M2020

U.PORTO
FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

Análise e Otimização de Produtividades na Produção de Couro Artificial

MARCO MIGUEL RAMOS XAVIER
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO APRESENTADA
À FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO EM
ENGENHARIA QUÍMICA

Mestrado Integrado em Engenharia Química

Análise e Otimização de Produtividades na Produção de Couro Artificial

Dissertação de Mestrado

de

Marco Miguel Ramos Xavier

Desenvolvida no âmbito da unidade curricular de Dissertação

realizado em

Monteiro, Ribas - Revestimentos, S.A.



Orientador na FEUP: **Prof. Fernão Magalhães**
Coordenador na empresa: **Eng.º Tiago Meireles**





Fevereiro de 2021

Agradecimentos

Em primeiro lugar, gostaria de expressar um enorme agradecimento ao Eng.º Tiago Meireles, por toda a disponibilidade, simpatia, compreensão e ajuda ao longo de todo o decorrer da realização desta dissertação.

Ao professor Fernão Magalhães por ser o complemento necessário para uma excelente orientação.

A toda a equipa da Monteiro, Ribas – Revestimentos, S.A. por toda a empatia no acolhimento e toda a colaboração ao longo do desenvolvimento desta tese, um enorme agradecimento.

À Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e a todos os intervenientes que, de alguma forma, acompanharam o meu percurso académico e contribuíram para o seu enriquecimento até ao final.

Finalmente, a todos vocês.

Ao meu Irmão, Pai e Mãe por estarem aqui, comigo.

À família por toda a ajuda e suporte.

A todos os mais próximos, Dito, Plávio, Sil, Gabriel, Henrique, Joana e Filipas por todos os momentos.

A vocês que já não estão cá, um dia mostro-vos o que consegui.

E a Ti, aos teus olhos verdes e ao teu carinho.

Muito obrigado a todos.

O Prof. Fernão Magalhães, orientador desta dissertação, é membro integrado do LEPABE – Laboratório de Engenharia de Processos, Ambiente Biotecnologia e Energia, financiado por: Financiamento Base - UIDB/00511/2020 da Unidade de Investigação - Laboratório de Engenharia de Processos, Ambiente, Biotecnologia e Energia – LEPABE - financiada por fundos nacionais através da FCT/MCTES (PIDDAC).

Resumo

De forma a assegurar a sua sustentabilidade e crescimento, as empresas necessitam de analisar e melhorar continuamente o seu processo de produção, reduzindo tempos improdutivos e potenciando a produtividade.

A presente dissertação surge no seguimento dessa necessidade, já que a Monteiro, Ribas - Revestimentos, S.A., pretendia analisar as diferentes fases do seu processo produtivo. As etapas propostas consistiam na verificação e identificação do ponto de estrangulamento, acompanhamento da máquina associada, análise do estado inicial e, finalmente, a proposta e implementação de ações de melhoria para o aumento e otimização de produtividade.

Para além do ponto de estrangulamento onde se desenvolveu o cerne da presente dissertação, foram encontradas oportunidades de melhorias noutras fases do processo, para as quais foram propostas e implementadas medidas.

As propostas de melhoria foram baseadas em duas metodologias, *Lean* e *Six Sigma,* requisitadas usualmente em projetos de melhoria contínua, em contexto industrial.

Após implementação das medidas estima-se, no imediato, um aumento de 2% e com a implementação de tudo o que foi proposto e aprovado, espera-se que os ganhos totais sejam de 7 % a 12 % na produtividade.

Por fim, a sistematização das propostas de melhoria é uma etapa fundamental para que as medidas tomadas sejam exploradas no máximo da sua potencialidade, requerendo para isso um acompanhamento para que os seus resultados despontem e, sobretudo, cresçam de forma consistente até à maximização da produtividade.

Palavras-Chave: Melhoria Contínua, *Lean*, *Six Sigma* e Produtividade

Abstract

In order to ensure their sustainability and growth, companies need to continuously analyze and improve their production process, reducing unproductive times and boosting productivity.

This dissertation follows this need, since Monteiro, Ribas - Revestimentos, S.A., intended to analyze the different phases of its production process. The proposed stages consisted in the verification and identification of the bottleneck point, follow-up of the associated machine, analysis of the initial state and, finally, the proposal and implementation of improvement actions for the increase and optimization of productivity.

Beyond the bottleneck point where the core of this dissertation was developed, opportunities for improvement were found in other phases of the process, for which measures were proposed and implemented.

The improvement proposals were based on two methodologies, Lean and Six Sigma, usually requested for continuous improvement, in an industrial context.

After implementation of the measures, an immediate increase of 2% is estimated, and with the implementation of all that was proposed and approved, it is expected that the total gains will be of 7% to 12% in productivity.

Finally, the systematization of the improvement proposals is a fundamental step for the measures taken to be exploited to their fullest potential, requiring monitoring so that their results emerge and, above all, grow consistently to maximize productivity.

Declaração

Declara, sob compromisso de honra, que este trabalho é original e que todas as contribuições não originais foram devidamente referenciadas com identificação da fonte.

Assinar e datar

Índice

1 Introdução 1
1.1 Enquadramento e Apresentação do Projeto 1
1.2 Apresentação da Empresa 2
1.3 Contributos do autor para o Trabalho 5
1.4 Organização da Tese 5
2 Contexto e Estado da Arte 6
2.1 Metodologias de Melhoria Contínua 6
2.2.1 *Lean* 6
2.2.2 *Six Sigma* 14
3 Métodos Utilizados 18
3.1 Metodologia *Six Sigma* 18
***3.2* Metodologia *Lean* 19**
4 Resultados e Discussão 20
4.1 Análise de Tempos Mortos 20
4.2 Análise do processo da E3 23
4.3 Acompanhamento industrial E3 25
4.3.1 Dia com correção de cor 25
4.3.2 Dia habitual de produção 26
4.3.3 Análise do tempo de atividade da E3 27
4.4 Análise dos estrados e tempo de ausência do ajudante da E3 27
4.5 Síntese pré implementações 30
4.6 Implementação e análise das propostas de melhoria 31
4.6.1 Desorganização no espaço de trabalho 31
4.6.2 Má distribuição de tarefas 32
4.6.3 Marcas das costuras 32
4.6.4 Carregar baldes e bidões 33
4.6.5 Setup e Limpeza demorado 33
4.6.6 Pontas demasiado compridas 34
4.6.7 Estrados sem organização 34
4.7 Análise de custos e produtividade 38
4.7.1 Pontas Padronizadas 38
4.7.2 Estrados organizados e categorizados 40
4.7.3 Restantes propostas de melhoria 43
4.8 Síntese pós implementações 44
5 Conclusões 46
6 Avaliação do trabalho realizado 47

6.1 Objetivos Realizados 47
6.2 Outros Trabalhos Realizados 47
6.3 Limitações e Trabalho Futuro 47
6.4 Apreciação Final 47
7 Referências 48
Apêndice A - Processo Produtivo da MRR 51
Apêndice B - Discriminação mensal dos tempos mortos das estampagens 62
Apêndice C - Análise e acompanhamento da produção na E3 64
Apêndice D – Discriminação de atividades E3 67
I. Dia 19/11/2020 – Laca à cor 67
II. Dia 10/11/2020 – Produção habitual 68
Apêndice E – Disposição dos estrados pela MRR. 69
Apêndice F – Pontas inferiores a 13 m 70
Apêndice G –Disposição e quantidade de rolos 72
I. Quantidade de estrados e designação das diferentes áreas 72
II. Dados obtidos após término da tarefa de registo de rolos 72
Apêndice H – Propostas para outras máquinas 73
I. Propostas de melhoria relacionadas com os cilindros 73
II. Peças sem local de armazenamento 76
III. Folha de produtividade dos acabamentos 77
IV. Demasiado esforço na troca e transporte de papel e rolos 78
Apêndice I –Produção habitual da E3 com ponta padronizada 80
Apêndice J – Dados para a proposta de melhoria dos estrados 81
Apêndice K – Produtividade E3 em 2019 82
Apêndice L – Modelo da E3 83

Lista de Figuras

Figura 1 - Complexo empresarial.. 3
Figura 2 - Organograma da empresa..... 4
Figura 3 - Toyota Prodution System House. 8
Figura 4 - Muda, Mura e Muri..... 10
Figura 5 – Taxa de defeitos versus nível de processo sigma..... 15
Figura 6 – Ciclo PDCA. 16
Figura 7 - Tempos mortos acima de 1000 min por mês no processo. 21
Figura 8 – Discriminação de tempos mortos em cada Estampagem. 21
Figura 9 - Representação esquemática da máquina E3. 23
Figura 10- Distribuição das 8h laborais da E3: a) num dia de laca à cor b) laca sem cor..... 28
Figura 11 - Localização dos rolos tratados pela E3..... 29
Figura 12 – Desorganização na E3 32
Figura 13 – Bidão para tubos..... 32
Figura 14 – Desorganização da E3 32
Figura 15 - Hipótese nº 1 para a organização dos estrados na MRR..... 36
Figura 16 - Hipótese nº 2 para a organização dos estrados na MRR..... 36
Figura 17 – Estrados "papel"..... 38
Figura 18 – Estrados "mono"..... 38
Figura 20 - Localização dos estrados utilizados para a simulação. 41
Figura 21 - Resumo do Processo da MRR. 51
Figura 22 - Amostra a ser testada.. 52
Figura 23 – Agitação. r..... 53
Figura 24 – Pigmentos..... 53
Figura 25 - Preparação de uma laca.. 54
Figura 26 - Mathis LabDryer, estufa do laboratório de Apoio. 54
Figura 27 – Moinho em funcionamento.. 55
Figura 28 – Extração de ar das cubas. 56
Figura 29 – Cabeça nº 4 com pasta adesiva..... 57
Figura 30 – Balança radiométrica de movimento transversal (a laranja). 58
Figura 31 – Estampagem tri-cilíndrica..... 59
Figura 32 – Acerto de laca à cor..... 59
Figura 33 – Corta ourelas na máquina de gravação..... 60
Figura 34 – Controlo final de um artigo..... 61
Figura 35 – Tempos mortos das estampagens 62
Figura 36 – acompanhamento laca à cor. 67
Figura 37 – Acompanhamento dia de produção habitual. 68
Figura 38 – Disposição dos estrados..... 69
Figura 39 – Exemplo de pontas inferiores a 13 m..... 70

Figura 40 – Designação dos estrados e zonas. 72
Figura 41 – dados tratados para a organização dos estrados..... 72
Figura 42 – Desorganização na zona dos cilindros de gravarr 73
Figura 43 - Registo e localização dos cilindros..... 74
Figura 44 - Cilindros com defeito identificados. 75
Figura 45 – Etiqueta +capa protetora com íman..... 76
Figura 46 – Cabecilhos dos cilindros de gravar espalhados..... 77
Figura 47 – Cabecilhos guardados junto dos cilindros..... 77
Figura 48 – Folha de acabamentos pré implementação..... 78
Figura 49 – Folha de acabamentos pós implementação..... 78
Figura 50 – Estudo do dia de 10/11/2020 com a padronização das pontas..... 80
Figura 51 – Dados do acompanhamento do ajudante da E3 81
Figura 52 – Produtividade da E3 em 2019..... 82
Figura 53 – Modelo E3, vista lateral. 83
Figura 54 - Modelo E3, vista diagonal direita 83
Figura 55 – Modelo E3, vista diagonal esquerda. 84

Lista de Tabelas

Tabela 1 – 7 desperdícios de Taiichi Ohno. *11*
Tabela 2 –Descrição do Ciclo PDCA. *16*
Tabela 3 - Descrição do Ciclo DMAIC. *17*
Tabela 4 -Tempos mortos do processo. *20*
Tabela 5 - Relação entre metros recobertos e estampados. *22*
Tabela 6 – Legenda da Figura 9. ..... *23*
Tabela 7 – Resumo de atividades da E3 no dia de correção de cor 19/11/2020. ..... *26*
Tabela 8 - Resumo de atividades da E3 no dia de produção habitual - 10/11/2020. ..... *27*
Tabela 9 - Tempos gastos pelo ajudante da E3 com rolos. *30*
Tabela 10 – Oportunidades e propostas de melhoria para a E3. ..... *30*
Tabela 11 - Oportunidades e propostas de melhoria para outras máquinas. *31*
Tabela 12 - Distribuição de rolos pelos estrados. *35*
Tabela 13 - Atribuição de cores aos estrados- *37*
Tabela 14 - Exemplo do estado atual das pontas na E3. ..... *38*
Tabela 15 – Comparação pós padronização. *39*
Tabela 16 – Receitas após padronização *40*
Tabela 17 - Tempos médios a pós implementação da organização dos estrados. *41*
Tabela 18– Comparação de resultados pré e pós melhoria na organização *42*
Tabela 19 – Classificação dos metros estampados E3 ..... *43*
Tabela 20 – Produtividade após propostas implementadas *43*
Tabela 21 – Análise de receitas. *44*
Tabela 22 - Resumo das propostas de melhoria. *45*
Tabela 23 - Exemplo de especificações para a simulação de artigos *54*
Tabela 24 - Resumo dos tempos mortos das Estampagens de Janeiro a agosto 2020. ..... *63*
Tabela 25 – Trocas de cilindros, lacas e metros E3. ..... *64*
Tabela 26 - Listagem de defeitos na E3. ..... *65*
Tabela 27 – Metros de tecido de pontas e número de paragens da E3. ..... *65*
Tabela 28 – Resumo da zona dos cilindros de gravar. *74*

Notação e Glossário

DMAIC	*Define Measure Analyse Improve Control*
JIT	*Just-In-Time*
LEA	Laboratório de Ensaios Analíticos
TPS	*Toyota Production System*
PDCA	*Plan Do Check Act*

1 Introdução

1.1 Enquadramento e Apresentação do Projeto

Entre o fim do século XVIII e início do século XIX, a revolução industrial em Inglaterra, serviu de alavanca para o desenvolvimento da indústria a nível global. Os efeitos deste crescimento fizeram-se sentir em diversas áreas da sociedade, proporcionando um aumento do poder económico que revolucionaria países inteiros, transformando um capitalismo de menor escala num capitalismo industrial. A indústria é um sistema/atividade económica complexa em constante evolução que necessita de um acompanhamento humano-tecnológico capaz de suprir a constante demanda do mercado. Graças ao aumento do padrão de satisfação dos consumidores, produtos cada vez mais complexos com prazos limite mais apertados são propostos ao cliente devido à maior concorrência de mercado. Apenas empresas com elevado sentido de organização e produtividade prosperam. Uma empresa para resistir e ser relevante no contexto em que se insere, tem de estar em constante progressão, ser frequentemente analisada a todos os níveis, de forma a que todos os seus segmentos sejam otimizados na procura de melhorias que a tornem cada vez mais competitiva no mercado. A componente humana é, na minha opinião, a mais importante, portanto, uma equipa em sintonia, motivada e capaz, é um alicerce transversal a qualquer indústria, seguida dos equipamentos e tecnologia disponível para a transformação da matéria-prima em produto comercializável para a consequente criação de valor.

A presente dissertação surge no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia Química, da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), no ramo de Processos e Produto. A mesma foi realizada em regime de estágio curricular, na empresa nacional, Monteiro, Ribas - Revestimentos, S.A. Com a duração de 5 meses e meio, este projeto foca-se na otimização e análise de todo o processo de produção do couro artificial.

A empresa, desde os anos 60, produz revestimentos vinílicos, ou seja, couro artificial produzido a partir de Policloreto de Vinilo – PVC - que são posteriormente usados em estofos, calçado, automóveis, mobiliário, entre outros. Com o passar dos anos, é necessário combater a estagnação e procurar o constante desenvolvimento empresarial. Nesse sentido, um estudo sobre todo o processo produtivo é fulcral, como forma de se identificar, avaliar e resolver lacunas que diminuem a produtividade da empresa. Foi feito um acompanhamento *in situ,* lado a lado com os diferentes funcionários de diferentes secções, não só para que as informações e experiências dadas pelos mesmos pudessem ser transformados em ações de melhoria mas também para se ter uma ideia catalogada do que se faz, como se faz, como não se deveria fazer e as melhorias que poderão ser implementadas de maneira a racionalizar custos e potenciar/rentabilizar o produto produzido.

Suportada pelas ferramentas das metodologias *Lean* e *Six Sigma*, foram desenvolvidas um conjunto de ações de análise e melhoria, tendo como objetivo a melhoria da produtividade do processo da fábrica.

Esta dissertação está organizada por capítulos onde o primeiro abordado é uma **Introdução** ao projeto com um enquadramento da empresa e do problema seguido do **Estado da Arte**. No terceiro capítulo são explanados os **Métodos utilizados**, no quarto, os **Resultados e Discussão**. Seguidamente são apresentadas as **Conclusões** do projeto e a **Avaliação do trabalho realizado**, capítulo quinto e sexto, respetivamente. Por fim, as **Referências Bibliográficas**.

1.2 Apresentação da Empresa

Grupo Monteiro, Ribas

O grupo Monteiro, Ribas é uma empresa familiar sediada na cidade do Porto fundada em 1937, pelos sócios Manuel Alves Monteiro e António de Bessa Ribas, sob o nome de Fábrica Portuguesa de Curtumes de Monteiro, Bessa Ribas e Ca, Lda. situada nas antigas instalações da Companhia Portuguêza de Cortumes, na Estrada Exterior da Circunvalação do Porto [1].

Este iniciou as suas atividades no sector dos curtumes e gradualmente, foi expandindo o seu campo de produção para as Indústrias da Borracha, em 1961, dos Plásticos, em 1962 e do Couro Artificial, em 1967. Na década de 90, é projetada e criada a Unidade de Cogeração de Energia, com o principal objetivo de cobrir as necessidades energéticas de todo o Grupo, assim como de reaproveitar a energia térmica gerada pelas várias unidades, conseguindo uma maior independência da rede elétrica nacional e um maior reaproveitamento de energia elétrica e térmica [2]. As diversas unidades permitem à empresa servir clientes de diferentes áreas tais como: alimentar, calçado, marroquinaria, vestuário, estofos, ferroviária, automóvel, eletrodomésticos e construção civil. Para além de todas as Unidades já referidas e que foram construídas de raiz, o Grupo ainda adquiriu a *Flexocol*, em 1973, responsável pela produção de componentes de borracha e metal e ainda a *WoodMilne*, já em 2003, especializada em placas de borracha [2]. Existem ainda departamentos que são comuns a todas as unidades, como é o caso do departamento de Recursos Humanos, Departamento Ambiental, Higiene e Segurança, Cantina, Departamento Médico, e Planeamento e Controlo de Gestão [2].



Figura 1 - Complexo empresarial. Fonte: [2].

Presentemente, o Grupo distribui-se em unidades de negócio legalmente independentes que se têm afirmado como marcas-líder no mercado. Emprega cerca de 600 trabalhadores, ocupando as suas instalações uma área de 44 mil m^2 [2]. A sua sede encontra-se na Estrada da Circunvalação, nº. 9020, na cidade do Porto, Portugal. Nesta mesma localização situa-se, também, a Unidade Fabril de Produção da Monteiro, Ribas – Revestimentos, Lda., local onde a presente tese foi realizada (ponto 1 da Figura 1).

Monteiro, Ribas – Revestimentos, Lda.

A Monteiro, Ribas – Revestimentos, Lda., define-se como uma dessas unidades de negócio independentes, com administração, NIF e capital social próprio. Atualmente, utilizam-se as siglas MRR (Monteiro, Ribas – Revestimentos) ou o nome comercial Monteiro Fabrics. A sua produção destina-se em cerca de 90 % ao mercado de exportação e principalmente para países da União Europeia, destacando-se Alemanha, Reino Unido e Itália [2]. Produz sobretudo revestimentos de couro artificial, tanto à base de Policloreto de Vinila, PVC, como de Poliuretano, PU, sendo que poderão ser ambos utilizados num mesmo artigo. Tem como finalidade as indústrias do calçado, automóvel, marroquinaria e estofos [1]. A própria empresa não só contempla um vasto catálogo com diferentes cores, estampados e/ou gravados pertencentes a coleções próprias, como também se molda às exigências do cliente, quer seja para adaptar um artigo já previamente concebido, quer seja para criar de raiz algo totalmente novo.

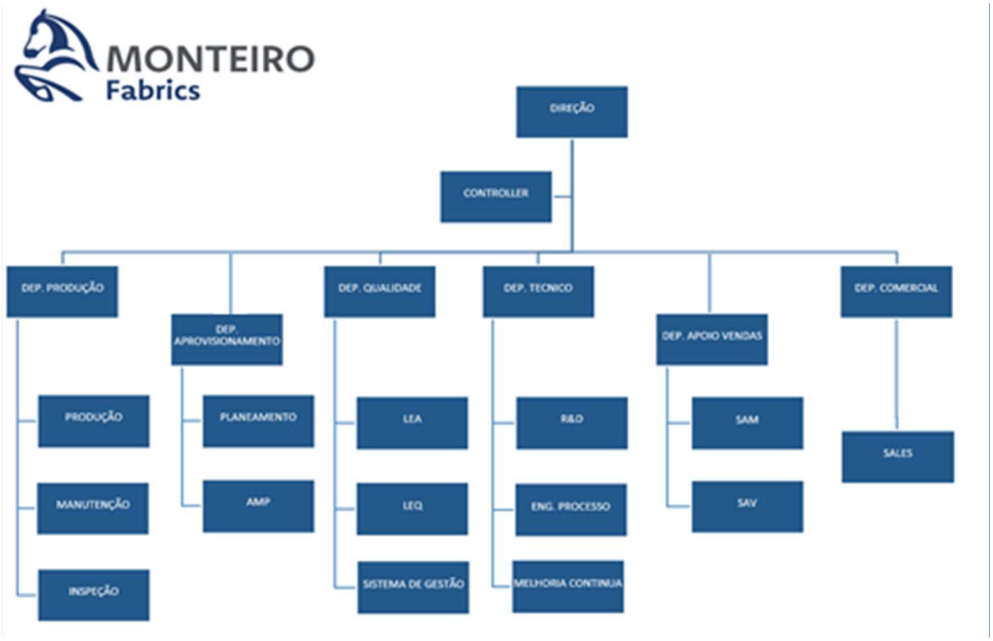


Figura 2 - Organograma da empresa. Fonte: Ficheiro interno.

A MRR está dividida em diversos departamentos, tal como é possível consultar na Figura 2. O departamento comercial e o departamento de apoio a vendas gerem toda a comunicação com clientes para colocação de encomendas, definição de prazos, apresentação de coleções, resolução de problemas e envio de amostras. As matérias primas utilizadas são encomendadas, armazenadas e geridas pelo departamento de aprovisionamento, para além disso também fazem o planeamento produtivo (normalmente semanal) junto com o departamento de produção. O departamento de produção é, ainda, responsável pela manutenção de todos os equipamentos e inspeção do produto acabado. Toda a produção é acompanhada pelo Departamento Técnico que assegura os conhecimentos e as condições necessárias para se produzir o artigo, desde o seu desenvolvimento até à procura de melhorias no processo produtivo, estando também, responsável pela realização de ensaios industriais ou aprovação de matérias primas. Finalmente, o Departamento de Qualidade realiza estudos e ensaios de cor, ensaios físicos, planos de formação de colaboradores, bem como questões de enquadramento teórico como alterações ao REACH[1] ou outras substâncias proibidas ou de uso limitado.

[1] **REACH** - Regulamento da União Europeia adotado para melhorar a proteção da saúde humana e do ambiente face aos riscos que podem resultar dos produtos químicos, contribuindo ao mesmo tempo para reforçar a competitividade da indústria química da União Europeia.

1.3 Contributos do autor para o Trabalho

Esta dissertação surge no âmbito da necessidade da empresa em analisar o seu processo produtivo e otimizar a sua produtividade. Em resposta, o autor trabalhou dados já recolhidos pela empresa de forma a clarificar e expor algumas deficiências que já eram pressupostas.

Tratou de avaliar todo o processo produtivo para que fosse identificado qual o seu ponto de estrangulamento, caracterizou o estado atual dessa máquina e todas as práticas associadas. A partir dessa caracterização, baseado em duas metodologias de melhoria contínua, reuniu um conjunto de propostas de melhoria para a máquina em questão de forma a reduzir os tempos mortos e aumentar a produtividade.

A maioria das propostas irão ser implementadas e alcançaram-se resultados favoráveis na zona de estrangulamento, sendo que, uma dessas melhorias pensadas nessa máquina, já foi implementada e teve um impacto positivo transversal a todas as máquinas da fábrica, reduzindo o tempo em que os ajudantes estão afastados e aumentando a supervisão na produção de artigo.

Devido ao contacto com outras etapas do processo, uma série de novas oportunidades de melhoria, não relacionadas com a zona de estrangulamento, foram identificadas e analisadas, advindo projetos para a sua melhoria alguns deles já implementados com sucesso.

Todos os objetivos inicialmente traçados foram alcançados e o âmbito desta proposta de dissertação foi explorado com resultados benéficos para ambas as partes envolvidas.

1.4 Organização da Tese

A presente dissertação encontra-se dividida em sete capítulos distintos. A introdução encontra-se no primeiro capítulo e pretende enquadrar o projeto, apresentar o ambiente empresarial inserido e sua área de atuação, bem como apresentar os objetivos propostos.

No Contexto e Estado da Arte, segundo capítulo, é onde se introduz e explica todos os conceitos teóricos necessários para a compreensão do tema e do trabalho desenvolvido.

No terceiro capítulo encontram-se os Métodos Utilizados, onde são descritas as metodologias abordadas e em que sentido foram enquadradas no âmbito da tese.

Resultados e Discussão é o capítulo quatro, onde são explanados todos os dados analisados ao longo deste projeto assim como a sua inerente discussão.

O capítulo cinco, Conclusões, surge como síntese de tudo o que foi abordado.

O sexto capítulo, Avaliação do trabalho realizado, é feita uma reflexão sobre o trabalho realizado e uma avaliação da concretização dos objetivos previstos no início deste projeto, as suas limitações, bem como o trabalho a ser realizado futuramente.

Para terminar, o sétimo e último capítulo, Referências, compreende todas as requisições bibliográficas utilizadas.

2 Contexto e Estado da Arte

2.1 Metodologias de Melhoria Contínua

O processo de melhoria contínua pressupõe e exige que uma equipa de pessoas capazes, junto com a liderança da empresa, utilize ativamente ferramentas da qualidade em cada um dos processos produtivos. Atualmente, há um número significativo de metodologias de gestão da qualidade disponíveis e devido a isso, a seleção da mais adequada nem sempre é uma tarefa simples. Muitas empresas, por não despenderem tempo suficiente no estudo destas ferramentas, enfrentam diversos obstáculos na sua implementação e consequentemente, no seu resultado [3]. Para agravar a situação, os projetos estão cada vez mais sensíveis às incertezas causadas pelo ritmo acelerado das mudanças tecnológicas, do próprio mercado e pela incapacidade em lidar com a pressão implacável para reduzir tempo e custos [4].

Embora todas tenham como objetivo comum a melhoria contínua, existem diversas melhorias e ferramentas que poderiam ter sido escolhidas. Para o intuito desta tese, serão abordadas duas: ***Lean*** e ***Six Sigma***. Foram escolhidas no âmbito de um trabalho prévio de análise do processo produtivo e "validadas" pelos vastos casos de implementações de sucesso encontrados na literatura e aplicados à indústria.

