacar pois estes não eram necessários para o estudo pretendido. Os resultados encontram-se apresentados na Tabela 13.

Tabela 13 - Número de caixas recolhidas

Nº médio de caixas recolhidas (30 minutos)	67 caixas
Tempo médio de recolha da caixa + deslocação	44 segundos

Ainda relacionado com este problema da desorganização do trabalho percebeu-se que o tempo gasto em deslocação é bastante elevado, pois nos 30 minutos de observação, 30% do tempo é gasto em deslocações entre as estantes (e as operárias traziam sempre, em média duas ou três caixas por deslocação), o que resulta em distâncias percorridas de cerca de 25 metros, sendo estas distâncias

variáveis, dependendo das localizações dos componentes. Em termos de custos, isto resulta em perdas mensais de 393,36UM.

4.2.6 Erros no processo de abastecimento

No abastecimento do SAEC às linhas de produção, é frequente, a ocorrência de erros que normalmente são por falta de componentes no lote, troca de componentes, componentes a mais e também a falta do lote. A troca de componentes e a falta do lote são os erros cujo impacto é maior na empresa e na produção da cablagem. O diagrama de *Ishikawa* (Figura 38), representa os vários problemas que podem levar à ocorrência destes erros:

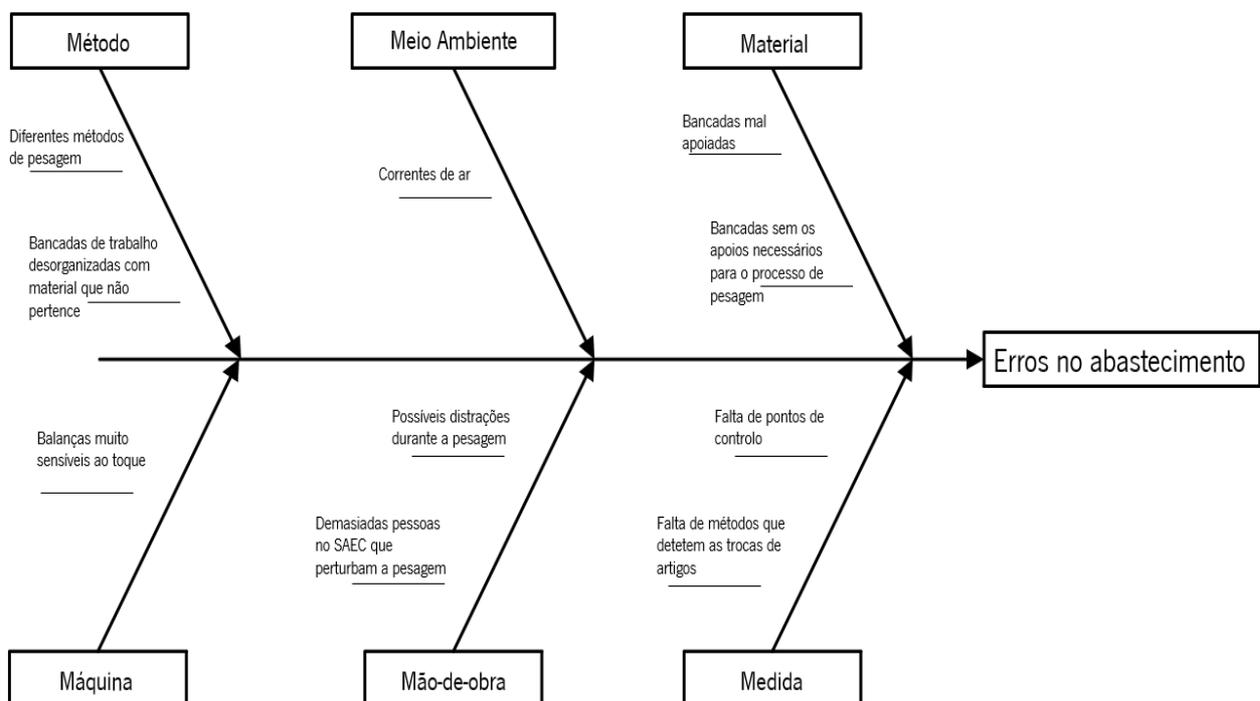


Figura 38 - Diagrama de Ishikawa com as principais causas que levam aos erros no abastecimento

O grande problema destes erros, é que apenas são detetados após a sua chegada às linhas de produção, o que, por vezes, dificulta o seu normal funcionamento. Ao longo de uma semana foram realizados os registos diários da ocorrência de erros, sendo obtido o gráfico representado na Figura 39.



Figura 39 - Frequência dos erros de abastecimento

Por observação do gráfico, percebe-se que o erro “Componentes a menos” apresentam a maior percentagem de ocorrências, sendo registados maioritariamente em componentes de tamanho reduzido, sendo que este erro acontece diariamente. Após observação, percebeu-se que não existem regras na contagem dos componentes. O modo como são contados os componentes varia de operária para operária, dificultando assim a descoberta da origem do erro.

O erro cujas consequências são mais danosas é a troca de componentes, que apenas é detetado no momento de montagem da cablagem. Devido ao facto da grande similaridade de alguns componentes, por vezes, estas trocas, são apenas detetadas aquando o teste elétrico (funcionando como o ponto de controlo da qualidade). Pode acontecer que, nem este ponto de controlo detete este erro e a encomenda prossiga para o cliente com defeito.

Por vezes, quando ocorrem estes erros, são mesmo as operárias das linhas que se dirigem ao SAEC e tentam colmatar a falta dos componentes, o que resulta numa falta de controlo no SAEC. Esta falta de controlo traz consequências negativas, uma vez que, para além de ocuparem o limitado espaço de trabalho das operárias do SAEC, muitas vezes colocam erradamente os componentes nas células.

4.2.7 Bancada de trabalho e carrinho de abastecimento desadequados

A bancada de trabalho e o carrinho de abastecimento caracterizam-se por diversos problemas que se traduzem em desperdícios. Começando pela bancada de trabalho (Figura 40), esta é constituída pela balança responsável pela contagem dos componentes, tendo na sua lateral uma lona com sacos para a construção dos lotes.



Figura 40 - Bancada de trabalho

A lona utilizada, não é a mais adequada, uma vez que, não possui divisórias para os diferentes tamanhos dos sacos, o que faz com que, muitas vezes, as operárias sejam obrigadas a deslocarem-se para adquirirem sacos dos restantes tamanhos.

Outro problema identificado na bancada de trabalho, é o facto de esta não ter um apoio para as caixas com os componentes oriundos do *picking* que vão ser contados e, como tal, são colocados apoios improvisados como caixotes do lixo (Figura 41).



Figura 41 - Falta de apoios na bancada

Além disto, o facto deste apoio improvisado ser colocado à frente da operária, faz com que esta se curve ligeiramente, uma vez que se encontra afastada da bancada de trabalho. Posto isto, para uma melhor análise deste problema, foi realizado um estudo ergonómico recorrendo ao método Rapid Upper Limb Assessment (RULA). Este método permite estudar a exposição dos trabalhadores a riscos

Melhoria do processo de abastecimento interno usando princípios *Lean Thinking* numa empresa de produção de cablagens

relacionados com os distúrbios dos membros superiores relacionados com o trabalho que executam (McAtamney & Corlett, 1993).

Como resultado deste estudo (completo no Apêndice VI – Aplicação do método RULA) foi obtida uma pontuação final de 5. Esta pontuação tem um nível de ação correspondente, sendo neste caso de C, o que implica que sejam tomadas medidas em breve (Figura 42).

Nível de Ação	Ação
A	Pontuação de 1 ou 2 indica que aquela postura é aceitável se não for mantida ou repetida durante períodos longos.
B	Pontuação de 3 ou 4 indica que é necessário mais observação e poderá ser necessário introduzir alterações .
C	Uma pontuação de 5 ou 6 indica que é necessário uma investigação cuidada e que devem ser introduzidas modificações em breve .
D	Uma pontuação de 7 indica que é necessário investigação e que devem ser introduzidas modificações imediatas .

Figura 42 - Tabela corresponde aos níveis de ação

Quanto ao carrinho de abastecimento, este também requer intervenções a nível ergonómico, visto que, não apresenta quaisquer apoios para a operadora que executa o abastecimento às linhas de produção, tal como se vê na Figura 43.



Figura 43 - Carrinho de abastecimento

O carrinho acima ilustrado deveria apenas levar um máximo de 6 caixas para não ultrapassar o limite visual das operárias. Com frequência, e de modo a rentabilizarem as viagens, observam-se carrinhos

com nove caixas, o que representa perigo não só para a operária que faz o abastecimento, mas também para os operadores da área circundante.

4.2.8 Problemas de organização e limpeza dos postos de trabalho

Outro dos problemas identificados foi a falta de cuidado com a limpeza, nomeadamente a falta de aplicação dos 5S, apesar de ser uma prática adotada pela empresa. Os postos de trabalho das operárias encontram-se bastante desorganizados (Figura 44), tendo, por vezes, nas suas mesas de trabalho, as garrafas de água e outros objetos que deviam estar em local adequado.



Figura 44 - Falta de limpeza e organização

A falta de gestão visual torna as tarefas bastantes simples em tarefas demoradas. Por exemplo, as abastecedoras das linhas ou as funcionárias da limpeza, quando colocam os sacos a serem reutilizados nas lonas, para o efeito, presentes no SAEC, colocam os sacos todos misturados o que dificulta a tarefa às operárias do SAEC na sua separação, incorrendo em perdas de tempo desnecessárias. As estantes também não apresentam qualquer identificação visual o que, para quem não conhece, dificulta bastante a sua localização dada a quantidade de estantes.

4.3 Resumo dos problemas identificados

Nesta seção, é realizada uma síntese de todos os problemas identificados recorrendo a uma tabela (Tabela 14) onde é apresentado o problema, seguido dos tipos de desperdícios associados e, por fim, as consequências.

Tabela 14 - Síntese dos problemas identificados

Problema	Desperdícios associados	Consequências
Localização inadequado dos componentes no SAEC	<ul style="list-style-type: none"> Movimentações; 	<ul style="list-style-type: none"> Várias deslocações realizadas que poderiam ser evitadas; Componentes com pouco ou nenhum consumo ocupam células; A desorganização dos artigos dificulta o fluxo de trabalho;
Elevadas deslocações no processo de <i>picking</i>	<ul style="list-style-type: none"> Movimentações; Transporte; 	<ul style="list-style-type: none"> Demasiado tempo gasto em deslocações desnecessárias;
Falta de normalização no processo de abastecimento Armazém-SAEC	<ul style="list-style-type: none"> Movimentações; Transporte; Esperas; 	<ul style="list-style-type: none"> Várias deslocações desnecessárias; Rotura de <i>stock</i> com frequência; Tempo perdido à espera dos componentes;
Desequilíbrio entre as quantidades das ordens de produção	<ul style="list-style-type: none"> Movimentações; Transporte; Esperas; 	<ul style="list-style-type: none"> Aumento da desorganização no SAEC; Falta de fluidez no processo de construção dos lotes devido à falta de componentes;
<i>Layout</i> do SAEC inadequado e falta de definição de tarefas	<ul style="list-style-type: none"> Movimentações; Transporte; Esperas; 	<ul style="list-style-type: none"> Deslocações desnecessárias; Falta de locais definidos para os componentes; Espaço de trabalho limitado; Desorganização do trabalho;
Erros no processo de abastecimento	<ul style="list-style-type: none"> Sobreprodução; Defeitos; Processamento incorreto; <i>Stock</i>; 	<ul style="list-style-type: none"> Lotes incompletos no processo de montagem causando atrasos; SAEC interrompido com frequência pelas operadoras das linhas;
Bancada de trabalho e carrinho de abastecimento desadequados	<ul style="list-style-type: none"> Movimentações; Transporte; 	<ul style="list-style-type: none"> Problemas a nível ergonómico para as operadoras; Várias deslocações no processo de abastecimento das linhas;
Problemas de organização e limpeza	<ul style="list-style-type: none"> Esperas; 	<ul style="list-style-type: none"> Tempo despendido em tarefas básicas; Dificuldade em localizar as estantes; Espaço de trabalho confuso;

5. APRESENTAÇÃO DE PROPOSTAS DE MELHORIA

No presente capítulo são apresentadas todas as sugestões de melhoria para os problemas identificados anteriormente. A Tabela 15, apresenta um plano de propostas de melhorias para os problemas identificados, aplicando a ferramenta 5W2H.

Tabela 15 - Propostas de melhoria usando a técnica 5W2H

What?	Why?	How?	Who?	Where?	When?	How much?
Reestruturação do SAEC	Localização inadequada dos componentes	Reorganização dos artigos com base no seu consumo	Diana Santos e armazém	SAEC e armazém	Maio de 2019	447UM
	<i>Layout</i> inadequado	Alteração do <i>layout</i> do SAEC	Diana Santos, armazém, SAEC, manutenção e corte	SAEC	Maio de 2019	
	Tarefas mal distribuídas	Atribuição de responsabilidades e tarefas	Diana Santos	SAEC	Maio de 2019	
	Elevadas deslocações no processo de <i>picking</i>	Uniformização do processo de <i>picking</i> e melhores condições de realização	Diana Santos	SAEC	Maio de 2019	700UM
Normalização do abastecimento Armazém-SAEC	Falta de normalização no processo de abastecimento	Abastecimento mais frequente de modo a evitar roturas	Diana Santos	SAEC e armazém	A definir	-
Criação de um supermercado na linha 2780	OP com quantidades elevadas	Supermercado junto à linha com os componentes de maior consumo	Diana Santos e D&I	Linha 2780	A definir	-
Introdução de estratégias para a diminuição de erros	Erros no processo de abastecimento	<i>Segundo picking</i>	Diana Santos e D&I	SAEC e Linhas de produção	Março de 2019	-
		Caixa dos pedidos	Diana Santos e <i>Segment Leader</i>	SAEC	Abril de 2019	-
		<i>Standard work</i>	Diana Santos	SAEC	Abril de 2019	-
		Projeto piloto – sistema <i>pick to light</i>	Diana Santos e D&I	SAEC	Início a Junho de 2019	1750UM
Desenvolvimento de uma nova bancada e carrinho de abastecimento	Bancada de trabalho e carrinho de abastecimento desadequados	Projeto de uma nova bancada de trabalho e de um novo carrinho de abastecimento	Diana Santos	SAEC	Agosto de 2019	905UM
Aplicação de gestão visual	Problemas de organização e limpeza	Colocação de elementos visuais que auxiliem na organização	Diana Santos	SAEC e linhas de produção	Março/ Maio de 2019	-

Estas propostas encontram-se discutidas, de forma detalhada, nas seções seguintes.

5.1 Reestruturação do SAEC

A reestruturação do SAEC diz respeito, não só a uma reestruturação física, mas também ao processo de trabalho, tendo como foco uma maior organização e melhores condições de trabalho. Portanto, os pontos seguintes, apresentam tanto a proposta de um novo *layout*, como a proposta de um novo método de trabalho.

5.1.1 Reorganização dos componentes com base no seu consumo

Com o objetivo de facilitar o processo de *picking*, foi realizada uma reestruturação da disposição dos componentes nas estantes do SAEC: componentes da classe A, localizados nas extremidades das estantes, seguidos dos componentes de classe B e, por fim, dos componentes pertencentes à classe C.

Para tal, foi realizada uma análise ABC atendendo aos consumos de 2019 (janeiro a agosto) (Apêndice VII – Análise ABC SAEC – consumos do ano 2019), para que, quando se procedesse à organização, esta fosse consoante os consumos presentes e futuros.

Após a realização desta análise concluiu-se que continuavam a existir componentes com consumos bastantes baixos que estavam a ocupar células indevidamente. Foi então proposto que para além de uma nova organização, fossem retirados esses componentes para o armazém de modo maximizar o espaço no SAEC.

A Tabela 16 pretende ilustrar a diferença entre consumos médios mensais dos componentes, de classe A e os retirados da classe C, para que se entenda a grande discrepância e o porquê de estes terem sido retirados.

Tabela 16 - Diferenças nas quantidades - análise ABC

Artigo	Quantidade mensal consumida	Classe
499161900	405836	A
498084500	273461	A
498084350	156043	A
P00112780	1	C
P00024074	1	C
P00112185	1	C

Foram então retirados um total de 89 componentes, cujos consumos, no máximo, eram de até 55 unidades por mês, sendo que 37 componentes estavam em caixas grandes e 52 em caixas pequenas. A retirada destes componentes, em abril de 2019, tornou possível libertar uma estante completa. Posteriormente, esta estante foi retirada do SAEC, o que permitiu um ganho a nível de espaço com um

comprimento correspondente a 2 metros. Este espaço possibilitou a criação de uma área de aproximadamente 0,8m² para colocação dos lotes prontos a serem abastecidos à produção. Como resultado, as condições de trabalho e o fluxo de abastecimento do SAEC ficam bastante melhorados.

Após realizada a análise, e tendo então os consumos e as classes dos respetivos componentes, a alocação dos mesmos foi minuciosa. Todos os componentes foram alocados um a um, para que, aqueles de maior consumo fossem colocados em locais de fácil acesso (nos níveis centrais das estantes). Além disso, a distribuição pormenorizada dos componentes, garantiu que estes fossem distribuídos de forma equilibrada pelas estantes 1, 2 e 3 evitando assim, uma eventual sobrecarga nas estantes. A organização total dos componentes conforme a estratégia foi implementada em maio de 2019. De salientar que foi também proposto, ao departamento de logística, que mantivesse a análise ABC atualizada para que este processo seja cíclico de forma a garantir uma melhoria contínua.

5.1.2 Proposta de um novo *layout*

A proposta de um novo *layout* era, sem dúvida, um dos pontos chave deste projeto. O *layout* utilizado não se adequava à área limitada de execução dos lotes que era de, aproximadamente, 6,72m².

Conseguido mais espaço através da remoção da estante, foi desenhado um *layout* que permitisse às operárias do SAEC terem o seu espaço de trabalho, sem existir constrangimentos quer no processo de trabalho do SAEC, quer no abastecimento por parte dos operadores do armazém.

Devido ao facto de a área total do SAEC ter de se manter, o *layout* não poderia “fugir” muito daquele que era utilizado. O principal objetivo era que, o novo *layout*, possibilitasse uma maior organização, tivesse áreas definidas e que minimizasse as distâncias percorridas, tanto para o armazém, como para as linhas de produção e maioritariamente durante o processo de *picking*.

Analisando todos estes aspetos, foi proposto um novo *layout*, apresentado na Figura 45, implementado em maio de 2019. É importante referir que a mudança de *layout* funcionou em paralelo com a reorganização dos componentes referida na seção 5.1.1, de modo a facilitar o processo de reestruturação.

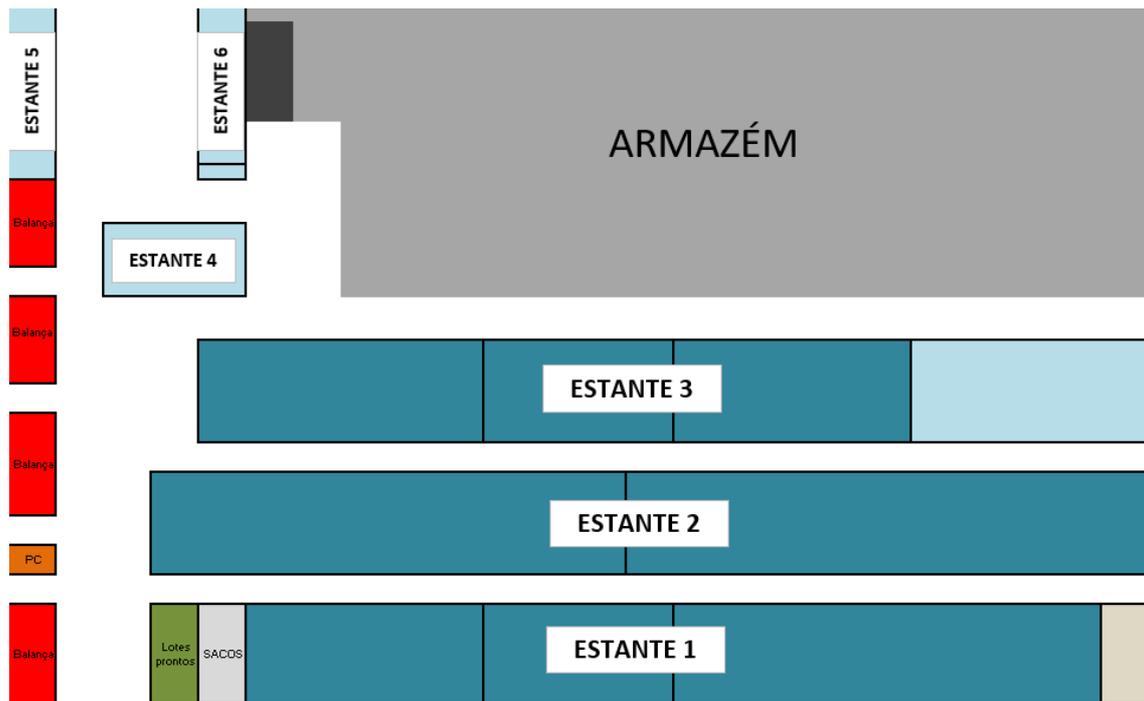


Figura 45 - Novo layout do SAEC

Neste novo *layout*, considerou-se importante alterar a zona de execução dos lotes do centro para a extremidade por três razões:

- 1) obter um espaço que apenas fosse ocupado pelas operárias do SAEC não sofrendo qualquer intromissão por parte dos operadores do armazém aquando o abastecimento;
- 2) manter as balanças em locais mais seguros e isolados, para evitar interferências na contagem;
- 3) minimizar as distâncias, tanto nas deslocações ao armazém, como no abastecimento às linhas de produção. A distância ao armazém passa, com este *layout*, para, aproximadamente, 9 metros, sendo que a linha de produção mais próxima se situa a uma distância de cerca de 4 metros.

Cada estante tem uma balança correspondente, criando-se, desse modo, locais de trabalho fixos. Além disso, o facto de juntar as estantes, criando apenas uma única estante, permite que o *picking* seja executado de forma contínua.

Outro dos grandes objetivos deste novo *layout* era aumentar a organização do espaço de trabalho, através da criação de uma área definida para a colocação dos lotes concluídos (zona a verde na Figura 46).

Como resultado, o novo *layout* possibilitou um aumento na área de execução dos lotes, sendo esta atualmente de 11,6m². A Figura 46 pretende demonstrar as diferenças existentes entre o *layout* antigo

e o *layout* atual, nomeadamente o aumento da área destinada à execução dos lotes (limitadas a vermelho).



Figura 46 - Comparação do layout (antes e depois)

Como se verifica através da Figura 46 é perceptível a diferença a nível de espaço na área de execução dos lotes. Para uma melhor perceção da área atualmente existente, esta encontra-se ilustrada na Figura 47, em contexto real.



