



IMPACTO DAS FERRAMENTAS LEAN PARA A MELHORIA DO PROCESSO PRODUTIVO DE UMA EMPRESA GRÁFICA

JOSÉ EDUARDO DOS SANTOS COSTA

outubro de 2024

IMPACTO DAS FERRAMENTAS LEAN PARA A MELHORIA DO PROCESSO PRODUTIVO DE UMA EMPRESA GRÁFICA

José Eduardo dos Santos Costa

2024

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

isen

P.PORTO

IMPACTO DAS FERRAMENTAS LEAN PARA A MELHORIA DO PROCESSO PRODUTIVO DE UMA EMPRESA GRÁFICA

José Eduardo dos Santos Costa

Estudante n.º 1210260

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação do Professor Doutor José Carlos Vieira de Sá

2024

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

isen

P.PORTO

AGRADECIMENTOS

A conclusão deste projeto representa um marco significativo no meu percurso académico, e a sua concretização não teria sido possível sem a colaboração, apoio e incentivo de várias pessoas. Por isso, expresso aqui a minha mais profunda gratidão a todos aqueles que, de diferentes formas, contribuíram para que este trabalho se tornasse realidade. A cada um que esteve ao meu lado nesta jornada deixo o meu sincero agradecimento.

Em primeiro lugar, agradeço à Lidergraf, a empresa onde realizei o meu estágio, pela confiança depositada e por todos os conhecimentos transmitidos.

Um agradecimento especial aos meus orientadores. Ao meu orientador, Professor José Carlos Sá, pela confiança, incentivo e apoio ao longo deste projeto. À minha orientadora na Lidergraf, Engenheira Carla Rocha, pela disponibilidade, prontidão em ajudar e pelo valioso conhecimento que tornou possível a execução deste trabalho.

Não poderia deixar de agradecer a todo o Departamento Técnico da Lidergraf, pela colaboração e assistência sempre que necessária, bem como a todos os colaboradores da fábrica, especialmente aos colaboradores das máquinas M600 e Lithoman, que partilharam algum do seu tempo e conhecimento, contribuindo para o sucesso deste projeto.

Agradeço ainda ao Instituto Superior de Engenharia do Porto e a todos os docentes que, ao longo da minha formação, desempenharam um papel fundamental no meu percurso académico.

A todos os meus colegas e amigos, que, direta e indiretamente, estiveram ao meu lado e contribuíram para a realização deste trabalho.

A toda a minha família por toda a preocupação e interesse sobre o progresso da minha dissertação, em especial à minha mãe, que me apoiou incondicionalmente.

A todos, o meu mais sincero agradecimento!

página propositadamente em branco

RESUMO

As empresas enfrentam o desafio contínuo de reduzir custos e aumentar a competitividade, sem comprometer a qualidade ou sobrecarregar os trabalhadores. A otimização dos processos produtivos surge, assim, como uma solução eficaz para alcançar esses objetivos. No contexto da indústria gráfica, onde o desperdício de papel é uma preocupação crítica, a adoção de práticas *Lean* emerge como uma abordagem promissora para minimizar desperdícios, melhorar a eficiência operacional e promover a sustentabilidade.

Esta dissertação procura responder à questão: “Como a aplicação das ferramentas *Lean* podem reduzir o desperdício de papel no processo de impressão rotativa de forma eficiente, produtiva e sustentável?”. O objetivo principal é analisar o impacto da aplicação das ferramentas *Lean* na indústria gráfica, focando-se na redução do desperdício de papel, uma matéria-prima essencial para a atividade económica deste setor.

A investigação foi conduzida utilizando a metodologia de investigação Investigação-Ação, que permitiu uma abordagem prática e colaborativa para a resolução do problema. A pesquisa iniciou-se com a aplicação da ferramenta *Value Stream Mapping* (VSM), que permitiu mapear o fluxo de valor desde a receção da matéria-prima até à impressão final, identificando, em conjunto com os colaboradores, as entradas, saídas e os processos envolvidos.

Para atingir os objetivos propostos, foi utilizada a ferramenta *Single Minute Exchange of Die* (SMED), em conjunto com a padronização das tarefas de *setup*. O SMED facilitou a redução do tempo de preparação das máquinas, através da identificação e separação das tarefas internas e externas. Os resultados mostraram que é possível obter a redução de 15,8% e 7,4% no tempo de preparação das máquinas M600 e Lithoman, respetivamente, resultando numa poupança anual de 175 455,71€. Esta redução faz com que aumente a disponibilidade das máquinas de impressão rotativa em cerca de 1,1% e 1,9%, permitindo que estas fiquem mais tempo disponíveis para novos trabalhos.

Além disso, a padronização das tarefas de *setup* realizadas nas máquinas paralelamente à melhoria das competências dos colaboradores (técnicas e de liderança), possibilita uma redução de 14% no desperdício de papel na máquina M600 e 23% na máquina Lithoman, resultando numa diminuição global de 12,6% do desperdício da empresa. Estas reduções equivalem a uma poupança adicional de 157 214,40€, uma vez que são consumidos menos 165 489 kg de papel e, por isso, evitadas 14 toneladas de emissões de dióxido de carbono para a atmosfera.

Os resultados evidenciam que a aplicação de ferramentas *Lean* na indústria gráfica não só melhora a eficiência operacional e reduz custos, como também promove práticas mais sustentáveis, aumentando a competitividade e responsabilidade ambiental da organização.

PALAVRAS-CHAVE

Filosofia *Lean*; Indústria gráfica; Impressão Rotativa; Setup; SMED; Normalização do trabalho.

página propositadamente em branco

ABSTRACT

Companies face the ongoing challenge of reducing costs and increasing competitiveness without compromising quality or overburdening workers. Process optimization thus emerges as an effective solution to achieve these goals. In the graphic arts industry, where paper waste is a critical concern, adopting Lean practices proves to be a promising approach to minimize waste, improve operational efficiency, and promote sustainability.

This dissertation seeks to answer the question: “How can the application of Lean tools reduce paper waste in the rotary printing process in an efficient, productive, and sustainable manner?”. The primary objective is to analyze the impact of applying Lean tools in the graphic arts industry, focusing on reducing paper waste, a crucial raw material for the economic activity of this sector.

The research was conducted using the Action Research methodology, which allowed for a practical and collaborative approach to solving the problem. The study began with the application of Value Stream Mapping (VSM), which enabled mapping the value stream from raw material reception to final printing, identifying, in collaboration with employees, the inputs, outputs, and processes involved.

To achieve the proposed objectives, the Single Minute Exchange of Die (SMED) tool was used alongside standardizing setup tasks. SMED facilitated the reduction of machine setup times by identifying and separating internal and external tasks. The results showed a reduction of 15.8% and 7.4% in setup times for the M600 and Lithoman machines, respectively, resulting in an annual saving of 175 455,71€. This reduction increased the availability of rotary printing machines by approximately 1.1% and 1.9%, allowing them to be available for new jobs for more time.

Furthermore, standardizing setup tasks performed on the machines, along with improving employees' skills (technical and leadership), led to a reduction of 14% in paper waste for the M600 machine and 23% for the Lithoman machine, resulting in a global reduction of 12.6% in the company's waste. These reductions translate into an additional saving of 157 214,40€, as 165 489 kg less paper is consumed, avoiding 14 tons of carbon dioxide emissions into the atmosphere.

The results demonstrate that the application of Lean tools in the graphic arts industry not only improves operational efficiency and reduces costs but also promotes more sustainable practices, enhancing the organization's competitiveness and environmental responsibility.

KEYWORDS

Lean philosophy; Graphic industry; Heatset printing; Setup; SMED; Standard work.

página propositadamente em branco

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE TABELAS	IX
LISTAS DE SIGLAS E SÍMBOLOS.....	XI
1. INTRODUÇÃO	13
1.1. Enquadramento e pertinência	13
1.2. Questão e objetivos de investigação	14
1.3. Opções metodológicas	14
1.4. Apresentação da empresa	15
1.5. Estrutura do trabalho.....	16
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1. Filosofia <i>Lean</i>	17
2.1.1. Contextualização.....	17
2.1.2. Benefícios da filosofia <i>Lean</i>	19
2.1.3. Desafios na implementação da filosofia <i>Lean</i>	21
2.2. Ferramentas <i>Lean</i>	21
2.2.1. 5S.....	21
2.2.2. <i>Value Stream Mapping</i> (VSM)	24
2.2.3. <i>Single Minute Exchange of Die</i> (SMED)	26
2.2.4. <i>A3 problem-solving</i>	28
2.2.5. <i>Standard Work</i>	29
2.2.6. Diagrama de Ishikawa (diagrama de causa-efeito)	30
2.3. Sustentabilidade.....	31
2.4. <i>Lean Sustainability</i>	33
2.5. Reflexão crítica da Literatura	35
3. DESCRIÇÃO E ANÁLISE DA SITUAÇÃO ATUAL DA EMPRESA	37
3.1. A empresa gráfica.....	37
3.1.1. A Lidergraf – Artes Gráficas, SA	37
3.1.2. História da empresa	38
3.1.3. Portefólio e processo produtivo da Lidergraf	38
3.1.4. Compromisso ambiental.....	40
3.1.5. Certificações.....	41
3.2. Processo de impressão rotativa	43
3.2.1. A impressão rotativa.....	43
3.2.2. Etapas do processo produtivo	43
3.3. Descrição da situação atual da empresa.....	49
3.3.1. Desperdício de papel	50
3.3.2. Tempos.....	54

3.3.3. OEE.....	55
3.3.4. Manta branca.....	56
3.3.5. Eventos de máquina	58
3.3.6. Manutenção preventiva	62
3.4. Identificação de problemas.....	64
4. PROPOSTAS/AÇÕES DE MELHORIA.....	73
4.1. Melhoria e normalização do processo de arranque (<i>setup</i>) da máquina.....	73
4.2. Liderança das equipas	77
4.3. Matriz de competências.....	81
5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	89
5.1. Resultados da normalização do Modo Operatório	89
5.2. Resultados conjuntos da normalização do MO das equipas, liderança e competências dos trabalhadores.....	93
5.3. Discussão dos resultados	96
6. CONCLUSÃO	99
6.1. Conclusões finais	99
6.2. Limitações e investigação futura	101
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	103
APÊNDICE A – Diagrama de ISHIKAWA da máquina M600.....	113
APÊNDICE B – Diagrama de ISHIKAWA relativo aos riscos nas chapas.....	114
APÊNDICE C – Diagrama de ISHIKAWA da máquina Lithoman	115
APÊNDICE D – Tarefas da máquina M600.....	116
APÊNDICE E – Tarefas da máquina Lithoman	117
APÊNDICE F – Modo operatório completo da máquina M600.....	118
APÊNDICE G – Gráfico de Gantt do modo operatório completo da máquina M600	119
APÊNDICE H – Modo operatório simples da máquina M600	120
APÊNDICE I – Gráfico de Gantt do modo operatório simples da máquina M600	121
APÊNDICE J – Modo operatório completo da máquina Lithoman	122
APÊNDICE K – Gráfico de Gantt do modo operatório completo da máquina Lithoman	123
APÊNDICE L – Modo operatório simples da máquina Lithoman	124
APÊNDICE M – Gráfico de Gantt do modo operatório simples da máquina Lithoman	125
APÊNDICE N – Matriz de competências completa dos trabalhadores da máquina M600.....	126
APÊNDICE O – Matriz de competências completa dos trabalhadores da máquina Lithoman	128

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Edifício Lidergraf em Vila do Conde	15
Figura 2 – Logótipo da Lidergraf	16
Figura 3 – Os 3M's: Muri, Mura e Muda (Lean Institute Brasil, sem data).....	18
Figura 4 – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ONU Portugal, sem data).....	33
Figura 5 – Edifícios Lidergraf em Vila do Conde.....	37
Figura 6 – Processo de pré-impressão (Lidergraf, 2014)	39
Figura 7 – Logótipo ECOLABEL (EU Ecolabel, 2022).....	41
Figura 8 – Logótipo FSC® (FSC, n.d.).....	42
Figura 9 – Logótipo PEFC (PEFC Portugal, n.d.-b)	43
Figura 10 – Desenrolador	44
Figura 11 – Quatro unidades de impressão	44
Figura 12 – Estufa.....	45
Figura 13 – Superestrutura	45
Figura 14 – Dobradeira.....	46
Figura 15 – Linha de corte.....	46
Figura 16 – Funcionamento da estufa das máquinas de impressão rotativa (Aylesford Newsprint et al., 2001)	47
Figura 17 – Possibilidades de percursos de um trabalho na máquina M600	48
Figura 18 – Possibilidades de percursos de um trabalho na máquina Lithoman	49
Figura 19 – Fases das máquinas de impressão rotativa	49
Figura 20 – Desperdício geral da Lidergraf	50
Figura 21 – Desperdício por fases de produção na máquina M600	51
Figura 22 – Desperdício por fases de produção na máquina Lithoman	52
Figura 23 – Diagrama de Pareto de ocorrências na máquina M600	59
Figura 24 – Diagrama de Pareto do tempo de paragens na máquina M600.....	60
Figura 25 – Diagrama de Pareto de ocorrências na máquina Lithoman	61
Figura 26 – Diagrama de Pareto do tempo de paragens na máquina Lithoman.....	62
Figura 27 – Tarefas de manutenção preventiva não realizadas na máquina M600.....	63
Figura 28 – Tarefas de manutenção preventiva não realizadas na máquina Lithoman.....	64
Figura 29 – Diagrama de Ishikawa relativo ao elevado desperdício de papel na máquina M600 ...	64
Figura 30 – Número de comentários a relatar riscos nas chapas (M600)	66
Figura 31 – Número de chapas com riscos da máquina M600.....	66
Figura 32 – Produção de novas chapas por erros do operador (M600).....	66
Figura 33 – Número de comentários a relatar riscos nas chapas da máquina Lithoman	67
Figura 34 – Riscos das chapas nos meses de janeiro e fevereiro na Lithoman (2021-2024)	67
Figura 35 – Número de entradas de máquina em janeiro e fevereiro na Lithoman (2021-2024) ...	68
Figura 36 – Número de chapas com riscos da máquina Lithoman	68
Figura 37 – Produção de novas chapas por erros do operador (Lithoman)	68
Figura 38 – Consumo de chapas de impressão das máquinas de impressão rotativa	69
Figura 39 – Diagrama de Ishikawa relativo aos riscos nas chapas	69
Figura 40 – Diagrama de Ishikawa relativo ao elevado desperdício de papel na máquina Lithoman	70

Figura 41 – Tarefas do modo operatório completo da máquina M600 antes e depois do SMED ...	74
Figura 42 – Gráfico de Gantt do modo operatório simples da máquina M600	75
Figura 43 – Tarefas do modo operatório completo da máquina Lithoman antes e depois do SMED	77
Figura 44 – Ações para a melhoria da liderança das equipas.....	78
Figura 45 – Esquema de rotação de turnos atual	79
Figura 46 – Esquema de rotação de turnos com rotação adicional do LEN	79
Figura 47 – Gráfico de radar para os elementos das equipas da máquina M600	83
Figura 48 – Gráfico de radar para os LEN das equipas da máquina M600	84
Figura 49 – Gráfico de radar para os operadores auxiliares das equipas da máquina M600	85
Figura 50 – Gráfico de radar para os elementos das equipas da máquina Lithoman	86
Figura 51 – Gráfico de radar para os LEN das equipas da máquina Lithoman	87
Figura 52 – Gráfico de radar para os segundos operadores das equipas da máquina Lithoman	87
Figura 53 – Gráfico de radar para os operadores auxiliares das equipas da máquina Lithoman	88
Figura 54 – Estados da máquina M600	91
Figura 55 – Estados da máquina Lithoman	92
Figura 56 – Poupança de planos da máquina M600	94
Figura 57 – Poupança de planos da máquina Lithoman	95
Figura 58 – ODS abrangidos pelo estudo desenvolvido	98

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Desperdício da máquina M600 por escalão de produção	51
Tabela 2 – Desperdício por equipas da M600	52
Tabela 3 – Número de planos desperdiçados por equipa da M600	52
Tabela 4 – Desperdício da máquina Lithoman por escalão de produção.....	53
Tabela 5 – Desperdício por equipas da Lithoman.....	53
Tabela 6 – Número de planos desperdiçados por equipa da Lithoman	53
Tabela 7 – Tempos de preparação e tiragem por equipa na máquina M600	54
Tabela 8 – Tempos de preparação e tiragem por equipa na máquina Lithoman	54
Tabela 9 – OEE por escalão de produção da máquina M600	55
Tabela 10 – OEE por escalão de produção da máquina Lithoman	55
Tabela 11 – OEE por equipas da máquina M600	56
Tabela 12 – OEE por equipas da máquina Lithoman	56
Tabela 13 – Quantidade média de manta branca retirada por cada máquina	56
Tabela 14 – Problemas nas bobines.....	57
Tabela 15 – Tempo de permanência das bobines na empresa	57
Tabela 16 – Ocorrência de eventos na máquina M600	58
Tabela 17 – Duração dos eventos na máquina M600.....	59
Tabela 18 – Ocorrência de eventos na máquina Lithoman	60
Tabela 19 – Duração dos eventos na máquina Lithoman.....	61
Tabela 20 – Manutenção preventiva da máquina M600.....	62
Tabela 21 – Manutenção preventiva da máquina Lithoman	63
Tabela 22 – Modos operatórios da máquina M600 antes e após a realização do SMED	74
Tabela 23 – Modos operatórios da máquina Lithoman antes e após a realização do SMED	77
Tabela 24 – Responsabilidades de cada tipo de operador de cada máquina	82
Tabela 25 – Poupanças para a máquina M600.....	89
Tabela 26 – Poupanças para a máquina Lithoman	90
Tabela 27 – Poupanças monetárias esperadas com a realização do SMED	90
Tabela 28 – Disponibilidade da máquina M600 antes e depois do SMED	92
Tabela 29 – Disponibilidade da máquina Lithoman antes e depois do SMED.....	92
Tabela 30 – Planos desperdiçados nas máquinas de impressão rotativa	93
Tabela 31 – Redução dos planos desperdiçados nas máquinas de impressão rotativa	94
Tabela 32 – Poupanças obtidas com a redução dos desperdícios.....	95
Tabela 33 – Emissões de dióxido de carbono para a produção de papel.....	96

página propositadamente em branco

LISTAS DE SIGLAS E SÍMBOLOS

Lista de Siglas

APIGRAF	Associação Portuguesa das Indústrias Gráficas e Transformadoras de Papel
CTP	<i>Computer to Plate</i>
FIFO	<i>First in first out</i>
FO	Folha de Obra
FSC®	<i>Forest Stewardship Council®</i>
IoT	<i>Internet of Things</i>
ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
kg	Quilogramas
KPIs	Indicadores-Chave de desempenho (<i>Key Performance Indicators</i>)
LEN	Líder de equipa natural
LT	<i>Lead Time</i>
MO	Modo operativo
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
OEE	Eficácia geral dos equipamentos (<i>Overall Equipment Effectiveness</i>)
P.Porto	Instituto Politécnico do Porto
PEFC	Programa para o Reconhecimento da Certificação Florestal (<i>Programme for the Endorsement of Forest Certification</i>)
PMEs	Pequenas e médias empresas
SBT	<i>Science Based Targets</i>
SE	Superestrutura
SEVSM	<i>Safety Efficiency Value Stream Mapping</i>
SMED	<i>Single Minute Exchange of Die</i>
SSM	<i>Safety Stream Mapping</i>
SW	<i>Standard Work</i>
TBL	<i>Triple Bottom Line</i>
TPS	<i>Toyota Production System</i>
UE	União Europeia
UI	Unidades de impressão
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>
WIP	Trabalho em curso (<i>Work-In-Progress</i>)

página propositadamente em branco

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo, apresenta-se uma pequena exposição do contexto do projeto, enquadramento e pertinência do tema. Posteriormente, é delineada a questão de investigação, o objetivo global do projeto e ainda os objetivos específicos que se ambicionam atingir com o decorrer do projeto. Em último lugar, é apresentada a opção metodológica selecionada para o alcance dos objetivos do trabalho.

1.1. Enquadramento e pertinência

Atualmente, as organizações fazem uma busca incessante de ferramentas e métodos principalmente para reduzir os seus custos e aumentar a sua competitividade. Efetivamente, com o intuito de minimizar despesas, as empresas optam por utilizar materiais com menor qualidade e aumentar a carga de trabalho dos seus funcionários, esquecendo-se assim de explorar alternativas de otimizar a eficiência operacional das organizações. Contudo, há um crescente reconhecimento de que a melhoria dos processos produtivos de uma empresa é uma abordagem eficaz para a redução dos custos (Antosz & Stadnicka, 2017).

Assim, com o objetivo de fortalecer a competitividade de uma organização torna-se crucial implementar medidas para reduzir ou eliminar desperdícios. Uma temática com a qual a indústria gráfica não pode ficar indiferente é a questão de esta gerar diversos tipos de resíduos. Pode-se destacar que os procedimentos típicos de produção destes começam desde a manipulação das matérias-primas até as etapas de impressão, limpeza e acabamento (Australian Industry Group, sem data). Neste cenário, é relevante salientar as matérias-primas papel e cartão como os principais materiais descartados, essencialmente nas fases de corte, impressão e pós-impressão (Hayta & Oktav, 2019).

Ao ser responsável pela disseminação de diversos tipos de conteúdos, a indústria gráfica assume um papel primordial para todos nós. Esta contribui significativamente para uma comunicação eficaz e para a salvaguarda de informação para as gerações futuras, este setor desempenha uma função essencial na preservação e partilha do conhecimento, visto que é mais do que imprimir documentos (Gato Brás, 2011).

As preocupações ambientais tornaram-se mais salientes e desafiadoras para este setor, com a crescente preocupação ambiental das últimas décadas, emergindo assim uma nova problemática. A promoção da responsabilidade ambiental pelas empresas, embora positiva, implica custos mais altos devido à implementação de práticas sustentáveis. Este esforço extra resulta em investimentos adicionais, financeiros e técnicos, mas paradoxalmente pode reduzir a competitividade em termos de custos em comparação com empresas que não adotam tais práticas, especialmente em setores como este, onde a eficiência de custos é crucial (AM&A, 2014).

O problema central abordado neste projeto será o excesso de desperdício de papel durante o processo de impressão de uma máquina rotativa *heatset* na indústria gráfica. O desafio consiste em encontrar estratégias eficazes para reduzir essa quantidade de desperdício, visando melhorar a eficiência operacional e promover práticas mais sustentáveis no contexto da produção gráfica.

Este trabalho é desenvolvido no âmbito de um estágio curricular na empresa Lidergraf – Artes Gráficas, SA., em Vila do Conde. Esta empresa destaca-se como uma das principais empresas gráficas em Portugal, especializada em serviços de impressão *offset*, digital e ainda soluções e produtos gráficos (*Lidergraf - Sustainable Printing*, sem data).

De acordo com o anuário de 2022 da Associação Portuguesa das Indústrias Gráficas e Transformadoras de Papel (APIGRAF), a Lidergraf ocupa a terceira posição do ranking das 100 maiores empresas gráficas portuguesas (APIGRAF, 2022).

A aplicação das ferramentas *Lean* visam não só melhorar a eficiência na utilização do papel, mas também proporcionar benefícios significativos tanto ao nível ambiental como económico, contribuindo para a competitividade da empresa. Ao reduzir a quantidade de papel desperdiçado, esta abordagem não só responde às crescentes exigências por práticas sustentáveis, mas também otimiza os processos operacionais, reduzindo custos e fortalecendo a posição da empresa no mercado. Esta sinergia entre a melhoria ambiental e o desempenho económico destaca a importância estratégica da implementação das práticas *Lean* na indústria gráfica, posicionando as organizações para enfrentar os desafios presentes de forma sustentável e competitiva.

1.2. Questão e objetivos de investigação

Considerando assim o problema de investigação abordado anteriormente, este trabalho pretende responder à questão: como a aplicação das ferramentas *Lean* podem reduzir o desperdício de papel no processo de impressão rotativa de forma eficiente, produtiva e sustentável?

Assim o objetivo principal é avaliar e implementar medidas para a redução de desperdícios, em específico o desperdício de papel no processo de preparação da matéria-prima, preparação da máquina, momentos de tiragem (paragem e ajuste das máquinas) e ainda sobreprodução, tendo assim os seguintes objetivos específicos:

- Interpretar e conhecer a situação atual das máquinas de impressão rotativa;
- Identificar os desperdícios relativos à preparação das bobines de papel;
- Identificar os desperdícios relativos à preparação da máquina (desperdício por *setup* da máquina);
- Identificar os desperdícios relativos a paragens inesperadas da máquina (por necessidade de manutenção e/ou ajustes da encomenda);
- Identificar os desperdícios devido a sobreprodução;
- Investigar práticas para a melhoria da situação atual;
- Desenvolver e implementar estratégias específicas de minimização dos desperdícios identificados;
- Avaliar o impacto das mudanças implementadas.

1.3. Opções metodológicas

Com base no problema exposto anteriormente e com o intuito de atingir os objetivos propostos, aborda-se as opções metodológicas. De facto, para a obtenção de conhecimento científico é necessário definir o processo de investigação (Coutinho, 2011).

Coutinho (2011), apresenta quatro estratégias de investigação mais representativas: a investigação experimental (abordando as modalidades de plano pré-experimental, plano experimental puro, o plano quase experimental e o plano de sujeito único), a investigação não experimental ou descritiva (abordando as modalidades de estudo *Ex post facto* ou causal comparativo, estudo correlacional, inquérito e estudo psicométrico), a investigação qualitativa (abordando as modalidades de estudo de caso, estudo etnográficos, teoria fundamentada e fenomenologia) e ainda a investigação multi-metodológica ou mista (abordando as modalidades de investigação-ação, estudos de avaliação e investigação analítica).

O presente trabalho recorre à utilização da metodologia de investigação Investigação-Ação. Esta pode ser então exposta como um conjunto de metodologias de investigação pois inclui, simultaneamente, a ação e a investigação. Usando um processo cíclico, em que se alterna a execução de ações com a reflexão crítica, esta metodologia procura aperfeiçoar continuamente os métodos, a recolha de dados e as interpretações com base na experiência obtida em ciclos anteriores (Santos et al., 2013).

Com a utilização desta estrutura de investigação existe a combinação da recolha de dados quantitativos e qualitativos de investigação (Coutinho, 2011; Creswell, 2012). Nesse sentido, a recolha de informação centra-se não só na análise de dados, factos observáveis e a mensuração de variáveis comportamentais e socio afetivas ao longo do processo investigativo (quantitativa) como também em explorar ideias, descobrir significados nas ações individuais e interações sociais, vistos sob a perspetiva dos participantes envolvidos no processo (qualitativa) (Coutinho, 2011).

A escolha desta metodologia reside na procura em abordar e resolver problemas locais e práticos (Creswell, 2012), pois existe a necessidade de observação de ocorrência de fenómenos e a tomada de decisões (Coutinho, 2011). Isto permite assim uma participação direta na resolução do problema de desperdício de matéria-prima durante o processo de impressão.

1.4. Apresentação da empresa

A Lidergraf – Artes Gráficas, SA é uma empresa sediada em Árvore – Vila do Conde. Com 30 anos de existência, a empresa ocupa a posição de referência no setor das artes gráficas em Portugal fornecendo aos seus clientes diversos serviços de impressão.



Figura 1 – Edifício Lidergraf em Vila do Conde

Fortalecendo a sua posição no mercado, a Lidergraf apresenta-se não só no mercado nacional como também em Espanha, com a constituição de duas delegações.



Figura 2 – Logótipo da Lidergraf

1.5. Estrutura do trabalho

A presente dissertação é constituída por seis capítulos distintos. Para além da introdução, esta dissertação contém os capítulos de revisão bibliográfica, de descrição e análise da situação atual da empresa, de propostas/ações de melhoria, de análise e discussão dos resultados e da conclusão.

O capítulo atual, o capítulo 1, apresenta o enquadramento e a pertinência do tema em estudo, assim como a questão de investigação e os objetivos a serem alcançados com a realização deste trabalho. Além disso, detalha-se a metodologia adotada para a realização deste trabalho assim como uma breve apresentação da empresa onde foi desenvolvida esta dissertação.

Já o capítulo 2, é dedicado à revisão de literatura, apresentando os conceitos base para o desenvolvimento da dissertação e fornecendo uma base teórica. Este capítulo inicia-se com a filosofia *Lean* e segue com a abordagem de algumas das suas ferramentas. Segue-se com uma discussão sobre a sustentabilidade, focando se no *Lean Sustainability*, terminando com uma reflexão crítica relativa à literatura estudada.

No capítulo 3, realiza-se uma análise e descrição da situação atual da empresa. Este capítulo é subdividido em quatro subcapítulos principais. Primeiramente, apresenta-se a empresa, destacando a sua história, portfólio de produção, processo de produção Lidergraf, compromissos ambientais e ainda as suas certificações. Em seguida, descreve-se detalhadamente o processo produtivo relacionado ao tema da dissertação. Nos últimos subcapítulos, analisa-se a situação atual da empresa quanto ao seu desperdício, eficácia geral dos equipamentos (OEE), tempos de produção e desperdício por manta branca, identificando-se de seguida alguns dos problemas existentes.

O capítulo 4 é dedicado às propostas de melhoria da situação atual da empresa, começando pela normalização do processo de arranque da máquina, seguindo-se para a liderança das equipas e finalizando com a matriz de competências dos trabalhadores.

No capítulo 5, discutem-se e apresentam-se os resultados das propostas de melhoria para alguns dos problemas identificados na organização.

No último capítulo, capítulo 6, são apresentadas as conclusões do trabalho, fazendo uma retrospectiva dos capítulos anteriores assim como dificuldades encontradas ao longo da realização do trabalho. Este capítulo é encerrado com algumas propostas de investigação futura.

Estes capítulos são complementados com o resumo (e *abstract*), índices e listas, bem como as referências bibliográficas e apêndices.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo são abordados os temas: filosofia *Lean*, desafios e ferramentas, além de abordar a sustentabilidade *Lean*. Assim, é apresentada a revisão de literatura dos temas supracitados inicialmente.

2.1. Filosofia *Lean*

No século XXI, assiste-se a uma transformação do consumo de produtos, procurando cada vez mais a personalização e diferenciação. Isto altera a produção dos mesmos, o que desafia e aumenta a dificuldade de abordagens tradicionais de produção em massa devido à implementação de sistemas de planeamento mais complexos. Estes desafios impulsionam a necessidade de encontrar ferramentas e estratégias inovadoras para garantir competitividade, porque embora algumas empresas prosperem economicamente, outras são prejudicadas pela falta de compreensão das mudanças nas preferências dos consumidores e dos custos associados (Bhamu & Sangwan, 2014).

De modo a superar todos os desafios impostos, muitas organizações adotam a abordagem *Lean* que procura assim melhorar a agilidade das empresas na resposta aos clientes, reduzindo desperdícios e fornecendo produtos e serviços com o menor custo possível (Bhamu & Sangwan, 2014).

2.1.1. Contextualização

O *Lean* é uma filosofia baseada nas práticas do *Toyota Production System* (TPS) (Womack et al., 1990). A base do *Lean* teve a sua origem na década de 1950, sendo formalmente introduzido por Womack et al. (1990) no livro “A Máquina que mudou o Mundo” (Liker & Morgan, 2006). Esta filosofia concentra-se na melhoria do processo, envolvendo a identificação e remoção de desperdícios e, ao mesmo tempo, a procura para a criação de valor (Liker & Morgan, 2006; Womack & Jones, 1997).

O TPS, criado pelos executivos da Toyota - Eiji Toyoda e Taiichi Ohno - pela dificuldade de produzir em massa, foi desenvolvido com o propósito de eliminar *Muri* (sobrecarga), *Mura* (desequilíbrio) e *Muda* (desperdícios), os três obstáculos do *Lean* (ilustrados na Figura 3), isto é, os 3M's (Mor et al., 2019):

- **Muri**, que se refere a evitar a sobrecarga das pessoas, instalações e equipamentos para prevenir más condições de trabalho;
- **Mura**, aborda a necessidade de reduzir desigualdades, variações e inconsistências em qualidade e volume.
- **Muda**, apontando para a eliminação de desperdícios e inutilidades de forma a garantir que todas as atividades agreguem valor para o cliente, evitando perdas de tempo e recursos desnecessários;



Figura 3 – Os 3M's: Muri, Mura e Muda (Lean Institute Brasil, sem data)

Assim, tal como abordado anteriormente, de acordo com os autores Womack et al. (1991), a filosofia *Lean* está assente em cinco princípios para que seja possível eliminar desperdícios (Simonsen et al., 2023):

- 1) Especificar o valor na visão do cliente: o valor é definido pelo cliente, sendo fundamental para manter a sua relevância no mercado;
- 2) Identificar o fluxo de valor: identificar as ações necessárias para entregar o produto/serviço ao cliente, isto é, as atividades com valor acrescentado, as atividades não agregadoras de valor a ser eliminadas e ainda as atividades não geradoras de valor, mas inevitáveis;
- 3) Criar o fluxo na cadeia de valor: estabelecer um fluxo contínuo desde o ponto de origem até ao ponto de consumo, garantindo a sincronização da produção com a procura feita pelo cliente;
- 4) Estabelecer o sistema de produção *pull*: orientar a produção para atender apenas à procura do cliente, garantindo que o produto é fabricado apenas quando necessário, evitando assim a criação de *stocks*;
- 5) Procurar a perfeição: procura da perfeição, através da melhoria contínua.

Desta forma torna-se relevante definir o conceito de desperdício. Este refere-se a quaisquer atividades humanas que consomem recursos sem gerar um aumento de valor ao produto final (Mor et al., 2019; Wahab et al., 2013).

Os benefícios resultantes da implementação da filosofia *Lean* estão ligados à diminuição de sete tipos de desperdícios, propostos por Taiichi Ohno, que são (Kelendar, 2020; Melton, 2005; Wahab et al., 2013; Womack & Jones, 1997):

- **Sobreprodução:** considera-se este desperdício quando ocorre produção excessiva, antecipada ou por precaução, levando a custos adicionais de armazenamento e manipulação. É a produção sem procura por parte do cliente e a produção de produtos sem um cliente específico que resultam em ineficiências;
- **Defeitos:** produtos defeituosos resultam na necessidade de correções, retrabalho e substituição, acarretando perdas de tempo e recursos. As falhas internas (retrabalho, atrasos) e externas (garantias, reparos) representam custos diretos imediatos e a longo prazo;

- **Espera:** refere-se ao tempo que não é utilizado eficazmente, afetando tanto os produtos como os trabalhadores. A espera é caracterizada por períodos de inatividade em que os funcionários e as máquina/equipamentos aguardam o próximo processo. Isto pode ocorrer devido à falta de materiais, atrasos, interrupções ou gargalos na produção, resultando num fluxo reduzido e em prazos de entrega mais longos;
- **Transporte:** este refere-se ao movimento dos produtos e pessoas dentro das instalações, isto porque o transporte ineficiente ou prolongado representa desperdício no sentido em que durante esse processo não se acrescenta valor ao produto final;
- **Stocks:** os *stocks*, sejam de matéria-prima, de produtos intermediários ou produtos finais, resultam em problemas operacionais como a obsolescência, danos, custos de transporte e armazenamento. Este desperdício esconde diversos problemas, como por exemplo, desequilíbrios na produção, atrasos de fornecedores e longos tempos de *setup*;
- **Movimentações:** referem-se a deslocações desnecessárias durante o decurso do trabalho, relacionadas com a ergonomia da produção. Ações como esticar-se, dobrar-se ou deslocar-se sem necessidade podem causar fadiga, redução de produtividade e problemas de qualidade. A disposição inadequada do local de trabalho contribui para movimentos ineficientes. Exemplos incluem deslocações desnecessárias por parte dos trabalhadores, como procurar ou alcançar objetos, resultando em etapas do processo sem qualquer valor acrescentado para o produto final;
- **Excesso de processamento:** refere-se a etapas no processamento do produto que não acrescentam qualquer tipo de valor ao produto final, podendo dessa forma ser descartadas.

Atualmente, ao conjunto dos sete tipos de desperdícios identificados originalmente por Ohno, foi acrescentado o desperdício associado à subutilização das pessoas. Este refere-se ao não aproveitamento as capacidades máximas de cada indivíduo numa organização (Wahab et al., 2013).

2.1.2. Benefícios da filosofia *Lean*

A filosofia *Lean* apresenta um conjunto de ferramentas que podem ser incorporadas para a melhoria contínua das operações nas empresas (Antosz & Stadnicka, 2017). Efetivamente, a aplicação desta filosofia apresenta inúmeras vantagens nas diferentes indústrias. Os autores Simonsen et al. (2023) afirmam que a filosofia *Lean* tem demonstrado eficácia na indústria transformadora desde os anos 80, resultando em melhorias notáveis em eficiência, redução de custos e minimização de erros.

Os autores Singh et al. (2018) identificam, com base na sua revisão de literatura, os principais benefícios da adoção dos princípios da filosofia *Lean*, destacando:

- Diminuição do tempo de trabalho em curso (WIP) e *lead time* (LT);
- Redução de desperdícios;
- Melhoria contínua;
- Redução dos custos operacionais;
- Entregas pontuais;
- Otimização do espaço;
- Aumento da produtividade;
- Controlo do inventário;

- Melhorias no atendimento ao cliente;
- Melhorias da qualidade;
- Melhoria da comunicação;
- Redução do tempo de ciclo.

No que diz respeito à indústria transformadora Indiana, os autores Singh et al. (2018), identificam que os principais benefícios da utilização de princípios *Lean* são o aumento da produtividade, a melhoria da qualidade, redução do LT e tempo de ciclo, redução dos desperdícios e ainda a redução do tempo de WIP.

Relativamente ao caso de estudo realizado numa empresa de desmontagem de automóveis na Suécia, estes divulgaram que a utilização de técnicas *Lean* contribuíram para a melhoria da produtividade, eliminando vários tipos de desperdícios específicos deste setor (Hasibul et al., 2018). No entanto, os autores referem que os desafios particulares do setor, como é o caso da incerteza relativamente à procura, dificulta a implementação de forma positiva de estratégias *Lean* no planeamento e controlo de produção, isto é, para a redução de *stocks* e sobreprodução.

No contexto da Indústria 4.0, a integração de tecnologias disruptivas, como a *Internet of Things* (IoT), com a filosofia *Lean*, revelou-se eficaz. O caso de estudo de uma empresa de manufatura evidenciou que a implementação cuidadosa dessas tecnologias, alinhadas com objetivos *Lean* específicos resulta numa automação eficiente e sustentável (Vlachos et al., 2023).

No que diz respeito a empresas do setor público, apesar da filosofia *Lean* ter sido criada no seio do setor privado, esta também pode ser aplicada no setor público. A aplicação bem-sucedida da filosofia *Lean* em setores públicos, demonstrada por pesquisas bibliométricas e revisões sistemáticas, sublinha a relevância da abordagem *Lean* mesmo em ambientes onde as operações são regulamentadas (Simonsen et al., 2023).

Antosz & Stadnicka (2017) referem que pequenas e médias empresas (PMEs) polacas mostram predisposição em utilizar esta filosofia com o objetivo principal em eliminar resíduos, tendo em vista a melhoria das suas operações e a obtenção de vantagem competitiva. Bamford et al. (2015), no estudo que explora a implementação do *Lean* em organizações do setor alimentício e de saúde no Reino Unido, reforçam que a adoção deste proporciona um benefício estratégico, bem como uma base para uma estratégia de mudança operacional.

Para identificar os princípios da filosofia *Lean* mais adequados à indústria têxtil, um estudo de Hodge et al. (2011) conclui que a adaptação destes princípios (através da construção de um modelo para implementação eficaz de ferramentas e princípios *Lean* neste contexto) permite atender às necessidades específicas da produção têxtil.

Desta forma, a filosofia *Lean* oferece benefícios bastante significativos nas diversas indústrias, em contrapartida, é de salientar a importância de reconhecer os desafios específicos em determinados setores, como evidenciado nos casos expostos, o que exige assim uma abordagem adaptativa. Além disso, o sucesso da aplicação nos diferentes setores destaca a versatilidade da filosofia *Lean* em contextos distintos. Enquanto os benefícios da filosofia *Lean* são notáveis em diversas indústrias, é crucial reconhecer os desafios específicos enfrentados durante a sua implementação.

2.1.3. Desafios na implementação da filosofia *Lean*

Apesar dos benefícios, podem existir barreiras à implementação da filosofia *Lean*. Salonitis & Tsinopoulos (2016), classificam estas em quatro grupos: as financeiras, as relacionadas à gestão de topo da organização, as relacionadas à força de trabalho e ainda outras barreiras.

Corroborando o que foi abordado anteriormente, Pereira et al. (2017) conclui que os principais obstáculos na implementação desta filosofia em empresas são: a dificuldade na utilização da ferramenta, a resistência operacional, as diferenças culturais, a resposta lenta do mercado, a falta de envolvimento tanto da gestão de topo e ainda a falta de recursos para o investimento desta metodologia.

Os autores AlManei et al. (2017), destacam que a falta de recursos, problemas ligados à gestão e resistência a mudanças podem ser obstáculos à implementação desta metodologia em PMEs. Da mesma forma, na indústria de produção de mobiliário, os autores Abu et al. (2019) identificaram que os obstáculos à implementação se concentram no grupo relacionado à força de trabalho: a escassez de recursos humanos, ausência de conhecimento e ainda resistência de mudança. Nesta mesma indústria, os autores afirmam que a falta de conhecimento é o motivo que leva as empresas a não adotarem esta metodologia.