2.2.1 *Lean*

Introdução e História

A ideia central é maximizar o valor do cliente, minimizando o desperdício. *Lean* significa criar mais valor para os clientes com menos recursos. Uma organização *Lean* entende o valor do cliente e concentra os seus processos-chave para aumentá-lo de forma contínua. O objetivo final é fornecer a máxima qualidade para o cliente por meio de um processo de criação de valor com desperdício zero. Este termo foi adotado visando caracterizar o novo paradigma de produção que, em comparação ao paradigma de produção em massa, segundo Womack, Jones [5]:

> "*A produção Lean é "Lean" (magra) no menos possível de tudo em comparação com a produção em massa - metade do esforço humano na fábrica, metade do espaço de produção, metade do investimento em ferramentas, metade das horas de engenharia para desenvolver um novo produto na metade do tempo. Além disso, requer manter o inventário muito menos de metade do tempo necessário no armazém, resultando em muito menos defeitos e produzindo uma variedade cada vez maior de produtos".*

No início dos anos 1900, Frederick Taylor terá sido dos primeiros impulsionadores de uma filosofia de gestão pensada e direcionada para a produtividade e o seu contributo está

expresso no livro "*The principles of the scientific method*" [6] escrito em 1911 e citando Peter Drucker:

> *Frederick W. Taylor foi o primeiro homem na história registada que redigiu trabalho merecedor de observação e estudo sistemático. Sobre o "scientific management " de Taylor destaca-se, acima de tudo, a tremenda influência que nos últimos setenta e cinco anos impulsionou as massas de trabalho nos países desenvolvidos muito acima de qualquer nível registado. Taylor, o Isaac Newton (ou talvez o Arquimedes) da ciência do trabalho, apenas lançou os primeiros alicerces, no entanto, pouca coisa depois foi acrescentada desde então - apesar de estar morto há sessenta anos" [7].*

Escrito em 1973, Drucker [7], ressalva que pouco foi acrescentado (no sentido bibliográfico) ao trabalho de Frederick Taylor, porém, no terreno, Henry Ford nos Estados Unidos da América, dava grandes passos na implementação de métodos que melhorassem a produção da empresa, isto que é precisamente o que Taylor apregoava [6]. Em 1908, o Ford Model T, um carro de sucesso na época, era feito através de partes intercambiáveis que eram montadas rápida e eficientemente ao longo de uma linha de montagem. Foi o primeiro verdadeiro exemplo de uma produção em massa e estendeu-se até 1930 [8].

Do outro lado do Oceano Pacífico, ano 1947, no Japão, outras metodologias iam-se desenvolvendo e é imperativa a importância que o Sistema Toyota de Produção, também conhecido pela sua sigla em inglês, TPS (*Toyota Production System*), dispôs no desenvolvimento do *Lean Thinking* [9] com o qual, até, é muitas vezes confundido devido à relação umbilical existente entre os dois conceitos.

Toyota Production System

Toda a produção, quer seja numa fábrica ou num escritório, tem de ser entendida como uma rede funcional de processos e operações. Processos transformam materiais em produtos enquanto operações são as ações que contemplam essas transformações. Estes conceitos são fundamentais e a sua relação tem de ser compreendida para que existam progressos na produção [10].

O objetivo do TPS é fornecer produtos com qualidade de classe mundial para atender às expectativas dos clientes e, em simultâneo, ser um modelo de responsabilidade corporativa na indústria e na comunidade envolvente [11]. O sistema TPS foi desenvolvido ao longo de décadas, através de tentativa e erro [12] e historicamente tem quatro objetivos básicos que são consistentes com estes valores e objetivos [11]:

1. Fornecer qualidade e serviço de classe mundial ao cliente.
2. Desenvolver o potencial de cada funcionário, com base no respeito mútuo, confiança e cooperação.
3. Reduzir custos por meio da eliminação do desperdício, maximizando o lucro.
4. Desenvolver padrões de produção flexíveis com base na demanda do mercado.

Taiichi Ohno, gerente na Toyota Motor Corporation, ingressou na empresa Toyoda Spinning em 1932 e mudou-se para a empresa automotiva em 1943 [8]. Começou como supervisor de chão da fábrica e, naturalmente, ascendeu ao nível executivo. A década de 1950 também viu o início de uma longa colaboração com Shigeo Shingo, com a dupla a ser considerada a idealizadora e criadora do TPS [13, 14], que definem como base do sistema, a completa eliminação do desperdício – *Lean* - e assenta em dois pilares [15]:

i. Produção *Just-In-Time* (JIT)
ii. "*Jidoka*" ou Autonomação[2]

O sistema TPS é algo dinâmico e com diversos componentes interligados que podem ser aplicados isolada ou conjuntamente. Na Figura 3, está representado um resumo destas ferramentas.

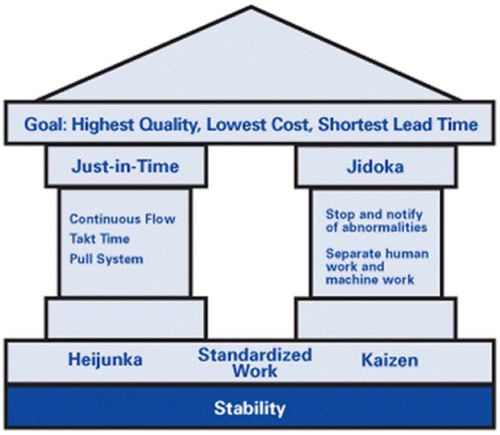


Figura 3 - Toyota Prodution System House. Fonte: [15].

Just-In-Time (JIT)

Não há elemento da moderna administração industrial mais discutido e estudado do que o "*Just-in-Time*"(JIT). "Uma verdadeira revolução" e "mudança de paradigma" são expressões comumente associadas ao JIT, que traduzem o impacto exercido sobre as práticas gerenciais. Operacionalmente, basta dizer que JIT significa que cada processo deve ser suprido com os itens e quantidades certas, no tempo e lugar certo [16]. Os conceitos JIT visam produzir e entregar a quantidade certa, no momento certo, usando o mínimo de recursos necessários de maneira a evitar a produção *batch* e promover a produção contínua. Este sistema reduz inventário e esforça-se para evitar produção antecipada e excessiva.

Produzindo ao estilo JIT, haverá obrigatoriamente menos stock num sistema e rapidamente erros e defeitos são identificados e corrigidos. Tradicionalmente, as empresas querem evitar roturas e usam o stock para os ocultar e evitar possíveis interrupções na

[2] **Autonomação** é muitas vezes expressa como simplesmente "automação com toque humano" e a palavra "jidoka" também é usada, simplificadamente, com este mesmo significado.

produção. Na Toyota, porém, a lógica oposta é aplicada. Ao reduzir o stock, expõe-se no imediato os problemas reais num processo de produção e foca-se na necessidade de melhoria. Esta noção de problemas e anormalidades emergentes é um conceito crítico na TPS [17].

"*Jidoka*" ou Autonomação

Autonomação ("*jidoka*") consiste em facultar ao operador ou à máquina a autonomia de parar o processamento em caso de ser detetada qualquer anormalidade. Este conceito surgiu na Toyota a partir dos esforços de Ohno para que um trabalhador pudesse operar simultaneamente mais do que uma máquina, aumentando a produtividade [16].

Na verdade, a palavra "*jidoka*" significa simplesmente automação. "*Ninben no tsuita jidoka*" ou "*Ninben no aru jidoka*" expressam o verdadeiro significado do conceito, ou seja, que a máquina é dotada de inteligência e toque humano [18].

É importante ressalvar que o termo autonomação tem muito mais paridade com a noção de autonomia do que com automação. Enquanto a autonomia para a interrupção da linha operatória é condição fundamental, a automação desempenha um papel secundário, nem sempre presente [16].

O objetivo é garantir que seja possível parar o processo, pelo operador ou pela máquina, impedindo assim a propagação de defeitos e com isso a possível identificação/correção de fontes de desperdícios que vão contra a filosofia *Lean,* enquanto se previne reincidências e, consequentemente, uma produção contínua é garantida.

Relação entre o *Just-in-Time* e o "*Jidoka*"

O JIT precisa de um mecanismo que garanta que cada processo fabrique somente a quantidade necessária de produtos, livres de qualquer defeito que possa impedir a sua utilização. Por outras palavras, o JIT necessita do suporte de um elemento capaz de eliminar por completo as perdas por sobreprodução quantitativa e de produtos defeituosos. Foi discutido anteriormente a capacidade da autonomação em combater os dois tipos de perdas, portanto assume-se como base essencial para a operacionalização do JIT [16].

É fundamental perceber que o TPS tem no JIT e no *Jidoka* dois elementos essenciais ao seu equilíbrio e que as interpretações centradas exclusivamente no JIT estão longe de representar a sua real configuração, sendo o emparelhamento com o *Jidoka* fundamental para a sua correta implementação [19].

Desperdícios do *Lean*

O *Lean manufacturing* é um método japonês focado em 3M's, representando os três tipos de atividades que geram desperdícios numa organização. "***Muda***" para desperdício do processo. "***Mura***" para inconsistência no produto, processos e sistemas. "***Muri***" por sobrecarga física ou mental dos operadores ou máquinas. Estes três termos japoneses estão esquematizados na Figura 4, são transversais a todo o TPS e convém serem tratados em conjunto, sem descurar

um em função de outro uma vez que todos perturbam a eficiência das operações de produção [20].

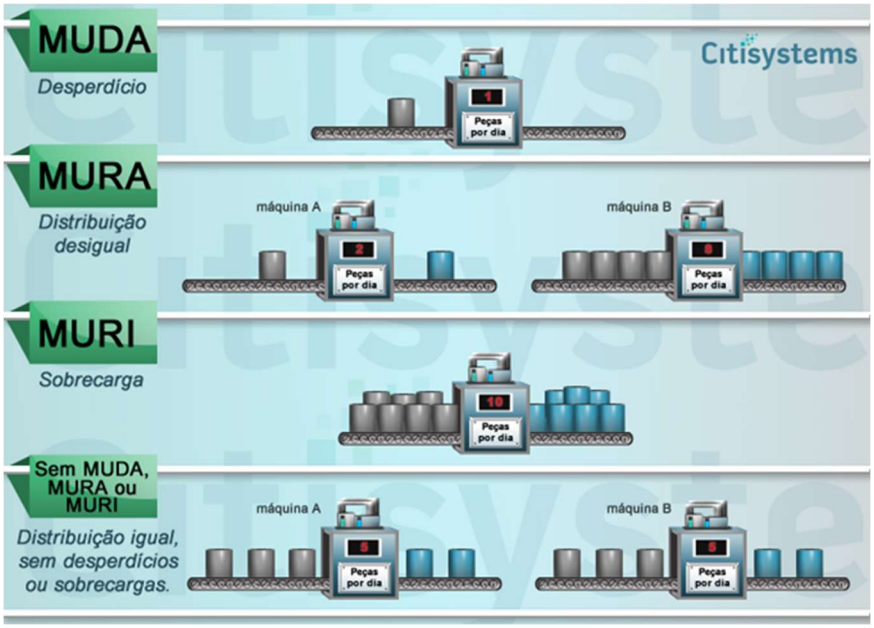


Figura 4 - Muda, Mura e Muri. Fonte: www.citisystems.com

A máxima da metodologia *Lean* é reduzir o desperdício, independentemente da fonte: Esforço humano, inventário, tempos de obtenção de matérias-primas e espaço de trabalho. O objetivo é ter uma resposta altamente agilizada à procura do consumidor e, em simultâneo, serem produzidos artigos de qualidade da maneira mais económica e eficiente possível [21]. Shigeo Shingo defendia a abolição do desperdício na cadeia produtiva e defendia a máxima "*não aceite o desperdício como algo inevitável*" [22].

Desperdício é algo que não acrescenta valor ao produto final, por isso a sua mitigação é fundamental para uma maior produtividade, identificar esses desaproveitamentos é o passo primordial para a sua resolução. Segundo Ohno [15], os sete desperdícios - "*Muda*" - que caracterizam os processos são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – 7 desperdícios de Taiichi Ohno.

1. Sobreprodução	Produção excedente ou até antecipada, à que o cliente pretende. Em particular, gera excesso de stock, que é necessário armazenar e organizar.
2. Excesso de inventário	Mais do que o necessário para atender à demanda do cliente. Um longo stock requer espaço e horas de mão de obra para mover e gerir esse inventário.
3. Defeitos e retrabalho	Todas as formas de refugo, retrabalho ou perdas de rendimento durante o processo. Sempre que algo não é feito corretamente da primeira vez, consome recursos para o refazer.
4. Tempo de espera	As utilidades devem estar sempre prontas quando necessário, sem atrasos. Se não, isso representa tempo perdido no processo.
5. Excesso de transporte	Movimentar utilidades mais do que o necessário não acrescenta valor ao produto final e é, assim, uma forma de desperdício.
6. Excesso de movimento	Várias viagens para obter material, ou mesmo esforço para alcançar uma ferramenta que está mal localizada são considerados desperdícios por excesso de movimento.
7. Processamento acessório	Trabalho que vai para além das especificações exigida pelo cliente ou mesmo realização de etapas que não são necessárias ao produto final.

A lista original não é definitiva ou imutável e pretendia servir como uma forma de destacar exemplos para que os funcionários pudessem identificar áreas de melhoria. Para empresas fora da manufatura, a lista requer uma adaptação ao seu contexto particular. A título de exemplo, a espera por material pode, em vez disso, relacionar-se com a chegada ou processamento de documentos prioritários. Sucata ou retrabalho, no caso, estaria relacionado a erros de documentos ou transações [20].

Uma vez que a lista original de sete resíduos foi criada para a realidade da Toyota, outras empresas alteraram-na e adicionaram os seus próprios tipos de resíduos, tais como, falhas no aproveitamento do potencial humano, sistemas ineficientes ou energia desperdiçada. Autores, como Nunes [23] e Liker [24] acrescentam um oitavo "Muda":

Competências não exploradas/Desperdício do potencial humano - Muitas ideias, habilidades e oportunidades de melhoria ou aprendizagem perdem-se pelo não envolvimento dos funcionários. O oitavo desperdício é descrito como um desperdício de talento e engenhosidade humana e tende a ser mais frequente quando as organizações separam o papel da administração do dos funcionários na questão da melhoria contínua. Ou seja, isolando a administração como responsável pelo planeamento, organização, controlo e inovação do processo de produção - única e exclusivamente - o operador fica simplesmente encarregue de seguir ordens e executar tarefas conforme planeado por outrem, sem nunca oferecer (ou ser requisitada) a sua experiência. Os trabalhadores que operam diretamente na linha do processo são os mais capazes de identificar problemas e avaliar a aplicabilidade das soluções propostas.

Pelas palavras de Liker [24]: *"O método Toyota prega que o trabalhador é o recurso mais valioso - não apenas um par de mãos recebendo ordens, mas um analista e solucionador de problemas -"*.

Ferramentas do *Lean*

As ferramentas *Lean* são projetadas para reduzir os "*Muda*" nas organizações e melhorar os mais diversos aspetos, apontando sempre para a melhoria da qualidade. Por outras palavras, as ferramentas *Lean* procuram eliminar processos desnecessários ou substituí-los por outros que acrescentem valor ao produto. Embora a total eliminação de desperdício seja uma utopia, um esforço constante nesse sentido, fará com que os processos e práticas associadas melhorem continuamente e, por conseguinte, aumentem sua eficiência [23]. Continuidade é um substantivo chave no domínio de melhoria e o mesmo conceito tem de estar intrinsecamente conexo às ferramentas ou estratégias aplicadas, pois só assim os resultados desejados serão alcançáveis.

Existem diversas ferramentas do pensamento *Lean*, algumas mais antigas que caíram em desuso outras mais recentes que vão surgindo e ganhando destaque (sendo isso mesmo o que a metodologia *Lean* encoraja e defende). Podem ser vistas como uma série de métodos que fornecem instruções diretas para aplicação do pensamento *Lean* e, consequentemente, facilitam a sua gestão em contexto real. Mais de 100 ferramentas diferentes estão disponíveis, cada uma com um foco específico [25]. Assim, dependendo do tipo de implementação do sistema *Lean*, mas sobretudo dos principais pontos críticos identificados e objetivos a cumprir, as ferramentas devem ser analisadas e selecionadas em conformidade. Nos próximos parágrafos serão exploradas em maior detalhe as ferramentas em foco da metodologia *Lean*, de acordo com a visão de diversos autores [5, 6, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 31]:

***Kaizen*:** *Kaizen* é uma palavra nipónica normalmente traduzida para "melhoria contínua" e originalmente, esta palavra era atribuída a mudanças subtis que eram feitas ao longo do tempo que no seu somatório originavam mudanças relevantes. Atualmente, é também vista como uma filosofia ou estado de espírito. Na literatura contemporânea, muitas vezes o *Kaizen* é colocado como uma metodologia de melhoria contínua, ao lado do *Lean* e *Six Sigma*, por exemplo. Neste aspeto existe alguma ambiguidade literária, mas na visão dos autores supracitad**os,** *Kaizen* é, efetivamente, uma ferramenta do *Lean*.

SMED: A principal área de aplicação do SMED é a redução dos tempos de preparação em linhas de produção. Este processo permite aos operadores analisarem e descobrirem eles próprios porque é que as mudanças demoram tanto tempo e como é que este tempo pode ser reduzido. Em muitos casos, os tempos de troca e configuração podem ser condensados a menos de 10 minutos, de modo a que o tempo de transição possa ser expresso com um único dígito, e é, por isso, chamada "SMED" (*Single Minute Exchange of Dies*). O SMED é considerado como uma

ferramenta essencial no *Lean* e é instrumental na redução de atividades sem valor acrescentado em tempos de *setup*.

5S: De origem japonesa "*seri-seiton-seiso-seiketsu-shitsuki*" e com significado "organizado-ordenado-limpo-padronizado-disciplina", é uma ferramenta que pode ser resumida por "um lugar para tudo e tudo no seu lugar". Consiste na implementação de métodos específicos para organização do espaço de trabalho, de forma a que os objetos necessários estejam próximos e facilmente acessíveis, tornando o fluxo de trabalho contínuo e suave.

O ponto focal da primeira etapa "Organizar" é uma eliminação de todos os itens desnecessários da área de trabalho. Não há espaço para extras sem utilidade, logo o seu armazenamento é desnecessário. Na segunda etapa "Ordenar", os itens relevantes são organizados, de forma a que a sua identificação, utilização e arrumação seja o mais fácil possível. Eliminando ao máximo a possibilidade de confusão, dúvida ou troca de material. A terceira etapa "Limpar" indica a necessidade de os postos de trabalho serem regularmente limpos para fornecer um ambiente confortável e, posteriormente, aumentar não só a eficiência das tarefas em causa, como também a sua qualidade. A quarta etapa "Padronizar" consiste na normalização de medidas implementadas nos três primeiros S's. Finalmente, uma quinta etapa "Disciplina" passa pelo desenvolvimento de um hábito para o controle e manutenção das medidas anteriormente aplicadas. Assim que o 5S é implementado, disciplina é precisa para a preservar. Esta etapa será, porventura, a mais importante, mas também a mais difícil.

Gestão Visual: A gestão visual está ligada ao método 5S e complementa-o na organização de um local de trabalho. Sinais, linhas, rótulos, listas e códigos de cores eliminam suposições e pesquisas por informação ou material. A gestão visual contribui para o fluxo operacional ao projetar, de forma clara, algo que auxilie imediatamente o funcionário impedindo perdas de tempo. Tempo esse que poderá e deverá ser alocado na produção de valor

Padronização: A padronização do trabalho é uma ferramenta fundamental na gestão *Lean* pois ajuda na sistematização de processos e métodos benéficos que foram implementados com o objetivo de acrescentar valor. A padronização será, também, responsável pela propagação destas práticas a toda a organização. Sem padronização, é provável que haja grande variabilidade na execução de tarefas, tornando o seu planeamento complexo.

Poka Yoke: *Poka Yoke* significa "à prova de erros" ou, literalmente, evitar (*yokeru*) erros inadvertidos (*poka*). O *Poka Yoke* garante as melhores condições antes que um processo seja executado e, assim, previne a ocorrência de defeitos. Adicionalmente, desempenha a função de detetive para que potenciais defeitos possam ser identificados e eliminados o mais cedo possível no processo. *Poka Yoke* é qualquer mecanismo no processo de fabricação *Lean*

que ajuda a evitar erros, com o propósito de eliminar os defeitos do produto ao prevenir, corrigir ou alertar para erros humanos no instante em que ocorrem.

2.2.2 *Six Sigma*

Introdução e história

Durante a década de 80, nos USA, a Motorola juntou-se ao movimento da qualidade, procurando reduzir os defeitos do produto na base da fábrica, e desenvolveu o conceito de trabalho *Six Sigma*, porém, a metodologia só ganhou notoriedade depois que Jack Welch, da General Electric, fez dela o foco central na sua estratégia empresarial em 1995 [32]. Na altura, enfrentavam a concorrência japonesa na indústria eletrónica, portanto era necessário melhorar drasticamente os níveis de qualidade do produto [33]. Existem lacunas na teoria sobre *Six Sigma*, muito poucos estudos académicos foram realizados e não há outra base de investigação para além dos estudos de "melhores práticas" [32, 34]. Por conseguinte, para ser realizada pesquisa sobre o Six Sigma, o ponto de partida deve ser a formulação e identificação de teorias úteis que estejam relacionadas à metodologia sabendo que foram construídas com base em conhecimentos do campo da engenharia de qualidade, incorporando ideias do controlo de qualidade estatística [34, 35].

Six Sigma é uma metodologia que fornece às empresas as ferramentas para melhorar a capacidade dos seus processos empresariais. Para o *Six Sigma*, o processo é a unidade básica para a melhoria e pode ser visto como um produto ou um serviço que a empresa fornece a clientes externos, ou ser um processo interno da própria empresa, como por exemplo um processo de faturação ou de produção [32]. É uma implementação rigorosa, focada e altamente eficaz de princípios e técnicas de qualidade comprovada. Incorporando elementos do trabalho de muitos pioneiros da qualidade, o *Six Sigma* visa um desempenho empresarial virtualmente livre de erros [36]. É definido por Linderman, Schroeder [34] como:

> *"(...) um método organizado e sistemático de melhoria estratégica do processo e desenvolvimento de novos produtos e serviços que se baseia em métodos estatísticos e no método científico para fazer reduções dramáticas nas taxas de defeitos definidos pelo cliente"*

O nome "*Six Sigma*" deriva da terminologia estatística - *Sigma* (σ) - significa desvio padrão. Para uma distribuição normal, a probabilidade de cair dentro de um intervalo de ±6 sigma em torno da média é de 0,9999966. Num processo de produção, o "*Six Sigma standard*" significa que a taxa de defetividade do processo será de 3,4 defeitos por milhão de unidades (ou oportunidades produtivas) [32]. Tradicionalmente, as empresas aceitavam três ou quatro níveis de desempenho sigma como norma, apesar de estes processos criarem entre 6 200 e 67 000 problemas por milhão de oportunidades [36]. *Six Sigma* indica um grau de consistência

extremamente elevado e em oposição, uma variabilidade extremamente baixa. Em termos estatísticos, o objetivo do Six Sigma é reduzir a variação para alcançar desvios-padrão muito reduzidos. A Figura 5 mostra a relação entre os defeitos encontrados por milhão de oportunidades e o nível processo *Sigma* associado, assumindo a distribuição normal.

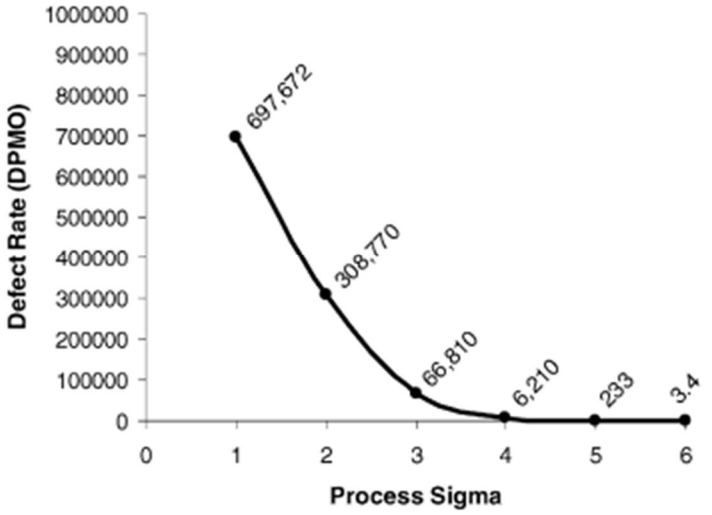


Figura 5 – Taxa de defeitos versus nível de processo sigma. Fonte: [34].

Ferramentas do *Six Sigma*

Seja qual for a ferramenta escolhida, é importante que seja cuidadosamente seguida e que não seja oferecida uma solução até que o problema seja claramente definido. Dados e medição objetiva são fatores relevantes e cruciais em cada etapa do método. Cada organização terá certamente de utilizar uma seleção adequada e uma combinação de diferentes abordagens, ferramentas e técnicas no seu processo de implementação tendo em mente que é essencial que sejam selecionadas ferramentas para uma equipa e um processo apropriado [37].

Algumas ferramentas do *Six Sigma* são mais difundidas que outras, no entanto, existem duas muito requisitadas: O ciclo **PDCA** (*Plan*, *Do*, *Check*, *Act* – Planear, fazer, Verificar e Agir) e o ciclo **DMAIC** (*Define*, *Measure*, *Analyse*, Improve, e *Control* – Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar).

- **Ciclo PDCA**

Num processo central, os resultados reais de uma ação são comparados com um objetivo ou um ponto definido. A diferença entre os dois é então monitorizada e são adotadas medidas corretivas se a disparidade se acentuar. A natureza repetitiva e contínua da melhoria segue esta definição habitual de controlo e é representada pelo ciclo PDCA, onde múltiplas iterações do ciclo são repetidas até que o problema seja resolvido, Figura 6. Também é referido como a Roda de Demming, em homenagem William Edwards Demming, contudo, o próprio Demming referia-se ao ciclo PDCA como ciclo de Shewart e esta denominação é, também, encontrada na literatura [38].

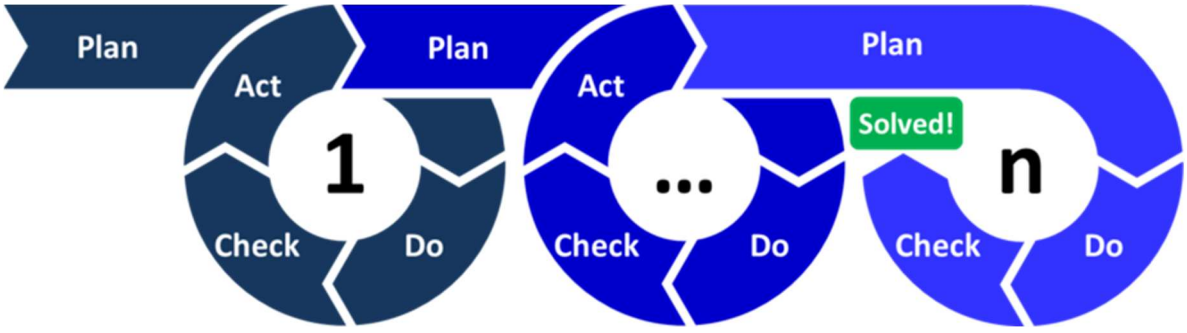


Figura 6 – Ciclo PDCA. Fonte: [38].

A aplicação do ciclo PDCA foi considerada mais eficaz do que adotar uma postura de "fazer o produto correto, da maneira correta, à primeira tentativa" [39]. O Ciclo PDCA traduz-se numa procura contínua de melhores métodos de melhoria, indagando ser eficaz tanto na realização de um trabalho, como na gestão de um programa. Tem como método de funcionamento, um processo de questionar repetidamente o trabalho pormenorizado e assim ajudar a sustentar os resultados otimizados, permitindo dois tipos de ações corretivas: temporárias e/ou permanente. A ação temporária tem como objetivo obter resultados imediatos, usando uma abordagem prática para resolver o problema. A ação corretiva permanente, por outro lado, consiste em investigar e eliminar as causas profundas e, assim, visar a sustentabilidade do processo melhorado [40]. A Tabela 2 resume e explicita as fases do ciclo.

Tabela 2 –Descrição do Ciclo PDCA.

Estágio	Descrição
1. ***Plan***	O ciclo começa com a fase de Planeamento, onde se inicia a formulação de um plano de ação baseado na análise dos dados recolhidos.
2. ***Do***	Fase seguinte é a fase de aplicar algo de acordo com o que foi discutido no passo anterior.
3. ***Check***	A fase de Verificação, onde os resultados após a implementação são comparados com metas propostas, para avaliar se a melhoria de desempenho esperada foi alcançada.
4. ***Act***	Na fase da Ação, se a mudança tiver sido bem-sucedida, então o resultado é consolidado ou normalizado.

Se a mudança não tiver sido bem sucedida, as lições são registadas, aprendidas e o ciclo recomeça. Se a mudança for de acordo com o objetivo proposto, os resultados são monitorizados através do ciclo PDCA uma e outra vez.