Figura 47 – Área de execução dos lotes no novo layout

5.1.3 Definição de uma nova estratégia de trabalho

Foi também proposta uma nova estratégia de trabalho com o objetivo de obter uma maior organização das tarefas, uniformizando processos de trabalho, eliminando algumas das deslocações (por exemplo, deslocações ao armazém para levar a etiqueta 99 e para recolha de lotes), e eliminando também constrangimentos no fluxo de pessoas e materiais.

5.1.3.1 Definição de tarefas

A primeira fase desta nova estratégia foi definir tarefas com o objetivo de melhorar a organização do trabalho. O facto de não existir uma coordenação do trabalho, implicava que, por vezes, este se tornasse desorganizado. Assim, com o auxílio de uma matriz de competências, foi destacada uma operária para coordenar o SAEC. A matriz de competências realizada encontra-se apresentada na Figura 48, sendo que a escala varia de 0 - 5 em que 0 significa “sem conhecimento” e 5 um “total conhecimento”.

Através da matriz representada, é possível verificar que uma das operárias se destaca em todas as funções, tendo grande experiência e total conhecimento para coordenar o SAEC. Esta operária opera no turno das 8h às 17h, mas está encarregue de deixar tudo organizado para os restantes dois turnos.

LEONI		Matriz de Competências					
Funcionário	Funções						
	Consultar e interpretar planeamento	Organização do trabalho	Comunicação	Consultar o LPWIP e imprimir as etiquetas	Resolução de problemas	Experiência na linha de montagem	Total
A	4	4	4	5	4	0	21
B	5	5	5	5	5	5	30
C	4	5	4	5	4	0	22
D	3	4	3	5	3	0	18
E	3	3	3	5	3	0	17
F	3	3	3	5	3	0	17
G	3	3	3	5	3	5	22
H	3	4	5	5	4	5	26

Figura 48 - Matriz de competências para as tarefas realizadas no SAEC

Com a função de coordenar/organizar o trabalho no SAEC, esta operária é a única responsável por consultar os planeamentos, imprimir as ordens de produção a serem realizadas, distribuir o trabalho a ser realizado pelas restantes operárias, e, ainda, abastecer os lotes às linhas de produção. É também responsável por resolver problemas como trocas de componentes, falta de componentes nos lotes, entre outros. Apesar desta nova função, esta operária não deixou de executar o *picking* e a construção dos lotes, contudo, esta tarefa passou a ser secundária, dando prioridade a todas as tarefas de coordenação do SAEC. Isto permitiu melhorar bastante a fluidez do trabalho no SAEC, pois cada operária sabe sempre quais as ordens de produção a serem feitas, sem terem de estar todas a recorrer ao planeamento e ao computador. O facto de ser a única responsável pelo abastecimento às

linhas, permite que, caso surja algum problema no abastecimento, as abastecedoras de linha saibam a que operária recorrer.

5.1.3.2 Uniformização do processo de trabalho

Com o novo *layout*, era muito importante uniformizar o processo de trabalho pois, como mencionado anteriormente, o processo de *picking* incorria em várias deslocamentos que não acrescentavam qualquer valor.

A primeira etapa desta mudança incidiu no problema das etiquetas 99 saírem no SAEC, o que levava a que as operárias tivessem de se deslocar, com frequência, ao armazém para efetuar o pedido e depois, para ir recolher os lotes correspondentes. Foi proposta a colocação de uma impressora no armazém, sendo que todas as etiquetas com a célula 99 passam a ser impressas lá. Com o novo *layout* adotado, o armazém e o SAEC estão mais próximos. Os lotes correspondentes à célula 99, quando acabados, são colocados num local específico (representado pelo símbolo laranja na Figura 49) pelos operadores do armazém, de modo a facilitar a recolha dos mesmos por parte das operárias do SAEC. Com a implementação desta proposta, foram eliminadas todas as deslocamentos relacionadas com a etiqueta 99. O tempo de recolha do lote ao armazém passou a ser em média de 20 segundos por deslocamento, devido à redução da distância entre os dois locais.

A segunda etapa, por sua vez, diz respeito à uniformização do método de trabalho, por parte das operárias, ou seja, cada uma tem a sua balança, e a sua estante, passando a fazer-se o *picking* por estante. Agora, a OP é distribuída pela coordenadora nas respetivas estantes, ou seja, como as etiquetas saem ordenadas por célula é fácil identificar a estante a que pertencem os componentes e assim fazer a distribuição.

Deste modo, todas as operárias executam o *picking* dos componentes diferentes relativos à mesma ordem de produção, mas cada uma na sua estante, evitando, deste modo, possíveis estrangimentos no fluxo de pessoas e materiais. Aquando a proposta do *picking* por estante, foi também proposta a rotatividade mensal das operárias pelas estantes, para que o trabalho não se torne monótono.

O diagrama de *spaghetti* representado na Figura 49, apresenta as movimentações executadas pelas operárias no novo *layout* (sendo que cada cor é representativa de uma operária).

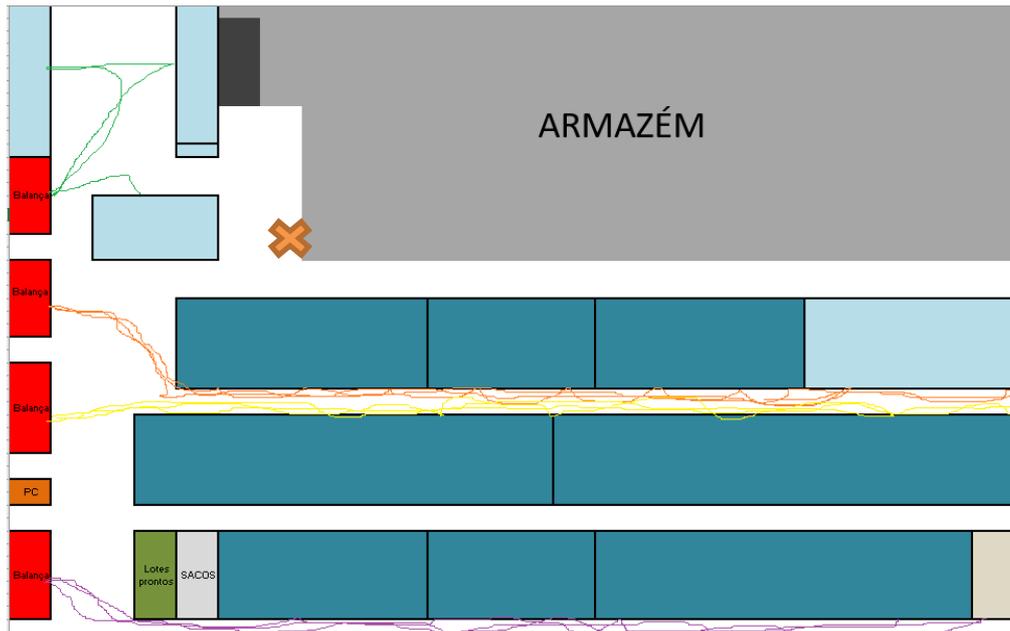


Figura 49 – Colocação dos lotes e diagrama de spaghetti representando as deslocações no novo layout

Como é possível observar, o fluxo de trabalho é bastante mais organizado e coerente. Cada operária tem a sua estante, sendo que existe um corredor de *picking* comum a duas operárias. Com este novo método, não são realizadas movimentações desnecessárias, apenas cada uma se desloca à sua estante para fazer o *picking* dos componentes necessários, ou seja, com este novo método de trabalho as operadoras apenas percorrem o comprimento máximo de aproximadamente 15,5m no processo de *picking*, na maior das estantes.

5.1.3.3 *Picking com o auxílio de carrinhos*

Na execução do *picking* também foi implementada uma nova forma de recolha, com uso de carrinhos, permitindo que as operárias, cada vez que se desloquem à estante, façam a recolha de seis caixas (número estipulado para que as caixas não ultrapassem o limite visual), de modo a otimizar a deslocação.

O carrinho apresentado, foi uma ideia mais elaborada do que os carrinhos já utilizados em toda a empresa para o transporte de caixas. O carrinho cumpre as dimensões estritamente necessárias para que consiga carregar 6 caixas, e simultaneamente possibilite a passagem de dois carrinhos no mesmo corredor de *picking*. A proposta do carrinho encontra-se apresentada abaixo (Figura 50).

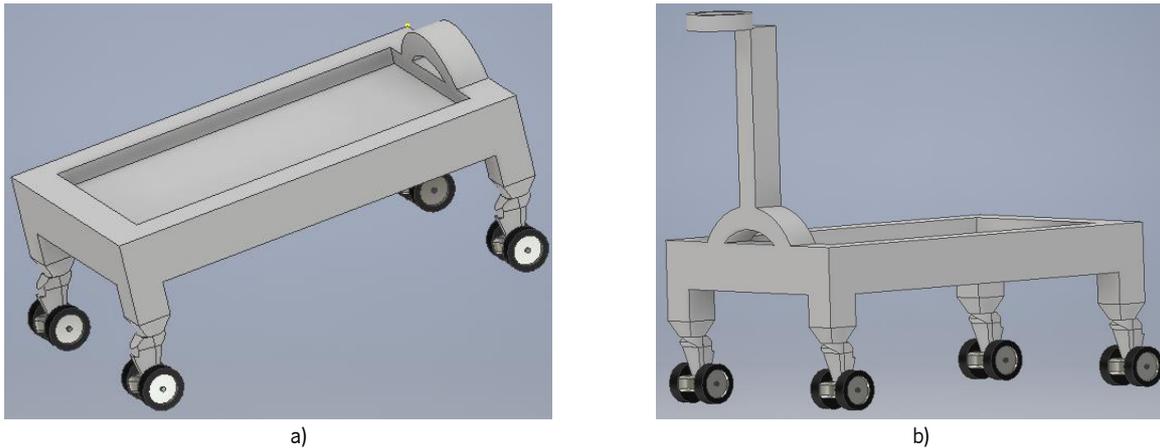


Figura 50 – a) Carrinho para auxílio do picking (I); b) Carrinho para auxílio do picking (II)

Este carrinho possui precisamente a medida das caixas *standard* (30x40cm) e a pega serve para que as operárias consigam mover o carrinho de uma forma simples e segura, puxando pela pega ao invés de empurrar o que faz com o campo visual da operária não seja obstruído pelas caixas.

Apesar da nova forma de recolha ter sido implementada desde o momento do novo *layout*, os carrinhos não foram, ainda, adquiridos pela empresa. Como tal, foi necessário adaptar os carrinhos existentes para as operárias não terem de arrastar as caixas pelo chão estando sujeitas a acidentes. Uma vez que este carrinho não apresenta as medidas de uma caixa, torna-se instável e de modo a combater essa instabilidade, foi colocado na sua base, uma placa de madeira que permite que as caixas estejam seguras. Foram pedidas pegas temporárias que também não foram ainda implementadas, obrigando as operárias a empurrarem as caixas para movimentarem o carrinho.

O carrinho utilizado atualmente e temporariamente no processo de *picking* é o apresentado na figura abaixo (Figura 51).



Figura 51 - Carrinho de picking temporário

A recolha das caixas é apresentada na Figura 52, para uma perceção mais real da forma de recolha (de salientar mais uma vez que o carrinho não é o mais adequado e espera-se que o proposto seja implementado em breve).



Figura 52 - Processo de picking atual

Para este estudo e de forma a comprovar que o carrinho seria uma mais valia neste processo, foram realizadas simulações com dois diferentes cenários. No primeiro cenário, foi realizado o *picking* de seis caixas, sem utilizar o carrinho, durante 30 minutos, tal como com o *layout* antigo. O segundo cenário, diz respeito ao uso do carrinho durante o *picking* de seis caixas, exatamente no mesmo intervalo de tempo. Os resultados obtidos em ambos os cenários foram os seguintes (Tabela 17).

Tabela 17 - Simulação do resultado com o novo método de recolha

	Sem carrinho	Com carrinho
Nº médio de caixas recolhidas (30 minutos)	96 caixas	118 caixas
Tempo médio de recolha da caixa + deslocação	22 segundos	18 segundos

Como se verifica na Tabela 17, a análise efetuada sugere um ganho significativo (cerca de 19%) com este novo método de trabalho, permitindo aumentar a eficiência da operação de *picking* (nota: nos 30 minutos analisados, apenas foi considerada a recolha das caixas não estando contabilizado o tempo de contagem mais o tempo de ensacar pois, como dito anteriormente, não se torna relevante para o estudo em causa).

Este aumento do número de caixas deve-se ao facto de o *layout* estar bastante mais organizado e numa viagem conseguirem trazer seis caixas ao invés de duas ou três. O facto de trabalharem em linha reta também permite eliminar o tempo para se deslocarem entre estantes.

As vantagens do uso dos carrinhos propostos, para além dos ganhos de produtividade, estão associadas ao bem-estar das operárias aumentando a segurança e o conforto no momento do *picking*.

Cada carrinho terá um custo de, aproximadamente, 175,03UM sendo necessários um total de quatro carrinhos.

5.2 Normalização do abastecimento Armazém-SAEC

O problema relacionado com a falta de normalização no abastecimento (apresentada na seção 4.2.3), fazia com que o SAEC não funcionasse em pleno, sendo o fluxo interrompido constantemente. Para tal, era necessário implementar um ciclo de abastecimento definido.

O primeiro passo foi estudar os componentes presentes no SAEC para se definir qual o tempo necessário para o abastecimento, consoante o *Lead Time* (LT) desses componentes, ou seja, qual a taxa de consumo da caixa, para se definir um tempo que permitisse a não rotura desses mesmos componentes.

Realizada esta análise, foi possível determinar que num turno correspondente a 8h de trabalho, existem 32 componentes (Apêndice VIII – Cálculo do *lead time*) que requerem especial atenção, pois estes são os que se gastam em apenas 8h. Na Tabela 18 é possível verificar que existe um componente que consome a primeira caixa em 1h e que os cinco restantes consomem a primeira caixa em 2h.

Tabela 18 - Artigos com menor lead time

Artigo	Consumo médio mensal	Consumo médio diário	Qtd. /caixa	Nº caixas no SAEC	LT/caixa (dias)	LT/caixa (horas)
418991420	7376	335	59	2	0,18	1
p00121123	4265	194	40	2	0,21	2
p00108569	3822	174	36	2	0,21	2
418002170	3181	145	40	2	0,28	2
498108820	75869	3449	1000	2	0,29	2
418089900	18901	859	250	2	0,29	2

Com base nestes dados, o objetivo é que o abastecimento seja realizado mal termine a primeira caixa, para que não haja o risco de terminar a segunda sem a primeira estar devidamente abastecida. Desta forma, utilizando como ponto de partida o componente com menor *lead time*, foi definido um ciclo de uma hora para o abastecimento do SAEC, ou seja, a cada uma hora o operador do armazém recolhe os *kanbans* das “caixas de correio” e abastece o que for necessário.

O fluxo de abastecimento realizado no armazém encontra-se representado pelas linhas laranja na Figura 53, ou seja, recolher os *kanbans* da “caixa de correio” (representadas pelo símbolo a laranja), ir ao armazém buscar os componentes correspondentes e abastecer o SAEC com esses componentes.

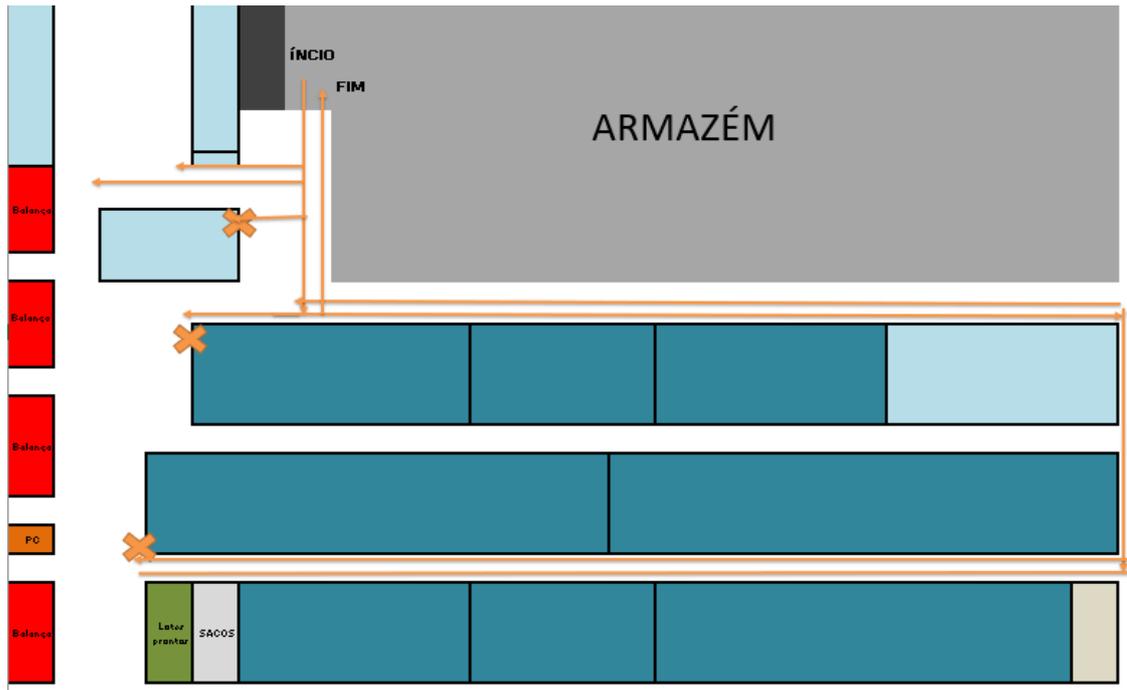


Figura 53 - Fluxo de abastecimento

Para que tudo isto resulte, foi proposto também que no início do turno (6h), o SAEC esteja completamente abastecido, ou seja, os *kanbans* relativos ao turno das 23h10m, que ficam nas “caixas de correio”, devem ser todos abastecidos antes de se iniciar um novo turno, terminando assim com os *kanbans* que ficam acumulados. Este abastecimento seria realizado por um operador do armazém, cujo turno apenas termina às 2h.

O fluxo de abastecimento passa, assim, a ter um tempo pré-definido, terminando com as roturas que existem constantemente e, cessando também, com as deslocações devido a essas roturas. Esta proposta ainda não foi implementada à data da escrita da dissertação.

5.3 Criação de um supermercado na linha 2780

Outro problema identificado na seção 4.2.4 é o desequilíbrio entre as quantidades das OP referentes à linha 2780. Visto que as duas caixas no SAEC não são capazes de satisfazer esses lotes, é necessário tomar medidas para contrariar o rumo dos acontecimentos. Dado que a capacidade do SAEC é de duas caixas por componente, foi analisada a possibilidade da criação de um supermercado na linha 2780. Esta linha encontra-se localizada a, aproximadamente, 15 metros de uma pequena sala que possui duas estantes não utilizadas e que possivelmente passará a servir como supermercado, visto ser impossível, para já, colocar essas estantes exatamente ao lado da linha.

Desta forma, ao invés de irem em caixas azuis, os componentes com os consumos elevados são abastecidos, pelo armazém, nas suas caixas originais, diretamente ao supermercado. A abastecedora da linha fica responsável por informar o armazém da necessidade de voltar a abastecer.

Uma vez que as duas estantes apenas têm dois metros de comprimento e três níveis, e na impossibilidade de haver espaço para todos os componentes, foi necessário selecionar quais os componentes que tinham maior consumo (passando estes a constituir o supermercado).

Todos os componentes pertencentes às ordens de produção que geram maior desequilíbrio, foram analisados. Primeiramente foram analisados aqueles componentes que aparecem apenas uma vez em cada ordem (Apêndice IX – Quantidade da ordem igual à quantidade dos lotes), ou seja, se a ordem é de 400, a quantidade dos lotes de cada um daqueles componentes é sempre de 400 unidades. Com base nesta análise que permitiu identificar os componentes, foi realizado um gráfico que permite verificar quais os componentes cujas duas caixas não são suficientes para satisfazer as necessidades (Apêndice X – Análise da quantidade da ordem igual à quantidade dos lotes).

A segunda parte da análise às ordens de produção, é referente aos componentes cuja quantidade ultrapassa a quantidade da ordem de produção, são o caso dos componentes que se repetem em mais que um posto (Apêndice XI – Quantidade da ordem igual à quantidade dos lotes). Ou seja, uma ordem de 400 gasta três vezes o componente X, o que resulta num consumo de 1200. De seguida, foi realizado o gráfico correspondente a estes componentes, com o intuito de perceber novamente quais os componentes cujas duas caixas não são suficientes (Apêndice XII – Análise da quantidade da ordem igual à quantidade dos lotes).

Após realizada esta análise, foi possível concluir quais os componentes que apresentam consumos superiores à quantidade das duas caixas. Portanto, estes componentes são aqueles que fazem sentido pertencerem ao supermercado.

Posto isto, foi também necessário analisar as medidas das caixas originais e quais as quantidades das mesmas, para saber quantas caixas são necessárias para satisfazer os pedidos e de como organizá-las nas estantes. A Figura 54 apresenta as caixas com componentes finais e a sua disposição nas estantes do supermercado.

Estante 1							
P00105093	P00106575						418991430
P00105093	P00106575	498108820	P00119715	P00106585	419108720	492197590	418991430
P00105093	P00106575	498108820	P00119715	P00106585	498108720	492197590	418991430

Estante 2					
P00121123	P00121123	P00121123	P00121123		
P00121123	P00121123	P00121123	492197543		492197542
P00121123	P00121123	P00121123	492197543	492101010	492101050

Figura 54 - Disposição das caixas com os componentes no supermercado

Com a implementação desta proposta, as deslocações ao armazém devido à rotura de *stock* na execução destas OP são eliminadas, aumentando a produtividade. A única desvantagem é a deslocação ao supermercado sempre que necessário abastecer a linha, que corresponde aos cerca de 30 metros (viagem de ida e volta).

5.4 Introdução de estratégias para a diminuição de erros no abastecimento às linhas de produção

Relativamente aos erros de abastecimento, foram propostas soluções com o intuito de minimizar os principais erros anteriormente referidos na seção 4.2.6. As propostas realizadas encontram-se explanadas nas seções abaixo.

5.4.1 Segundo *picking* dos lotes

As ordens incompletas que seguiam para as linhas de produção, era um dos problemas recorrentes e que resultava em atrasos e falta de lotes no arranque da produção. Deste modo, para evitar que isso acontecesse novamente, foi proposta a implementação do segundo *picking* dos lotes com os componentes oriundos do SAEC.

Anteriormente, apenas era realizado o segundo *picking* dos fios provenientes do segmento do corte, pelo que era importante existir o mesmo processo para os lotes provenientes do SAEC. Assim, foi iniciado o segundo *picking* para os lotes. Para tal, quando uma dada ordem entra em produção, a abastecedora de cada linha, antes de fazer a distribuição dos lotes pelos respetivos postos, faz o segundo *picking*, para garantir que tem todo o material necessário.