Diante dos desafios identificados por AlManei et al. (2017), Pereira et al. (2017), Abu et al. (2019) e Salonitis & Tsinopoulos (2016), durante a implementação da filosofia *Lean* é essencial compreender que estes desafios apresentados não acontecem de forma isolada, uma vez que estão frequentemente conectados. As dificuldades destacadas por Pereira et al. (2017), como é o caso da resistência operacional e a falta de envolvimento da gestão, podem ser exacerbadas, por exemplo, pela falta de recursos financeiros mencionado por Salonitis & Tsinopoulos (2016).

Esta relação entre as diferentes barreiras apresentadas pelos diversos autores destacam a necessidade de ter uma abordagem holística para que a superação das mesmas seja possível, envolvendo a organização como um todo e garantindo que as soluções propostas abordem não só sintomas isolados como também raízes interligadas dos obstáculos.

2.2. Ferramentas *Lean*

A filosofia *Lean* abrange um conjunto de ferramentas e práticas que, quando utilizadas e implementadas corretamente, contribuem para a melhoria da produtividade nas indústrias e a mitigação de diversos tipos de resíduos (Hasibul et al., 2018; Omogbai & Salonitis, 2017).

Apesar da ampla variedade de ferramentas *Lean* disponíveis, neste subcapítulo são discutidas apenas algumas delas.

2.2.1. 5S

O 5S é uma ferramenta utilizada para a melhoria de processos e serve como base para a implementação da metodologia *Lean*. A designação “5S” provém de cinco termos japoneses: *seiri*, *seiton*, *seiso*, *seiketsu* e *shitsuke*, que representam as fases de organização do trabalho. Estas etapas envolvem a seleção/classificação, organização, limpeza, normalização e disciplina, respetivamente (Deshpande et al., 2012).

Pode-se assim caracterizar o 5S (Singh et al., 2018):

- Seleção: envolve a verificação da posse dos elementos necessários, e apenas os essenciais, para a realização da tarefa no local de trabalho;
- Organização: relaciona-se com o planeamento da disposição ideal do local de trabalho, de forma a garantir que os materiais, ferramentas e equipamentos se encontrem posicionados de maneira adequada, eficiente e segura. A gestão visual, através de sinalizações, etiquetas, desenho de sombras, entre outros, torna esta etapa facilitada;
- Limpeza: está relacionada com a manutenção dos objetos em condições limpas e organizadas, garantindo que estão sempre preparadas para uso;
- Normalização: refere-se à instituição e documentação dos padrões colaborativos entre todas as equipas, de forma a manter o local de trabalho alinhado com as melhores práticas, independentemente da equipa em vigor;
- Disciplina: refere-se aos esforços contínuos para manter os 4S's anteriores em prática, envolvendo a verificação regular do local de trabalho.

Enfatizando, o 5S é usado para organizar o local de trabalho e impulsionar a produção de forma eficiente, com foco especial na criação de valor para os clientes (Singh et al., 2018).

Os autores Omogbai & Salonitis (2017), ao utilizar a simulação de dinâmica de sistemas num caso de estudo de uma empresa do setor industrial, demonstraram que o uso desta metodologia não só impulsiona melhorias reais, mas também evidencia a replicabilidade do modelo em diferentes contextos. A análise conduzida revelou uma relação direta entre o 5S e o desempenho do sistema, apoiando a ideia de que as práticas *Lean* impactam positivamente o processo produtivo.

Tendo em conta o contexto universitário, a implementação desta ferramenta de forma bem-sucedida é demonstrada em laboratórios de engenharia. Esta ferramenta, apresentou uma mudança significativa na mentalidade e no comportamento das equipas envolvidas nos laboratórios. O estudo de Jiménez et al. (2015) destaca benefícios tangíveis, como é o caso da redução de falhas, acidentes e inventários, reduções notáveis no tempo de preparação e movimentação (em 30%) e um aumento de aproximadamente 25% do espaço de trabalho disponível. Além destes ganhos mensuráveis, o 5S fortaleceu a cultura de trabalho em equipa, promovendo um ambiente mais seguro e eficiente para professores, funcionários e alunos. Esta abordagem otimizou, em simultâneo, os recursos disponíveis nos laboratórios, contribuindo para uma promoção de um ambiente mais seguro e eficiente de todos os envolvidos.

Seguindo o mesmo mote, Sahoo & Yadav, (2018) afirmam que esta ferramenta é a mais utilizada em PMEs indianas. Sharma et al. (2019) demonstrou que nestas PMEs a ferramenta fomenta a redução de custos, melhoria da eficiência das máquinas, colocação organizada de ferramentas e limpeza do chão de fábrica.

Kanamori et al. (2015), com aplicação do método num centro de saúde no Senegal, obteve melhorias significativas no ambiente de trabalho, destacando a redução de itens desnecessários, organização eficiente do espaço e rotulagem aprimorada. Além das mudanças físicas, foi observado um impacto positivo na qualidade dos serviços de saúde prestados, refletido na eficiência operacional e na melhoria de atitude tanto da equipa como dos pacientes.

Da mesma forma, a aplicação do método 5S numa oficina de soldadura, por Rizkya et al. (2019), evidenciou melhorias significativas na qualidade, produtividade, segurança no trabalho e valores

éticos dos trabalhadores, resultando numa redução de 11,20% da área utilizada (30,98 m²) e uma diminuição de 18,75% do tempo de procura por materiais.

O facto desta ferramenta não exigir elevados custos para a sua implementação, leva a que muitas empresas recorram à sua utilização (Sahoo & Yadav, 2018). Estes resultados destacam a eficácia do 5S, reforçando a capacidade de promover avanços organizacionais e otimizar o ambiente de trabalho, mesmo em ambientes bastante distintos.

Para além dos resultados positivos que esta ferramenta demonstra em termos de produtividade, estudos mais recentes revelam que os benefícios podem também estender-se ao nível da segurança. De facto, o estudo de Sá et al. (2021), desenvolvido numa empresa de mobiliário, utilizou a ferramenta 5S em conjunto com a gestão visual, com o objetivo de reduzir o desperdício e melhorar o processo de produção. A implementação destas ferramentas permitiu não só ganhos em termos de produtividade – com uma redução de 40% das atividades sem valor acrescentado, movimentações desnecessárias e tempos de espera – como também melhorias ao nível da segurança. O estudo avaliou a perceção dos funcionários quanto à segurança, tendo 40% referido que a aplicação das ferramentas lhes proporcionou maior motivação para executar as suas tarefas de forma mais segura.

Os estudos de Cordeiro et al. (2020) numa empresa de manutenção hospitalar e Fernandes et al. (2019) numa unidade de fabrico automóvel corroboram esta relação entre o 5S e a segurança no trabalho.

Cordeiro et al. (2020), ao implementarem o 5S e outras ferramentas mostraram que estas práticas promovem melhorias significativas na segurança dos trabalhadores. Através de uma organização mais eficiente dos locais e ferramentas, de regras claramente definidas, e de procedimentos de trabalho e instruções de segurança bem estabelecidos, houve um aumento da eficácia na limpeza, o que resultou em áreas de trabalho mais organizadas e livres de objetos desnecessários, diminuindo o risco de acidentes. No estudo, 77,8% dos colaboradores confirmaram que a adoção das ferramentas *Lean* contribuiu para a melhoria da segurança, não só pela maior organização e clareza nas regras, mas também pela redução do risco de lesões. O estudo conclui ainda que o 5S impacta diretamente a organização e limpeza, o armazenamento de materiais, a movimentação de pessoas e objetos, a redução de lesões e a redução de distâncias percorridas pelos funcionários, o que corrobora a melhoria das condições de trabalho e, conseqüentemente, da segurança no local de trabalho.

Fernandes et al. (2019), demonstraram que a aplicação do 5S reduziu o risco total de acidentes em cerca de 64%. O autor sublinha que “além de ser uma ferramenta poderosa para organizar e otimizar o ambiente de trabalho, (...) também é essencial para garantir a segurança no trabalho” (Fernandes et al., 2019, p.8).

Os diversos estudos demonstram que a metodologia 5S tem um impacto significativo na produtividade e na segurança nos diversos setores em que é aplicada. Esta ferramenta mostra-se assim, como uma ferramenta poderosa para otimizar o ambiente de trabalho, promovendo simultaneamente um ambiente mais seguro e eficiente.

2.2.2. Value Stream Mapping (VSM)

A necessidade de identificar atividades de valor acrescentado e desperdício de materiais, a compreensão dos fluxos de informações e de pessoal dentro de um processo são os principais tópicos em que VSM se foca. Este visa identificar onde estão os obstáculos que comprometem a fluidez do processo, destacar ineficiências e ainda orientar quais áreas são passíveis de melhoria (Dal Forno et al., 2014; Seth & Gupta, 2005).

Os objetivos desta ferramenta incluem a observação dos fluxos de materiais, desde a matéria-prima até ao cliente final, examinando perdas durante o processo. Portanto, a criação de um mapa do estado atual, que identifica as atividades que agregam valor e remove aquelas que não tem valor acrescentado no fluxo de valor, e a elaboração de um mapa do estado futuro, mostram-se as duas etapas fundamentais (Dal Forno et al., 2014; Ismail et al., 2019).

Todavia, os autores Forno et al. (2014), destacaram onze categorias de problemas associados à implementação desta ferramenta. Entre estes problemas, incluem-se a falta de integração entre processos, a ausência de clareza dos procedimentos, a presença de pessoal pouco qualificado e a falta de estabilidade dos processos. Evidenciam-se, assim, desafios significativos que podem impactar negativamente a eficácia da aplicação do VSM em contextos industriais. Lian & Van Landeghem (2007), destacam ainda o facto desta ferramenta ser estática, no sentido em que não consegue descrever dinamicamente o comportamento dos processos de produção, nem lidar com a complexidade e incerteza.

Para melhorar a sua eficácia, os autores Forno et al. (2014) sugerem o desenvolvimento de tecnologias de medição, normalização dos processos de recolha de dados e integração com métodos estatísticos, destacando oportunidades para identificar desperdícios ambientais decorrentes de fluxos de processo inadequados.

Rahani & Al-Ashraf (2012), efetivaram um estudo sobre a aplicação do VSM para a melhoria de estratégias e práticas relacionadas à produção *Lean* em ambiente fabril, neste caso, numa fábrica de peças de automóveis. Centrado num produto específico, o VSM foi utilizado para mapear o estado atual e futuro do processo, identificando e eliminando desperdícios. Os resultados indicaram que o VSM contribuiu para a melhoria das iniciativas *Lean* ao identificar resíduos e mostrar a existência de benefícios económicos através da otimização do tempo.

Nallusamy & Adil Ahamed (2017), num estudo na indústria automóvel, enfatizam a utilidade da ferramenta VSM para identificar e reduzir desperdícios nos processos produtivos. Com a utilização da mesma, foi possível reduzir, em 40%, o tempo total de ciclo de produção na unidade de produção de diferenciais. A utilização combinada desta ferramenta com o 5S, contribuiu para uma redução significativa do tempo sem valor acrescentado, assim, foi exequível obter uma diminuição do tempo, em cerca de 13%, das atividades não essenciais, tornando o processo mais eficiente. A eficiência geral do ciclo do processo aumentou em aproximadamente 10% (passando de 71,2% para 81,2%), o que evidencia a eficácia destas práticas na melhoria da produtividade.

A aplicação desta ferramenta não está limitada ao setor automóvel, como evidenciado pelo estudo de Teichgräber & De Bucourt (2012) num ambiente hospitalar. O VSM foi utilizado para analisar o fluxo de materiais e informações na aquisição de *stents* endovasculares (dispositivo médico) em serviços de radiologia intervencionista, identificando 13 processos relacionados à aquisição desses dispositivos médicos. Destes, apenas 2 foram considerados como fluxos de valor acrescentado. A

implementação do VSM resultou em melhorias progressivas, eliminando atividades desnecessárias (das atividades sem valor acrescentado 5 delas foram consideradas desnecessárias) e passíveis de eliminação. Esses resultados destacam a eficácia do VSM como uma ferramenta de visualização e implementação de princípios *Lean* na cadeia de abastecimento hospitalar, promovendo eficiência operacional e significativa redução de desperdícios.

Semelhante ao anterior, Rohac & Januska (2015), destacam a aplicação desta ferramenta numa empresa produtora de plásticos para o setor da saúde. Focando-se nos indicadores logísticos, o estudo revelou problemas significativos nos processos, como prazo de entrega excessivamente alto e dependência substancial de capacidade de armazenamento externo. A análise resultou em cinco propostas de melhorias, visando otimizar custos, eficácia do processo e atender aos indicadores de desempenho. Os autores reconhecem assim o VSM como uma abordagem fundamentalmente analítica que visa reconhecer obstáculos e possibilidades de melhoria em todas as fases de um processo.

Já Masuti & Dabade (2019), usam esta ferramenta para mapear o fluxo de valor desde o pedido do cliente até a entrega do produto acabado, numa empresa de fabrico de escavadoras. O VSM foi crucial na identificação de ineficiências e problemas na linha de produção, pois foram identificados tempos de *setup* elevados e excesso de inventário, o que facilitou a visualização clara do estado atual do processo, proporcionando uma base sólida para a implementação de ferramentas *Lean*. Ao eliminar desperdícios, otimizar configurações e reduzir inventários, o VSM contribuiu significativamente para melhorias mensuráveis, evidenciadas pelos ganhos notáveis na eficiência operacional e na redução do tempo de produção (586,3 minutos no tempo de produção).

Através do uso do VSM numa pequena indústria produtora de sacos de plástico, Deshkar et al. (2018) identificaram desperdícios e gargalos no processo atual (tais como esperas, produção insuficiente, excesso de trabalho em processo, falta de produção *pull*). A simulação dos mapas atual e futuro indicaram um aumento da produção diária de 28 para 50 rolos. Além de um aumento significativo da eficiência do processo isto porque o tempo dedicado a atividades com valor acrescentado aumentou de 15% para aproximadamente 90%.

De facto, o VSM tem sido amplamente utilizado como uma ferramenta eficaz para melhorar processos produtivos, focando-se, principalmente, na eliminação de desperdícios e na criação de valor para o cliente. No entanto, a sua flexibilidade permite que este seja adaptado para outras áreas para além da produtividade, resultando em novas metodologias derivadas do VSM, tal como mostram novos estudos. Um exemplo notável é o *Safety Stream Mapping* (SSM), proposto por Gonçalves et al. (2019), que combina o VSM com o Diagrama de Identificação de Desperdícios, com o foco na melhoria da segurança no trabalho dentro das organizações.

O SSM visa identificar e avaliar os riscos associados a cada etapa do processo produtivo, recorrendo a um sistema de cores para representar o nível de risco. Esta representação visual permite que as áreas críticas sejam facilmente identificadas, destacando os setores onde o risco é mais elevado e as suas causas principais, que podem incluir falhas humanas, limitações de espaço ou problemas com o equipamento. Assim como o VSM facilita a identificação de desperdícios, o SSM oferece uma visualização clara dos riscos de segurança, funcionando como uma ferramenta adicional na gestão da segurança no ambiente de trabalho.

A aplicação desta ferramenta foi explorada pelos mesmos autores (Gonçalves et al., 2019) através de um caso de estudo numa empresa têxtil portuguesa, onde o processo produtivo foi

minuciosamente analisado. O SSM permitiu à organização identificar rapidamente as áreas com maiores riscos de segurança, bem como as causas subjacentes a esses riscos. O estudo concluiu que a maior parte dos riscos relacionavam-se a falhas humanas, seguidas por limitações de espaço e falhas no equipamento. Esta metodologia proporcionou, assim, uma visão macro dos riscos ocupacionais, permitindo uma gestão mais informada da segurança.

Ao integrar os princípios do VSM com a segurança, o SSM permite às empresas uma abordagem holística na gestão dos processos, promovendo não só a eficiência, mas também a segurança dos trabalhadores. Desta forma, o SSM demonstra ser uma ferramenta complementar valiosa para garantir ambientes de trabalho mais seguros e produtivos.

Além do SSM, outra metodologia em destaque é o *Safety Efficiency Value Stream Mapping* (SEVSM), proposta pelos autores Marques et al. (2021). Esta ferramenta foi desenvolvida especificamente para enfrentar os desafios de segurança no trabalho em setores de elevado risco, como é o caso da indústria metalúrgica, onde o manuseamento de peças pesadas e a complexidade dos processos produtivos aumentam o risco de acidentes de trabalho.

O SEVSM combina a avaliação da segurança com a eficiência dos processos, aplicando os princípios *Lean* para simultaneamente identificar e mitigar os riscos de segurança, enquanto melhora os fluxos produtivos. Esta metodologia, permite obter uma visão abrangente dos riscos em cada estação de trabalho, bem como analisar os indicadores de produtividade mais significativos. O SEVSM identifica, não só, os níveis de risco, como também sugere as ferramentas *Lean* mais adequadas para os mitigar, criando uma sinergia entre a melhoria contínua dos processos e a promoção de um ambiente de trabalho mais seguro.

O estudo prático, de Marques et al. (2021), da implementação do SEVSM numa organização metalúrgica demonstrou resultados significativos, como a redução de 38% no nível de risco associado às atividades de preparação do trabalho, a par de uma diminuição de 31,8% no tempo de montagem de compressores e uma redução de 49,3% no risco relacionado a esta tarefa. Estes resultados provam que a aplicação das ferramentas *Lean* no contexto de segurança no trabalho podem gerar benefícios tangíveis, tanto para a produtividade dos processos, como para a saúde e segurança dos trabalhadores.

O SEVSM complementa outras ferramentas, como o VSM e o SSM, ao permitir uma análise integrada da produtividade e segurança. Tendo como principal vantagem a sua capacidade de identificar rapidamente os níveis de risco em cada estação de trabalho, bem como o tipo de risco associado, permitindo, a aplicação das ferramentas *Lean* mais apropriadas para a sua resolução.

Este desenvolvimento de novas metodologias, como o SSM e o SEVSM, demonstra como o VSM tem inspirado à criação de novas versões desta ferramenta que oferecem mais valias para além eficiência operacional.

2.2.3. Single Minute Exchange of Die (SMED)

A metodologia SMED compreende o conjunto de técnicas utilizadas para a redução e melhoria dos tempos necessários para a preparação de máquinas, equipamentos e matérias-primas destinadas ao próximo processo. O objetivo é simplificar a tarefa de substituição de moldes ou equipamentos, de forma a permitir a implementação de uma linha de produção em menos de 10 minutos (R. B. Ribeiro et al., 2019).

Desta forma, esta metodologia divide as operações de configuração (*setup*) em duas categorias distintas sendo estas as operações internas e externas (Shingo, 1985). As operações primeiramente mencionadas caracterizam-se apenas por poderem ser efetuadas quando a máquina se encontra inativa. As operações externas, contrariamente às internas, podem ser efetuadas enquanto a máquina está em atividade (Shingo, 1985).

Neste sentido, implementação do SMED deve seguir três fases (Sugai et al., 2007):

- Distinguir setups internos e externos: esta fase corresponde à categorização das atividades em *setup* interno e *setup* externo;
- Converter os setups internos em externos: consiste na reavaliação das operações de forma a entender se alguma delas foi distinguida erroneamente e fazer esforços para analisar a possibilidade de transformar alguma atividade de preparação interna em externa;
- Simplificar todos os aspetos da operação de *setup*: consiste na otimização e aperfeiçoamento contínuo de cada passo do processo de *setup*, tanto os aspetos internos como externos.

A implementação bem-sucedida da ferramenta SMED tem sido um destaque em diversos setores industriais, visto que proporciona melhorias significativas nos processos produtivos. Na indústria automóvel, onde a flexibilidade e resposta rápida são fulcrais, a redução do tempo de *setup* é uma estratégia vital para aumentar a produtividade e manter a competitividade (Rosa et al., 2017). Por isso mesmo, os autores Rosa et al. (2017), com a implementação desta ferramenta e complementada com outras ferramentas *Lean*, obtiveram uma redução em cerca de 58% dos tempos de paragem para a concretização de *setups*, o que resultou numa eficiência significativa para a linha de montagem.

Relativamente a outras indústrias, como é o caso da cortiça, no estudo de Sousa et al. (2018), a introdução desta ferramenta resultou numa redução substancial (43%) do tempo total de *setup*, revelando assim a sua eficácia mesmo em contextos industriais distintos. Comprovando isso, um estudo de Maalouf & Zaduminska (2019), no setor industrial alimentício, onde existem características únicas como a validade dos produtos, matérias-primas heterogéneas e sazonalidade, a aplicação de ferramentas como o SMED e VSM foram capazes de reduzir desperdícios nos tempos de configuração das máquinas em 34%, proporcionando um aumento na capacidade de produção.

No estudo de Martins et al. (2018), a aplicação desta ferramenta foi feita numa máquina de feixe de eletrões de uma empresa do setor automóvel. Neste caso em específico, a conversão dos *setups* internos em *setups* externos não tiveram grande impacto, no entanto as alterações nos equipamentos resultaram numa redução de mais de 50% nos tempos de *setup*, eliminando completamente os resíduos.

A metodologia SMED também é salientada como um procedimento eficaz no estudo de Vieira et al. (2019). Neste estudo é mostrada a implementação da metodologia no processo de *cold profiling* em cinco máquinas diferentes da indústria metalúrgica. Os resultados mostraram um aumento médio de cerca de 11% do OEE, refletindo melhorias significativas na disponibilidade das máquinas.

Karam et al. (2018), implementaram esta ferramenta numa linha de produção farmacêutica na Roménia, que resultou numa redução significativa, de 30%, do tempo de troca de produtos em máquinas de embalagem, resultando num aumento na produção. Além deste benefício, os autores destacam a melhoria da satisfação do cliente e a melhor distribuição de recursos.

Numa empresa da agroindustrial brasileira, mais precisamente na operação de embalagem de feijão, também foi aplicado o SMED. Com esta aplicação, os autores Ribeiro et al. (2022), obtiveram uma redução dos tempos de *setup* em cerca de 58%, uma redução em cerca de 50% da distância percorrida pelos operadores além de ganhos de capacidade produtiva de 14% sem alterar o número de horas trabalhadas nem de funcionários.

Tudo isto, reforça a versatilidade da ferramenta e a sua eficácia na redução de tempos de *setup* em contextos industriais distintos. Assim, o SMED integra-se no conjunto de técnicas que contribuem para uma gestão eficaz de resíduos e para a otimização de processos (Leksic et al., 2020).

Para além dos benefícios mencionados anteriormente, a implementação desta ferramenta também tem impactos positivos na segurança e na sustentabilidade, tal como demonstram os estudos de seguida apresentados.

Além de melhorar a eficiência e reduzir os tempos de *setup*, o SMED tem demonstrado impactos significativos em termos de segurança no local trabalho, como evidenciado no estudo de Sá et al. (2024). A aplicação do SMED numa empresa de moldagem por injeção de plástico em Portugal permitiu não só reduzir os tempos de preparação das máquinas em até 46,10% e 44,19% em duas faixas de máquinas, como também melhorar significativamente a segurança no local de trabalho. Após a implementação de ferramentas *Lean* complementares, 100% dos funcionários sentiram um impacto positivo na sua perceção de segurança, devido à exclusão de muitos dos riscos associados às trocas frequentes de moldes.

No âmbito da sustentabilidade, o estudo de Sá et al. (2024) examinou o impacto desta ferramenta numa empresa de moldes para a indústria automóvel e aeroespacial. A redução de 43% no tempo de configuração numa serra de corte teve repercussões nos três pilares da sustentabilidade (económico, social e ambiental). Apesar do aumento no consumo de energia e lubrificantes, que gerou o aumento de custos de cerca de 2048,90€, a produtividade global dos trabalhadores foi significativamente melhorada, o que permitiu que os benefícios económicos compensassem os impactos ambientais negativos.

Assim, o SMED mostrou ser uma ferramenta crucial para equilibrar eficiência e sustentabilidade, com impactos que variam conforme os diferentes pilares da sustentabilidade. De facto, estes estudos demonstraram que o SMED pode contribuir não só para a eficiência, mas também para a segurança e sustentabilidade, com efeitos tanto negativos como positivos.

2.2.4. A3 problem-solving

De forma a resolver problemas, usualmente é utilizada a metodologia A3. Desenvolvido pela Toyota, o relatório de resolução de problemas A3 tem como objetivo mostrar as informações indispensáveis sobre o problema (Bassuk & Washington, 2013).

O A3 *problem-solving* foi introduzido para simplificar a elaboração de relatórios numa única página, mas sem se limitar a texto, pois inclui também imagens, diagramas e gráficos de forma a enriquecer e esclarecer o que é exposto (Lenort et al., 2017).

Este documento segue uma estrutura organizada em dez etapas sequenciais. Cada etapa aborda um aspeto específico do processo, começando pela definição do problema e antecedentes, passando por analisar o contexto atual, estabelecer metas mensuráveis e analisar causas-raiz.

Obtém-se assim a condição desejada e é possível listar as contramedidas para atingir os objetivos. A implementação e análise de custos são considerados, seguidos por um teste piloto e ainda o acompanhamento para garantir eficácia contínua (Bassuk & Washington, 2013).

Ilustrando a pertinência prática desta metodologia, os autores Pereira et al. (2019), mostram que a implementação do relatório A3 na indústria automível assumiu um papel chave para monitorizar indicadores-chave, identificar desperdícios e implementar melhorias. Os resultados indicaram um aumento significativo da produtividade e eficiência da linha de montagem. Além disso, as conclusões dos mesmos autores demonstram que esta metodologia não contribui apenas para atingir metas específicas, mas também oferece uma abordagem sistemática para resumir projetos de melhoria numa única folha A3.

No estudo de Al Owad et al. (2018), num hospital na Arábia Saudita, para identificar áreas críticas de desperdício que impactam significativamente o fluxo de pacientes, a folha de resolução de problemas A3 foi utilizada apresentando-se como uma ferramenta visual para identificar fontes de resíduos.

2.2.5. Standard Work

O *Standard Work (SW)*, desenvolvido por Taiichi Ohno em 1950, refere-se à padronização contínua e execução de tarefas em cada posto de trabalho. Esta abordagem garante que os processos sejam realizados de forma consistente, independentemente do trabalhador envolvido na situação ou processo específico, prevenindo assim defeitos durante o fabrico do produto. Com o objetivo de fazer corretamente à primeira, sem erros e evitando quaisquer outras consequências indesejadas, o SW pretende diminuir o desperdício e em simultâneo otimizar o desempenho dos trabalhadores (Bragança & Costa, 2015; Ismail et al., 2019; A. Pereira et al., 2016).

Esta metodologia é composta pelos seguintes elementos-chave, conforme destacado por Pereira et al. (2016):

- *Takt Time*: Representa o ritmo de produção alinhado com a frequência dos pedidos dos clientes, ou seja, o tempo máximo permitido para a produção de um produto em relação à procura dos clientes. É calculado pelo quociente entre o tempo disponível e a procura dos clientes;
- Sequência de trabalho normalizada: Consiste na padronização da ordem pela qual as tarefas são realizadas num determinado processo;
- WIP padrão: representa a quantidade mínima de stock a ser mantido, de forma a manter a produção contínua e sem tempos inativos.

Esta ferramenta destaca-se como sendo uma ferramenta de elevada importância para a melhoria contínua das organizações, tendo impacto na redução da variabilidade dos processos e na melhoria da qualidade dos produtos e processos (Míkva et al., 2016).

Além disto, destaca-se o sucesso da aplicação desta ferramenta em ambientes altamente automatizados, evidenciado no estudo de Lu & Yang (2015) que resultou numa redução considerável da mão-de-obra e um aumento significativo da produtividade.

Já no setor industrial, visando identificar e eliminar atividades que não acrescentam valor, a implementação do SW provou ser bem-sucedida, resultando em aumentos de produtividade superiores a 5% (Mor et al., 2019).

No setor da saúde, o estudo de O'Reilly et al. (2016) implementa o SW para melhorar a conformidade com a higiene das mãos para a máxima eficiência na entrada de quartos numa unidade de cuidados intensivos hospitalares. O processo incorporou passos físicos para a higiene das mãos, mas também elementos de comunicação padronizados entre os prestadores de cuidados e os pacientes. Os resultados foram significativos, evidenciando melhorias mensuráveis na performance, eficiência, experiência do paciente e satisfação da equipa da unidade.

Apesar de sua utilidade, o SW é frequentemente subutilizado e pouco abordado na literatura (Bragança & Costa, 2015). No entanto, estudos ressaltam a importância de explorar e aplicar metodologias *Lean* para alcançar otimização contínua e excelência operacional em diversos contextos industriais.

2.2.6. Diagrama de Ishikawa (diagrama de causa-efeito)

Na década de 1960, Kaoru Ishikawa introduziu e popularizou os diagramas de Ishikawa, uma ferramenta que foi utilizada pela primeira vez pela Sumitomo Electric. Devido ao seu formato semelhante à vista lateral do esqueleto de um peixe, este diagrama é também conhecido como diagrama de espinha de peixe. A principal vantagem desta ferramenta reside na sua capacidade de representar graficamente as diversas relações entre as causas que geram os problemas e também a análise clara e estruturada das relações existentes (Górny, 2017; Liliana, 2016).

Kaoru Ishikawa tornou-se reconhecido pelo desenvolvimento deste diagrama, que oferece às organizações uma maneira eficaz de analisar as relações de causa-efeito. O diagrama de Ishikawa facilita a identificação das causas subjacentes a um problema específico, permitindo às organizações adotar medidas corretivas concretas. Por isso, este diagrama é também frequentemente designado como diagrama de causa-efeito (Górny, 2017; Liliana, 2016).

A construção de um diagrama de Ishikawa é feita, normalmente, da direita para a esquerda, onde a “cabeça do peixe” representa o problema em estudo, e as ramificações principais (as “espinhas grandes”) dividem-se em ramificações mais pequenas que detalham as possíveis causas e sub-causas do problema. Esta técnica gráfica promove uma reflexão abrangente sobre todas as potenciais causas, assegurando uma análise exaustiva e sistemática da situação (Liliana, 2016).

A aplicação desta ferramenta segue geralmente quatro etapas: identificar o problema principal, identificar os diversos fatores envolvidos, identificar as possíveis causas para o problema e, por fim, analisar o diagrama criado. As causas para um problema, num diagrama de Ishikawa, são organizadas em categorias, sendo as mais comuns (Liliana, 2016):

- Mão-de-obra, que se refere a qualquer pessoa que esteja envolvida no processo;
- Métodos, referindo-se à forma como o processo é realizado e os requisitos específicos para o fazer, tais como políticas impostas, procedimentos e regras;
- Máquinas, sendo estas quaisquer ferramentas, equipamentos, computadores etc, necessários para a realização do trabalho;
- Materiais, como peças, matérias-primas, canetas utilizados para a produção do produto final;

- Meio-ambiente, que se refere às condições em que o processo opera, condições tais como o local, temperatura, cultura, etc.

Liliana (2016) identifica que as principais vantagens da utilização deste diagrama são: facilitar a identificação as causas principais, incentivar a participação em grupo, oferecer um formato organizado e fácil de entender, apontar possíveis causas de variação, melhorar o conhecimento sobre o processo e identificar áreas onde é necessário recolher dados.

De forma a encerrar este subcapítulo, Ribeiro et al. (2019), destaca-se com um exemplo prático da implementação bem-sucedida de diversas ferramentas *Lean* numa empresa de produção de artigos de plástico. A aplicação estratégica de metodologias como 5S, SMED, SW e ainda a gestão visual resultou em melhorias substanciais nos processos operacionais. A redução significativa nos tempos de ciclo, o aumento da produção e a melhoria da OEE demonstram claramente a eficácia dessas ferramentas na promoção da eficiência operacional.

Para a melhoria da produtividade na indústria de produção de vestuário, tendo como principais problemas o tempo de WIP e desperdícios de tecido e também ao longo da linha de produção, os autores (Kumar et al., 2019) recorreram ao 5S e ao VSM. Através destas ferramentas foi conseguida uma redução de 34% no tempo de ciclo de produção, redução de 14% do WIP, um aumento superior a 12% da eficiência da linha e ainda uma diminuição de 32% das atividades sem valor acrescentado. Especificamente, a implementação do 5S nas tarefas de corte e costura permitiu uma melhor utilização dos recursos (aumento da utilização do espaço na secção da costura).

No setor automotivo, o estudo de Saravanan et al. (2018), destaca a melhoria na produtividade de uma linha de pré-montagem de caixas de velocidades. Ao implementar o VSM e o SW foi simplificado o processo e reduzidos os tempos de produção, observou-se ainda um aumento da produtividade passando de 7 para 10 peças na etapa de montagem. Na segunda etapa, foi conseguido uma redução do tempo processamento em cerca de 24%, acompanhada por uma redução de cerca de 10% no tempo de WIP. Este estudo conclui que estas ferramentas são relevantes para a melhoria da segurança e produtividade.

2.3. Sustentabilidade

Na atualidade, são enfrentados vários desafios que afetam diretamente a sociedade, incluindo questões relacionadas com mudanças climáticas, pobreza, desigualdade, crescimento populacional, poluição e os crescentes custos associados à energia e recursos naturais. Desta forma, as empresas enfrentam uma pressão significativa por parte de clientes, órgãos reguladores e outros *stakeholders* para orientar as suas operações de forma responsável, com o intuito a terem um bom desempenho ambiental e social (Cherrafi et al., 2016).

No que toca à temática da sustentabilidade ao nível empresarial, existem apelos para que as empresas não priorizem exclusivamente a obtenção de resultados económicos em detrimento da responsabilidade social e proteção pelo meio ambiente (Pagell & Shevchenko, 2014). Como forma de incentivar as organizações a medir o seu desempenho, tendo em conta uma perspetiva abrangente, isto é, considerar além das métricas tradicionais (como o lucro), Elkington (1994) propôs o modelo *Triple Bottom Line* (TBL) considerando os três pilares de desenvolvimento sustentável: económico, social e ambiental (Henao et al., 2019).

A expressão "Desenvolvimento sustentável" ganhou grande notoriedade a partir do relatório "Nosso futuro comum" (Brundtland, 1987). Este documento serviu como base para os debates na Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento realizada em 1992 no Rio de Janeiro, promovida pela Organização das Nações Unidas (ONU). Este encontro teve como principal objetivo o incentivo à mobilização das nações unidas para a elaboração e integração de um plano de ação voltado para impulsionar a criação de políticas governamentais inovadoras. Políticas essas que tinham como foco principal a consideração da proteção ambiental como um princípio fundamental para o desenvolvimento, além de consciencializar os países industrializados sobre os seus modelos de consumo insustentáveis (Berlato et al., 2016).

Desenvolvimento sustentável, conforme realçado por Brundtland (1987), é o desenvolvimento que procura satisfazer as necessidades das gerações atuais, sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades. Isto significa que, tanto agora como no futuro, deve ser possível que todos tenham um nível satisfatório de desenvolvimento social, económico e de realização pessoal, em simultâneo com um uso controlado dos recursos naturais e a preservação de espécies e *habitats* naturais (Berlato et al., 2016).

O movimento pelo desenvolvimento sustentável nos tempos atuais é bastante relevante. Os autores Barbieri et al. (2010) salientam que este é um dos mais importantes movimentos sociais desde o início do século e milénio, isto porque efetivamente, diversas empresas de diferentes setores participam ativamente em iniciativas voluntárias relacionadas com o desenvolvimento sustentável.

É imperativo entender o desenvolvimento sustentável como um processo que procura equilibrar o crescimento económico, equidade social e proteção ambiental, o TBL. A gestão sustentável deve considerar o impacto social e ambiental, além do económico, com relatórios corporativos incluindo o TBL. As empresas que integram a sustentabilidade na sua estratégia empresarial obtêm vantagens competitivas, como redução de custos, aumento da produtividade e melhoria de imagem de marca, pois pesquisas indicam que a maioria dos consumidores prefere marcas socialmente responsáveis (Berlato et al., 2016).

A responsabilidade social empresarial abrange todos os níveis organizacionais, dando à empresa um carácter mais humano e altruísta. A avaliação do impacto financeiro das iniciativas de sustentabilidade empresarial, sobretudo pela busca de ecoeficiência, pode ser medida através de práticas de produção mais limpa. A produção mais limpa envolve a aplicação contínua de estratégias integradas para aumentar a eficiência no uso de recursos, reduzir os resíduos e emissões poluentes (Zambon & Ricco, 2010).

As organizações que optam por práticas produtivas mais limpas podem obter benefícios económicos consideráveis através da economia de água, energia e matérias-primas. Assim, a sustentabilidade empresarial não é só uma responsabilidade ética, como também uma estratégia inteligente. A inovação e a busca por ecoeficiência se por um lado promovem benefícios ambientais e sociais, por outro lado geram vantagens competitivas, contribuindo para o desenvolvimento sustentável a longo prazo (Zambon & Ricco, 2010).

Além disto, a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, estabelecida em 2015 pelas Nações Unidas e em vigor desde 2016, reforça a necessidade de um compromisso global para enfrentar os desafios ambientais, sociais e económicos. Composta por 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), ilustrados pela Figura 4, esta agenda tem como objetivo

mobilizar esforços globais para erradicar a pobreza, promover a saúde e a educação, reduzir desigualdades e estimular o crescimento económico sustentável. Para atingir estes objetivos, os ODS incentivam os países a adotarem estratégias que promovam simultaneamente o progresso económico e social, enquanto protegem o ambiente e combatem as alterações climáticas (BCSD Portugal, 2022; ONU Portugal, sem data).



Figura 4 – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ONU Portugal, sem data)

Os ODS estabelecem uma base comum para que governos, empresas e outras organizações possam alinhar as suas atividades e práticas com metas globais de sustentabilidade. Estes objetivos estão estruturados em torno de cinco áreas fundamentais: Planeta, Pessoas, Prosperidade, Paz e Parcerias, sublinhando a importância de uma abordagem integrada e inclusiva para alcançar o desenvolvimento sustentável (BCSD Portugal, 2022).

2.4. *Lean Sustainability*

À medida que a conscientização sobre a sustentabilidade aumenta, percebe-se a necessidade de adotar uma abordagem multidimensional. A filosofia *Lean*, que foi pensada inicialmente para a obtenção de benefícios operacionais e económicos, é agora reconhecida como uma ferramenta capaz de incorporar impactos sociais e ambientais no decorrer da sua utilização (Henao et al., 2019).

Vinodh et al. (2011), identificam os benefícios sustentáveis de algumas das ferramentas *Lean*. Para a ferramenta 5S os benefícios encontrados são, por exemplo, a redução da necessidade de iluminação artificial devido à limpeza de janelas e a redução do consumo de materiais. Já com o VSM é possível reduzir a produção de resíduos através de uma produção com menos defeitos e menos sucatas.

Com a perspetiva de averiguar se as ferramentas da filosofia *Lean* fomentam a redução dos impactos ambientais das empresas industriais, o autor Chiarini (2014) observou a utilização de cinco ferramentas *Lean* (entre elas o VSM, o 5S e o SMED) em cinco empresas europeias de fabrico de

componentes para motas. O estudo revelou resultados positivos, no que diz respeito ao consumo de eletricidade, bem como para a padronização das atividades e comportamentos dos trabalhadores. A aplicação do 5S foi útil na redução do desperdício de óleo e na melhoria da gestão dos resíduos. Já o VSM foi reconhecido como útil para identificar os impactos ambientais dos processos de produção. É de realçar que neste estudo não foi medida nenhuma melhoria significativa nos impactos ambientais com a implementação do SMED.

No estudo realizado por Leme et al. (2018), foi aplicado o SMED combinado com a Pegada de Carbono para analisar a ecoeficiência numa empresa metalomecânica de forma a analisar a possibilidade de criar valor com o menor impacto ambiental possível. A aplicação da ferramenta SMED nas atividades de *setup* resultou numa redução de tempos inativos em 88%. A Pegada de Carbono foi reduzida em 81% após a aplicação do SMED. O estudo mostrou que o uso da ferramenta *Lean* integrada com o cálculo da pegada carbónica resultou numa redução significativa nos tempos de configuração, na pegada de carbono e melhorias na ecoeficiência.

Sobre a mesma ótica, numa indústria siderúrgica, o VSM possibilitou uma redução substancial dos resíduos existentes na organização. A implementação desta ferramenta proporcionou uma redução de 28% dos desperdícios e conseqüentemente uma diminuição de 45% dos custos de remoção de resíduos, superando a meta inicial pretendida de 5% ao ano. A aplicação do VSM resultou assim numa economia de custos e ao mesmo tempo uma significativa redução do fluxo de resíduos, promovendo assim, não só benefícios operacionais, como também do ponto de vista ambiental, com a possibilidade de atingir um ambiente responsável e sem desperdícios (Schoeman et al., 2021).

Isto realça a eficácia destas ferramentas na melhoria dos impactos ambientais, apesar de algumas delas mostrarem maior eficácia que outras (Chiarini, 2014).

Recentemente, o estudo de Teixeira et al. (2021) proporcionou uma análise detalhada da interligação entre as filosofias *Lean*, *Green* e sustentabilidade. Através de uma análise bibliométrica e estruturada da literatura, os autores propuseram um modelo conceitual que integra ferramentas *Lean-Green* e práticas de sustentabilidade, com o objetivo de alcançar um bom desempenho do TBL, que abrange os pilares económico, social e ambiental. O estudo revelou que, na maioria dos casos, a aplicação dessas ferramentas (como a Manutenção Produtiva Total) resultou em impactos positivos predominantemente nas dimensões económica e ambiental das empresas. No entanto, foi observado que algumas ferramentas *Lean*, como o SMED, podem levar a um aumento no consumo de energia e água. Os resultados sublinham a eficácia da combinação das práticas *Lean* e *Green* na melhoria dos resultados sustentáveis das organizações.