- **DMAIC**

DMAIC é acrónimo para *Define*, *Measure*, *Analyse*, *Improve* e *Control* (Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar) e foi introduzido pela Motorola como um medidor e orientador do ciclo de vida dos projetos *Six Sigma* no final da década de 1980. Desde então, a DMAIC

tornou-se a componente essencial de todas as iniciativas e programas de formação e implementação da metodologia *Six Sigma* [40, 41]. O DMAIC é semelhante em função dos seus predecessores na resolução de problemas de manufatura, tais como o *Plan-Do-Check-Act* [42] embora sejam ferramentas distintas. Na teoria das rotinas organizacionais, DMAIC é uma metaroutina: uma rotina para mudar rotinas estabelecidas ou para conceber novas [43]. Originalmente descrito como um método de redução de variações, o DMAIC é aplicado na prática como uma abordagem genérica de melhoria e resolução de problemas [44].

O DMAIC também é usado para criar um "Processo Cascata" para controlo de projeto. Os critérios para uma determinada fase são definidos e o projeto é revisto e, se os critérios forem atendidos, a próxima fase começa. Pyzdek e Keller [36] desenvolveram um ciclo DMAIC com base nos “Processos Cascata” com uma série de perguntas que ajudam a definir e catalogar o tempo de vida de um projeto. A Tabela 3 sintetiza o ciclo DMAIC.

Tabela 3 - Descrição do Ciclo DMAIC.

Etapa	Descrição
“Define”	Definir o propósito, o alcance, objetivos, expectativas, recursos e linha temporal do projeto. Os clientes, as suas questões críticas para a qualidade e o processo comercial central envolvido são claramente identificados nesta fase.
“Measure”	Fornece o *roadmap* do projeto ao mesmo tempo que determina o patamar em que se encontra. Estabelece métricas válidas e fiáveis para ajudar a monitorizar o progresso rumo ao(s) objetivo(s) definido(s) na etapa anterior.
“Analyse”	Valida as causas na raiz dos problemas. Analisar o sistema para identificar formas de eliminar a lacuna entre o desempenho atual do Sistema/processo e o objetivo desejado.
“Improve”	Trata as oportunidades de melhorias identificadas no passo anterior. Primeiramente devem ser identificas as possíveis soluções para corrigir e evitar a causa raiz do problema, em seguida, é recomendado testar para descobrir se a solução proposta é efetiva, caso não seja, deve ser repensada e replaneada; se o resultado do teste for promissor, a ação deve ser implementada.
“Control”	Assegura a estabilidade e fiabilidade do processo, a capacidade final do projeto é determinada. A documentação adquirida e elaborada para aproveitar as melhores práticas também faz parte da fase de Controlo.

Enquanto o ciclo PDCA tem sido amplamente utilizado no desenvolvimento e implementação de políticas da qualidade, o DMAIC acrescentou o rigor do ciclo de vida do projeto desde a implementação ao encerramento dos projetos *Six Sigma* [40].

3 Métodos Utilizados

Reduzir os desperdícios envolvidos no processo produtivo de modo a aumentar a produtividade, é um percurso metódico, onde o estudo preliminar assume uma preponderância, no mínimo, similar à aplicação de metodologias de melhoria. Nesse sentido, o primeiro passo foi analisar o processo de produção e perceber se existem dados capazes de auxiliar a identificação de oportunidades de melhoria.

A empresa já efetua a recolha de indicadores que considera relevantes para análise do processo. Dados como os tempos mortos das máquinas e tabelas de produtividade, são exemplos de indicadores recolhidos e armazenados por um trabalho conjunto entre operadores e departamento de produção. No entanto, os dados recolhidos, não sofrem um tratamento adequado e capaz de evidenciar medidas a implementar.

Como primeiro passo, foram analisados e tratados os dados fornecidos pela empresa, não só para quantificar a produtividade e caracterizar os diferentes tempos das máquinas, mas também para verificar se as metodologias de melhoria contínua propostas seriam as indicadas para a redução de desperdícios, de acordo com os casos abordados na literatura.

A metodologia *Six Sigma* serviu como base para todo o trabalho desenvolvido na empresa e como *guideline* para desenvolver o tema proposto, sendo fundamental para as conclusões. A metodologia *Lean* foi empregue no terreno, como elemento diferenciador entre as fases de pré e pós melhorias implementadas.

Após a implementação das melhorias, é necessário a repetição das fases de recolha e tratamento de dados, no sentido de analisar o impacto causado pelas ações tomadas na produtividade, ressalvando que as propostas de melhoria necessitam de tempo e compromisso para o seu efeito quantificado.

3.1 Metodologia *Six Sigma*

Como abordado no capítulo anterior, o *Six Sigma* contempla diversas ferramentas, entre as quais o ciclo PDCA, que foi utilizado para uma análise preliminar ao processo. Paralelamente com o ciclo, a 1ª fase, *Plan,* reside num planeamento para identificação de potenciais *bottleneck* do processo, ou seja, zonas de estrangulamento e acumulação de artigo. A 2ª fase, *Do*, consiste na implementação do plano numa tentativa de melhorar os índices de produtividade, pela redução de tempos não produtivos. A análise do plano é efetuada na 3ª fase do ciclo, *Check*, para avaliar a eficácia das medidas tomadas. A 4ª, e última fase do ciclo, *Act*, representa agir no sentido de melhorar e adaptar o plano inicial de forma a serem atingidos os objetivos propostos.

3.2 Metodologia *Lean*

A metodologia *Lean* visa a eliminação do desperdício ao longo do processo produtivo e as suas ferramentas foram empregues com esse propósito. Depois de identificada a zona onde intervir, um conjunto de melhorias foram pensadas e a sua respetiva viabilidade analisada, tendo como base a metodologia *Lean*. Posteriormente, foram selecionadas e aplicadas com recurso às ferramentas *Lean* consideradas adequadas.

Foram estudadas diversas ferramentas aplicadas em diferentes contextos, de forma a tentar perceber e replicar casos de sucesso anteriores na literatura. Toda a teoria associada concedeu uma visão mais abrangente do assunto e permitiu identificar situações onde, aparentemente não existiria possibilidade de melhoria, mas que com base no que é sugerido na implementação das ferramentas, foram otimizadas e melhoradas.

As propostas de melhoria usadas para a abordagem da temática desta tese, tiveram como ponto de partida as seguintes ferramentas: **5S, SMED, Gestão Visual, Padronização, *Kaizen e Poke Yoke*.**

4 Resultados e Discussão

Na análise aos tempos mortos de todas máquinas verificou-se que os tempos mortos obtidos não eram equitativos, com duas máquinas a destacarem-se claramente. Nesse sentido, escolheu-se uma delas para ser analisada ao pormenor. Acompanhou-se a máquina em questão para se perceber o seu funcionamento e avaliar o seu *output*. A partir da análise efetuada, deficiências no processo foram notadas e uma série de melhorias projetadas e implementadas.

No **Apêndice A** é apresentado o processo global da produção de couro artificial na MRR.

4.1 Análise de Tempos Mortos

A produção de revestimentos em couro artificial contempla diversas etapas dentro do processo produtivo, com cada etapa a corresponder a uma passagem por uma máquina. A partir de dados fornecidos pela empresa, a Tabela 4 mostra os tempos mortos (tempo em que a máquina não está a produzir) das principais máquinas, em minutos, referentes ao período compreendido entre janeiro e agosto de 2020.

Tabela 4 -Tempos mortos do processo.

Mês	Acabamentos						Recobrimentos	
	G1	G2	G3	E1	E2	E3	R1	R2
Janeiro	263	1 299	90	150	0	2 635	428	1 845
Fevereiro	390	1 266	120	240	240	2 405	430	1 340
Março	245	1 100	90	2 300	0	1 795	255	995
Abril	100	1 060	100	1 800	120	2 150	90	625
Maio	0	0	420	940	0	1 745	0	1 100
Junho	0	0	535	1 380	30	1 355	0	745
Julho	254	0	250	1 630	0	1 590	100	910
Agosto	128	0	365	1 385	0	665	260	695
Total em min	1 380	4 725	1 970	9 825	390	14 340	1 563	8 255
Total em h	23,0	78,8	32,8	163,8	6,5	239,0	26,1	137,6
Total em %	3 %	11 %	5 %	23 %	1 %	34 %	4 %	19 %

Com base nos tempos acima apresentados, é aferível que as estampagens E1 e E3 têm valores elevados de tempos mortos, sendo bastante representativos dos tempos mortos totais (>50%). Segmentando a informação da tabela supracitada e atendendo apenas a valores superiores a 1 000 min por mês, a Figura 7 elucida graficamente esta discrepância:

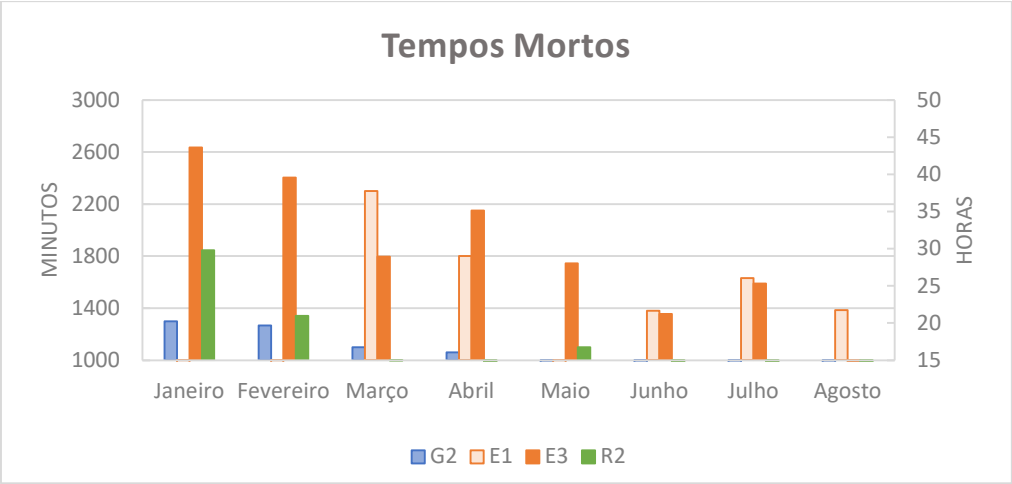


Figura 7 - Tempos mortos acima de 1000 min por mês no processo.

Observando a Figura 7 é percetível que as estampagens, nomeadamente a E1 e a E3, são as máquinas com maior tempo improdutivo. Visto que não haveria tempo para tratar todas as máquinas, e através de dados recolhidos da empresa foram estudados e caracterizados os tempos mortos das três máquinas referentes ao acabamento por estampagem

No **Apêndice B** encontram-se todos os dados, por mês, a partir dos quais surge a Figura 8:

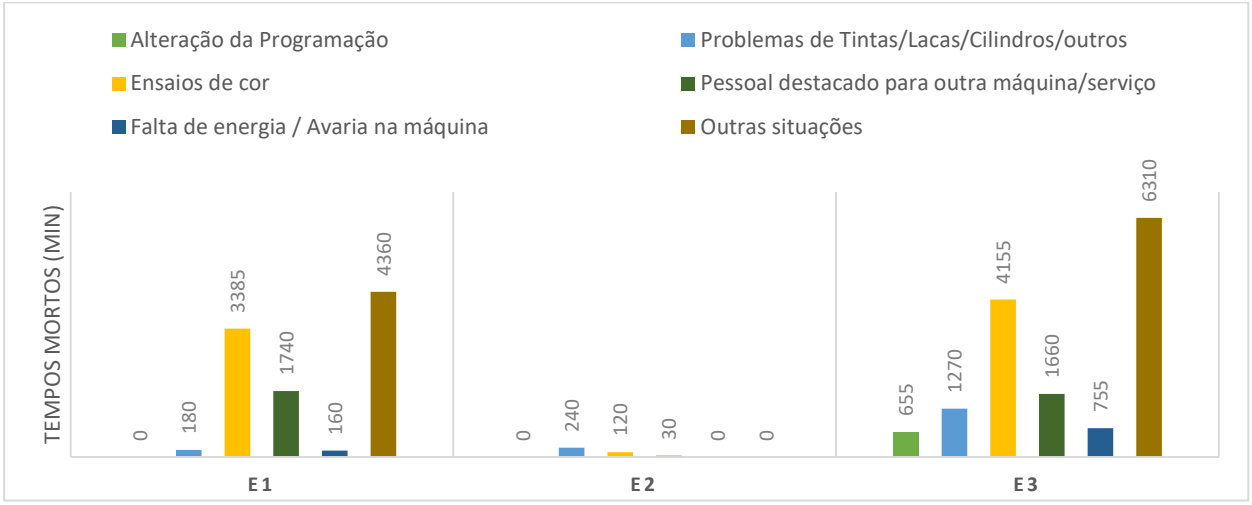


Figura 8 – Discriminação de tempos mortos em cada Estampagem.

Pela análise dos valores em cima, constata-se que as causas com maior contribuição para os tempos mortos das estampagens são “Ensaios de cor” e “Outras situações”, sendo especialmente afetadas as máquinas E1 e E3, coerentemente com o que é representado na Figura 7. Portanto, a estampagem, é onde se verifica maior tempo morto e nomeadamente, E1 e E3, são as máquinas que mais contribuem para essa inflação de valores.

Analisando os “Ensaios de cor” e comparando os valores da E1 e E3, há a ressalvar uma questão: enquanto na E1, os ensaios de cor são tempos mortos inevitáveis, na E3, só existem ensaios de cor numa situação de retrabalho. O retrabalho, é uma medida corretiva aplicada

quando o artigo está não conforme em termos de tonalidade, pelo que apesar de necessário para a redução de artigo de 2ª qualidade, implica uma redução da produtividade da E3.

É ainda de realçar, que a E1 trabalha com um elevado número de diferentes cilindros, o que exige a constante mudança dos mesmos, enquanto a E3 trabalha, sobretudo, com os mesmos dois cilindros.

Com os dados até aqui apresentados, é notável que a E3 apresenta um maior potencial para que possam ser aplicadas ferramentas que reduzam os tempos mortos e, consequentemente, aumentem a produtividade da máquina e do processo global.

Os metros totais de artigo produzido por mês e a sua distribuição por máquina de recobrimento e por máquina de estampagem encontram-se apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Relação entre metros recobertos e estampados.

Mês	Metros recobertos	Mês	Metros estampados		
	R1+ R2		E3	E2	E1
	1ºT+2ºT		1ºT+2ºT	1ºT+2ºT	1ºT+2ºT
Janeiro	123 680	**Janeiro**	107 527	20 612	24 325
Fevereiro	111 085	**Fevereiro**	109 779	28 013	24 835
Março	132 534	**Março**	125 277	8 352	29 223
Abril	82 329	**Abril**	87 852	6 958	26 831
Maio	56 302	**Maio**	42 998	0	7 048
Junho	48 542	**Junho**	47 957	1 890	14 347
Julho	65 909	**Julho**	48 688	0	10 838
Agosto	56 306	**Agosto**	64 165	10 719	13 519
		Total E_n	634 243	76 544	150 966
Total R1+R2	676 687	**Total E_n / Total R1+R2**	94 %	11 %	22 %

Analisando a Tabela 5, é possível verificar que Recobrimento, R1 e R2, em conjunto recobriram cerca de 680 mil metros de artigo ao longo dos primeiros 8 meses do ano 2020. Contrariamente às Estampagens e Gravações, o artigo apenas fará uma passagem num Recobrimento, sendo, por isso, um bom indicador para medir a produção total.

A importância que a E3 assume no processo é, ainda, suportada pelos dados da tabela, onde se verifica que a máquina em causa operou, cerca de 640 mil metros, durante o período analisado.

O facto do somatório dos metros que passam em cada estampagem representar um valor superior aos 100% dos metros recobertos prende-se com a possibilidade de um artigo ser lacado ou estampado mais do que uma vez e com a questão do retrabalho, já acima abordada.

Então sendo uma máquina com tempos mortos elevados e com bastante representatividade dentro do processo, a **E3** foi a escolha natural para serem projetadas e implementadas as metodologias de melhoria contínua.

4.2 Análise do processo da E3

Enquadrado no processo geral, a E3 é posterior a uma das máquinas do Recobrimento (R1 ou R2) e anterior às máquinas de Gravação (G1, G2 ou G3), sendo que como já foi ressalvado anteriormente, o artigo depois de gravado poderá voltar a uma das estampagens. A Figura 9 é uma representação 3D da máquina E3 que juntamente com a legenda presente na Tabela 6 servem de apoio para uma melhor compreensão e visualização do processo na E3.

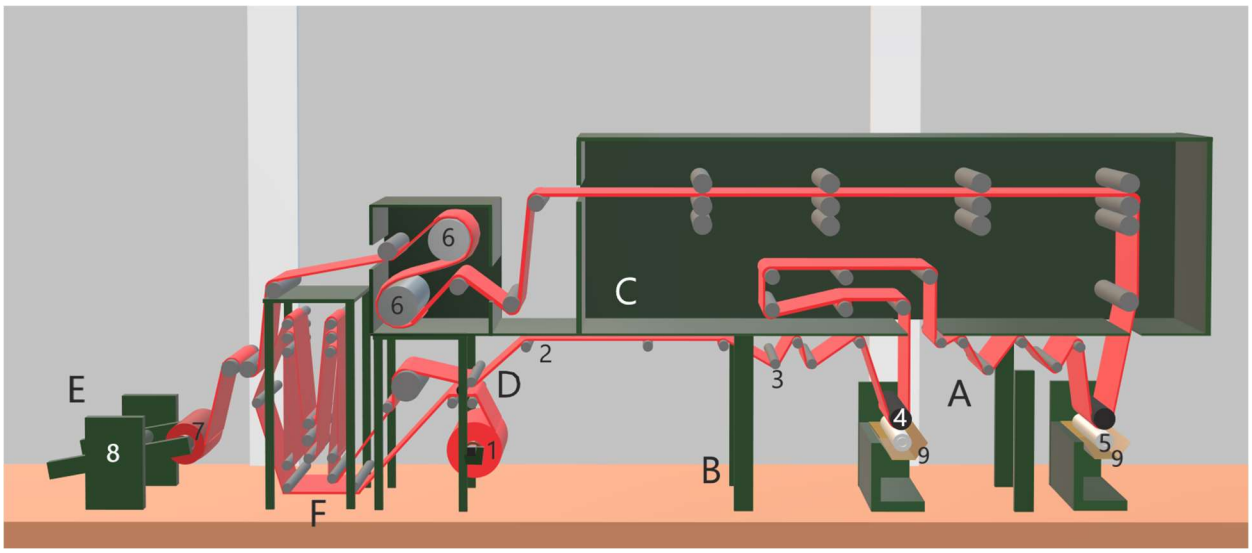


Figura 9 - Representação esquemática da máquina E3.

Tabela 6 – Legenda da Figura 9.

Zona	Legenda
A	Lacas
B	Descarga do próximo rolo
C	Estufa
D	Costuras
E	Carga do rolo pronto
F	Acumulador

Elemento	Legenda
1	Rolo a iniciar
2	Cilindros de transporte
3	Cilindros bailarinos
4	Cilindro de borracha
5	Cilindro de Lacar
6	Cilindro refrigerado
7	Rolo a sair
8	Cabeça revólver
9	Tinas

A nível de micro processos ou de principais tarefas associadas à E3, são de destacar:

1) **Procurar Rolos**

É primordial encontrar o rolo a dar entrada na estampagem, segundo o planeamento semanal. É necessário procurar o rolo e com ajuda do carrinho de transporte carregá-lo até à

zona B, montar os cabeços e veio de suporte e coser o rolo ao tecido de transporte[3], para ficar como está no ponto 1 da zona D. A tarefa de recolher/entregar os rolos é quase exclusiva dos ajudantes da máquina.

2) Preparação de Tinas

A preparação das tinas consiste na forragem com papel das tinas metálicas, número 9 na figura acima, com papel (reutilizado dos recobrimentos), para encher as mesmas com a laca a aplicar no artigo, zona A. É verificado se os cilindros de estampar, número 5 da figura, são os indicados para o efeito (normalmente a E3 trabalha só com 3 ou 4 cilindros durante todo o ano). Esta tarefa é feita nas duas cabeças pelo chefe da máquina.

Com estes requisitos cumpridos, enchem-se as duas tinas com laca. Temperatura e velocidade são parâmetros a verificar e controlar para condizer com o que artigo precisa.

3) Inicio da máquina e lacagem

Com tudo preparado, a máquina é iniciada, o artigo desbobina no ponto 1, passa pela zona do acumulador, F, continua pelos cilindros de transporte, até chegar à 1ª cabeça onde leva a 1ª camada de laca. O aperto é feito pelo cilindro de borracha, número 4 da figura. Após a 1ª cabeça, o artigo vai à estufa, zona C, faz um circuito curto, sai da estufa e leva laca na 2ª cabeça. O artigo, já com as duas camadas de laca, volta a entrar na estufa e percorre o percurso mais longo. Saído pelo topo, começa a ser arrefecido nos cilindros de refrigeração, na figura indicados com o número 6. Finalmente, o artigo é bobinado no rolo de saída, número 7, que está inserido na cabeça revólver, na zona de carga do rolo pronto, E.

4) Preparar entrada do próximo rolo

Com o rolo atual a chegar ao fim, cosem-se pontas no fim do mesmo, dão-se nós entre ponta deste e ponta do próximo, já cosida ao próximo rolo a entrar na máquina, de forma a garantir a continuidade do processo.

Todo este procedimento é feito sem que a máquina pare e isto deve-se, sobretudo, ao acumulador representado pela letra F, que permite travar a desbobinagem do rolo atual, na zona D, para que possa ser realizada a costura. Os 6 cilindros de cima do acumulador, descem alimentando a máquina durante tempo suficiente para a realização de costuras ou outro tipo de intervenções. Quando o rolo seguinte está pronto a entrar na máquina (já com os nós nas pontas entre artigos), liberta-se o travão acumulador e este volta a subir para a sua posição inicial. Quando o rolo atual estiver a terminar, na cabeça revólver indicada na figura com o número 8, aparecem as pontas com os nós, soltam-se os nós, gira-se a cabeça revólver e inicializa o rolo seguinte.

[3] **Nota:** Tecido de transporte não é nada mais do que o tecido usado para as chamadas "pontas", no entanto, para diferenciação, tecido de transporte foi chamado ao que fica na máquina enquanto ela não está a operar (precisa de ter todo o comprimento da máquina, cerca de 73 metros) e "pontas" ao que une artigo com artigo (ou rolo com rolo).

5) **Acomodar rolo pronto e procurar o próximo**

Quando o rolo tiver terminado, na zona de carga E, com ajuda de um carrinho, carrega-se para um estrado onde exista um espaço livre. No fim desta tarefa, procura-se o rolo seguinte, carrega-se para o carrinho e deixa-se o mesmo na zona de descarga B, em suspenso, pronto a entrar na máquina.

4.3 Acompanhamento industrial E3

Numa primeira fase, foi feita uma observação no terreno da E3, em que a sua análise é descrita em detalhe no **Apêndice C**.

Como já tinha sido enunciado anteriormente, na secção 4.1, mais especificamente na Figura 8, "Ensaios" e "Outras situações" são as principais causas de tempos mortos na máquina.

No sentido de explorar as duas situações, foi feito um acompanhamento com a descrição de todas as atividades de relevo que a máquina E3 realiza durante um turno. Este acompanhamento foi realizado num dia de laca com correção de cor e num dia habitual de produção, diferenciando as atividades do chefe de máquina das dos ajudantes.

As subsecções seguintes ilustram esta fase e para um melhor entendimento, como **Tempo de Setup** considerou-se o tempo desde que os operadores entram ao serviço até a máquina estar pronta a lacar o 1º rolo do turno. **Tempo de artigo**, o tempo em que a máquina está a lacar artigo que poderá ser vendável. **Tempo de passagem de pontas** como o tempo em que a máquina não está a passar artigo, mas sim tecido não vendável. **Tempo de paragem forçada** definiu-se como uma paragem da máquina provocada por erro/desatenção humana.

4.3.1 Dia com correção de cor

No **Apêndice D.I**, retrata-se, em pormenor, o 1º turno da máquina E3 num dia de correção de cor na laca, que internamente é designado como dia de laca à cor.

Recolhidos esses dados e informações, a Tabela 7 resume, quantifica e qualifica o que foi observado durante um dia em que há correção de cor.

Tabela 7 – Resumo de atividades da E3 no dia de correção de cor 19/11/2020.

Hora	Etapa	Tempo de artigo	Tempo de Pontas
07:45	Início turno		
08:25	Setup feito		
Acerto cor			
09:03	Arranque		
Ponta			00:09
09:12	Início 1º rolo	00:18	
09:30	Fim		
Limpeza			
10:10			
Ponta			00:04
10:14	Início 2º rolo	00:26	
10:40	Fim		
Ponta			00:05
10:45	Início 3º rolo	00:46	
11:28	Paragem		
11:30	Paragem		
11:33	Fim		
Ponta			00:02
11:35	Início 4º rolo	00:41	
12:16	Fim		
Almoço			
13:11			
Ponta			00:03
13:14	Início 5º rolo	00:35	
13:49	Fim		
Ponta			00:02
13:51	Início 6º rolo	00:35	
14:26	Fim		
Ponta			00:03
14:29	Início 7º rolo	00:36	
15:05	Fim		
Ponta			00:08
15:13	Início 8º rolo	00:33	
15:46	Fim		
Ponta			00:04
15:50	Início 9º rolo	00:25	
16:15	Fim		

Somatório das Operações (hh:mm)
Tempo de Setup
00:40
Tempo para acertar cor
00:38
Tempo artigo
04:55
Tempo de passagem de pontas
00:40
Tempo de paragem forçada
00:02
Limpeza
00:40
Somatório das operações
07:35

4.3.2 Dia habitual de produção

No **Apêndice D.II**, descreve-se o 1º turno de um dia sem qualquer ensaio de cor.

Assim como para o dia de laca à cor, no mesmo seguimento foi construída Tabela 8:

Tabela 8 - Resumo de atividades da E3 no dia de produção habitual - 10/11/2020.

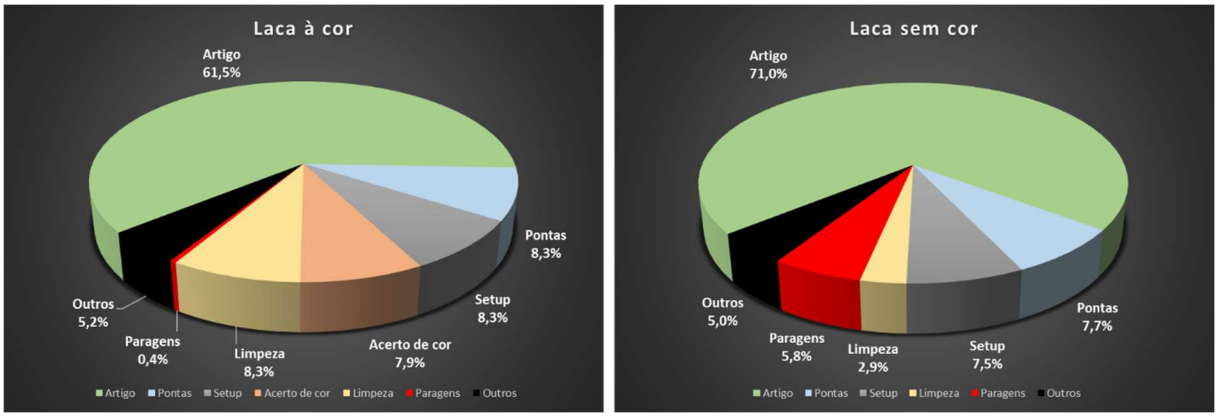
Hora	Etapa	Tempo de Artigo	Tempo de Pontas
07:45	Início turno		
08:21	Setup e Arranque		
Ponta			00:04
08:25	Início	00:39	
09:04	Fim		
Ponta			00:07
09:11	Início	00:35	
09:46	Fim		
Ponta			00:04
09:50	Início	00:40	
10:30	Fim		
Pausa			
10:37			
Ponta			00:04
10:41	Início	00:33	
11:14	Fim		
Ponta			00:03
11:17	Início	00:33	
11:50	Fim		
Ponta			00:07
11:57	Início	00:25	
12:00	Paragem		
12:17	Paragem		
12:39	Fim		
12:40	Erro rolo		
12:50			
Almoço			
13:27			
Limpeza			
13:35	Início	00:32	
14:07	Fim		
Ponta			00:03
14:10	Início	00:44	
14:54	Fim		
Ponta			00:02
14:56	Início	00:37	
15:33	Fim		
Limpeza			
15:37			
Pausa			
15:47			
Limpeza			
15:49			
Ponta			00:03
15:52	Início	00:23	
16:15	Fim turno		

Somatório das Operações (hh:mm)
Tempo de Setup
00:36
Tempo de Artigo
05:41
Tempo de pontas
00:37
Tempo de paragem forçada
00:27
Limpeza
00:14

Somatório das operações
07:36

4.3.3 Análise do tempo de atividade da E3

Embora os dias de laca com correção de cor sejam esporádicos, seria relevante tentar reduzi-los ao máximo, já que embora representem uma medida corretiva de erros provenientes de outras máquinas, têm um peso considerável na produtividade diária da E3. Partindo das tabelas 7 e 8, surge a Figura 10, para comparação em percentagem da distribuição de tempos referentes às duas situações:



a) *b)*

Figura 10- Distribuição das 8h laborais da E3: a) num dia de laca à cor b) laca sem cor.