Deste modo, insere o número da ordem de produção no programa LPWIP aparecendo assim a lista de todos os componentes que formam os lotes que constituem essa mesma OP, sendo de seguida lido o

Melhoria do processo de abastecimento interno usando princípios *Lean Thinking* numa empresa de produção de cablagens

código de barras da etiqueta que segue com cada lote. Sempre que é lido o código de barras de uma etiqueta de um dado lote e este não fica sombreado a verde no programa, significa que esse lote está em falta (a ordem está incompleta), dando tempo para que a abastecedora se dirija ao SAEC para pedir os lotes dos componentes em falta. A Figura 55 apresenta o programa de segundo *picking* aos quais as abastecedoras têm acesso. O retângulo a laranja indica a localização do segundo *picking* dos componentes.

2º Picking
LPWIP LEONI PORTUGAL Work In Process

Picking a 75%

Ordem: 185309 Picking: 2 Consultar Voltar a Passar

Fors: 322607502 Referência: 400/N4067 Linha: SEG2-601 Processo: 240 Qtd: 20

Lista de Fios:

Posto	Fio/Tubo	Impressão	Data
1	006	107	2019-04-23 14:0...
1	163	1100	2019-04-23 13:5...
1	037	431	2019-04-23 14:0...
1	038	432	2019-04-23 14:0...
1	039	433	2019-04-23 14:0...
1	040	434	2019-04-23 14:0...
1	041	435	2019-04-23 14:0...
1	042	436	2019-04-23 14:0...
1	197	8215	2019-04-23 13:5...
1	198	8216	2019-04-23 13:5...
1	199	8217	2019-04-23 13:5...
1	200	8218	2019-04-23 13:5...
1	201	8219	2019-04-23 13:5...
1	202	8220	2019-04-23 13:5...
1	203	8221	2019-04-23 13:5...
1	204	8222	2019-04-23 13:5...
1	TUBO36	BN114	2019-04-23 16:0...
1	TUBO06	BN22	2019-04-23 16:0...
1	TUBO01	BN29	2019-04-23 16:0...
1	TUBO03	BN29	2019-04-23 16:1...
1	TUBO22	BN41	2019-04-23 16:0...
2	416	8200	2019-04-23 14:4...
2	417	8201	2019-04-23 14:4...
2	183	8204	2019-04-23 13:5...
2	184	8205	2019-04-23 13:5...

Lista de Peças:

Posto	Peça	Fors	Qtd	Data
16	NF	498084360	20	
16	NG	498084360	20	
17	-P115	499213540	20	2019-04-23 14:1...
17	-P116	499213540	20	2019-04-23 14:1...
17	HU	498084360	20	2019-04-23 14:4...
17	MN	418847803	20	2019-04-23 14:5...
17	MN	492053705	20	2019-04-23 14:5...
17	NB	418481560	20	2019-04-23 14:1...
17	NB	498084350	20	
18	-P50	490100386	20	2019-04-23 14:1...
18	MG	418991430	20	2019-04-23 14:1...
18	MG	492300200	20	2019-04-23 14:1...
18	NJ	418481900	20	2019-04-23 14:1...
19	-P81	418913330	20	2019-04-23 14:4...
19	-P81	498003110	20	
19	DM	418745680	20	2019-04-23 14:1...
19	EIT	P00006629	20	2019-04-23 14:1...
19	EIT	P00011470	20	2019-04-23 14:5...
19	PW	498099106	20	2019-04-23 14:1...
20	DCU	498108510	20	2019-04-23 14:4...
20	PY	418481900	20	
21	2150	497100442	20	
21	2160	497100442	20	
21	BN41	P00245962	20	2019-04-23 14:1...
21	BN42	497100442	40	

Figura 55 - Exemplo de um segundo picking realizado aos lotes de uma dada OP

A implementação desta proposta foi realizada em março do corrente ano, e além de eliminar a falta dos lotes, evita também que a produção seja iniciada sem os mesmos.

5.4.2 Restrição da entrada de pessoas no SAEC

A restrição da entrada de pessoas externas ao SAEC, pretende minimizar o problema da troca de componentes. Sempre que há algum componente em falta ou até a mais nas linhas, qualquer operadora das linhas se dirige ao SAEC, vai à célula do componente que precisa e retira a quantidade necessária ou colocava a quantidade excedente, originando uma falta de controlo. Assim, de modo a combater toda esta falta de controlo, foi restringida a entrada no SAEC. Como tal, foi colocada uma estante de caixas (uma por linha) à entrada do SAEC (Figura 56) para reposição de componentes em falta.



Figura 56 - Caixas para a colocação dos artigos

Assim, a colocação desta estante serve como intermediário para a resolução dos problemas. Caso falte algum componente ou lote, a abastecedora da linha coloca a etiqueta que representa esse componente no local correspondente à sua linha, e a responsável pela gestão do SAEC, logo que possa, pega nessa mesma etiqueta, vê o que faz falta e coloca na respetiva caixa, para que, posteriormente seja recolhido pela abastecedora da linha. A implementação deste método acaba por não eliminar, mas ajuda a minimizar a troca de componentes, uma vez que estas trocas podem ser feitas pelas próprias operárias do SAEC. Além disso, permite que os problemas sejam resolvidos com prontidão, eliminando a confusão devido ao excesso de pessoas no SAEC.

5.4.3 Normalização do processo de contagem das peças

Outro erro recorrente, mencionado na seção 4.2.6, é a falta de componentes dentro do lote, ocorrendo com menos frequência, componentes a mais. Como mencionado também na mesma seção, no acompanhamento desse problema, verificou-se a falta de um *standard* no processo de contagem. Como tal, foi realizado um *standard work*, (que é possível consultar no Apêndice XIII – *Standard work* para o processo de contagem das peças) afixado no SAEC, para que a contagem dos componentes seja realizada de igual forma por todas as operárias, visando a redução/eliminação dos erros devido, principalmente, à falta de componentes no lote (Figura 57).

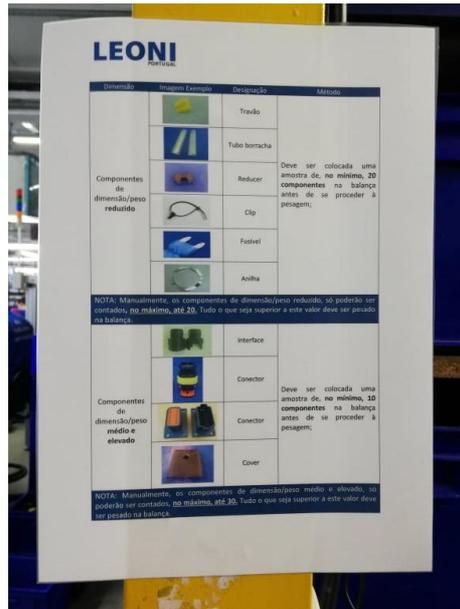


Figura 57 - Standard work colocado no SAEC

No *standard work* colocado no SAEC, é feita a diferenciação na contagem dos componentes pequenos para os componentes médios e grandes, visto que os componentes pequenos requerem mais cuidado na contagem devido ao seu peso. A amostra de 20 componentes que deve ser colocada inicialmente na balança, referida no *standard work*, apenas diz respeito à balança mais antiga e cuja amostra não é definida, de origem, como nas outras balanças. Para definir estes parâmetros para as contagens, foram realizadas várias pesagens na balança, bem como contagens à mão, tendo sempre em consideração a opinião que as operárias iam dando quando questionadas sobre este assunto. Este documento apenas pretende uniformizar a contagem das peças no SAEC de modo a minimizar os erros.

5.4.4 Projeto piloto do sistema *pick to light* e indicadores de desempenho

Nesta secção apresentam-se duas propostas, a primeira visa melhorar o processo de *picking*, e a segunda pretende demonstrar a eficiência das operadoras.

5.4.4.1. Projeto piloto do sistema *pick to light*

O sistema *pick to light*, trata-se de um sistema ainda em fase de testes, que pretende melhorar o processo de *picking*, auxiliando na recolha dos componentes e eliminando as possíveis trocas (erro com mais impacto para a empresa).

Este sistema é constituído por um conjunto de *leds* posicionados em cada célula das estantes, que representam o componente alocado a essa mesma célula. Assim, quando a ordem de produção a ser realizada é impressa, os *leds* posicionados nas células dos componentes que constituem a OP ligam

automaticamente, para que assim, a operária consiga visualizar através das luzes, exatamente a que células têm de ir, sem que ocorram erros. Ao ser impressa a ordem de produção, os *leds* com a cor vermelha correspondentes à localização das caixas dos seis primeiros componentes ligam, visto que as operárias fazem a recolha de seis caixas de cada vez, os restantes ligam no momento em que as caixas desses componentes anteriormente recolhidos, voltam para a célula, e assim sucessivamente. A título de exemplo, a Figura 58 representa a posição dos *leds* e a sua função, numa fase de testes antes da sua implementação.



Figura 58 - Sistema pick to light em fase de testes

Neste novo sistema, cada operária faz-se acompanhar pelo seu PDA, que funciona como o sistema anti erro. À medida que a operária vai recolhendo as caixas, para que o *led* da célula desligue, a operária tem de ler o código do componente presente na etiqueta que representa o lote, bem como, o código do componente presente no *kanban* colocado no interior da caixa. Caso os códigos coincidam, o PDA confirma e o *led* desliga; caso os códigos não coincidam, o PDA dá erro, o que significa que a caixa daquele componente não está na sua célula correta, evitando assim que abasteçam a caixa do componente no local errado. Esta leitura com o PDA tem de ser realizada em todas as células cujo *led* está ligado, pois só confirmando a veracidade do componente é que este se desliga. De seguida, a operária procede à contagem dos componentes e no computador coloca os mesmos como abastecidos. Nesse instante, os *leds* ligam novamente, com a cor branca, para saber onde são arrumadas as caixas de forma a evitar trocas.

Note-se que, como referido anteriormente, este projeto está ainda em fase de desenvolvimento e, à data da escrita da dissertação, estava ainda em fase de implementação do sistema elétrico, em apenas uma das estantes, para posteriormente se efetuarem testes nessa mesma estante. A Figura 59 representa o sistema *pick to light* em fase de implementação. A Figura 59 (a) representa a calha com os *leds* colocada ao longo da estante, sendo que a Figura 59 (b) representa, com maior detalhe a colocação do *led* na célula correspondente (ambos representados com as setas vermelhas).



Figura 59 - a) Sistema pick to light numa das estantes; b) Posição do led no sistema pick to light

A colocação dos *leds* foi iniciada em meados de junho, não estando ainda a funcionar a leitura com o PDA, e espera-se que, quando estiver a funcionar a 100%, os erros relativos à troca de peças deixem de existir o que elimina o retrabalho relacionado com o mesmo.

5.4.4.2 Implementação de indicadores de desempenho

No SAEC não existia qualquer registo do número de caixas recolhidas diariamente, o que resultava na inexistência de qualquer controlo na produção. Com implementação do sistema *pick to light*, o número de *pickings* diários referentes a cada operária, passam assim a ser registados, visto que, cada uma delas tem o seu PDA e é através da leitura das etiquetas que é realizado esse registo.

Posto isto, foi proposto que simultaneamente com a implementação deste sistema, fossem também implementados indicadores de desempenho no SAEC, nomeadamente a eficiência individual, uma vez que, é o indicador de desempenho utilizado nas diferentes áreas de produção da empresa. Assim, através da fórmula representada pela equação 2, é possível o cálculo da eficiência de cada operária do SAEC.

$$Eficiência = \frac{Produção\ real}{Produção\ esperada} \quad (2)$$

Como não há qualquer registo do número de caixas recolhidas diariamente pelas operárias, não é possível determinar a produção esperada. Desta forma, foi realizado um estudo de tempos (Apêndice XIV – Estudo de tempos – cálculo do número de caixas recolhido real) para determinar o número de caixas recolhidas diariamente por operária, que serve como valor base para a produção esperada.

Este estudo considerou não só o tempo de *picking*, mas também o tempo de contagem dos componentes e de os ensacar, para se obter um nível de produção diário médio esperado, que refletisse todos os passos percorridos pelas operárias. Mais uma vez, o valor conseguido é um valor médio, dado que, o tempo de contagem e de ensacar variam sempre consoante a quantidade da ordem de produção, sendo, portanto, um tempo difícil de estimar de forma exata. Procedeu-se, então, à observação de três operárias, responsáveis pelo *picking* das estantes 1,2 e 3, durante aproximadamente 1h. Com base nestes dados estimou-se o número de caixas recolhidas, em cada estante, por dia de trabalho (Tabela 19).

Tabela 19 - Número de caixas recolhidas

Caixas recolhidas na estante 1 por dia (8h)	458 caixas
Caixas recolhidas na estante 2 por dia (8h)	482 caixas
Caixas recolhidas na estante 3 por dia (8h)	444 caixas
Número médio de caixas recolhido por dia (8h)	461 caixas

Através dos resultados do número de caixas esperadas recolhidas por dia, obtidos na tabela suprarreferida, e com número de caixas recolhidas na realidade (registadas com auxílio do PDA), é possível calcular a eficiência de cada operária.

O facto de haver um indicador de desempenho na área, traz vantagens tais como:

- Maior controlo do SAEC;
- Possibilidade de comparar resultados a nível da equipa;
- Possibilidade de comparar resultados diários, semanais e mensais;
- Facilidade em identificar oscilações na produção;

Esta proposta apesar de aceite pela empresa não foi implementada até à data da escrita da dissertação, uma vez que o sistema *pick to light* ainda está numa fase inicial, mas, espera-se que, quando o sistema estiver a funcionar a 100%, a implementação do cálculo da eficiência seja o passo seguinte.

5.5 Desenvolvimento de uma nova bancada e carrinho de abastecimento

A necessidade de uma nova bancada de trabalho, bem como de um novo carrinho de abastecimento era primordial, por todos os problemas explanados anteriormente na seção 4.2.7. Posto isto, foram desenvolvidos uma nova bancada de trabalho e um novo carrinho para o abastecimento às linhas, sendo apresentados de seguida de forma detalhada.

5.5.1 Bancada de trabalho

A bancada de trabalho utilizada no SAEC não era a mais adequada devido à ausência de condições ergonómicas (ver seção 4.2.7). Como tal, foi desenvolvida uma bancada que acaba com todos os problemas identificados anteriormente, e que facilita todo o processo de trabalho. A bancada de trabalho proposta encontra-se apresentada na Figura 60.

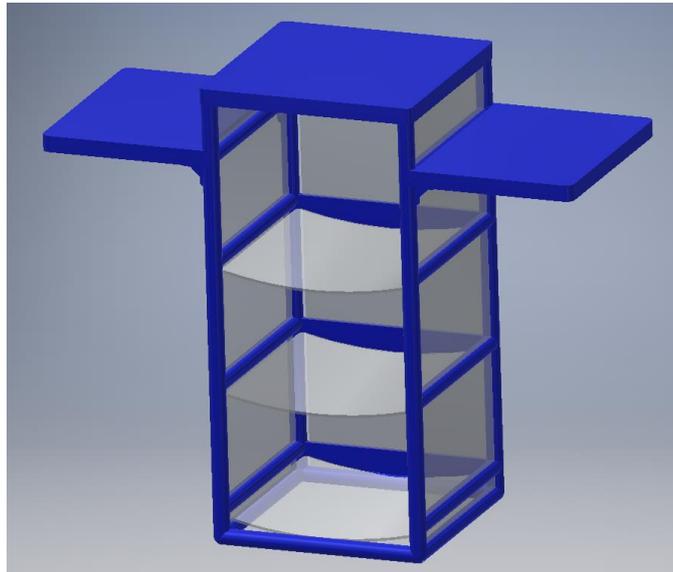


Figura 60 - Bancada de trabalho proposta

Para o desenvolvimento da bancada, nomeadamente para o seu dimensionamento foi tido em consideração a aplicação da antropometria. Segundo Lee & Nelson (2010), a antropometria estuda as dimensões, pesos e comprimentos do corpo humano. A utilização destes dados ajuda no desenho de centros de trabalho e espaços. Deste modo, foram utilizados os dados antropométricos da população laboral Portuguesa adulta (Costa & Arezes, 2005), presente na Tabela 20.

Tabela 20 - Tabela de dados antropométricos da população laboral Portuguesa adulta

DIMENSÃO ANTROPOMÉTRICA	PERCENTIS MASCULINOS				PERCENTIS FEMININOS			
	5	50	95	dp	5	50	95	dp
1. Altura de pé	1565	1690	1815	76	1456	1565	1674	66
2. Altura dos olhos (rel. ao solo)	1463	1585	1707	74	1355	1465	1575	67
3. Altura do ombro (rel. ao solo)	1277	1395	1513	72	1181	1290	1399	66
4. Altura do punho (rel. ao solo)	664	735	806	43	619	685	751	40
5. Altura do cotovelo (rel. ao solo)	966	1050	1134	51	889	965	1041	46
6. Distância cotovelo-punho	320	350	380	18	292	320	348	17
7. Alcance funcional anterior	628	730	832	62	621	675	729	33
8. Alcance funcional vertical (de pé)	1875	2030	2185	94	1719	1880	2001	86
9. Altura sentado (rel. ao assento)	818	920	1022	62	799	865	931	40
10. Distância olhos-assento	716	810	904	57	696	760	824	39
11. Altura lombar (rel. ao assento)	166	215	264	30	174	220	266	28
12. Espessura da coxa	134	180	226	28	124	165	206	25
13. Altura do joelho (rel. ao solo)	459	525	591	40	434	480	526	28
14. Altura do poplíteo (rel. ao solo)	347	400	453	32	327	365	403	23
15. Distância coxa-poplíteo	419	485	551	40	421	470	519	30
16. Comprimento máximo da coxa	518	590	662	44	517	570	623	32
17. Espessura do peito (busto)	221	265	309	27	226	275	324	30
18. Espessura abdominal	204	260	316	34	201	260	319	36
19. Alcance funcional vertical (sentado)	1117	1250	1383	81	1071	1165	1259	57
20. Distância ombro-assento	576	630	684	33	496	590	684	57
21. Distância cotovelo-assento	206	255	304	30	191	250	309	36
22. Largura dos ombros (biacromial)	299	335	371	22	251	300	349	30
23. Largura dos ombros (bideltóide)	426	475	524	30	379	445	511	40
24. Largura das ancas	341	380	419	24	342	400	458	35
Peso (Kg)	57	75	93	11	49	65	81	10

Desta forma, tendo em atenção as medidas que satisfazem o 95º percentil das mulheres, foi proposta a seguinte bancada de trabalho (Figura 61).

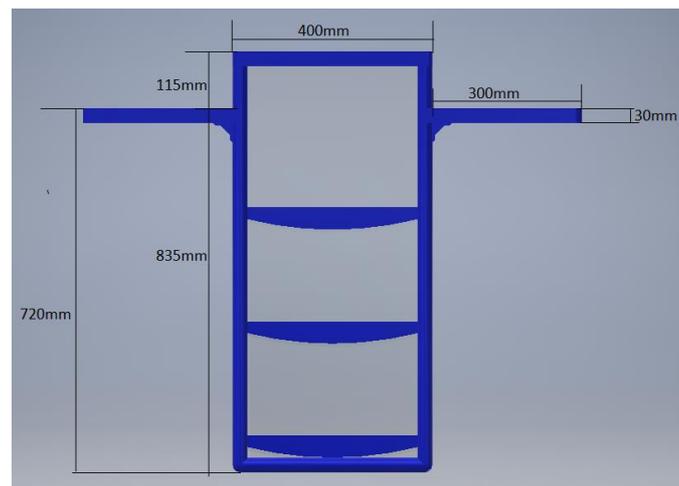


Figura 61 – Dimensões da bancada de trabalho

A altura da bancada teve em consideração o percentil relativo à altura do punho e também da altura do cotovelo, tendo agora a altura indicada para que a operária não tenha de se curvar quando faz a contagem das peças. Quanto aos apoios da bancada (Figura 62), estes foram pensados de forma a facilitar o trabalho de contagem, ou seja, o apoio numerado com 1 serve para colocar a caixa do

componente a ser contado, sendo essa contagem realizada na balança que se encontra no centro, tal como na bancada antiga. O apoio numerado com 2, serve para colocar o lote pronto (peças devidamente contadas e ensacadas) numa outra caixa ao invés de ser atirado para uma caixa no chão.

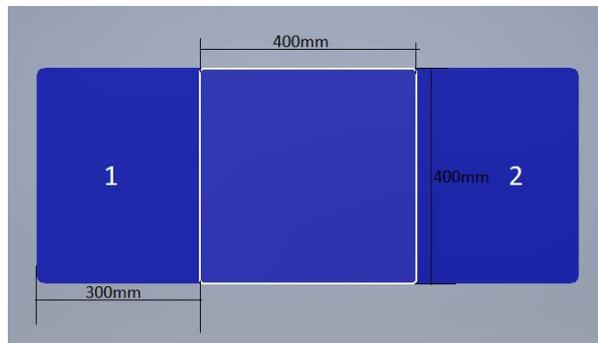


Figura 62 - Apoios da bancada de trabalho

Na nova bancada existe também um local para a colocação dos sacos dos diversos tamanhos, composto por três lonas, uma para cada tamanho de sacos, de forma a acabar com as deslocações realizadas pelas operárias para ir buscar sacos pequenos e grandes, uma vez que na bancada antiga só existia local para os sacos médios. A Figura 63 ilustra a bancada de trabalho real que será a colocada no SAEC quando estiver totalmente finalizada.



Figura 63 - Nova bancada de trabalho

A nova aplicação do método RULA, para comprovar os resultados alcançados, não foi possível até à data da escrita da dissertação uma vez que a bancada não estava 100% finalizada e, por isso, ainda não tinha sido colocada no SAEC. Contudo, espera-se que os resultados desejados sejam alcançados, sobretudo a criação de melhores condições de trabalho.

5.5.2 Carrinho de abastecimento

O carrinho de abastecimento utilizado pelo SAEC, carecia de graves problemas a nível ergonómico que, a longo prazo, poderiam ser prejudiciais para a operária responsável pelo abastecimento. Posto isto, foi

proposto um novo carrinho atendendo novamente à tabela dos dados antropométricos da população laboral Portuguesa adulta.

O desenho do carrinho teve em atenção as medidas que satisfazem o 95º percentil das mulheres, mais concretamente: i) a altura dos olhos que limitou a altura do carrinho para que este não ultrapassasse o campo de visão; ii) a altura do joelho para estabelecer a altura da última prateleira do carrinho e, iii) para a altura da pega foi estabelecida uma medida limitada pela altura do punho e a altura do cotovelo. O carrinho proposto encontra-se na Figura 64 juntamente com as respetivas medidas. As restantes medidas podem ser consultadas no Apêndice XV – Carrinho de abastecimento proposto.