Já o estudo de Silva et al. (2022) explora a relação entre a sustentabilidade e a implementação de metodologias ágeis na gestão de projetos. Os autores destacam que, num ambiente empresarial dinâmico, a adoção de práticas ágeis pode ter efeitos diretos nas dinâmicas social, económica e ambiental de uma organização. Através da elaboração de diagramas de rede que correlacionam os conceitos de sustentabilidade e gestão ágil, o estudo conclui que a implementação dessas práticas pode não só melhorar a agilidade da empresa, como também reforçar a sustentabilidade. Assim, a gestão ágil de projetos pode atuar como um facilitador para alcançar a sustentabilidade, promovendo benefícios nas várias dimensões da organização (Silva et al., 2022).

O estudo de Sá et al. (2023) explora a importância das *Science Based Targets* (SBT) para o desenvolvimento sustentável das organizações. As SBT consistem na definição de metas que visam

reduzir as emissões de gases de efeito de estufa, alinhadas com os objetivos do Acordo de Paris. Através de uma revisão da literatura e uma análise bibliométrica detalhada, os autores investigaram como é que as empresas podem cumprir as metas climáticas e ambientais estabelecidas pelos governos. Utilizando a plataforma *Web of Science*, os autores recolheram dados sobre os princípios *Lean*, práticas *Green*, Indicadores-Chave de Desempenho (KPIs) e SBT. O estudo resultou na proposta de um modelo conceitual que integra os princípios *Lean*, *Green* e os SBT, juntamente com os KPIs. Este modelo oferece uma abordagem eficiente para atingir as metas climáticas, orientando as organizações para a adoção de práticas sustentáveis. Este combina a eficiência *Lean* com os objetivos ambientais globais, promovendo um impacto positivo nas dimensões económica, ambiental e social (Sá et al., 2023).

Estes estudos destacam a importância da combinação de ferramentas *Lean* e *Green*, práticas de gestão ágil e SBT como uma abordagem multidimensional para alcançar a sustentabilidade nas organizações. A aplicação de modelos integrados demonstra a capacidade das empresas melhorarem o seu desempenho de forma sustentável e reforçar a sua responsabilidade social.

2.5. Reflexão crítica da Literatura

A filosofia *Lean* tem vindo a demonstrar, ao longo dos anos, uma notável capacidade de oferecer melhorias significativas em diversos setores, não só em termos de produtividade, mas também no que toca à segurança no local de trabalho, organização e redução de desperdícios. Na revisão da literatura realizada, verificou-se que esta filosofia pode ser aplicada com sucesso em indústrias tão diversas como na indústria automóvel, na indústria têxtil, na indústria de produção e no setor da saúde. Esta versatilidade é um ponto forte, amplamente reconhecido, e sublinhado por múltiplos estudos que comprovam os seus benefícios. Contudo, um aspeto particularmente relevante que emergiu da revisão é a escassez de investigação focada na aplicação do *Lean* no setor das artes gráficas.

A revisão revelou que, apesar da ampla aplicação do *Lean* em diversos contextos industriais, o setor das artes gráficas, e em particular o processo de impressão rotativa, tem sido pouco abordado por parte da comunidade científica. Este processo, que envolve necessariamente algum desperdício de papel durante o processo de ajuste e preparação das máquinas, parece ser um campo promissor para a aplicação das ferramentas *Lean*, dada a sua capacidade de reduzir desperdícios e otimizar processos. No entanto, a ausência de estudos que explorem este setor de forma aprofundada constitui uma lacuna significativa na literatura existente.

Ao identificar esta lacuna, esta dissertação procura validar a aplicação das ferramentas *Lean* na indústria gráfica, com foco específico no processo produtivo de impressão rotativa. O objetivo é avaliar como as metodologias *Lean* podem ser aplicadas para reduzir o desperdício de papel, aumentar a eficiência dos processos e melhorar as condições de trabalho. A investigação não só pretende colmatar a falta de estudos neste setor, mas também explorar as potencialidades específicas que o *Lean* pode trazer para a produção gráfica, nomeadamente na remoção de atividades sem valor acrescentado e na redução de tempos de *setup*. Dado que a indústria gráfica, particularmente o segmento de impressão rotativa, tem características específicas que podem beneficiar de uma abordagem *Lean*.

Desta forma, esta investigação propõe-se a preencher este "gap" na literatura, validando a aplicabilidade do *Lean* no setor gráfico e apresentando novas perspectivas sobre as adaptações necessárias para maximizar o seu impacto. Esta contribuição torna-se ainda mais pertinente quando se considera que o processo de impressão rotativa envolve uma quantidade considerável de desperdício de recursos, um problema que as metodologias *Lean* podem ajudar a mitigar. Ao explorar como estas ferramentas podem ser ajustadas a um contexto industrial específico, a investigação visa não só enriquecer a literatura existente, como também fornecer *insights* práticos para empresas que operam no setor das artes gráficas, permitindo-lhes aumentar a eficiência e reduzir os custos operacionais.

Em suma, a revisão da literatura permitiu identificar o potencial inexplorado das ferramentas *Lean* no setor gráfico, mas também revelou lacunas que esta dissertação se propõe a preencher. Assim, o objetivo desta dissertação será validar a aplicabilidade das ferramentas *Lean* neste setor, em particular no processo de impressão rotativa, um campo com características únicas e demonstrar como estas podem contribuir para a redução de desperdícios e melhoria da eficiência, colmatando, assim, uma lacuna na investigação atual.

3. DESCRIÇÃO E ANÁLISE DA SITUAÇÃO ATUAL DA EMPRESA

Neste capítulo é realizada uma descrição e análise da situação atual da empresa. Inicialmente é feita uma breve apresentação da empresa onde este trabalho foi desenvolvido, a Lidergraf – Artes Gráficas, SA., onde é descrita a sua história, o seu portefólio de produção, a sua preocupação ambiental e as suas certificações.

De seguida é apresentada a situação atual das máquinas de impressão rotativa, o seu funcionamento bem como o processo de impressão. Por último, é conduzido um levantamento dos problemas identificados que possam potencialmente contribuir para um aumento do desperdício de papel durante o processo produtivo. Esta avaliação crítica será fundamental para a identificação de áreas de melhoria e para orientar estratégias para a otimização dos processos e a redução de desperdícios.

3.1. A empresa gráfica

Esta dissertação de mestrado foi realizada na empresa Lidergraf – Artes Gráficas, SA, localizada em Vila do Conde onde é realizada toda a sua produção.

3.1.1. A Lidergraf – Artes Gráficas, SA

A Lidergraf é uma empresa que procura oferecer soluções e produtos gráficos a um preço justo e com absoluta responsabilidade social, ambiental e ética com vista a “ser a melhor empresa de artes gráficas aos olhos de clientes, colaboradores, fornecedores e investidores” (Lidergraf, sem data).

A empresa é constituída por 2 edifícios em Vila do Conde, onde é feita toda a sua produção e onde tem os seus escritórios, ilustrado pela Figura 5. Adicionalmente, a Lidergraf conta com mais 3 delegações, uma delas em Lisboa e as restantes em Espanha, uma na sua capital, Madrid, e outra em Barcelona.



Figura 5 – Edifícios Lidergraf em Vila do Conde

Com uma equipa de 136 pessoas, a Lidergraf transforma 18 000 toneladas de papel por ano e tem um volume de negócios de 17 000 000 de euros.

A impressão rotativa da empresa tem a capacidade de produzir 4 000 000 de cadernos de 16 páginas/A4 por dia, a impressão *offset* tem capacidade de produzir 400 000 cadernos de 16 páginas/A4 por dia e em termos de acabamentos, tem capacidade de fazer 1 000 000 de revistas agrafadas por dia e 300 000 livros/brochuras coladas por dia (acabamento encadernado).

3.1.2. História da empresa

A história da Lidergraf remonta ao ano de 1994, quando foi fundada em Vila do Conde. Em 2001, a empresa mudou-se para as suas atuais instalações em Árvore, Vila do Conde, tendo assim a capacidade de instalar a sua primeira máquina de impressão rotativa, a máquina M600. Seis anos depois, em 2007, foi construído o segundo edifício de produção, expandindo significativamente a sua capacidade de impressão rotativa, através da instalação da segunda máquina de impressão rotativa, a Lithoman, e aumentando também a sua capacidade de acabamento, como a encadernação e acabamento agrafados. Em 2013, a Lidergraf renovou a sua abordagem comercial e abriu a sua delegação em Lisboa. Seguindo a estratégia de crescimento, em 2019, a Lidergraf expandiu-se para o mercado espanhol, abrindo uma delegação em Barcelona. Mais recentemente, em 2023, foi inaugurada a segunda delegação em Espanha, Madrid (COTEC, sem data; Lidergraf, sem data).

Atualmente, a Lidergraf é uma marca de referência em Portugal e é uma empresa reconhecida como uma das principais empresas de impressão sustentável da Península Ibérica (European Commission, 2022).

3.1.3. Portefólio e processo produtivo da Lidergraf

A Lidergraf tem a capacidade de satisfazer diversas necessidades dos clientes tendo a possibilidade de oferecer vários serviços de impressão e acabamentos como livros, revistas, folhetos publicitários, catálogos e brochuras.

Efetivamente, a empresa tem a capacidade de imprimir não só miolo dos produtos desejados, como também as capas e efetuar todos os tipos de acabamentos necessários para o produto do cliente.

Desta forma, apresentam-se abaixo as etapas do processo produtivo que iniciam na pré-impressão, segue para impressão e por fim de acabamento.

1) Pré-Impressão

Até à impressão física do trabalho é necessário realizar diversos processos de preparação do trabalho para garantir que o produto final tenha a qualidade desejada. Os processos da pré-impressão são essenciais para a preparação de textos e imagens de forma a assegurar que estão prontos a ser reproduzidos na impressão.

Nesta fase são definidos os parâmetros de qualidade das imagens, textos, formas e cores que irão determinar a qualidade do produto final. O fluxo de trabalho da pré-impressão, conforme ilustrado no Figura 6, inicia-se com a receção do trabalho por parte do cliente. Posteriormente, o arquivo é ajustado para o formato necessário, e passa por uma série de verificações. Estas verificações

incluem a criação de maquetes do trabalho e provas de cor. Após estas etapas é possível obter as chapas para a impressão através do CTP (*computer to plate*). A tecnologia CTP permite a gravação da chapa a partir de arquivo digital, utilizando laser. Após este processo são obtidas as chapas gravadas e prontas para colocação nas máquinas de impressão.

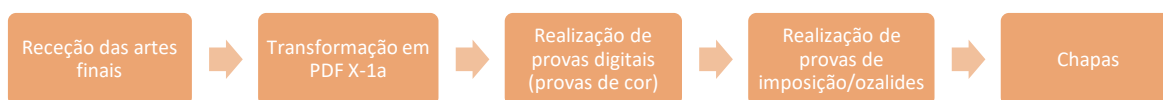


Figura 6 – Processo de pré-impressão (Lidergraf, 2014)

2) Impressão

Para garantir que a Lidergraf possa atender às necessidades individuais de cada cliente e trabalho recebido, a empresa dispõe de três métodos de impressão: impressão digital, impressão rotativa e impressão *offset*.

a) Impressão digital

Este é um processo de impressão direto. Os dados digitais são transferidos diretamente do computador para a impressora, resultando numa impressão do ficheiro digital diretamente sobre o papel.

b) Impressão *Offset*

A impressão *offset* é um processo de impressão indireto, isto é, não existe um contacto direto do papel com a chapa de impressão. Na prática, a imagem é recebida numa borracha intermediária, denominada *cautchu*, posicionada entre o cilindro da chapa e o cilindro impressor (ou de pressão). Nestas máquinas de impressão a unidade de impressão é constituída por três cilindros, que são:

- Cilindro da chapa: É onde se instala a chapa. Neste cilindro existe um vão com pinças que fica responsável por agarrar a chapa ao cilindro.
- Cilindro do *cautchu*: O cilindro do *cautchu* tem como função a fixação do *cautchu*. Esta borracha recebe a imagem entintada da chapa e é esta que entra em contacto com o papel.
- Cilindro impressor: Responsável pela aplicação da pressão necessária para efetuar a transferência da imagem do *cautchu* para o papel.

No método de impressão *offset*, o papel é alimentado na máquina em formato de folha, resultando em uma impressão realizada folha a folha.

c) Impressão rotativa/Comercial/*Web Offset/Heatset*

Assim como na impressão *offset*, no sistema de impressão rotativa também não há um contacto direto entre a chapa de impressão e o papel. Contudo, a distinção entre esses métodos centra-se na forma pela qual a matéria-prima é introduzida na máquina, uma vez que, no caso da rotativa, o papel está em formato de bobine. A bobine de papel é alimentada diretamente na máquina.

Além disso, o sistema permite a realização da impressão, secagem e dobra na linha de produção. Devido à capacidade de atingir altas velocidades de impressão este método é frequentemente utilizado para a impressão de grandes tiragens de livros, revistas e folhetos promocionais.

Dado que o foco desta dissertação se centra neste método de impressão, no próximo subcapítulo é descrito este método de impressão com maior detalhe.

3) Acabamentos

Esta etapa procede a fase de impressão e é onde se confere ao produto o formato ideal ou desejado. A Lidergraf dispõe de uma ampla variedade de máquinas para proporcionar ao cliente inúmeras opções de acabamento.

- Corte: Nesta operação são feitos cortes precisos para alcançar o produto de acordo com as especificações do cliente. Este tipo de acabamento é executado nas guilhotinas.
- Dobra: Nesta operação o objetivo é fazer a dobra do plano impresso para formar um caderno, transformando uma folha de grandes dimensões num conjunto de páginas, geralmente de 4, 8, 12, 16, 24 e 32 páginas.
- Corte & Vinco: Neste tipo de acabamento é aplicado um cortante no formato desejado para obter um produto com um corte especial, vinco ou picote.
- Agrafar: Este método de acabamento envolve a aplicação de um pedaço de arame (agrafo) para unir as páginas. As máquinas de agrafar, em primeiro lugar, realizam o alceamento dos cadernos, agrupando-os (coloca os cadernos um dentro do outro) pela ordem correta, antes de aplicar o arame que une o diversos cadernos que compõem o miolo, bem como a capa do produto.
- Brochar (colar): Neste acabamento é aplicada cola no produto como forma de união dos cadernos e capa. Tal como nas máquinas de agrafar, é realizado o alceamento dos cadernos. Porém, neste caso, estes são sobrepostos lado a lado para formar um bloco antes da aplicação da cola na lombada do produto.
- Coser a fio (automático e manual): Neste processo de acabamento os cadernos são costurados com fio para unir as páginas e capa do produto.
- Embalar: Este acabamento consiste em envolver o produto, como é o caso de livros ou revistas, em plástico.

3.1.4. Compromisso ambiental

A Lidergraf reconhece a responsabilidade ambiental como um dos valores fundamentais da organização. Esta preocupação é evidenciada pela inclusão da frase “*Sustainable Printing*” no seu logótipo, demonstrando de forma clara e imediata a sua preocupação com o meio ambiente e a sustentabilidade. Esta adoção serve como mote para expressar os seus valores e princípios.

As práticas de gestão equilibrada e sustentável adotadas pela Lidergraf são essenciais para o seu sucesso empresarial. A empresa alinha as suas ações com responsabilidade social, promovendo um desenvolvimento que respeita os recursos naturais e procura ter um impacto positivo no contexto em que está inserida.

Os compromissos da empresa passam pelo uso de recursos renováveis para reduzir a dependência por combustíveis fósseis. A Lidergraf prioriza a seleção das matérias-primas mais sustentáveis, promovendo o uso de papel proveniente de fontes renováveis. A certificação da sua cadeia de responsabilidade assegura que o papel fornecido provém de florestas geridas de forma responsável. Esta certificação exige um controlo rigoroso de toda a cadeia de transformação, desde a matéria-prima até à produção de artigos gráficos. Isto inclui o controlo das movimentações desde a floresta, passando pela produção e distribuição do papel, até à impressão.

A Lidergraf investe em tecnologias que reduzem o consumo de recursos, como a eliminação do uso água e produtos químicos no processo CTP, a utilização do *Spin Clean* que faz a filtragem e recirculação da água de forma a evitar mudanças da água recorrentes e equipamentos avançados de ar comprimido que evitam a contaminação da água. Nos processos de impressão utilizam sistemas sem álcool isopropílico o que permite o tratamento de resíduos de forma mais eficiente e com economia de energia.

A empresa adota práticas de reutilização e reciclagem nos seus processos. Reutiliza planos como contraprovas, papel de rascunho para impressões correntes (na área administrativa) e ainda embalagens para reacondicionar alguns dos resíduos produzidos como é o caso da utilização do cartão que envolve as bobines de papel para embalar paletes com chapas usadas. Recicla materiais como plástico, cartão, chapas de alumínio, sucatas, pilhas e equipamentos elétricos e eletrónicos.

A empresa mantém um controlo rigoroso dos efluentes gasosos, utilizando incineradores de oxidação térmica na impressão rotativa para reduzir as emissões e o consumo de recursos fósseis. A empresa compromete-se a minimizar o consumo de substâncias ou preparações com solventes perigosos, tanto para o meio ambiente quanto para a saúde dos seus colaboradores. Para isto tem implementada a prática de análise prévia de todos os produtos químicos antes da sua aquisição.

O compromisso da Lidergraf com a eficiência energética reflete-se na implementação de tecnologias que permitem produzir mais com menos recursos. A empresa busca continuamente melhorar os seus processos de impressão para reduzir o consumo de papel e tinta, contribuindo para a diminuição da pegada ecológica e ajudando a combater o aquecimento global.

3.1.5. Certificações

No seguimento do anteriormente exposto, a empresa detém um conjunto de certificações que demonstram e confirmam as normas implementadas. De facto, a Lidergraf é a primeira empresa do setor a obter várias certificações ambientais em Portugal (European Commission, 2022).

1) Ecolabel

O rótulo ecológico da União Europeia (UE) promove a transição da Europa para uma economia circular e zero poluição através da minimização do impacto dos produtos no ambiente. Os produtos com rótulo Ecolabel minimizam os resíduos, a poluição e as emissões de dióxido de carbono. Além de restringirem o uso de produtos químicos perigosos, esses produtos utilizam energia, água e matérias-primas de forma inteligente, são duradouros, fáceis de reciclar e promovem a inovação ecológica (Comissão Europeia, 2022).



Figura 7 – Logótipo ECOLABEL (EU Ecolabel, 2022)

A Lidergraf usa o rótulo ecológico da UE para defender a sustentabilidade no setor das artes gráficas e também como forma de atrair clientes que pensem da mesma forma que a Lidergraf. Por isso mesmo, a empresa estabelece a missão de assegurar que o papel impresso na organização não deixe marcas na natureza, os produtos sejam recicláveis, tenham um impacto ambiental significativamente reduzido e baixas emissões de produtos químicos para o ar e água. Um exemplo de clientes que desejam que os seus produtos sejam impressos sob os rigorosos princípios ambientais que o rótulo ecológico da UE garante é a revista LUX que se tornou a primeira revista portuguesa totalmente impressa de acordo com os critérios Ecolabel (European Commission, 2022).

2) FSC®

O Forest Stewardship Council® (FSC®) é uma organização internacional sem fins lucrativos que tem como objetivo a promoção de uma gestão florestal sustentável. O FSC® visa garantir que as florestas sejam geridas ambientalmente responsáveis, socialmente benéficas e economicamente viáveis (FSC Portugal, n.d.).

A certificação pelo FSC® atesta que os produtos são provenientes de florestas geridas de forma responsável e sustentável e que a aquisição de materiais, em toda a cadeia de abastecimento, seja feita de forma sustentável. De facto, a imposição desta certificação demonstra a consciência da empresa em termos ambientais, sociais e económicos (FSC Portugal, n.d.).



Figura 8 – Logótipo FSC® (FSC, n.d.)

3) PEFC

O Programa para o Reconhecimento da Certificação Florestal (*Programme for the Endorsement of Forest Certification* – PEFC) é uma organização não governamental sem fins lucrativos de iniciativa privada que se dedica a promover a gestão florestal sustentável.

A certificação PEFC oferece aos consumidores a garantia de que os produtos que empenham este selo são provenientes de florestas geridas de forma responsável, considerando os pilares social, ambiental e económico. Esta certificação assegura que o produto tem origem numa floresta certificada pelo PEFC, indicando que a mesma é gerida de acordo com rigorosos critérios dos três pilares.

Portanto, ao adotar a certificação PEFC, a Lidergraf não só valida o compromisso da empresa com práticas sustentáveis, mas também demonstra um impacto positivo na conservação e no desenvolvimento das florestas (PEFC Portugal, n.d.-a).



Figura 9 – Logótipo PEFC (PEFC Portugal, n.d.-b)

3.2. Processo de impressão rotativa

O método de impressão rotativa é fundamental para a indústria gráfica pois permite a impressão contínua e eficiente de grande quantidade de papel.

3.2.1. A impressão rotativa

Na Lidergraf existem duas máquinas de impressão rotativa, a M600 e a Lithoman. Estas são responsáveis pela impressão de produtos de grande tiragem frente e verso.

As duas máquinas têm períodos de funcionamento diferentes, a M600 funciona em 2 turnos (turno da manhã e da tarde) durante 5 dias por semana, enquanto que na Lithoman funciona em 3 turnos (turno da manhã, tarde e noite) ficando esta em funcionamento 24 horas por dia, 5 dias por semana. Para estas máquinas estão afetas equipas de trabalho, sendo que para a primeiramente mencionada existem 2 equipas constituídas por 3 operadores e para a outra máquina existem 3 equipas sendo que cada uma delas é constituída por 4 elementos.

3.2.2. Etapas do processo produtivo

As máquinas de impressão rotativa da Lidergraf apresentam características de funcionamento bastante semelhantes, realmente o que difere nas duas máquinas é a capacidade e formatos de produção, isto é, devido às maiores dimensões da Lithoman, esta consegue produzir um produto final com um maior número de páginas face à M600. A M600 consegue produzir cadernos A4 com até 16 páginas tendo como capacidade de receber bobines de papel com largura máxima de 965 mm. Já a Lithoman produz cadernos com as mesmas dimensões com até 48 páginas podendo receber bobines de papel com largura máxima de 1460 mm. Neste contexto, as máquinas possuem dimensões distintas, incluindo as dimensões máximas de papel e as chapas de impressão utilizadas em cada uma delas. Especificamente, as chapas da Lithoman são substancialmente maiores do que as chapas da M600. Consequentemente, o *cutoff* de impressão varia entre as máquinas. O *cutoff* refere-se à medida máxima de impressão na altura da folha, ou seja, é o comprimento impresso a cada volta do cilindro do *cautchu*. Para esclarecer, o *cutoff* é um componente essencial no cálculo da área de impressão de um plano, pois a área de impressão é determinada pela multiplicação do *cutoff* pela largura do papel. Assim, a máquina de impressão M600 tem um *cutoff* de 0,63 metros e a máquina Lithoman têm o *cutoff* de 1,24 metros.

No processo de impressão rotativa é possível subdividir a máquina nos principais constituintes (as fotografias utilizadas de seguida são da máquina Lithoman):

- Desenrolador (Figura 10): Fase inicial do processo produtivo, onde é colocada a bobine de papel destinada à impressão;



Figura 10 – Desenrolador

- Unidades de impressão (UI) (Figura 11): Local onde a tinta é aplicada no papel durante o processo de impressão;



Figura 11 – Quatro unidades de impressão

- Estufa (Figura 12): Área destinada à secagem do papel após a impressão;



Figura 12 – Estufa

- Superestrutura (SE) (Figura 13): Local onde o papel é direcionado e alinhado para obter o formato e tamanho desejados;



Figura 13 – Superestrutura

- Dobradeira (Figura 14): Área onde o papel é dobrado para atingir o formato de caderno;



Figura 14 – Dobradeira

- Linha de corte (Figura 15): Local onde é realizado o corte trilateral dos produtos impressos para obter o produto final.



Figura 15 – Linha de corte

A matéria-prima para estas duas máquinas é em formato de bobine. O processo de produção, em ambas as máquinas, inicia-se com a preparação da bobine de papel que é colocada em máquina sem interromper o trabalho.

Relativamente ao desenrolador existe uma diferença entre as duas máquinas, isto porque a M600 faz a colagem da bobine de papel à velocidade zero, pois tem um *buffer* (“reservatório”) de papel de forma a que a máquina continue a operar de forma contínua mesmo quando há uma interrupção

momentânea do fornecimento de papel. Na Lithoman, a colagem do papel é feita à velocidade em que a máquina se encontra a operar.

Na impressão rotativa a impressão do papel é feita simultaneamente nas duas faces do papel (na frente e no verso) pelas UI. Em cada máquina existem 4 unidades de impressão, cada uma com a sua cor – preto, ciano, magenta e amarelo (sistema CMYK) – que com a sobreposição destas cores permite a obtenção de uma diversa gama de cores e fazendo com que seja possível atingir as cores pretendidas. Tal como mencionado anteriormente, as unidades de impressão são compostas pelo cilindro impressor, cilindro do *cautchu* e o cilindro da chapa. Para cada uma destas UI são colocadas duas chapas, uma responsável pela impressão na frente do papel e a outra responsável pela impressão no verso do papel. Após a gravação das chapas no CTP, as áreas gravadas tornam-se hidrófobas, repelindo a água. Estas áreas são onde a tinta será recebida durante o processo de impressão. Por outro lado, as áreas não gravadas permanecem hidrófilas, atraindo água, mas não tinta.

Durante o processo de impressão a água recebida na chapa é designada por molha. Esta tem a função de manter as áreas não impressas da chapa húmidas de forma a ajudar a repelir a tinta das áreas não desejadas. É importante que a água da molha seja uma solução tamponada para manter o seu pH constante, evitando assim danos ao papel, às tintas utilizadas na impressão e às chapas. Além disto, molha desempenha um papel crucial para a limpeza da chapa, removendo sujidades recebidas do papel e excessos de tinta. Com a chapa a receber a tinta nos locais desejados é feita a passagem da tinta para o *cautchu* que por sua vez faz a transferência para o papel (processo de impressão indireto).

Após a passagem do papel pelas UI, existe a necessidade de secar tanto o papel porque este encontra-se húmido como também secar as tintas isto porque as tintas utilizadas na impressão *heatset* são à base de solventes e, por isso mesmo, são secas pelo calor. O papel passa então, de forma muito rápida, pela estufa que está com temperaturas elevadas (temperaturas superiores a 150°C). A estufa é equipada com secadores de ar quente projetados para remover a humidade do papel. Este local é dividido em zonas, onde a cada zona a temperatura é gradualmente reduzida. Na primeira zona, o papel é submetido a um choque térmico que faz com que exista a remoção da água e dos solventes da tinta. Já na última zona a temperatura é sempre menor do que na primeira, tal como se pode observar na Figura 16.

Dryer Air Temperature Profiles

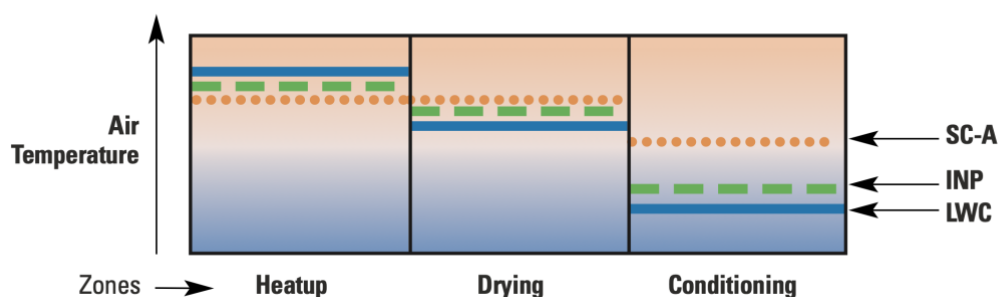


Figura 16 – Funcionamento da estufa das máquinas de impressão rotativa (Aylesford Newsprint et al., 2001)

É de realçar que, na estufa, a Lidergraf tem um sistema designado “*after burning*” que utiliza os solventes da tinta para a queima. Este sistema aproveita o calor produzido pela queima para a

secagem do papel, o que melhora a sustentabilidade da empresa ao reduzir o consumo de gás natural e diminuir a emissão de gases poluentes.

Após este processo existe a necessidade de repor a humidade necessária ao papel por isso mesmo o papel passa por uma mistura de silicone com água para lhe conceder características protetivas (para que durante o percurso a tinta não se agarre aos rolos) e também repor a humidade de forma a que ao ser dobrado não quebre ou rasgue.

Na fase seguinte o papel já impresso passa para a SE que tem como função encaminhar o papel para a dobradeira. Neste local a banda de papel é cortada, sobreposta e alinhada de acordo com o formato e dobra que se pretende obter.

Seguido deste processo o produto segue na máquina para o processo de dobra. Aqui são feitas todas as operações de dobra para obter o produto pretendido e com as dimensões desejadas. Na dobradeira é ainda possível aplicar cola no trabalho, isto no caso de folhetos publicitários, por exemplo, é possível aplicar um fio de cola na lombada obtendo assim o produto com as páginas já coladas. Na máquina M600 é possível saltar o processo de dobra do papel, passando então o papel diretamente da SE para a máquina de corte, denominada VITS, fazendo com que sejam retirados planos inteiros da máquina (monofolha). Estes produtos seguem para locais de acabamento de forma a proceder à finalização do produto.

Após a fase de dobra, os produtos seguem para a linha de corte de forma a retirar a aparado do produto podendo assim obter produtos finalizados. Caso seja pretendido, o produto pode seguir o percurso dos tapetes sem que seja aplicado o corte e apenas percorra para o robô de paletização para serem colocados sobre uma paleta e seguirem para as fases de acabamento (produtos semiacabados). A Figura 17 mostra os percursos realizados pelos produtos na máquina de impressão M600.

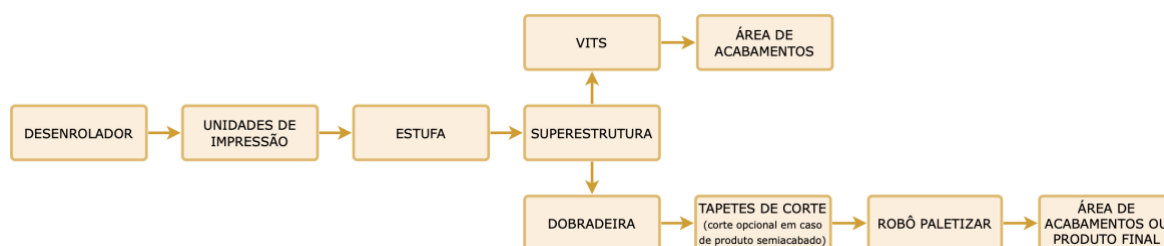


Figura 17 – Possibilidades de percursos de um trabalho na máquina M600

O percurso anteriormente mencionado pode ser realizado nas duas máquinas. Adicionalmente, a Lithoman tem a capacidade de embalar os produtos em balotes para seguir para os acabamentos. Esta operação é realizada quando o produto não sofre qualquer tipo de corte e caso não haja o risco de danificar o trabalho devida à fricção causada pelo embalamento em “fardos”. É então possível obter produtos acabados ou um conjunto de cadernos que seguirão para as operações de acabamento de modo a criar um produto final. A Figura 18 mostra o percurso que o papel efetua na máquina Lithoman.

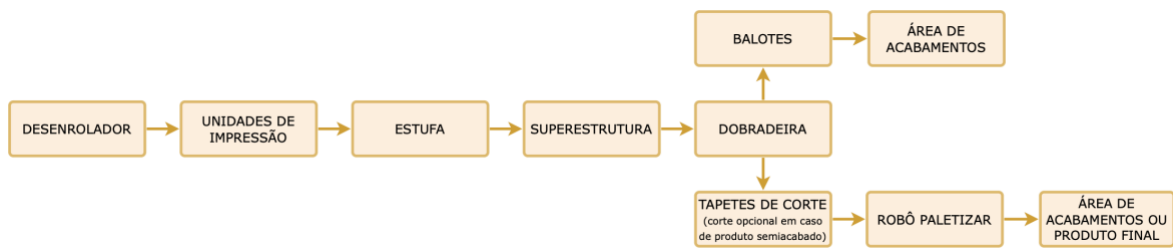


Figura 18 – Possibilidades de percursos de um trabalho na máquina Lithoman

3.3. Descrição da situação atual da empresa

De forma a entender a situação atual da organização foi feito um estudo geral relativo ao desperdício de papel da organização, o desperdício responsável por cada uma das equipas e outros parâmetros importantes para este estudo. É de realçar que esta análise foi efetuada tendo em conta dados anteriores à reestruturação das equipas de cada uma das máquinas (alteração efetuada no início de 2024). Por isto mesmo, nos dados analisados para a descrição da situação atual existem três equipas afetas à máquina M600 e quatro à máquina Lithoman, diferente do estado atual com duas e três equipas, respetivamente.

É importante referir que durante o processo de impressão existem duas importantes fases, a fase de preparação da máquina e a fase de tiragem. A primeira diz respeito à fase de preparação e ajuste da máquina para se obter produto desejado, a segunda corresponde à impressão de produtos com as características desejadas (impressão de produtos de acordo com as exigências do cliente).

Através da Figura 19 é possível observar o fluxo de funcionamento da máquina desde a preparação da máquina para o início do trabalho até ao seu término.

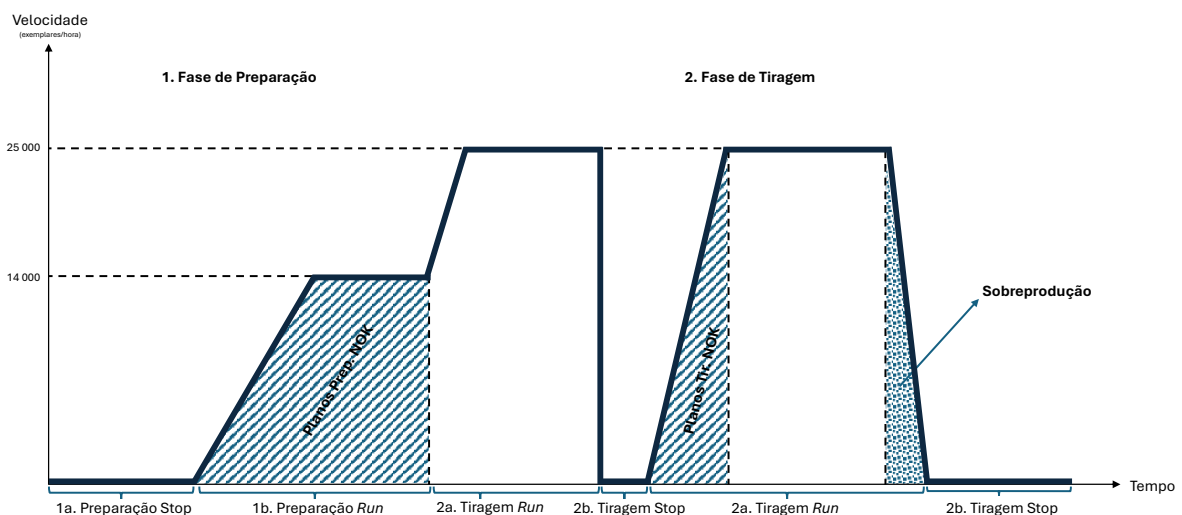


Figura 19 – Fases das máquinas de impressão rotativa

1) Fase de Preparação

- a. Preparação Stop: A fase de preparação Stop envolve todas as tarefas necessárias de preparação da máquina para o início do trabalho, isto é, a colocação das chapas para o início de um trabalho e colocação do papel desejado para o trabalho. Nesta fase a máquina está a velocidade 0, por isso mesmo a máquina está parada enquanto são realizadas as operações de preparação.

- b. *Preparação Run*: A fase de preparação *run* é uma fase crítica no que diz respeito ao desperdício de papel, isto porque a máquina já se encontra em funcionamento (apesar de estar em funcionamento a uma velocidade mais baixa) e por isso está a desperdiçar planos até que se obtenha o produto conforme as características estipuladas. Aqui são feitos os ajustes de cor, registo de cor e de dobra do trabalho. Esta fase deve então ser o mais curta possível.
- 2) Fase de Tiragem
- a. *Tiragem Run*: A fase de tiragem *run* acontece após ser obtido o primeiro trabalho com as características desejadas. Após a produção do primeiro exemplar OK é feita a produção para o cliente. A partir daqui o ambicionado é que não aconteçam erros ou problemas que levem à paragem da máquina. Esta fase compreende o tempo necessário para a produção das quantidades encomendadas pelo cliente.
- b. *Tiragem Stop*: Por norma esta é a última fase, e é onde são realizadas as tarefas necessárias após o término de um trabalho, isto é, limpezas gerais do espaço de trabalho, limpeza dos *cautchus* e retirada de chapas do trabalho que foi realizado. Esta situação pode acontecer em caso de ocorrência de problemas, como é o caso de paragens inesperadas da máquina como, por exemplo, rebentamento de banda ou encravamento na dobradeira.

3.3.1. Desperdício de papel

Dado que a Lidergraf é uma grande consumidora de papel, torna-se essencial monitorizar o desperdício de papel gerado. Para o cálculo do desperdício de papel da organização são considerados os desperdícios das fases anteriormente abordadas assim como o desperdício por manta branca (que irá ser mais detalhado quando se abordar o assunto do papel).

As máquinas de impressão rotativa são responsáveis por quase 75% do desperdício de papel da Lidergraf destacando assim a necessidade de reduzir este desperdício.

Ao analisar a Figura 20, que mostra o desperdício associado a cada uma das máquinas de impressão rotativas da Lidergraf, observa-se que aproximadamente metade do desperdício total da empresa está relacionado com a operação da Lithoman, correspondendo a 49,7%.

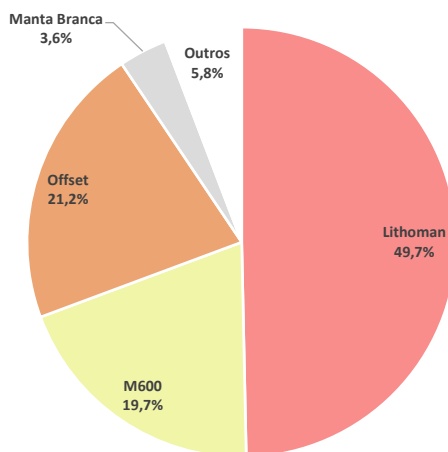


Figura 20 – Desperdício geral da Lidergraf

A M600 também contribui significativamente, respondendo por cerca de 20% do desperdício total. Convertendo estes valores percentuais para valores monetários, o desperdício de papel nas máquinas de impressão rotativa resultou num custo superior a 900 mil euros para a empresa.

De facto, tal como se pode observar na Tabela 1, a máquina de impressão rotativa M600 apresentou um desperdício de 14,8% em 2023, sendo que desta percentagem de desperdício dois terços advêm da fase de preparação (66%), a fase de tiragem contribui com 29% e os restantes 5% são sobreprodução, ilustrado pela Figura 21. Efetivamente, a fase de produção é aquela onde é expectável que existam poucos desperdícios pois é a fase em que se produz o produto para o cliente.

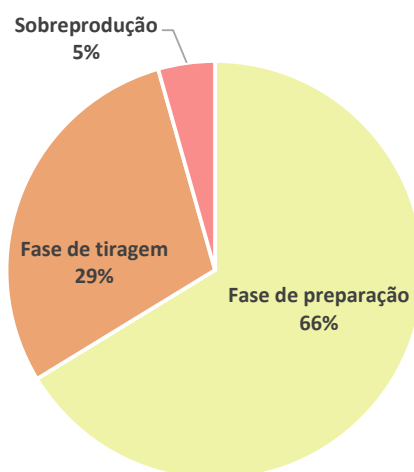


Figura 21 – Desperdício por fases de produção na máquina M600

Observando o desperdício por cada escalão, sendo que cada escalão corresponde a um intervalo de tiragem, é possível ver que o escalão que mais contribui para o desperdício é a R1. É necessário ressaltar que este escalão é aquele que tem um maior número de entradas de máquina.

Tabela 1 – Desperdício da máquina M600 por escalão de produção

Rótulos de linha (2023)	Entradas máquina	Desperdício Total	Fase de Preparação	Fase de Tiragem	Sobre Produção
Geral	1 352	14,8%	9,8%	4,3%	0,7%
R1 [1-15 000]	861	33,7%	26,9%	5,4%	1,5%
R2 [15 001-25 000]	171	18,0%	12,5%	4,7%	0,8%
R3 [25 001-100 000]	260	11,6%	6,5%	4,5%	0,6%
R4 [100 001-250 000]	41	6,4%	2,2%	3,9%	0,2%
R5 [250 001-750 000]	19	4,3%	1,0%	3,2%	0,1%

Relativamente ao desperdício por cada equipa afeta a esta máquina em 2023 é possível ver que existem disparidades entre as percentagens de desperdício, como observado na Tabela 2. A equipa A foi a que apresentou menor desperdício no total, tendo os desperdícios de tiragem e de sobreprodução mais baixos entre as restantes equipas. A equipa C foi aquela que teve menor desperdício de produção, a prejudicar o seu resultado teve o desperdício de tiragem mais elevado.

No desperdício geral, a equipa B apresentou o pior resultado, desperdiçando 16,3% da sua produção.

Tabela 2 – Desperdício por equipas da M600

(2023)	Desperdício Total	Desperdício Preparação	Desperdício Tiragem	Desperdício Sobre Produção
Equipa A	13,1%	9,4%	3,3%	0,4%
Equipa B	16,3%	11,2%	4,0%	1,1%
Equipa C	14,9%	8,9%	5,5%	0,4%

Em número de planos, esta máquina de impressão teve um desperdício de 5 581 883 planos em 2023. Na tabela seguinte (Tabela 3) é possível ver o desperdício em número de planos de cada uma das equipas. De facto, entre as equipas podemos ver que a melhor equipa desperdiça em média 3548 planos por entrada, sendo que, a equipa com resultados piores (equipa B) desperdiça mais 1187 planos que a equipa A. Da mesma forma, a equipa C também desperdiça mais 595 planos em média que a equipa com melhores resultados.