Normalizando para 8h laborais, é percetível que num dia de laca à cor, como seria de esperar, a E3 tenha uma menor percentagem de tempo a passar artigo, uma redução de tempo em cerca de 9 %. Esta redução é explicada pela necessidade de uma etapa de acerto de cor e limpeza (cerca de 5 %) – dois fatores que são inerentes a um dia de laca com correção de cor e que diminuem a produtividade da máquina.

O tempo em que a máquina está a passar pontas também é significativo e foi confirmada aqui uma possibilidade de melhoria.

Devido a alguma desorganização entre chefe/ajudantes, por vezes o local de trabalho tornava-se um pouco caótico. Uma indefinição concreta das tarefas de cada um, causa, por um lado, sobreposição de tarefas e, por outro, tarefas que ficam por fazer. A desorganização origina desde defeitos, em situações menores ou pontuais a paragens forçadas da máquina.

Um exemplo deste tipo de situações é descrito no dia Apêndice D.I, na tabela dos ajudantes, onde às 14:56 é possível verificar que, mesmo já estando um rolo à espera para entrar na máquina, o ajudante – sem ordem de algum superior – decidiu ir buscar o rolo seguinte. Embora bem intencionada, esta ação deixou a máquina só com o chefe e, sobretudo, sobrecarregou a zona de descarga com um segundo rolo, inutilizando um carrinho de transporte que deveria estar a ser utilizado por outra máquina.

Por fim, foi observada também uma quantidade considerável de tempo em que o ajudante se ausenta da máquina, para ir buscar pontas, mas, sobretudo, para recolha/entrega de rolos nos estrados espalhados pela fábrica para o efeito. Esta tarefa do ajudante encontra-se também caracterizada no Apêndice D.

4.4 Análise dos estrados e tempo de ausência do ajudante da E3

Ao longo da fábrica estão espalhados uma série de estrados que servem para acomodar rolos (**Apêndice** E). O ajudante da E3 (assim como de outras máquinas) tem como uma das suas principais tarefas encontrar o rolo que a máquina irá precisar e, quando esse rolo terminar, carregar o rolo pronto no carrinho de transporte e tratar de encontrar um espaço livre, em

qualquer estrado, para o descarregar. Através da análise dos apêndices referentes à secção de Discriminação de Atividades da E3, D.I e D.II, é possível constatar a existência de tempos elevados associados a essa tarefa porém para uma melhor compreensão e análise desta tarefa do ajudante, o mesmo foi seguido e monitorizado, durante diversos rolos. A Figura 11 resume a localização de todos os rolos acompanhados:

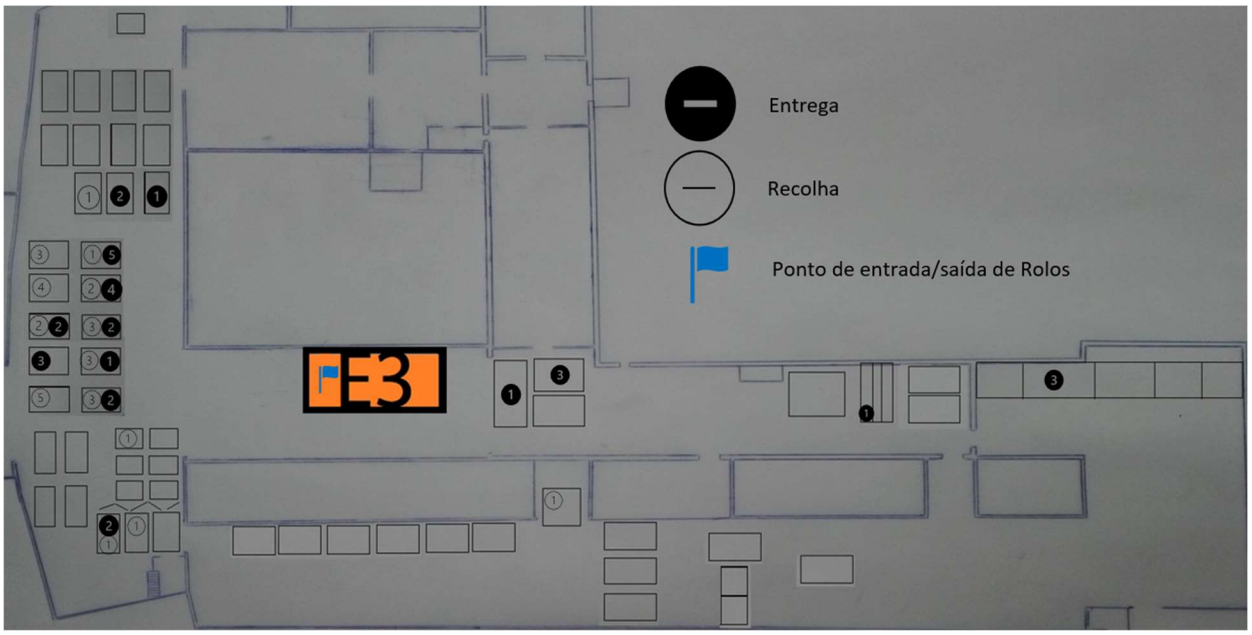


Figura 11 - Localização dos rolos tratados pela E3.

Com base na figura, os círculos preenchidos a preto representam os estrados onde o ajudante entregou o rolo pronto enquanto que os círculos sem preenchimento representam os estrados onde se encontravam os rolos para alimentar a máquina. De ressalvar que não é visualmente fácil encontrar o rolo que a máquina precisa. Apesar de terem diferentes cores, os rolos estão envolvidos em papel ou ponta para a redução de marcas devido a estadias em estrado prolongadas, pelo que o ajudante tem de procurar, rolo a rolo, qual o que a máquina necessita.

De notar que por ser basear num sistema de depósito no primeiro local disponível, este é realizado sem qualquer organização, não sendo tida em conta nem a máquina de origem, nem a operação seguinte do dito rolo. A aleatoriedade indesejável associada à tarefa contribui para o elevado tempo em que os ajudantes se ausentam das respetivas máquinas.

A Tabela 9 está associada à Figura 11 e contém o resumo dos tempos que foram medidos durante esta experiência:

Tabela 9 - Tempos gastos pelo ajudante da E3 com rolos.

Dia	24/11	25/11	26/11	27/11
Rolos	11	9	12	5
Tempo médio de recolha (min)	01:41	02:56	01:51	02:53
Tempo médio de entrega (min)	02:17	02:19	03:02	01:45
Tempo a analisar/modificar posição dos rolos nos estrados (min)	16:40	10:30	-	-
Tempo total despendido na entrega e recolha (min)	56:30	52:42	45:10	18:34
Tempo médio sem ajudante /rolo (min)	05:08	05:51	03:46	03:43
5h/300 min de produção efetiva (só artigo) a uma velocidade de 10 m/min (m)	3 000	3 000	3 000	3 000
Metros sem supervisão do ajudante	565	525	450	185
% tempo/metros em que não há supervisão do ajudante na E3	19 %	17 %	15 %	6 %

Com a ajuda dos dados apresentados na Tabela 9, é possível perceber que, devido à falta de organização dos estrados, o ajudante da máquina passa demasiado tempo fora do seu posto, muito para lá do estritamente necessário para o cumprimento desta tarefa.

4.5 Síntese pré implementações

Finalizadas as etapas de observação e recolha de dados, compilaram-se não só as oportunidades de melhoria para a E3 – Tabela 10, como também para o processo global – Tabela 11, identificadas durante a estadia na empresa.

Tabela 10 – Oportunidades e propostas de melhoria para a E3.

Oportunidades de melhoria identificadas	**Proposta de melhoria**
Desorganização no espaço de trabalho	Organizar e simplificar o local de trabalho
Má distribuição de tarefas	Melhor gestão dos recursos humanos disponíveis
Marcas das costuras	Introduzir esponja no rolo
Carregar baldes e bidões	Arranjar um carrinho de transporte adequado
Setup e Limpeza demorado	Criação de uma banca para o efeito
Pontas demasiado compridas	Padronizar comprimento para um valor adequado
Estrados sem organização	Organizar e categorizar o *layout* dos estrados

Tabela 11 - Oportunidades e propostas de melhoria para outras máquinas.

Oportunidade de melhoria identificada	**Proposta de melhoria**	**Máquinas Afetadas**
Caixas de cilindros sem identificação	Identificar e organizar caixas	G1, G2 e G3
Zona dos cilindros desorganizada	Organizar os cilindros	G1, G2 e G3
Cilindros com defeito sem sinalização exterior	Arranjar etiqueta para que seja visível a não conformidade	G1, G2, G3 e E1, E2 e E3
Peças sem local de armazenamento	Criar local de armazenamento	G1, G2, G3 e E1, E2 e E3
Folha de produtividade dos acabamentos	Incluir a categoria de "Limpeza" nos tempos mortos das folhas de produtividade	G1, G2, G3 e E1, E2 e E3
Demasiado esforço na troca e transporte de papel/rolos	Instalação de um novo garibalde no fim da máquina R2	R2

4.6 Implementação e análise das propostas de melhoria

Após estarem recolhidos os dados do estado atual em que a máquina e o processo se encontravam, tratou-se de implementar as melhorias pensadas com ajuda das ferramentas do *Lean* enunciadas anteriormente. As propostas de melhorias da E3 são abordadas nas subsecções seguintes enquanto que as relacionadas com as outras máquinas encontram-se no **Apêndice H**.

4.6.1 Desorganização no espaço de trabalho

Esta oportunidade de melhoria foi pensada e, posteriormente, implementada com recurso às ferramentas ***Kaizen*** e **5S**, através do estudo de situações semelhantes encontradas na literatura. Estas ferramentas foram utilizadas em casos onde era necessário organizar e agilizar o espaço de trabalho.

Um exemplo do estado em que a Zona de descarga da E3 se encontrava é ilustrado na Figura 12. Nesse sentido, propôs-se a criação de um depósito para tubos de cartão, capaz de reduzir o número de tubos no chão e a probabilidade de queda dos mesmos resultarem em acidentes de trabalho. Pelo reaproveitamento de um bidão inutilizado, criou-se a medida proposta, Figura 13, já implementada.



Figura 12 – Desorganização na E3



Figura 13 – Bidão para tubos

4.6.2 Má distribuição de tarefas

De novo com recurso às ferramentas, ***Kaizen*** e **5S**, a proposta de melhoria, relativamente à distribuição de tarefas passa pela criação de um plano formativo focado no ajudante, incidindo num melhor acompanhamento e atribuição de tarefas precisas.

Uma vez que o chefe de máquina já está familiarizado com todas as etapas da E3, este tinha uma pré-disposição para realizar todas as tarefas que podia. Uma distribuição mais clara das tarefas estimularia o desenvolvimento do ajudante e causaria o maior foco do chefe em tarefas de elevado grau de importância. Para além disso, a sensibilização do chefe para a importância de garantir que o ajudante cumpra as tarefas mais simples com responsabilidade, não só o tornará um melhor ajudante, como o tornará capaz de assimilar processos e de ser formado mais rapidamente.

Esta proposta de melhoria foi encarada com agrado e será implementada assim que possível.

4.6.3 Marcas das costuras

A ferramenta ***PoKe Yoke*** procura difundir a redução ou eliminação de defeitos, por isso, foi a ferramenta utilizada para desenvolver esta oportunidade de melhoria.

De forma a eliminar os efeitos das marcas de costura, que são sentidos nas diversas voltas do rolo, seriam colocadas esponjas nos dois lados da costura (frente e trás).

Apesar de ser exequível e de fácil implementação, foi percetível, após discussão da medida, que existe um aumento do risco de incêndio associado à imediata combustão da esponja nas etapas seguintes. Por este motivo, a proposta não será implementada.

4.6.4 Carregar baldes e bidões

Visando, cada vez mais, adequar os melhores recursos às tarefas exigidas, as ferramentas ***Kaizen*** e **5S,** foram as solicitadas para desenvolver uma proposta de melhoria para o transporte de diluente e lacas. Este transporte é realizado em balde, quantidades menores, ou em bidão e realizado por ambas pessoas, apesar de poder ser apenas realizada pelo ajudante.

No caso do transporte em balde, era feito sem tampa e a possibilidade da laca ou diluente extravasar era real. Em bidão, onde o peso associado é superior, o transporte era feito com um carro de mão, no entanto, o destacado para o efeito não garante as melhores condições de transporte e segurança como demonstra a Figura 14 a).

A proposta de melhoria seria adquirir um carro de mão adequado para as tarefas, representado na Figura 14 b):



a)



b)

Figura 14 - a) Carrinho de mão usado atualmente b) Adequado à tarefa.

Esta proposta de melhoria foi vista como interessante, será estudada qual a melhor solução no mercado em termos de custo/benefício para que seja implementada assim que possível.

4.6.5 Setup e Limpeza demorado

A ferramenta **SMED** foi o principal recurso utilizado para o estudo e implementação de melhorias relativas ao tempo de Setup e Limpeza, visto que esta ferramenta procura diminuir estes tempos mortos.

Como observado durante o acompanhamento da E3 e se apresenta nas tabelas 8 e 9, o tempo de *setup* da máquina ronda os 40 minutos e a ferramenta requisitada com objetivo de o aproximar para valores de dígito único

O tempo de *setup* da E3 é composto por: Ir buscar o rolo para iniciar máquina, forrar as duas tinas e enchê-las com laca seguido de verificar todos os parâmetros operatórios para o arranque.

A proposta de melhoria seria a criação de uma banca para o ajudante preparar o papel para forrar uma das tinas, forrá-la e enchê-la com laca. Dividindo de forma eficaz a preparação das cabeças com o chefe, os dois terminariam as suas respetivas tarefas em simultâneo

Após apresentação e discussão da proposta de melhoria em causa, consomou-se que uma melhor organização de tarefas entre chefe/ajudante seria imperativa e implementável.

Relativamente a uma nova banca para o ajudante cortar papel para forrar a tina, no momento desta dissertação, não será realizado. Esta decisão deve-se, sobretudo, à elevada rotatividade que a E3 tem exibido, em termos de ajudantes. Por exemplo, nos últimos 2 anos, a máquina teve 4 ajudantes diferentes. O que significa que estes não passam tempo suficiente na máquina para que possam atingir a responsabilidade e independência necessárias para prepararem uma tina sozinhos, entre outras funções que poderiam eventualmente assumir.

De forma análoga ao arranque da máquina, também no fim e durante a fase de limpeza, a correta divisão de tarefas já abordada, iria ser eficaz na redução dos tempos de limpeza.

4.6.6 Pontas demasiado compridas

Para sustentar esta proposta de melhoria foi requisitada a informação associada à ferramenta do *Lean* denominada por **Padronização**.

De acordo com a informação presente no **Apêndice C**, nomeadamente na Tabela 27, o tempo que a máquina está a passar pontas é elevado e foi desde cedo identificado como possível oportunidade de melhoria.

A proposta de melhoria já foi implementada e passou pela padronização do comprimento das pontas para um valor aceitável e que não comprometa o funcionamento da E3. Esse valor seria de 13 metros, com garantia de uma margem de segurança, já que nos dias em que se acompanhou a E3 verificou-se que existiam pontas com comprimento inferior que não causaram problemas – exemplos são demonstrados no **Apêndice F**.

4.6.7 Estrados sem organização

As ferramentas utilizadas para abordar esta oportunidade de melhoria e propor progressos sobre esta temática foram o ***5S*** e a **Gestão Visual**.

Para tentar reduzir o tempo que o ajudante se ausenta da máquina devido ao facto de ir carregar/descarregar rolos para a suprir, foi idealizada uma proposta de melhoria que consistia na organização e distribuição/discriminação dos estrados da MRR, por máquina de origem. Esta proposta de melhoria embora pensada e projetada para a E3, trará vantagens a todas as máquinas envolvidas no processo. É, por isso, a proposta mais arrojada e impactante das desenvolvida, sendo, também, a que envolverá maior logística e cooperação.

Para se compreender as reais necessidades das máquinas em termos do número de estrados, durante 5 sextas-feiras, dia da semana onde se acumula maior número de rolos, registou-se a quantidade, origem e destino dos rolos nos estrados.

No **Apêndice G** encontram-se os dados recolhidos, sendo que o **Apêndice G.I** exibe a localização dos estrados e a designação atribuída a cada zona para a contagem, já o **Apêndice G.II** indica os respetivos valores obtidos e tratados.

Após este período, os dados recolhidos foram compilados e encontram-se na Tabela 12. Rolos designados por R-X, são os que foram recobertos sem sofrer qualquer outra operação; E-E são, rolos que saíram de uma das estampagens e têm como destino outra estampagem; G-E são, rolos que já foram gravados e ainda passarão por uma das estampagens; e, finalmente, E-G são os que saíram de uma das estampagens e irão para uma gravação. "Monos" são os rolos que, por já estarem parados há demasiado tempo, cerca de 1 ano (em média), serão usados para ensaios; "Papel" são rolos de papel sob o qual o artigo é recoberto.

Tabela 12 - Distribuição de rolos pelos estrados.

Data	R-X	E-E	G-E	E-G	Monos	Papel
13/11	82	4	27	12	12	114
20/11	92	0	16	34	12	115
27/11	94	3	28	40	12	119
04/12	92	0	0	29	12	125
18/12	70	0	2	39	12	113
Média	86	1,4	14,6	30,8	12	117,2
Estrados necessários	21,5	0,35	3,65	7,7	3	29,3
% ocupação (/ Total = 66)	33 %	1 %	6 %	12 %	5 %	45 %
Estrados ocupados em 54	18	0	3	6	2	24

A partir dos dados recolhidos, calculou-se a média do número de rolos associados a determinada operação e quantos estrados seriam necessários.

Sabendo que cada estrado leva 4 rolos de 300 m, sem haver necessidade de ocupar um segundo nível, apesar de possível, o número de estrados necessários para atender à demanda da fábrica seriam 66 estrados.

Pela análise da informação do **Apêndice G.I**, só existem 54 estrados de chão mais 3 suspensos (destinados a artigos sensíveis, que ficam riscados quando pousados no estrado de chão), sendo que os alocados à zona Piloto foram descontados, por já estarem associados exclusivamente a amostras piloto; os estrados associados à medição não foram contabilizados, pois tendo lá chegado já passaram por todas as operações necessárias e estão já terminados.

Desta forma, os estrados disponíveis para acomodar rolos são 54. Como seriam necessários 66 estrados, optou-se por se fazer um ajuste pela percentagem de ocupação de cada operação, de forma a obter-se o número de estrados que cada operação necessita para

um total de 54. Assim, a última linha da Tabela 12 serviu de base para a construção das duas hipóteses para a reorganização do *layout* dos estrados, tendo em conta as seguintes diretrizes:

- Evitar empilhamentos (servirão como margem de segurança);
- Atribuir estrados o mais próximo possível de cada máquina de origem;
- Para artigos que aguardam decisão terá de ficar 1 estrado, para monos 2 e para artigo aguardar acabamento 3;
- Papel utilizado pelos recobrimentos fica próximo dos mesmos;
- Papel a ser verificado fica na zona da máquina de papel;
- Reservar 10 estrados para a R1 e 8 para a R2[4];

Com todos os pré-requisitos, elaboraram-se duas hipóteses - figuras 15 e 16:



Figura 15 - Hipótese nº 1 para a organização dos estrados na MRR.

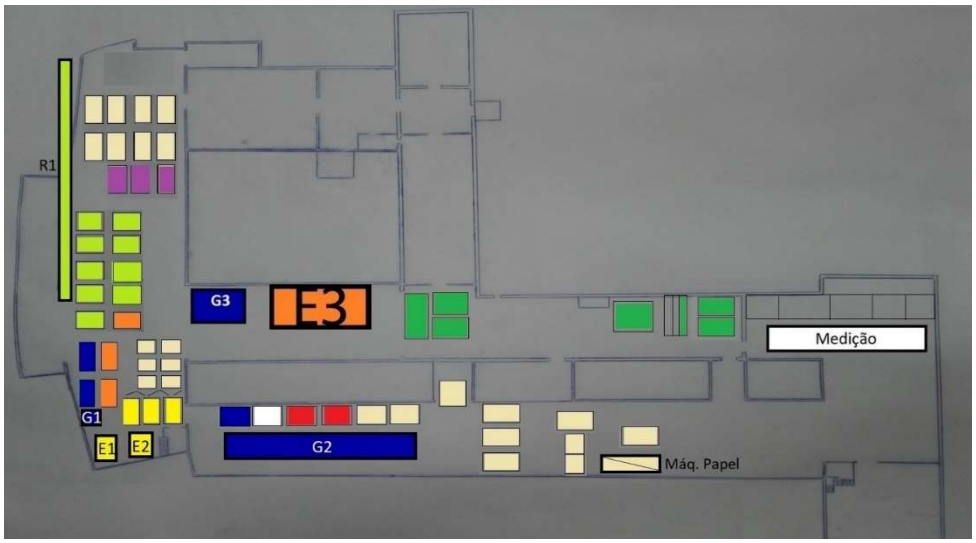


Figura 16 - Hipótese nº 2 para a organização dos estrados na MRR.

[4] **Nota:** Estes valores foram calculados e estão apresentados no apêndice G. II. Atendendo que a operação R-X necessita, em média de 21,5/22 estrados, segundo dados de 2019 -, (2020 foi um ano atípico). Para isso, calculou-se a percentagem de metros que cada máquina de Recobrimento produz, multiplicou-se essa percentagem pelos 22 estrados médios e, por fim, normalizou-se para 18 estrados disponíveis para o efeito, que são os disponíveis para essa operação), destinando-se 10 para a R1 e 8 para a R2.

Para auxílio das figuras acima, vai de encontro a Tabela 13

Tabela 13 - Atribuição de cores aos estrados-

Cor do estrado	Máquina(s)/ Designação atribuída	Nº estrados recomendados	Nº estrados ocupados: Hipótese 1	Nº estrados ocupados: Hipótese 2
	E3	3	3	3
	E1/E2	3	3	3
	R1	10	10	9
	R2	8	6+1S	6+1S
	G1/G2/G3	3	3	3
	Papel R's e Máq. Papel	24	23	24
	Monos	2	2	2
	Aguarda decisão	1	1	1
	Aguarda acabamento	3	3	3

As duas hipóteses propostas para a organização dos estrados são semelhantes, cumprindo as diretrizes impostas. Utilizou-se um dos estrados suspensos (representados no **Apêndice G.I**, no círculo vermelho da R2 com a designação 3S, "S" de suspenso) para acomodar rolos da R2, ficando os restantes destinados para os rolos de qualquer máquina que necessitem de ficar suspensos.

Para além dos estrados atribuídos às máquinas, irão ser atribuídos estrados específicos para: rolos que aguardam decisão e rolos que aguardam acabamento.

Depois de organizar os estrados na fábrica, estes seriam sinalizados para uma fácil identificação e, consequente, execução da melhoria proposta. A sugestão proposta para a sinalização, consiste na reutilização de filme, i.e., desperdício de artigo sem suporte com a cor pretendida para cada setor/máquina, e forrar os estrados, tornando-os facilmente distinguíveis à distância.

A proposta de melhoria para a organização dos estrados foi aceite pelos responsáveis, tendo-se optado pela hipótese 2. Esta será implementada no futuro de forma gradual, já que, por questões logísticas, seria inviável esvaziar os estrados em simultâneo, pelo que se espera que o processo esteja concluído na próxima paragem geral prevista para agosto. A Figura 17 mostra um exemplo da implementação num estrado destinado para rolos papel e a Figura 18 para um estrado destinado a "monos".



Figura 17 – Estrados "papel"



Figura 18 – Estrados "mono".

Como já foi frisado anteriormente, as propostas de melhoria relacionadas a outras máquinas encontram-se no **Apêndice H**.

4.7 Análise de custos e produtividade

Apenas as propostas de melhoria relacionadas com as pontas e os estrados são diretamente quantificáveis. No entanto, foi estimado o impacto que o conjunto das melhorias aceites terá na produtividade, através da comparação de valores de tempo produtivo e da receita obtida, nas fases pré e pós implementação.

4.7.1 Pontas Padronizadas

Reutilizando os dados do **Apêndice C**, nomeadamente as tabelas 25 e 27, a E3 trabalha a uma velocidade média de 10 metros por minuto e em média 425 minutos por dia, desenvolveu-se a tabela seguinte:

Tabela 14 - Exemplo do estado atual das pontas na E3

Dia	Artigo (m)	Total em pontas (m)	Rolos	Média pontas por rolo (m)	/2 (m)	Tempo de pontas (min)	Tempo Produtivo (min)	Produtividade
02/11	2 356	286	7	40,8	20,4	28,6	235,6	55 %
03/11	709	201	4	50,2	25,1	20,1	70,9	17 %
04/11	2 466	246	7	35,1	17,6	24,6	246,6	58 %
05/11	981	258	6	43,0	21,5	25,8	98,1	23 %
06/11	1 700	203	5	40,5	20,3	20,3	170,0	40 %
Total	8 212	1 193	29					
Média Total %	87 %	13 %	Média	41,9	21,0	23,9	164,2	39 %

Como é possível verificar pela tabela, a soma de todos os metros acompanhados durante este período foi de 9 405 metros, com 87 % a serem de artigo e 13 % pontas, cosida no início e fim do rolo. O tempo produtivo foi calculado dividindo os metros de artigo pela velocidade média da máquina, já a produtividade surge da divisão do tempo produtivo obtido, pelo tempo médio de trabalho da máquina (425 min).

Uma análise para comparação foi feita com padronização do comprimento das pontas para 13 metros e os resultados são apresentados na Tabela 15:

Tabela 15 – Comparação pós padronização.

Data	Total em pontas (m)	Tempo a passar pontas (min)	% redução de tempo nas pontas	Artigo que poderia ser lacado (m)		Metros artigo após padronização	Tempo produtivo (min)	% Tempo produtivo	Produtividade	% Produtividade
02/11	182	18,2	36 %	104		2 444	244,4		58 %	
03/11	104	10,4	48 %	97		797	79,7		19 %	
04/11	182	18,2	26 %	64		2 554	255,4		60 %	
05/11	156	15,6	40 %	102		1 069	106,9	+ 5 %	25 %	+ 2 %
06/11	130	13,0	36 %	73		1 788	178,8		42 %	
Total (m)	754				Total	8 652	Aumento em (min)			
Média	- 8 %	15,1	- 37 %	+ 88	Total	92 %	+ 9		41 %	

Com base nos dados da tabela acima, observa-se que com proposta de melhoria aplicada, aos valores retirados de um exemplo presenciado, para os mesmos 9405 metros, resultariam 92 % de metros de artigo e 8 % de pontas, com uma redução de tempo na passagem de pontas de, em média, 37 %.