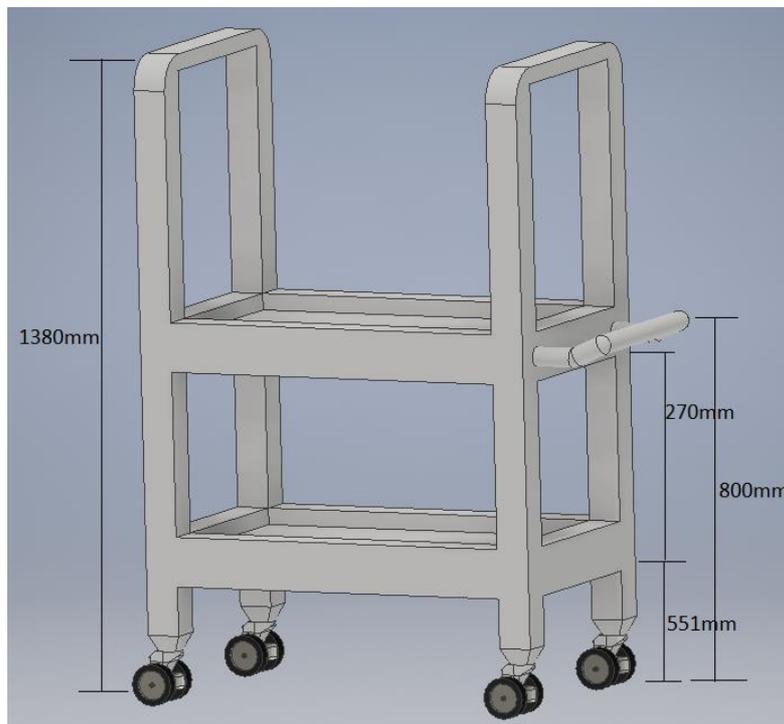


Figura 64 - Novo carrinho de abastecimento e respetivas medidas

O desenho do carrinho, para além do conforto da operária responsável pelo abastecimento, teve como objetivo a movimentação do maior número de caixas de forma a minimizar o número de viagens realizadas no abastecimento.

Como referido na seção 4.2.7, o carrinho utilizado apesar de dimensionado para o transporte de 6/7 caixas, na maioria das vezes levava 9 caixas para minimizar o número de viagens. Posto isto, o carrinho proposto foi criado também de modo a conseguir levar até 12 caixas. O facto do carrinho ter dois níveis permite que se possa abastecer mais do que uma linha em simultâneo sem que haja a junção de caixas, ou seja, se por ventura a ordem de uma linha tiver poucos lotes associados que caibam todos num dos níveis, a abastecedora pode colocar as caixas correspondentes a outra linha, no outro nível, abastecendo assim mais do que uma linha.

As rodas do carrinho são rodas giratórias que permitem assim a fácil movimentação do carrinho. O novo carrinho de trabalho utilizado no SAEC encontra-se já construído e finalizado, estando representado na Figura 65.



Figura 65 - Novo carrinho de abastecimento

5.6 Aplicação de gestão visual e melhoria da organização do posto de trabalho

A desorganização identificada na seção 4.2.8, provem da falta de gestão visual e também da falta de aplicação dos 5S. Apesar das operárias conhecerem bem a filosofia dos 5S, até porque são realizadas auditorias internas frequentemente, não a respeitavam tendo o espaço de trabalho desorganizado. Desta forma, foi garantido que, em todas as bancadas de trabalho, era colocado um suporte para as garrafas de água para que estas deixassem de estar em cima das bancadas de trabalho.

Adicionalmente, com a mudança de *layout*, cada bancada de trabalho tem também a sua mola para a colocação das etiquetas, o que permitiu que as operárias começassem a ter a sua bancada de trabalho mais organizada. Na área de trabalho também foram criadas zonas específicas, como por exemplo para as caixas vazias e para os lotes acabados, limitando este espaço com uma fita amarela de forma a identificá-lo e aumentar assim a sua organização (Figura 66).



Figura 66 - Organização do espaço de trabalho

Quanto à falta de gestão visual, esta dificultava tarefas que seriam facilitadas com a sua utilização, como por exemplo os sacos.

Desta forma, para tornar o processo da reutilização dos sacos mais fácil, foi implementada a gestão visual com etiquetas que identificam os diferentes tamanhos dos sacos nos respetivos contentores de separação. As funcionárias da limpeza, recolhem e colocam os sacos nas lonas do SAEC, tendo estas também etiquetas que facilitam a separação dos sacos (Figura 67).



a)



b)

Figura 67 – a) Contentores de separação identificados; b) Lonas do SAEC identificadas

Melhoria do processo de abastecimento interno usando princípios *Lean Thinking* numa empresa de produção de cablagens

Além disto, foi garantido que, em todas as linhas de produção, existem contentores devidamente identificados com as mesmas etiquetas (Figura 68), para que a separação dos sacos seja iniciada nas linhas, sendo posteriormente levados para as lonas do SAEC, já devidamente separados.



Figura 68 - Identificações iguais nos contentores das linhas

No SAEC também foi colocada uma identificação nas estantes, para evitar dúvidas em resultado da mudança do *layout*. A título de exemplo, a Figura 69 representa a identificação usada numa das estantes.



Figura 69 - Exemplo da identificação colocada nas estantes

6. DISCUSSÃO E AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados todos os resultados referentes às propostas de melhoria apresentadas anteriormente. De salientar que são quantificados todos os potenciais ganhos das respetivas melhorias.

6.1 Ganhos com a reestruturação do SAEC

Os ganhos relativos às melhorias apresentadas na reestruturação do SAEC, dividem-se em três partes todas elas interligadas entre si. Para a reestruturação geral do SAEC que engloba as três seções abaixo apresentadas foi necessário um investimento inicial, sendo que esse investimento não foi em bens materiais, mas sim no pagamento de horas de trabalho extra para todas as mudanças, sendo esse valor cerca de 447 UM. A Tabela 21 representa os *cash-flow* deste projeto de reestruturação e como ele será recuperado rapidamente.

Tabela 21 - *Cash-flows* do projeto de reestruturação

	Mês 1	Mês 2	Mês 3
Investimento	-447	0	0
Perda	-238,5	-95,7	-50,9
Ganho	0	1453,9	1498,7
Cash-flow	-685,5	1358,2	1447,7
Cash-flow acumulado	-685,5	672,7	2120,5

Como é possível verificar, em apenas um mês espera-se que o investimento no projeto seja recuperado, sendo, portanto, a sua implementação bastante vantajosa.

6.1.1 Maior facilidade no processo de *picking* e mais espaço

A reorganização dos componentes, com base no seu consumo, permitiu facilitar o processo de *picking*. Esta organização permitiu retirar uma estante que resultou num ganho de 2 metros de comprimento, e que serviu para a colocação das balanças, mas acima de tudo, permitiu a existência de uma área para os lotes finalizados, que era inexistente até então (Tabela 22).

Tabela 22 - Ganho de espaço para os lotes acabados

Área antes (m)	Área depois (m)	Ganho (%)
0	0.8m ²	100

6.1.2 Ganho de espaço com novo *layout* e redução de distâncias

Com a implementação de um novo *layout*, foi possível conseguir um espaço de trabalho maior, que permitiu organizar de uma forma mais prática os postos de trabalho. Adicionalmente, foi possível diminuir as distâncias tanto ao armazém como às linhas, visto que são trajetos percorridos frequentemente ao longo do dia. A Tabela 23, apresenta os ganhos conseguidos com a mudança de *layout* em termos de espaço e distâncias.

Tabela 23 - Ganhos com a mudança do *layout*

	Antes	Depois	Ganho	Ganho (%)
Área de trabalho (m ²)	6,72	11,6	4,88 m ²	42
Distância SAEC-armazém (m)	14	9	5m	36
Distância SAEC- linha de produção (m)	12	4	8m	67

O aumento da área de trabalho foi, sem dúvida, um dos maiores ganhos, porque permitiu melhorar bastante o SAEC em termos de organização, condições de trabalho e tornando o espaço mais amplo.

6.1.3 Melhor fluidez do trabalho, menos deslocações e redução de número de operadoras

Com a implementação da nova estratégia de trabalho, o SAEC passou a ter uma operária responsável por toda a gestão o que permitiu melhorar a fluidez do trabalho. Além disso, a uniformização do processo de trabalho trouxe bastantes vantagens para o SAEC como referido na seção 5.1.3, a começar pelas deslocações realizadas pelas operárias no processo de *picking*, nomeadamente para levar a etiqueta 99 ao armazém e, seguidamente, recolher o lote pronto (Tabela 24).

Tabela 24 - Ganhos nos tempos de deslocação

	Tempo/deslocação antes (s)	Tempo/deslocação depois (s)	Ganho (s)	Ganho (%)
Etiqueta 99	26,9	0	26,9	100
Recolher lote	50,4	20	30,4	60

Com a implementação da impressora no armazém as deslocações terminaram, sendo apenas realizadas as deslocações para recolha do lote que, dada a mudança de *layout*, se encontram mais perto da zona de trabalho do SAEC.

O facto de as operárias do SAEC trabalharem por estantes, permite que sejam recolhidas mais caixas no mesmo tempo. A Tabela 25 apresenta os ganhos do número de caixa recolhidas, em períodos de 30 minutos (não inclui outras atividades como contagem, etc)

Tabela 25 - Ganho no número de caixas recolhidas

	Nº de caixas recolhidas antes	Nº de caixas recolhidas depois	Ganho no número de caixas	Ganho (%)
30 minutos	67	118	51	43

Com o SAEC a funcionar de uma forma mais organizada, com as operárias com postos de trabalho definidos, foi ainda possível reduzir o número de operárias do SAEC de oito para sete, sendo que a oitava operária foi colocada noutra área de trabalho. O facto do SAEC ter agora menos uma operária permite reduzir os custos para a empresa, nesta área, em cerca de 1311,2 UM/mês.

Para que esta proposta fosse implementada a 100%, seria necessário investir nos quatro carrinhos para o *picking*, que requeria um investimento total de 700,12UM. Rapidamente este valor seria recuperado (Tabela 26), uma vez que dado o novo método de recolha foram eliminadas as deslocações sem valor acrescentado entre as estantes, que representavam uma perda de 393,36UM mensais.

Tabela 26 - Recuperação do investimento dos carrinhos

	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4
Investimento	-700,12	0	0	0
Perda	-393,36	0	0	0
Ganho	0	393,36	393,36	393,36
Cash-flow	-1093,48	-1093,36	-697	-303,64
Cash-flow acumulado	-1093,36	-697	-303,64	89,72

Para além do investimento dos carrinhos ser rapidamente recuperado, as operárias teriam muito mais conforto e segurança no processo de *picking*. Até à data os carrinhos não tinham sido ainda adquiridos, continuando a ser utilizados os carrinhos adaptados, mas que não são de todo os mais corretos e confortáveis.

6.2 Redução de deslocações com a normalização do abastecimento armazém-SAEC

A proposta relativa ao tempo de abastecimento referida na seção 5.2, não foi implementada à data de escrita da dissertação, pelo que não foi possível determinar os ganhos reais. Estima-se que os ganhos conseguidos com a implementação desta proposta sejam a redução e, talvez, a eliminação das deslocações ao armazém para levar a etiqueta *kanban*. Ou seja, se o abastecimento passar a ser feito com ciclos de 1h em 1h é de esperar que se eliminem as deslocações que atualmente representam cerca de 1 hora e 36 minutos mensais (Tabela 27).

Tabela 27 - Ganhos esperados com a implementação de ciclos de abastecimento

Perda (h)	Perda esperada (h)	Ganho esperado
1,6	≈0	≈100%

A implementação desta proposta é de grande importância para o bom funcionamento do SAEC, pois permitirá:

- Diminuição/eliminação de roturas de stock nas células do SAEC;
- Diminuição das perdas devido à deslocação para ir ao armazém;
- Melhoria do fluxo de trabalho do SAEC;
- Rigor no abastecimento.

6.3 Redução de tempos improdutivos com a criação de um supermercado na linha 2780

A proposta da criação do supermercado, apesar de bem aceite pela empresa, não foi ainda implementada. Como tal, não foi possível calcular os ganhos reais, mas espera-se que a sua implementação seja muito vantajosa nomeadamente para o SAEC, como já referido na seção 5.3.

A nível de ganhos no ambiente de trabalho, a implementação do supermercado será uma mais valia pois permitirá que o fluxo do SAEC funcione normalmente, sem as constantes roturas e interrupções na contagem.

Com a análise realizada na seção 4.2.4 e em 5.3, a retirada dos componentes seleccionados do SAEC farão com que as deslocações devido ao tempo improdutivo (deslocações ao armazém para levar *kanban*, ou pedir mais caixas de um dado componente) sejam reduzidas (Tabela 28).

Tabela 28 - Ganho esperado com a criação do supermercado

Perda (h)	Perda esperada (h)	Ganho
4,5	0	100%

Como referido também na seção 5.3, a abastecedora da linha terá de percorrer uma distância de cerca de 30 metros (para ir e vir) quando vai ao supermercado da linha, sendo esta a única desvantagem do local do supermercado, mas visto que será definido um novo *layout* nesta área, espera-se que futuramente o supermercado seja colocado ao lado da linha.

6.4 Redução de erros no abastecimento às linhas de produção

Para a diminuição/eliminação dos erros de abastecimento foram propostas quatro estratégias, sendo que apenas as apresentadas na seção 5.4.1 e 5.4.2 funcionam atualmente em pleno. A implementação do *standard work*, referido em 5.4.3, não permitiu calcular se realmente houve diminuição dos erros associados, porque este não é consultado pelas operárias que continuam a contar os componentes da forma que sempre fizeram.

6.4.1 Menos falta de lotes no processo de montagem

Com a introdução do segundo *picking* dos lotes, foi possível eliminar o erro referente à falta de lotes que apenas era detetado quando se iniciava a montagem da cablagem (Tabela 29). Agora, não há mais o risco de se iniciar a montagem das cablagens sem todos os lotes.

Tabela 29 - Ganho com a introdução do segundo picking dos lotes

	% de erros antes	% de erros depois	Ganho (%)
Ordem incompleta	14	0	100

6.4.2 Menos interrupções no trabalho do SAEC e maior controlo dos componentes

A restrição das entradas no SAEC era uma medida urgente devido às constantes interrupções do trabalho das operárias do SAEC, portanto esta medida trouxe vantagens, tais como:

- Melhoria do ambiente de trabalho;
- Eliminação da interrupção do trabalho das operárias durante o *picking*;
- Eliminação da interrupção do trabalho durante a contagem dos componentes;

- Maior controlo dos componentes em falta nas linhas;
- Maior controlo dos componentes retirados das caixas;

Para além destas vantagens, o facto de no SAEC apenas estarem agora as suas operárias (e os operários do armazém durante o abastecimento), permitiu diminuir as trocas de componentes como resultado de um maior controlo (Tabela 30).

Tabela 30 - Ganho com a restrição das entradas

	% de erros antes	% de erros depois	Ganho (%)
Troca de componentes	16	11	5

6.4.3 Eliminação de troca de componentes e menos retrabalho

O sistema *pick to light*, encontra-se, ainda, em fase de implementação como referido na seção 5.4.4. Este sistema necessitou de um investimento de cerca de 1750UM, devido à necessidade de usar PDA's para a leitura dos códigos de barras e calhas com o sistema elétrico de *leds* incorporado.

Este investimento é compensado pela eliminação da troca de componentes (Tabela 31), que elimina o retrabalho e, para além disso, evita situações em que essas trocas não sejam detetadas na qualidade e sigam para o cliente.

Tabela 31 - Ganhos esperados com a implementação do sistema pick to light

	% de erros antes	% de erros depois	Ganho (%)
Troca de componentes	9	0	100

6.5 Melhores condições de trabalho, aumento da motivação e redução de transportes

A bancada de trabalho e o carrinho de abastecimento utilizados não eram de todo adequados, daí a grande necessidade de serem alterados. Ambas as propostas já se encontram construídas, mas a bancada não está 100% finalizada, e como tal ainda não se encontra no SAEC.

6.5.1 Melhores condições de trabalho

Quanto à bancada de trabalho, não foi possível aplicar novamente o método RULA para perceber se, de facto, as melhorias implementadas resultaram numa melhor pontuação, como é esperado. A Figura 70 apresenta a bancada antes e a nova bancada proposta, que irá ser utilizada brevemente.



Figura 70 - Bancada antiga e bancada proposta

A bancada de trabalho teve um custo unitário de 167,90UM, sendo, portanto, o custo total de 671,60UM. Espera-se que a bancada seja um elemento de trabalho que promova a motivação das operárias e:

- Melhore as condições de trabalho;
- Melhore a postura das operárias;
- Melhore o fluxo de contagem dos componentes, com locais para a colocação das caixas antes e depois da contagem;
- Disponibilize locais para a colocação dos sacos, que irá permitir a eliminação das perdas devido à deslocação para ir buscar os sacos grandes e médios;
- Promova um local de trabalho mais limpo e organizado;

6.5.2 Redução de transportes e abastecimento mais seguro

O carrinho de abastecimento encontra-se já finalizado e implementado. A Figura 71 representa de forma evidente, as diferenças entre os dois carrinhos.



Figura 71 - Carrinho antigo e carrinho proposto

O carrinho teve um custo unitário de 234,03UM, mas o facto de conseguir transportar mais caixas (Tabela 32) e de uma forma mais segura, permite que o número de viagens diárias seja diminuído, justificando assim o investimento.

Tabela 32 - Ganho no número de caixas transportadas

Nº caixas transportadas atualmente em média	Nº caixas transportadas no novo carrinho	Ganho de caixas por viagem	Ganho (%)
8	12	4	33%

Para além disso, o carrinho de abastecimento traz inúmeras vantagens a nível ergonómico para as operárias, uma vez que foi construído com base nos dados antropométricos. O novo carrinho de abastecimento permite também um abastecimento muito mais seguro e confortável para a operadora.

6.6 Melhor organização dos postos de trabalho e do processo de reutilização de sacos

A principal melhoria na organização, reside no facto de atualmente, existir um local definido para o produto acabado que facilita bastante o abastecimento, pois as caixas não se encontram no meio do corredor (Figura 72).



Figura 72 - Organização do espaço de trabalho

A aplicação de gestão visual, tem como intuito melhorar o processo de reutilização dos sacos, pois com os locais devidamente identificados torna-se muito mais fácil fazer a sua separação.

A Figura 73, representa o antes e depois da colocação das etiquetas nos contentores que recebem os sacos das linhas. É visível a grande diferença nas cores e no facto dos sacos pequenos, médios e grandes passarem a ter destaque o que facilita a identificação do contentor.



Figura 73 - Antes e depois da colocação das etiquetas

Nas lonas do SAEC, para onde estes sacos são transportados, foram colocadas as mesmas etiquetas, como se observa na Figura 74.



Figura 74 - Antes e depois da aplicação das etiquetas nas lonas

6.7 Síntese dos resultados

Os resultados reais ou previstos referentes às propostas de melhoria implementadas e propostas, encontram-se resumidos na Tabela 33. De salientar que existem também melhorias bastante significativas para as quais os resultados não são quantificáveis, mas que permitiram a criação de um conforto e estabilidade no trabalho que não era visível.

Tabela 33 - Síntese dos resultados

Proposta de Melhoria	Resultado	Ganho (%)
Reorganização dos componentes	Aumento da área de trabalho	100
Proposta de um novo <i>layout</i>	Aumento e organização do espaço de trabalho	42
	Diminuição da distância ao armazém	36
	Diminuição da distância às linhas	67
Nova estratégia de trabalho	Diminuição do tempo de deslocação – etiqueta 99	100
	Diminuição do tempo de deslocação – recolher lote	60
	Aumento do número de caixas recolhidas	43
Segundo <i>picking</i>	Eliminação das ordens incompletas	100
Restrições nas estradas no SAEC	Diminuição das trocas de componentes	5
Sistema <i>pick to light</i>	Eliminação total das trocas de componentes	100
Novo carrinho de abastecimento	Aumento do número de caixas transportadas por viagem	33

7. CONCLUSÕES E TRABALHO FUTURO

No presente capítulo são apresentadas as principais conclusões retiradas deste projeto, bem como o trabalho futuro.

7.1 Considerações finais

Concluída a dissertação, verifica-se que os objetivos iniciais foram cumpridos. O projeto tinha como objetivo a melhoria do processo de abastecimento interno usando princípios *Lean Thinking*, sendo que o principal problema estava no SAEC, que é o pilar de todo o abastecimento interno. Apesar de nem todas as propostas terem sido implementadas, as melhorias no SAEC são bastante visíveis, estando, por conseguinte, o processo de abastecimento muito mais fluído e controlado.

Tendo em conta os objetivos definidos inicialmente, o primeiro passo focou-se na análise do sistema de abastecimento, desde o armazém até às linhas de produção, sendo que a maior parte da análise se centrou no SAEC. O SAEC foi analisado ao pormenor, de forma a entender o que lá era feito e a forma como era feito, pois só assim foi possível identificar os vários problemas e desperdícios.

Em relação ao problema apresentado relativamente à localização inadequado dos componentes, com a realização da análise ABC foi possível identificar locais estratégicos para os 1476 componentes, o que permitiu um ganho de espaço de 0,8m², que viria a servir como área para a colocação de produto acabado que era inexistente até então. A alocação dos componentes às novas localizações foi parte do processo de reestruturação do SAEC. Com a reestruturação foi também possível minimizar as deslocações incorridas no processo de recolha do lote pronto, e também a eliminação das deslocações correspondentes ao levar etiqueta 99, resultando em ganhos de 60% e 100%, respetivamente.

A mudança de *layout* foi o ponto principal desta reestruturação, uma vez que permitiu melhorar as condições de trabalho para as operárias através do ganho no espaço de trabalho em 4,88m². Este ganho possibilitou uma maior organização do espaço de trabalho, e permitiu também, a diminuição das distâncias desde a área principal de trabalho do SAEC tanto para o armazém como para as linhas de produção, em 5 metros e 8 metros, respetivamente.

Com o novo *layout*, vem a implementação de um método de trabalho sólido, que não existia anteriormente. Este novo método define que o *picking* passa a ser realizado com o auxílio de um carrinho, sendo recolhidas 6 caixas em cada viagem ao invés de 2 ou 3 como anteriormente. Isto

origina um ganho de 51 caixas em cada 30 minutos, sendo importante referir que, não está contabilizado o tempo de contagem dos componentes e o tempo de ensacar. Este novo método permite também que cada operária tenha a sua balança e a sua própria estante de recolha, sem que haja o risco de cruzamentos e constrangimentos. O facto de existir um método de trabalho bem definido, permitiu diminuir o número de operária do SAEC de 8 para 7.

A reestruturação, apesar de necessitar um investimento de 447 UM para a mudança, e de 700 UM para os novos carrinhos de recolha (que ainda não foram adquiridos), prevê-se que tenha como impacto uma redução de custos na ordem dos 2300 UM. Adicionalmente, houve a redução dos custos no SAEC no valor de 1320 UM com a saída da operária que foi alocada a uma outra área. O número de operárias existente atualmente, entende-se como o necessário para a realização do trabalho e, para que o SAEC se mantenha organizado e fluido.