Tabela 3 – Número de planos desperdiçados por equipa da M600

(2023)	Planos desperdiçados	Entradas em máquina	Média de planos desperdiçados por entrada	Varição por entrada (face à equipa com melhor desempenho)
Equipa A	1 561 126	440	3548	–
Equipa B	1 936 596	409	4735	+ 1187 (+ 33,46%)
Equipa C	2 084 160	503	4143	+ 595 (+ 16,77%)

Relativamente ao desperdício da Lithoman esta teve um desperdício de 8,3% em 2023. Deste valor de desperdício metade provém da fase de preparação, da fase de tiragem 33% e 13% são sobreprodução, tal como ilustra a Figura 22.



Figura 22 – Desperdício por fases de produção na máquina Lithoman

Tal como na máquina M600, o escalão R1 foi aquele que teve maior número de entradas de máquina, mais de 1500 entradas, e que por sua vez foi o que mais contribuiu para o desperdício total (Tabela 4).

Tabela 4 – Desperdício da máquina Lithoman por escalão de produção

Rótulos de linha (2023)	Entradas máquina	Desperdício Total	Fase de Preparação	Fase de Tiragem	Sobre Produção
Geral	2 496	8,3%	4,5%	2,7%	1,1%
R1 [1-15 000]	1 590	21,2%	15,1%	3,9%	2,1%
R2 [15 001-25 000]	391	12,0%	6,6%	3,4%	2,0%
R3 [25 001-100 000]	438	7,3%	3,3%	2,4%	1,7%
R4 [100 001-250 000]	55	3,9%	1,1%	2,1%	0,8%
R5 [250 001-750 000]	14	2,5%	0,4%	2,1%	0,0%
R6 [750 001-9 999 999]	8	2,9%	0,3%	2,6%	0,1%

No que diz respeito ao desperdício por cada equipa afeta a esta máquina em 2023 é possível ver que existem grandes disparidades entre a percentagem de desperdício, como observado na Tabela 5. A equipa A foi a que apresentou menor desperdício no total (7,1%), uma diferença de 2 pontos percentuais face a equipa com pior desempenho, tendo os desperdícios de preparação e de sobreprodução mais baixos entre as restantes equipas. A equipa D apresentou o pior resultado, tendo desperdiçado 9,1% dos planos produzidos.

Tabela 5 – Desperdício por equipas da Lithoman

(2023)	Desperdício Total	Desperdício Preparação	Desperdício Tiragem	Desperdício Sobre Produção
Equipa A	7,1%	3,7%	2,6%	0,9%
Equipa B	8,3%	4,9%	2,4%	1,0%
Equipa C	9,0%	5,2%	2,6%	1,2%
Equipa D	9,1%	4,5%	3,3%	1,4%

Em número de planos, esta máquina de impressão registou um desperdício de 5 952 763 planos em 2023. Na Tabela 6 observa-se o desperdício em número de planos de cada uma das equipas. De facto, entre as equipas podemos ver que a melhor equipa desperdiça em média 1 844 planos sendo que a equipa D desperdiça mais 1 022 planos face ao resultado da equipa com melhor desempenho. Da mesma forma, as equipas B e C também desperdiçam mais 439 e 805 planos, respetivamente, face a equipa A que tem os melhores resultados.

Tabela 6 – Número de planos desperdiçados por equipa da Lithoman

(2023)	Planos desperdiçados	Entradas em máquina	Média de planos desperdiçados por entrada	Varição por entrada (face à equipa com melhor desempenho)
Equipa A	1 596 925	866	1844	–
Equipa B	680 376	298	2283	+ 439 (+ 23,81%)

Equipa C	1 735 252	655	2649	+ 805 (+ 43,66%)
Equipa D	1 940 210	677	2866	+ 1022 (+ 55,42%)

3.3.2. Tempos

Os tempos de trabalho não são apenas cruciais para o desempenho global da organização, mas também têm um impacto significativo no desperdício de papel. Tal como abordado anteriormente, a fase de preparação “run” é a etapa que mais contribui para o desperdício de papel, uma vez que envolve a impressão de planos até alcançar ao produto final pretendido.

É interessante apontar que as equipas em ambas as máquinas apresentam desempenhos bastante dispare, com uma equipa a destacar-se em todas as fases de operação com um melhor desempenho (em ambas as máquinas). Na máquina de impressão M600, a equipa C é aquela que mostra o melhor desempenho no que toca a tempos, ilustrado na Tabela 7.

Tabela 7 – Tempos de preparação e tiragem por equipa na máquina M600

Tempos médios 2023 (minutos)	Preparação Run	Preparação Stop	Tiragem Run	Tiragem Stop	Total
Equipa A	20,9	20,6	63,3	22,5	127,3
Equipa B	23,4	20,2	64,9	21,8	130,3
Equipa C	20,4	11,5	60,4	18,2	110,4

Por outro lado, na Lithoman, a equipa A é a que apresenta o melhor desempenho, tal como se observa na Tabela 8.

Tabela 8 – Tempos de preparação e tiragem por equipa na máquina Lithoman

Tempos médios 2023 (minutos)	Preparação Run	Preparação Stop	Tiragem Run	Tiragem Stop	Total
Equipa A	5,6	14,9	47,3	13,7	81,5
Equipa B	9,5	19,0	52,2	15,9	96,6
Equipa C	9,6	16,4	53,0	17,3	96,3
Equipa D	10,0	20,0	60,6	21,6	112,2

Analisando comparativamente o desempenho, na Lithoman, da equipa “líder” em tempo de preparação run com o tempo da equipa subsequente, pode-se constatar uma diferença de 3,9 minutos. Isto significa que se a máquina estiver em operação a uma velocidade de arranque de 14 000 planos por hora resulta num desperdício médio de mais 910 planos em média que a equipa com melhor desempenho.

Quanto aos tempos totais de desempenho o pior, na máquina M600, é registado pela equipa B que apresenta um tempo de 130,3 minutos, enquanto na Lithoman, é a equipa D que apresenta 112,2 minutos.

3.3.3. OEE

De forma a avaliar o desempenho geral da utilização da máquina pode-se analisar o OEE, isto é, avaliar a eficácia da utilização de um equipamento.

Na Lidergraf, apenas são considerados três dos quatro componentes do OEE, uma vez que a máquina está sempre disponível. Assim, são contabilizados o tempo, a velocidade e a qualidade no cálculo do OEE.

A máquina M600 apresenta um OEE total de 32,59%, calculado pela multiplicação dos OEEs de tempo, velocidade e qualidade. Enquanto isso, a máquina Lithoman alcança 41,45% no OEE total calculado da mesma forma.

Em ambas as máquinas, a componente com melhores resultados é o OEE de qualidade. Para a máquina M600, a componente com pior desempenho é o OEE de velocidade, enquanto que para a Lithoman é o OEE tempo, conforme apresentado nas Tabela 9 e Tabela 10, para as máquinas M600 e Lithoman, respetivamente.

Tabela 9 – OEE por escalão de produção da máquina M600

Rótulos de linha (2023)	OEE Tempo	OEE Velocidade	OEE Qualidade	OEE Total
R1 [1-15 000]	34,22%	57,68%	66,31%	13,09%
R2 [15 001-25 000]	50,91%	55,47%	81,97%	23,15%
R3 [25 001-100 000]	63,33%	58,44%	88,45%	32,74%
R4 [100 001-250 000]	75,75%	62,48%	93,64%	44,32%
R5 [250 001-750 000]	83,91%	61,88%	95,68%	49,68%
Total Geral	61,62%	59,19%	85,21%	32,59%

Relativamente aos escalões de produção, observa-se que o desempenho tem tendências de melhoria à medida que aumenta o escalão de tiragem. Para todos os componentes utilizados pela Lidergraf para o cálculo do OEE, o pior desempenho destaca-se no escalão de produção mais baixo, o R1.

Tabela 10 – OEE por escalão de produção da máquina Lithoman

Rótulos de linha (2023)	OEE Tempo	OEE Velocidade	OEE Qualidade	OEE Total
R1 [1-15 000]	45,62%	51,21%	78,81%	18,41%
R2 [15 001-25 000]	52,91%	55,84%	87,99%	26,00%
R3 [25 001-100 000]	64,76%	60,79%	92,68%	36,49%
R4 [100 001-250 000]	74,38%	74,78%	96,07%	53,44%
R5 [250 001-750 000]	76,96%	76,17%	97,51%	57,16%
R6 [750 001- 9 999 999]	72,32%	81,46%	97,06%	57,18%
Total Geral	64,49%	66,71%	91,69%	41,45%

Se este indicador for observado por cada equipa de cada máquina também se podem verificar algumas diferenças de desempenho, tal como observado anteriormente pelos outros indicadores.

Relativamente às equipas da máquina M600 existem diferenças de desempenho entre as equipas, isto porque cada uma das equipas se destaca em um dos componentes do OEE. A equipa C é aquela que tem melhores resultados no OEE tempo, a equipa B tem os melhores resultados no OEE velocidade e a equipa A é a que tem melhor resultado no OEE qualidade. Efetivamente, no que diz respeito ao OEE total, a equipa C é aquela que têm o melhor resultado, com 34,58% tal como se pode observar na Tabela 11.

Tabela 11 – OEE por equipas da máquina M600

OEE por equipa (2023)	OEE Tempo	OEE Velocidade	OEE Qualidade	OEE Total
Equipa A	59,02%	57,31%	86,85%	31,06%
Equipa B	60,26%	61,21%	83,67%	32,53%
Equipa C	65,77%	59,52%	85,15%	34,58%

Diferente da anterior, na Lithoman, uma das equipas apresenta melhores resultados em todos os componentes no OEE. A equipa A tem os melhores resultados, tendo um OEE total de 43,48%. Este valor de OEE segue os resultados apresentados anteriormente, visto que a equipa A é aquela que apresenta melhorias de resultados tanto no desperdício de papel como em tempo de produção. A Tabela 12 mostra os resultados dos vários OEE das equipas da máquina Lithoman.

Tabela 12 – OEE por equipas da máquina Lithoman

OEE por equipa (2023)	OEE Tempo	OEE Velocidade	OEE Qualidade	OEE Total
Equipa A	65,33%	68,94%	92,85%	43,48%
Equipa B	64,79%	66,45%	91,69%	41,46%
Equipa C	64,45%	66,68%	91,00%	41,05%
Equipa D	62,93%	64,78%	90,86%	39,35%

3.3.4. Manta branca

No que diz respeito à matéria-prima utilizada, o papel, a manta branca é outra das categorias de desperdício que importa ser analisada. Efetivamente, a manta branca é o conjunto das primeiras camadas de papel da bobine que são retiradas pelo facto de apresentarem algum tipo de dano e também por surgirem agarradas ao cartão que envolve a bobine de papel. O desejado é que seja sempre apenas uma camada, mas por vezes a manta branca retirada excede a primeira camada de papel que envolve a bobine. Na Tabela 13 pode se observar que a quantidade de manta branca retirada das bobines de papel para a máquina M600 foi em 2023 de 1,6 quilogramas (kg). Nas bobines para a Lithoman são retirados em média 4 kg de manta branca, valor este abaixo dos valores dos anos anteriores (um decréscimo de 1,7% face ao ano de 2021).

Tabela 13 – Quantidade média de manta branca retirada por cada máquina

Manta branca retirada em média (em kg)	2021	2022	2023
M600	1,9	1,4	1,6
Lithoman	5,7	4,4	4,0

Sempre que é detetado algum dano exterior na bobine é feita a remoção de papel até ao dano detetado sobre a forma de manta branca. Os danos previstos para registo são problemas nos cantos, na lateral, no topo, humidade, objetos estranhos e ainda problemas no casquilho. Tal como observado pela Tabela 14, relativo ao papel utilizado na Lithoman, desde o ano de 2021 até ao ano de 2023 os problemas identificados nas bobines têm uma tendência decrescente passando de 663 problemas identificados em 2021 para 476 problemas em 2023, tendo em conta o total de bobines utilizadas a percentagem destas com problemas também reduziu sendo em 2023 inferior a 10%.

A mesma tendência é observada na máquina de impressão M600. De 2021 para 2023 os problemas identificados nas bobines caíram para metade, apresentando assim em 2023 aproximadamente 2% das bobines com problemas.

Tabela 14 – Problemas nas bobines

Problemas nas bobines	2021		2022		2023	
	M600	Lithoman	M600	Lithoman	M600	Lithoman
Problema identificado na bobine ^a	105	663	87	690	50	476
% do total de bobines	4,3%	12,0%	3,5%	14,0%	2,3%	9,5%

^a pelo menos um dos problemas: cantos, lateral, topo, humidade, objeto estranho, casquilho.

Dado que o papel é uma matéria-prima delicada e suscetível a alterações das suas propriedades ao longo do tempo, torna-se crucial monitorizar o período de armazenamento das bobines no armazém da empresa. Neste contexto foi analisado o intervalo de tempo entre a receção da bobine de papel até à sua utilização efetiva na produção.

É relevante destacar que a empresa adotou recentemente a metodologia “*First in, First out*” (FIFO) para o armazenamento das bobines. Esta abordagem assegura que as bobines recebidas em primeiro lugar são as primeiras a serem utilizadas na máquina de impressão. Na Lidergraf, especificamente, é aplicado um sistema FIFO com um período de 3 meses. Isso significa que, ao retirar papel do armazém, se uma bobine mais recente for selecionada e existir uma bobine com mais de 3 meses de armazenamento é emitida uma notificação à equipa responsável.

Em 2023, observou-se que em ambas as máquinas, mais de 70% das bobines utilizadas permaneceram na organização por um período de 0 a 6 meses, tal como é possível observar na Tabela 15. Conforme desejado, a proporção de bobines armazenadas por mais de 1 ano é a mais reduzida, representando 10,2% para a máquina M600 e 7,2% para a Lithoman.

É interessante notar que, em anos anteriores, a proporção de bobines com armazenamento de 0 a 6 meses era mais elevada, mas desde 2021 até 2023, observou-se uma tendência decrescente nesse indicador.

Tabela 15 – Tempo de permanência das bobines na empresa

Tempo de permanência	2021		2022		2023	
	M600	Lithoman	M600	Lithoman	M600	Lithoman
0 – 6 meses	85,3%	90,4%	82,5%	87,1%	74,1%	79,8%
6 – 12 meses	6,0%	5,5%	10,8%	8,8%	15,7%	13,0%
+ 1 ano	8,7%	4,0%	6,6%	4,2%	10,2%	7,2%

3.3.5. Eventos de máquina

Ao longo do processo produtivo nas máquinas de impressão rotativa podem surgir uma variedade de problemas/eventos que fazem com que seja necessário parar a máquina. Estes eventos visam tipificar as situações indesejáveis que ocorreram na máquina, bem como a sua frequência de ocorrência. Por esse motivo, os dados são analisados em termos do número de ocorrências e da duração da ocorrência.

Relativamente ao número de ocorrências na máquina M600, destaca-se o ‘evento não justificado’ como o mais frequente. Sempre que ocorre uma paragem, é necessário registar uma causa associada, contudo quando essa causa não é assinalada pelos colaboradores da máquina, o registo fica como ‘evento não justificado’. Em muitos casos, essas ocorrências correspondem a micro paragens, ou seja, interrupções de curta duração (de 1 a 5 minutos), e por isso não se considera necessário associar-lhes um evento específico. Em seguida, surgem a afinação e correções realizadas pelos operadores, o rebentamento da banda e a lavagem de *cautchus*. Conforme evidenciado pela Tabela 16, há eventos que se destacam pelo elevado número de ocorrências. Em contrapartida, os eventos como ‘à espera de chapas’ e ‘problemas de montagem’ ocorreram apenas uma vez, representando uma contribuição muito pequena em comparação com os restantes.

Tabela 16 – Ocorrência de eventos na máquina M600

Eventos na M600 (2023)	Ocorrências	%
Evento não justificado	359	43,7%
Afinação/Correção p/ Operador	122	14,9%
Rebentamento da banda	102	12,4%
Lavagem de <i>cautchus</i>	60	7,3%
Encravamento na dobradeira	55	6,7%
Troca de chapas	52	6,3%
Avaria	24	2,9%
Chapas mal gravadas/revel	15	1,8%
Falha de energia	10	1,2%
Manutenção Corretiva (p/ Operador)	7	0,9%
Substituição de <i>cautchus</i>	7	0,9%
À espera de papel	2	0,2%
Erro de imagem/conteúdo	2	0,2%
Manutenção Preventiva (p/ Operador)	2	0,2%
À espera de chapas	1	0,1%
Problemas de Montagem	1	0,1%
Total Geral	821	100%

A Figura 23 ilustra que os quatro eventos com maior número de ocorrências representam 80% de todas as ocorrências registadas na máquina M600. Por isso mesmo, esses eventos têm um impacto significativo na eficiência operacional da máquina.

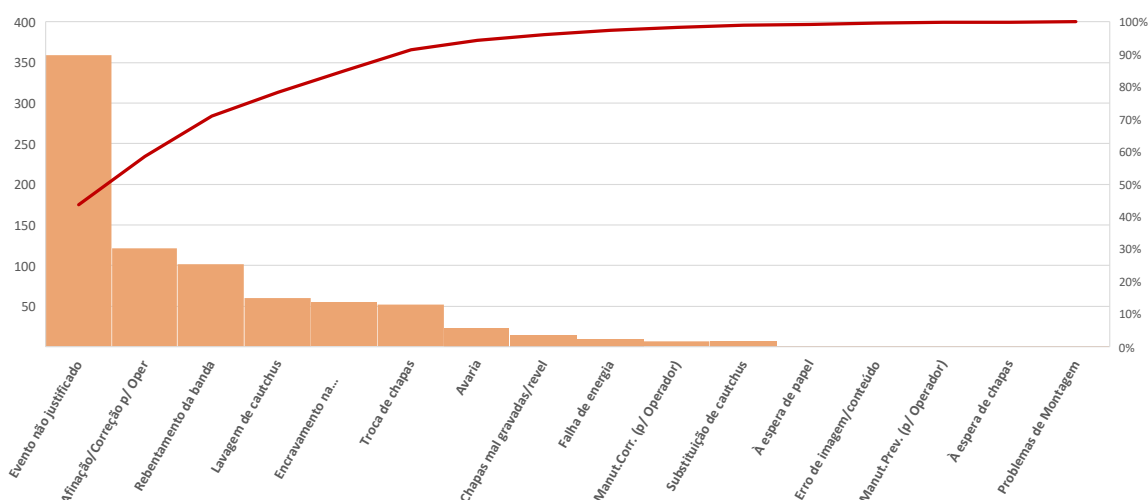


Figura 23 – Diagrama de Pareto de ocorrências na máquina M600

Relativamente à duração dos eventos na mesma máquina, surge em primeiro lugar a afinação/correção por operador, ocupando 19% do tempo de máquina em 2023, com uma duração média de 17 minutos. Conforme mostra a Tabela 17, outros eventos significativos incluem o rebentamento da banda, os eventos não justificados, a troca de chapas, avarias e ainda a lavagem dos *cautchus*.

Tabela 17 – Duração dos eventos na máquina M600

Eventos na M600 (2023)	T. Ev. (min)	%	Duração média do evento (em min.)
Afinação/Correção p/ Operador	2 113	19,0%	17
Rebentamento da banda	1 724	15,5%	17
Evento não justificado	1 610	14,5%	4
Troca de chapas	1 410	12,7%	27
Avaria	1 203	10,8%	50
Lavagem de <i>cautchus</i>	1 151	10,3%	19
Encravamento na dobradeira	557	5,0%	10
Chapas mal gravadas/revel	357	3,2%	24
Manutenção Corretiva (p/ Operador)	347	3,1%	50
Falha de energia	278	2,5%	28
Substituição de <i>cautchus</i>	181	1,6%	26
Problemas de Montagem	67	0,6%	67
À espera de papel	65	0,6%	33
Erro de imagem/conteúdo	40	0,4%	20
À espera de chapas	17	0,2%	17
Manutenção Preventiva (p/ Operador)	10	0,1%	5
Total Geral	11 131	100%	-

Os eventos mencionados acima correspondem a mais de 80% do tempo total de paragens, tal como mostra a Figura 24. Dentre eles, o evento 'avaría' destacou-se por ter uma duração média de 50 minutos até ser resolvido, seguido pela 'troca de chapas' que exigiu em média 27 minutos.

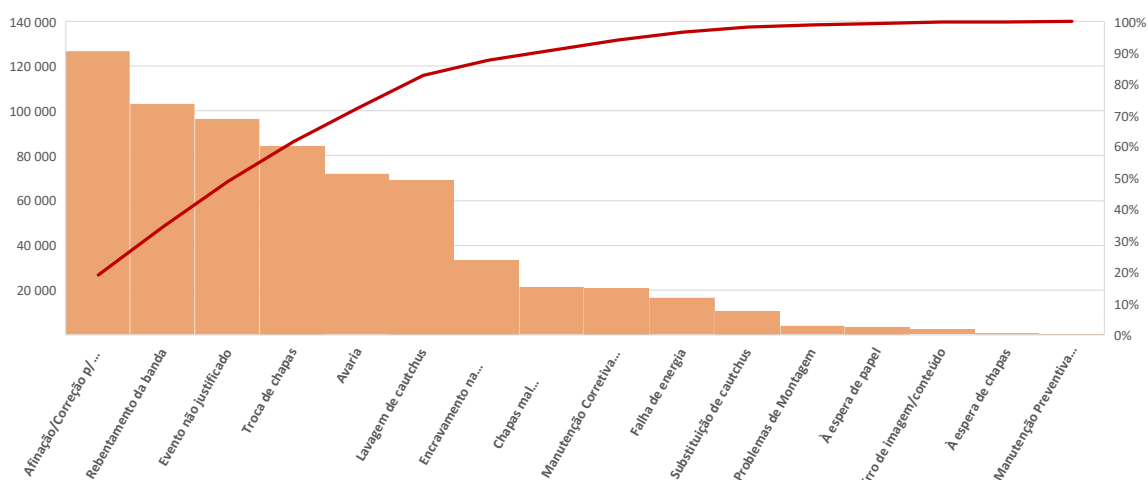


Figura 24 – Diagrama de Pareto do tempo de paragens na máquina M600

Já na máquina de impressão rotativa Lithoman, o evento com maior número de ocorrências foi o evento de afinação/correção por operador, totalizando mais de 400 ocorrências, conforme apresentado na Tabela 18. A seguir, destacam-se os eventos de rebentamento de banda, evento não justificado e encravamento na dobradeira com 344, 292 e 160 ocorrências, respetivamente.

Tabela 18 – Ocorrência de eventos na máquina Lithoman

Eventos na Lithoman (2023)	Ocorrências	%
Afinação/Correção p/ Operador	441	27,0%
Rebetamento da banda	344	21,1%
Evento não justificado	292	17,9%
Encravamento na dobradeira	160	9,8%
Chapas mal gravadas/revel	156	9,6%
Manutenção Corretiva (p/ Operador)	89	5,5%
Avaria	60	3,7%
Troca de chapas	43	2,6%
Substituição de <i>cautchus</i>	28	1,7%
À espera de chapas	5	0,3%
À espera de papel	5	0,3%
À espera do Cliente/Aprovado	3	0,2%
Falha de energia	2	0,1%
Manutenção Preventiva (p/ Operador)	2	0,1%
Problemas de Montagem	2	0,1%
Erro de imagem/conteúdo	1	0,1%
Total Geral	1633	100%

Quando somado o número de ocorrências do evento que se refere à má gravação/revelação das chapas de impressão, esses constituem os eventos com maior impacto operacional da máquina,

uma vez que juntos totalizam mais de 80% das ocorrências da Lithoman, tal como evidenciado na Figura 25.

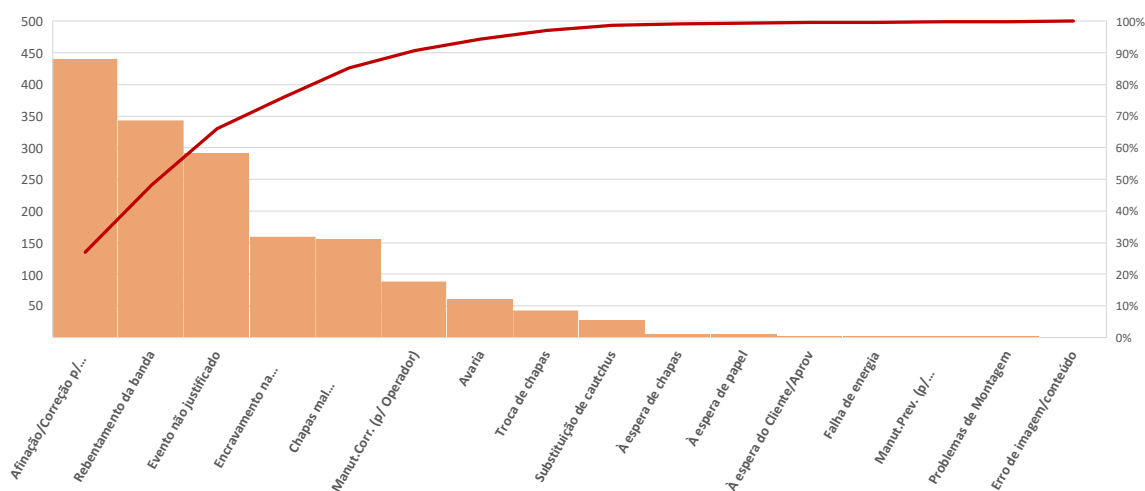


Figura 25 – Diagrama de Pareto de ocorrências na máquina Lithoman

No que toca ao tempo de resolução do evento pode-se observar que o rebentamento de banda foi aquele que mais tempo ocupou no total dos eventos, sendo responsável por mais de 30% do tempo ocupado em eventos, tal como se pode observar na Tabela 19. De facto, em 2023 para a resolução de um rebentamento de banda foi necessário em média 33 minutos. Seguido deste evento, surge ainda a afinação/correção por operador, encravamento na dobradeira, chapas mal gravadas/reveladas e ainda avarias.

Tabela 19 – Duração dos eventos na máquina Lithoman

Eventos na Lithoman (2023)	T. Ev. (min)	%	Duração média do evento (em min.)
Rebentamento da banda	11 463	30,8%	33
Afinação/Correção p/Operador	9 657	26,0%	22
Encravamento na dobradeira	3 712	10,0%	23
Chapas mal gravadas/revel	3 373	9,1%	22
Avaria	3 128	8,4%	52
Manutenção Corretiva (p/ Operador)	2 170	5,8%	24
Evento não justificado	1 232	3,3%	4
Troca de chapas	1 050	2,8%	24
Substituição de <i>cautchus</i>	713	1,9%	25
Falha de energia	201	0,5%	100
À espera de chapas	190	0,5%	38
À espera de papel	139	0,4%	28
Erro de imagem/conteúdo	57	0,2%	57
Problemas de Montagem	52	0,1%	26
À espera do Cliente/Aprovado	50	0,1%	17
Manutenção Preventiva (p/ Operador)	5	0,0%	3
Total Geral	37 193	100,0%	-

Os eventos mencionados anteriormente são responsáveis por mais de 80% do tempo total ocupado em paragens, tal como mostra a Figura 26. Entre os eventos mais representativos, o evento ‘avaria’ é aquele que apresenta a maior duração média, excedendo os 50 minutos. Embora menos frequente, com apenas duas ocorrências, o evento ‘falha de energia’ foi o que mais tempo demorou para ser resolvido, com uma média de 1 hora e 40 minutos.

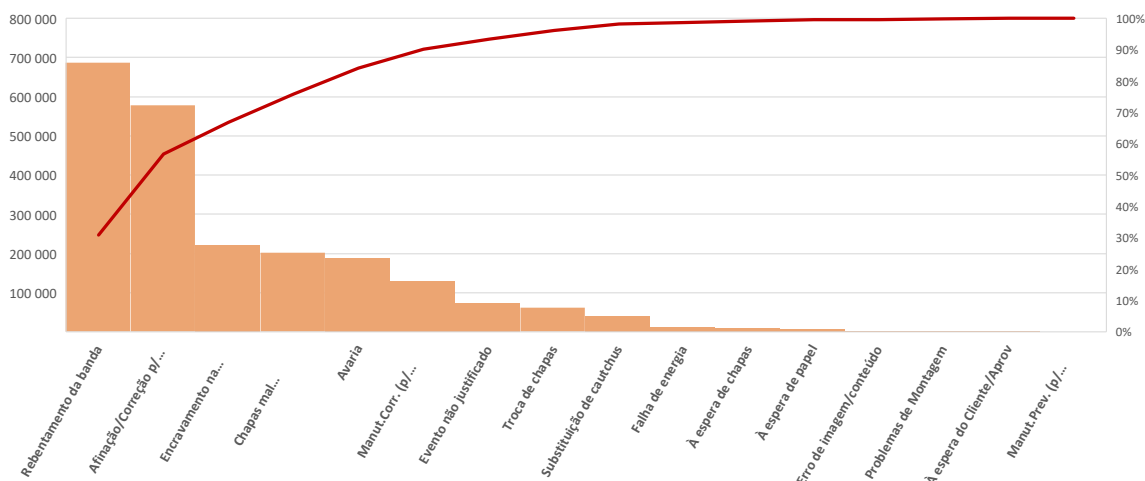


Figura 26 – Diagrama de Pareto do tempo de paragens na máquina Lithoman

3.3.6. Manutenção preventiva

A execução de tarefas de manutenção preventiva nas máquinas de impressão rotativa é vital para garantir o bom funcionamento dos equipamentos e prevenir falhas que possam comprometer a produção. Na Lidergraf, foi estabelecida uma lista de tarefas de manutenção, adaptada às necessidades específicas de cada máquina. Essas tarefas são programadas com diferentes periodicidades – semanal, mensal, semestral ou anual – dependendo das exigências de cada equipamento. O objetivo desta manutenção regular é assegurar que as máquinas operem de forma eficiente e sem interrupções, minimizando o risco de avarias durante a produção. Ao seguir rigorosamente este plano de manutenção, a empresa procura prevenir a ocorrência de eventos indesejados que possam proporcionar paragens inesperadas, defeitos dos produtos e outros como os mencionados anteriormente.

Ao analisar o número de tarefas de manutenção preventiva da máquina M600, conforme apresentado na Tabela 20, observa-se que a taxa de incumprimento tem vindo a aumentar nos últimos anos, passando de uma taxa de 11,20% em 2021 para 24,81% em 2023.

Tabela 20 – Manutenção preventiva da máquina M600

Tarefas de manutenção preventiva M600	2021	2022	2023
Quantidade de tarefas	1 196	1 153	1 185
– Realizadas	1 062	914	891
– Não Realizadas	134	239	294
Taxa de cumprimento	88,80%	79,27%	75,19%

Taxa de incumprimento	11,20%	20,73%	24,81%
-----------------------	--------	--------	--------

Analisando as tarefas não realizadas, a Figura 27 destaca que as tarefas com periodicidade semanal são as mais afetadas, com 231 tarefas não realizadas em 2023, seguido de 63 tarefas mensais que nesse ano também não foram executadas.

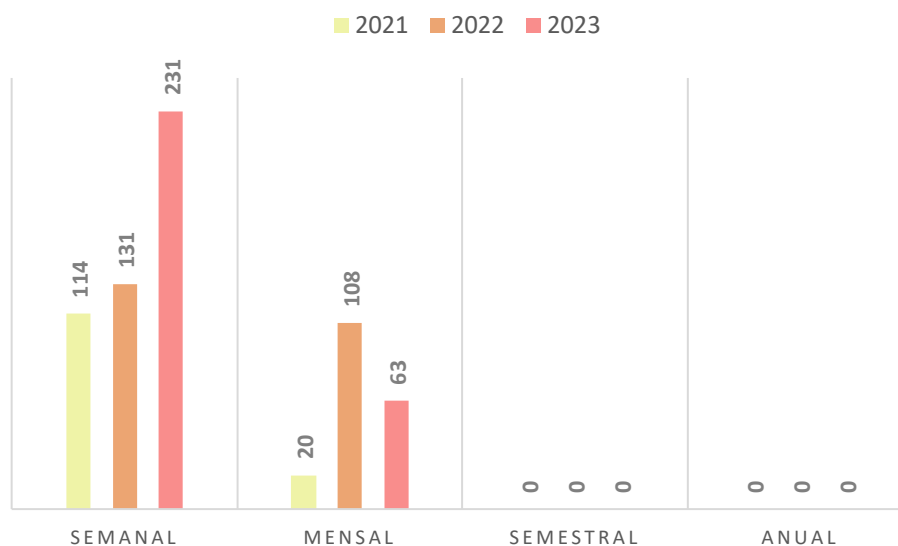


Figura 27 – Tarefas de manutenção preventiva não realizadas na máquina M600

No que diz respeito à máquina Lithoman, observa-se na Tabela 21, uma taxa de incumprimento das tarefas com tendência crescente, tal como acontece na máquina M600. De facto, em 2021 a taxa de incumprimento destas tarefas era de 26,44% sendo que no ano de 2023 a taxa foi de 50,97%.

Tabela 21 – Manutenção preventiva da máquina Lithoman

Tarefas de manutenção preventiva Lithoman	2021	2022	2023
Quantidade de tarefas	1097	1018	1034
– Realizadas	807	535	507
– Não Realizadas	290	483	527
Taxa de cumprimento	73,56%	52,55%	49,03%
Taxa de incumprimento	26,44%	47,45%	50,97%

Observando as tarefas não realizadas, verifica-se um comportamento semelhante ao da máquina anterior, isto porque as tarefas com periodicidade mais baixas são aquelas que tem menos cumprimento. Destacam-se assim 376 tarefas semanais, 87 quinzenais e 60 mensais não realizadas em 2023, no caso da máquina Lithoman ainda surgem 3 trimestrais e 1 bimestral não realizadas, tal como mostra a Figura 28.

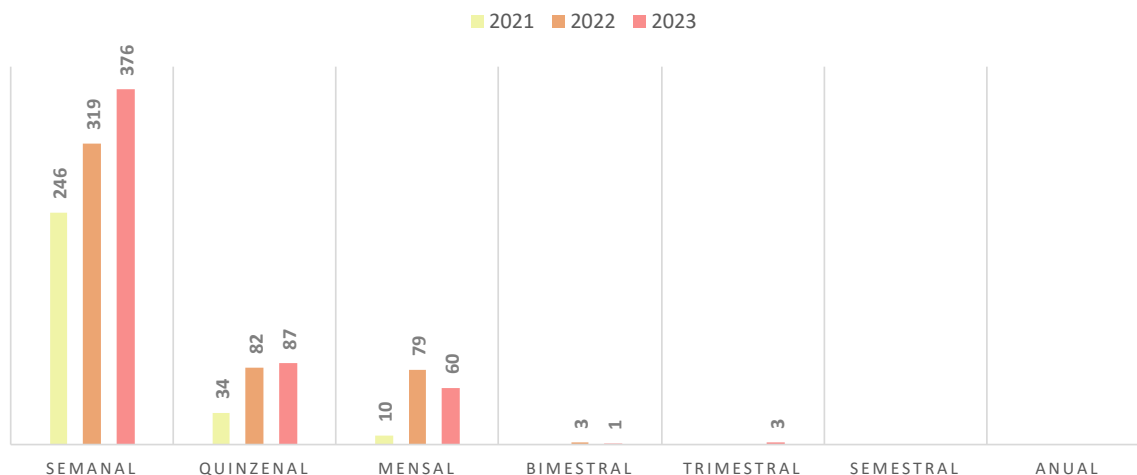


Figura 28 – Tarefas de manutenção preventiva não realizadas na máquina Lithoman

3.4. Identificação de problemas

Para iniciar a fase de identificação dos problemas no processo de impressão, foi realizado um VSM em conjunto com os operadores das máquinas. Durante os *workshops*, os trabalhadores ajudaram a mapear, com detalhe, o fluxo de materiais e de informações ao longo das várias etapas do processo de impressão. Neste mapeamento, foram identificados todos os elementos de entrada, as atividades do processo e as saídas, proporcionando uma visão clara do funcionamento do fluxo de trabalho e possíveis oportunidades de melhoria.

Com a realização de um *workshop* com os trabalhadores, foi possível levantar as causas do desperdício de papel. Em primeiro lugar, foi realizado um *workshop* com as equipas da máquina M600, onde foram identificadas algumas das causas de desperdício ao longo do processo de impressão. As causas de desperdício identificadas foram sintetizadas num diagrama de Ishikawa, que se encontra representado na Figura 29 (para melhor visualização deste diagrama pode se observar este diagrama em APÊNDICE A).

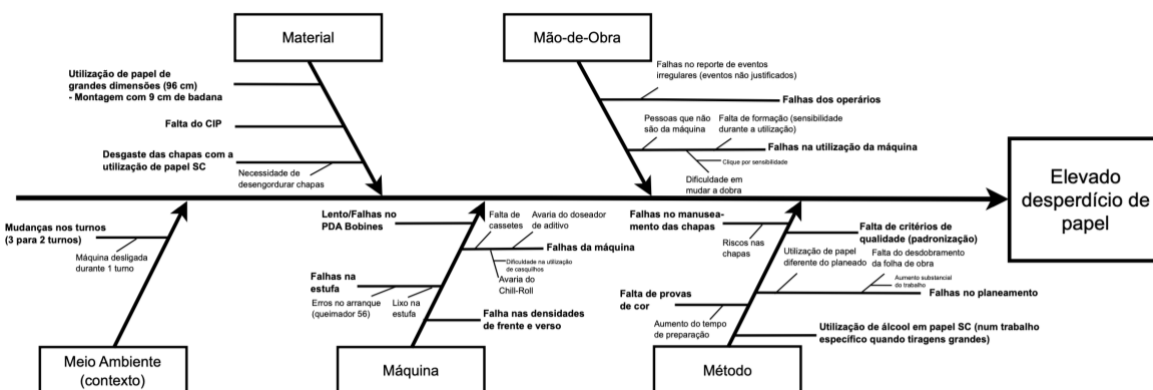


Figura 29 – Diagrama de Ishikawa relativo ao elevado desperdício de papel na máquina M600

Através da análise do diagrama de Ishikawa é possível perceber a existência de alguns dos problemas que podem resultar num aumento do desperdício.

Relativamente aos problemas com o material destaca-se a utilização de papel de grandes dimensões, isto é, um papel com dimensões elevadas face a capacidade da máquina, a falta de informação (falta do CIP) e o desgaste das chapas ao utilizar um tipo específico de papel (papel SC).

Em relação à mão-de-obra, foram identificados dois principais problemas: as falhas dos operadores no reporte de eventos da máquina isto porque, tal como identificado anteriormente, existem eventos que não são justificados e ainda falhas durante a utilização máquina. Como causas deste último problema são atribuídas à falta de formação e sensibilidade dos colaboradores afetos à máquina e a necessidade de colaboradores para a máquina quando algum dos elementos das equipas afetas da máquina estão ausentes.

Devido às recentes alterações no contexto operacional da máquina, esta agora funciona apenas durante dois dos três turnos diários. Esta modificação também foi destacada como um possível problema, uma vez que a máquina é desligada e ligada dia após dia, interrompendo o seu funcionamento contínuo.

No que diz respeito à máquina foram detetadas várias falhas, incluindo a avaria do doseador de aditivo, a falta de cassetes e a avaria do chill-roll. Esta última avaria, em particular, foi observada como potenciadora do aumento do desperdício uma vez que resulta num desalinhamento da dobra do produto, causando defeitos no processo de dobra. Na estufa, também foram identificados problemas tais como lixos e erros no arranque. Além disso, foram notadas falhas na densidades de frente e verso, assim como no registo dos dados das bobines (PDA das bobines).

No método de trabalho, foram identificados vários problemas significativos. Um deles é a falta de provas de cor em folhetos publicitários, o que gera insegurança dos trabalhadores relativo às cores do trabalho e, conseqüentemente, aumenta o tempo de preparação “run” do trabalho. Da mesma forma, a ausência de critérios de qualidade padronizados é uma preocupação, pois os trabalhadores percebem uma falta de uniformidade entre equipas. As falhas de planeamento também representam um obstáculo, pois, por vezes, o tipo de papel utilizado difere do planeado e a falta do desdobramento da folha de obra (FO), que determina as quantidades a serem enviadas em cada palete, faz com que aumente a dificuldade e tempo de trabalho. É importante referir que a FO é o documento que contém todas as informações importantes para a realização do trabalho, desde quantidades a produzir, tipologia de produto a entregar (agrafado ou colado, por exemplo), papel a ser usado, entre outras.

Os riscos nas chapas foram identificados como um dos problemas durante o processo de impressão rotativa. Efetivamente, durante algumas das observações realizadas no chão de fábrica foram detetadas algumas situações em que foi necessário parar a produção de um trabalho para que fosse feita a retirada do risco da chapa, isto porque o risco tornava-se visível no trabalho impresso.

Assim, de forma a compreender melhor o problema com as chapas, isto é, a ocorrência de riscos nas chapas foi feita uma análise aos comentários de máquina sobre esta temática.

Relativamente à máquina M600, o número de comentários de máquina que mencionem a ocorrência de riscos em chapas estão a diminuir, tal como ilustra a Figura 30.



Figura 30 – Número de comentários a relatar riscos nas chapas (M600)

No que diz respeito a pedidos de novas chapas devido a este problema é possível ver, através da Figura 31, que existiu uma maior necessidade de gravar novas chapas em 2021 devido a riscos tendo no ano seguinte uma descida e posicionando-se em 2023 em metade do número de chapas pedidas em 2021.