Para além disso, para uma velocidade média da máquina em 10 m/min como tem sido utilizado, permitiria um aumento diário de, em média, 88 metros de artigo. Por fim, é visível um aumento do tempo produtivo em 5 % e um acréscimo na produtividade em 2 %, com a proposta de melhoria a ser aplicada de forma isolada. O mesmo estudo também foi realizado para o dia habitual de produção presente na secção 4.3.2, os seus resultados encontram-se no **Apêndice I.**

Com esta proposta de melhoria, a E3 passaria a lacar mais metros de artigo, o que representaria um maior volume de artigo produzido e um maior lucro. Por questões de confidencialidade, considerou-se que, em média, cada metro de artigo é vendido a x euros por metro linear, assim, como complemento à Tabela 15, surge a Tabela 16:

Tabela 16 – Receitas após padronização

Data	Metros após padronização	Ganho diário	Média diária	Em 250 dias úteis, apenas no 1º Turno
02/11	+ 103,8	+ 519,00€		
03/11	+ 96,74	+ 483,70€		
04/11	+ 63,96	+ 319,80€	+439,40€	+109 850,00€
05/11	+ 102,2	+ 511,00€		
06/11	+ 72,7	+ 363,50€		

A implementação desta medida, como é observável pelos dados da tabela, traduzir-se-ia em ganhos diários médios de, aproximadamente, 440€ e anuais de 110 000€.

4.7.2 Estrados organizados e categorizados

Apesar da proposta de melhoria estar em fase de implementação, foi possível simular a sua funcionalidade e os potenciais ganhos obtidos. A simulação consistiu na cronometragem do tempo que o ajudante da E3 demorou a entregar e recolher rolos nos estrados definidos especificamente para o propósito.

Na tarefa de recolha, o ajudante necessitava de ir buscar determinado rolo que se encontrava num dos estrados estrategicamente definidos, era lhe comunicado qual a zona de estrados destinada aos rolos dessa máquina e, a partir desse ponto, era cronometrado o tempo que este demorava. Foram testados quatro casos limite:

- O estrado mais longe da estampagem 3 associado à R2
- O estrado mais perto da estampagem 3 associado à R2
- O estrado mais longe da estampagem 3 associado à R1
- O estrado mais perto da estampagem 3 associado à R1

Na tarefa de entrega do rolo, após terminada a operação de estampagem, foi dito ao ajudante quais eram os 3 estrados destinados à E3 e cronometrado esse tempo.

Para esta simulação, não houve distinção entre as duas hipóteses propostas para a organização dos estrados, simplesmente porque relativamente à E3, as mudanças entre hipóteses não são significativas.

Como auxílio visual surge a Figura 19:

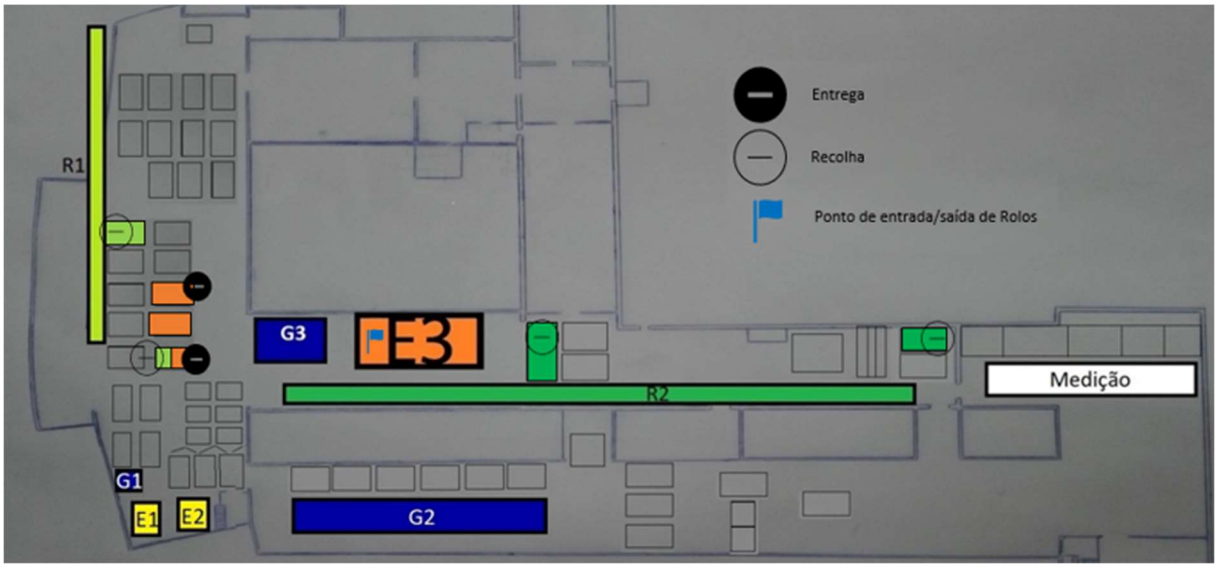


Figura 19 - Localização dos estrados utilizados para a simulação.

A média dos valores são apresentados na tabela seguinte:

Tabela 17 - Tempos médios a pós implementação da organização dos estrados

Estrado	Cor do estrado	Tempo em Minutos	Média Recolha
Recolha mais longa R2		01:28	01:00
Recolha mais próxima R2		00:45	
Recolha mais longa R1		01:07	
Recolha mais próxima R1		00:41	
			Média Entrega
Entrega mais curta		00:35	00:37
Entrega mais longa		00:39	

Para haver termo de comparação, usaram-se os dados recolhidos durante o acompanhamento (que originaram a Tabela 9 usada na secção 4.4), só que colocando outros dados em evidência, esta informação encontra-se **Apêndice J**.

Com base nos dados apresentados na Tabela 17, estabeleceram-se valores médios para os tempos de recolha e de entrega e estes foram aplicados **Apêndice J**, originando a Tabela 18 como resumo entre pré e pós implementação da proposta:

Tabela 18- Comparação de resultados pré e pós melhoria na organização

Dia	24/11	25/11	26/11	27/11
Rolos tratados	11	9	12	5
Tempo médio de recolha (min) - Igualado ao tempo médio de entrega observado	01:00			
Tempo médio de entrega (min) - Igualado ao tempo médio de recolha observado	00:37			
Tempo total despendido na entrega e recolha (min) - Previsto	17:47	14:33	19:24	08:05
Tempo máximo e mínimo despendido na recolha de um único rolo (min) - Igualado à média	01:00	01:00	01:00	01:00
Tempo máximo e mínimo despendido na entrega de um único rolo (min) - Igualado à média	00:37	00:37	00:37	00:37
Tempo a analisar/modificar posição dos rolos nos estrados (min)	Eliminado			
Tempo médio que a máquina fica sem ajudante por rolo (min)	01:37	01:37	01:37	01:37
300 min de produção efetiva (só artigo) a uma velocidade de 10 m/min (m)	3000	3000	3000	3000
Metros sem supervisão do ajudante - Pré implementação	565	525	450	185
Metros sem supervisão do ajudante – Pós implementação	177	145	194	81
% tempo/ metros em que não há supervisão do ajudante na máquina – pré implementação	19 %	17 %	15 %	6 %
% tempo/ metros em que não há supervisão do ajudante na máquina – pós implementação	6 %	5 %	6 %	3 %
% Diminuição do tempo sem ajudante em	13 %	13 %	9 %	3 %

Com toda a informação apresentada relativamente à proposta de melhoria para a organização e categorização do *layout* dos estrados, afere-se pela tabela acimam que a existe sobretudo uma diminuição do tempo em que o ajudante da E3 se ausenta da máquina. O seu impacto aumenta com o aumento do número de rolos. Analisando os primeiros 3 dias, onde se trataram mais de 10 rolos, a média da diminuição do tempo em que o ajudante fica fora da máquina ronda os 11 %.

Como a proposta de melhoria em causa não se relaciona diretamente com o tempo produtivo das máquinas, (visto que a maioria delas continua a produzir enquanto ajudante leva os rolos), a sua quantificação torna-se difícil de expressar em termos de euros/metro ganho ou em aumento de produtividade. Contudo muitas das paragens e dos defeitos encontrados nos artigos, de forma transversal a todas as máquinas, acontecem durante a ausência do ajudante e, como mostra a Tabela 18, após implementação da proposta de melhoria, estes tempos são reduzidos, mas nunca poderão ser eliminados.

4.7.3 Restantes propostas de melhoria

As restantes propostas de melhoria são de difícil quantificação, no entanto, através da análise da produtividade da E3 no ano de 2019, um estudo foi feito de forma a tentar prever os efeitos após implementações de todas medidas propostas aceites.

No ano de 2019, o objetivo definido pelo departamento de produção para a produtividade da E3, foi de 50 %. A evolução mensal da produtividade é apresentada no **Apêndice K**. A produtividade média, nesse ano, foi de 48 % e a tabela seguinte explana os metros que passaram pela E3, classificando-os:

Tabela 19 – Classificação dos metros estampados E3

			Total (m)		
Estampado			955 371		
		% Total	Classificação	Total (m)	Divisão de artigo com defeito em:
S/ defeito	950 245	99,46 %	1ª Qualidade	950 245	
C/ defeito	5 126	0,54 %	Saldo	1 818	35 %
			2ª Qualidade	3 308	65 %

Como é possível verificar pela Tabela 19, 99,46 % dos metros estampados não apresentam qualquer defeito e são classificados como 1ª qualidade. No artigo com defeito, 35 % segue para "Saldo" e 65 % para 2ª Qualidade.

A produtividade média da E3 em 2019, só com a padronização das pontas aumentaria em 2 %, o que faria com que fosse atingido o objetivo definido.

Um dos fatores para o aparecimento de defeitos nos artigos, como já foi referido, é a ausência do ajudante. Com a nova organização dos estrados, estima-se que a percentagem de artigo com defeito diminua em 50 %, correspondente a uma redução do tempo de ausência em 11 %.

Com a implementação de todas as propostas de melhoria relacionadas à E3, prevê-se a produtividade entre 55 % e 60 % - Tabela 20.

Tabela 20 – Produtividade após propostas implementadas

	Produtividade				Total (m)	
Total Estampado (m)	55 %	60 %			55 %	60 %
	1 094 696	1 194 214	% Total	Classificação		
S/ defeito (m)	1 091 740	1 190 989	99,73 %	1ª Qualidade	1 091 740	1 190 989
C/ defeito (m)	2 956	3 224	0,27 %	Saldo	1 048	1 144
				2ª Qualidade	1 907	2 081

Quanto aos custos associados às propostas de melhoria, sendo quase todas de caracter organizativo ou a partir da reciclagem de materiais já presentes na fábrica, o investimento a fazer será pouco significativo. Relativamente à possibilidade de lucro, foi feito um estudo, usando o mesmo valor de artigo por metro, x €, para artigo de 1ª qualidade. Quanto ao artigo com defeito, definiu-se um desconto de 50 % para Saldo e 90 % para artigo de 2ª qualidade. A tabela 21 faz a comparação entre os valore pré e pós implementações admitido produtividades de 55 % e 60 %:

Tabela 21 – Análise de receitas.

	Total (m)	Classificação	Total m	Desconto %	Receita anual
S/ defeito	950 245	1ª Q	950 245	0 %	-
C/ defeito	5 126	Saldo	1 818	50 %	-
		2ª Q	3 308	90 %	-
	Total (m)	Classificação	Total (m)	Desconto %	ΔReceita anual
S/ defeito	1 091 740	1ª Q	1 091 740	0 %	+14,89%
C/ defeito	2 956	Saldo	1 048	50 %	-42,34%
		2ª Q	1 907	90 %	
	Total (m)	Classificação	Total (m)	Desconto %	ΔReceita anual
S/ defeito	1 190 989	1ª Q	1 190 989	0 %	+25,33%
C/ defeito	3225	Saldo	1 144	50 %	-37,10%
		2ª Q	2 081	90 %	

Pela análise das tabelas supracitadas, estima-se que a produtividade aumente entre 7 % a 12 %. A percentagem de artigo com defeito diminua 0,27 % contrastando com o aumento da 1ª Qualidade. Pela implementação das melhorias propostas, espera-se um aumento teórico máximo anual das receitas relativamente ao valor da faturação entre 11,7 e 20,1%.

4.8 Síntese pós implementações

A Tabela 22 resume todas as propostas de melhoria projetadas e qual a ferramenta requisitada para o efeito. A fase da implementação em que se encontram é apresentada na última coluna.

Tabela 22 - Resumo das propostas de melhoria

Proposta de melhoria	Ferramenta requisitada	Fase da Implementação
E3		
Organizar e simplificar o local de trabalho	*Kaizen* e 5S	Já implementada
Melhor gestão dos recursos humanos disponíveis	*Kaizen* e 5S	Em implementação
Introduzir esponja no rolo	*Poke Yoke*	Preterida
Arranjar um carrinho de transporte adequado	*Kaizen* e 5S	A implementar no futuro
Criação de uma bancada para o efeito	SMED	Preterida
Padronizar comprimento para um valor adequado	Padronização	Já implementada
Organizar e categorizar o *layout* dos estrados	5S e Gestão Visual	Em implementação
Outras máquinas		
Identificar e organizar caixas	5S e Gestão Visual	Em implementação
Organizar os cilindros	5S	A implementar no futuro
Arranjar etiqueta para que seja visível a não conformidade	Gestão visual	Já implementada
Criar local de armazenamento	5S	Já implementada
Incluir a categoria de "Limpeza" nos tempos mortos das folhas de produtividade	5S	Já implementada
Instalação de um novo garibalde no fim da máquina R2	*Kaizen* e 5S	Preterida

5 Conclusões

Uma análise ao processo da MRR começou por revelar que a etapa que apresentava maiores tempos improdutivos e na qual o estudo seria mais significativo seria a estampagem E3.

Após um acompanhamento de todo o processo, a E3 foi acompanhada ao pormenor para se identificarem tarefas e procedimentos com possibilidade de otimização. Ao longo do acompanhamento notaram-se possibilidades de melhorias relacionadas quer com a E3, quer com outras máquinas.

Ao todo foram idealizadas 13 propostas de melhoria, 7 delas com foco na E3 e 6 nas restantes máquinas do processo. Das 13 propostas de melhoria apresentadas, 3 delas foram preteridas, 5 foram já implementadas, 3 estão em fase de implementação e as restantes serão implementadas no futuro. O que se traduz numa taxa de implementação de cerca de 38,5 % no imediato, com o valor a atingir os 77 %, no futuro

A padronização das pontas aumentou a produtividade em 2 %, traduzindo-se num ganho anual expectável de mais de 100 mil euros. Só com esta medida, baseado nos dados de 2019, seria possível fazer com que a E3 atingisse o seu objetivo de produtividade, fixado em 50%.

A organização e categorização dos estrados permitirá uma redução do tempo de ausência do ajudante da máquina em 11 % que se estima que diminuirá a quantidade de artigo com defeito em 50 %. Para além da E3, esta proposta de melhoria, abrange todas as outras máquinas e será essencial para o processo de melhoria contínua na fábrica.

Com o somatório de todas as propostas de melhorias a implementar na E3, prevê-se um incremento total na produtividade entre os valores de 7 % a 12 % que se traduzirá num aumento de artigo de 1ª qualidade em 0,27 % e aumento na receita entre 11,7 e os 20,1%.

Relativamente às propostas de melhoria para as outras máquinas, estas foram sobretudo organizativas e não só conferiram benefícios já no presente, como poderão servir de ponto de partida para a introdução de novas ações de melhoria no futuro.

As medidas implementadas apenas poderão trazer benefícios a longo prazo se passarem a fazer parte de um trabalho standard e sistematizado, pelo que o seu controlo de forma intensiva, numa primeira fase, e extensiva posteriormente, serão fundamentais para o verdadeiro sucesso dos resultados obtidos com a presente dissertação.

6 Avaliação do trabalho realizado

6.1 Objetivos Realizados

Os principais objetivos enunciados passavam pela análise do processo produtivo e pela identificação de oportunidades de melhoria, com o intuito de otimizar a produtividade da empresa. Os objetivos foram cumpridos ao longo do período do desenvolvimento da presente dissertação, sendo que relativamente à produtividade, prevê-se um aumento com a restante implementação das medidas propostas.

6.2 Outros Trabalhos Realizados

Paralelamente ao desenvolvimento da presente dissertação, foi criado também um modelo 3D da máquina E3, identificada como zona de estrangulamento do processo global, para uma melhor visualização do seu processo, **Apêndice L**. Para além disso, foi prestado apoio em todo o processo produtivo.

6.3 Limitações e Trabalho Futuro

A maioria das limitações encontradas estavam relacionadas com a pandemia que o mundo atravessa, sobretudo toda a incerteza associada aos vários planos de contingência que foram sendo postos em vigor. Embora cumprindo todo o plano de tese, determinadas tarefas planeadas foram adiadas ou demoraram mais tempo do que o suposto, devido a todos os protocolos em vigor. Este efeito foi sentido, sobretudo, na parte final da dissertação, mais concretamente na implementação e quantificação das propostas de melhoria.

Como trabalho futuro e, numa perspetiva de melhoria contínua, avaliações constantes terão que ser realizadas de forma a aferir com precisão o impacto das medidas propostas, assim como elaborar novas propostas de melhoria em outras zonas do processo produtivo.

6.4 Apreciação Final

Pessoalmente todo o trabalho desenvolvido ao longo da dissertação foi de encontro aos objetivos propostos e estes foram atingidos. Foi uma relação bidirecional onde a estadia na empresa permitiu um contacto com uma realidade industrial, enquanto que da parte do autor, ficam as propostas de melhoria e todos os documentos associados com informação relevante para a empresa.

7 Referências

1. Monteiro, R.I., S.A. *Web page*. 2020 [cited 2020 Outubro]; Available from: www.monteiroribas.com
2. *Guia de acolhimento* M. Fabrics, Editor. 2020, Documento Interno.
3. Manos, A., *The benefits of Kaizen and Kaizen events*. 2007, Quality progress. **40**(2): p. 47.
4. Freire, J. and L.F. Alarcón, *Achieving lean design process: Improvement methodology*. 2002, Journal of Construction Engineering and management. **128**(3): p. 248-256.
5. Womack, J.P., D.T. Jones, and D. Roos, *The machine that changed the world: The story of lean production*. 2007: Simon and Schuster.
6. Taylor, F.W., *The principles of scientific management*. 1911. **202**.
7. Drucker, P.F., *Tasks, responsibilities, practices*. 1986, New York: Truman Talley books. p. 130.
8. Akdeniz, C., *Lean Management Explained*. 2014: Can Akdeniz.
9. Picchi, F.A., *Oportunidades da aplicação do Lean Thinking na construção*. 2003. **3**(1): p. 7-23.
10. Shingo, S. and A.P. Dillon, *A study of the Toyota production system: From an Industrial Engineering Viewpoint*. 1989: CRC Press.
11. Smalley, A., *Toyota production system basic handbook*. 2013. **12**: p. 37-41.
12. Fujimoto, T., *The evolution of a manufacturing system at Toyota*. 1999: Oxford university press.
13. Becker, R.M., *Lean manufacturing and the Toyota production system*. 1998.
14. Pavnaskar, S., J. Gershenson, and A. Jambekar, *Classification scheme for lean manufacturing tools*. International Journal of Production Research, 2003. **41**(13): p. 3075-3090.
15. Ohno, T., *Toyota production system: beyond large-scale production*. 1988: crc Press.
16. Ghinato, P., *Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente just-in-time*. 1995. **5**(2): p. 169-189.
17. Monden, Y., *Toyota production system: an integrated approach to just-in-time*. 2011: CRc Press.
18. Monden, Y., *Produção sem estoques-Uma abordagem prática ao sistema de produção da Toyota*. 1984.
19. Ghinato, P., *Jidoka: mais do que pilar da Qualidade*. Lean Way Consulting, 2006.
20. Kato, I. and A. Smalley, *Toyota Kaizen methods: Six steps to improvement*. 2010: CRC press.
21. Todd, P., *Lean manufacturing: building the lean machine*. Journal of Advanced Manufacturing, 2000. **12**: p. 1-12.

22. Shingo, S., *The Shingo production management system: improving process functions*. 1992: Productivity Press.
23. Nunes, I.L., *Integration of ergonomics and lean six sigma. A model proposal*. Procedia Manufacturing, 2015. **3**: p. 890-897.
24. Liker, J., *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. 2001, McGraw-Hill.
25. Laursen, M.L., F. Gertsen, and J. Johansen. *Applying lean thinking in hospitals-exploring implementation difficulties*. in *3rd International Conference on the Management of Healthcare and Medical Technology, 7-9 September, 2003*. 2003.
26. Schonberger, R., *Japanese manufacturing techniques: Nine hidden lessons in simplicity*. 1982: Simon and Schuster.
27. Barker, R., *Production systems without MRP: a lean time based design*. Omega, 1994. **22**(4): p. 349-360.
28. Cusumano, M.A., K. Nobeoka, and N. Kentaro, *Thinking beyond lean: how multi-project management is transforming product development at Toyota and other companies*. 1998: Simon and Schuster.
29. Feld, W.M., *Lean manufacturing: tools, techniques, and how to use them*. 2000: CRC press.
30. Taylor, D., D.H. Taylor, and D. Brunt, *Manufacturing operations and supply chain management: the lean approach*. 2001: Cengage Learning EMEA.
31. Shingo, S., *The sayings of Shigeo Shingo: Key strategies for plant improvement*. 2018: Routledge.
32. Creveling, C.M., J. Slutsky, and D. Antis, *Design for Six Sigma in technology and product development*. 2002: Prentice Hall Professional.
33. Mikel, H., J. Lurie, and R.R. Schroeder, *Six sigma: The breakthrough management strategy revolutionizing the world's top corporations*. 2000: Recorded Books.
34. Linderman, K., et al., *Six Sigma: a goal-theoretic perspective*. Journal of Operations management, 2003. **21**(2): p. 193-203.
35. De Mast, J. and J. Lokkerbol, *An analysis of the Six Sigma DMAIC method from the perspective of problem solving*. International Journal of Production Economics, 2012. **139**(2): p. 604-614.
36. Pyzdek, T. and P. Keller, *The six sigma*. Estados Unidos: Mcgraw-hill, 2003.
37. Sokovic, M., D. Pavletic, and K.K. Pipan, *Quality improvement methodologies-PDCA cycle, RADAR matrix, DMAIC and DFSS*. Journal of achievements in materials manufacturing engineering, 2010. **43**(1): p. 476-483.
38. Moen, R. and C. Norman, *Evolution of the PDCA cycle*. 2006, Citeseer.
39. Juran, J., *Juran on leadership for quality: an executive handbook*. Wilson, CT: McGraw-Hill,1989.

40. Basu, R., *Implementing six sigma and lean*. 2009: Routledge.
41. Chakravorty, S.S., *Six Sigma programs: An implementation model*. International journal of production economics, 2009. **119**(1): p. 1-16.
42. Balakrishnan, A., et al., *Document-centered information systems to support reactive problem-solving in manufacturing*. International Journal of Production Economics, 1995. **38**(1): p. 31-58.
43. Schroeder, R.G., et al., *Six Sigma: Definition and underlying theory*. Journal of operations Management, 2008. **26**(4): p. 536-554.
44. McAdam, R. and B. Lafferty, *A multilevel case study critique of six sigma: statistical control or strategic change?* International journal of operations production management, 2004.

Apêndice A - Processo Produtivo da MRR

Nesta secção será abordado o processo industrial da produção de um revestimento de couro artificial, a Figura 20. serve como resumo das etapas fundamentais deste processo:

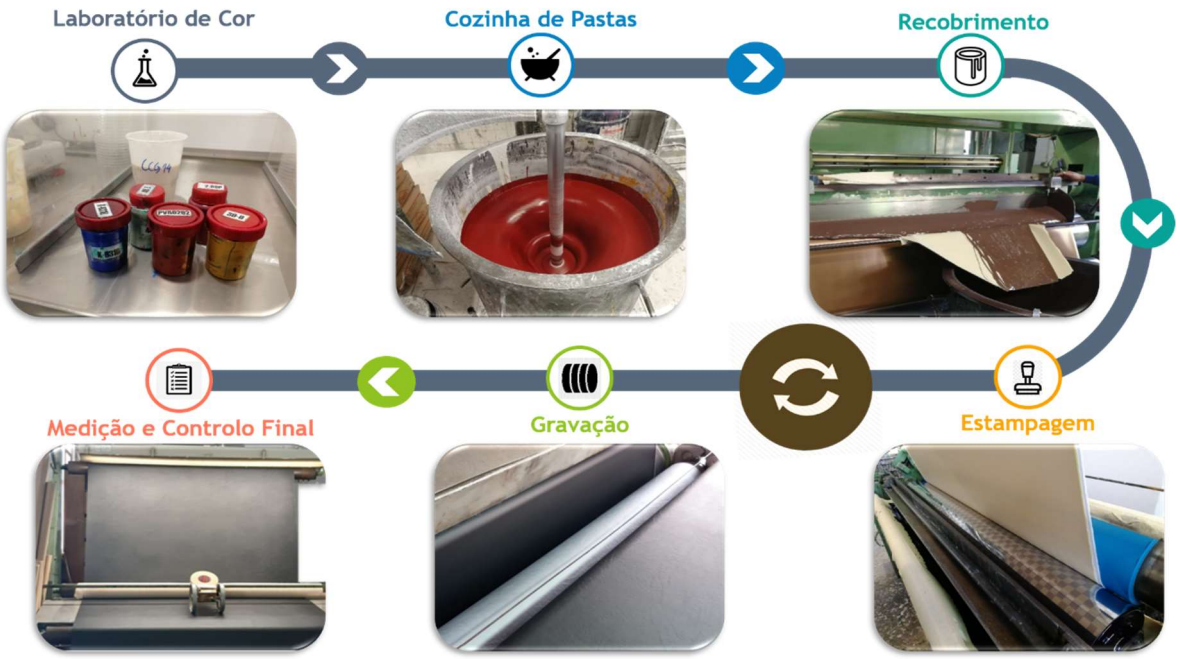


Figura 20 - Resumo do Processo da MRR. Fonte: Elaborado pelo autor

- **Laboratório de Cor**

A empresa dispõe de um laboratório de estudo de cor, sendo este responsável por três principais funções:

1. Reformulação de uma cor já existente, devido à descoberta de problemas causados pela utilização de um pigmento específico, pela interrupção da produção desse mesmo pigmento, ou ainda pela alteração da *masterbatch* desse pigmento, caso este venha em condições diferentes das habituais do fornecedor, quer estas sejam de origem física, química ou da própria tonalidade.
2. Produção de cores próprias para que possam, posteriormente, fazer parte do catálogo ou da coleção da próxima estação, para serem apresentados ou disponibilizados aos clientes.
3. Formulação de uma nova cor, ou seja, ainda não existente no arquivo, de forma a reproduzi-la a partir de uma amostra enviada pelo cliente ou apenas segundo indicações deste.

Estas cores são desenvolvidas partindo de uma combinação feita pelo computador do LEA, Figura 21, tendo em conta os pigmentos disponíveis, sendo que depois de acertos e correções são da responsabilidade do técnico presente. Todas estas formulações são realizadas pela adição de 100 g de pasta virgem, livre de pigmentos, às quantidades de pigmento utilizadas para cada caso, sendo esta variável até se atingir a tonalidade pretendida. Para isso todas as amostras vão sendo lidas num espetrofotómetro a partir de uma amostra padrão que poderá ser um artigo já produzido, a amostra de um cliente, ou outra amostra que se pretenda igualar em termos de tonalidade.

As cores aqui estudadas e formuladas, após *scale-up*, são produzidas à escala industrial de acordo com a quantidade que o cliente deseja.



Figura 21 - Amostra a ser testada. Fonte: Autor.

- **Cozinha de Pastas**

Na cozinha de pastas, seguindo a formulação exata tendo em conta o artigo e a cor encomendados pelo cliente, são cuidadosamente pesados todos os componentes da pasta e adicionados a uma cuba adequada (tendo em conta a quantidade de pasta a pesar), que passa a conter um rótulo identificativo e que contém os códigos da pasta e da cor nela presentes.

Depois de serem misturados até formar pasta visualmente homogénea, são adicionados os pigmentos consoante a ficha formulação da cor e artigo a produzir, ilustrado na Figura 22, sendo a nova mistura agitada num agitador industrial até garantir a total dispersão visual dos pigmentos na resina, Figura 23.



Figura 23 – Pigmentos. Fonte: Autor.