Outro problema identificado, era relativo à falta da normalização no processo de abastecimento do armazém para o SAEC. Através de observações, foi possível identificar que não havia qualquer ciclo de abastecimento definido resultando em quebras de *stock*, havendo a necessidade de as operárias levarem o *kanban* ao armazém incorrendo em desperdícios que resultam em perdas de cerca de 96 UM por mês. Com base numa análise realizada ao consumo das duas caixas dos componentes presentes no SAEC, foi definido e proposto um ciclo de abastecimento de 1 hora em 1 hora, sendo que a proposta não foi implementada à data da escrita da dissertação.

Na análise realizada ao processo de trabalho do SAEC, foi possível identificar um outro problema, sendo este o desequilíbrio entre a quantidades das ordens de produção. Para este problema foi proposta a criação de um supermercado perto da linha que produz estas ordens de produção. Este supermercado permite que os componentes de grande consumo e cujas duas caixas não são suficientes, estejam sempre perto da linha (eliminando as roturas de *stock* no SAEC que incorrem em várias deslocações desnecessárias).

No processo de abastecimento foi identificado outro problema, bastante frequente, que era relativo a erros de abastecimento. Quanto à troca de componentes, o sistema piloto *pick to light* pretende eliminar estes erros e, para além disso, permitir a implementação de medidas de cálculo da eficiência individual no SAEC (algo bastante ambicionado pela empresa e também um dos objetivos desta dissertação). Este sistema encontra-se ainda em fase de implementação, sendo que não se encontra ainda a funcionar e, que apesar de requerer um investimento inicial de 1750 UM, espera-se que o

retorno seja bastante positivo, uma vez que eliminará a troca dos componentes e facilitará o processo de *picking*.

O desenvolvimento de uma nova bancada de trabalho e de um novo carrinho de abastecimento, têm como principal objetivo melhorar as condições de trabalho para as operárias, oferecendo-lhes uma maior qualidade e melhores condições a nível ergonómico que zelem pelo seu bem-estar. O carrinho de abastecimento além de tudo isto, permite ainda minimizar o número de viagens para abastecer as linhas, pois o carrinho tem maior capacidade, levando um maior número de caixas (mais 4 caixas por viagem). Por fim, a aplicação de gestão visual, permitiu tornar o processo de reutilização dos sacos mais simples. Quanto à melhoria da organização aplicando os 5S, foi possível tornar o espaço de trabalho mais limpo e organizado, com as condições de trabalho indicadas e que motivem as operárias nas suas tarefas.

No desenrolar do projeto, a resistência à mudança sentida inicialmente foi um dos principais problemas. Além disso, a falta de espaço foi um dos maiores desafios, pois nem sempre era fácil desenvolver melhorias que se adequassem ao espaço.

Finalmente, a nível pessoal, este projeto permitiu um crescimento e consolidação de competências/conhecimentos da área, que apenas foi possível estando em ambiente industrial e analisando um problema real. Permitiu desenvolver também competências pessoais, a nível da gestão de todo o projeto, da organização do mesmo e principalmente na relação com os outros.

7.2 Trabalho futuro

Como trabalho futuro, é sugerido que o consumo dos componentes seja controlado regularmente, uma vez que é algo incerto e em constante mudança, por isso é necessário que sejam realizadas análises ABC frequentemente para evitar que a disposição dos componentes volte à situação inicial. É também necessário que, quando as bancadas de trabalho forem implementadas, seja aplicado novamente o método RULA para se entender se o objetivo foi realmente cumprido.

Quanto ao abastecimento ao SAEC, é necessário que este seja normalizado tal como proposto, para que as roturas sejam evitadas e o SAEC possa funcionar em pleno.

O supermercado junto à linha 2780 é algo que também deve ser implementado, porque trará bastantes benefícios para o SAEC.

Melhoria do processo de abastecimento interno usando princípios *Lean Thinking* numa empresa de produção de cablagens

Por fim, a implementação da eficiência individual é algo bastante desejado e por isso é necessário que quando o sistema *pick to light* estiver a funcionar que este seja o próximo passo.

Sugere-se ainda que a melhoria contínua seja algo mais presente na cultura da empresa, pois só assim é possível melhorar a organização do espaço de trabalho que é algo que carece de atenção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A., H. M., A., M. J. W., V., M. G., & Monenegro, Y. (2011). Aplicación de metodologías de distribución de plantas para la configuración de un centro de distribución. *Scientia et Technica*, (49), 63–68.
- Abushaikha, I., Salhieh, L., & Towers, N. (2018). Improving distribution and business performance through lean warehousing. *International Journal of Retail & Distribution Management*, 46(8), 780–800.
- Aguado, S., Alvarez, R., & Domingo, R. (2013). Model of efficient and sustainable improvements in a lean production system through processes of environmental innovation. *Journal of Cleaner Production*, 47, 141–148. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.11.048>
- Al-Hawari, T., & Aqlan, F. (2012). A software application for E-Kanban-based WIP control in the aluminium industry. *International Journal Modelling in Operations Management*, 2, 119–137. <https://doi.org/10.1504/IJMOM.2012.046336>
- Alves, A. C. (2007). *Projecto Dinâmico de Sistema de Produção Orientados ao Produto*. Universidade do Minho.
- Amaro, P., Alves, A. C., & Sousa, R. M. (2019). Lean Thinking : A Transversal and Global Management Philosophy to Achieve Sustainability Benefits. *Lean Engineering for Global Development*, 1–31.
- Antunes, D. L., Sousa, S. D., & Nunes, E. (2013). Using Project Six Sigma and Lean Concepts in Internal Logistics. In *World Congress on Engineering* (Vol. I). London.
- Arezes, P. M., Carvalho, J. D., & Alves, A. C. (2015). Workplace ergonomics in lean production environments : A literature review. *Work*, 52, 57–70. <https://doi.org/10.3233/WOR-141941>
- Arunagiri, P., & Gnanavelbabu, A. (2014). Identification of High Impact Lean Production Tools in Automobile Industries using Weighted Average Method. *Procedia Engineering*, 97, 2072–2080. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.450>
- Baudin, M. (2004). *Lean Logistics: the nuts and bolts of delivering materials and goods*. NY: Productivity Press.
- Botti, L., Mora, C., & Regattieri, A. (2017). Integrating ergonomics and lean manufacturing principles in a hybrid assembly line. *Computers & Industrial Engineering*, 111, 481–491. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2017.05.011>
- Bragança, S., Alves, A., Costa, E., & Sousa, R. (2013). THE USE OF LEAN TOOLS TO IMPROVE THE PERFORMANCE OF AN ELEVATORS COMPANY. In *Conference on Integrity, Reliability and Failure*

(pp. 1–8).

- Brar, G. S., & Saini, G. (2011). Milk Run Logistics : Literature Review and Directions. *Proceedings of the World Congress on Engineering, I*.
- Bulej, V., Stoianovici, G. V., & Poppeova, V. (2011). MATERIAL FLOW IMPROVEMENT IN AUTOMATED ASSEMBLY LINES USING LEAN LOGISTICS. In *Annals of DAAAM and Proceedings of the International DAAAM Symposium* (Vol. 22, pp. 253–254).
- Carvalho, J., Guedes, A., Arantes, A., Martins, A., Póvoa, A., Luís, C., ... Ramos, T. (2017). *Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento*. (E. Silabo, Ed.) (2ªEdição).
- Coimbra, E. A. (2009). *Total Flow Management*. Kaizen Institute.
- Coimbra, E. A. (2013). *Kaizen in Logistics and Supply Chains*. (MCGRAW-HILL EDUCATION-EUROPE, Ed.).
- Costa, L. G. da, & Arezes, P. M. (2005). *ergonomia e antropometria : conceitos básicos e aplicação*.
- Costa, L. F. T. G., & Arezes, P. M. F. . (2016). *Introdução ao estudo do trabalho* (Vol. 11).
- Coughlan Paul, & Coughlan David. (2002). Action research for operations management. *International Journal of Operations & Production Management*, 22(2), 220–240.
- CSCMP. (2010). *SUPPLY CHAIN and LOGISTICS TERMS and GLOSSARY*.
- Dailey, K. W. (2003). *The Lean Manufacturing Pocket Handbook*. United States of America.
- El-Namrouty, K. A., & Abushaaban, M. S. (2013). Seven wastes elimination targeted by lean manufacturing case study “ gaza strip manufacturing firms ”. *International Journal of Economics, Finance and Management Sciences*, 1(2), 68–80.
<https://doi.org/10.11648/j.ijefm.20130102.12>
- Filip, F., & Klein, V. M. Ā. R. Ā. S. C. U. (2010). Management of internal and external logistics flow of materials. *Recent*, 11(29), 101–104.
- Fullerton, R. R., & Mcwatters, C. S. (2001). The production performance benefits from JIT implementation. *Journal of Operations Management*, 19, 81–96.
- Giménez, C., & Ventura, E. (2005). LOGISTICS-PRODUCTION , LOGISTICS-MARKETING AND EXTERNAL INTEGRATION : THEIR IMPACT ON PERFORMANCE. *Internation Journal of Operations & Production Management*, 20–38.
- Gotthardt, S., Hulla, M., Eder, M., Karre, H., & Ramsauer, C. (2019). Digitalized milk-run system for a learning factory assembly line. *Procedia Manufacturing*, 31, 175–179.
<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.03.028>
- Hendrick, H. W. (2003). Determining the cost – benefits of ergonomics projects and factors that lead to

- their success. *Applied Ergonomics*, 34, 419–427. [https://doi.org/10.1016/S0003-6870\(03\)00062-0](https://doi.org/10.1016/S0003-6870(03)00062-0)
- Hines, P., Holweg, M., & Rich, N. (2004). Learning to Evolve : A Review of Contemporary Lean Thinking. *International Journal of Operations & Management*, (December 2015), 994–1009. <https://doi.org/10.1108/01443570410558049>
- International Ergonomics Association. (2019). Definition and Domains of Ergonomics. Retrieved June 25, 2019, from <https://iea.cc/whats/index.html>
- Jiménez, M., Romero, L., Domínguez, M., & Espinosa, M. del M. (2015). 5S methodology implementation in the laboratories of an industrial engineering university school. *Safety Science*, 78(OCTOBER), 163–172. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2015.04.022>
- Jones, D. T., Hines, P., & Rich, N. (1997). Lean logistics. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 27(3/4), 153–173.
- Kundu, K., Rossini, M., & Portioli-staudacher, A. (2019). A study of a kanban based assembly line feeding system through integration of simulation and particle swarm optimization. *International Journal of Industrial Engineering Computations*, 10, 421–442. <https://doi.org/10.5267/j.ijiec.2018.12.001>
- Lee, Q., P.E, & Nelson, W. (2010). Ergonomics in Lean Manufacturing. *Strategos, Inc*, 11.
- Liker, K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. (McGraw-Hill, Ed.).
- Maia, L. C., Alves, A. C., & Leão, C. P. (2012). DESIGN OF A LEAN METHODOLOGY FOR AN ERGONOMIC AND SUSTAINABLE WORK IN TEXTILE AND GARMENT INDUSTRY. *Proceedings of the ASME 2012 International Mechanical Engineering Congress & Exposition*, 1–10.
- Mcatamney, L., & Corlett, E. N. (1993). RULA : a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Applied Ergonomics*, 24(2), 91–99.
- Melton, T. (2005). The Benefits of Lean Manufacturing. *Institution of Chemical Engineers*, (June), 662–673. <https://doi.org/10.1205/cherd.04351>
- Monden, Y. (1998). *Toyota Production System: an integrated approach to just-in-time*. Norcross: Institute of Industrial Engineers.
- Murthy, R., & Hales, L. (2009). *Systematic Layout Planning* (Fourth). Management & Industrial Research Publications.
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. (P. Press, Ed.). New York.
- Pavnaskar, S. J., Gershenson, J. K., & Jambekar, A. B. (2003). Classification scheme for lean

- manufacturing tools. *International Journal of Production Research*, 41(13), 3075–3090.
<https://doi.org/10.1080/0020754021000049817>
- Pinto, J. P. (2008). *Lean Thinking - Introdução ao pensamento magro*. Comunidade Lean Thinking.
- Raikar, N. A., & Kattimani, P. (2015). Use of Spaghetti Diagram for Identification and Elimination of Waste Movements in Shop Floor for OEE Improvement : A Case Study. *International Journal of Engineering Research & Technology*, 4(05), 1145–1149.
- Rocha, G., Alves, A. C., & Braga, F. (2011). Implementação de um Sistema Pull numa Linha de Montagem de Componentes Electrónicos. In *International Conference of Manufacturing Engineering and Engineering Management* (pp. 1–13). London.
- Sali, M., & Sahin, E. (2016). Line feeding optimization for Just in Time assembly lines : an application to the automotive industry. *International Journal of Production Economics*, 174, 54–76.
<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.01.009>
- Sembiring, A. C., Biduman, I., Mardhatillah, A., Tarigan, U. P., & Jawira, A. (2018). An application of corelap algorithm to improve the utilization space of the classroom. *Journal of Physics: Conference Series*.
- Senderská, K., Mares, A., & Václav, S. (2017). Spaghetti diagram application for worker's movement analysis. *U.P.B. Sci. Bull*, 79(1), 1454–2358.
- Shahabudeen, P., & Sivakumar, G. D. (2008). Algorithm for the design of single-stage adaptive kanban system. *Computers & Industrial Engineering*, 54, 800–820.
<https://doi.org/10.1016/j.cie.2007.10.017>
- Silva, A. L., & Santana, A. B. (2005). A dinâmica das ferramentas de programação e controle da produção - kanban e quadros de programação. *XII SIMPEP*.
- Slack, N., Chambers, S., & Johnston, R. (2002). *Administração da produção*. (A. S.A., Ed.) (2ª).
- Sousa, P. T. (2012). Logística interna: o princípio da logística organizacional está na administração dos recursos materiais e patrimoniais (ARMP). *Revista Científica FacMais*, 2, 126–139.
- Stevenson, W. (2005). *Operations Management*.
- Susman, G. I., & Evered, R. D. (1978). An Assessment of the Scientific Merits of Action Research. *Administrative Science Quarterly*, 23(4), 582–603. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/2392581> .
- Tezel, A., Koskela, L., & Tzortzopoulos, P. (2009). The Functions of Visual Management.
- Thangarajoo, Y., & Smith, A. (2015). Lean Thinking : An Overview. *Industrial Engineering & Management*, (September), 1–6. <https://doi.org/10.4172/2169-0316.1000159>

- Tomelin, M., & Colmenero, J. C. (2010). Método para definição de layout em sistemas job-shop baseado em dados históricos. *Produção*, 20, 274–289. <https://doi.org/10.1590/S0103-65132010005000026>
- Turkulainen, V., Roh, J., Whipple, J. M., & Swink, M. (2017). Managing Internal Supply Chain Integration : Integration Mechanisms and Requirements. *Journal of Business Logistics*, (August), 1–20. <https://doi.org/10.1111/jbl.12165>
- Váncza, J., Monostori, L., Lutters, D., Kumara, S. R., Tseng, M., Valckenaers, P., & Brussel, H. Van. (2011). CIRP Annals - Manufacturing Technology Cooperative and responsive manufacturing enterprises. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, 60(2), 797–820. <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2011.05.009>
- Vicente, S., Alves, A. C., Carvalho, M. S., & Costa, N. (2015). Business Sustainability through Employees Involvement: A Case Study. In *FME Transactions* (Vol. 43, pp. 362–369). <https://doi.org/10.5937/fmet1504362V>
- Vukadinovic, S., Macuzic, I., DJapan, M., & Milosevic, M. (2018). Early management of human factors in lean industrial systems. *Safety Science*, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2018.10.008>
- Wahab, A. N. A., Mukhtar, M., & Sulaiman, R. (2013). A Conceptual Model of Lean Manufacturing Dimensions. *The 4th International Conference on Electrical Engineering and Informatics*, (June 2015), 1292–1298. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2013.12.327>
- Womack, J., Jones, D., & Roos, D. (1990). *The Machine that Changed the World*. New York: Macmillan Publishing Company.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. New York.
- Wronka, A. (2016). LEAN LOGISTICS. *Journal of Positive Management*, 7(2), 55–63. <https://doi.org/10.12775/JPM.2016.012>
- Yang, T., & Kuo, C. (2003). A hierarchical AHP / DEA methodology for the facilities layout design problem. *European Journal of Operations Research*, 147, 128–136.
- You, Z., & Jiao, Y. (2014). Development and Application of Milk-Run Distribution Systems in the Express Industry Based on Saving Algorithm. *Mathematical Problems in Engineering*, p. 6.

APÊNDICES

APÊNDICE I – ANÁLISE ABC SAEC – CONSUMOS DO ANO 2018

Na Tabela 34, está presente parte da análise ABC realizada aos consumos dos componentes de janeiro a dezembro, no ano de 2018.

Apenas estão representados os artigos referentes à classe A, uma vez que se entende serem suficientes para demonstrar a análise realizada. De referir que na coluna “Estante”, presente na tabela, as cores apenas pretendem diferenciar o tamanho da caixa de modo a facilitar a análise, sendo que o azul corresponde a caixa pequena e o roxo a caixa grande.

Tabela 34 - Análise ABC dos consumos de 2018

Artigo	Estante	Coluna	Fila	Qtd. Consumida	% Qtd.	% Acumulada Qtd.	% Prod.	% Acumulada Prod.	Classe
499161900	1	62	4	399782	8,42	8,42	0,07	0,07	A
492218303	5	17	11	295966	6,23	14,66	0,07	0,14	
498084500	5	13	2	295239	6,22	20,88	0,07	0,21	
498084350	1	65	2	145894	3,07	23,95	0,07	0,28	
492022101	1	54	4	118831	2,50	26,45	0,07	0,34	
418481560	1	25	5	96052	2,02	28,48	0,07	0,41	
498109010	1	80	2	79622	1,68	30,15	0,07	0,48	
498108820	1	50	3	75869	1,60	31,75	0,07	0,55	
p00102450	5	13	7	56769	1,20	32,95	0,07	0,62	
492154010	1	62	6	50329	1,06	34,01	0,07	0,69	
491114200	5	13	6	48221	1,02	35,02	0,07	0,76	
492000080	5	14	4	43848	0,92	35,95	0,07	0,83	
492221320	5	6	3	42157	0,89	36,83	0,07	0,89	
492002123	5	5	5	42013	0,89	37,72	0,07	0,96	
418522900	1	73	4	38818	0,82	38,54	0,07	1,03	
418481530	1	79	1	36159	0,76	39,30	0,07	1,10	
490000059	5	12	5	33695	0,71	40,01	0,07	1,17	
498084360	1	67	2	33311	0,70	40,71	0,07	1,24	
492109130	5	14	9	29887	0,63	41,34	0,07	1,31	
498108720	2	13	5	28614	0,60	41,94	0,07	1,38	
418469900	1	47	4	28083	0,59	42,53	0,07	1,44	
418481900	1	61	7	27817	0,59	43,12	0,07	1,51	
493022210	3	7	9	27673	0,58	43,70	0,07	1,58	
492002107	5	28	10	27132	0,57	44,28	0,07	1,65	
418076000	1	95	7	27008	0,57	44,84	0,07	1,72	
P00035108	1	25	1	26969	0,57	45,41	0,07	1,79	
418481566	1	64	2	26675	0,56	45,97	0,07	1,86	
483402909	2	33	5	24202	0,51	46,48	0,07	1,93	
p00102527	1	45	3	24187	0,51	46,99	0,07	1,99	
491120301	1	52	6	22993	0,48	47,48	0,07	2,06	
491136430	1	36	1	22795	0,48	47,96	0,07	2,13	
492260101	5	14	8	22743	0,48	48,44	0,07	2,20	
p00110291	1	55	5	22720	0,48	48,92	0,07	2,27	
418006910	1	64	4	21291	0,45	49,36	0,07	2,34	
418932610	1	70	5	20408	0,43	49,79	0,07	2,41	
499213030	1	55	4	20270	0,43	50,22	0,07	2,48	
483400323	1	26	7	19784	0,42	50,64	0,07	2,54	
418089900	1	43	3	18901	0,40	51,04	0,07	2,61	
498300920	2	42	5	17955	0,38	51,41	0,07	2,68	
498099106	1	54	3	16333	0,34	51,76	0,07	2,75	
p00010890	2	2	5	16243	0,34	52,10	0,07	2,82	
498300010	2	42	4	16091	0,34	52,44	0,07	2,89	

491120501	2	11	6	15536	0,33	52,77	0,07	2,96
418481580	1	62	5	15294	0,32	53,09	0,07	3,03
492142209	5	14	10	15131	0,32	53,41	0,07	3,09
418481590	2	27	2	14956	0,32	53,72	0,07	3,16
492235900	5	29	8	14782	0,31	54,03	0,07	3,23
418808900	1	42	6	14770	0,31	54,35	0,07	3,30
492197541	1	71	5	13927	0,29	54,64	0,07	3,37
490100430	2	38	1	13280	0,28	54,92	0,07	3,44
418481510	1	79	3	13063	0,28	55,19	0,07	3,51
418500650	1	68	4	12644	0,27	55,46	0,07	3,58
418134200	1	22	4	12326	0,26	55,72	0,07	3,65
418932720	1	29	4	12265	0,26	55,98	0,07	3,71
p00111371	1	19	7	12245	0,26	56,24	0,07	3,78
492124200	2	25	6	12209	0,26	56,49	0,07	3,85
492152800	2	38	7	12098	0,25	56,75	0,07	3,92
418913480	1	42	4	12094	0,25	57,00	0,07	3,99
418112136	2	15	2	12006	0,25	57,26	0,07	4,06
418690077	2	5	5	11173	0,24	57,49	0,07	4,13
P00111372	2	32	1	11161	0,24	57,73	0,07	4,20
418479200	1	30	6	11074	0,23	57,96	0,07	4,26
498019870	2	42	3	10702	0,23	58,18	0,07	4,33
498301010	1	70	4	10676	0,22	58,41	0,07	4,40
418999920	2	40	3	10569	0,22	58,63	0,07	4,47
p00111373	1	17	1	10464	0,22	58,85	0,07	4,54
480010530	1	38	4	10276	0,22	59,07	0,07	4,61
480014372	1	18	3	9570	0,20	59,27	0,07	4,68
492182806	5	32	2	9496	0,20	59,47	0,07	4,75
418932830	1	64	3	9110	0,19	59,66	0,07	4,81
418547210	1	63	3	8943	0,19	59,85	0,07	4,88
492197542	2	33	6	8863	0,19	60,04	0,07	4,95
492158700	2	30	6	8841	0,19	60,22	0,07	5,02
497069210	1	60	1	8746	0,18	60,41	0,07	5,09
P00106575	2	46	1	8634	0,18	60,59	0,07	5,16
p00149508	5	5	8	8523	0,18	60,77	0,07	5,23
483402040	1	49	1	8464	0,18	60,95	0,07	5,30
492032020	5	2	11	8366	0,18	61,12	0,07	5,36
p00102730	2	41	6	8288	0,17	61,30	0,07	5,43
492068800	2	42	2	8159	0,17	61,47	0,07	5,50
498098600	1	65	4	8148	0,17	61,64	0,07	5,57
498300960	1	96	2	8138	0,17	61,81	0,07	5,64
418547840	1	58	2	8059	0,17	61,98	0,07	5,71
418481330	1	79	2	8004	0,17	62,15	0,07	5,78
418479100	1	29	6	7933	0,17	62,32	0,07	5,85
418035460	1	81	3	7927	0,17	62,49	0,07	5,91
P00145865	3	15	10	7843	0,17	62,65	0,07	5,98
418541000	1	39	4	7597	0,16	62,81	0,07	6,05
418991430	2	4	2	7589	0,16	62,97	0,07	6,12
418481840	2	29	3	7553	0,16	63,13	0,07	6,19