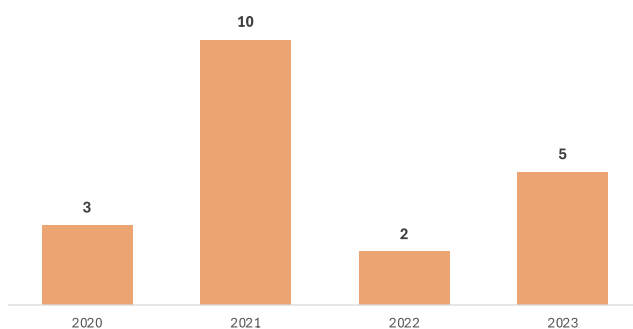


Figura 31 – Número de chapas com riscos da máquina M600

No pedido de novas chapas de impressão destaca-se ainda o pedido de novas chapas devido a erros do operador da máquina de impressão, erros de acerto e má dobra da chapa. Este erro por parte dos operadores da máquina apresenta uma tendência crescente (Figura 32), tendo em 2021 a necessidade de serem feitas 24 chapas e em 2023 a necessidade de 38 chapas devido aos erros dos operadores.

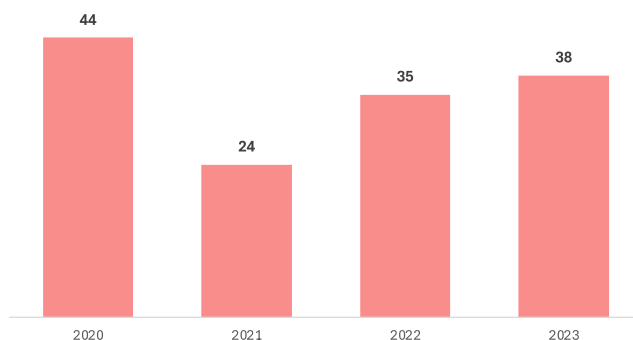


Figura 32 – Produção de novas chapas por erros do operador (M600)

Para a máquina Lithoman o número de comentários é bastante mais expressivo, sendo relatados mais comentários sobre este problema. Em 2023 observou se um pico de comentários relativos a este problema, 213 comentários, face aos anos anteriores em que foram observados entre 120 e 150 comentários, tal como ilustra a Figura 33.

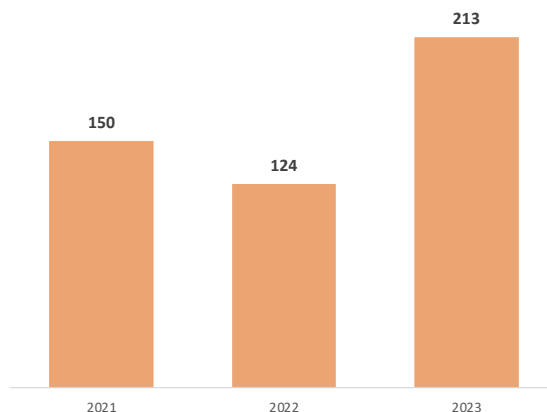


Figura 33 – Número de comentários a relatar riscos nas chapas da máquina Lithoman

De forma a entender melhor a situação atual relativa a este problema foi observado o período homólogo de janeiro e fevereiro dos anos de 2021 a 2024. Através desta análise é possível ver que nos períodos de janeiro e fevereiro o ano de 2024 é aquele que apresenta um maior número de comentários relativo a riscos nas chapas, tendo o registo de 45 comentários, sendo que no período homólogo do ano anterior (2023) tinham sido registados 11 comentários, como mostra a Figura 34.

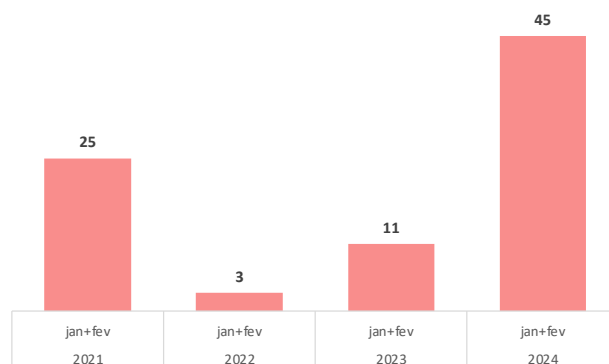


Figura 34 – Riscos das chapas nos meses de janeiro e fevereiro na Lithoman (2021-2024)

O número de entradas de máquina não justifica esta situação, isto porque no ano de 2023 existiu um maior número de entradas na máquina do que no ano de 2024 nesse mesmo período, tal como se pode observar na Figura 35.

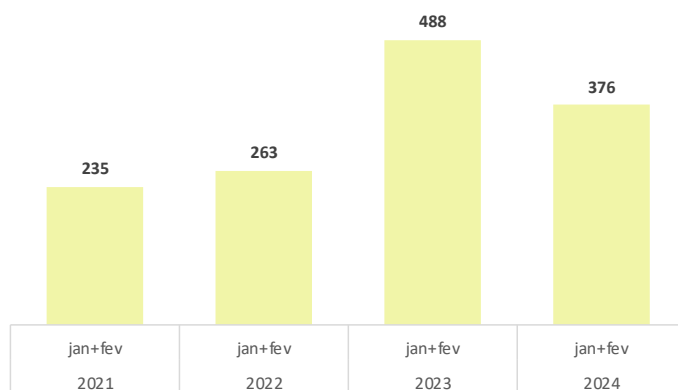


Figura 35 – Número de entradas de máquina em janeiro e fevereiro na Lithoman (2021-2024)

O pedido de novas chapas por existirem riscos apresenta uma tendência de aumento, sendo necessário fabricar novas chapas devido a riscos 57 vezes em 2023. Face ao ano de 2022 existiu um aumento de 20 chapas adicionalmente fabricadas, tal como ilustra a Figura 36.

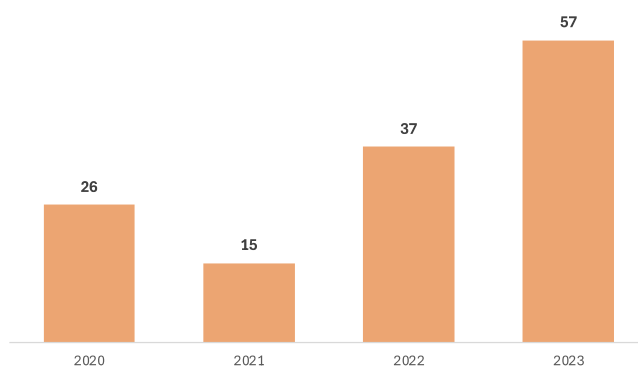


Figura 36 – Número de chapas com riscos da máquina Lithoman

Da mesma forma que na máquina anterior, existiu um aumento dos erros do operador, tendo sido fabricadas 66 chapas (Figura 37) a mais pelo facto de existirem erros por parte do operador da máquina de impressão.

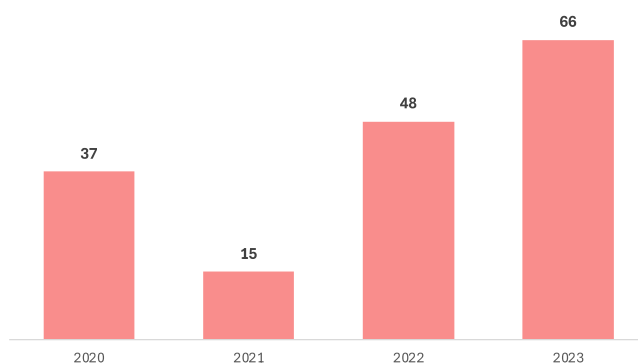


Figura 37 – Produção de novas chapas por erros do operador (Lithoman)

Efetivamente com a mudança das tiragens dos trabalhos sentidas na Lidergraf, isto pelo facto de serem impressas cada vez menos unidades de cada trabalho, mas mais trabalhos faz com que exista um aumento do consumo de chapas, isto em ambas as máquinas de impressão. Tal como se pode observar na Figura 38 é possível ver que para as duas máquinas de impressão o consumo de chapas segue uma tendência de crescimento, sendo que este é mais acentuado no caso das chapas da

Lithoman. Desta forma, visto que existe um aumento do consumo maior é a possibilidade de existirem erros que levem à existência de riscos nas chapas.

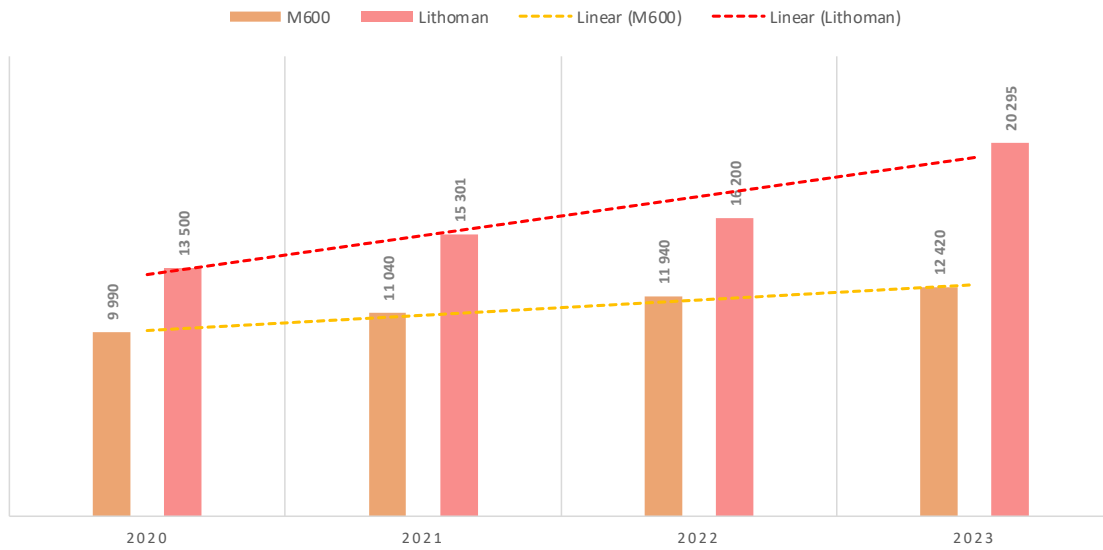


Figura 38 – Consumo de chapas de impressão das máquinas de impressão rotativa

Sendo os riscos nas chapas um problema identificado pela análise dos dados, nas observações e também destacada pelos próprios trabalhadores torna-se importante analisar as possíveis causas para este problema. Por isso mesmo foi construído um diagrama de Ishikawa para os riscos nas chapas, Figura 39 (para melhor visualização pode-se observar este diagrama no APÊNDICE B).

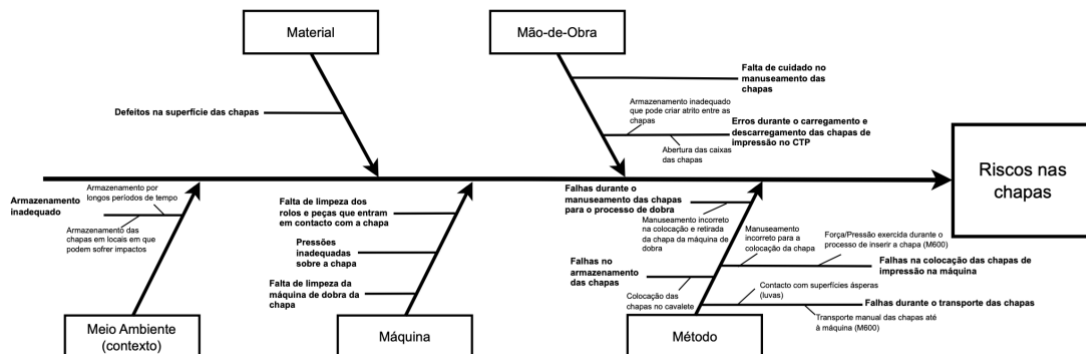


Figura 39 –Diagrama de Ishikawa relativo aos riscos nas chapas

Com esta análise destacam-se os problemas de método principalmente durante o manuseio e transporte das chapas que são as etapas em que existe a maior propensão à ocorrência de riscos nas chapas. No entanto, a maior utilização de chapas, como justificado anteriormente, é também uma das maiores causas para o aumento dos riscos nas chapas de impressão.

Num *workshop* com a equipa da Lithoman foram também identificadas causas para a problemática do desperdício de papel, como mostra na Figura 40 (para uma melhor visualização deste diagrama pode-se observar este diagrama de Ishikawa em APÊNDICE C).

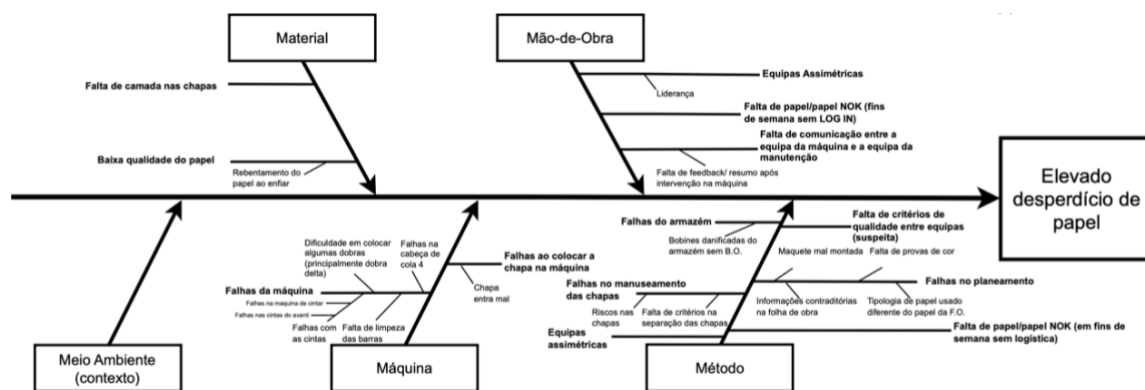


Figura 40 – Diagrama de Ishikawa relativo ao elevado desperdício de papel na máquina Lithoman

O material é fundamental para a redução do desperdício de papel. Por isso, os materiais utilizados na máquina, onde se destaca a utilização do papel e das chapas de impressão, tem de estar em boas condições para a sua utilização. Os trabalhadores percebem que a baixa qualidade do papel e o facto de algumas chapas de impressão surgirem com baixa camada, faz com que existam rebentamentos ao colocar a banda na máquina.

Relativamente à mão-de-obra, uma das causas identificadas no *workshop*, e corroborada por observações no chão de fábrica e pela análise dos resultados, é a assimetria entre as equipas da Lithoman. De facto, uma equipa destaca-se pela positiva em relação às outras. Para esta problemática é levantada a questão da liderança por parte do líder de cada equipa, o líder de equipa natural (LEN). Além disso, foi detetada uma falta de comunicação entre as equipas da máquina e a de manutenção, um problema relatado pelos trabalhadores.

No que diz respeito à máquina, é importante que esta não apresente problemas que possam comprometer a execução do trabalho, isto porque as avarias fomentam o aumento do desperdício. Foram identificadas falhas na estufa devido à falta de limpeza das barras de secagem do papel, na cabeça de cola responsável pela colagem de alguns trabalhos, problemas com as cintas das máquinas de cintar os maços de trabalho e ainda dificuldades em inserir algumas dobras na máquina, especialmente a dobra do tipo delta. Além disso os trabalhadores relataram que existe alguma dificuldade em colocar as chapas na máquina, fazendo com que a chapa não entre de forma adequada.

O método de trabalho dos colaboradores é fundamental para evitar ocorrência de problemas que possam aumentar o desperdício de papel. Tal como anteriormente abordado, as chapas devem estar em ótimas condições para que não ocorram problemas, como o caso de riscos, problema este que aumenta substancialmente o desperdício de papel porque no caso de apresentar o risco no trabalho é necessário fazer a paragem da máquina, correção do risco da chapa ou até mesmo a substituição da chapa e de seguida fazer um novo arranque da máquina para retomar o trabalho. Portanto, o manuseamento das chapas é de grande importância. Da mesma forma o planeamento é primordial para a execução do trabalho sem problemas indesejados ou fora das especificações do cliente. Tal como na M600, os trabalhadores relatam que existe a falta de provas de cor, maquetes do trabalho mal montadas, informações contraditórias na FO e ainda tipologia de papel usado diferente do papel planeado na FO. A falta de critérios de qualidade entre equipas é também mencionada pelos trabalhadores.

Ainda em relação ao método, foram detetadas falhas do armazém, pois bobines de papel com problemas já observados devem ser acompanhadas por um boletim de ocorrência (BO), mas muitas vezes chegam sem este documento.

Tal como as equipas têm assimetrias de liderança, estas também têm assimetrias no método de execução das tarefas na máquina. Por isso mesmo torna-se de elevada relevância normalizar/padronizar as tarefas a executar na máquina de forma a que seja possível obter, por parte das equipas, os resultados que a equipa com os melhores resultados obtém. Embora algumas situações possam variar, as tarefas em condições normais de trabalho devem ser padronizadas.

página propositadamente em branco

4. PROPOSTAS/AÇÕES DE MELHORIA

Neste capítulo são apresentadas propostas e ações de melhoria para alguns dos problemas identificados anteriormente. Estas soluções têm como objetivo mitigar os problemas através da aplicação de ferramentas *Lean*.

4.1. Melhoria e normalização do processo de arranque (*setup*) da máquina

Devido às diferenças nos resultados obtidos entre as equipas, foi realizada a recolha de todas as atividades executadas durante o *setup* das máquinas M600 e Lithoman. Para alcançar arranques consistentes entre as equipas, foi necessário analisar o modo operatório (MO) de cada máquina, isto é, criar uma listagem padronizada de tarefas a serem realizadas desde o término de um trabalho (limpeza de fim de trabalho) até ao início de um novo trabalho (preparação inicial até obter o trabalho de acordo com as exigências do cliente).

Em primeiro lugar, para a implementação desta metodologia foram feitas diversas observações ao MO em chão de fábrica, seguido pela realização de algumas filmagens de cada um dos operadores durante o processo de preparação da máquina antes de iniciar o seu arranque. Assim, com base nas observações e informações recolhidas, em conjunto com dados já existentes na organização, foi possível identificar as operações necessárias para a mudança de trabalho.

Foi assim elaborada uma listagem de tarefas, considerando dois tipos de arranque:

- Arranque simples (o MO simples)
- Arranque completo (o MO completo).

O MO simples que é aquele em que não são feitas grandes mudanças na máquina, isto é, quando trabalho seguinte tem mesma dobra (igual número de páginas). Aqui as principais atividades são fundamentalmente a troca das chapas de impressão pelas chapas do trabalho seguinte. O MO completo exige um maior tempo de preparação isto porque é feita a mudança de dobra sendo por isso necessário fazer alterações físicas ao circuito de papel dentro da máquina.

As listagens das tarefas a realizar, detalhadas no APÊNDICE D e APÊNDICE E, mostram as atividades específicas a ser realizadas nas máquinas M600 e Lithoman, respetivamente.

A máquina de impressão M600 apresenta um conjunto de 36 tarefas de *setup* a serem realizadas por 3 colaboradores. Sendo realizadas 34 como internas e apenas 2 como externas (tendo em conta o MO completo). A realização do *setup* completo nesta máquina ocupa assim cerca de 56,5 minutos.

Assim, foi feita a observação das tarefas de forma a realizar o SMED das tarefas de *setup*. Assim sendo das tarefas anteriormente identificadas foi possível classificar adicionalmente 7 tarefas como externas, obtendo assim um total de 27 tarefas internas e 9 tarefas externas. A Figura 41 ilustra à esquerda a situação antes da realização do SMED, à direita mostra a tarefas do MO após a realização do SMED, estando destacadas a cinzento as tarefas externas.

Tarefas	Tarefas
<ol style="list-style-type: none"> 1. Retirar e levantar tampas das UI 2. Cortar e retirar banda das UI 3. Expulsar palete do robô 4. Enviar palete para expedição 5. Registo do consumo da bobine anterior 6. Ligar Lava <i>Cautchus</i> + Lavar/secar + rolos molha 7. Lavar/secar <i>cautchus</i> + rolos molha 7. Lavar/secar <i>cautchus</i> + rolos molha e rolos UI 7. Lavar/secar <i>cautchus</i> + rolos molha e rolos UI 8. Limpar o posto de trabalho 9. Finalizar FO + Abrir Nova FO no CIP PULL 10. Preparação do papel para o próximo trabalho 11. Alterar parâmetros da máq. e linha de saída 12. Apoio na Afiinação da Molha 13. Afiinação da Molha 14. Retirar Chapas 15. Transporte de chapas usadas para fora da máq. 16. Pré-afiinação da linha de saída 17. Colocar Novas Chapas 17. Colocar Novas Chapas 18. Passar Banda nas UI - 1 18. Passar Banda nas UI - 2 18. Passar Banda nas UI - 3 19. Colocar e baixar tampas das UI 20. Afiinar Rodas dos Puxadores c/ papel 21. Colagem da Banda 21. Colagem da Banda 22. Ver passagem da banda + Parar máquina 23. Passar banda na SE e funil 23. Passar banda na SE e funil 24. Recolher banda (final funil) + enfiar nas rodas 25. Ligar tensões da bobine 26. Afiinar Cartilhados 27. Controlar passagem dobradeira / Final do VITS 28. Esperar passar colagem e 1º plano impresso 29. Comparação com Prova de Produção 30. Acerto de cor 31. Acerto dobras / Linha de corte 32. Afiinar Linha de Saída 33. Inserir dimensões do trabalho e palete no robô 	<ol style="list-style-type: none"> 0. Expulsar palete do robô 0. Enviar palete para expedição 0. Registo do consumo da bobine anterior 0. Limpar o posto de trabalho 0. Preparação do papel para o próximo trabalho 0. Transporte das chapas usadas para fora da máq. 1. Retirar e levantar tampas das UI 2. Cortar e retirar a banda das UI 3. Ligar Lava <i>Cautchus</i> + Lavar/secar + rolos molha 4. Lavar/secar <i>cautchus</i> + rolos molha 4. Lavar/secar <i>cautchus</i> + rolos molha e rolos UI 4. Lavar/secar <i>cautchus</i> + rolos molha e rolos UI 5. Finalizar FO + Abrir Nova FO no CIP PULL 6. Alterar parâmetros da máq. e linha de saída 7. Apoio na Afiinação da Molha 8. Afiinação da Molha 9. Retirar Chapas 10. Pré-afiinação da linha de saída 11. Colocar Novas Chapas 11. Colocar Novas Chapas 12. Passar Banda nas UI - 1 12. Passar Banda nas UI - 2 12. Passar Banda nas UI - 3 13. Colocar e baixar tampas das UI 14. Afiinar Rodas dos Puxadores c/ papel 15. Colagem da Banda 15. Colagem da Banda 16. Ver passagem da banda + Parar máquina 17. Passar banda na SE e funil 17. Passar banda na SE e funil 18. Recolher banda (final funil) + enfiar nas rodas 19. Ligar tensões da bobine 20. Afiinar Cartilhados 21. Controlar passagem dobradeira / Final do VITS 22. Esperar passar colagem e 1º plano impresso 23. Comparação com Prova de Produção 24. Acerto de cor 25. Acerto dobras / Linha de corte 26. Afiinar Linha de Saída
<ol style="list-style-type: none"> 0. Abastecer paletes no robô 0. Dobrar e furar chapas 	<ol style="list-style-type: none"> 0. Inserir dimensões do trabalho e palete no robô 0. Abastecer paletes no robô 0. Dobrar e furar chapas

Figura 41 – Tarefas do modo operatório completo da máquina M600 antes e depois do SMED

Assim sendo, com esta classificação é possível fazer um ajuste ao MO, tendo assim um *setup* completo de 52 minutos invés dos 56,5 minutos anteriores. Já no que diz respeito ao MO simples, é possível obter uma redução de 4,5 minutos, passando de um *setup* com uma duração de 36 minutos para um *setup* de 31,5 minutos. Tal como se pode observar pela tabela seguinte (Tabela 22).

Tabela 22 – Modos operatórios da máquina M600 antes e após a realização do SMED

Máquina M600	Antes SMED	Após SMED	Redução
MO completo	56,5 minutos	52 minutos	7,96% de tempo
MO simples	36 minutos	31,5 minutos	12,5% de tempo

Os modos operatórios, completo e simples, encontram-se em APÊNDICE F e APÊNDICE G, respetivamente.

No que diz respeito ao modo operatório simples desta máquina, o 3º operador fica sem tarefa definida após a execução da limpeza dos *cautchus* e dos rolos da molha até o momento de fazer a passagem do papel pelas UI. Como este operador não pode ajudar a diminuir o tempo de *setup*, ou seja, não pode realizar tarefas que contribuam diretamente para a preparação da máquina durante esse tempo, ele pode utilizar o tempo para executar tarefas externas, nomeadamente a preparação do papel para o próximo trabalho.

Esse período de inatividade pode ser crucial para que o operador prepare a bobine de papel para o trabalho subsequente, especialmente devido à redução das tiragens, ou seja, a execução de trabalhos com quantidades mais pequenas. Nesses casos, o operador responsável pelo papel pode não ter tempo suficiente para realizar suas tarefas de preparação do papel e as tarefas afetas a este quando a máquina está em produção. Portanto, o terceiro operador tem 13,5 minutos disponíveis para a realização de tarefas externas, uma vez que não pode realizar tarefas internas que contribuam para a diminuição do tempo de preparação da máquina. Aproveitar esse tempo para a preparação do papel garante que o operador principal tenha mais eficiência nas suas atividades, evitando assim possíveis atrasos.

A Figura 42 ilustra a situação anteriormente descrita, em que a cor azul mostra a duração, em minutos, das tarefas do LEN 1, a cor vermelha as tarefas do LEN 2 e a cor amarela representa as tarefas do 3º operador.

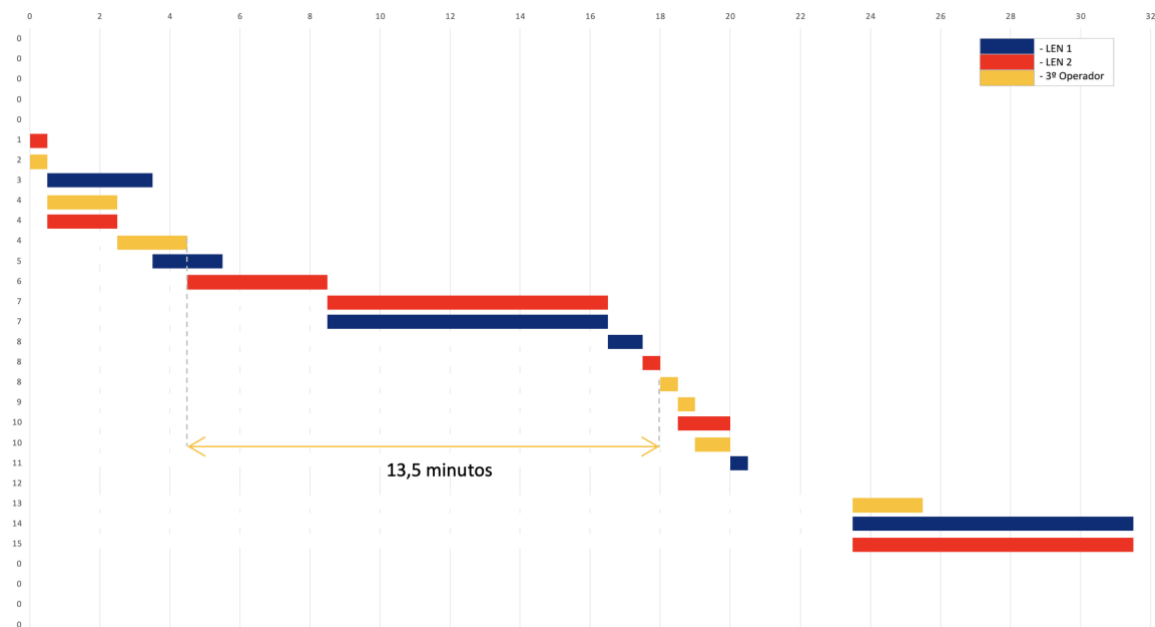


Figura 42 – Gráfico de Gantt do modo operatório simples da máquina M600

Em APÊNDICE H e APÊNDICE I é possível observar os gráficos de Gantt do modo operatório completo e simples definidos para a máquina M600, respetivamente.

Relativamente à máquina Lithoman, de acordo com as observações realizadas, tal como para a máquina anterior, foram observadas com destaque as tarefas que são realizadas durante a paragem da máquina, tendo em atenção a observação do desempenho da equipa que, em termos de registos anteriores, apresenta melhores resultados. Foi dada especial atenção na observação, de forma a

possibilitar a identificação das tarefas que podem ser realizadas com a máquina em funcionamento, em vez de as realizar com a máquina parada (tarefas externas). Efetivamente, algumas tarefas eram executadas de forma diferente pelas diferentes equipas. Destaca-se a tarefa de ‘colocar chapas próximas da máquina’, que algumas equipas realizam, enquanto que outras não, fazendo com que o transporte destas para a proximidade das unidades de impressão seja feito apenas quando a máquina está parada.

Assim, numa mudança completa, foram identificadas 34 tarefas necessárias para o *setup*, a serem realizadas por 4 colaboradores. Dessas tarefas, 29 são realizadas internamente e 5 externamente. A realização deste conjunto de tarefas com a máquina parada (tendo em conta o MO completo) ocupam, aproximadamente, 52 minutos.

Com a realização das observações e gravações aos trabalhadores quando a máquina está parada foi realizado um SMED. Com os dados anteriores foi analisada a possibilidade de alterar a realização de tarefas internas para tarefas externas. Assim sendo 7 das tarefas consideradas como internas foram passadas a ser realizadas como externas obtendo-se assim um total de 22 tarefas internas e 12 externas, tal como mostra a Figura 43.

Tarefas	Tarefas
0. Analisar e preparar elementos para FO seguinte	0. Analisar e preparar elementos para FO seguinte
0. Parametrizar PECOM	0. Parametrizar PECOM
0. Dobrar Chapas e Verificar lineatura	0. Garantir que o trabalho a acabar fica completo
0. Garantir que o trabalho a acabar fica completo	0. Enviar novo trabalho (Macos)
0. Enviar novo trabalho (Macos)	0. Preparar Material para lavagem
1. Preparar Material para lavagem	0. Preparar papel para o próximo trabalho
2. Colocar Chapas próximas da máquina	0. Cont. a preparar papel para o próx. trabalho
3. Preparar papel para o próximo trabalho	0. Arrumar FO, limpar banca de trabalho
4. STOP + Comentário FO	0. Procurar exemplar semelhante ao próx. a iniciar
5. Cortar a banda e retirar o papel	1. STOP + Comentário FO
6. Iniciar lavagem Auto	2. Cortar a banda e retirar o papel
7. Arrumar FO, limpar banca de trabalho	3. Iniciar lavagem Auto
8. Procurar exemplar semelhante ao próx. a iniciar	4. Descar. e carregar trab./Finaliz. FO e iniciar nova
9. Descar. e carregar trab./Finaliz. FO e iniciar nova	5. Parametrizar GMI+Quadtech
10. Parametrizar GMI+Quadtech	6. Mudar Dobra + Mudar Faca
11. Mudar Dobra + Mudar Faca	7. Verificar estado da estufa e de “Verdes”
12. Verificar estado da estufa e de “Verdes”	8. Verificar Sistema de cola (limpar se necessário)
13. Verificar Sistema de cola (limpar se necessário)	9. Afinar dobradeira
14. Afinar dobradeira	10. Lavar Rolos, lavar molha e <i>cautchus</i>
15. Lavar Rolos, lavar molha e <i>cautchus</i>	10. Lavar Rolos, lavar molha e <i>cautchus</i>
15. Lavar Rolos, lavar molha e <i>cautchus</i>	11. Retirar e colocar chapas (cima e baixo)
16. Enviar produtos para a zona de expedição	11. Retirar e colocar chapas (cima e baixo)
17. Preparar linha de saída	11. Retirar e colocar chapas (cima e baixo)
18. Retirar e colocar chapas (cima e baixo)	12. Engrenar os 4 corpos + enfiar a banda e colar
18. Retirar e colocar chapas (cima e baixo)	12. Engrenar os 4 corpos + enfiar a banda e colar
18. Retirar e colocar chapas (cima e baixo)	13. Acompanhar a colagem até S.E.
19. Arrumar chapas usadas	13. Acompanhar a colagem até S.E.
20. Cont. a preparar papel para o próx. trab.	14. Enfiar Papel na SE segundo a dobra desejada
21. Engrenar os 4 corpos + enfiar a banda e colar	14. Enfiar Papel na SE segundo a dobra desejada
21. Engrenar os 4 corpos + enfiar a banda e colar	14. Enfiar Papel na SE segundo a dobra desejada
22. Acompanhar a colagem até S.E.	14. Enfiar Papel na SE segundo a dobra desejada
22. Acompanhar a colagem até S.E.	15. Preparar linha de saída
23. Enfiar Papel na SE segundo a dobra desejada	16. Enfiar na dobradeira
23. Enfiar Papel na SE segundo a dobra desejada	16. Enfiar na dobradeira
23. Enfiar Papel na SE segundo a dobra desejada	16. Enfiar na dobradeira
23. Enfiar Papel na SE segundo a dobra desejada	17. Verificar parâmetros de máq. (silicone, água...)
24. Enfiar na dobradeira	18. Colocar máquina na velocidade de arranque

24. Enfiar na dobradeira 24. Enfiar na dobradeira 25. Verificar parâmetros de máq. (silicone, água...) 26. Colocar máquina na velocidade de arranque 27. Acertar Cor 28. Acertar Dobra e Cola 29. Comparar trabalho com maquete 30. Acertar corte	19. Acertar Cor 20. Acertar Dobra e Cola 21. Comparar trabalho com maquete 22. Acertar corte 0. Enviar produtos para a zona de expedição 0. Colocar Chapas próximas da máquina 0. Dobrar Chapas e Verificar lineatura 0. Arrumar chapas usadas
--	---

Figura 43 – Tarefas do modo operatório completo da máquina Lithoman antes e depois do SMED

Adicionalmente à mudança da realização de tarefas externas e internas foi feita a alteração da duração dos tempos das tarefas acertar cor, acertar dobra e cola e acertar corte. Isto porque a sua duração estava estipulada para ser realizada em 15 minutos sendo que pelas observações efetuadas esta operação consegue ser realizada na maior parte das vezes num espaço de tempo mais curto, em cerca de aproximadamente 10 minutos. Esta mudança torna-se bastante relevante no que diz respeito ao desperdício de papel, isto porque estas tarefas são aquelas que são realizadas em “preparação *run*”, ou seja, estão a ser impressos exemplares não OK. Esta é, tal como abordado no capítulo anterior, a fase crucial do desperdício pois é onde acontece o maior dispêndio de papel. É importante destacar que quanto melhor for o desempenho dos colaboradores na realização das tarefas após colocar a máquina em velocidade de arranque melhor será o contributo para a diminuição desta problemática do desperdício.

Desta forma foi possível obter uma redução do tempo de *setup* de 8 minutos, passando de um MO completo de 52 minutos para 44 minutos. No que diz respeito ao MO simples é possível ter uma redução do tempo de *setup* de 6 minutos, passando de modo operatório de 27 minutos para 21 minutos. Isto pode ser observado através da Tabela 23.

Tabela 23 – Modos operatórios da máquina Lithoman antes e após a realização do SMED

Máquina Lithoman	Antes SMED	Após SMED	Redução
MO completo	52 minutos	44 minutos	15,4% de tempo
MO simples	27 minutos	21 minutos	22,2% de tempo

Em APÊNDICE J é possível observar o MO completo desta máquina, e em APÊNDICE K o MO simples. Este modo operatório é semelhante ao anteriormente apresentado, apenas existe a supressão de algumas das tarefas anteriores por não serem necessárias fazer para iniciar o processo. Adicionalmente em APÊNDICE L e APÊNDICE M encontram-se os gráficos de Gantt para o modo operatório completo e o modo operatório simples.

A padronização das tarefas pode encaminhar para que ocorram arranques consistentes entre as equipas, mas ainda pode não ser totalmente eficaz visto que em muitas das observações foi possível detetar atitudes de liderança diferente.

4.2. Liderança das equipas

A liderança das equipas é um fator determinante para o desempenho organizacional. No contexto das operações industriais, a liderança desigual entre as equipas pode levar a desvios significativos de desempenho.

De forma a complementar a padronização das tarefas nas máquinas de impressão rotativa e garantir um desempenho consistente entre as equipas afetas a estas máquinas, é essencial a implementação de formações abrangentes para todos os membros das equipas.

A Figura 44 mostra o conjunto de ações a realizar de forma a possibilitar a melhoria da liderança das equipas, ponto fundamental para a melhoria dos resultados e para atingir a normalização dos resultados das equipas.

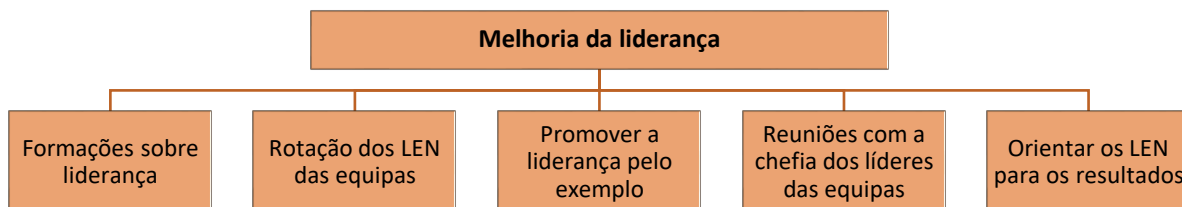


Figura 44 – Ações para a melhoria da liderança das equipas

Estas formações devem focar-se na melhoria das habilidades de liderança dos líderes de equipa, bem como no desenvolvimento de competências de gestão de equipas. A melhoria das atitudes de liderança é crucial para o aumento do desempenho e promoção de um ambiente de trabalho mais colaborativo e eficiente.

Além disso, é importante que as formações envolvam todos os membros das equipas, garantindo que todos se alinhem com os objetivos de normalizar e tornar mais eficiente todo o processo produtivo. Com este envolvimento promove-se assim uma maior coesão e uniformidade nas práticas de trabalho, reduzindo as variabilidades de desempenho entre as equipas.

Assim, com estas ações de formação e desenvolvimento, a empresa pode assegurar que os líderes de equipa estão aptos para gerir as suas equipas de forma eficaz e um desempenho uniforme.

Uma estratégia proposta para mitigar esses desvios é a rotação de líderes, permitindo que os líderes de cada equipa circulem entre elas e interajam com diferentes membros das equipas afetas à máquina. A rotação de líderes consiste na troca periódica dos líderes das equipas, de modo que cada LEN tenha a oportunidade de trabalhar com diversos elementos das diferentes equipas. Esta prática visa promover a disseminação de melhores práticas, desenvolvimento de habilidades de liderança, aumento da flexibilidade e adaptabilidade, redução da dependência de um líder específico e fortalecimento da colaboração entre equipas.

A disseminação de melhores práticas é uma das principais vantagens da rotação de líderes. A partilha de técnicas e estratégias dos líderes entre as diferentes equipas podem resultar em melhorias significativas na eficiência e qualidade de trabalho. A troca de conhecimento entre líderes e equipas permite que todos os membros tenham acesso a uma variedade de abordagens e soluções, contribuindo para um ambiente de trabalho mais inovador e eficaz.

Desta forma, tendo em conta a situação atual da empresa, para o caso das equipas da máquina Lithoman, em que os turnos laboram de segunda a sábado durante três turnos e onde a cada semana cada um dos turnos avança um turno (tal como se pode observar pela Figura 45) foi feita uma sugestão de rotação dos turnos.

Mês X												
domingo	segunda		terça		quarta		quinta		sexta		sábado	
1	2		3		4		5		6		7	
	-	-	LEN1	EQ.1	LEN1	EQ.1	LEN1	EQ.1	LEN1	EQ.1	LEN1	EQ.1
	-	-	LEN2	EQ.2	LEN2	EQ.2	LEN2	EQ.2	LEN2	EQ.2	LEN2	EQ.2
	LEN3	EQ.3	LEN3	EQ.3	LEN3	EQ.3	LEN3	EQ.3	LEN3	EQ.3	-	-
8	9		10		11		12		13		14	
	-	-	LEN3	EQ.3	LEN3	EQ.3	LEN3	EQ.3	LEN3	EQ.3	LEN3	EQ.3
	-	-	LEN1	EQ.1	LEN1	EQ.1	LEN1	EQ.1	LEN1	EQ.1	LEN1	EQ.1
	LEN2	EQ.2	LEN2	EQ.2	LEN2	EQ.2	LEN2	EQ.2	LEN2	EQ.2	-	-
15	16		17		18		19		20		21	
	-	-	LEN2	EQ.2	LEN2	EQ.2	LEN2	EQ.2	LEN2	EQ.2	LEN2	EQ.2
	-	-	LEN3	EQ.3	LEN3	EQ.3	LEN3	EQ.3	LEN3	EQ.3	LEN3	EQ.3
	LEN1	EQ.1	LEN1	EQ.1	LEN1	EQ.1	LEN1	EQ.1	LEN1	EQ.1	-	-
22	23		24		25		26		27		28	
	-	-	LEN1	EQ.1	LEN1	EQ.1	LEN1	EQ.1	LEN1	EQ.1	LEN1	EQ.1
	-	-	LEN2	EQ.2	LEN2	EQ.2	LEN2	EQ.2	LEN2	EQ.2	LEN2	EQ.2
	LEN3	EQ.3	LEN3	EQ.3	LEN3	EQ.3	LEN3	EQ.3	LEN3	EQ.3	-	-
29	30		31		1	2	3	4				
	-	-	LEN3	EQ.3	LEN3	EQ.3	LEN3	EQ.3	LEN3	EQ.3	LEN3	EQ.3
	-	-	LEN1	EQ.1	LEN1	EQ.1	LEN1	EQ.1	LEN1	EQ.1	LEN1	EQ.1
	LEN2	EQ.2	LEN2	EQ.2	LEN2	EQ.2	LEN2	EQ.2	LEN2	EQ.2	-	-

Figura 45 – Esquema de rotação de turnos atual

Esta sugestão de rotação dos turnos passa pelo líder saltar dois turnos invés de um turno como acontecia anteriormente. Neste caso, com o passar de uma semana as equipas iriam saltar um turno (mantendo a situação atual da empresa) mas os LEN iriam saltar dois turnos, fazendo com que deixassem de liderar nessa semana a equipa normalmente atribuída a si. Esta rotação de liderança pode ser observada na Figura 46.