Figura 22 – Agitação. Fonte Autor

- **Preparação de Lacas**

Neste posto, todas as lacas ou componentes que irão formar lacas ou tintas específicas, quer para retrabalho ou estampagem de um artigo, são vistoriados consoante o estado em que chegaram às instalações e comparados com o encomendado, tendo especial atenção algumas características que poderão indicar alguma anomalia no produto, como a tonalidade, transparência ou viscosidade que pode ser lida através de um copo de Ford nº4. A Figura 24 mostra a filtração de uma laca através de malhas de tecido.



Figura 24 - *Preparação de uma laca. Fonte: Autor.*

- **Laboratório de Apoio**

Das cubas são retiradas amostras de ambas as camadas e simulada a sua produção recorrendo a uma estufa de menores dimensões, *Mathis LabDryer*, sendo esta mantida a 200 °C, Figura 25, em que a galga aplicada varia consoante o artigo, como demonstra o exemplo genérico presente na Tabela 23.

Tabela 23 - Exemplo de especificações para a simulação de artigos

Artigo	Massa 1ª camada / g	Massa 2ª camada / g	Massa 1ª+2ª camada / g	Espessura 1ª+2ª / mm
Artigo x	150	250	400	0,45-0,55
Artigo y	170	600	770	0,95-1,05

Cores mais transparentes, ou que se alterem significativamente quando a leitura é realizada com suporte, deverá ser adicionada uma terceira camada, responsável pela adesão da pasta, depois de seca, ao suporte aplicado.



Figura 25 - Mathis LabDryer, estufa do laboratório de Apoio.
Fonte: http://www.mathisag.com

Os tempos a que são sujeitas as diferentes camadas dentro da estufa são cerca de 20 s a primeira e 1 minuto a segunda para produtos mais simples. Caso exista uma terceira camada, a segunda é apenas sujeita a 10 s, sendo após adição da terceira e do suporte sujeita ao mesmo minuto que em condições normais. Estes 10 s são suficientes para garantir a gelificação parcial da segunda camada e assim impedir a mistura da segunda e terceira camadas. Poderá ainda existir uma laca, caso faça parte da constituição do artigo e que passa a ser a primeira camada a aplicar no papel, sendo sujeita a aproximadamente 5 s na estufa.

Após saída da estufa, a amostra é arrefecida, retirada do *release paper* e comparada visualmente pelo operador com o padrão previamente estabelecido, sendo de seguida lida no espectrofotómetro, onde é comparada com o padrão previamente gravado no computador associado à amostra que foi estudada em laboratório. Se esta discrepância não for muito acentuada, as cubas seguem para os moinhos de maneira a que seja garantida uma dispersão e homogeneização eficiente da pasta. Por outro lado, caso a diferença seja significativa, o responsável, adiciona novos pigmentos à cuba em questão, de forma a corrigir a diferença lida pelo espetrofotómetro. Após esta adição, a pasta é misturada e de novo simulada na estufa até o responsável estar satisfeito com a diferença detetada no espetrofotómetro, seguindo, tal como no primeiro caso, para os moinhos, Figura 26.



Figura 26 – Moinho em funcionamento. Fonte: Autor.

Após os moinhos, o artigo é, novamente, simulado na estufa de forma a garantir que a homogeneização não alterou significativamente a tonalidade da amostra, ou seja, que a amostra retirada antes das pastas passarem nos moinhos era fidedigna e proveniente de pastas homogéneas. Caso a tonalidade se tenha alterado de forma significativa, é efetuado um novo acerto pelo operador e são repetidos todos os passos

anteriormente descritos, até que após aprovação pré e pós-moinhos a pasta siga para extração do ar.

Na extração do ar, a cuba com a pasta para a primeira camada é imobilizada, colocada num sistema de vácuo, isolada e agitada, de forma a poder ser-lhe extraído todo o ar presente, Figura 27, seguindo depois para a etapa de recobrimento.



Figura 27 – Extração de ar das cubas. Fonte: Autor

- **Recobrimento**

Nesta etapa, o equipamento é constituído essencialmente por zonas de aplicação de pasta, denominadas por cabeças (Figura 28) e por estufas, onde se procede, essencialmente, à gelificação e cura das diferentes pastas. Para além disso, todo o sistema é composto por roldanas por onde circula o *release paper*, onde serão aplicadas, por ordem inversa as pastas que compõe o respetivo artigo. Isto significa que, por exemplo, para um artigo lacado com três camadas, este terá aplicado numa máquina de recobrimento de 4 cabeças. Na primeira será aplicada a laca, passando de seguida por uma primeira estufa. Na segunda cabeça será aplicada a pasta da primeira camada, indo a uma segunda estufa. Na terceira cabeça será aplicada a segunda camada, sendo sujeita à passagem na terceira estufa. Finalmente na quarta cabeça será aplicada a terceira camada, colocado o suporte com auxílio de uma roldana superior a toda a máquina, e irá passar pela quarta e última estufa, de forma a ocorrer quer adesão do suporte ao artigo e cura das camadas que ainda não curaram completamente, quer para ocorrer a expansão da segunda camada até à espessura desejada.



Figura 28 – Cabeça nº 4 com pasta adesiva. Fonte: Autor

É ainda de realçar que vão sendo efetuados cortes periódicos no rolo em produção, ou seja, a recolha de pequenas amostras das diferentes camadas, de forma a garantir que o peso se encontra dentro do pretendido para aquele determinado artigo. Existem alguns parâmetros que devem ser controlados durante a produção de artigos, como o caso da espessura, que irá condicionar a velocidade de funcionamento da máquina e, respetivamente, o tempo que cada camada estará dentro da estufa. Este tempo deverá garantir a correta adesão da última camada ao suporte selecionado, a expansão da segunda camada, a gelificação da primeira camada e a secagem da laca. No entanto, não pode ser excessivo ao ponto de haver sobre-exposição, causando entre outros problemas a oxidação de determinados pigmentos ou a ocorrência de manchas de queimado.

Para além disso, é também controlado o peso do artigo, ao longo do eixo transversal, pelo corte de uma rodela de 1 cm^2 no centro, direita e esquerda do rolo em produção. Simultaneamente, o peso é controlado por uma balança radiométrica, que tem como output um valor de peso que tem de estar entre dois limites para assim corresponder a um intervalo de peso aceitáveis e exigidas pelo comprador, Figura 29.



Figura 29 – Balança radiométrica de movimento transversal (a laranja). Fonte: Autor.

No final da produção é ainda retirada uma amostra do artigo, de forma a ser comparada com amostra padrão, por leitura no espetrofotómetro, determinando se a tonalidade obtida está conforme o pretendido e acertado no laboratório de apoio. Caso esta esteja de acordo com a tonalidade pretendida pelo cliente, segue para os acabamentos específicos para aquele artigo, caso exista uma diferença significativa na tonalidade do artigo, este segue para ensaio, a fim de determinar se os restantes acabamentos irão atenuar a diferença obtida ou intensificá-la. Caso seja determinado pelo pessoal responsável que o artigo não será corrigido pelos acabamentos, segue diretamente para retrabalho. Este retrabalho consiste no recobrimento do artigo com uma laca de cor que corrija a diferença detetada após o recobrimento inicial do artigo e que aproxime da tonalidade pretendida.

- **Estampagem**

Na estampagem, ao artigo poderá apenas ser aplicada uma laca, para realçar tonalidade e/ou brilho, ou poderá ser estampado recorrendo a cilindro próprios. A laca poderá ser sem cor, produzindo estampados mais leves e discretos, ou com tonalidade, contrastante com o tom inicial do artigo.

O processo de estampagem consiste num circuito complexo de roldanas por onde passará o artigo, sendo que a estampagem ocorrerá pelo contacto de dois ou três cilindros, consoante a máquina. Na Figura 30, está representada uma cabeça da máquina E2 com três cilindros, o cilindro de recolha transporta a laca da tina para o cilindro intermediário que transpõe laca ao cilindro que contacta diretamente com o artigo a estampar/lacar. Assim garante-se a uniformidade do estampado, já que a superfície do artigo é raspada, com auxílio de uma faca, retirando assim o potencial

excesso de tinta ou laca. Antes de chegar à cabeça da máquina, passa por uma estufa onde é pré-aquecido, de forma a facilitar a estampagem do artigo.



Figura 30 – Estampagem tri-cilíndrica. Fonte: Autor.

Também nesta fase, são realizados ensaios no artigo de forma a acertar a tonalidade da tinta/laca a aplicar, Figura 31, consoante a amostra previamente definida e disponibilizada ao operador. O ensaio consiste na fixação de uma amostra do artigo no primeiro cilindro, que será descido até entrar em contacto com o segundo, que passa no reservatório, é envolto em tinta e que, por sua vez, irá estampar a amostra do artigo consoante o padrão do cilindro em uso para o artigo em questão. O artigo resultante é comparado visualmente com a amostra e caso o ensaio seja aprovado, o rolo com o artigo a estampar é posto na máquina, sendo estampado conforme o descrito anteriormente.



Figura 31 – Acerto de laca à cor. Fonte: Autor.

- **Gravação**

A gravação pode ser efetuada de duas formas distintas: pelo próprio *release paper* usado no recobrimento, que já se encontra gravado e transportará esse efeito para a superfície do artigo, ou recorrendo a um cilindro de gravação. Este cilindro gravará a superfície do artigo a diferentes níveis, ou seja, uma gravação mais ou menos profunda, consoante o nível de aperto e temperatura dos infravermelhos (chamadas infras), que causará novamente a fusão parcial da superfície do artigo. Para além disto e de forma a suavizar o aquecimento efetuado pela prensa e a reduzir a hipótese de o

artigo queimar, existe um pré-aquecimento, fornecido por um tambor onde circula óleo térmico. Nesta fase, o cilindro de gravação estará em rotação e gravará à medida que o artigo for passando nesta fenda de contacto criada entre este cilindro e um cilindro de borracha fixo que sofrerá o encosto (ou ataque) do cilindro que contém o padrão a gravar no artigo.

Este tipo de cilindro, caracteriza-se por possuir depressões e saliências consoante o efeito que se pretende aplicar no artigo, sendo este um negativo do que se pretende gravar e que conferirá a textura final.

Nesta fase, a largura do artigo é controlada através de lâminas que vão cortando as ourelas consoante a largura pretendida pelo cliente e especificada aquando da encomenda do cliente, Figura 32.

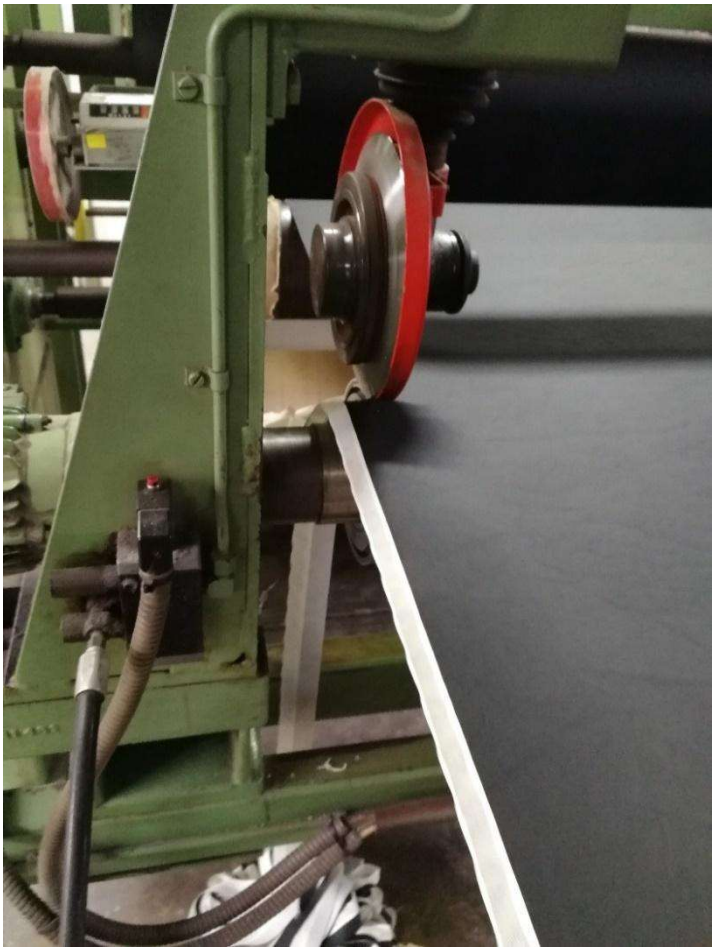


Figura 32 – Corta ourelas na máquina de gravação. Fonte: Autor.

- **Medição e Controlo Final**

Depois de serem efetuados todos os acabamentos necessários para que o artigo seja concluído, este chega à medição e controlo final, é posto a circular num equipamento próprio, onde todo o rolo é meticulosamente vistoriado pelo operador responsável por aquele equipamento, Figura 33. O operador verifica a possível

existência de defeitos pontuais ou cíclicos, como por exemplo riscos, manchas, sujidade (restos de tinta, pastas, lixo, óleo ou outros de origem pontual), falhas (gravado ou estampado), entre outros que poderão ter ocorrido durante toda a produção do artigo e que não tenham sido captados nos restantes processos ou equipamentos.

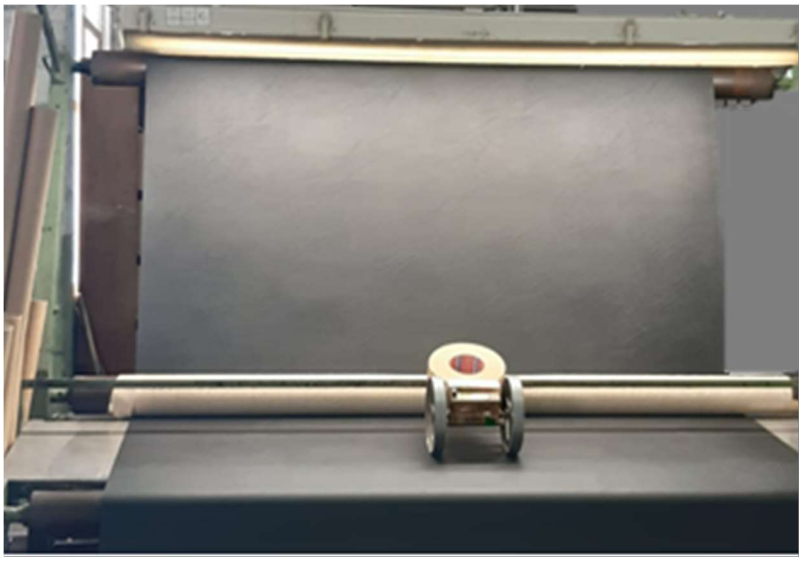


Figura 33 – Controlo final de um artigo. Fonte: Autor

Caso não exista qualquer defeito, o rolo que aqui chega é dividido em rolos menores consoante as especificações do cliente aquando da encomenda, largura, comprimento e diâmetro do rolo. Posteriormente, é embalado, identificado e armazenado, caso seja para stock ou expedição posterior à data de processamento, ou expedido de imediato consoante a urgência ou necessidade do cliente.

Se por outro lado, forem encontrados defeitos, o artigo é caracterizado consoante o tipo de defeito: em 1ª qualidade, 2ª qualidade, saldo ou não-qualidade. Sendo que lhe poderá estar associado nenhum desconto na venda, desconto automático ou calculado consoante o defeito para escoamento do stock e rentabilização do artigo.

Apêndice B - Discriminação mensal dos tempos mortos das estampagens

Mês	Máquina	E1			E2			E3			Somatório
	Causa	1º Turno	2º Turno	Total	1º Turno	2º Turno	Total	1º Turno	2º Turno	Total	E's
Janeiro	ALTERAÇÃO DA PROGRAMAÇÃO	0	0	0	0	0	0	140	0	140	140
	PROBLEMAS DE TINTAS/LACAS/CILINDROS/OUTROS	0	0	0	0	0	0	370	0	370	370
	ENSAIOS	0	0	0	0	0	0	940	0	940	940
	PESSOAL DESTACADO PARA OUTRA MÁQUINA OU SER'	0	0	0	0	0	0	40	30	70	70
	FALTA DE ENERGIA/ AVARIA MÁQUINA	30	0	30	0	0	0	95	30	125	155
	OUTRAS SITUAÇÕES	120	0	120	0	0	0	1050	0	1050	1170
Fevereiro	ALTERAÇÃO DA PROGRAMAÇÃO	0	0	0	0	0	0	45	0	45	45
	PROBLEMAS DE TINTAS/LACAS/CILINDROS/OUTROS	60	0	60	240	0	240	235	0	235	535
	ENSAIOS	0	0	0	0	0	0	1170	30	1200	1200
	PESSOAL DESTACADO PARA OUTRA MÁQUINA OU SER'	0	0	0	0	0	0	55	30	85	85
	FALTA DE ENERGIA/ AVARIA MÁQUINA	0	0	0	0	0	0	115	0	115	115
	OUTRAS SITUAÇÕES	180	0	180	0	0	0	785	60	845	1025
Março	ALTERAÇÃO DA PROGRAMAÇÃO	0	0	0	0	0	0	160	0	160	160
	PROBLEMAS DE TINTAS/LACAS/CILINDROS/OUTROS	30	0	30	0	0	0	110	0	110	140
	ENSAIOS	830	0	830	0	0	0	610	0	610	1440
	PESSOAL DESTACADO PARA OUTRA MÁQUINA OU SER'	450	0	450	0	0	0	55	20	75	525
	FALTA DE ENERGIA/ AVARIA MÁQUINA	70	0	70	0	0	0	80	0	80	150
	OUTRAS SITUAÇÕES	920	0	920	0	0	0	780	40	820	1740
Abril	ALTERAÇÃO DA PROGRAMAÇÃO	0	0	0	0	0	0	155	0	155	155
	PROBLEMAS DE TINTAS/LACAS/CILINDROS/OUTROS	90	0	90	0	0	0	265	45	310	400
	ENSAIOS	670	0	670	120	0	120	710	0	710	1500
	PESSOAL DESTACADO PARA OUTRA MÁQUINA OU SER'	0	0	0	0	0	0	135	60	195	195
	FALTA DE ENERGIA/ AVARIA MÁQUINA	0	0	0	0	0	0	150	0	150	150
	OUTRAS SITUAÇÕES	1040	0	1040	0	0	0	735	60	795	1835
Maio	ALTERAÇÃO DA PROGRAMAÇÃO	0	0	0	0	0	0	80	0	80	80
	PROBLEMAS DE TINTAS/LACAS/CILINDROS/OUTROS	0	0	0	0	0	0	80	0	80	80
	ENSAIOS	370	0	370	0	0	0	420	0	420	790
	PESSOAL DESTACADO PARA OUTRA MÁQUINA OU SER'	210	0	210	0	0	0	275	0	275	485
	FALTA DE ENERGIA/ AVARIA MÁQUINA	0	0	0	0	0	0	25	0	25	25
	OUTRAS SITUAÇÕES	360	0	360	0	0	0	865	0	865	1225
Junho	ALTERAÇÃO DA PROGRAMAÇÃO	0	0	0	0	0	0	20	0	20	20
	PROBLEMAS DE TINTAS/LACAS/CILINDROS/OUTROS	0	0	0	0	0	0	15	0	15	15
	ENSAIOS	500	0	500	0	0	0	205	0	205	705
	PESSOAL DESTACADO PARA OUTRA MÁQUINA OU SER'	360	0	360	30	0	30	355	0	355	745
	FALTA DE ENERGIA/ AVARIA MÁQUINA	0	0	0	0	0	0	40	0	40	40
	OUTRAS SITUAÇÕES	520	0	520	0	0	0	720	0	720	1240
Julho	ALTERAÇÃO DA PROGRAMAÇÃO	0	0	0	0	0	0	15	0	15	15
	PROBLEMAS DE TINTAS/LACAS/CILINDROS/OUTROS	0	0	0	0	0	0	80	0	80	80
	ENSAIOS	450	0	450	0	0	0	45	0	45	495
	PESSOAL DESTACADO PARA OUTRA MÁQUINA OU SER'	540	0	540	0	0	0	425	0	425	965
	FALTA DE ENERGIA/ AVARIA MÁQUINA	60	0	60	0	0	0	140	0	140	200
	OUTRAS SITUAÇÕES	580	0	580	0	0	0	885	0	885	1465
Agosto	ALTERAÇÃO DA PROGRAMAÇÃO	0	0	0	0	0	0	40	0	40	40
	PROBLEMAS DE TINTAS/LACAS/CILINDROS/OUTROS	0	0	0	0	0	0	70	0	70	70
	ENSAIOS	565	0	565	0	0	0	25	0	25	590
	PESSOAL DESTACADO PARA OUTRA MÁQUINA OU SER'	180	0	180	0	0	0	180	0	180	360
	FALTA DE ENERGIA/ AVARIA MÁQUINA	0	0	0	0	0	0	20	60	80	80
	OUTRAS SITUAÇÕES	640	0	640	0	0	0	330	0	330	970
Somatório Anual		9825	0	9825	390	0	390	14340	465	14805	25020

Figura 34 – Tempos mortos das estampagens

Tabela 24 - Resumo dos tempos mortos das Estampagens de Janeiro a agosto 2020.

Causas Possíveis	Máquina de Estampagem								
	E1			E2			E3		
	Tempos registados pela empresa de janeiro a agosto (em min)								
	1ºTurno	2ºTurno	Total	1ºTurno	2ºTurno	Total	1ºTurno	2ºTurno	Total
Alteração da Programação	0	0	0	0	0	0	655	0	655
Problemas de Tintas/ Lacas/ Cilindros/outros	180	0	180	240	0	240	1 225	45	1 270
Ensaios	3 385	0	3 385	120	0	120	4 125	30	4 155
Pessoal destacado para outra máquina/serviço	1 740	0	1 740	30	0	30	1 520	140	1 660
Falta de energia/ Avaria na máquina	160	0	160	0	0	0	665	90	755
Outras situações	4 360	0	4 360	0	0	0	6 150	160	6 310

Apêndice C - Análise e acompanhamento da produção na E3

Numa fase inicial, foi feito um acompanhamento da máquina, com especial foco na zona de carga do rolo pronto (zona E), não só para interiorizar e visualizar o processo da E3, mas também para analisar a qualidade dos rolos que terminavam a sua operação. O objetivo seria identificação de possíveis padrões e defeitos que servissem de ponto de partida para as propostas de melhoria. As tabelas 25 a 27, sistematizam o que foi recolhido e tratado.

Tabela 25 – Trocas de cilindros, lacas e metros E3.

Dia	Trocas de cilindro	Trocas de laca	Peças	Metros produzidos	Amostras piloto
30/10	0	3	4	1 011	0
02/11	0	3	7	2 356	0
03/11	0	4	4	709	0
04/11	0	2	7	2 466	0
05/11	1	4	6	981	0
06/11	1	3	5	1 700	0
Total	**2**	**19**	**33**	**9 223**	**0**

A Tabela 25 serviu para, numa fase inicial, compreender com que frequência se trocava cilindros e lacas, assim como para ter a noção, no terreno, do que representam "x" metros. Não foi lacada qualquer amostras piloto no período analisado.

Em simultâneo, outros dados foram recolhidos e a tabela seguinte consistiu numa categorização de defeitos que surgiram ao longo dos rolos que estavam na E3.

Foram agrupados em três grupos: **Defeitos pontuais**, aqueles que surgiam de forma pontual, por culpa de outra operação ou pela própria laca da máquina; **Defeitos interventivos**, em que um defeito surgia e requeria uma intervenção embora a máquina continuasse a produzir (como foi referido anteriormente, o acumulador é um elemento importantíssimo nestas situações) e, por fim, os **Defeitos impeditivos** que, tal como o nome indica, defeitos que obrigavam à interrupção da produção.

Tabela 26 - Listagem de defeitos na E3.

Defeitos pontuais	**30/10**	**02/11**	**03/11**	**04/11**	**05/11**	**06/11**	**Total**
Riscos de laca	0	0	1	0	0	1	
Efeito chuva	2	1	0	3	5	5	
Mancha de laca	0	0	1	3	1	2	
Marca costura	3	4	0	2	1	1	
Total diário	**5**	**5**	**2**	8	**7**	**9**	**36**
Defeitos interventivos	**30/10**	**02/11**	**03/11**	**04/11**	**05/11**	**06/11**	**Total**
Risco de laca contínuos	0	3	2	2	2	3	
Suporte descolado	0	0	0	0	0	0	
Fazer costura	2	0	0	2	1	1	
Desvio	2	4	2	4	5	1	
Coser ponta	1	2	0	0	0	0	
Papel colado	0	0	0	2	1	4	
Mau enrolamento	0	2	2	1	2	2	
Risco lâmina	0	0	0	1	0	1	
Falha de laca	0	0	0	1	1	0	
Total diário	**5**	11	**6**	**13**	**12**	12	61
Defeitos Impeditivos	**30/10**	**02/11**	**03/11**	**04/11**	**05/11**	**06/11**	**Total**
Rebentou papel	0	1	0	0	0	0	
Rebentou pontas	0	1	0	0	0	1	
Total diário	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**1**	**3**

Finalmente, outro dos dados recolhidos durante o acompanhamento foram os metros de pontas de tecido que os rolos levavam, assim como as paragens que aconteceram. A Tabela 27 resume o que foi recolhido durante esse período:

Tabela 27 – Metros de tecido de pontas e número de paragens da E3

Data	**Metragem das pontas**			**Número de paragens**	
	Início (m)	**Fim (m)**		**Antes dos Rolos**	**Durante os Rolos**
30/10	50,0	79,9		4	0
02/11	149,0	136,8		1	2
03/11	89,3	111,5		4	0
04/11	111,5	134,5		2	0
05/11	117,6	140,6		3	0
06/1	94,8	107,9		3	1
Total (m)	612,2	711,1			
Tecido (m)	**1 323,3**		Total	17	3

Com o auxílio dos dados da tabela acima, pode-se verificar a disparidade no comprimento das pontas.

O acompanhamento da máquina E3, foi uma etapa imprescindível, não só para a melhor compreensão do processo da E3 mas também para a observação de certos comportamentos ou tarefas que poderiam ser melhoradas e que não conseguem ser espelhadas nestes dados, como a falta de organização de ferramentas e do posto de trabalho e o tempo que os ajudantes levam a encontrar os rolos para alimentar a máquina.