418481720	2	14	2	7541	0,16	63,29	0,07	6,26
p00033093	5	33	10	7388	0,16	63,44	0,07	6,33
418991420	2	4	1	7376	0,16	63,60	0,07	6,40
499137220	3	16	2	7243	0,15	63,75	0,07	6,46
492211500	5	38	11	7163	0,15	63,90	0,07	6,53
p00033095	5	34	11	7151	0,15	64,05	0,07	6,60
418005811	1	49	4	7144	0,15	64,20	0,07	6,67
418933070	1	45	6	7015	0,15	64,35	0,07	6,74
p00360244	2	43	5	6925	0,15	64,50	0,07	6,81
492197543	1	68	6	6742	0,14	64,64	0,07	6,88
418008800	1	40	7	6643	0,14	64,78	0,07	6,95
492197520	1	61	2	6624	0,14	64,92	0,07	7,02
418481572	5	30	8	6418	0,14	65,06	0,07	7,08
418932620	1	94	2	6373	0,13	65,19	0,07	7,15
492182710	5	12	3	6276	0,13	65,32	0,07	7,22
418481200	1	26	1	6275	0,13	65,45	0,07	7,29
418073000	5	4	11	6273	0,13	65,59	0,07	7,36
418932840	1	72	6	6197	0,13	65,72	0,07	7,43
p00011470	5	17	7	6155	0,13	65,85	0,07	7,50
p00006629	1	25	2	6152	0,13	65,98	0,07	7,57
498003110	3	9	9	6119	0,13	66,10	0,07	7,63
p00042837	2	38	4	6107	0,13	66,23	0,07	7,70
499186594	5	34	6	6100	0,13	66,36	0,07	7,77
p00127113	5	4	2	6028	0,13	66,49	0,07	7,84
418018902	5	1	10	6015	0,13	66,62	0,07	7,91
418913190	1	34	2	5940	0,13	66,74	0,07	7,98
p00106568	2	45	5	5872	0,12	66,86	0,07	8,05
492131600	5	14	7	5868	0,12	66,99	0,07	8,12
492101010	1	58	6	5858	0,12	67,11	0,07	8,18
P00102444	5	13	5	5763	0,12	67,23	0,07	8,25
498301000	2	42	6	5757	0,12	67,35	0,07	8,32
p00105093	2	42	7	5707	0,12	67,47	0,07	8,39
418945520	2	41	4	5706	0,12	67,59	0,07	8,46
p00119715	2	45	7	5706	0,12	67,71	0,07	8,53
p00110321	2	2	1	5680	0,12	67,83	0,07	8,60
p00361929	1	40	4	5653	0,12	67,95	0,07	8,67
418481370	1	76	3	5649	0,12	68,07	0,07	8,73
492101050	2	19	6	5636	0,12	68,19	0,07	8,80
418478900	2	46	7	5516	0,12	68,31	0,07	8,87
P00102448	5	13	3	5467	0,12	68,42	0,07	8,94
492197510	5	17	10	5334	0,11	68,53	0,07	9,01
p00106583	2	44	1	5248	0,11	68,65	0,07	9,08
492227600	1	62	3	5223	0,11	68,76	0,07	9,15
480014373	1	18	7	5212	0,11	68,87	0,07	9,22
498098606	1	64	1	5206	0,11	68,97	0,07	9,28
492197550	3	16	5	5193	0,11	69,08	0,07	9,35
418947900	2	8	7	5189	0,11	69,19	0,07	9,42
418481800	2	28	3	5179	0,11	69,30	0,07	9,49

492649730	1	63	5	5141	0,11	69,41	0,07	9,56
492197500	5	19	3	5133	0,11	69,52	0,07	9,63
492213721	1	40	1	5065	0,11	69,63	0,07	9,70
418500670	2	5	2	5045	0,11	69,73	0,07	9,77
499130900	1	69	3	5035	0,11	69,84	0,07	9,83
p00102825	5	34	8	4996	0,11	69,94	0,07	9,90
492197590	2	35	6	4986	0,11	70,05	0,07	9,97
492193900	5	12	2	4963	0,10	70,15	0,07	10,04
p00163532	2	26	7	4932	0,10	70,26	0,07	10,11
418481570	2	24	5	4913	0,10	70,36	0,07	10,18
492152970	1	70	6	4900	0,10	70,46	0,07	10,25
p00111079	1	19	6	4855	0,10	70,57	0,07	10,32
418112131	2	39	4	4842	0,10	70,67	0,07	10,39
418500660	1	19	2	4779	0,10	70,77	0,07	10,45
492142201	5	32	3	4773	0,10	70,87	0,07	10,52
418972500	1	75	1	4752	0,10	70,97	0,07	10,59
p00112203	1	54	5	4709	0,10	71,07	0,07	10,66
p00102575	5	34	1	4707	0,10	71,17	0,07	10,73
418131300	1	49	2	4689	0,10	71,27	0,07	10,80
499131310	1	50	5	4688	0,10	71,36	0,07	10,87
p00150648	2	30	4	4668	0,10	71,46	0,07	10,94
418140570	1	83	6	4636	0,10	71,56	0,07	11,00
498084200	1	65	1	4590	0,10	71,66	0,07	11,07
418316100	5	34	3	4587	0,10	71,75	0,07	11,14
418013400	1	76	2	4547	0,10	71,85	0,07	11,21
p00149380	1	20	1	4546	0,10	71,95	0,07	11,28
418817101	5	5	2	4546	0,10	72,04	0,07	11,35
418479600	1	86	6	4504	0,09	72,14	0,07	11,42
P00089564	3	2	5	4469	0,09	72,23	0,07	11,49
492197400	1	72	4	4455	0,09	72,32	0,07	11,55
p00149378	5	25	1	4452	0,09	72,42	0,07	11,62
492197700	1	88	7	4439	0,09	72,51	0,07	11,69
492155010	1	34	1	4430	0,09	72,61	0,07	11,76
p00010918	5	33	1	4412	0,09	72,70	0,07	11,83
418187701	5	14	2	4375	0,09	72,79	0,07	11,90
418500680	2	37	3	4301	0,09	72,88	0,07	11,97
492152920	1	83	3	4299	0,09	72,97	0,07	12,04
499130910	1	72	7	4282	0,09	73,06	0,07	12,10
492213750	5	14	3	4282	0,09	73,15	0,07	12,17
p00121123	1	54	1	4265	0,09	73,24	0,07	12,24
418613600	1	43	4	4247	0,09	73,33	0,07	12,31
418156250	5	7	7	4235	0,09	73,42	0,07	12,38
490000111	3	6	3	4208	0,09	73,51	0,07	12,45
418950670	5	26	9	4194	0,09	73,60	0,07	12,52
p00035402	5	3	4	4175	0,09	73,69	0,07	12,59
418481760	2	10	5	4167	0,09	73,77	0,07	12,65
418615200	2	18	7	4146	0,09	73,86	0,07	12,72
418808901	1	44	2	4129	0,09	73,95	0,07	12,79

418588207	1	25	3	4126	0,09	74,03	0,07	12,86
418512010	2	41	1	4116	0,09	74,12	0,07	12,93
418479000	2	13	3	4089	0,09	74,21	0,07	13,00
p00110322	5	28	1	4088	0,09	74,29	0,07	13,07
499200440	1	83	5	4048	0,09	74,38	0,07	13,14
418041140	1	18	1	4029	0,08	74,46	0,07	13,20
418679200	1	48	2	4021	0,08	74,55	0,07	13,27
418575300	1	39	7	4021	0,08	74,63	0,07	13,34
492101020	1	50	4	4019	0,08	74,72	0,07	13,41
418745680	2	44	5	4003	0,08	74,80	0,07	13,48
492128610	1	86	5	4002	0,08	74,89	0,07	13,55
P00105492	1	44	5	3958	0,08	74,97	0,07	13,62
499213020	2	30	7	3928	0,08	75,05	0,07	13,69
499213040	2	9	7	3915	0,08	75,13	0,07	13,76
P00126976	2	30	2	3888	0,08	75,22	0,07	13,82
418111500	1	37	5	3871	0,08	75,30	0,07	13,89
418087204	5	35	3	3825	0,08	75,38	0,07	13,96
p00108569	1	19	4	3822	0,08	75,46	0,07	14,03
p00102802	5	9	6	3747	0,08	75,54	0,07	14,10
480010540	1	48	1	3696	0,08	75,62	0,07	14,17
p00111365	1	22	5	3691	0,08	75,69	0,07	14,24
418226610	1	82	4	3691	0,08	75,77	0,07	14,31
418481700	1	31	6	3670	0,08	75,85	0,07	14,37
P00004836	1	79	5	3667	0,08	75,93	0,07	14,44
418480940	1	74	3	3656	0,08	76,00	0,07	14,51
418720407	1	80	7	3654	0,08	76,08	0,07	14,58
P00131076	5	6	6	3654	0,08	76,16	0,07	14,65
490100610	1	40	5	3650	0,08	76,23	0,07	14,72
p00115567	5	7	4	3642	0,08	76,31	0,07	14,79
P00113459	1	55	2	3576	0,08	76,39	0,07	14,86
499142020	2	40	6	3558	0,07	76,46	0,07	14,92
418914810	2	27	7	3474	0,07	76,53	0,07	14,99
p00361589	2	37	6	3471	0,07	76,61	0,07	15,06
418481420	1	53	6	3447	0,07	76,68	0,07	15,13
499268011	1	34	4	3444	0,07	76,75	0,07	15,20
418547400	1	35	1	3436	0,07	76,82	0,07	15,27
418932940	1	50	7	3381	0,07	76,90	0,07	15,34
418035420	1	83	1	3368	0,07	76,97	0,07	15,41
418479010	2	27	5	3358	0,07	77,04	0,07	15,47
P00123766	2	46	2	3341	0,07	77,11	0,07	15,54
492197610	3	16	4	3325	0,07	77,18	0,07	15,61
418590040	2	41	2	3294	0,07	77,25	0,07	15,68
418282460	5	24	3	3289	0,07	77,32	0,07	15,75
492199210	1	52	5	3278	0,07	77,39	0,07	15,82
418134400	1	59	4	3259	0,07	77,45	0,07	15,89
418983420	2	3	2	3208	0,07	77,52	0,07	15,96
418466190	5	1	1	3201	0,07	77,59	0,07	16,02
492101120	2	9	4	3194	0,07	77,66	0,07	16,09

418002170	2	39	1	3181	0,07	77,72	0,07	16,16
492231670	1	76	4	3168	0,07	77,79	0,07	16,23
418481410	1	76	1	3153	0,07	77,86	0,07	16,30
418466420	3	4	1	3142	0,07	77,92	0,07	16,37
492005730	5	19	7	3136	0,07	77,99	0,07	16,44
418035410	1	45	1	3133	0,07	78,06	0,07	16,51
418625100	1	83	4	3129	0,07	78,12	0,07	16,57
483400902	5	6	4	3119	0,07	78,19	0,07	16,64
492225950	1	94	6	3114	0,07	78,25	0,07	16,71
P00153072	1	95	3	3111	0,07	78,32	0,07	16,78
P00153045	2	41	3	3111	0,07	78,38	0,07	16,85
418718110	1	74	4	3111	0,07	78,45	0,07	16,92
P00132206	5	23	8	3102	0,07	78,51	0,07	16,99
418466027	1	31	2	3065	0,06	78,58	0,07	17,06
418973101	1	25	4	3065	0,06	78,64	0,07	17,13
p00106584	2	44	2	3058	0,06	78,71	0,07	17,19
418862600	1	68	7	3054	0,06	78,77	0,07	17,26
483501700	1	57	3	3053	0,06	78,84	0,07	17,33
418035409	5	9	9	3050	0,06	78,90	0,07	17,40
418720501	5	2	8	3043	0,06	78,96	0,07	17,47
418933060	2	12	1	3037	0,06	79,03	0,07	17,54
492057500	2	45	1	3033	0,06	79,09	0,07	17,61
p00106523	2	45	4	3033	0,06	79,16	0,07	17,68
p00115568	1	59	3	3033	0,06	79,22	0,07	17,74
418466040	5	3	11	3026	0,06	79,28	0,07	17,81
498300990	1	65	5	3020	0,06	79,35	0,07	17,88
418932640	5	4	6	3020	0,06	79,41	0,07	17,95
491125810	2	12	6	3008	0,06	79,47	0,07	18,02
418041101	2	6	2	3003	0,06	79,54	0,07	18,09
492231660	1	49	5	2994	0,06	79,60	0,07	18,16
p00102498	1	67	7	2985	0,06	79,66	0,07	18,23
p00106551	2	43	4	2983	0,06	79,73	0,07	18,29
p00011063	2	44	6	2983	0,06	79,79	0,07	18,36
p00106573	2	43	7	2983	0,06	79,85	0,07	18,43
418848121	5	22	5	2980	0,06	79,92	0,07	18,50
418930807	5	6	11	2953	0,06	79,98	0,07	18,57
499141990	2	12	2	2953	0,06	80,04	0,07	18,64

APÊNDICE II – ESTUDO DOS TEMPOS – LEVAR ETIQUETA AO ARMAZÉM

Um estudo de tempos é uma técnica de medida do trabalho direta e intensiva, que consiste no registo de tempos de execução de uma dada tarefa. É também necessário um número mínimo de observações devido a possíveis variabilidades, devido a: movimentos e ritmo do operador, condições das peças, posições dos utensílios ou ferramentas e erros na cronometragem (L. F. T. G. Costa & Arezes, 2016).

Deste modo, para este estudo, foram realizadas primeiramente um total de 32 observações e verificadas se seriam suficientes, recorrendo à fórmula:

$$N' = \left(\frac{Z \times s}{\varepsilon \times m} \right)^2 \quad (3)$$

N' – número mínimo de observações;

Z – valor da tabela de distribuição normal;

s – desvio padrão da amostra;

ε – precisão;

m – média;

O nível de confiança definido foi de 95% e o valor da precisão foi de $\pm 5\%$. Recorrendo à tabela da distribuição normal, o valor de Z correspondente é de 1,96. Estes valores foram sempre utilizados para todos os estudos de tempos realizados.

Quando calculado o número de observações N' , é importante verificar se este é menor ou maior que as observações previamente realizadas N , caso $N > N'$ é necessário serem realizadas mais observações, caso contrário são suficientes. Os dados obtidos neste caso, foram os presentes nas Tabela 35 e Tabela 36.

Tabela 35 - Estudo de tempos - etiqueta 99

Etiqueta 99		
Observação	Tempo(seg)	Distância percorrida (m)
1	29,4	28
2	27,2	28
3	42,5	28
4	43,2	28
5	28,7	28
6	30,2	28
7	20,8	28
8	31,3	28
9	26,8	28
10	28	28
11	25,2	28
12	34,8	28
13	43,2	28
14	21,3	28
15	23	28
16	21,4	28
17	27,2	28
18	34,6	28
19	25,3	28
20	31,5	28
21	20,5	28
22	26,3	28
23	39,6	28
24	31,2	28
25	18	28
26	21,2	28
27	37,8	28
28	31,5	28
29	29,6	28
30	29,3	28
31	27,8	28
32	31,5	28
Tempo Médio	29,4	
Desvio	6,4	
Nº observações	72,5	>N' (=32)

Tabela 36 - Estudo de tempos - etiqueta 99 (continuação)

33	30,3	28
34	22	28
35	21,3	28
36	35,1	28
37	34	28
38	28,9	28
39	30,3	28
40	17,6	28
41	21,5	28
42	30,3	28
43	20,6	28
44	25,3	28
45	30,2	28
46	27,3	28
47	23,3	28
48	31,8	28
49	16,7	28
50	29,2	28
51	26,6	28
52	34,6	28
53	20,4	28
54	28,9	28
55	21,2	28
56	32,1	28
57	30	28
58	30,9	28
59	20,4	28
60	16,7	28
61	27,1	28
62	30,5	28
63	34,2	28
64	31,7	28
Média/operador	26,9	
Desvio	5,5	
Nº observações	63,2	<N'(=64)
Nº vezes/dia	9,1	
Tempo médio/mês/op		
Segundos	5385,4	
Minutos	89,8	Mensal
Horas	1,5	1h30m/mês
Perda /operador/mês (UM)		11,18

APÊNDICE III – ESTUDO DOS TEMPOS – RECOLHER LOTE PRONTO DO ARMAZÉM

Recorrendo novamente ao estudo dos tempos, agora correspondentes à recolha do lote pronto no armazém foram obtidos os seguintes dados (Tabela 37 e Tabela 38).

Tabela 37 - Estudo de tempos - recolha do lote

Recolher lote pronto		
Observação	Tempo(seg)	Distância percorrida (m)
1	28,9	19,2
2	94,1	19,2
3	70,1	19,2
4	69,2	19,2
5	57,1	20,8
6	98,1	20,8
7	40	17,6
8	36,8	20,8
9	28	17,6
10	34,8	19,2
11	48,8	20,8
12	46,4	19,2
13	47	19,2
14	30,4	17,6
15	73,2	20,8
16	20,4	17,6
17	90,3	19,2
18	77,3	19,2
19	18,4	20,8
20	26,1	19,2
21	44,4	20,8
22	31,7	17,6
23	52,5	19,2
24	32,7	20,8
25	30,1	17,6
26	66,5	19,2
27	78,3	20,8
28	59,7	19,2
29	74,3	20,8
30	20,9	20,8
31	25,7	17,6
32	61,5	20,8
Média/operador	50,4	
Desvio	4,0	
Nº observações	9,8	<N'(=32)

Tabela 38 - Estudo de tempos - recolha do lote (continuação)

Tempo médio/mês/op		
Segundos	8870,4	
Minutos	147,8	Mensal
Horas	2,5	2h30m/mês
Perda / operador/mês (UM)		18,63

APÊNDICE IV – ESTUDO DOS TEMPOS – LEVAR *KANBAN* AO ARMAZÉM

Recorrendo novamente ao estudo dos tempos, foi agora realizado o estudo correspondente à atividade de levar o *kanban* ao armazém, sendo obtidos os seguintes dados (Tabela 39, Tabela 40 e Tabela 41).

Tabela 39 - Estudo de tempos - levar *kanban* ao armazém

Levar <i>Kanban</i> ao armazém		
Observação	Tempo(seg)	Distância percorrida (m)
1	65,6	28
2	12,4	28
3	36,6	8
4	38,4	28
5	67,4	28
6	10,2	22
7	41,2	28
8	49,8	28
9	23,3	24
10	38,1	24
11	26,7	24
12	42,6	28
13	27,3	28
14	28,9	28
15	49,1	24
16	20,6	28
17	68,3	29
18	41,3	28
19	23	8
20	24,6	24
21	13	8
22	26,7	24
23	54	28
24	10,2	28
25	48,7	8
26	32,3	24
27	20,5	24
28	26,4	24
29	37,4	24
30	62,1	29
31	22,9	28
32	44,1	29
Média/operador	35,4	
Desvio	16,3	
Nºobservações	326,4	>N'(=32)

Tabela 40 - Estudo de tempos - levar kanban ao armazém (continuação)

33	15	24
34	36,1	28
35	25,4	28
36	19	8
37	27,9	24
38	32	24
39	27,7	24
40	31,2	29
41	30,5	29
42	34,1	32
43	47	28
44	24,7	28
45	25,3	24
46	22,8	24
47	26	28
48	29,8	22
49	31,1	24
50	33,6	24
51	24,7	22
52	26,1	22
53	34,5	28
54	34,9	28
55	31	28
56	24,3	24
57	14,2	8
58	30,1	22
59	36,2	24
60	22	22
61	37,1	24
62	30,6	28
63	20,1	24
64	18,3	24
Tempo Médio	28,2	
Desvio	6,9	
Nºobservações	91,4	>N'(=64)
65	20,1	8
66	30,7	24
67	27,8	28
68	31,9	28
69	17,6	22
70	22,3	24
71	28,4	28
72	17,8	24
73	20,5	24

Tabela 41 - Estudo de tempos - levar kanban ao armazém (continuação)

74	24,7	22
Média/operador	24,2	
Desvio	5,3	
Nº observações	73,3	<N'(=74)
Nº vezes/dia	10,6	
Tempo médio/mês/op		
Segundos	5643,4	
Minutos	94,1	Mensal
Horas	1,6	1h36m/mês
Perda /operador/mês (UM)	3h12m/mês	

APÊNDICE V – ORDENS DE PRODUÇÃO COM QUANTIDADES SUPERIORES À MÉDIA

A Tabela 42, apresenta todas as referências e respectivas ordens de produção realizadas na linha 2780, de janeiro a março de 2019. A cor igual pretende representar quantidades iguais, o que significa que, apesar do número da ordem ser diferente, se tem a mesma referência terá os mesmos componentes.

Tabela 42 – Ordens de produção correspondentes à linha 2780

Referência	Ordem	Quantidade Ordem
320/09890	179741	400
	180618	400
	180995	300
	181410	400
	181778	400
320/09953	179287	500
	179745	500
	180157	900
	178333	600
	180627	400
	181002	600
	181414	600
	181794	500
	182259	900
182659	1000	
388-4017	179205	402
	179710	402
	180121	402
	178279	402
	180580	500
	180925	402
	181356	498
	181668	402
	182085	402
	182495	402
455-6840	179215	400
	179717	400
	180126	400
	180585	400
	180930	400
	181360	356
	181672	400
	182090	400
182502	300	

APÊNDICE VI – APLICAÇÃO DO MÉTODO RULA

O método RULA pretende avaliar o risco de lesões músculo-esqueléticas para os membros superiores, em tarefas repetitivas e de ciclo curto.

Neste método são avaliados dois grupos, o grupo A, correspondente ao membro superior e pulso e o grupo B, correspondente ao pescoço, tronco e membros inferiores. Para tal, são seguidos um número de passos e atribuídas pontuações, sendo no final obtida uma pontuação total, sendo que esta pontuação indicará se é ou não necessário intervir e a urgência dessa mesma intervenção.

O resultado da análise realizada encontra-se na Figura 75.