Mês X												
domingo	segunda		terça		quarta		quinta		sexta		sábado	
1	2		3		4		5		6		7	
	-	-	LEN1	EQ.1	LEN1	EQ.1	LEN1	EQ.1	LEN1	EQ.1	LEN1	EQ.1
	-	-	LEN2	EQ.2	LEN2	EQ.2	LEN2	EQ.2	LEN2	EQ.2	LEN2	EQ.2
	LEN3	EQ.3	LEN3	EQ.3	LEN3	EQ.3	LEN3	EQ.3	LEN3	EQ.3	-	-
8	9		10		11		12		13		14	
	-	-	LEN2	EQ.3	LEN2	EQ.3	LEN2	EQ.3	LEN2	EQ.3	LEN2	EQ.3
	-	-	LEN3	EQ.1	LEN3	EQ.1	LEN3	EQ.1	LEN3	EQ.1	LEN3	EQ.1
	LEN1	EQ.2	LEN1	EQ.2	LEN1	EQ.2	LEN1	EQ.2	LEN1	EQ.2	-	-
15	16		17		18		19		20		21	
	-	-	LEN3	EQ.2	LEN3	EQ.2	LEN3	EQ.2	LEN3	EQ.2	LEN3	EQ.2
	-	-	LEN1	EQ.3	LEN1	EQ.3	LEN1	EQ.3	LEN1	EQ.3	LEN1	EQ.3
	LEN2	EQ.1	LEN2	EQ.1	LEN2	EQ.1	LEN2	EQ.1	LEN2	EQ.1	-	-
22	23		24		25		26		27		28	
	-	-	LEN1	EQ.1	LEN1	EQ.1	LEN1	EQ.1	LEN1	EQ.1	LEN1	EQ.1
	-	-	LEN2	EQ.2	LEN2	EQ.2	LEN2	EQ.2	LEN2	EQ.2	LEN2	EQ.2
	LEN3	EQ.3	LEN3	EQ.3	LEN3	EQ.3	LEN3	EQ.3	LEN3	EQ.3	-	-
29	30		31		1	2	3	4				
	-	-	LEN2	EQ.3	LEN2	EQ.3	LEN2	EQ.3	LEN2	EQ.3	LEN2	EQ.3
	-	-	LEN3	EQ.1	LEN3	EQ.1	LEN3	EQ.1	LEN3	EQ.1	LEN3	EQ.1
	LEN1	EQ.2	LEN1	EQ.2	LEN1	EQ.2	LEN1	EQ.2	LEN1	EQ.2	-	-

Figura 46 – Esquema de rotação de turnos com rotação adicional do LEN

O desenvolvimento de habilidades de liderança é outro benefício crucial da rotação. Gerir as diferentes equipas e enfrentar os diversos desafios amplia as competências e habilidades de gestão dos líderes. Este desenvolvimento contínuo resulta em líderes mais versáteis e capacitados, preparados para lidar com uma ampla gama de situações. A experiência acumulada ao trabalhar com diferentes equipas enriquece a capacidade de tomada de decisão e a adaptabilidade dos líderes.

Tal como anteriormente dito, a rotação de líderes também aumenta a flexibilidade e adaptabilidade das equipas. A exposição a diferentes métodos de trabalho e estilos de liderança prepara os líderes para responder rapidamente a mudanças e imprevistos. Esta capacidade de adaptação é crucial em ambientes dinâmicos e pode ser um diferencial competitivo para a organização.

Além disso, a rotação de líderes reduz a dependência de um determinado líder, o que faz com que, ao promover a autonomia das equipas e diminuir a dependência de um líder específico, a organização reduz os riscos associados à saída de um LEN. Consequentemente, equipas mais autónomas tendem a ser mais resilientes e capazes de manter o desempenho mesmo na ausência de seu líder habitual. O fortalecimento da colaboração é uma vantagem adicional da rotação de líderes. A interação com diferentes equipas melhora a comunicação e colaboração entre elas. Este fortalecimento do trabalho em equipa é fundamental para a coesão organizacional e pode levar a resultados mais consistentes.

No entanto, a rotação de líderes também apresenta algumas desvantagens. A introdução de novos líderes pode ser vista com desconfiança pelos membros da equipa, impactando negativamente a sua moral e principalmente o desempenho. A resistência à mudança é um fator a ser considerado e gerido cuidadosamente para evitar o efeito inverso ao desejado. Além disso, a rotação de líderes requer um tempo de adaptação até que o novo líder compreenda a dinâmica da equipa e seus modos específicos de trabalhar. Durante este período, pode haver uma redução temporária na eficiência e produtividade, que deve ser monitorada e minimizada. Efetivamente a rotação de líderes não é algo totalmente novo para as equipas, isto porque esta rotação acontece pontualmente em períodos de férias. Quando um líder está ausente, a rotação garante que a equipa não fique sem liderança.

De facto, a liderança pelo exemplo é uma prática poderosa para influenciar positivamente os membros da equipa. Liderar pelo exemplo é assim uma abordagem de liderança que se baseia na capacidade de inspirar e guiar a sua equipa através de palavras e ações concretas. Neste tipo de liderança o líder deve demonstrar na prática os comportamentos e atitudes que espera ver ser replicados pelos membros da sua equipa. O incentivo por esta tipologia de liderança faz com o líder tenha de liderar pelo exemplo, não se limitando a dar instruções ou definir metas isto porque participa ativamente nas tarefas e desafios diários, mostrando pelas suas próprias ações como é que devem ser realizadas as atividades.

Este envolvimento direto fortalece a relação entre o líder e a equipa, criando um ambiente de respeito e confiança mútua. Isto faz com que aumente a credibilidade do líder perante a sua equipa. Quando os liderados observam que o líder pratica o que defende, sentem-se mais motivados e inclinados a seguir as suas orientações. Esta forma de liderança facilita a criação de um ambiente colaborativo, onde todos trabalham em conjunto para alcançar objetivos comuns, sabendo exatamente o que se espera de cada um.

O líder exemplar deve ser uma inspiração não só pelas suas competências técnicas, mas também pelas suas qualidades interpessoais. Ele deve demonstrar empatia, comunicação eficaz, determinação, organização e ética. Esta abordagem promove uma cultura de crescimento e desenvolvimento contínuo, incentivando os membros da equipa a buscar a excelência em todas as suas atividades.

A implementação de reuniões semanais ou quinzenais entre os líderes das equipas e o líder da secção de impressão rotativa é fundamental. Estas reuniões teriam como objetivo a comunicação dos resultados (desempenhos de equipas, desperdício gerado), troca de *feedback* e alinhamento de estratégias. O uso de *dashboards* simples e diretos pode facilitar a orientação para os resultados, incentivando a melhoria contínua.

No seguimento do anterior, os líderes devem ser orientados para a melhoria dos seus resultados, tendo em vista o incentivo para a melhoria destes e a busca pela melhoria contínua. A orientação para os resultados faz com que todos os trabalhadores se alinhem para o cumprimento dos objetivos comuns à organização.

A rotação de líderes de equipa assim como as restantes ações são uma estratégia eficaz para abordar a liderança desigual e mitigar os desvios de desempenho. Embora a rotação dos líderes de equipa apresente desafios, como a resistência à mudança e períodos de adaptação, os benefícios potenciais, como a disseminação de melhores práticas, desenvolvimento de habilidades de liderança e fortalecimento da colaboração, fazem desta prática uma consideração valiosa para organizações que buscam excelência operacional.

4.3. Matriz de competências

Conforme abordado anteriormente, um dos problemas identificados foi a falta de uniformização das equipas. Para mitigar esta questão, procedeu-se à atualização da matriz de competências das várias equipas associadas às duas máquinas de impressão rotativa, uma vez que esta matriz de competências não era atualizada desde 2019. Além disso, devido à falta de atualização da matriz, foram acrescentadas novas tarefas que foram observadas. Estas associadas à utilização do robô na máquina M600, responsável pela paletização dos produtos (robô este que foi recentemente integrado na máquina, substituindo o processo de paletização realizado manualmente pelos trabalhadores).

Com base na listagem de tarefas a serem executadas na máquina, solicitou-se ao LEN de cada equipa que realizasse a sua autoavaliação, bem como uma avaliação dos elementos da sua equipa. Além disso, os trabalhadores da máquina de impressão M600 caracterizaram adicionalmente as competências de dois colegas de trabalho. Estes colegas foram avaliados porque, em caso de necessidade devido à ausência de algum elemento, têm a capacidade de operar na referida máquina.

A escala de avaliação utilizada variava entre 1 e 4, sendo que:

- O valor 1 correspondia a uma situação em que o trabalhador não sabia realizar a tarefa;
- O valor 2 indicava que o trabalhador conseguia realizar a tarefa, mas necessitava de supervisão para a sua realização;
- O valor 3 atribuíam-se quando o trabalhador era autónomo na realização da tarefa;

- O valor 4 indicava que o trabalhador era especialista na realização da tarefa tendo por isso a capacidade de ensinar outros colegas.

Desta forma, os líderes das equipas das máquinas M600 e Lithoman procederam ao preenchimento da listagem de 95 e 93 tarefas a serem realizadas em cada máquina, respetivamente. As matrizes de competências completas das máquinas M600 e Lithoman podem ser consultadas no APÊNDICE N e APÊNDICE O, respetivamente.

A listagem de tarefas a serem realizadas na máquina, e conseqüentemente avaliada na matriz de competências, foi organizada por locais específicos para permitir uma melhor análise global das competências. Estes locais incluem: o desenrolador, as UI, o apanhador de banda, a estufa, o chill-rolls, a SE e guias de banda, a dobradeira, a mesa de controlo, a linha de saída e acabamento e outros. Adicionalmente, na máquina M600 foram incluídos os locais stacker e o robô, enquanto que na máquina Lithoman foi acrescentado o local Stacker + Cohiba + Avanti.

A composição das equipas de operadores das máquinas varia entre dois e três tipos de colaboradores, dependendo da máquina em questão, que são classificados como LEN, segundo operador e operador auxiliar.

Para a máquina M600, as equipas são compostas por colaboradores classificados como LEN e operador auxiliar. Cada equipa inclui dois LEN e um operador auxiliar. Os LEN, isto é, os líderes da equipa, têm como principais responsabilidades a gestão da equipa e a supervisão das operações e do funcionamento geral da máquina. O operador auxiliar é encarregue da utilização do robô de paletização dos produtos após impressão e pelo abastecimento do papel na máquina.

No caso da Lithoman, as equipas são formadas por LEN, segundo operador e operadores auxiliares. O LEN desempenha funções idênticas às descritas anteriormente. O segundo operador tem a função de auxiliar o LEN, com foco especial no ajuste da dobra dos trabalhos. Os operadores auxiliares, dois por cada equipa, são responsáveis por abastecer a máquina de impressão com papel e monitorizar a linha de saída dos produtos impressos, o que inclui o acompanhamento do produto após impressão e corte, bem como a paletização e envio dos produtos para outras secções.

É de realçar que em uma das equipas da máquina Lithoman, existe uma configuração excepcional que inclui um LEN, dois segundos operadores e um operador auxiliar, ao contrário da estrutura habitual de um LEN, um segundo operador e dois operadores auxiliares. Esta exceção não tem impacto no modo de trabalho, uma vez que os dois segundos operadores alternam-se para a execução de tarefas de operador auxiliar.

Na tabela seguinte (Tabela 24), é possível ver as principais responsabilidades de cada tipo de trabalhador em cada máquina.

Tabela 24 – Responsabilidades de cada tipo de operador de cada máquina

Tipo de colaborador	Principais áreas de responsabilidade	
	M600	Lithoman
LEN (1)	UI; Apanhador de banda; Estufa; Chill-Rolls; SE; Dobradeira; Mesa de controlo; Outros	UI; Apanhador de banda; Estufa; Chill-Rolls; SE; Dobradeira; Mesa de controlo; Outros

LEN (2)	UI; Apanhador de banda; Estufa; Chill-Rolls; SE; Dobradeira; Mesa de controlo; Outros	Não aplicável
2º operador	Não aplicável	UI; Apanhador de banda; Estufa; Chill-Rolls; SE; Dobradeira
Operador Auxiliar (1)	Desenrolador; Linha de saída; Stacker; Robô	Desenrolador
Operador Auxiliar (2)	Não aplicável	Linha de saída; Stacker + Cohiba + Avanti

Para representar visualmente os resultados da matriz de competências, foram criados gráficos de radar específicos para cada uma das máquinas e para cada tipologia de colaborador. Estes gráficos permitem uma visão clara e comparativa das competências dos diferentes colaboradores nos principais locais da máquina, facilitando assim a identificação de padrões, pontos fortes e lacunas nas competências das equipas.

A Figura 47 apresenta as avaliações dos membros das equipas da máquina M600. Tal como abordado anteriormente, neste gráfico está apresentada a avaliação dos três elementos de cada equipa, acrescidos de dois elementos extra que têm a capacidade de operar na máquina.

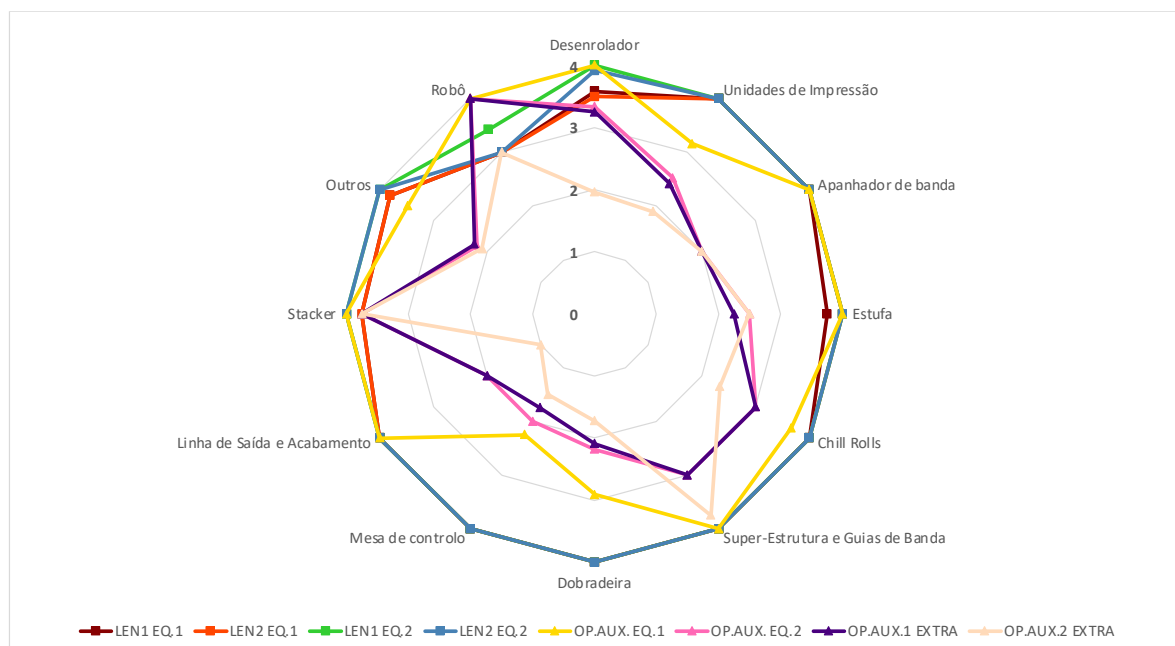


Figura 47 – Gráfico de radar para os elementos das equipas da máquina M600

Neste caso, observando o gráfico na sua generalidade é possível fazer uma distinção clara dos LEN face aos trabalhadores auxiliares da máquina. Isto porque os LEN em geral apresentam avaliações bastante próximas da pontuação 4. Já os operadores auxiliares e os elementos extra apresentam pontuações relativamente mais baixas.

No ‘desenrolador’, a maioria dos colaboradores apresenta avaliações altas nesta competência, com pontuações próximas de 3 e 4, indicando um forte domínio geral nesta área. As ‘UI’ também têm elevadas pontuações pela maioria dos colaboradores, mas algumas variações. Relativamente ao apanhador de banda existe alguma variabilidade nas pontuações apresentadas.

A ‘estufa’ e ‘chill-rolls’ são as áreas que têm uma maior dispersão nas avaliações, indicando a necessidade de desenvolvimento para uniformizar as competências dos colaboradores. A pontuação das tarefas relacionadas com a mesa de controlo são as mais baixas, isto porque apesar dos LEN terem a pontuação máxima nesta área, todos os operadores auxiliares têm baixas pontuações, abaixo dos 2,5 pontos.

Efetivamente, todos os líderes de equipa têm pontuações elevadas em todos as áreas da máquina, isto é, pontuações entre os 3 e 4 valores. Apesar de ser operador auxiliar, um deles destaca-se diante dos outros, tendo em algumas áreas, pontuações bastante semelhantes às de um LEN.

Para compreender melhor o nível de competências entre os colaboradores que desempenham a mesma função, foram elaborados gráficos de radar para cada função em cada máquina. Conforme ilustrado na Figura 48, os LEN da máquina M600 autoavaliaram-se com pontuações elevadas, próximas do máximo em praticamente todos os critérios avaliados.

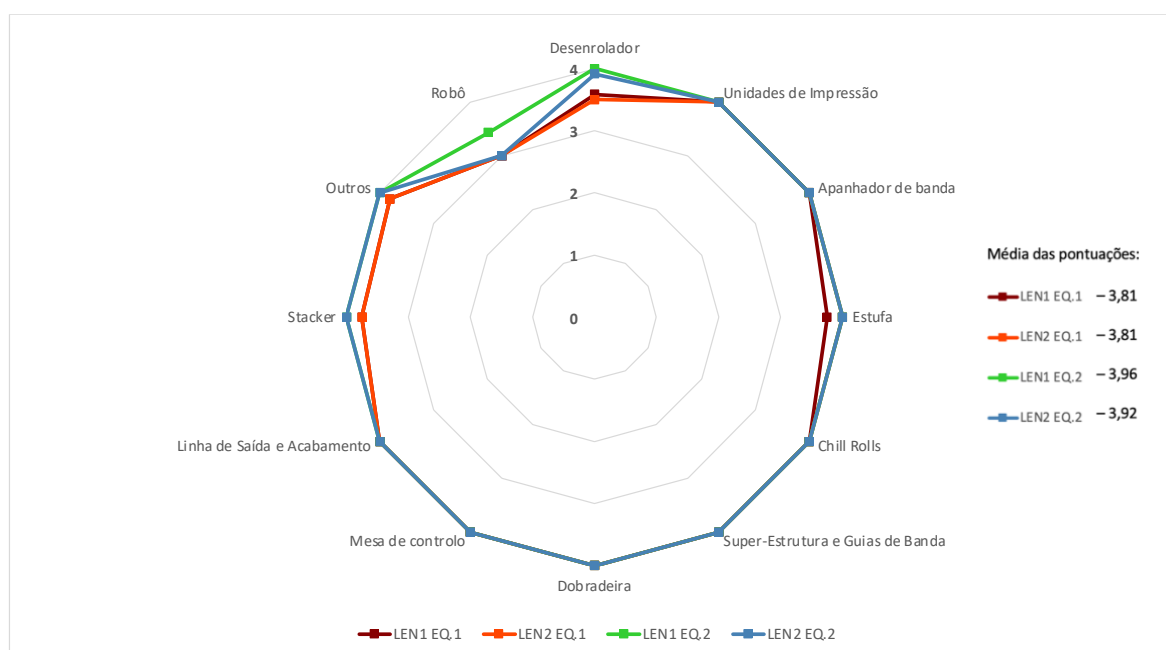


Figura 48 – Gráfico de radar para os LEN das equipas da máquina M600

As maiores variações nas competências observam-se nos locais de trabalho como o desenrolador, o robô e o stacker. No entanto, essas áreas são predominantemente da responsabilidade dos operadores auxiliares, sendo esperado que estes detenham mais conhecimentos práticos e específicos resultantes do uso diário desses equipamentos. De modo geral, e como esperado, os líderes de equipa apresentam competências excelentes em todos os locais da máquina, possuindo um elevado nível de conhecimento da máquina.

No entanto, o mesmo nível de competências não se verifica entre os operadores auxiliares desta máquina, como se pode observar pela Figura 49.

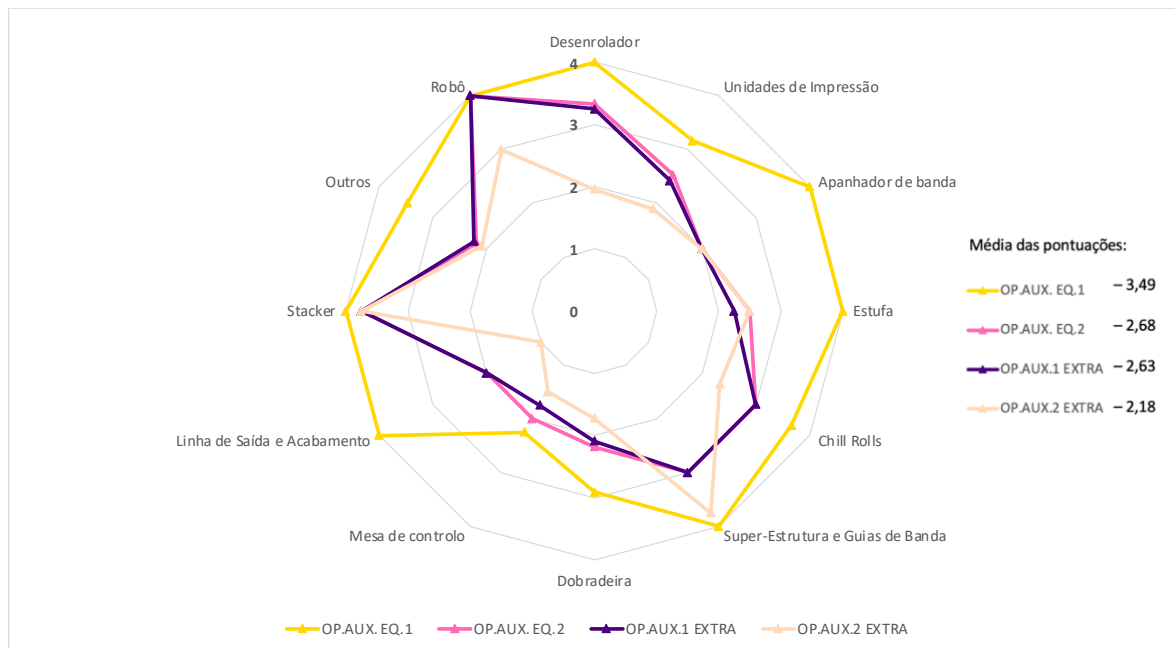


Figura 49 – Gráfico de radar para os operadores auxiliares das equipas da máquina M600

Os operadores auxiliares apresentam conhecimentos variáveis nos diferentes locais da máquina. Tal como abordado anteriormente, o operador auxiliar da equipa 1 (OP.AUX. EQ.1 – representado com a cor amarela) destaca-se com pontuações superiores às dos seus colegas de função. Este operador possui classificações abaixo de três pontos em apenas duas áreas, que são a mesa de controlo e a dobradeira. Essas duas áreas, portanto, constituem as únicas exceções em que o seu desempenho não é considerado alto.

Por outro lado, os restantes operadores auxiliares apresentam pontuações significativamente inferiores na maioria das tarefas que realizam em comparação com o operador auxiliar da equipa 1. Embora esses operadores possuam as competências suficientes para o desempenho das suas funções, fica claro que existe a necessidade de formação adicional para melhorar o seu desempenho geral no trabalho. Especialmente os operadores auxiliares extra pois apresentam maior necessidade de formação.

De facto, a matriz de competências desta máquina corrobora as preocupações levantadas durante o workshop realizado com os colaboradores, onde foi destacada a existência de falhas durante a utilização da máquina pelos colaboradores que chegam em substituição não estando totalmente aptos para o desempenho da sua função.

Portanto, é essencial que os operadores com qualificações mais baixas recebam formação prática. Esta formação deve ser fornecida pelos LEN e pelo colaborador auxiliar com as melhores competências, pois estes têm boas capacidades para o desempenho destas tarefas. O objetivo deve ser capacitar estes colaboradores para atingir o nível de competência do operador auxiliar da equipa 1, tendo-o como referência para a execução das tarefas desta responsabilidade.

Partindo agora para as competências dos colaboradores da máquina Lithoman, a Figura 50, mostra as avaliações das competências das três equipas desta máquina, num total de 12 membros. Contudo, devido à saída de um colaborador de uma das equipas, a matriz de competências considera apenas 11 colaboradores. Esta exclusão deve-se ao facto do novo membro da equipa

ainda se encontrar numa fase inicial de aprendizagem, portanto, não fazia sentido ser aplicada a esse elemento.

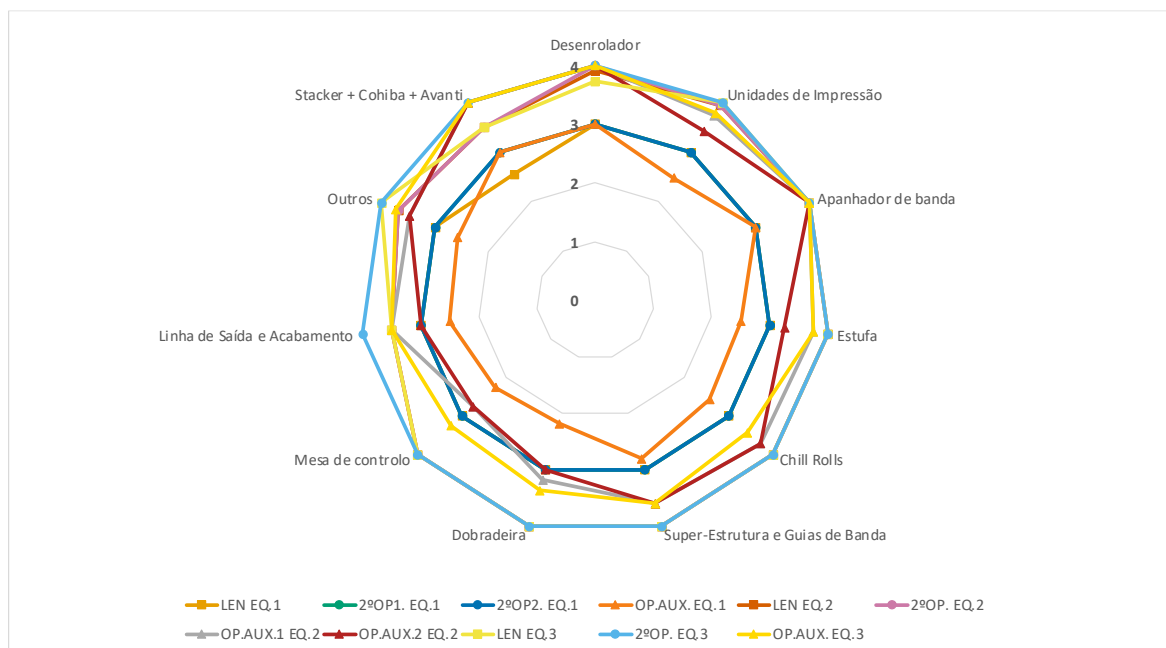


Figura 50 – Gráfico de radar para os elementos das equipas da máquina Lithoman

Analisando este gráfico é possível observar algumas tendências gerais. As competências na área do desenrolador apresentam altas avaliações para a maioria dos colaboradores, com pontuações entre os 3 e 4 pontos, indicando um forte domínio geral desta área. Nas áreas das unidades de impressão e da superestrutura e guias de banda, observa-se um comportamento semelhante ao mencionado anteriormente. Por outro lado, competências relacionadas com a estufa e os chill-rolls apresentam maior variabilidade nas avaliações.

Constata-se que, na maioria dos casos, cada trabalhador está fortemente qualificado para a realização das tarefas pelas quais é responsável. No entanto, destaca-se um operador auxiliar com competências mais baixas em comparação com os restantes, apresentando pontuações entre 2 e 3. Este facto sublinha a necessidade de melhoria das capacidades deste colaborador.

De forma semelhante ao que foi feito para a máquina anterior, foram elaborados gráficos de radar para cada função da máquina Lithoman. No que diz respeito aos LEN dessa máquina, dois destes apresentam autoavaliações muito próximas da pontuação 4 em praticamente todas as áreas da máquina, com a exceção da área do Stacker + Cohiba + Avanti, onde as avaliações são ligeiramente mais baixas, tal como se pode observar na Figura 51. Esta situação é compreensível, uma vez que essa área é predominantemente da responsabilidade dos operadores auxiliares.

O LEN da equipa 1, por outro lado, apresenta classificações em torno de 3, situando-se em média um ponto abaixo dos outros líderes de equipa da Lithoman. Tal como os outros, este LEN também possui a uma avaliação abaixo das restantes na área da linha de saída (Stacker + Cohiba + Avanti). No entanto, em termos práticos e após observação do seu modo de operação e desempenho no chão de fábrica deste último LEN em análise (LENO EQ.1 – representado à cor laranja), não se justifica uma diferença significativa de competências. Esta discrepância nas pontuações pode estar relacionada com uma possível subavaliação das suas competências durante a sua autoavaliação e, conseqüentemente, na avaliação dos membros da sua equipa.

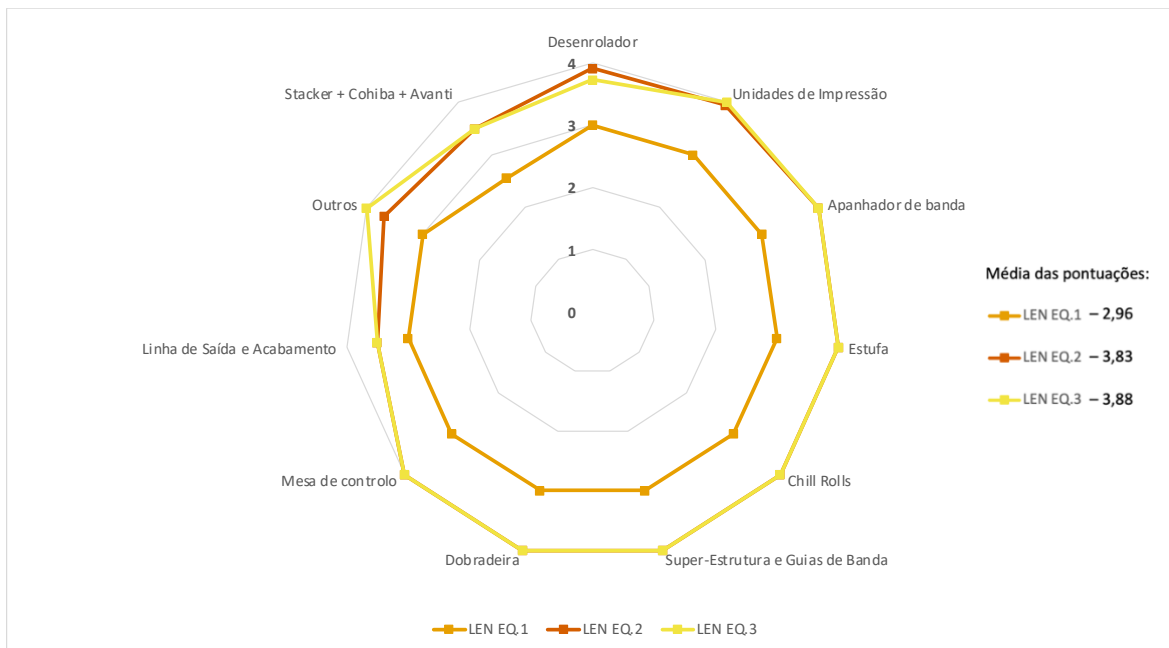


Figura 51 – Gráfico de radar para os LEN das equipas da máquina Lithoman

No que se refere às competências dos segundos operadores, observa-se na Figura 52 uma situação semelhante de possível subavaliação, conforme mencionado anteriormente. De facto, destaca-se pela positiva um dos segundos operadores, que foi avaliado pelo seu LEN com a pontuação máxima de 4 em todos os locais da máquina. Outro operador também obteve pontuações próximas de 4 na maioria das áreas da máquina, exceto dos locais de saída e finalização dos produtos (no Stacker + Cohiba + Avanti e linha de saída e acabamento). Por outro lado, dois 2º operadores foram avaliados pelo seu LEN com pontuações mais baixas (LEN este que foi destacado anteriormente pelo facto de ter pontuações mais baixas face aos seus colegas de função), situando-se as avaliações de ambos próximos da média de 3 em todas as áreas.

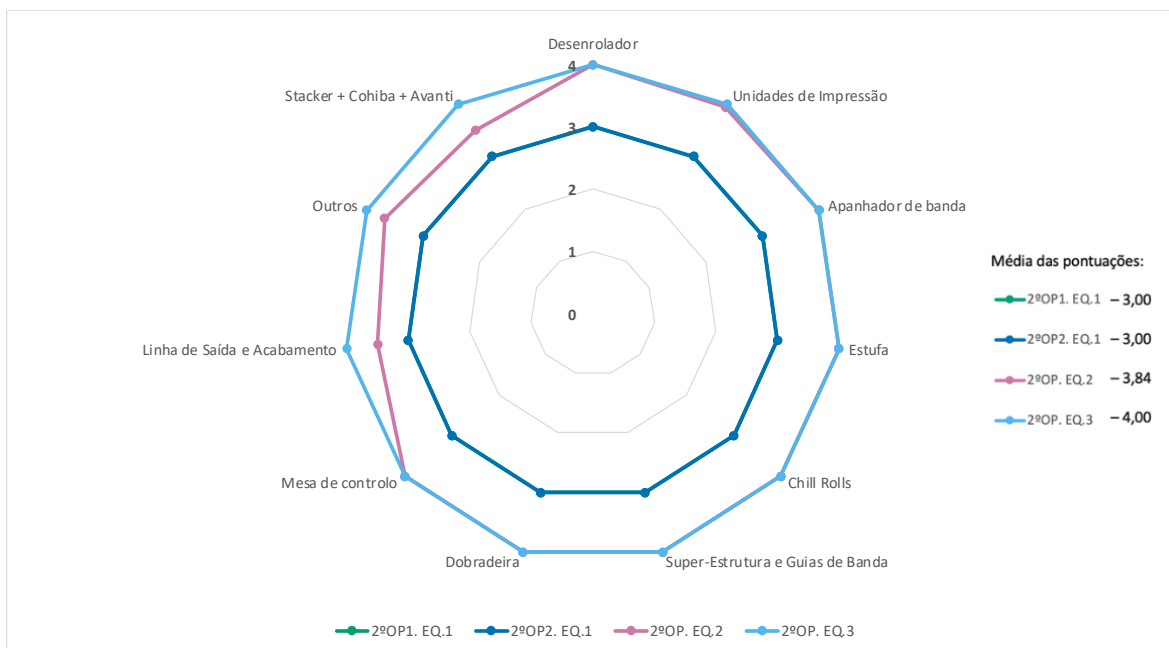


Figura 52 – Gráfico de radar para os segundos operadores das equipas da máquina Lithoman

Semelhante ao que ocorre na máquina M600, os operadores auxiliares na máquina Lithoman apresentam uma maior variabilidade nas suas avaliações, tal como se pode observar na Figura 53. No entanto, nos locais do desenrolador e Stacker + Cohiba + Avanti, essa variabilidade é mínima, já que esses são os locais onde os operadores receberam as avaliações mais elevadas com comparação com as outras áreas.

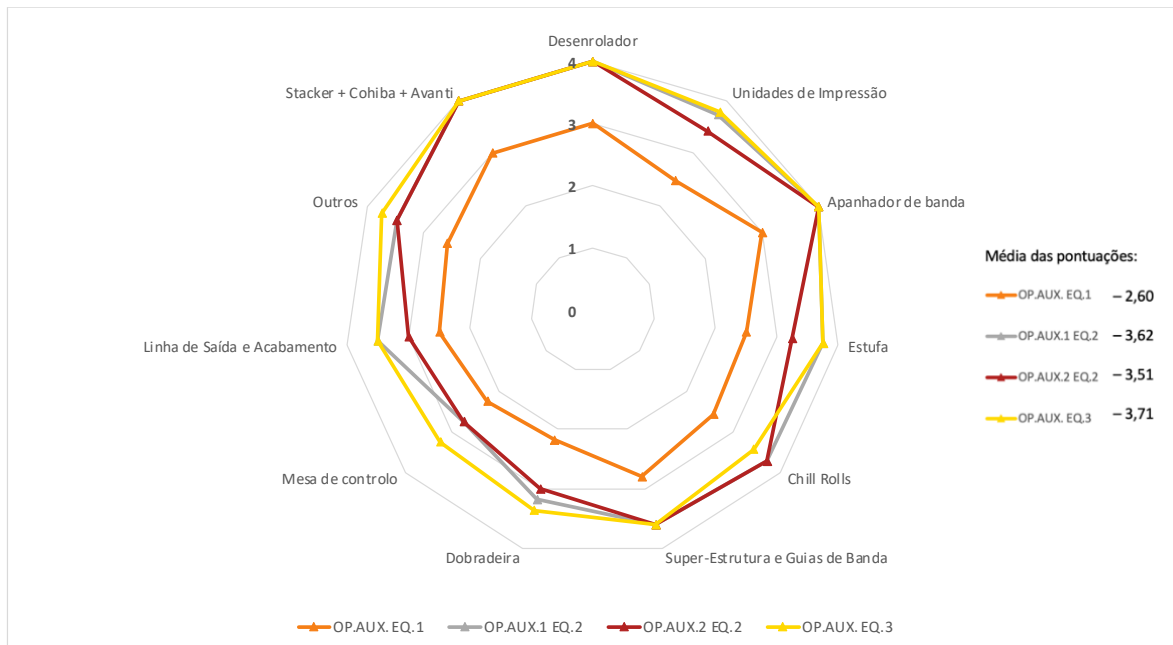


Figura 53 – Gráfico de radar para os operadores auxiliares das equipas da máquina Lithoman

Efetivamente, o objetivo da empresa é ter equipas polivalentes e multifuncionais por isso mesmo é que é necessário instruir os colaboradores com menos formação de forma a garantir que todos os elementos saibam executar todas as tarefas. Embora o foco principal seja assegurar que cada colaborador consiga realizar as tarefas diretamente associadas à sua função, a meta final é alcançar a polivalência. Isso permitirá uma distribuição mais equilibrada das tarefas, maior flexibilidade para troca de funções conforme necessário, e a capacidade de se adaptar rapidamente a mudanças e variações na carga de trabalho. Além disso, esta abordagem promove um ambiente de trabalho mais colaborativo, resultando em maior eficiência operacional.

Pelo mencionado anteriormente, é imprescindível implementar ações de formação para melhorar as competências dos operadores auxiliares de ambas as máquinas, com especial atenção na melhoria das capacidades de três dos quatro operadores auxiliares e auxiliares extra da máquina M600. Este foco é justificado pelas maiores variações nas pontuações apresentadas e pelo facto de ter sido mencionado como problema limitador pelos colaboradores.

Além disso, é fundamental estabelecer um sistema de avaliação contínua das competências pós-formação para assegurar que os objetivos sejam efetivamente alcançados. Com essas ações de formação e um foco constante na polivalência, a empresa estará a resolver problemas atuais e a preparar-se para futuros desafios e oportunidades, garantindo assim um crescimento contínuo e sustentável.

5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados das propostas de melhoria desenvolvidas ao longo do projeto. Em primeiro lugar são apresentados os resultados diretos da normalização do MO, isto é, com a implementação da ferramenta SMED. De seguida são apresentados os resultados que se esperam obter com o conjunto de melhorias propostas, isto é, com a melhoria do MO das equipas, das competências de liderança e das competências de cada um dos colaboradores da equipas afetas às máquinas de impressão rotativa.

5.1. Resultados da normalização do Modo Operatório

Com as alterações do SMED é possível ter reduções do tempo de preparação da máquina, possibilitando a melhoria do desempenho organizacional.

Tendo em conta os tempos teóricos definidos anteriormente para a máquina de impressão M600 é possível ter uma diminuição de 4,5 minutos em cada arranque completo e uma diminuição de 4,5 minutos a cada arranque simples. Tendo como tempo de *setup* objetivo 52 e 31,5 minutos para o arranque completo e simples, respetivamente.

Efetivamente, os valores reais têm pequenas variações face ao que é pretendido devido às diferenças de desempenho entre as diferentes equipas das máquinas. Tal como descrito no capítulo 3, as equipas das diferentes máquinas apresentam desempenhos inigualitários, tanto a nível de desperdícios como de tempos.

Desta forma, tendo em conta os valores reais, a média de tempos do ano de 2023 para a execução do MO completo na máquina M600 é de 66,2 minutos, tempo este que foi calculado tendo por base os arranques completos do ano de 2023 e excluídos da análise os arranques com tempos de preparação superiores 120 minutos por terem sido considerados *outliers*.

Da mesma forma que o MO completo, o modo operatório simples tem uma média de tempo de 32,93 minutos. Este tempo teve por base os arranques simples do ano de 2023, também excluindo da análise os arranques com tempos inferiores a 15 minutos por serem valores demasiado baixos para a execução das tarefas e por isso considerados como erro dos dados.