Apêndice D – Discriminação de atividades E3

I. Dia 19/11/2020 – Laca à cor

Operador Chefe				Ajudantes			
Resumo	Operação	Hora	descrição do tarefa	Indicadores	Tempo a levar/ procurar rolos	Hora	descrição do tarefa
Início do turno		7:45	Forrar tinas	Início do turno		7:45	Forrar chão
		8:00			00:05	8:00	Procurar 1º rolo
		8:05	Tina da 1ª cabeça forrada			8:05	1º rolo na máquina. Coser ao tecido de transporte
		8:10				8:10	1º rolo pronto a arrancar
	Setup	8:13	Tina da 2ª cabeça forrada. Virar lacas			8:13	
		8:16	Duas tinas com laca			8:16	
		8:20	Ajustar cabeças e agitar lacas			8:20	Cortar amostras para testar laca à cor
		8:24				8:24	Amostras cortados. Livre
		8:25	Setup pronto			8:25	
		8:26	Começo do acerto de cor - Buscar pigmento			8:26	
		8:35	Pigmento encontrado. Virar para a tina - Agitar			8:35	
		8:36				8:36	Agitar a laca com o chefe
	Acerto de cor	8:39	1º teste à cor			8:39	Buscar esponjas e pontas
		8:41	Analisar amostra na camâra de luz			8:41	
		8:43	virar pigmento para a tina para 2º teste à cor - agitar			8:43	
		8:45				8:45	Agitar laca no 2º teste à cor
		8:46	Início do 2º teste			8:46	
		8:48	Analisar 2ª amostra na camâra de luz com Engº			8:48	
		8:50	Cor conforme. Proceder à validoção com a Engª de qualidade			8:50	
		9:02	Cor aprovado			9:02	
1ª rolo		9:03	Arranque do Máquina	1ª rolo		9:03	Arranque da Máquina - Posto de traballho
		9:04	Agitar laca e preencher fichas			9:04	
	Produzir	9:09				9:09	Colocar fita no rolo para retirar sujidade
		9:12				9:12	Posto de trabalho
		9:30	Fim do 1º rolo. Pausa na máquina			9:30	Fim do 1ª rolo. Pausa na máquina. Procurar 2ª rolo
		9:31	Limpeza dos lacas à cor. Limpeza do 1ª cabeça		00:05	9:31	
		9:35				9:35	Rolo não encontrado. Ajudar chefe na limpeza
		9:40				9:40	Procura do 2ª rolo
		9:46			00:06	9:46	2ª rolo encontrado. Fazer nós e coser pontas - em espera na máquina.
	Limpeza	9:54	Limpar baldes			9:54	
		9:57	Fim do limpeza dos baldes. Início do limpeza do 2ª cabeça			9:57	
		10:02				10:02	2ª rolo pronto a arrancar
		10:04	2 cabeças limpas. Virar nova laca na 1ª cabeça			10:04	Ajudor chefe a virar laca na cabeça 1ª cabeça
		10:06	Virar nova laca na 2ª cabeça			10:06	Ajudor chefe a virar laca na cabeça 2ª cabeça
2ª rolo		10:10	Limpeza feita. Começo do 2º rolo	2ª rolo		10:10	Limpeza feita. Começo do 2º rolo. Posto de trabalho
		10:20			00:10	10:20	Levar 1º rolo e procurar o 3º
		10:30				10:30	Encontrado a 3º rolo - Em espera na máquina
		10:36	Fim do 2º rolo. Trocar rolo, fazer nós e coser.			10:36	Fim do 2º rolo. Ajudor chefe a trocar rolo, fazer nós e coser
3ª rolo	Produzir	10:40	Início do 3ºrolo	3ª rolo		10:40	Início do 3º rolo. Posto de trabalho
		10:50			00:08	10:50	Levar 2º rolo e procurar o 4º
		10:58				10:58	4º rolo encontrado - Em espera na máquina.
		11:10				11:10	Buscar pontas
		11:20				11:20	Pontas encontrados. Posto de trabalho
		11:25	Fim do 3º rolo. Trocar rolo, fazer nós e coser.			11:25	Fim do 3º rolo. Ajudor chefe a trocar rolo, fazer nós e coser
	Paragem	11:28	Paragem máquina - nós ficaram presos nos cilindros			11:28	Paragem máquina - nós ficaram presos nos cilindros
4ª rolo		11:32	Retoma. Início do 4º rolo	4ª rolo		11:32	Retoma. Início do 4º rolo. Posto de trabalho
	Produzir	11:40			00:04	11:40	Levar 3º rolo e procurar a 5º
		11:44				11:44	5º rolo encontrado - Em espera na máquina.
		12:10	Fim do 4º rolo. Trocar rolo, fazer nós e coser.			12:10	Fim do 4º rolo. Ajudor chefe a trocar rolo, fazer nós e coser
Almoço		12:17	Almoço	Almoço		12:17	Almoço
	Limpeza	13:03	Fim do almoço. Limpeza enquanto espera pelas lacas			13:03	Fim do almoço. Limpeza enquanto espera pelas lacas
5ª rolo		13:12	Rearranque do Máquina - 5º rolo	5ª rolo		13:12	Rearranque da Máquina - 5º rolo. Posto de trabalho
		13:16			00:06	13:16	Levar 4º rolo e procurar a 6º
		13:22				13:22	6º rolo encontrado - Em espera na máquina.
		13:43	Fim do 5º rolo. Trocar rolo, fazer nós e coser.			13:43	Fim do 5º rolo. Ajudor chefe a trocar rolo, fazer nós e coser
6ª rolo		13:47	Início do 6º rolo	6ª rolo		13:47	Início do 6º rolo. Posto de trabalho
		14:00			00:07	14:00	Levar 5º rolo e procurar a 7º
		14:07				14:07	7º rolo encontrado - Em espera na máquina.
		14:22	Fim do 6º rolo. Trocar rolo, fazer nós e coser.			14:22	Fim do 6º rolo. Ajudor chefe a trocar rolo, fazer nós e coser
7ª rolo		14:25	Início do 7º rolo	7ª rolo		14:25	Início do 7º rolo. Posto de trabalho
		14:30			00:13	14:30	Levar 6º rolo e procurar a 8º
		14:43				14:43	8º rolo encontrado - Em espera na máquina
		14:45			00:11	14:45	Procurar a 9º rolo
		14:56				14:56	9º rolo encontrado - 2 rolos em espera para entrar na máquina
	Produzir	15:00	Fim do 7º rolo. Trocar rolo, fazer nós e coser.			15:00	Fim do 7º rolo. Ajudor chefe a trocar rolo, fazer nós e coser.
8ª rolo		15:04	Início do 8º rolo	8ª rolo		15:04	Início do 8º rolo. Posto de trabalho
		15:06	Pausa - A passar ponta a velocidade muito baixa			15:06	Pausa chefe - a passar ponta a velocidade muito baixa
		15:07			00:03	15:07	Levar 7º rolo ao lugar
		15:10				15:10	Fazer pausa
		15:12	Retoma da pausa - continuação do 8º rolo			15:12	Retoma do pausa - continuação do 8ª rolo
		15:39				15:39	Buscar pontas
		15:41				15:41	Pontas encontrados. Posto de trabalho
		15:43	Fim do 8ª rolo. Trocar rolo, fazer nós e coser.			15:43	Fim do 8º rolo. Ajudor chefe a trocar rolo, fazer nós e coser.
9ª rolo		15:47	Início do 9º rolo	9ª rolo		15:47	Início do 9º rolo. Posto de trabalho
		15:55			00:04	15:55	Levar 8º rolo ao lugar
		15:59				15:59	Posto de trabalho
		16:00				16:00	Buscar pontas
		16:02				16:02	Pontas encontrados. Posto de trabalho
Fim de turno		16:15	Rolo 9 a passar na máquina - continuação no 2º turno	Fim de turno		16:15	rolo 9 a passar na máquina - continuação no 2º turno

Figura 35 – acompanhamento laca à cor.

II. Dia 10/11/2020 – Produção habitual

Operador Chefe				Ajudantes			
Resumo	Operação	Hora	descrição da tarefa	Indicadores	Tempo a levar/ procurar rolos	Hora	descrição da tarefa
Início do turno		7:45	Forrar tinas	Início do turno		7:45	Forrar chão
		8:01	Tina da 1ª cabeça forrada			8:01	Procurar 1º rolo e buscar esponjas
		8:13	Duas tinas forradas. Virar laca nas tinas		0:14	8:13	
	Setup	8:15				8:15	1º rolo inserido na máquina pronto a lacar
		8:16				8:16	Livre
		8:20	Duas tinas com laca			8:20	
1º rolo		8:21	Setup feito. Arranque da máquina - 1º rolo	1º rolo		8:21	Arranque da máquina - 1º rolo. Posto de trabalho
		8:22				8:22	Passar fita no cilindro de transporte
		8:24				8:24	Posto de trabalho
		8:28			0:02	8:28	Procurar 2º rolo
	Produzir	8:30				8:30	2º rolo encontrado - em espera
		8:34				8:34	Buscar pontas
		8:36				8:36	Posto de trabalho
		8:59	Fim do 1º rolo. Trocar rolo, fazer nós e coser			8:59	Fim do 1º rolo. Ajudar chefe a trocar rolo, fazer nós e coser
2º rolo		9:06	Começo do 2º rolo	2º rolo		9:06	Começo do 2º rolo. Buscar pontas
	Paragem	9:08	Paragem máquina (reparou que o ajudante não estava)			9:08	Paragem máquina
		9:09				9:09	Posto de trabalho
		9:10	Arranque de novo			9:10	Arranque de novo
		9:17			0:04	9:17	Levar 1º rolo e procurar a 3º
		9:21				9:21	3º rolo encontrada - em espera à entrada da máquina
		9:22				9:22	Posto de trabalho
	Produzir	9:41	Fim do 2º rolo. Trocar rolo, fazer nós e coser.			9:41	Fim do 2º rolo. Ajudar chefe a trocar rolo, fazer nós e coser.
3º rolo		9:47	Início do 3º rolo	3º rolo		9:47	Início do 3º rolo. Posto de trabalho
		9:50			0:05	9:50	Levar 2º rolo e procurar o 4º
		9:55				9:55	Encontrada o 4º rolo. Em espera à entrada da máquina
		10:20	Fim do 3º rolo. Trocar rolo, fazer nós e coser pontas.			10:20	Fim do 3º rolo. Ajudar chefe a trocar rolo, fazer nós e coser.
		10:22	Partiu agulha - buscar nova			10:22	Partiu agulha - esperar por uma nova
		10:24	Continuar a costura			10:24	Continuar a costura
4º rolo		10:29	Início do 4º rolo	4º rolo		10:29	Início do 4º rolo
Pausa		10:30	Pausa Chefe	Pausa		10:30	Pausa
		10:37	Retoma - verificar lacas nas tinas			10:37	
		10:40	Continuação do 4º rolo			10:40	Retoma - Passar fita no cilindro de transporte
		10:42				10:42	Posto de trabalho
		10:47			0:03	10:47	Levar 3º rolo e procurar o 5º
		10:50				10:50	Encontrado 5º rolo. Em espera à entrada da máquina. Posto de trabalho
		11:08	Fim do 4º rolo. Trocar rolo, fazer nós e coser pontas			11:08	Fim do 4º rolo. Ajudar chefe a trocar rolo, fazer nós e coser.
5º rolo	Produzir	11:14	Início do 5º rolo	5º rolo		11:14	Início do 5º rolo. Posto de trabalho
		11:20			0:05	11:20	Levar 4º rolo e procurar o 6º
		11:25				11:25	Encontrado 6º rolo. Em espera à entrada da máquina. Posto de trabalho
		11:43	Fim do 5º rolo. Trocar rolo, fazer nós e coser pontas			11:43	Fim do 5º rolo. Ajudar chefe a trocar rolo, fazer nós e coser.
		11:50	Partiu agulha - buscar nova			11:50	Partiu agulha - esperar por uma nova
		11:52	Continuar a costura			11:52	Continuar a costura com o chefe
6º rolo		11:55	Início do 6º rolo	6º rolo		11:55	Início dao6º rolo. Posto de trabalho
	Paragem	12:00	Paragem na máquina - soltaram-se os nós			12:00	Paragem na máquina - soltaram-se os nós - ajudar chefe
		12:03			0:07	12:03	Levar 5º rolo e procurar o 7º
	Produzir	12:10	Rearranque da máquina - continuação do 6º rolo			12:10	Encontrada 7º rolo. Rearranque da máquina - continuação do 6º rolo. Posto
		12:36	Fim do 6º rolo. Trocar rolo, fazer nós e coser.			12:36	Fim do 6º rolo. Ajudar chefe a trocar rolo, fazer nós e coser.
	Paragem	12:42	Rolo cosido ao contrário, desfazer costura e voltar a coser			12:42	Rolo cosido ao contrário, desfazer costura e voltar a coser - ajudar chefe
Almoço		12:50	Almoço	Almoço		12:50	Almoço
	Limpeza	13:27	Verificar tinas e limpar lâminas			13:27	Buscar lacas
		13:30				13:30	Virar lacas nas tinas
7º rolo		13:34	Arranque do 7º rolo	7º rolo		13:34	Arranque do 7º rolo. Posto de trabalho
		13:35				13:35	Passar fita no cilindro de transporte
		13:37				13:37	Posto de trabalho
		13:40			0:04	13:40	Levar 6º rolo e procurar a 8º
		13:44				13:44	Encontrado o 8º rolo. Em espera na entrada da máquina. Posto de trabalho
		14:01	Fim do 7º rolo. Trocar rolo, fazer nós e coser.			14:01	Fim do 7º rolo. Ajudar chefe a trocar rolo, fazer nós e coser.
8º rolo		14:08	Início do 8º rolo	8º rolo		14:08	Início do 8º rolo. Posto de trabalho
		14:17	Corrigir artigo sem suporte e fazer costura			14:17	Ajudar chefe
	Produção	14:19	Corrigido (Máquina não parou)			14:19	
		14:20			0:08	14:20	Levar 7º rolo, procurar a 9º e buscar pontas
		14:28				14:28	9º rolo e pontas em espera na entrada da máquina. Posto de trabalho
		14:48	Fim do 8º rolo. Trocar rolo, fazer nós e coser.			14:48	Fim do 8º rolo. Ajudar chefe a trocar rolo, fazer nós e coser.
9º rolo		14:54	Início do 9º rolo	9º rolo		14:54	Início do 9º rolo. Posto de trabalho
		15:00			0:06	15:00	Levar 7º rolo e procurar o 10º
		15:06				15:06	10º rolo encontrado - em espera. Posto de trabalho
		15:25	Fim do 9º rolo. Trocar rolo, fazer nós e coser			15:25	Fim do 9º rolo. Ajudar chefe a trocar rolo, fazer nós e coser.
		15:32	10º rolo inserido na máquina			15:32	
	Limpeza	15:33	Paragem na máquina			15:33	
		15:35	Levar laca para posto das lacas			15:35	
Pausa		15:37	Pausa Chefe	Pausa		15:37	Pausa
	Limpeza	15:47	Retoma - limpar baldes de laca			15:47	Retoma - limpar canecas com laca seca nas paredes
		15:50	Encher tinas			15:50	
10º rolo		15:52	Arranque do 10º rolo			15:52	Arranque do 10º rolo. Posto de trabalho
		16:06			0:06	16:06	Levar 9º rolo e procurar o 11º
	Produção	16:12				16:12	11º rolo encontrado - em espera. Posto de trabalho
Fim de turno		16:15	Rolo 10 a passar na máquina - continuação no 2º turno	Fim de turno		16:15	Rolo 10 a passar na máquina - continuação no 2º turno

Figura 36 – Acompanhamento dia de produção habitual.

Apêndice E – Disposição dos estrados pela MRR.

Nota: Os elementos adicionados pelo autor não estão à escala

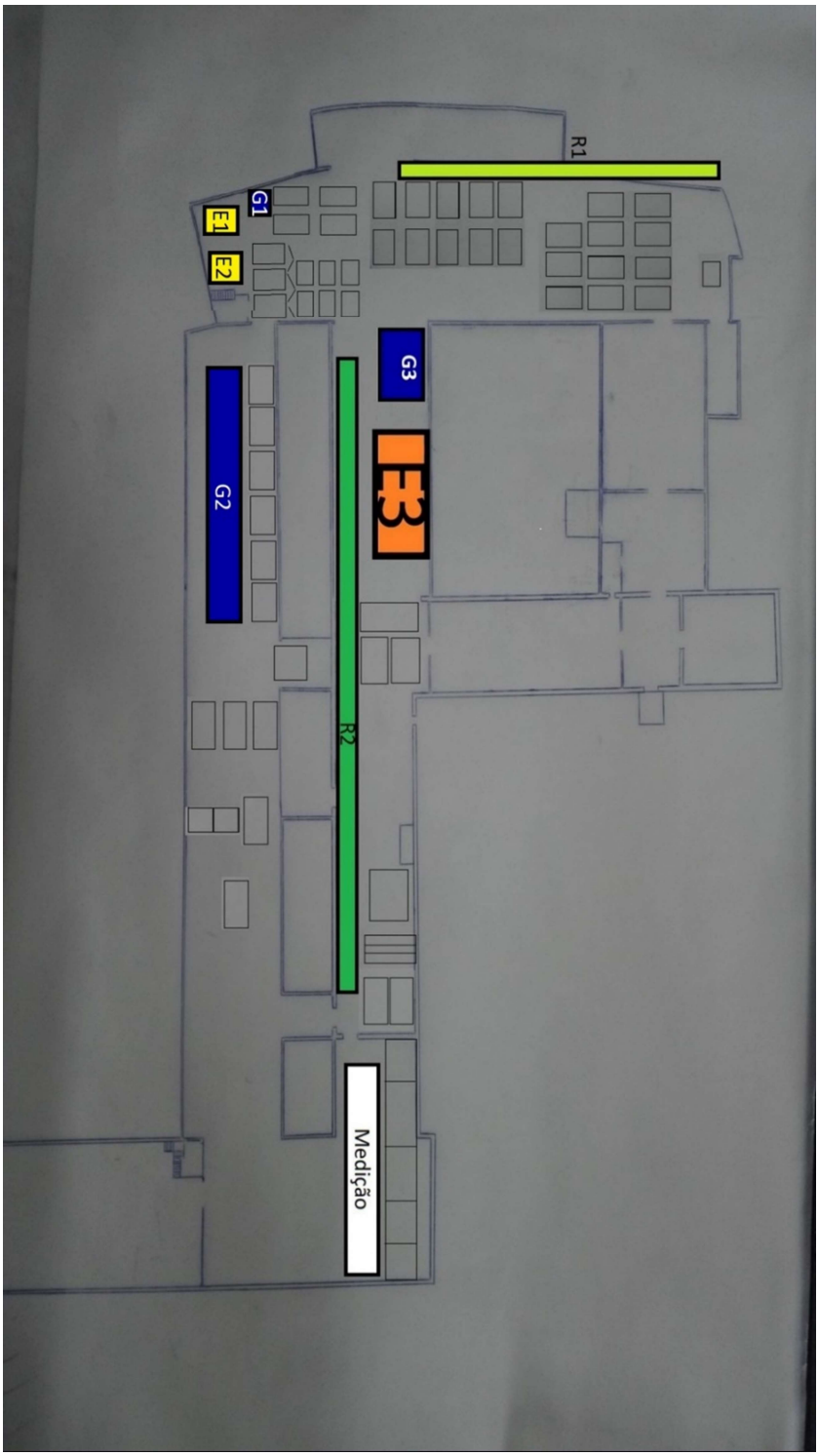


Figura 37 – Disposição dos estrados

Apêndice F - Pontas inferiores a 13 m

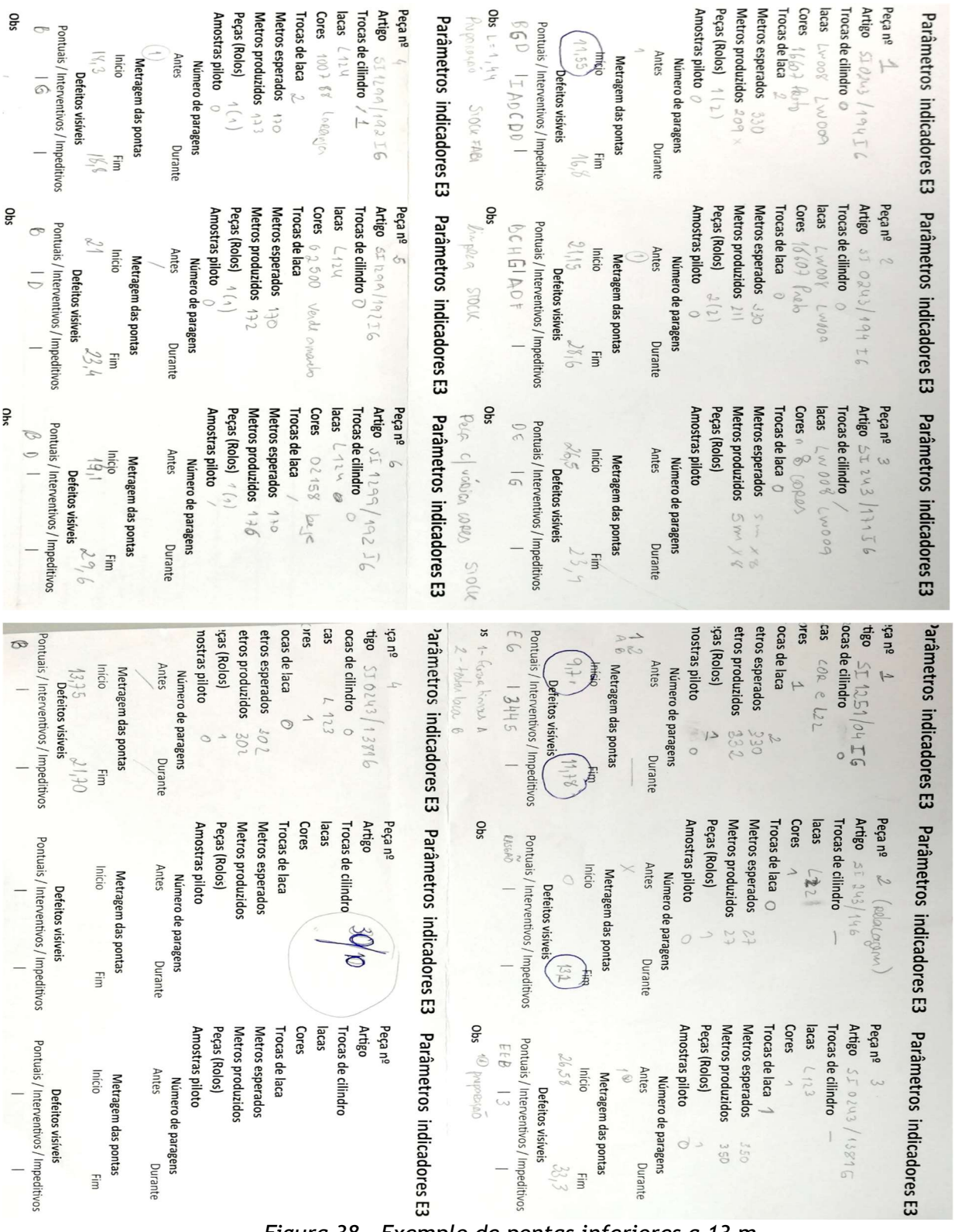


Figura 38 - Exemplo de pontas inferiores a 13 m.

No acompanhamento da E3, as folhas utilizadas nesse dia encontram-se na Figura 39, onde circundados estão os valores que mostram que existem pontas inferiores a 13 metros.

Apêndice G -Disposição e quantidade de rolos

I. Quantidade de estrados e designação das diferentes áreas

Nota: os elementos adicionados pelo autor não estão à escala

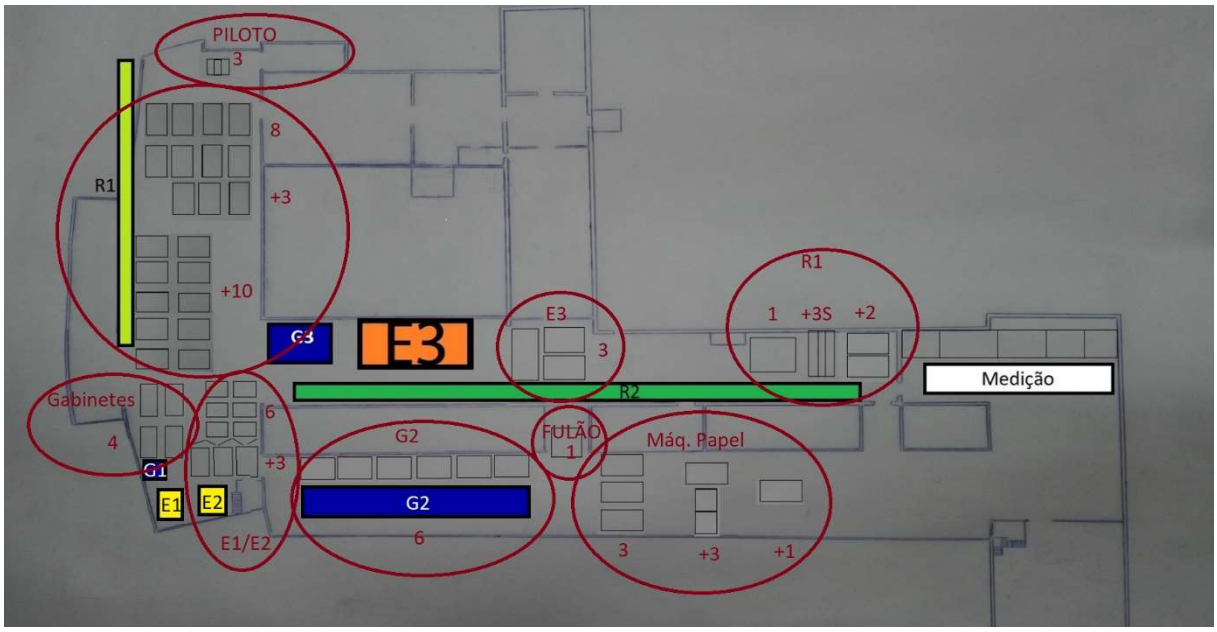


Figura 39 – Designação dos estrados e zonas.

II. Dados obtidos após término da tarefa de registo de rolos

13/11/2020

Localização	Estrados	RX	EE	GE	EG	Monos	Papel	Outros	Medição
E3	3	15	0	0	0	0	0		
R2	1+3S+2	4+4+11	0	0	2	2	0		
E1/E2	3+6	6	0	0	4+0	Vários	0+28		
Gabinetes	4	22	1	0	0	0	0		
R1/E4	10+3+8	15+3+0	3+0+0	20+3+0	2+3+0	0	0+0+41	7	-
Piloto	3	0	0	0	0	0	4		
G2	6	0	0	0	0	Vários	25		
Fulão	1	0	0	4	0	0	0		
Máq. Papel	3+3+1	2+0	0	0	1+0	10+0	0+16		
Total		83	4	27	12	12	114		

20/11/2020

Localização	Estrados	RX	EE	GE	EG	Monos	Papel	Outros	Medição
E3	3	16	0	0	3	0	0		
R2	1+3S+2	5+X+11	0	0+0+4	2	2	0		
E1/E2	3+6	6+0	0	1+0	1+0	Vários	0+26		
Gabinetes	4	20	0	1	4	0	0		
R1/E4	10+3+8	23+9+0	0+0+0	1+2+0	19+4+0	0	0+0+44	7	14
Piloto	3	0	0	0	0	0	4		
G2	6	0	0	0	0	Vários	25		
Fulão	1	0	0	3	0	0	0		
Máq. Papel	3+3+1	2+0	0	4+0	1+0	10+0	0+16		
Total			0	16	34	12	115		

27/11/2020

Localização	Estrados	RX	EE	GE	EG	Monos	Papel	Outros	Medição
E3	3	17	0	0	3	0	0		
R2	1+3S+2	1+11+9	0+0+0	0+2+0	0+3+3	2	0		
E1/E2	3+6	6+0	0	0	5+0	Vários	0+30		
Gabinetes	4	17	0	6	3	0	0		
R1/E4	10+3+8	18+8+0	3+0+0	20+0+0	14+2+0	0	0+0+40	7	39
Piloto	3	0	0	0	0	0	5		
G2	6	0	0	0	0	Vários	27		
Fulão	1	0	0	0	3	0	0		
Máq. Papel	3+3+1	7+0	0	1+0	4+0	10+0	2+15		
Total		94	3	28	40	12	119		

04/12/2020

Localização	Estrados	RX	EE	GE	EG	Monos	Papel	Outros	Medição
E3	3	15	0	0	1	0	0		
R2	1+3S+2	4+6+9*	0+0+0	0+0+0	0+0+3	2	0		
E1/E2	3+6	3+0	0	0	3+0	Vários	0+31		
Gabinetes	4	16	0	0	1	0	0		
R1/E4	10+3+8	21+4*+0	0+0+0	0+0+0	14+4+0	0	0+0+42	7	37
Piloto	3	0	0	0	0	0	5		
G2	6	0	0	0	0	Vários	27		
Fulão	1	0	0	0	3	0	0		
Máq. Papel	3+3+1	2+0	0	0+0	0+0	10+0	2+18		
Total		92	0	0	29	12	125		

18/12/2020

Localização	Estrados	RX	EE	GE	EG	Monos	Papel	Outros	Medição
E3	3	14	0	0	4	0	0		
R2	1+3S+2	4+2+0	0+0+0	0+2+0	0+2+0	2	0		
E1/E2	3+6	10+0	0	0	1+0	Vários	0+24		
Gabinetes	4	17	0	0	0	Vários	0		
R1/E4	10+3+8	9+6+0	0+0+0	0+0+0	25+7+0	0	0+0+40	7	20
Piloto	3	0	0	0	0	0	5		
G2	6	0	0	0	0	Vários	24		
Fulão	1	3	0	0	0	0	0		
Máq. Papel	3+3+1	5+0	0	0+0	0+0	11+0	0+19		
Total		70	0	2	39	13	113		

dados de 2019				
	Total R1 metros	Total R2 metros	otal metros	
	522000	448097	970097	
	%R1	%R2		
Estrados médios necessários para R-	54%	46%		
X: 22	12	Estrados	10	Estrados
Para 18 Estrados	10		8	

Figura 40 – dados tratados para a organização dos estrados

Apêndice H – Propostas para outras máquinas

I. Propostas de melhoria relacionadas com os cilindros

As oportunidades de melhoria encontradas foram: caixas de cilindros sem identificação, zona dos cilindros de gravação desorganizada e cilindros com defeito sem sinalização exterior de não conformidades. Para a melhoria das situações encontradas, foram utilizadas as ferramentas **5S** e **Gestão Visual**.