RULA – RAPID UPPER LIMB ASSESSMENT

Folha de Avaliação de um Posto de Trabalho, Adaptado de Proformix, RULA Employee Assessment Worksheet

A. ANÁLISE DO MEMBRO SUPERIOR E PULSO

Passo 1: Verificar posição do Braço

Passo 1a: Ajuste
 Caso o ombro esteja levantado: +1
 Caso haja abdução do braço: +1
 Caso os ombros estejam apoiados: -1

Passo 2: Verificar posição do antebraço

Passo 2a: Ajuste
 Caso o antebraço se cruze com a linha central do corpo ou trabalhe na parte lateral: +1

Passo 3: Verificar posição do pulso

Passo 3a: Ajuste
 Caso o pulso esteja flexido lateralmente (abdução ou adução): +1

Passo 4: Rotação do pulso
 Caso haja ligeira rotação: +1
 Caso haja rotação do pulso até próximo do limite: -2

Passo 5: Cálculo da pontuação para a postura na Tabela A
 Utilize os valores dos passos 1 a 4 para encontrar a pontuação para a postura na tabela A

Passo 6: Adicione a pontuação da Utilização Muscular
 Caso a postura seja essencialmente estática: +1
 Caso a postura seja mantida por mais de 1 min ou repetida por mais de 4 x por min: +1

Passo 7: Adicionar pontuação da Carga/Força
 Sem carga ou carga inferior a 2 Kg (intermitente): +0
 Força ou carga de 2 a 10 Kg (intermitente): +1
 Força ou carga de 2 a 10 Kg (estática ou repetida): +2
 Força ou carga com mais de 10 Kg, choques ou aplicação de força de forma repetida: +3

Passo 8: Determinar a linha da tabela C
 A pontuação completa da análise do membro superior/pulso é utilizada para determinar a linha na tabela C

B. ANÁLISE DO PESCOÇO, TRONCO e MEMBROS INFERIORES

Passo 9: Verificar posição do pescoço

Passo 9a: Ajuste
 Caso haja rotação lateral do pescoço: +1
 Caso haja inclinação lateral do pescoço: +1

Passo 10: Verificar posição do tronco

Passo 10a: Ajuste
 Caso haja rotação lateral do tronco: +1
 Caso haja inclinação lateral do tronco: +1

Passo 11: Pernas
 Pernas e pés bem apoiados e em postura bem equilibrada: +1
 Pernas e pés mal apoiados e em postura instável: +2

Tabela A

Braço	Antebraço	Pulso									
		1	2	3	4						
1	rotação	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
	3	2	3	2	3	3	3	3	4	4	4
2	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4
	2	2	2	2	3	3	3	4	4	4	4
	3	2	3	2	3	3	3	4	4	4	5
	4	1	2	3	3	3	4	4	4	5	5
3	1	1	2	3	3	3	4	4	4	5	5
	2	2	3	3	3	4	4	4	5	5	5
	3	2	3	3	3	4	4	4	5	5	5
	4	1	3	4	4	4	4	4	5	5	5
4	1	1	3	4	4	4	4	4	4	5	5
	2	2	3	4	4	4	4	4	5	5	5
	3	3	4	4	4	5	5	5	6	6	6
	4	2	3	4	4	4	4	4	5	5	5
5	1	1	5	5	5	5	5	6	6	6	7
	2	2	5	6	6	6	6	7	7	7	7
	3	3	6	6	6	7	7	7	7	8	8
	4	2	7	8	8	8	8	8	9	9	9
6	1	1	7	7	7	7	8	8	8	9	9
	2	2	7	8	8	8	8	9	9	9	9
	3	3	9	9	9	9	9	9	9	9	9
	4	3	9	9	9	9	9	9	9	9	9

Tabela B

Pescoço	Pernas										
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
1	1	2	1	2	2	3	3	4	4	4	4
2	1	2	2	2	3	4	4	5	5	5	5
3	2	2	2	3	3	4	4	5	5	5	6
4	3	3	3	3	3	4	4	5	5	6	6
5	4	4	4	4	4	4	5	5	6	6	6

Tabela C

	1	2	3	4	5	6	7+
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	4	3	3	3	5	6	6
5	4	4	4	4	5	6	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	5	5	6	6	6	7	7
8+	5	5	6	7	7	7	7

Pontuação Final

5

Figura 75 – Aplicação do método RULA

APÊNDICE VII – ANÁLISE ABC SAEC – CONSUMOS DO ANO 2019

Na Tabela 43, está representada a análise ABC realizada aos consumos dos componentes, de janeiro a dezembro, referentes ao ano de 2019. Na tabela apenas estão presentes os componentes da classe A, devido ao facto de a análise ser bastante extensa e esta representação ser suficiente para se entender o que foi feito, pois o processo foi o mesmo para a classe B e C.

Tabela 43 - Análise ABC consumos ano 2019

Artigo	Estante	Coluna	Fila	Qtd. Consumida	% Qtd.	% Acumulada Qtd.	% Prod.	% Acumulada Prod.	Classe
499161900	1	62	4	405836	9,30	9,30	0,07	0,07	A
498084500	5	13	2	273461	6,27	15,57	0,07	0,15	
498084350	1	65	2	156043	3,58	19,14	0,07	0,22	
492218303	5	17	11	149000	3,41	22,56	0,07	0,29	
492022101	1	54	4	125285	2,87	25,43	0,07	0,37	
418481560	1	25	5	103058	2,36	27,79	0,07	0,44	
P00102444	5	13	5	78506	1,80	29,59	0,07	0,51	
P00102448	5	13	3	72415	1,66	31,25	0,07	0,59	
P00102450	5	13	7	64665	1,48	32,73	0,07	0,66	
498109010	1	80	2	61663	1,41	34,14	0,07	0,73	
492154010	1	62	6	50284	1,15	35,30	0,07	0,81	
492221320	5	6	3	41386	0,95	36,25	0,07	0,88	
492002123	5	5	5	38640	0,89	37,13	0,07	0,95	
418522900	1	73	4	37942	0,87	38,00	0,07	1,03	
418469900	1	47	4	37938	0,87	38,87	0,07	1,10	
418481530	1	79	1	35200	0,81	39,68	0,07	1,17	
490000059	5	12	5	33011	0,76	40,43	0,07	1,25	
418481900	1	61	7	30355	0,70	41,13	0,07	1,32	
492000080	5	14	4	30022	0,69	41,82	0,07	1,39	
P00035108	1	25	1	29853	0,68	42,50	0,07	1,47	
492109130	5	14	9	27158	0,62	43,12	0,07	1,54	
492002107	5	28	10	27116	0,62	43,74	0,07	1,61	
483402909	2	33	5	26975	0,62	44,36	0,07	1,69	
498084360	1	67	2	26765	0,61	44,98	0,07	1,76	
491114200	5	13	6	26669	0,61	45,59	0,07	1,83	
418481566	1	64	2	26225	0,60	46,19	0,07	1,91	
P00110291	1	55	5	25652	0,59	46,78	0,07	1,98	
493022210	3	7	9	24107	0,55	47,33	0,07	2,05	
418006910	1	64	4	23672	0,54	47,87	0,07	2,13	
P00102527	1	45	3	23250	0,53	48,40	0,07	2,20	
418076000	1	95	7	23042	0,53	48,93	0,07	2,27	
499213030	1	55	4	22615	0,52	49,45	0,07	2,35	
418932610	1	70	5	20553	0,47	49,92	0,07	2,42	
498300920	2	42	5	19834	0,45	50,38	0,07	2,49	

418134200	2	32	3	18589	0,43	50,80	0,07	2,57
491136430	1	36	1	18154	0,42	51,22	0,07	2,64
418481590	2	27	2	17958	0,41	51,63	0,07	2,71
P00010890	2	2	5	17782	0,41	52,04	0,07	2,79
418089900	1	43	3	17411	0,40	52,44	0,07	2,86
418808900	1	42	6	17064	0,39	52,83	0,07	2,93
498099106	1	54	3	16773	0,38	53,21	0,07	3,01
492260101	5	14	8	15972	0,37	53,58	0,07	3,08
418481580	1	62	5	15684	0,36	53,94	0,07	3,15
498300010	2	42	4	15619	0,36	54,29	0,07	3,23
483400323	1	26	7	15579	0,36	54,65	0,07	3,30
492142209	5	14	10	13110	0,30	54,95	0,07	3,37
498108820	1	50	3	12960	0,30	55,25	0,07	3,45
P00360244	2	43	5	12753	0,29	55,54	0,07	3,52
418913480	1	42	4	12645	0,29	55,83	0,07	3,60
497069210	1	60	1	12628	0,29	56,12	0,07	3,67
492235900	5	29	8	12529	0,29	56,41	0,07	3,74
492152800	2	38	7	12434	0,28	56,69	0,07	3,82
418479200	1	30	6	11895	0,27	56,96	0,07	3,89
418932720	1	29	4	11456	0,26	57,23	0,07	3,96
P00361929	1	40	4	11079	0,25	57,48	0,07	4,04
499213040	2	9	7	10684	0,24	57,73	0,07	4,11
492124200	2	25	6	10442	0,24	57,97	0,07	4,18
492182806	5	32	2	10185	0,23	58,20	0,07	4,26
498301010	1	70	4	9841	0,23	58,42	0,07	4,33
P00033093	5	33	10	9626	0,22	58,64	0,07	4,40
418999920	2	40	3	9484	0,22	58,86	0,07	4,48
492032020	5	2	11	9398	0,22	59,08	0,07	4,55
491120501	2	11	6	9363	0,21	59,29	0,07	4,62
418035460	1	81	3	9345	0,21	59,51	0,07	4,70
418481720	2	14	2	9105	0,21	59,72	0,07	4,77
418479100	1	29	6	8995	0,21	59,92	0,07	4,84
498098600	1	65	4	8859	0,20	60,12	0,07	4,92
480010530	1	38	4	8776	0,20	60,33	0,07	4,99
418690077	2	5	5	8733	0,20	60,53	0,07	5,06
498300970	5	5	3	8706	0,20	60,72	0,07	5,14
498019870	2	42	3	8667	0,20	60,92	0,07	5,21
418932830	1	64	3	8653	0,20	61,12	0,07	5,28
492158700	2	30	6	8571	0,20	61,32	0,07	5,36
483402040	1	49	1	8473	0,19	61,51	0,07	5,43
P00033095	5	34	11	8439	0,19	61,71	0,07	5,50
P00106575	2	46	1	8233	0,19	61,89	0,07	5,58
498300960	1	96	2	8061	0,18	62,08	0,07	5,65
418933070	1	45	6	7961	0,18	62,26	0,07	5,72
418547210	1	63	3	7926	0,18	62,44	0,07	5,80
491120301	1	52	6	7799	0,18	62,62	0,07	5,87
418541000	1	39	4	7717	0,18	62,80	0,07	5,94
418913190	1	34	2	7707	0,18	62,98	0,07	6,02

498301000	2	42	6	7664	0,18	63,15	0,07	6,09
492211500	5	38	11	7662	0,18	63,33	0,07	6,16
418991420	2	4	1	7592	0,17	63,50	0,07	6,24
418991430	2	4	2	7592	0,17	63,67	0,07	6,31
418481840	2	29	3	7570	0,17	63,85	0,07	6,38
418932620	1	94	2	7480	0,17	64,02	0,07	6,46
P00042837	2	38	4	7311	0,17	64,19	0,07	6,53
498108510	5	22	4	7273	0,17	64,35	0,07	6,60
492182710	5	12	3	7130	0,16	64,52	0,07	6,68
418547840	1	58	2	7130	0,16	64,68	0,07	6,75
P00127113	5	4	2	7083	0,16	64,84	0,07	6,82
499186594	5	34	6	6974	0,16	65,00	0,07	6,90
498003110	3	9	9	6952	0,16	65,16	0,07	6,97
498108720	2	13	5	6868	0,16	65,32	0,07	7,04
418481800	2	28	3	6749	0,15	65,47	0,07	7,12
P00106568	2	45	5	6698	0,15	65,63	0,07	7,19
P00102825	5	34	8	6675	0,15	65,78	0,07	7,26
418932840	1	72	6	6629	0,15	65,93	0,07	7,34
418073000	5	4	11	6545	0,15	66,08	0,07	7,41
418478900	2	46	7	6524	0,15	66,23	0,07	7,48
498300990	1	65	5	6473	0,15	66,38	0,07	7,56
P00110321	2	2	1	6421	0,15	66,53	0,07	7,63
P00102730	2	41	6	6383	0,15	66,67	0,07	7,70
418500650	1	68	4	6258	0,14	66,82	0,07	7,78
418481572	5	30	8	6176	0,14	66,96	0,07	7,85
418018902	5	1	10	5924	0,14	67,09	0,07	7,92
P00119715	2	45	7	5855	0,13	67,23	0,07	8,00
P00102575	5	34	1	5815	0,13	67,36	0,07	8,07
418481200	1	26	1	5798	0,13	67,49	0,07	8,14
418481510	1	79	3	5760	0,13	67,63	0,07	8,22
P00361589	2	37	6	5640	0,13	67,76	0,07	8,29
418316100	5	34	3	5565	0,13	67,88	0,07	8,36
P00149508	5	5	8	5552	0,13	68,01	0,07	8,44
P00105093	2	42	7	5483	0,13	68,14	0,07	8,51
418008800	1	40	7	5453	0,12	68,26	0,07	8,58
498098606	1	64	1	5444	0,12	68,39	0,07	8,66
418131300	1	49	2	5429	0,12	68,51	0,07	8,73
499131310	1	50	5	5429	0,12	68,63	0,07	8,80
P00150648	2	30	4	5427	0,12	68,76	0,07	8,88
P00106583	2	44	1	5417	0,12	68,88	0,07	8,95
499213020	2	30	7	5357	0,12	69,01	0,07	9,02
418140570	1	83	6	5351	0,12	69,13	0,07	9,10
492068800	2	42	2	5338	0,12	69,25	0,07	9,17
492649730	1	63	5	5310	0,12	69,37	0,07	9,24
418479600	1	86	6	5289	0,12	69,49	0,07	9,32
P00112203	1	54	5	5284	0,12	69,62	0,07	9,39
492152970	1	70	6	5265	0,12	69,74	0,07	9,46
418481570	2	24	5	5168	0,12	69,85	0,07	9,54

418481330	1	79	2	5139	0,12	69,97	0,07	9,61
P00010918	5	33	1	5064	0,12	70,09	0,07	9,68
492213721	1	40	1	5033	0,12	70,20	0,07	9,76
490000111	3	6	3	5000	0,11	70,32	0,07	9,83
499130900	1	69	3	4996	0,11	70,43	0,07	9,90
418481370	1	76	3	4944	0,11	70,55	0,07	9,98
P00110322	5	28	1	4929	0,11	70,66	0,07	10,05
P00113459	1	55	2	4886	0,11	70,77	0,07	10,12
418947900	2	8	7	4817	0,11	70,88	0,07	10,20
418945520	2	41	4	4700	0,11	70,99	0,07	10,27
P00006629	1	25	2	4624	0,11	71,09	0,07	10,34
418613600	1	43	4	4622	0,11	71,20	0,07	10,42
492213750	5	14	3	4604	0,11	71,31	0,07	10,49
499130910	1	72	7	4604	0,11	71,41	0,07	10,56
492193900	5	12	2	4582	0,11	71,52	0,07	10,64
418808901	1	44	2	4557	0,10	71,62	0,07	10,71
490100430	2	38	1	4540	0,10	71,73	0,07	10,79
P00035402	5	3	4	4536	0,10	71,83	0,07	10,86
418156250	5	7	7	4512	0,10	71,93	0,07	10,93
492197520	1	61	2	4511	0,10	72,04	0,07	11,01
P00004836	1	79	5	4415	0,10	72,14	0,07	11,08
418481700	1	31	6	4362	0,10	72,24	0,07	11,15
418035420	1	83	1	4308	0,10	72,34	0,07	11,23
P00011470	5	17	7	4267	0,10	72,43	0,07	11,30
418720407	1	80	7	4206	0,10	72,53	0,07	11,37
418111500	1	37	5	4202	0,10	72,63	0,07	11,45
418512010	2	41	1	4188	0,10	72,72	0,07	11,52
418615200	2	18	7	4183	0,10	72,82	0,07	11,59
418479010	2	27	5	4162	0,10	72,91	0,07	11,67
418481760	2	10	5	4087	0,09	73,01	0,07	11,74
418087204	5	35	3	4087	0,09	73,10	0,07	11,81
418479000	2	13	3	3995	0,09	73,19	0,07	11,89
418972500	1	75	1	3933	0,09	73,28	0,07	11,96
498084200	1	65	1	3900	0,09	73,37	0,07	12,03
418480940	1	74	3	3885	0,09	73,46	0,07	12,11
P00105492	1	44	5	3861	0,09	73,55	0,07	12,18
492197500	5	19	3	3858	0,09	73,64	0,07	12,25
418226610	1	82	4	3805	0,09	73,72	0,07	12,33
418575300	1	39	7	3805	0,09	73,81	0,07	12,40
418679200	1	48	2	3805	0,09	73,90	0,07	12,47
P00110323	5	20	10	3782	0,09	73,99	0,07	12,55
418547400	1	35	1	3767	0,09	74,07	0,07	12,62
492231670	1	76	4	3759	0,09	74,16	0,07	12,69
418646500	2	10	3	3758	0,09	74,24	0,07	12,77
418481420	1	53	6	3716	0,09	74,33	0,07	12,84
P00122452	2	3	7	3703	0,08	74,41	0,07	12,91
490100610	1	40	5	3687	0,08	74,50	0,07	12,99
P00364465	1	48	4	3681	0,08	74,58	0,07	13,06

P00123766	2	46	2	3676	0,08	74,67	0,07	13,13
418646507	1	58	1	3666	0,08	74,75	0,07	13,21
492142201	5	32	3	3662	0,08	74,84	0,07	13,28
P00131076	5	6	6	3658	0,08	74,92	0,07	13,35
418082800	3	16	11	3628	0,08	75,00	0,07	13,43
P00033092	5	33	11	3625	0,08	75,09	0,07	13,50
P00115568	1	59	3	3613	0,08	75,17	0,07	13,57
492225950	1	94	6	3573	0,08	75,25	0,07	13,65
418002170	2	39	1	3556	0,08	75,33	0,07	13,72
492199210	1	52	5	3515	0,08	75,41	0,07	13,79
418590040	2	41	2	3514	0,08	75,49	0,07	13,87
420004591	1	52	7	3445	0,08	75,57	0,07	13,94
P00126976	2	30	2	3419	0,08	75,65	0,07	14,01
418094900	5	35	1	3414	0,08	75,73	0,07	14,09
418604200	1	74	5	3401	0,08	75,81	0,07	14,16
P00102802	5	9	6	3346	0,08	75,88	0,07	14,23
P00130125	2	6	4	3327	0,08	75,96	0,07	14,31
418481640	1	77	2	3323	0,08	76,04	0,07	14,38
418625100	1	83	4	3320	0,08	76,11	0,07	14,45
483501700	1	57	3	3302	0,08	76,19	0,07	14,53
418282460	5	24	3	3276	0,08	76,26	0,07	14,60
418061000	1	85	7	3268	0,07	76,34	0,07	14,67
418913300	1	92	4	3252	0,07	76,41	0,07	14,75
P00112459	1	36	4	3237	0,07	76,49	0,07	14,82
418497000	1	32	6	3234	0,07	76,56	0,07	14,89
418072500	5	34	5	3228	0,07	76,63	0,07	14,97
418932940	1	50	7	3215	0,07	76,71	0,07	15,04
418745680	2	44	5	3188	0,07	76,78	0,07	15,11
418914810	2	27	7	3172	0,07	76,85	0,07	15,19
418720501	5	2	8	3152	0,07	76,93	0,07	15,26
418035480	1	52	3	3145	0,07	77,00	0,07	15,33
492231660	1	49	5	3129	0,07	77,07	0,07	15,41
418041101	2	6	2	3095	0,07	77,14	0,07	15,48
P00106584	2	44	2	3077	0,07	77,21	0,07	15,55
P00141825	3	1	5	3064	0,07	77,28	0,07	15,63
490000300	5	13	8	3063	0,07	77,35	0,07	15,70
418834610	1	95	6	3063	0,07	77,42	0,07	15,77
418983420	2	3	2	3053	0,07	77,49	0,07	15,85
418932640	5	4	6	3040	0,07	77,56	0,07	15,92
492152400	2	26	6	3035	0,07	77,63	0,07	15,99
P00153045	2	41	3	3019	0,07	77,70	0,07	16,07
P00153072	1	95	3	3019	0,07	77,77	0,07	16,14
418862600	1	68	7	3011	0,07	77,84	0,07	16,21
492101200	2	15	7	2986	0,07	77,91	0,07	16,29
P00115567	5	7	4	2973	0,07	77,97	0,07	16,36
492001010	5	12	4	2969	0,07	78,04	0,07	16,43
418487400	3	2	9	2965	0,07	78,11	0,07	16,51
418487500	3	3	3	2965	0,07	78,18	0,07	16,58

418930804	5	23	10	2963	0,07	78,25	0,07	16,65
418933060	2	12	1	2961	0,07	78,31	0,07	16,73
P00106523	2	45	4	2961	0,07	78,38	0,07	16,80
492128610	1	86	5	2960	0,07	78,45	0,07	16,87
480010540	1	48	1	2960	0,07	78,52	0,07	16,95
492227600	1	62	3	2950	0,07	78,59	0,07	17,02
P00115570	5	37	10	2942	0,07	78,65	0,07	17,09
P00106551	2	43	4	2928	0,07	78,72	0,07	17,17
P00106554	2	44	4	2928	0,07	78,79	0,07	17,24
P00106573	2	43	7	2928	0,07	78,85	0,07	17,31
418052500	5	14	11	2918	0,07	78,92	0,07	17,39
418187701	5	14	2	2911	0,07	78,99	0,07	17,46
418930807	5	6	11	2907	0,07	79,05	0,07	17,53
418718110	1	74	4	2896	0,07	79,12	0,07	17,61
418005810	2	33	4	2887	0,07	79,19	0,07	17,68
492231680	5	9	1	2881	0,07	79,25	0,07	17,75
418481410	1	76	1	2879	0,07	79,32	0,07	17,83
492300210	5	18	6	2869	0,07	79,38	0,07	17,90
418360210	1	31	4	2868	0,07	79,45	0,07	17,98
498301020	2	26	4	2857	0,07	79,52	0,07	18,05
418892750	2	3	6	2843	0,07	79,58	0,07	18,12
P00033094	5	34	9	2832	0,06	79,65	0,07	18,20
418890600	1	35	4	2826	0,06	79,71	0,07	18,27
492120400	5	8	11	2817	0,06	79,78	0,07	18,34
492101120	2	9	4	2801	0,06	79,84	0,07	18,42
499186006	1	88	2	2791	0,06	79,90	0,07	18,49
499200440	1	83	5	2785	0,06	79,97	0,07	18,56
P00106585	2	25	4	2783	0,06	80,03	0,07	18,64
492197510	5	17	10	2774	0,06	80,09	0,07	18,71
498108970	1	47	7	2773	0,06	80,16	0,07	18,78
418721520	2	1	2	2758	0,06	80,22	0,07	18,86
P00101695	2	42	1	2758	0,06	80,28	0,07	18,93
418720304	1	57	1	2749	0,06	80,35	0,07	19,00
P00294395	1	34	7	2740	0,06	80,41	0,07	19,08
498301060	1	96	1	2735	0,06	80,47	0,07	19,15

APÊNDICE VIII – CÁLCULO DO LEAD TIME

O cálculo do *lead time* foi realizado para todos os componentes presentes no SAEC. Na Tabela 44, encontram-se os componentes cujas 2 caixas não são suficientes para um turno de trabalho, ou seja, 8h. Uma vez que a lista era bastante extensa, e o intuito desta análise era definir um ciclo de abastecimento, os componentes apresentados são suficientes para o pretendido.