Com a normalização dos MO, espera-se assim que, ao longo do tempo os valores reais convirjam para os tempos estipulados após a realização do SMED.

Espera-se assim uma redução de 21,44% de tempo na execução do MO completo e 4,34% de tempo na execução do MO simples. Assim, tendo em conta o preço de hora/máquina desta máquina, que é de 500€, pode-se chegar a uma poupança de mais de 11€ por arranque completo e de cerca de 118€ em caso de arranque simples, tal como se pode observar pela Tabela 25.

Tabela 25 – Poupanças para a máquina M600

Máquina M600	Tempos médios (em 2023)	Após SMED	Redução	€/arranque
MO completo	66,19 minutos	52 minutos	21,44% de tempo	118,25€
MO simples	32,93 minutos	31,5 minutos	4,34% de tempo	11,92€

Assim, de maneira geral, para a máquina M600 é possível obter uma redução dos tempos de preparação da máquina de 15,76% através da implementação dos novos MO definidos após a realização do SMED.

No caso da máquina de impressão Lithoman, os resultados desta alteração, face aos valores teóricos definidos, permitem obter uma diminuição de 8,5 minutos em cada arranque completo e uma diminuição de 6 minutos em cada arranque simples. Tendo em conta que o *setup* objetivo é de 46 e 21 minutos para o arranque completo e simples, respetivamente. A diminuição do tempo total de realização do *setup* é possível através da realização de tarefas de *setup* que permitem ser realizadas enquanto a máquina está em funcionamento.

Da mesma forma que para a máquina anterior, os valores reais apresentam pequenas diferenças, isto porque os dados reais do ano de 2023 mostram que o modo operativo completo tem uma duração de 44,46 minutos, tendo por base 393 arranques. Já o modo operativo simples tem uma duração média de 25,75 minutos, tendo em conta os 2103 arranques.

Assim, tendo em conta os tempos definidos após o SMED, é esperado que ao longo do tempo os tempos de preparação da máquina Lithoman atinjam os tempos definidos, resultando em uma redução de 1,03% de tempo na execução do MO completo e 18,45% de tempo na execução do MO simples.

Tendo por base o custo de 750€ por hora desta máquina, com a redução do tempo de preparação da máquina é possível atingir a poupança de 5,75€ em caso de ser efetuado um arranque completo e de mais de 59€ em caso de arranque simples, tal como mostra a Tabela 26.

Tabela 26 – Poupanças para a máquina Lithoman

Máquina Lithoman	Tempos médios (em 2023)	Após SMED	Redução	€/arranque
MO completo	44,46 minutos	44 minutos	1,03% de tempo	5,75€
MO simples	25,75 minutos	21 minutos	18,45% de tempo	59,38€

De modo geral, para esta máquina obtém-se uma redução dos tempos de preparação da máquina de 7,42% com os novos MO definidos.

Considerando as poupanças por arranque e o número de arranques realizados anualmente, estima-se uma poupança anual de 127 125,38€ para a máquina Lithoman e 48 330,33€ na máquina M600, tal como ilustra a Tabela 27. Relativamente ao número de arranques, foram utilizados os números de entradas por máquina do ano de 2023 que para a máquina M600 foram 303 arranques completos e 1049 simples. No caso da máquina Lithoman, foi considerado 393 arranques completos e 2103 arranques simples. A Tabela 27 ilustra os ganhos de tempo e ganhos monetários resultantes da melhoria do desempenho das operações de preparação da máquina.

Tabela 27 – Poupanças monetárias esperadas com a realização do SMED

Poupança anual	M600	Lithoman
MO completo	35 829,75€	2 259,75€
MO simples	12 500,58€	124 865,63€
Poupança total	48 330,33€	127 125,38€

Com a normalização dos modos operatórios das máquinas de impressão Lithoman e M600, espera-se alcançar uma significativa poupança financeira. Especificamente, a padronização dos processos operacionais nas duas máquinas deverá resultar numa poupança de 175 455,71€ em termos de tempo/utilização da máquina.

Esta estimativa de poupança baseia-se na redução dos tempos de preparação da máquina e na otimização das operações, que permitem um uso mais eficiente dos recursos e uma maior produtividade. A uniformização dos procedimentos operacionais não só minimiza o tempo de inatividade das máquinas como também melhora a consistência e a qualidade dos trabalhos impressos.

Com a redução do tempo de preparação das máquinas, aumenta-se a disponibilidade para a execução de novos trabalhos.

Para analisar a disponibilidade de uma máquina importa analisar os três estados possíveis de operação. O primeiro estado é “Sem operador”, que se refere aos períodos em que a máquina está inativa, sem trabalhadores, considerando-se as 24 horas do dia, todos os dias do ano. O segundo estado “Com operador | Com FO” ocorre quando os operadores estão a trabalhar na produção de produtos para os clientes, que é a situação ideal. O terceiro estado, “Com operador | Sem FO” corresponde ao momento em que os operadores estão em máquina prontos para iniciar um trabalho, mas sem nenhuma produção para realizar.

Relativamente à máquina M600, como ilustrado na Figura 54, 22% do tempo a máquina encontra-se no estado “Com operador | Sem FO”, enquanto 35% do tempo é utilizado para produção efetiva.

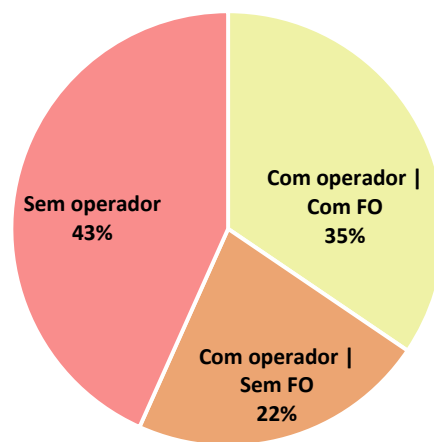


Figura 54 – Estados da máquina M600

Diferente da M600, a máquina Lithoman apresenta uma disponibilidade “Com operador | Sem FO” de 15%, enquanto 50% do tempo é dedicado à produção com operador e com FO, tal como ilustra a Figura 55.

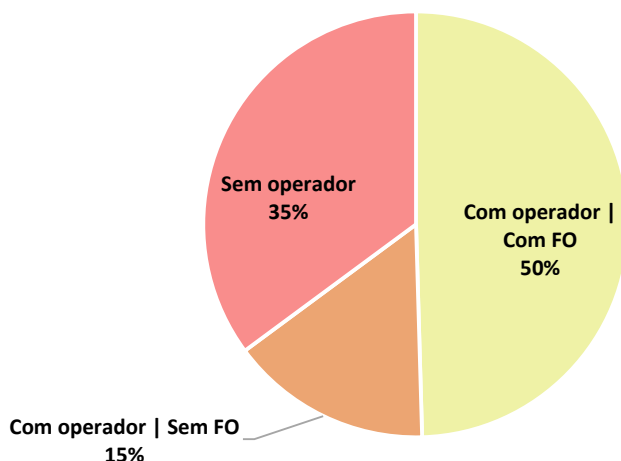


Figura 55 – Estados da máquina Lithoman

A redução dos tempos de *setup* tem um impacto direto na “fatia” de tempo “Com operador | Com FO”, reduzindo o tempo necessário para preparar a máquina para a produção.

Com as alterações nos modos operatórios, estima-se uma redução anual de aproximadamente 5800 minutos anuais na M600, o que equivale, em média, a cerca de 8 horas mensais. Considerando o número de *setups* (simples e completos) realizados em 2023, o tempo “Com operador | Com FO” passa de 181 233 minutos para 175 433 minutos, conforme ilustrado na Tabela 28. Consequentemente, o tempo “Com operador | Sem FO” aumentará pelo valor da redução do anterior, passando de 116 825 minutos para 122 625 minutos.

Tabela 28 – Disponibilidade da máquina M600 antes e depois do SMED

Disponibilidade de máquina M600	Com operador Com FO (minutos)	Com operador Sem FO (minutos)	Sem operador (minutos)
Antes do SMED	181 233	116 825	227 542
Depois do SMED ^b	175 433	122 625	227 542

^b tendo em conta a redução de 5800 minutos anuais, calculados com base nas poupanças por arranque da M600 descritas anteriormente.

Esta alteração resulta num aumento de cerca de 1,1% na disponibilidade da máquina para a produção de outros trabalhos ou para a realização de outras tarefas que acrescentem valor.

No caso da máquina Lithoman, espera-se uma redução de aproximadamente 10 170 minutos anuais (o equivalente a cerca de 14 horas mensais), tendo em conta o número de entradas com modo operatório simples e completo de 2023. Ilustrado pela Tabela 29, o tempo “Com operador | Com FO” diminuirá de 181 233 minutos para 175 433 minutos, enquanto que o tempo “Com operador | Sem FO” aumentará de 116 825 para 122 625 minutos.

Tabela 29 – Disponibilidade da máquina Lithoman antes e depois do SMED

Disponibilidade de máquina M600	Com operador Com FO (minutos)	Com operador Sem FO (minutos)	Sem operador (minutos)
Antes do SMED	260 355	80 636	184 609
Depois do SMED ^c	250 185	90 806	184 609

^c tendo em conta a redução de 10 170 minutos anuais, calculados com base nas poupanças por arranque da Lithoman descritas anteriormente.

Com estas mudanças, prevê-se um aumento de 1,93% na disponibilidade da máquina Lithoman. Este aumento na disponibilidade de tempo das máquinas traz benefícios significativos para a Lidergraf, alinhando-se perfeitamente com a sua estratégia de crescimento e eficiência. Com mais tempo disponível para a produção, a empresa ganha flexibilidade para aceitar novos trabalhos, assegurando que estes possam ser realizados sem comprometer os prazos de entrega dos projetos já em curso. Esta capacidade adicional permite à Lidergraf expandir a sua carteira de clientes, respondendo de forma mais ágil às exigências do mercado.

Além disso, a maior disponibilidade das máquinas proporciona mais tempo para a realização de tarefas de manutenção preventiva, que são essenciais para garantir a fiabilidade e a durabilidade dos equipamentos. Com esta margem, espera-se uma melhoria na taxa de cumprimento das tarefas de manutenção, assegurando que sejam realizadas dentro dos prazos estipulados e com a regularidade necessária. Como abordado no capítulo 3.3.6, embora estas tarefas já façam parte das responsabilidades das equipas das máquinas, nem sempre são executadas de acordo com o cronograma previsto, o que pode comprometer a eficiência da máquina. Assim, o aumento da disponibilidade de tempo não só otimiza a produção, como também reforça os tempos para a execução de tarefas de manutenção preventiva.

A implementação dos modos operatórios padronizados contribui para que a Lidergraf tenha uma gestão mais eficiente do tempo e dos recursos, de forma a reduzir os custos operacionais e melhorar a competitividade da empresa.

5.2. Resultados conjuntos da normalização do MO das equipas, liderança e competências dos trabalhadores

Com a melhoria conjunta do modo operatório das máquinas e das competências das equipas, quer de liderança de competências gerais, espera-se que todas as equipas tenham melhores desempenhos e que pelo menos as equipas com desempenhos menores fiquem equiparadas com o desempenho da equipa com melhor desempenho de cada máquina.

Na máquina M600, no ano de 2023, existiu um desperdício de 5 581 882 planos. O que resulta, tendo em conta 1 352 entradas de máquina, num desperdício médio por entrada de 4 129 planos. A máquina Lithoman, no mesmo ano, contribuiu para o desperdício de 5 952 763 planos, que tendo em conta as 2496 entradas de máquina existiu um desperdício médio de 2385 planos a cada vez que foi feita uma preparação de máquina. Tal como ilustra a Tabela 30.

Tabela 30 – Planos desperdiçados nas máquinas de impressão rotativa

Desperdício de planos	Entradas de máquina	Planos desperdiçados	Média de planos desperdiçados
M600	1 352	5 581 882	4 129
Lithoman	2 496	5 952 763	2 385

Algumas das equipas das máquinas de impressão têm um desperdício abaixo da média de desperdício geral da máquina. Por isso mesmo, espera-se que as equipas atinjam o desperdício da equipa com melhores resultados. De facto, a equipa com melhores resultados de desperdício da máquina M600, apresentou, no ano de 2023, um desperdício médio de 3548 planos por arranque

de máquina. No mesmo ano, na máquina Lithoman, a equipa com melhores resultados apresentou um desperdício médio de 1844 planos.

Na Tabela 31 é possível observar as reduções esperadas com a melhoria conjunta dos modos operatórios, a liderança e das competências dos trabalhadores.

Tabela 31 – Redução dos planos desperdiçados nas máquinas de impressão rotativa

Desperdício de planos	Entradas de máquina	Planos desperdiçados	Média de planos desperdiçados	Redução de planos
M600	1 352	4 796 896	3 548	- 784 986
Lithoman	2 496	4 602 624	1 844	- 1 350 139

Assim, em ambas as máquinas espera-se que as equipa atinjam os resultados de desperdício semelhantes aos resultados da equipa com melhor desempenho. Na M600, espera-se que as equipas fiquem equilibradas, atingindo os resultados da melhor equipa, esta melhoria, tendo em conta o ano de 2023, irá possibilitar uma redução de desperdício de 5 581 882 planos para 4 796 896 planos, uma redução anual de 784 986 planos.

Esta melhoria de desempenho no que diz respeito à melhoria do desperdício de papel favorece uma redução de ineficiência de 14,1%, ilustrado pela Figura 56.

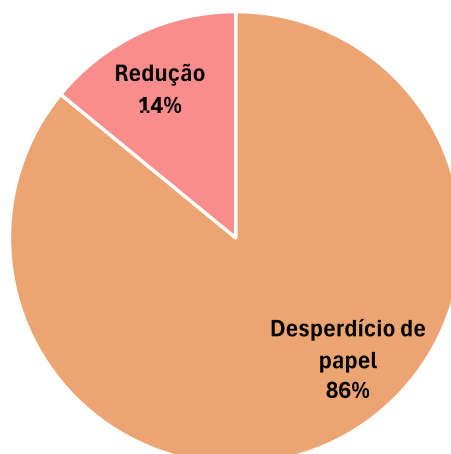


Figura 56 – Poupança de planos da máquina M600

Para a máquina Lithoman, tal como na M600, espera-se que atinjam o mesmo número de planos desperdiçados pela melhor equipa, que, tendo por base o ano de 2023, seja reduzido o desperdício de 5 952 763 planos para 4 602 624 planos, uma redução de 1 350 139 planos anuais.

De forma mais acentuada que a máquina anterior, esta melhoria favorece uma redução de 22,7% de ineficiências, como mostra a Figura 57.

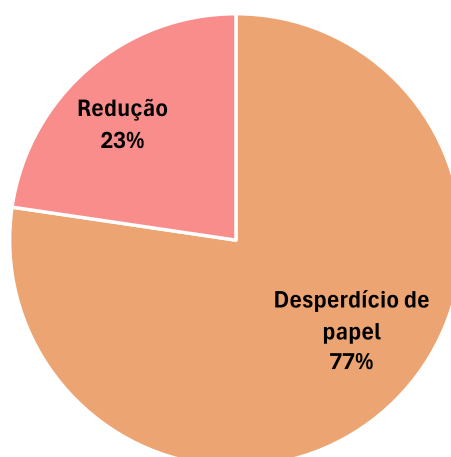


Figura 57 – Poupança de planos da máquina Lithoman

Esta redução do número de planos desperdiçados permite que a Lidergraf tenha uma poupança de consumo aproximada de 165 489 kg de papel. O peso médio dos planos foi calculado tendo como base a divisão entre o peso médio de cada plano (através da média ponderada do número de planos impressos pela gramagem do respetivo plano – a gramagem do plano foi calculada pela multiplicação da gramagem do papel, largura e *cutoff* da máquina) pelos planos totais impressos.

Assim, este consumo de papel perfaz uma poupança monetária superior a 150 mil euros em compras de papel (tendo em conta o preço de 950€ por tonelada de papel), tal como ilustra a Tabela 32.

Tabela 32 – Poupanças obtidas com a redução dos desperdícios

Desperdício de planos	Planos reduzidos	Peso médio do plano (em kg)	Quantidade de papel (em kg)	Poupança monetária (€)
M600	784 986	0,0483041692	37 918	36 022,19
Lithoman	1 350 139	0,0944871202	127 571	121 192,21
Total	2 135 125	–	165 489	157 214,40

Considerando o consumo de papel da Lidergraf em 2023, que foi de 9 080 739 kg, a redução de 165 489 kg representa uma diminuição de aproximadamente 2% do consumo total de papel da empresa. Comparando essa redução com a quantidade de papel desperdiçado na Lidergraf, que é de 1 312 276 kg, verifica-se uma diminuição de 12,6% no desperdício total de papel.

Tal como destacado, o resultado desta redução do desperdício organizacional favorece assim a poupança de 157 214,40€.

No contexto da sustentabilidade, uma das principais preocupações da Lidergraf, a redução do consumo de papel traz uma melhoria nas emissões de dióxido de carbono, pois para a produção de papel existem emissões deste gás para a atmosfera. Nas máquinas de impressão rotativa, são utilizados diversos tipos de papéis, cada um com características específicas que influenciam a quantidade de dióxido de carbono emitida durante o seu fabrico. Tendo em conta os tipos de papéis utilizados nas máquinas de impressão rotativa em 2023 (BookPaper, LWC, LWU, MFC, MFS, MWC, News, SC e WFC) e as quantidades consumidas de cada um deles foi calculada uma média

ponderada, resultando numa emissão média de 85,25 kg de dióxido de carbono por tonelada de papel. É de destacar que esta média foi calculada tendo em conta as informações fornecidas pelo fabricante de cada tipo de papel.

Com a redução do consumo de papel, a Lidergraf contribui para a diminuição de cerca 14 toneladas de dióxido de carbono gerado durante a produção do papel. Conforme ilustrado na Tabela 33, associado ao consumo da máquina M600 existe uma diminuição de 3,2 toneladas de dióxido de carbono e à Lithoman uma a diminuição de 10,8 toneladas.

Tabela 33 – Emissões de dióxido de carbono para a produção de papel

Máquina	Quantidade de papel (em kg)	Dióxido de carbono emitido durante a sua produção (em kg)
M600	37 918	3 232,57
Lithoman	127 571	10 875,64
Total	165 489	14 108,21

Evidentemente, a redução do desperdício de papel não traz apenas benefícios económicos, mas também vantagens significativas em termos de sustentabilidade.

5.3. Discussão dos resultados

Os resultados desta investigação proporcionam uma visão prática da aplicação das ferramentas *Lean*, nomeadamente o SMED e a normalização dos modos operatórios, no contexto da indústria de artes gráficas, especificamente no processo de impressão rotativa. A literatura existente sobre a filosofia *Lean* e sustentabilidade demonstra que estas ferramentas têm um potencial significativo na redução de desperdícios e na promoção de processos mais eficientes e sustentáveis. Contudo, a aplicação desta filosofia no setor gráfico ainda é relativamente escassa, o que realça a contribuição significativa deste trabalho para a literatura existente.

Assim como nas indústrias já estudadas, a ferramenta VSM foi utilizada para a identificar o fluxo de valor desde a receção das matérias-primas até à impressão final. Esta ferramenta revelou-se uma mais-valia para identificar entradas, saídas e os processos envolvidos, facilitando a identificação os problemas e entraves existentes que agravavam a problemática em estudo.

Após a implementação do SMED, observou-se uma redução substancial nos tempos de *setup* das máquinas, com uma redução de 15,8% e 7,4% nos tempos de preparação das máquinas M600 e Lithoman, respetivamente, resultando numa poupança anual superior a 175 000€. Estes resultados estão alinhados com estudos anteriores em diferentes contextos industriais, como o setor automóvel e da cortiça, reforçando a ideia de que o SMED é uma ferramenta versátil e adaptável.

Além da redução de tempos de *setup*, o estudo apresenta benefícios financeiros significativos decorrentes da normalização dos modos operatórios, da liderança e das competências dos colaboradores. A poupança anual estimada em compras de papel para as duas máquinas supera os 150 000€, e esta redução também contribui para a diminuição da emissão de 14 toneladas de dióxido de carbono, reforçando a melhoria no âmbito da sustentabilidade.

A questão de investigação deste trabalho – “Como a aplicação das ferramentas *Lean* pode reduzir o desperdício de papel no processo de impressão rotativa de forma eficiente, produtiva e

sustentável?” – foi respondida de forma positiva pelos resultados obtidos. A implementação do SMED, normalização do processo de arranque das máquinas e outras práticas contribuíram para a redução dos tempos de *setup*, aumento da disponibilidade das máquinas para a produção de outros trabalhos e para a diminuição do desperdício de papel, uma das principais preocupações ambientais e económicas da indústria gráfica. Estas práticas *Lean* permitem, não só melhorar eficiência na utilização do papel, como também uma otimização global dos processos produtivos. A redução dos tempos de preparação das máquinas faz com que aumente a capacidade produtiva, possibilitando a realização de mais trabalhos e, conseqüentemente, melhorar a sustentabilidade económica da operação. Além disso, ao uniformizar os processos operacionais, é possível melhorar a consistência dos resultados entre as várias equipas.

A normalização revelou-se um passo crucial para garantir que as tarefas fossem executadas de maneira uniforme, independentemente da equipa em máquina. Esta normalização permite reduzir a variabilidade dos tempos de preparação, contribuindo para a convergência dos valores reais para os tempos estipulados após a implementação do SMED.

O contributo inovador deste trabalho reside na aplicação das ferramentas *Lean* no setor gráfico, mais especificamente no processo de impressão rotativa. Este estudo preenche essa lacuna, demonstrando que as ferramentas *Lean*, como o SMED e a normalização do *setup*, podem ser eficazmente implementadas num contexto de produção gráfica, resultando em ganhos substanciais tanto em termos de eficiência produtiva quanto de sustentabilidade. Os resultados mostram que a aplicação do *Lean* no processo de impressão rotativa pode reduzir significativamente os tempos de *setup* e o desperdício de papel. Além disso, destaca a importância da normalização dos modos operatórios e do desenvolvimento de competências das equipas.

Além das melhorias económicas e produtivas, este estudo contribui para a discussão sobre a sustentabilidade na indústria gráfica. A redução do desperdício de papel e o aumento da eficiência operacional alinham-se com os princípios do desenvolvimento sustentável reforçando a importância da adoção do *Lean* como uma ferramenta estratégica para enfrentar os desafios ambientais atuais.

Apesar dos resultados positivos, é importante reconhecer algumas limitações deste estudo. A variabilidade no desempenho das diferentes equipas de operação das máquinas representa um fator que pode ter influência nos resultados. Conforme observado, as equipas apresentam desempenhos inigualitários em termos de tempos e desperdícios, o que sugere a necessidade de um investimento contínuo na formação das equipas e na padronização dos processos para alcançar uma melhoria mais homogénea. Embora a aplicação do SMED tenha demonstrado ser eficaz, a adaptabilidade do *Lean* ao contexto específico da impressão rotativa deve ser continuamente avaliada e ajustada para garantir a sua eficácia a longo prazo, isto porque o estudo centrou-se numa única organização, o que pode limitar a generalização direta dos resultados para outras empresas do setor.

Referindo ainda as limitações do estudo, é importante salientar que, durante a realização prática do estudo, foi sentida resistência à mudança por parte dos colaboradores das máquinas, uma limitação que é também destacada por vários autores, tal como mencionado na revisão da literatura.

Do ponto de vista prático, os resultados obtidos sugerem que a implementação das práticas *Lean* no setor gráfico podem trazer benefícios significativos, tanto em termos de redução de desperdícios

como de melhoria da eficiência produtiva. A normalização dos modos operatórios das máquinas, associada ao desenvolvimento de competências de liderança e operacionais das equipas, revela-se essencial para maximizar os ganhos de eficiência e sustentabilidade. As poupanças monetárias anuais, combinadas com a redução do tempo de *setup* e o aumento da disponibilidade das máquinas, permitem às empresas do setor gráfico, como é a Lidergraf, reforçar a sua competitividade e capacidade de resposta às exigências do mercado.

Adicionalmente, é importante destacar que os resultados obtidos nesta dissertação não só impactam diretamente a eficiência operacional e económica desta empresa do setor das artes gráficas, como também estão alinhados com vários dos ODS estabelecidos pela Organização das Nações Unidas.

Entre os ODS, este trabalho tem impacto em 4 dos 17 ODS, ilustrados na Figura 58.



Figura 58 – ODS abrangidos pelo estudo desenvolvido

O ODS 9: Indústria, Inovação e Infraestrutura surge como central, uma vez que a implementação de ferramentas *Lean*, como o VSM e o SMED, promove a inovação nos processos produtivos. Ao aumentar a eficiência das máquinas de impressão e reduzir os tempos de preparação, este estudo contribui para uma operação mais sustentável, incentivando práticas que reforçam a competitividade e a sustentabilidade no setor.

A redução do desperdício de papel, evidenciada pelos resultados deste trabalho, relaciona-se diretamente com o ODS 12: Consumo e Produção Responsáveis. A poupança superior a 165 000 kg de papel anual reflete um uso mais eficiente de recursos naturais e minimizando os impactos ambientais. Ao reduzir o consumo de matéria-prima e, conseqüentemente, o desperdício associado, este estudo não só traz benefícios económicos significativos para a organização, mas também contribui para a adoção de práticas de produção mais sustentáveis.

Outro impacto relevante deste trabalho está vinculado ao ODS 13: Ação Climática, uma vez que a redução do desperdício de papel leva à diminuição das emissões de dióxido de carbono. Evitar o consumo de grandes quantidades de papel, associadas a emissões de cerca de 14 toneladas de CO₂, mostra como a aplicação do *Lean* pode ter um impacto direto e positivo contra as mudanças climáticas, apoiando a mitigação dos efeitos nocivos no ambiente.

Finalmente, o ODS 8: Trabalho Digno e Crescimento Económico também se reflete nos resultados deste estudo, particularmente na melhoria das competências dos trabalhadores e na promoção de uma liderança eficaz. Através do desenvolvimento de *hard skills* e da padronização dos processos, foi possível melhorar a produtividade e a qualidade do trabalho, criando um ambiente de trabalho mais eficiente, onde a melhoria contínua é uma prioridade. Este foco nas capacidades dos trabalhadores e na eficiência organizacional contribui para o crescimento económico sustentável da organização.

6. CONCLUSÃO

Neste capítulo, são apresentadas as principais conclusões obtidas com a realização deste projeto, bem como as principais dificuldades enfrentadas ao longo do seu desenvolvimento. Adicionalmente, serão propostas direções para trabalhos futuros, com vista a dar continuidade às questões abordadas neste estudo.

6.1. Conclusões finais

O principal objetivo desta dissertação centra-se na análise do impacto de ferramentas *Lean* numa indústria específica, a indústria gráfica, tendo em vista a melhoria do seu desempenho e com principal foco na redução do desperdício de papel, matéria-prima crucial para o desenvolvimento da sua atividade económica.

Inicialmente, de forma a identificar o fluxo de valor criado desde a receção da matéria-prima até à impressão efetiva dos trabalhos, foi realizado o VSM, que permitiu mapear as entradas, saídas e os processos envolvidos.

Para atingir os objetivos propostos, a principal ferramenta *Lean* utilizada foi o SMED, sendo complementada com a standardização do trabalho. A ferramenta SMED possibilitou a identificação e separação das tarefas internas e externas de modo a que fosse reduzido o tempo de preparação das máquinas e, conseqüentemente, favorecer a melhoria do desempenho durante este processo. Esta melhoria não só resultou em tempos de execução mais curtos, como também gerou poupanças monetárias significativas, uma vez que cada hora de ocupação da máquina tem um custo associado.

Em conjunto com o anterior, revelou-se importante, verificar as competências atuais dos trabalhadores de forma a suprimir com algumas das queixas dos trabalhadores. Este ponto revelou-se importante porque a falta de competências (de elementos da equipa ou de elementos que vão para a equipa temporariamente por necessidade) pode levar a uma diminuição do desempenho das equipas, o que é indesejado e contrário aos objetivos definidos.

Tendo como ponto de partida desta dissertação a observação em chão de fábrica, este revelou diferentes desempenhos e atitudes de liderança entre as várias equipas das máquinas de impressão. Esta observação foi corroborada pela análise dos dados anteriores, que mostrou diferenças significativas nos resultados, especialmente entre as equipas da máquina Lithoman. Dada a importância da liderança, foi crucial estudar formas de melhorar tanto a atitude de liderança como a postura em relação aos objetivos da organização.

A liderança dos operadores, resulta em impactos diretos na atitude e no desempenho dos membros dessas equipas. No entanto, liderança eficaz não se limita apenas ao nível das equipas, mas também uma melhoria na liderança *top-down* (de cima para baixo). Neste sentido, é fundamental que o LEN de cada equipa esteja alinhado com o líder responsável pelas equipas das máquinas de impressão rotativa. Um alinhamento mais estreito entre esses níveis de liderança assegura um acompanhamento contínuo e próximo, criando um ambiente onde a melhoria contínua é uma prioridade.

Esse acompanhamento permite que os líderes estejam mais atentos às necessidades e desafios enfrentados pelas suas equipas, oferecendo orientação e suporte mais próximo. Além disso, uma

liderança que promove uma cultura de aprendizagem incentiva os operadores a refletir sobre os erros e problemas encontrados, transformando-os em oportunidades de melhoria. Desta forma, a conexão entre o LEN e o líder superior torna-se crucial para garantir que a equipa não execute apenas tarefas, mas também evolua continuamente, contribuindo para o aumento da eficiência e redução de desperdícios.

De forma geral, a implementação dos modos operatórios após a utilização da ferramenta *Lean SMED*, fazem com que exista uma redução de 15,76% e 7,42% do tempo das máquinas M600 e Lithoman, respetivamente, tendo como efeito a poupança de 175 455,71€ no que diz respeito a tempos em máquina. Esta redução dos tempos faz com que a disponibilidade das máquinas M600 e Lithoman seja aumentada em cerca de 1,1% e 1,9%, respetivamente, permitindo que estas fiquem disponíveis durante mais tempo para a realização de novos trabalhos e outras tarefas de valor acrescentado como é a execução das tarefas de manutenção preventiva das máquinas.

Aliando as melhorias proporcionadas pelo SMED à melhoria da liderança e ao desenvolvimento das *hard skills* dos trabalhadores, é possível alcançar uma redução substancial do desperdício. Com as equipas niveladas, com as mesmas capacidades e atitudes de trabalho pode-se reduzir o desperdício da organização. A redução do desperdício da máquina M600 pode atingir os 14%, de forma mais acentuada o desperdício da máquina Lithoman pode ser reduzido em aproximadamente 23%. Esta redução em geral favorece uma redução de 12,6% do desperdício da Lidergraf.

Os resultados da redução do desperdício são, em grande parte, de carácter económico, proporcionando uma poupança de 157 214,40€. Além disso, esta mudança contribui para a melhoria dos parâmetros de sustentabilidade da Lidergraf, ao reduzir o desperdício e diminuir o consumo de 165 489 kg de papel. Como a produção de papel está associada à emissão de dióxido de carbono para a atmosfera, evitar o consumo desta quantidade de papel implica evitar a emissão de cerca de 14,11 toneladas de dióxido de carbono.

No total, a poupança gerada pela redução dos tempos e do desperdício de papel permite à Lidergraf economizar 332 670,11€ anualmente.

Em conclusão, esta dissertação analisou o impacto da implementação de ferramentas Lean, com especial foco no VSM, SMED e standardização do trabalho, na indústria gráfica, visando a redução do desperdício de papel e a melhoria do desempenho operacional. Os resultados demonstram uma redução significativa nos tempos de preparação das máquinas e nos desperdícios de material, traduzindo-se em poupanças monetárias relevantes e em benefícios ambientais consideráveis, como a diminuição das emissões de dióxido de carbono. Estes resultados estão assim em consonância com alguns dos ODS estabelecidos pela Organização das Nações Unidas, contribuindo para uma produção mais eficiente, responsável e sustentável.

Este estudo reforça a importância de uma liderança eficaz e de uma cultura de melhoria contínua como pilares para o sucesso na implementação de práticas *Lean*. Ao promover uma maior sustentabilidade e eficiência, estas práticas não só beneficiam a organização em termos económicos, mas também contribuem para um futuro mais sustentável na indústria gráfica.

6.2. Limitações e investigação futura

A indústria gráfica, particularmente no contexto da impressão rotativa, apresenta desafios específicos que influenciam os resultados desta investigação. Tal como mencionado na secção de discussão de resultados, uma limitação significativa é a resistência à mudança por parte dos trabalhadores. A experiência acumulada e a familiaridade com os processos atuais tornam difícil a adoção rápida e eficaz de novos métodos de operação. Esta resistência pode atrasar a implementação das práticas *Lean* e, por conseguinte, limitar a velocidade com que os benefícios esperados são alcançados.

Outra limitação decorre do curto período disponível para avaliar as mudanças introduzidas. A análise dos resultados foi realizada num intervalo de tempo relativamente limitado, o que pode não refletir totalmente o impacto a longo prazo das melhorias implementadas. Uma avaliação prolongada poderia fornecer uma visão mais detalhada sobre a eficácia contínua das práticas *Lean* e a sua influência ao longo do tempo.

Para dar continuidade à investigação, sugere-se assim um estudo de longo prazo que monitorize e avalie a eficácia das práticas *Lean*. Tal abordagem poderia proporcionar uma compreensão mais aprofundada dos benefícios sustentáveis e da adaptação contínua das práticas *Lean* na indústria gráfica. Relacionar os resultados deste estudo com o impacto a médio e longo prazo contribuiria para um conhecimento mais sólido sobre a sua eficácia.

Ainda âmbito da impressão rotativa, seria relevante conduzir um estudo específico sobre as avarias das máquinas de impressão e a sua relação com os processos *Lean*. Este estudo poderia explorar como a manutenção preventiva e preditiva pode ser integrada de forma mais eficaz para minimizar as falhas e melhorar o desempenho das máquinas, ajudando a reduzir os eventos sem valor acrescentado que ocorrem durante a produção.

Adicionalmente, a presente dissertação focou-se no processo de impressão rotativa, devido ao seu elevado desperdício na preparação das máquinas. No entanto, como investigação futura, seria interessante expandir o estudo a outros processos de impressão, como a impressão *offset* (impressão folha a folha). Este alargamento permitiria reforçar a aplicação das ferramentas *Lean* em diferentes contextos dentro da indústria gráfica.

Outra direção relevante para futuras investigações seria realizar estudos semelhantes noutras organizações do setor das artes gráficas. Avaliar a eficácia das ferramentas *Lean*, como o SMED e a normalização do trabalho, em diferentes empresas, contribuiria para o desenvolvimento de um conhecimento mais abrangente sobre a implementação do *Lean* no setor. Este tipo de investigação teria como objetivo identificar boas práticas e desafios comuns, contribuindo para uma melhoria contínua e sustentável em toda a indústria gráfica.

Desta forma, os trabalhos futuros sugeridos visam não só melhorar o desempenho das máquinas de impressão rotativa, mas também aprofundar os conhecimentos sobre a aplicação das práticas *Lean* no setor das artes gráficas, oferecendo oportunidades para estudos mais abrangentes e relevantes neste campo.

página propositadamente em branco

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abu, F., Gholami, H., Mat Saman, M. Z., Zakuan, N., & Streimikiene, D. (2019). The implementation of lean manufacturing in the furniture industry: A review and analysis on the motives, barriers, challenges, and the applications. *Journal of Cleaner Production*, 234, 660–680. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2019.06.279>
- Al Owad, A., Samaranayake, P., Karim, A., & Ahsan, K. B. (2018). An integrated lean methodology for improving patient flow in an emergency department—case study of a Saudi Arabian hospital. *Production Planning and Control*, 29(13), 1058–1081. <https://doi.org/10.1080/09537287.2018.1511870>
- AlManei, M., Salonitis, K., & Xu, Y. (2017). Lean Implementation Frameworks: The Challenges for SMEs. *Procedia CIRP*, 63, 750–755. <https://doi.org/10.1016/J.PROCIR.2017.03.170>
- AM&A. (2014). *Estudo Estratégico e de Inovação do Setor das Indústrias Gráficas e de Transformação de Papel*. <https://www.apigraf.pt/sii/wp-content/uploads/2014/11/relatorio2014.pdf>
- Antosz, K., & Stadnicka, D. (2017). Lean Philosophy Implementation in SMEs - Study Results. *Procedia Engineering*, 182, 25–32. <https://doi.org/10.1016/J.PROENG.2017.03.107>
- APIGRAF. (2022). *Anuário indústrias gráficas e transformadoras de papel* (1.^a ed.).
- Australian Industry Group. (sem data). *Managing waste in the printing industry*. Obtido 25 de Janeiro de 2024, de https://cdn.aigroup.com.au/Environment/10_Printing_Waste_Reduction_Factsheet.pdf
- Aylesford Newsprint, Kodak GCG, manroland, MEGTEC, Müller Martini, Nitto, QuadTech, SCA, Sun Chemical, & Trelleborg Printing Solutions. (2001). *Best Practice Guide For Web Offset Printers*. www.printing.org
- Bamford, D., Forrester, P., Dehe, B., & Leese, R. G. (2015). Partial and iterative lean implementation: Two case studies. *International Journal of Operations and Production Management*, 35(5), 702–727. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-07-2013-0329>
- Barbieri, J. C., Vasconcelos, I. F. G. de, Andreassi, T., & Vasconcelos, F. C. de. (2010). Innovation and sustainability: New models and propositions. *RAE Revista de Administracao de Empresas*, 50(2), 146–154. <https://doi.org/10.1590/S0034-75902010000200002>
- Bassuk, J. A., & Washington, I. M. (2013). The A3 problem solving report: a 10-step scientific method to execute performance improvements in an academic research vivarium. *PLoS one*, 8(10). <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0076833>

- BCSD Portugal. (2022). *Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - O que são?*
<https://ods.pt/ods/>
- Berlato, L. F., Saussen, F., & Gomez, L. S. R. (2016). A SUSTENTABILIDADE EMPRESARIAL COMO VANTAGEM COMPETITIVA EM BRANDING. *DAPesquisa*, 11(15), 24–41.
<https://doi.org/10.5965/1808312911152016024>
- Bhamu, J., & Sangwan, K. S. (2014). Lean manufacturing: Literature review and research issues. *International Journal of Operations and Production Management*, 34(7), 876–940. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-08-2012-0315>
- Bragança, S., & Costa, E. (2015). An application of the Lean production tool standard work. *Jurnal Teknologi*. <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000218584100006>
- Brundtland, G. H. (1987). *Our Common Future: The World Commission On Environment And Development*.
- Cherrafi, A., Elfezazi, S., Chiarini, A., Mokhlis, A., & Benhida, K. (2016). The integration of lean manufacturing, Six Sigma and sustainability: A literature review and future research directions for developing a specific model. *Journal of Cleaner Production*, 139, 828–846. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2016.08.101>
- Chiarini, A. (2014). Sustainable manufacturing-greening processes using specific Lean Production tools: an empirical observation from European motorcycle component manufacturers. *Journal of Cleaner Production*, 85, 226–233.
<https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2014.07.080>
- Comissão Europeia. (2022). *30 anos EU Ecolabel*. <https://op.europa.eu/pt/publication-detail/-/publication/b8109064-9557-11ed-b508-01aa75ed71a1/language-en>
- Cordeiro, P., Sá, J. C., Pata, A., Gonçalves, M., Santos, G., & Silva, F. J. G. (2020). The Impact of Lean Tools on Safety—Case Study. *Studies in Systems, Decision and Control*, 277, 151–159. https://doi.org/10.1007/978-3-030-41486-3_17
- COTEC. (sem data). *LIDERGRAF - COTEC Portugal*. Obtido 23 de Maio de 2024, de <https://cotecportugal.pt/associates/lidergraf-sustainable-printing/>
- Coutinho, C. P. (2011). *Metodologia de Investigação em Ciências Sociais e Humanas: Teoria e Prática*. Edições Almedina.
- Creswell, J. W. (2012). *Educational Research: Planning, Conducting, and Evaluating Quantitative and Qualitative Research* (4ª).
<https://drive.google.com/file/d/1d5ZzlgJuCrwAyLpdBeK5dhKMZTpE2HNb/view>
- Dal Forno, A. J., Pereira, F. A., Forcellini, F. A., & Kipper, L. M. (2014). Value stream mapping: A study about the problems and challenges found in the literature from the past 15 years about application of Lean tools. *International Journal of Advanced*