Os cilindros de gravar encontram-se divididos entre colocados em suporte próprio para o efeito, estrutura triangular visível na Figura 41; e caixas de ferro ou madeira, consoante o tipo de embalagem de origem.

Apesar de um critério inicial que foi sendo seguido, o aumento do número de cilindros e da falta de estruturas e espaço disponíveis, causou esta solução de recurso, que tal como se pode constatar é inadequada e acarreta perdas de tempo e recursos valiosos.

É, ainda de realçar, que devido à falta de espaço os cilindros de estampar e de gravar, para além das zonas individualizadas criadas para o efeito, ocupam já uma área comum, com cilindros misturados.



Figura 41 – Desorganização na zona dos cilindros de gravar. Fonte: Autor

Inicialmente inventariaram-se os cilindros, a sua localização e a existência de defeitos que, não sendo impeditivos da sua utilização, requerem atenção extra para que não sejam transpostos para o artigo.

Os dados recolhidos encontram-se na figura seguinte, estando organizados pelo número de vezes que foram utilizados desde janeiro de 2016 e pela data da sua última utilização. A sua forma de armazenamento foi, também, discriminada, para se compreender as estruturas necessárias ou adaptações a realizar no local, para ser possível acomodar os cilindros da melhor forma possível.

CILINDRO	Defeito	Local	Última utilização	x usadas pos 2015
1	S	S10	11/01/2021	1320
2		S9	12/01/2021	901
3	S	S10	11/01/2021	764
4		S10	16/12/2020	757
5	S	S7	13/01/2021	676
6		CAIXA	07/01/2021	381
7	S	S4	08/01/2021	341
8		CAIXA	16/12/2020	269
9		S7	07/01/2021	225
10	S	S2	06/11/2020	196
11		S4	12/01/2021	177
12	S	S3	14/12/2020	175
13	S	S2	11/12/2020	139
14	S	S5	04/01/2021	103
15	S	S6	21/10/2020	96
16		S9	07/01/2021	94
17		S3	03/12/2020	93
18	S	S6	12/01/2021	92
19		S2	04/11/2016	76
20	S	S7	04/01/2021	72
21		S3	26/11/2020	72
22		S8	11/01/2021	70
23	S	S7	02/12/2020	70
24		CAIXA	29/09/2020	70
25	S	S4	07/01/2021	64
26		S7	07/01/2021	62
27		CAIXA	02/10/2020	62
28	S	S5	19/11/2020	60
29	S	CAIXA	03/03/2020	57
30		S3	23/07/2020	51
31	S	S4	09/09/2020	39
32	S	S6	11/12/2020	34
33		S8	07/01/2021	32
34	S	S1	07/01/2021	31
35	S	S1	23/10/2020	30
36		S10	15/10/2020	30
37		S5	20/11/2020	28
38		S9	16/12/2020	24
39		CAIXA	02/11/2020	23
40		S7	05/01/2018	23
41		CAIXA	26/02/2020	19
42		S10	18/12/2020	18

CILINDRO	Defeito	Local	Última utilização	x usadas pos 2015
43		S3	09/10/2020	18
44		S1	03/09/2020	18
45		S9	20/10/2020	15
46		S2	12/07/2019	13
47		S9	08/01/2021	12
48		S3	03/12/2020	12
49	S	S1	02/11/2020	11
50		S3	03/09/2020	11
51	S	S9	26/11/2020	10
52		S4	24/03/2020	9
53		S4	12/12/2018	8
54		S10	06/04/2018	8
55	S	S10	12/07/2017	8
56		S3	27/03/2020	7
57		S2	27/10/2020	6
58		S5	01/10/2020	6
59		S7	28/08/2020	6
60		S5	01/09/2017	6
61	S	CAIXA	07/01/2021	5
62		S2	25/09/2020	5
63		S1	08/10/2019	5
64		S1	05/07/2019	5
65		CAIXA	28/03/2019	5
66		CAIXA	04/01/2021	4
67		S8	09/09/2020	4
68		S7	13/03/2018	4
69		S6	08/03/2018	4
70		CAIXA	27/10/2020	3
71		S8	16/03/2020	3
72		S4	26/06/2019	3
73		S6	23/09/2016	3
74	S	CAIXA	28/06/2018	2
75		S8	03/04/2017	1
76		S10	05/01/2016	1
77		S6	08/05/2015	0
78		S10	11/07/2014	0
79		S6	26/06/2014	0
80		S9	06/12/2013	0
81		S5	30/05/2013	0
82	S	S8	23/11/2010	0
83		S10	08/10/2010	0

CILINDRO	Defeito	Local	Última utilização	x usadas pos 2015
84		CAIXA		-
85		S5		-
86		CAIXA		-
87		S6		-
88		CAIXA		-
89		S8		-
90		S7		-
91	S	S5		-
92		CAIXA		-
ACRESCENTADOS				
93		S9	23/07/2020	34
94		S1	14/02/2020	5
95		CAIXA	10/12/2019	4
96		S4	11/03/2019	2
97		S2	12/12/2011	0
98		S5		-
99		CAIXA		-
100		CAIXA		-
101		S2		-

102 Cilindros de gravar contabilizados
82 Lugares nos suportes
19 caixas

Figura 42 - Registo e localização dos cilindros.

Os pontos fulcrais para organização desta zona encontram-se apresentados na Tabela 28

Tabela 28 – Resumo da zona dos cilindros de gravar.

Número de utilizações superiores a 500x	1	2	3	4	5
localização atual	S10	S9	S10	S10	S7

Número de utilizações entre 100 e 500x	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Localização atual	CAIXA	S4	CAIXA	S7	S2	S4	S3	S2	S5

Cilindros com 0 utilizações pós 2015	77	78	79	80	81	82	83	97
Localização atual	S6	S10	S6	S9	S5	S8	S10	S2
Última utilização	08/05/15	11/07/14	26/06/14	06/12/13	30/05/13	23/11/10	08/10/10	12/12/11

Cilindros inutilizados	84	85	86	87	88	89	90	91	92	98	99	100	101
Localização atual	CAIXA	S5	CAIXA	S6	CAIXA	S8	S7	S5	CAIXA	S5	CAIXA	CAIXA	S2

Pela análise da tabela, constata-se cilindros com alguma utilização estão em caixas e por outro lado, cilindros sem qualquer utilização após 2015, estão nos suportes, assim como cilindros que nunca foram utilizados.

Sendo que foram contabilizados 102 cilindros de gravar, existem 82 lugares nos suportes e 17 caixas, a proposta de melhoria para organizar esta zona consistiu em colocar nos suportes os cilindros com mais utilização, pois nesta localização, o seu acesso e transporte fica simplificado, sobretudo pela utilização do garibalde. Os cilindros inutilizáveis poderiam ser colocados em caixas devidamente identificadas e acomodadas.

Depois da organização sugerida, o passo seguinte seria identificar os cilindros com defeito, colar um autocolante vermelho bem visível aos operadores seria a sugestão para esta proposta de melhoria que já foi implementada e o resultado é apresentado na Figura 43:



Figura 43 - Cilindros com defeito identificados Fonte: Autor.

Para finalizar, relativamente às caixas sem identificação, a proposta de melhoria encontrada passaria pela criação de uma etiqueta A5 ou A4, protegida com uma folha de plástico impermeável facilmente manuseável, com o objetivo de ser colada (mas de forma removível) nos suportes e caixas. Desta forma, tudo seria identificado e com a possibilidade de se ajustar alguns cilindros de posição com facilidade, bastando substituir a etiqueta dentro da folha ou então realocar a própria folha. A figura seguinte ilustra um exemplo pronto a ser aplicado numa caixa:

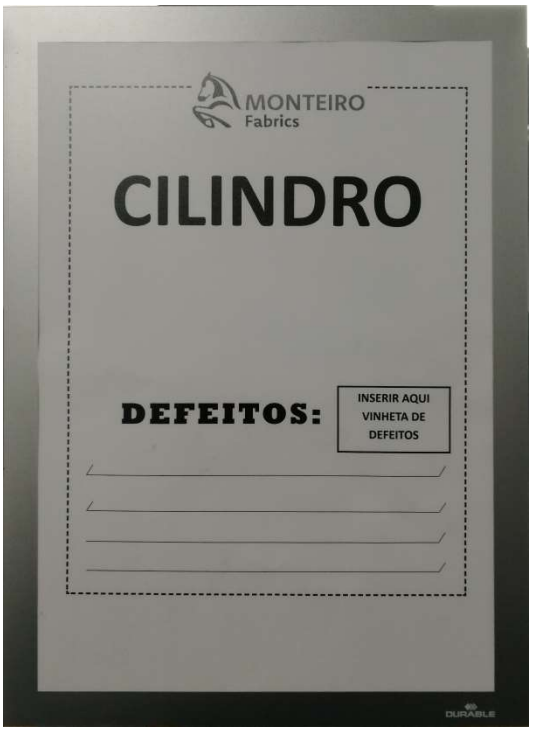


Figura 44 – Etiqueta +capa protetora com íman. Fonte: Autor.

Todas as propostas de melhoria relacionadas com os cilindros de gravar foram aceites pelos responsáveis. Aproveitando as obras já previstas para o local, as alterações sugeridas serão orçamentadas e discutidas com o responsável, implementando tudo o que foi relativo aos cilindros de gravar.

II. Peças sem local de armazenamento

Para o desenvolvimento desta oportunidade de melhoria foi utilizada a ferramenta **5S**.

Foi observado que, em diversos sectores da fábrica, se encontram componentes acessórios, que por não terem local definido, acabam por se acumular, com o efeito a agravar-se com o passar do tempo. Um exemplo são os cabecilhos dos cilindros de gravar que se têm acumulado no chão junto aos suportes dos cilindros. Essa situação é ilustrada pela Figura 45:



Figura 45 – Cabecilhos dos cilindros de gravar espalhados. Fonte: Autor.

A proposta de melhoria passava por criar um local para o seu depósito, com outros acessórios que as máquinas necessitam a terem um local apropriado. Esta proposta foi bem recebida, tendo sido já implementada, Figura 46.



Figura 46 – Cabecilhos guardados junto dos cilindros. Fonte: Autor

III. Folha de produtividade dos acabamentos

A ferramenta requisitada para trabalhar esta oportunidade de melhoria foi a **5S.**

Como foi relatado nas secções anteriores, o tempo que as estampagens, por exemplo, perdem nas tarefas de limpeza é significativo e com elevada representatividade na quantidade dos tempos mortos. Verificando as fichas de produtividade atuais, não existe uma categoria de "Limpeza" e por isto os chefes de máquina, ao preencherem as fichas, retratam este tempo na categoria "outros". A sua

discriminação permite perceber o impacto real das tarefas de limpeza nos tempos mortos da E3 e aí podermos perceber se agir na sua redução será ou não prioritário.

A proposta de melhoria resumiu-se na criação de uma categoria para esta tarefa, a Figura 47 ilustra a folha de acabamentos pré implementação e a Figura 48 a pós implementação.

Esta proposta foi já implementada.

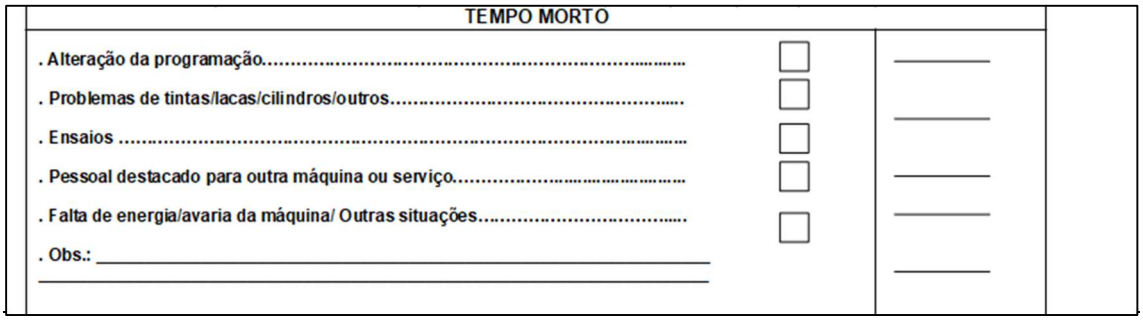


Figura 47 – Folha de acabamentos pré implementação.

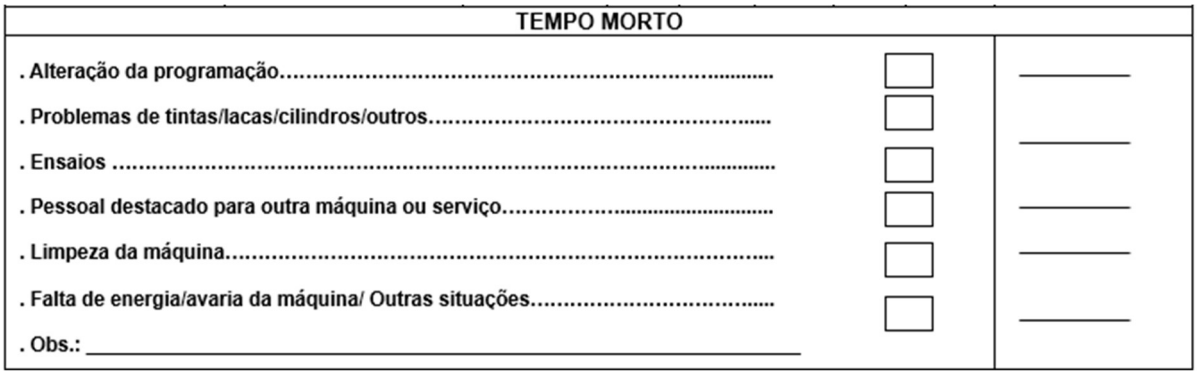


Figura 48 – Folha de acabamentos pós implementação.

IV. Demasiado esforço na troca e transporte de papel e rolos

As ferramentas utlizadas para encarar esta oportunidade de melhoria e contribuíram para uma proposta de resolução foram **Kaizen** e **5S.**

Foi notória durante a dissertação que a máquina de recobrimento R2, na sua zona final, provoca um desgaste superior ao normal devido ao facto da mesma não ter um bom acesso e também por constantemente necessitar de levar para os estrados tanto rolos de artigo, como rolos de papel. Isto implica um constante vai e vem de carrinhos de transporte ao longo de bastantes metros.

A proposta de melhoria prende-se na instalação de um novo garibalde no fim da R2, que permitiria acomodar mecanicamente a maior parte dos rolos saídos da máquina.

Esta proposta apesar do seu fundamento, não irá ser implementada, sobretudo pelos custos associados não justificarem o seu investimento.

Apêndice I –Produção habitual da E3 com ponta padronizada

Neste apêndice, foi feito um estudo para o dia em que se acompanhou o turno inteiro da E3, ilustrado na Figura 49:

Dia de descrição de atividades									
Tempo com E3 ligada (min)			450						
tempo de produção (min)			341						
tempo total pontas			37						
Data	Metros de artigo	Metros totais das pontas	Rolos	média pontas por rolo (m)	/2	Tempo gasto a passar ponta (min)	TP (min)	Produtividade	
19/11/2020	3380	370	10	37	18,5	37,0	341,0	76%	
Com ponta padronizada para 13 m									
Metros totais das pontas	tempo gasto	% redução de tempo nas pontas	Metros de artigo que poderiam ser lacados à	metros apos padronização	TP (min)	Aumento TP (min)	% TP	Produtividade	% aumento P
260	26	30%	110	3490	349	8	2%	78%	2%

Figura 49 – Estudo do dia de 10/11/2020 com a padronização das pontas

Apêndice J - Dados para a proposta de melhoria dos estrados

Neste apêndice encontram-se os dados recolhidos durante a monitorização e acompanhamento do ajudante da E3 na tarefa de entrega/recolha de rolos - Figura 50-
.

	Dia	24/nov	25/nov	26/nov	27/nov
	Rolos tratados	11	9	12	5
	Tempo total despendido na entrega e recolha (min)	00:56:30	00:52:42	00:45:10	00:18:34
dados recolhidos	Tempo máximo despendido na recolha de um único rolo (min)	02:27	05:58	04:13	03:47
	Tempo minimo despendido na recolha de um único rolo (min)	01:28	01:12	01:08	2:21
	Tempo máximo despendido na entrega de um único rolo (min)	03:49	04:28	07:48	2:02
	Tempo minimo despendido na entrega de um único rolo (min)	01:13	01:02	01:02	1:23
	Tempo médio de recolha (min)	01:41:48	02:56:37	01:51:07	02:53:15
	Tempo médio de entrega (min)	02:17:12	02:19:52	03:02:06	01:45:15
	Tempo a analisar/modficar posição dos rolos nos estrados (min)	16:40:00	10:30:00	-	-
	Tempo médio que a máquina fica sem ajudante por rolo (min)	00:05:08	00:05:51	00:03:46	00:03:43
	300 min de produção efetiva(só artigo) a uma velocidade de 10 m/min (m)	3000	3000	3000	3000
	metros sem supervisão do ajudante	565	525	450	185
	% tempo/ metros em que não há supervisão do ajudante na máquina	19%	17%	15%	6%

Figura 50 – Dados do acompanhamento do ajudante da E3

Apêndice K - Produtividade E3 em 2019

Neste apêndice, encontram-se os dados relativos à produtividade da E3, sendo que o seu objetivo mensal foi definido em 50 %. A Figura 51, foi elaborada através de dados fornecidos pela empresa e ilustra a produtividade da E3, em 2019, por mês.

2019		
Mês	Equipa	Objetivo
Janeiro	46%	50%
Fevereiro	42%	50%
Março	41%	50%
Abril	47%	50%
Maio	49%	50%
Junho	57%	50%
Julho	50%	50%
Agosto	63%	50%
Setembro	48%	50%
Outubro	43%	50%
Novembro	38%	50%
Dezembro	51%	50%
Média	48%	

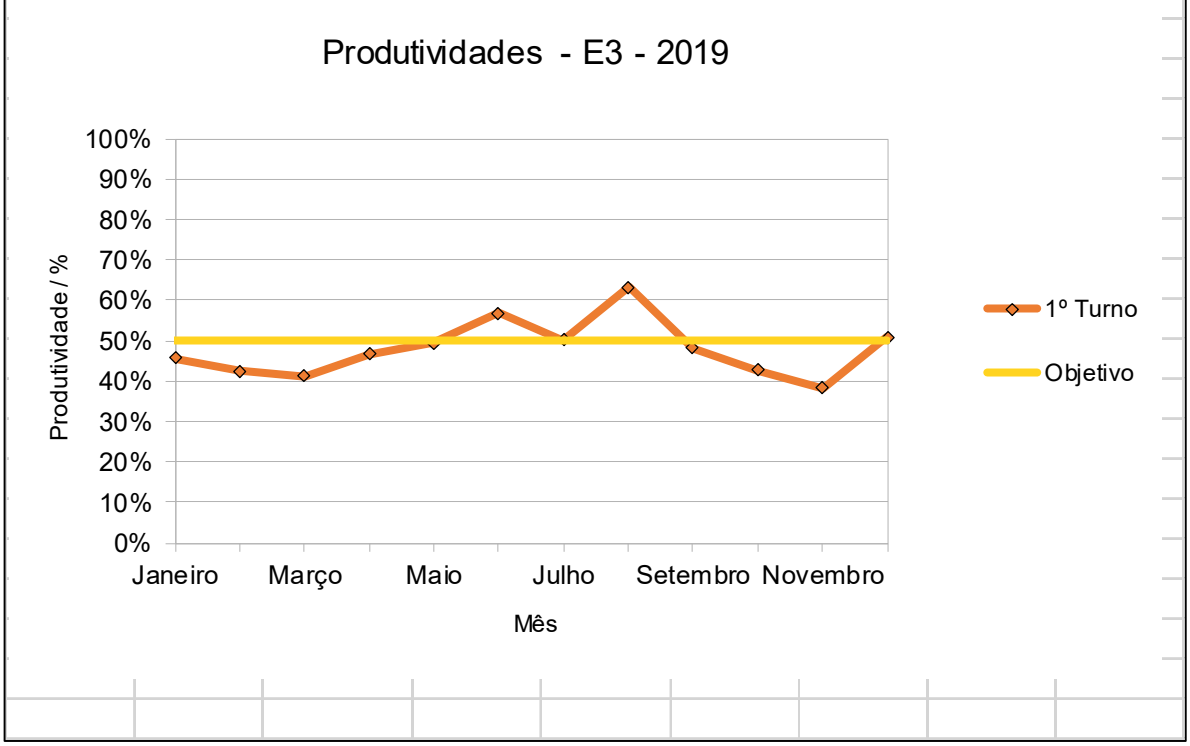


Figura 51 - Produtividade da E3 em 2019

Apêndice L – Modelo da E3

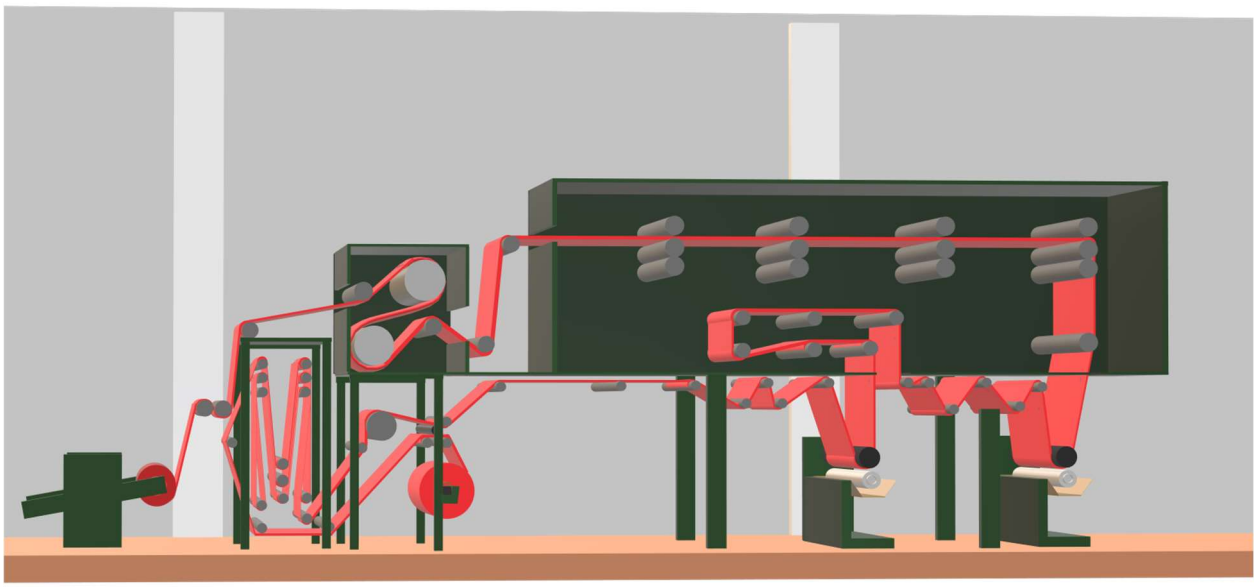


Figura 52 – Modelo E3, vista lateral. Fonte: Autor.

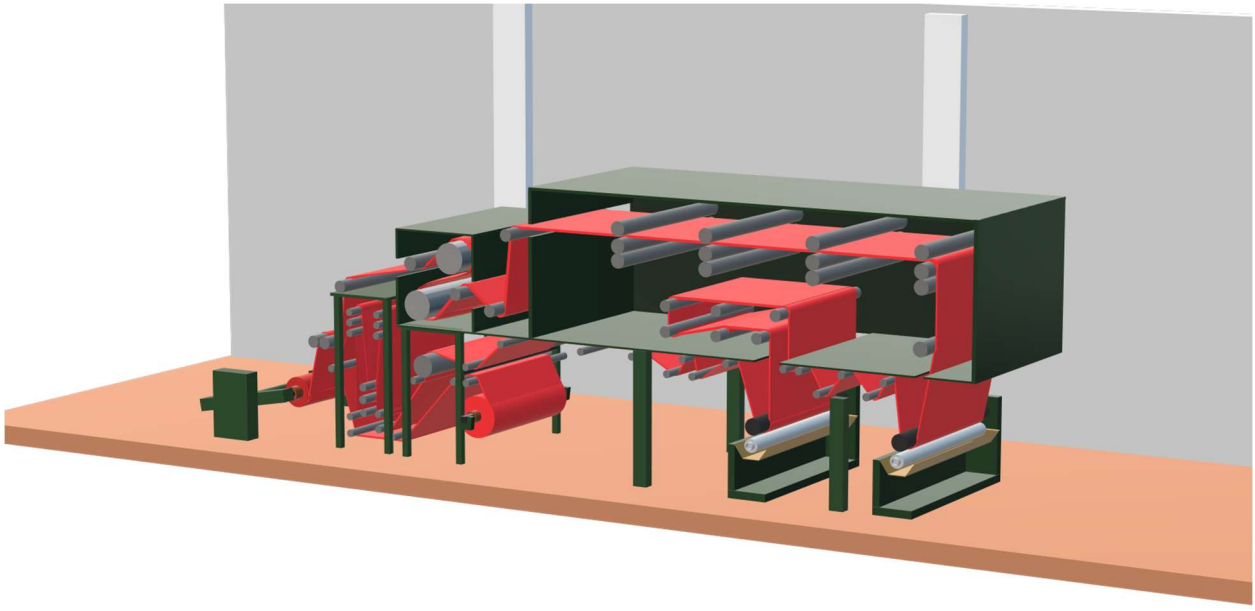


Figura 53 - Modelo E3, vista diagonal direita. Fonte: Autor

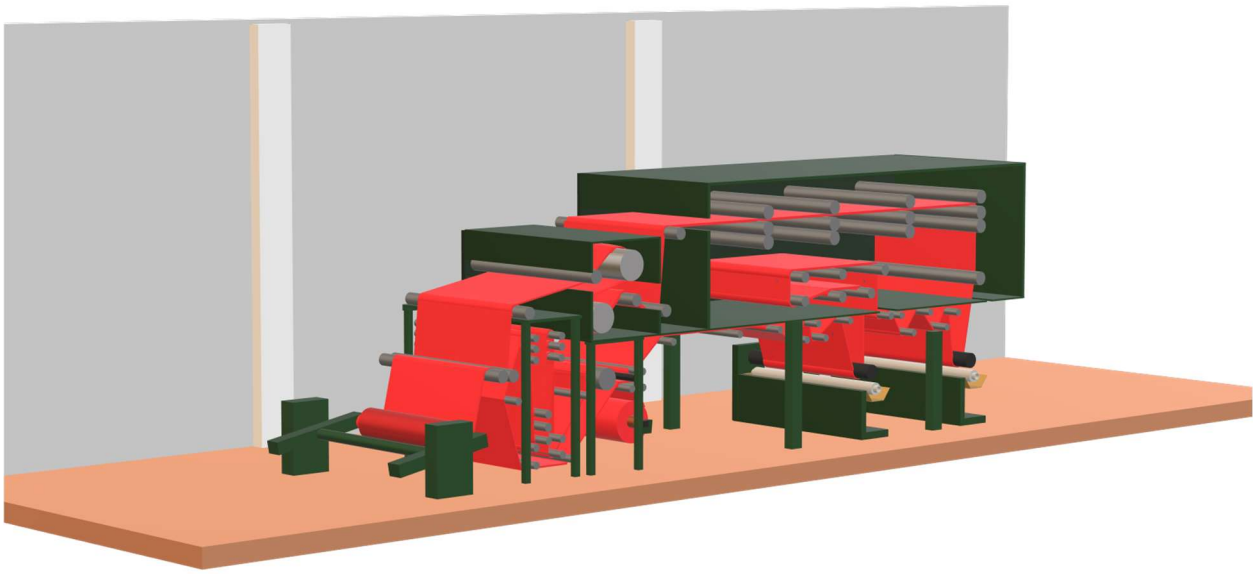


Figura 54 – Modelo E3, vista diagonal esquerda. Fonte: Autor.