Tabela 44 - Cálculo do lead time

Artigo	Consumo médio mensal	Consumo médio diário	Qtd./caixa	Nº caixas no SAEC	LT/caixa (dias)	LT/caixa (horas)
418991420	7376	335	59	2	0,18	1
p00121123	4265	194	40	2	0,21	2
p00108569	3822	174	36	2	0,21	2
418002170	3181	145	40	2	0,28	2
498108820	75869	3449	1000	2	0,29	2
418089900	18901	859	250	2	0,29	2
418481560	96052	4366	1600	2	0,37	3
418522900	38818	1764	666	2	0,38	3
418991430	7589	345	150	2	0,43	3
418360210	2111	96	45	2	0,47	4
p00115558	1383	63	36	2	0,57	5
p00105093	5707	259	150	2	0,6	5
492197543	6742	306	190	2	0,62	5
492197542	8863	403	250	2	0,62	5
490100430	13280	604	400	2	0,66	5
418131300	4689	213	160	2	0,75	6
498108720	28614	1301	1000	2	0,77	6
492101050	5636	256	200	2	0,78	6
492197541	13927	633	500	2	0,79	6
498109010	79622	3619	3000	2	0,83	7
418991407	1494	68	59	2	0,87	7
483402909	24202	1100	1000	2	0,91	7
492101200	2375	108	100	2	0,93	7
499141990	2953	134	125	2	0,93	7
492101010	5858	266	250	2	0,94	8
p00150648	4668	212	200	2	0,94	8
418112136	12006	546	528	2	0,97	8
418481530	36159	1644	1600	2	0,97	8
P00035108	26969	1226	1200	2	0,98	8
418613600	4247	193	195	2	1,01	8
418469900	28083	1276	1300	2	1,02	8
492101210	2146	98	100	2	1,03	8

APÊNDICE IX – QUANTIDADE DA ORDEM IGUAL À QUANTIDADE DOS LOTES

Tabela 45 - Análise das ordens e artigos correspondentes (I)

Artigo	179741	180995	179287	178333	180627	182259	182659	179205	180580	181356	179215	181360	182502	Quantidade 2 caixas
491120501	0	0	0	0	0	0	0	804	1000	996	400	356	300	6000
490100430	400	300	500	600	400	900	1000	0	0	0	0	0	0	800
492197550	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	800	712	600	4000
418282460	400	300	500	600	400	900	1000	0	0	0	0	0	0	4000
418991420	400	300	500	600	400	900	1000	0	0	0	0	0	0	59
418991430	400	300	500	600	400	900	1000	0	0	0	0	0	0	150
492068800	400	300	500	600	400	900	1000	0	0	0	0	0	0	2500
498108970	400	300	500	600	400	900	1000	0	0	0	0	0	0	6000
498301000	400	300	500	600	400	900	1000	0	0	0	0	0	0	2500
P00104966	400	300	500	600	400	900	1000	0	0	0	0	0	0	400
P00106551	400	300	500	600	400	900	1000	0	0	0	0	0	0	2000
P00106554	400	300	500	600	400	900	1000	0	0	0	0	0	0	500
P00106559	400	300	500	600	400	900	1000	0	0	0	0	0	0	300
P00106573	400	300	500	600	400	900	1000	0	0	0	0	0	0	1000
P00106584	400	300	500	600	400	900	1000	0	0	0	0	0	0	150
P00106585	400	300	500	600	400	900	1000	0	0	0	0	0	0	200
418006910	0	0	500	600	400	900	1000	0	0	0	0	0	0	4000
P00291765	0	0	500	600	400	900	1000	0	0	0	0	0	0	500
498300920	0	0	500	600	400	900	1000	0	0	0	0	0	0	1500
P00106567	0	0	500	600	400	900	1000	0	0	0	0	0	0	500
P00106553	0	0	500	600	400	900	1000	0	0	0	0	0	0	300
492155010	0	0	0	0	0	0	0	402	500	498	400	356	300	125
P00121123	0	0	0	0	0	0	0	402	500	498	400	356	300	40

Melhoria do processo de abastecimento interno usando princípios *Lean Thinking* numa empresa de produção de cablagens

420000039	0	0	0	0	0	0	0	402	500	498	0	0	0	166
492101000	0	0	0	0	0	0	0	402	500	498	0	0	0	250
492192930	0	0	0	0	0	0	0	402	500	498	0	0	0	500
499200440	0	0	0	0	0	0	0	402	500	498	0	0	0	350
492128610	0	0	0	0	0	0	0	402	500	498	0	0	0	500
418620900	0	0	0	0	0	0	0	402	500	498	0	0	0	1000
492197700	0	0	0	0	0	0	0	402	500	498	400	356	300	1000
499141990	0	0	0	0	0	0	0	402	500	498	0	0	0	125
491125810	0	0	0	0	0	0	0	402	500	498	0	0	0	300
491125870	0	0	0	0	0	0	0	402	500	498	0	0	0	4000
492221400	0	0	0	0	0	0	0	402	500	498	0	0	0	1000
492197590	0	0	0	0	0	0	0	402	500	498	400	356	300	150
499142020	0	0	0	0	0	0	0	402	500	498	0	0	0	400
492227500	0	0	0	0	0	0	0	402	500	498	0	0	0	500
P00089498	0	0	0	0	0	0	0	402	500	498	0	0	0	750
492230460	0	0	0	0	0	0	0	402	500	498	0	0	0	250
418817101	0	0	0	0	0	0	0	402	500	498	400	356	300	6000
492197510	0	0	0	0	0	0	0	402	500	498	0	0	0	2000
492197500	0	0	0	0	0	0	0	402	500	498	0	0	0	2000
499268011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	400	356	300	500
492101020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	400	356	300	170
492300350	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	400	356	300	400
492197520	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	400	356	300	2000
492227600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	400	356	300	1000
492197400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	400	356	300	1000
492152920	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	400	356	300	500
491125880	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	400	356	300	800
492124200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	400	356	300	2500
492300330	0		0	0	0	0	0	0	0	0	400	356	300	500

APÊNDICE X – ANÁLISE DA QUANTIDADE DA ORDEM IGUAL À QUANTIDADE DOS LOTES

Na Figura 76, a linha vermelha identifica a quantidade de componentes presente em duas caixas. Os componentes, cujo seu consumo ultrapassa a linha vermelha, encontram-se representados com uma seta.

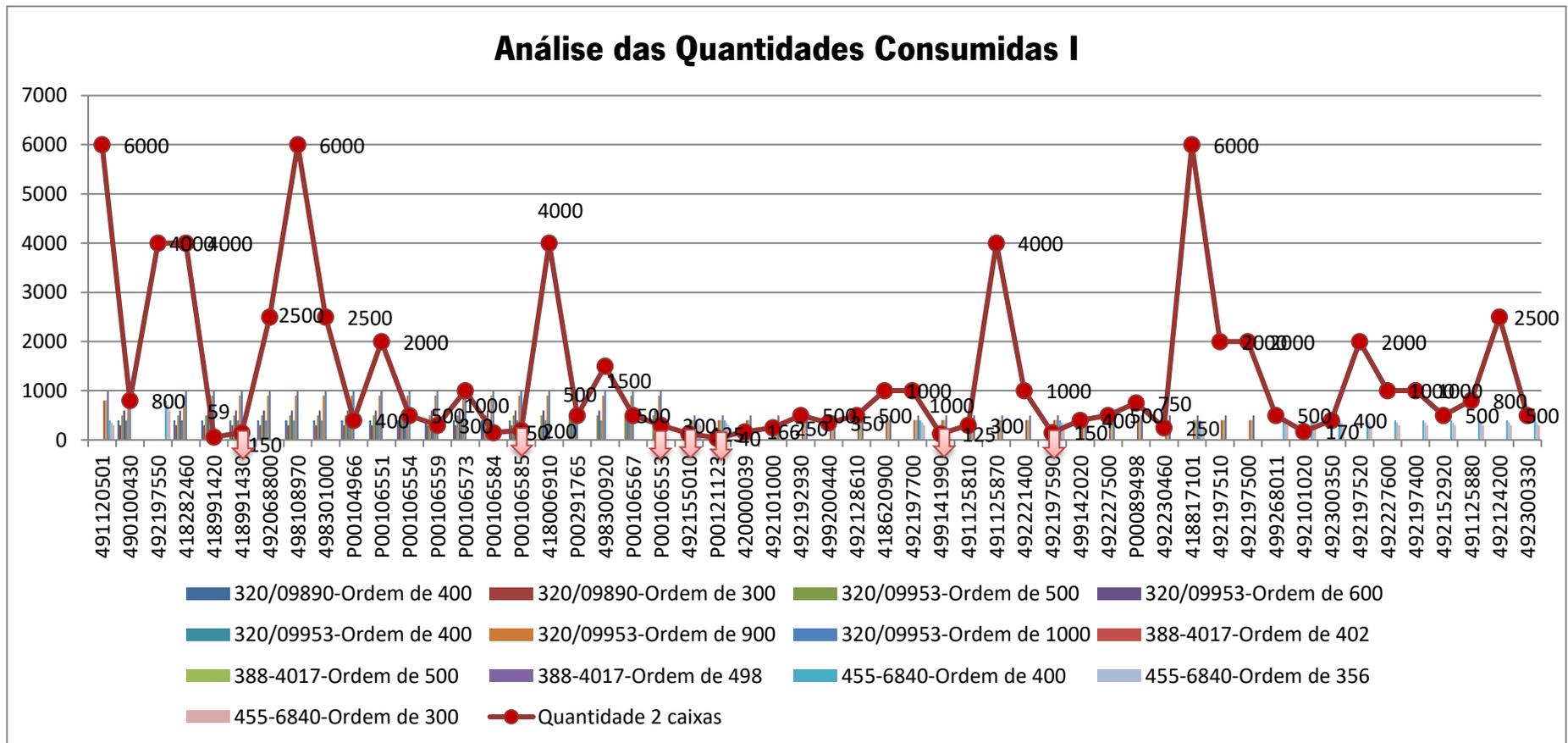


Figura 76 - Análise do consumo dos componentes (I)

APÊNDICE XI – QUANTIDADE DA ORDEM IGUAL À QUANTIDADE DOS LOTES

Tabela 46 - Análise das ordens e artigos correspondentes (II)

Artigo	179741	180995	179287	178333	180627	182259	182659	179205	180580	181356	179215	181360	182502	Quantidade 2 caixas
498109010	1200	900	1500	1800	1200	2700	3000	2814	3500	3486	1600	1424	1200	6000
498300010	1600	1200	2000	2400	1600	3600	4000	0	0	0	0	0	0	3200
P00105093	800	600	1000	1200	800	1800	2000	0	0	0	0	0	0	300
P00106583	800	600	1000	1200	800	1800	2000	0	0	0	0	0	0	3000
P00119715	800	600	1000	1200	800	1800	2000	0	0	0	0	0	0	1000
P00106575	1200	900	1500	1800	1200	2700	3000	0	0	0	0	0	0	800
498108820	0	0	0	0	0	0	0	4824	6000	5976	8800	7832	6600	2000
491120301	0	0	0	0	0	0	0	2412	3000	2412	1200	1068	900	10000
492197543	0	0	0	0	0	0	0	1608	2000	1992	0	0	0	380
492197541	0	0	0	0	0	0	0	1608	2000	1992	1200	1068	900	1000
491120501	0	0	0	0	0	0	0	804	1000	996	0	0	0	6000
498108720	0	0	0	0	0	0	0	4020	5000	4980	1600	1424	1200	2000
492197542	0	0	0	0	0	0	0	804	1000	996	800	712	600	500
p00089564	0	0	0	0	0	0	0	1206	1500	1494	0	0	0	1700
499137220	0	0	0	0	0	0	0	2010	2500	2490	0	0	0	2000
492197610	0	0	0	0	0	0	0	804	1000	996	0	0	0	4000
492101010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	800	712	600	500
492101050	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	800	712	600	400
490100430	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1600	1424	1200	800
492197550	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	800	712	600	4000

APÊNDICE XII – ANÁLISE DA QUANTIDADE DA ORDEM IGUAL À QUANTIDADE DOS LOTES

Na Figura 77, a linha vermelha identifica a quantidade de componentes presente em duas caixas. Mais uma vez os componentes, cujo seu consumo ultrapassa a linha vermelha, encontram-se representados com uma seta.

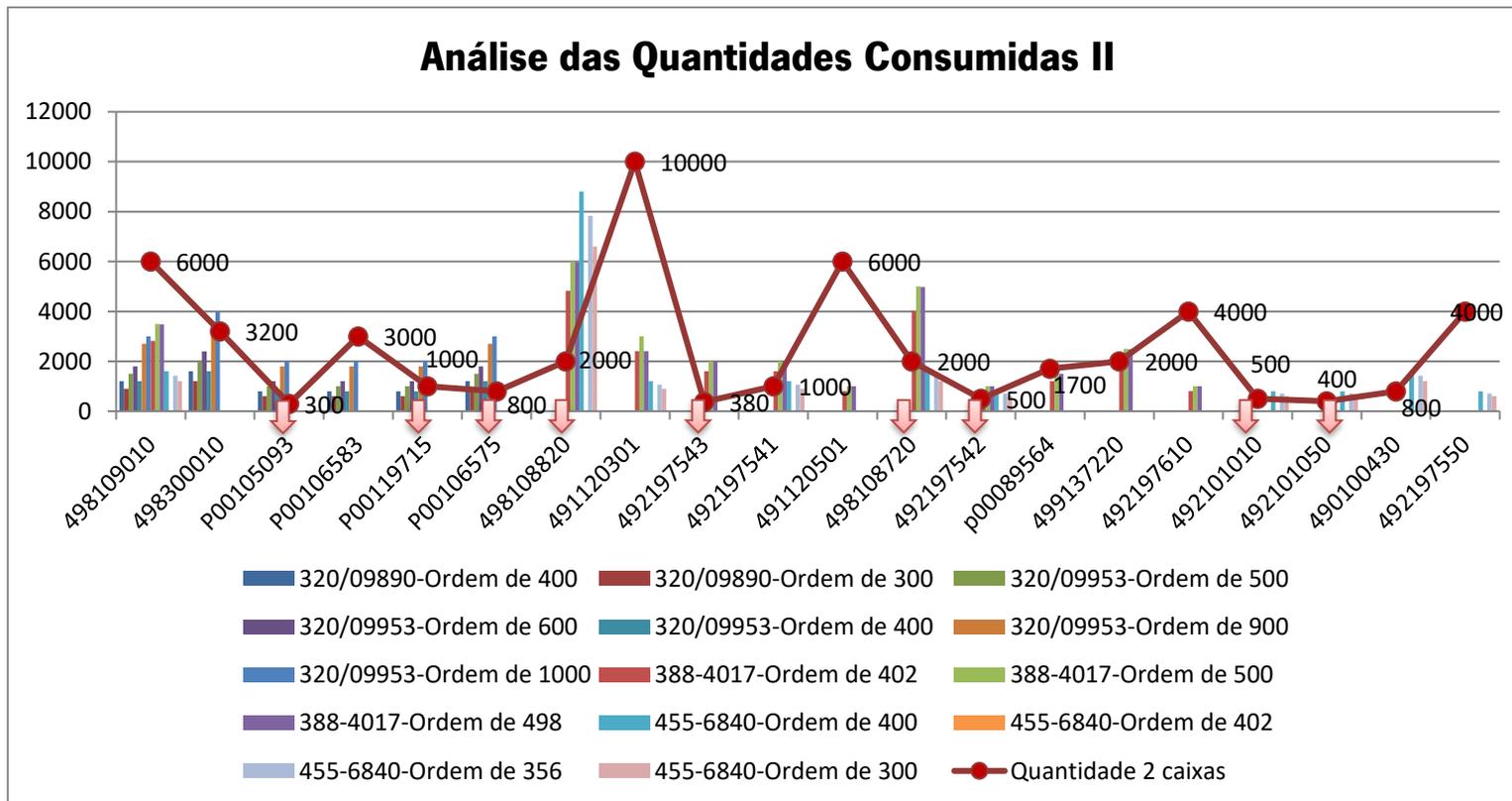


Figura 77 – Análise do consumo dos componentes (II)

APÊNDICE XIII – STANDARD WORK PARA O PROCESSO DE CONTAGEM DAS PEÇAS



Dimensão	Imagem Exemplo	Designação	Método
Componentes de dimensão/peso reduzido		Travão	Deve ser colocada uma amostra de, no mínimo, 20 componentes na balança antes de se proceder à pesagem;
		Tubo borracha	
		Reducer	
		Clip	
		Fusível	
		Anilha	
NOTA: Manualmente, os componentes de dimensão/peso reduzido, só poderão ser contados, no máximo, até 20 . Tudo o que seja superior a este valor deve ser pesado na balança.			
Componentes de dimensão/peso médio e elevado		Interface	Deve ser colocada uma amostra de, no mínimo, 10 componentes na balança antes de se proceder à pesagem;
		Conector	
		Conector	
		Cover	
NOTA: Manualmente, os componentes de dimensão/peso médio e elevado, só poderão ser contados, no máximo, até 30 . Tudo o que seja superior a este valor deve ser pesado na balança.			

Figura 78 - Standard work para a contagem de peças

APÊNDICE XIV – ESTUDO DE TEMPOS – CÁLCULO DO NÚMERO DE CAIXAS RECOLHIDO REAL

Tabela 47 - Observação operária 1

Recolha	Tempo recolha (s)	Tempo pesagem + ensacar (s)	Tempo arrumar (s)
6	120,9	200,6	80,3
6	120,6	230,7	85,2
6	78,9	243,5	55,6
6	89,7	250,8	54,3
6	91,2	300,1	53,4
6	95,7	239,7	57,9
6	65,6	221,9	50,1
6	69,6	199,8	52,3
6	73,2	205,7	56,8
6	70,6	206,9	55,2
N=10	60		
Tempo médio (s)	87,6	229,97	60,11
N'	9,1	3,1	7,0
Tempo total obs. (min)	63		
Total caixas recolhidas (8h)	458		

Tabela 48 – Observação operária 2

Recolha	Tempo recolha (s)	Tempo pesagem + ensacar (s)	Tempo arrumar (s)
6	79,9	180,3	50,1
6	60,3	190,8	48,2
6	120,6	187,6	63,2
6	112,2	223,9	60,2
6	70,3	210,5	51,2
6	120,7	198,7	64,2
6	80,4	240,7	54,2
6	93,2	234,9	59,7
6	76,5	267,8	50,3
6	89,7	197,6	46,9
N=10	60		
Tempo médio (s)	90,4	213,3	54,8
N'	9,35283023	2,928998614	2,359123868
Tempo total obs. (min)	60		
Total caixas recolhidas (8h)	482		

Tabela 49 – Observação operária 3

Recolha	Tempo recolha (s)	Tempo pesagem + ensacar (s)	Tempo arrumar (s)
6	63,5	245,7	50,2
6	130,4	230,9	69,8
6	120,2	198,7	68,7
6	89,7	203,4	56,9
6	79,8	238,2	56,2
6	87,6	300,7	56,3
6	90	278,9	60,1
6	110,3	216,1	68,7
6	68,9	229,6	50,1
6	76,5	234,5	54,3
N=10	60		
Tempo médio (s)	91,7	237,7	59,1
N'	9,9	3,0	2,7
Tempo total obs. (min)	65		
Total caixas recolhidas (8h)	444		

APÊNDICE XV – CARRINHO DE ABASTECIMENTO PROPOSTO

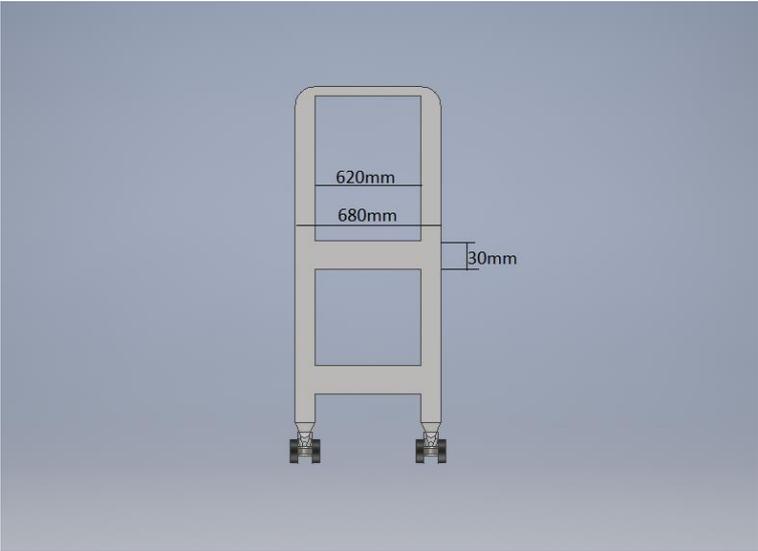


Figura 79 - Vista lateral da frente do carrinho

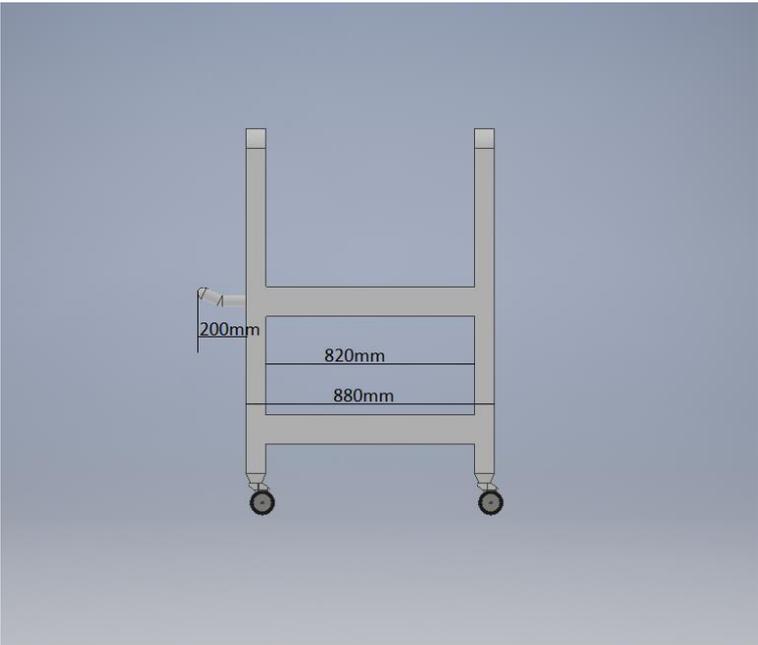


Figura 80 - Vista lateral do carrinho