- Manufacturing Technology*, 72(5–8), 779–790. <https://doi.org/10.1007/S00170-014-5712-Z>
- Deshkar, A., Kamle, S., Giri, J., & Korde, V. (2018). Design and evaluation of a Lean Manufacturing framework using Value Stream Mapping (VSM) for a plastic bag manufacturing unit. *Materials Today: Proceedings*, 5(2), 7668–7677. <https://doi.org/10.1016/J.MATPR.2017.11.442>
- Deshpande, A. S., Filson, L. E., Salem, O. M., & Miller, R. A. (2012). Lean Techniques in the Management of the Design of an Industrial Project. *Journal of Management in Engineering*, 28(2), 221–223. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000065](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000065)
- Elkington, J. (1994). Towards the Sustainable Corporation: Win-Win-Win Business Strategies for Sustainable Development. *California Management Review*, 36(2), 90–100. <https://doi.org/10.2307/41165746>
- EU Ecolabel. (2022, Julho 6). https://environment.ec.europa.eu/document/3e04b42c-4a5b-4317-a4a0-76d712bb21e5_en
- European Commission. (2022). *EU Ecolabel Success Story - Lidergraf Sustainable Printing*. https://environment.ec.europa.eu/topics/circular-economy/eu-ecolabel/articles-and-success-stories/eu-ecolabel-success-story-lidergraf-sustainable-printing_en
- Fernandes, J. P. R., Godina, R., & Matias, J. C. O. (2019). Evaluating the impact of 5S implementation on occupational safety in an automotive industrial unit. *Springer Proceedings in Mathematics and Statistics*, 281, 139–148. https://doi.org/10.1007/978-3-030-14973-4_13
- FSC. (sem data). Obtido 29 de Julho de 2024, de <https://fsc.org/en/media/fsc-logo-green-transparent-background>
- FSC Portugal. (sem data). *Forest Stewardship Council*. Obtido 23 de Maio de 2024, de <https://pt.fsc.org/pt-pt>
- FSC® Portugal. (sem data). *Sobre a Certificação | Forest Stewardship Council®*. Obtido 23 de Maio de 2024, de <https://pt.fsc.org/pt-pt/sobre-a-certificacao>
- Gato Brás, M. (2011). *CARACTERIZAÇÃO DA INDÚSTRIA GRÁFICA EM PORTUGAL*.
- Gonçalves, I., Sá, J. C., Santos, G., & Gonçalves, M. (2019). Safety Stream Mapping—A New Tool Applied to the Textile Company as a Case Study. *Studies in Systems, Decision and Control*, 202, 71–79. https://doi.org/10.1007/978-3-030-14730-3_8
- Górny, A. (2017). Identification of occupational accident causes by use the Ishikawa diagram and Pareto principles. *Economics and Management Innovations (ICEMI)*, 1, 384–388. <https://doi.org/10.26480/ICEMI.01.2017.384.388>
- Hasibul, I. M., Gustav, B., & Malin, T. (2018). Adoption of lean philosophy in car dismantling companies in Sweden—a case study. *Procedia Manufacturing*, 25, 620–627. <https://doi.org/10.1016/J.PROMFG.2018.06.093>

- Hayta, P., & Oktav, M. (2019). The Importance of Waste and Environment Management in Printing Industry. *European Journal of Engineering and Natural Sciences*, 3(2), 18–26. https://www.researchgate.net/publication/336831841_The_Importance_of_Waste_and_Environment_Management_in_Printing_Industry
- Henao, R., Sarache, W., & Gómez, I. (2019). Lean manufacturing and sustainable performance: Trends and future challenges. *Journal of Cleaner Production*, 208, 99–116. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2018.10.116>
- Hodge, G. L., Goforth Ross, K., Joines, J. A., & Thoney, K. (2011). Adapting lean manufacturing principles to the textile industry. *Production Planning and Control*, 22(3), 237–247. <https://doi.org/10.1080/09537287.2010.498577>
- Ismail, M. Z. M., Zainal, A. H., Kasim, N. I., & Mukhtar, M. A. F. M. (2019). A mini review: Lean management tools in assembly line at automotive industry. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 469. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/469/1/012086>
- Jiménez, M., Romero, L., Domínguez, M., & Espinosa, M. del M. (2015). 5S methodology implementation in the laboratories of an industrial engineering university school. *Safety Science*, 78, 163–172. <https://doi.org/10.1016/J.SSCI.2015.04.022>
- Kanamori, S., Sow, S., Castro, M. C., Matsuno, R., Tsuru, A., & Jimba, M. (2015). Implementation of 5S management method for lean healthcare at a health center in Senegal: A qualitative study of staff perception. *Global Health Action*, 8(1). <https://doi.org/10.3402/GHA.V8.27256>
- Karam, A. A., Liviu, M., Cristina, V., & Radu, H. (2018). The contribution of lean manufacturing tools to changeover time decrease in the pharmaceutical industry. A SMED project. *Procedia Manufacturing*, 22, 886–892. <https://doi.org/10.1016/J.PROMFG.2018.03.125>
- Kelendar, H. (2020). Lean Thinking from Toyota Manufacturing to the Healthcare Sector. *Res Med Eng Sci*, 8(5), 913–923. <https://doi.org/10.31031/RMES.2020.08.000697>
- Kumar, D. V., Mohan, G. M., & Mohanasundaram, K. M. (2019). Lean tool implementation in the garment industry. *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, 27(2), 19–23. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0012.9982>
- Lean Institute Brasil. (sem data). *Muda, Mura, Muri - Tipos Atividades que Geram Desperdícios*. Obtido 14 de Agosto de 2024, de <https://www.lean.org.br/conceitos/78/muda-mura-muri---tipos-atividades-que-geram-desperdicios.aspx>
- Leksic, I., Stefanic, N., & Veza, I. (2020). The impact of using different lean manufacturing tools on waste reduction. *Advances in Production Engineering And Management*, 15(1), 81–92. <https://doi.org/10.14743/APEM2020.1.351>

- Leme, R. D., Nunes, A. O., Message Costa, L. B., & Silva, D. A. L. (2018). Creating value with less impact: Lean, green and eco-efficiency in a metalworking industry towards a cleaner production. *Journal of Cleaner Production*, 196, 517–534. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2018.06.064>
- Lenort, R., Staš, D., Holman, D., & Wicher, P. (2017). A3 Method as a Powerful Tool for Searching and Implementing Green Innovations in an Industrial Company Transport. *Procedia Engineering*, 192, 533–538. <https://doi.org/10.1016/J.PROENG.2017.06.092>
- Lian, Y. H., & Van Landeghem, H. (2007). Analysing the effects of Lean manufacturing using a value stream mapping-based simulation generator. *International Journal of Production Research*, 45(13), 3037–3058. <https://doi.org/10.1080/00207540600791590>
- Lidergraf. (sem data). *Lidergraf - Sobre nós*. Obtido 23 de Maio de 2024, de <https://www.lidergraf.eu/pt/about-us-pt/>
- Lidergraf. (2014). *Manual Artes Gráficas*.
- Lidergraf - Sustainable Printing*. (sem data). Obtido 25 de Janeiro de 2024, de <https://www.lidergraf.eu/pt/home-pt/>
- Liker, J. K., & Morgan, J. M. (2006). The Toyota way in services: The case of lean product development. *Academy of Management Perspectives*, 20(2), 5–20. <https://doi.org/10.5465/AMP.2006.20591002>
- Liliana, L. (2016). A new model of Ishikawa diagram for quality assessment. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 161(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/161/1/012099>
- Lu, J. C., & Yang, T. (2015). Implementing lean standard work to solve a low work-in-process buffer problem in a highly automated manufacturing environment. *International Journal of Production Research*, 53(8), 2285–2305. <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.937009>
- Maalouf, M. M., & Zaduminska, M. (2019). A case study of vsm and smed in the food processing industry. *Management and Production Engineering Review*, 10(2), 60–68. <https://doi.org/10.24425/MPER.2019.129569>
- Marques, J. P., Sá, J. C., Silva, F. J. G., Pereira, T., Ferreira, L. P., & Santos, G. (2021). Safety efficiency value stream mapping (SEVSM) - A new tool to support the implementation of Lean Safety. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1193(1), 012124. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1193/1/012124>
- Martins, M., Godina, R., Pimentel, C., Silva, F. J. G., & Matias, J. C. O. (2018). A Practical Study of the Application of SMED to Electron-beam Machining in Automotive Industry. *Procedia Manufacturing*, 17, 647–654. <https://doi.org/10.1016/J.PROMFG.2018.10.113>

- Masuti, P. M., & Dabade, U. A. (2019). Lean manufacturing implementation using value stream mapping at excavator manufacturing company. *Materials Today: Proceedings*, 19, 606–610. <https://doi.org/10.1016/J.MATPR.2019.07.740>
- Melton, T. (2005). The benefits of lean manufacturing: What lean thinking has to offer the process industries. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(6 A), 662–673. <https://doi.org/10.1205/CHERD.04351>
- Míkva, M., Prajová, V., Yakimovich, B., Korshunov, A., & Tyurin, I. (2016). Standardization of the tools of continuous improvement. *Procedia Engineering*, 149, 329–332. <https://doi.org/10.1016/J.PROENG.2016.06.674>
- Mor, R. S., Bhardwaj, A., Singh, S., & Sachdeva, A. (2019). Productivity gains through standardization-of-work in a manufacturing company. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 30(6), 899–919. <https://doi.org/10.1108/JMTM-07-2017-0151>
- Nallusamy, S., & Adil Ahamed, M. A. (2017). Implementation of lean tools in an automotive industry for productivity enhancement - A case study. *International Journal of Engineering Research in Africa*, 29, 175–185. <https://doi.org/10.4028/WWW.SCIENTIFIC.NET/JERA.29.175>
- Omogbai, O., & Salonitis, K. (2017). The Implementation of 5S Lean Tool Using System Dynamics Approach. *Procedia CIRP*, 60, 380–385. <https://doi.org/10.1016/J.PROCIR.2017.01.057>
- ONU Portugal. (sem data). *Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, 17 Objetivos para transformar o nosso mundo*. Obtido 12 de Outubro de 2024, de <https://unric.org/pt/objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel/>
- O'Reilly, K., Ruokis, S., Russell, K., Teves, T., DiLibero, J., Yassa, D., Berry, H., & Howell, M. D. (2016). Standard work for room entry: Linking lean, hand hygiene, and patient-centeredness. *Healthcare*, 4(1), 45–51. <https://doi.org/10.1016/J.HJDSI.2015.12.008>
- Pagell, M., & Shevchenko, A. (2014). Why research in sustainable supply chain management should have no future. *Journal of Supply Chain Management*, 50(1), 44–55. <https://doi.org/10.1111/JSCM.12037>
- PEFC Portugal. (sem data-a). *O QUE FAZEMOS*. Obtido 23 de Maio de 2024, de <https://www.pefc.pt/o-que-fazemos>
- PEFC Portugal. (sem data-b). Obtido 29 de Julho de 2024, de <https://pefc.pt/certificacao/marca-pefc/entidades-n-certificadas>
- Pereira, A., Abreu, M. F., Silva, D., Alves, A. C., Oliveira, J. A., Lopes, I., & Figueiredo, M. C. (2016). Reconfigurable Standardized Work in a Lean Company - A Case Study. *Procedia CIRP*, 52, 239–244. <https://doi.org/10.1016/J.PROCIR.2016.07.019>

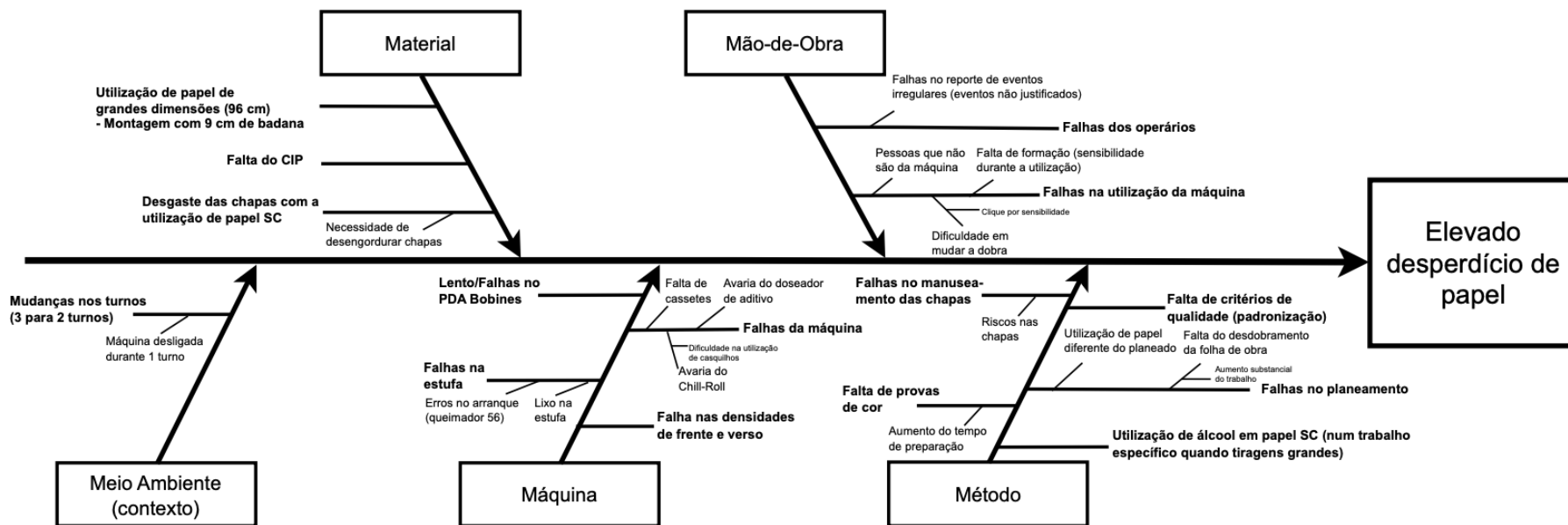
- Pereira, C. M., Anholon, R., & Batocchio, A. (2017). Obstacles and difficulties implementing the lean philosophy in Brazilian enterprises. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*, 14(2), 218–227. <https://doi.org/10.14488/BJOPM.2017.V14.N2.A10>
- Pereira, J., Silva, F. J. G., Bastos, J. A., Ferreira, L. P., & Matias, J. C. O. (2019). Application of the A3 methodology for the improvement of an assembly line. *Procedia Manufacturing*, 38, 745–754. <https://doi.org/10.1016/J.PROMFG.2020.01.101>
- Rahani, A. R., & Al-Ashraf, M. (2012). Production flow analysis through Value Stream Mapping: A lean manufacturing process case study. *Procedia Engineering*, 41, 1727–1734. <https://doi.org/10.1016/J.PROENG.2012.07.375>
- Ribeiro, M. A. S., Santos, A. C. O., de Amorim, G. da F., de Oliveira, C. H., Braga, R. A. da S., & Netto, R. S. (2022). Analysis of the Implementation of the Single Minute Exchange of Die Methodology in an Agroindustry through Action Research. *Machines*, 10(5). <https://doi.org/10.3390/MACHINES10050287>
- Ribeiro, P., Sá, J. C., Ferreira, L. P., Silva, F. J. G., Pereira, M. T., & Santos, G. (2019). The impact of the application of lean tools for improvement of process in a plastic company: A case study. *Procedia Manufacturing*, 38, 765–775. <https://doi.org/10.1016/J.PROMFG.2020.01.104>
- Ribeiro, R. B., Souza, J. De, Beluco, A., Biehl, L. V., Braz Medeiros, J. L., Sporket, F., Rossini, E. G., & Amaral, F. A. D. Do. (2019). Application of the single-minute exchange of die system to the CNC sector of a shoe mold company. *Cogent Engineering*, 6(1). <https://doi.org/10.1080/23311916.2019.1606376>
- Rizkya, I., Syahputri, K., Sari, R. M., & Siregar, I. (2019). 5S Implementation in Welding Workshop-A Lean Tool in Waste Minimization. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 505(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/505/1/012018>
- Rohac, T., & Januska, M. (2015). Value stream mapping demonstration on real case study. *Procedia Engineering*, 100(January), 520–529. <https://doi.org/10.1016/J.PROENG.2015.01.399>
- Rosa, C., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., & Campilho, R. (2017). SMED methodology: The reduction of setup times for Steel Wire-Rope assembly lines in the automotive industry. *Procedia Manufacturing*, 13, 1034–1042. <https://doi.org/10.1016/J.PROMFG.2017.09.110>
- Sá, J. C., Carvalho, A., Fonseca, L., Santos, G., & Dinis-Carvalho, J. (2023). Science Based Targets and the factors contributing to the sustainable development of an organisation from a Literature review to a conceptual model. *Production Engineering Archives*, 29(3), 241–253. <https://doi.org/10.30657/PEA.2023.29.28>
- Sá, J. C., Manuel, V., Silva, F. J. G., Santos, G., Ferreira, L. P., Pereira, T., & Carvalho, M. (2021). Lean Safety - assessment of the impact of 5S and Visual Management on

- safety. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1193(1), 012049. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1193/1/012049>
- Sá, J. C., Sales-Contini, R. C. M., Silva, F. J. G., Dinis-Carvalho, J., Cardoso, L., & Fonseca, L. (2024). The Impact of SMED on Productivity and Safety. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, 681, 257–270. https://doi.org/10.1007/978-3-031-63265-5_20
- Sá, J. C., Sales-Contini, R. C. M., Silva, F. J. G., Dinis-Carvalho, J., Costa, P., & Pereira, M. T. (2024). The Contribution of SMED to the Sustainability of Organizations. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, 681, 155–168. https://doi.org/10.1007/978-3-031-63265-5_12
- Sahoo, S., & Yadav, S. (2018). Lean implementation in small- and medium-sized enterprises: An empirical study of Indian manufacturing firms. *Benchmarking*, 25(4), 1121–1147. <https://doi.org/10.1108/BIJ-02-2017-0033>
- Salonitis, K., & Tsinopoulos, C. (2016). Drivers and Barriers of Lean Implementation in the Greek Manufacturing Sector. *Procedia CIRP*, 57, 189–194. <https://doi.org/10.1016/J.PROCIR.2016.11.033>
- Santos, V., Amaral, L., & Mamede, H. (2013). *Using the Action-Research Method in Information Systems Planning Creativity research*. <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000345737600044>
- Saravanan, V., Nallusamy, S., & George, A. (2018). Efficiency Enhancement in a Medium Scale Gearbox Manufacturing Company through Different Lean Tools - A Case Study. *International Journal of Engineering Research in Africa*, 34, 128–138. <https://doi.org/10.4028/WWW.SCIENTIFIC.NET/JERA.34.128>
- Schoeman, Y., Oberholster, P., & Somerset, V. (2021). Value stream mapping as a supporting management tool to identify the flow of industrial waste: A case study. *Sustainability (Switzerland)*, 13(1), 1–15. <https://doi.org/10.3390/SU13010091>
- Seth, D., & Gupta, V. (2005). Application of value stream mapping for lean operations and cycle time reduction: An Indian case study. *Production Planning and Control*, 16(1), 44–59. <https://doi.org/10.1080/09537280512331325281>
- Sharma, S. S., Shukla, D. D., & Sharma, B. P. (2019). Analysis of lean manufacturing implementation in SMEs: A “5S” technique. *Lecture Notes in Mechanical Engineering*, 469–476. https://doi.org/10.1007/978-981-13-6412-9_46
- Shingo, S. (1985). A Revolution in Manufacturing : The SMED System. Em *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. <https://doi.org/10.4324/9781315136479>
- Silva, F. J. G., Kirytopoulos, K., Pinto Ferreira, L., Sá, J. C., Santos, G., & Cancela Nogueira, M. C. (2022). The three pillars of sustainability and agile project management: How do they influence each other. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 29(5), 1495–1512. <https://doi.org/10.1002/CSR.2287>

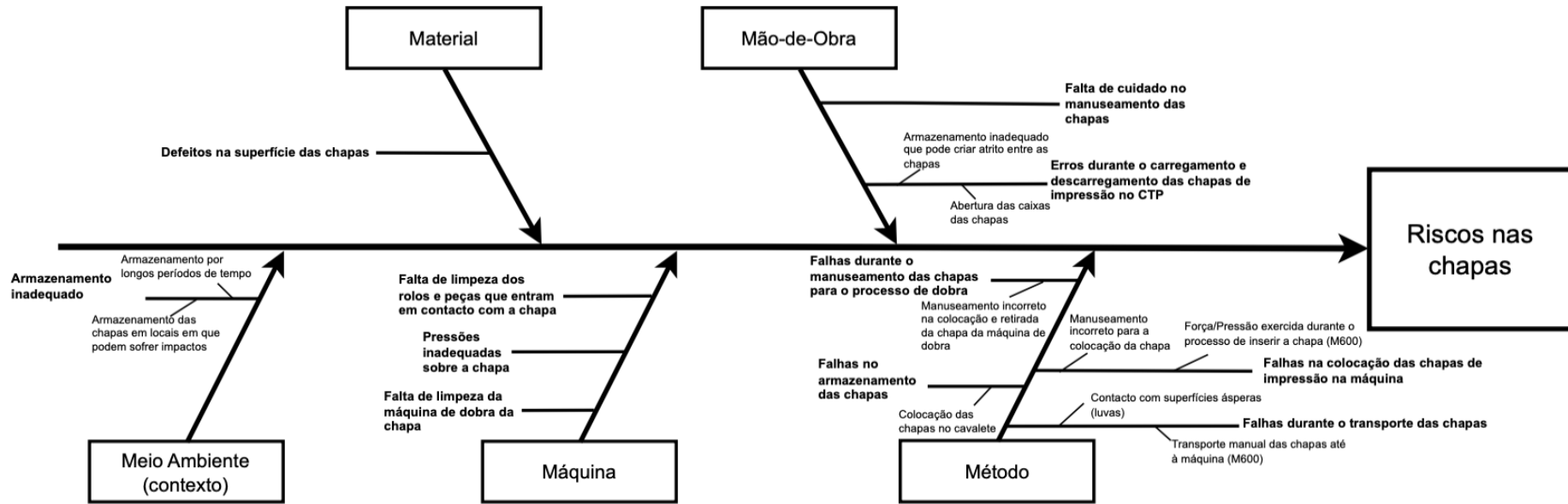
- Simonsen, E. M., Herrera, R. F., & Atencio, E. (2023). Benefits and Difficulties of the Implementation of Lean Construction in the Public Sector: A Systematic Review. *Sustainability*, *15*(7). <https://doi.org/10.3390/SU15076161>
- Singh, S., Dixit, S., Sahai, S., Sao, A., Kalonia, Y., & Subramanya Kumar, R. (2018). Key Benefits of Adopting Lean Manufacturing Principles in Indian Construction Industry. *MATEC Web of Conferences*, *172*. <https://doi.org/10.1051/MATECCONF/201817205002>
- Sousa, E., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., Pereira, M. T., Gouveia, R., & Silva, R. P. (2018). Applying SMED methodology in cork stoppers production. *Procedia Manufacturing*, *17*, 611–622. <https://doi.org/10.1016/J.PROMFG.2018.10.103>
- Sugai, M., McIntosh, R. I., & Novaski, O. (2007). Metodologia de Shigeo Shingo (SMED): análise crítica e estudo de caso. *Gestão & Produção*, *14*(2), 323–335. <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2007000200010>
- Teichgräber, U. K., & De Bucourt, M. (2012). Applying value stream mapping techniques to eliminate non-value-added waste for the procurement of endovascular stents. *European Journal of Radiology*, *81*(1). <https://doi.org/10.1016/J.EJRAD.2010.12.045>
- Vieira, T., Sá, J. C., Lopes, M. P., Santos, G., Félix, M. J., Ferreira, L. P., Silva, F. J. G., & Pereira, M. T. (2019). Optimization of the cold profiling process through SMED. *Procedia Manufacturing*, *38*, 892–899. <https://doi.org/10.1016/J.PROMFG.2020.01.171>
- Vinodh, S., Arvind, K. R., & Somanaathan, M. (2011). Tools and techniques for enabling sustainability through lean initiatives. *Clean Technologies and Environmental Policy*, *13*(3), 469–479. <https://doi.org/10.1007/S10098-010-0329-X>
- Vlachos, I. P., Pascuzzi, R. M., Zobolas, G., Repoussis, P., & Giannakis, M. (2023). Lean manufacturing systems in the area of Industry 4.0: a lean automation plan of AGVs/IoT integration. *Production Planning and Control*, *34*(4), 345–358. <https://doi.org/10.1080/09537287.2021.1917720>
- Wahab, A. N. A., Mukhtar, M., & Sulaiman, R. (2013). A Conceptual Model of Lean Manufacturing Dimensions. *Procedia Technology*, *11*, 1292–1298. <https://doi.org/10.1016/J.PROTCY.2013.12.327>
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1997). Lean thinking—banish waste and create wealth in your corporation. *Journal of the Operational Research Society*, *48*(11), 1144–1150. <https://doi.org/10.1057/PALGRAVE.JORS.2600967/ASSET//CMS/ASSET/04E82A8D-6061-406B-B814-8009E8055F1C/PALGRAVE.JORS.2600967.FP.PNG>
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, Daniel. (1990). *The machine that changed the world: The Story of Lean Production*.
- Zambon, B. P., & Ricco, A. S. (2010). *SUSTENTABILIDADE EMPRESARIAL: UMA OPORTUNIDADE PARA NOVOS NEGÓCIOS*.

página propositadamente em branco

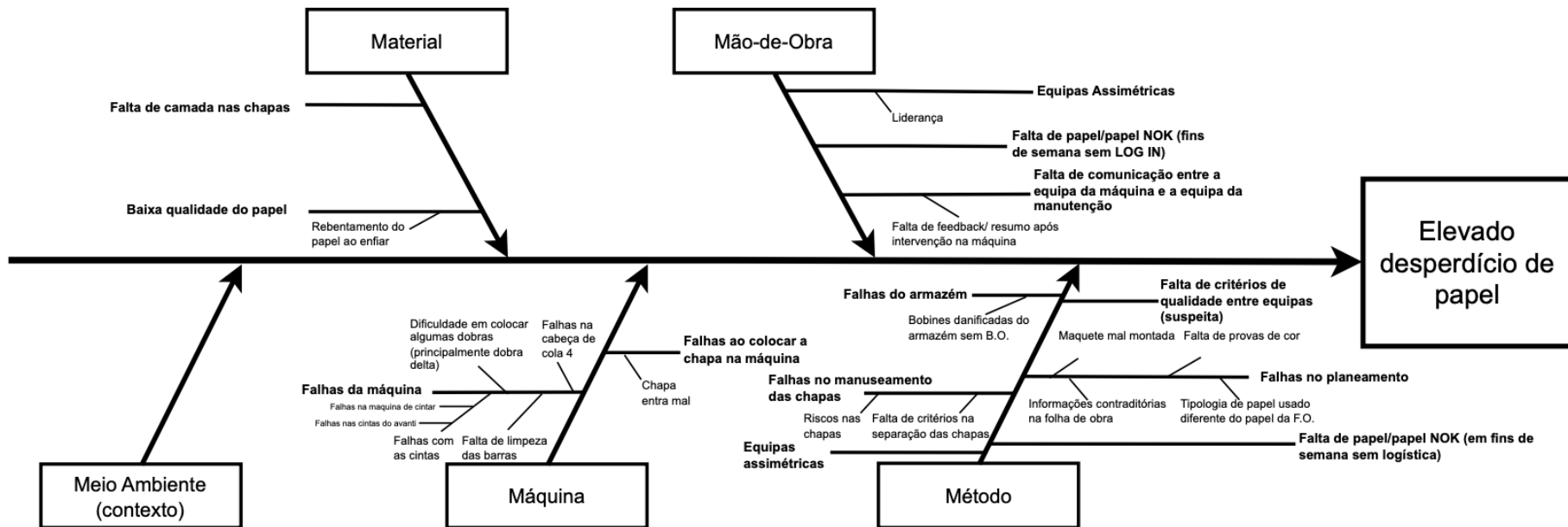
APÊNDICE A – DIAGRAMA DE ISHIKAWA DA MÁQUINA M600



APÊNDICE B – DIAGRAMA DE ISHIKAWA RELATIVO AOS RISCOS NAS CHAPAS



APÊNDICE C – DIAGRAMA DE ISHIKAWA DA MÁQUINA LITHOMAN



APÊNDICE D – TAREFAS DA MÁQUINA M600

Tarefas de preparação da máquina M600	
1	Retirar e levantar tampas das unidades de impressão
2	Cortar banda Antes da estufa + Retirar a banda das UI
3	Expulsar palete do robô
4	Enviar palete para expedição
5	Registo do consumo da bobine anterior
6	Ligar lava <i>cautchus</i> nos comandos
7	Lavar e secar <i>cautchus</i>
8	Rolos molha
9	Limpar o posto de trabalho
10	Finalizar comentários FO Anterior + Abrir nova FO ("Usar Trabalho") no CIP PULL
11	Preparação do papel para o próximo trabalho
12	Alterar parâmetros da máquina e da e linha de saída
13	Apoio na afinação da molha
14	Afinação da molha
15	Retirar chapas
16	Transporte das chapas usadas para o local fora da máquina
17	Pré-afinação da linha de saída
18	Colocar novas chapas
19	Passar banda nas UI
20	Colocar e baixar tampas das unidades de impressão
21	Afinar rodas dos puxadores c/ amostra de papel
22	Colagem da banda
23	Acompanhar passagem da banda + Parar máquina
24	Passar banda na superestrutura e funil
25	Recolher banda no final do funil + enfiar nas rodas dos puxadores
26	Ligar tensões da bobine
27	Afinar cartilhados
28	Controlar passagem na dobradeira / Final da linha VITS
29	Esperar passagem da colagem e chegada 1º Plano com impressão
30	Comparação com prova de produção
31	Acerto de cor
32	Acerto dobras / Linha de corte
33	Afinar linha de Saída
34	Parametrizar dimensões do trabalho + dimensões da palete no robô
35	Abastecer paletes no robô
36	Dobrar e furar chapas

APÊNDICE E – TAREFAS DA MÁQUINA LITHOMAN

Tarefas de preparação da máquina Lithoman	
1	Analisar e preparar elementos para FO seguinte
2	Parametrizar PECOM
3	Dobrar Chapas e Verificar lineatura conforme FO (1 Chapa)
4	Garantir que o trabalho que está a acabar fica devidamente completo
5	Enviar novo trabalho (Macos)
6	Preparar Material para lavagem
7	Colocar Chapas próximas da máquina
8	Preparar a bobine para o próximo trabalho
9	STOP + Comentário FO
10	Cortar a banda e retirar o papel (se necessário)
11	Iniciar lavagem Auto
12	Arrumar FO, limpar banca de trabalho
13	Procurar exemplar semelhante ao trabalho que irá ser impresso
14	Descarregar trabalho e carregar novo/Finalizar FO antiga e iniciar nova FO
15	Parametrizar GMI + Quadtech + Chamar Componentes
16	Lavar Rolos, lavar molha e <i>cautchus</i>
17	Enviar produtos para a zona de expedição
18	Preparar linha de saída
19	Retirar e colocar chapas (cima e baixo)
20	Arrumar chapas usadas
21	Engrenar os 4 corpos + enfiar a banda e colar
22	Acompanhar a colagem até S.E.
23	Enfiar Papel na Superestrutura segundo a dobra pretendida
24	Enfiar na dobradeira
25	Afinar dobradeira
26	Mudar Dobra + Mudar Faca
27	Verificar estado da estufa e de "Verdes"
28	Verificar Sistema de cola (Limpar se necessário)
29	Verificar parâmetros de máquina (silicone, água...)
30	Colocar máquina na velocidade de arranque
31	Acertar Cor
32	Acertar Dobra e Cola
33	Comparar trabalho com maquete
34	Acertar corte

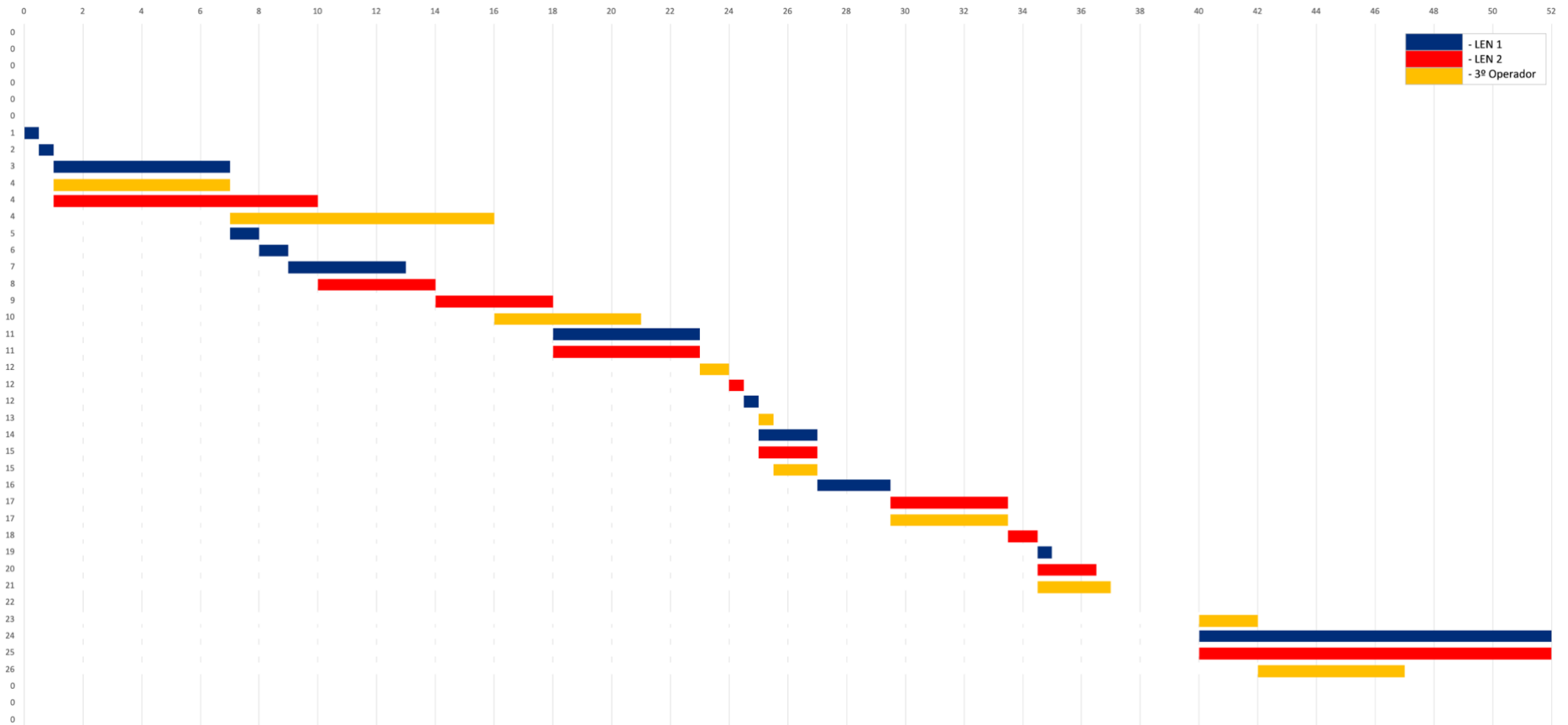
APÊNDICE F – MODO OPERATÓRIO COMPLETO DA MÁQUINA M600

Modo Operatório M600 - Completo

#	OP	Tarefa	Início	Duração	Fim
0	3	Expulsar palete do robô			
0	3	Enviar palete para expedição			
0	3	Registo do consumo da bobine anterior			
0	1	Limpar o posto de trabalho			
0	3	Preparação do papel para o próximo trabalho			
0	2	Transporte das chapas usadas para o local fora da máquina			
1	1	Retirar e levantar tampas das unidades de impressão	0	0,5	0,5
2	1	Cortar Banda Antes da estufa + Retirar a banda das UI	0,5	0,5	1
3	1	Ligar Lava Cautchus nos comandos + Lavar e secar cautchus UI Amarelo + Rolos Molha	1	6	7
4	3	Lavar e secar cautchus UI Magenta + Rolos Molha	1	6	7
4	2	Lavar e secar cautchus UI Preto + Rolos Molha + Lavar Rolos UI Preto e Azul	1	9	10
4	3	Lavar e secar cautchus UI Azul + Rolos Molha + Lavar Rolos UI Magenta e Amarelo	7	9	16
5	1	Finalizar Comentários FO Anterior + Abrir Nova FO ("Usar Trabalho") no CIP PULL	7	1	8
6	1	Alterar parâmetros da máquina e da e linha de saída	8	1	9
7	1	Apoio na Afinação da Molha	9	4	13
8	2	Afinação da Molha	10	4	14
9	2	Retirar Chapas	14	4	18
10	3	Pré-afinação da linha de saída	16	5	21
11	1	Colocar Novas Chapas	18	5	23
11	2	Colocar Novas Chapas	18	5	23
12	3	Passar Banda nas UI - 1	23	1	24
12	2	Passar Banda nas UI - 2	24	0,5	24,5
12	1	Passar Banda nas UI - 3	24,5	0,5	25
13	3	Colocar e baixar tampas das unidades de impressão	25	0,5	25,5
14	1	Afinar Rodas dos Puxadores c/ amostra de Papel	25	2	27
15	2	Colagem da Banda	25	2	27
15	3	Colagem da Banda	25,5	1,5	27
16	1	Acompanhar passagem da banda + Parar máquina	27	2,5	29,5
17	2	Passar banda na super estrutura e funil	29,5	4	33,5
17	3	Passar banda na super estrutura e funil	29,5	4	33,5
18	2	Recolher banda no final do funil + enfiar nas rodas dos puxadores	33,5	1	34,5
19	1	Ligar tensões da bobine	34,5	0,5	35
20	2	Afinar Cartilhados	34,5	2	36,5
21	3	Controlar passagem na dobradeira / Final da linha Vits	34,5	2,5	37
22	0	Esperar passagem da colagem e chegada 1º Plano com impressão	37	3	40
23	3	Comparação com Prova de Produção	40	2	42
24	1	Acerto de cor	40	12	52
25	2	Acerto dobras / Linha de corte	40	12	52
26	3	Afinar Linha de Saída	42	5	47
0	3	Parametrizar dimensões do trabalho + dimensões da paleta no robô			
0	3	Abastecer paletes no robô			
0	2	Dobrar e furar chapas			

TEMPO DE SETUP MÁXIMO = 52 min

APÊNDICE G – GRÁFICO DE GANTT DO MODO OPERATÓRIO COMPLETO DA MÁQUINA M600



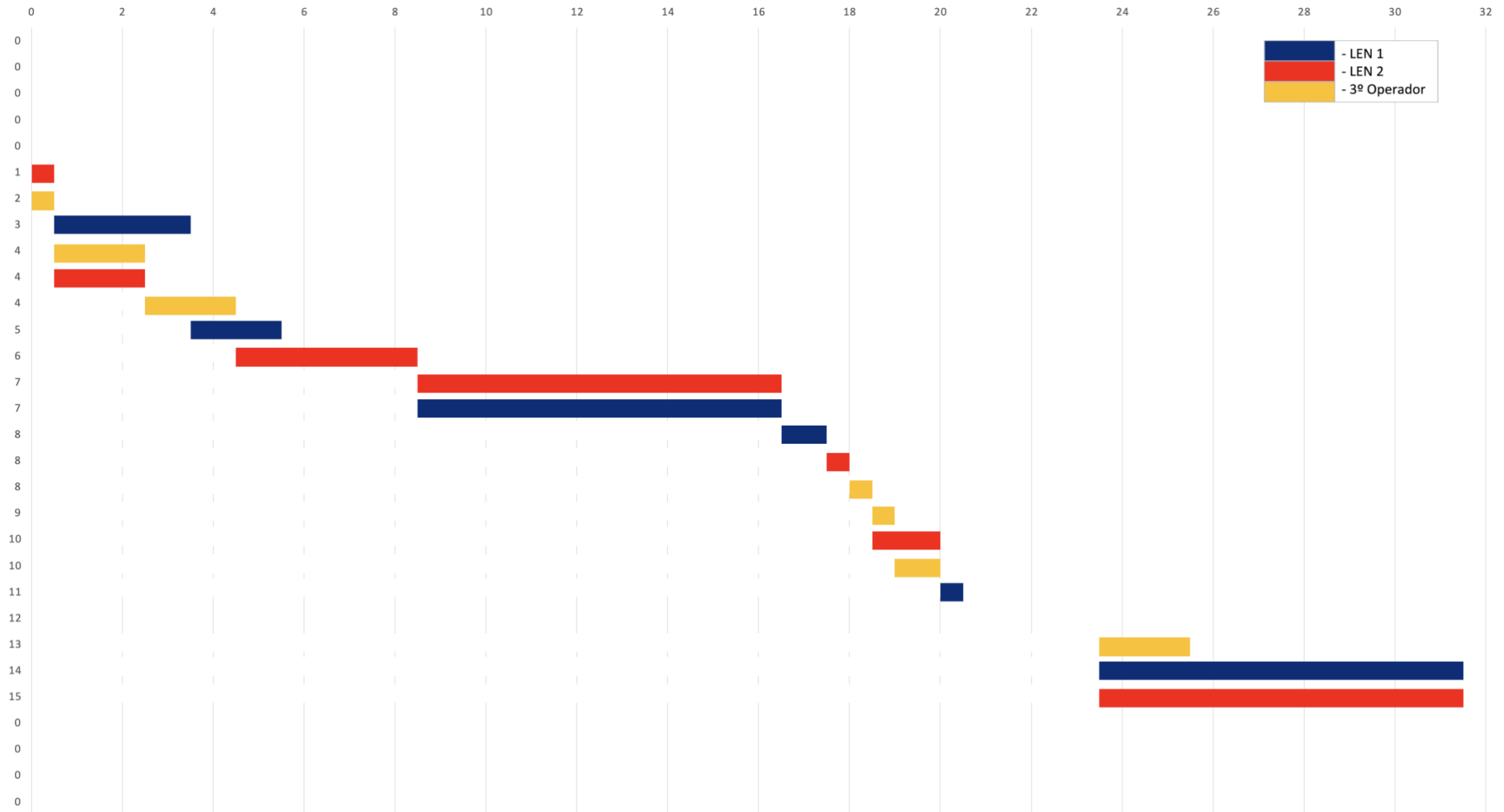
APÊNDICE H – MODO OPERATÓRIO SIMPLES DA MÁQUINA M600

Modo Operatório M600 - Simples

#		Tarefa	Início	Duração	Fim
0	3	Expulsar palete do robô			
0	3	Enviar palete para expedição			
0	1	Limpar o posto de trabalho			
0	3	Preparação do papel para o próximo trabalho			
0	3	Registo do consumo da bobine anterior			
1	2	Retirar e levantar tampas das unidades de impressão	0	0,5	0,5
2	3	Cortar Banda Antes da estufa + Retirar a banda das UI	0	0,5	0,5
3	1	Ligar Lava Cautchus nos comandos + Lavar e secar cautchus UI Amarelo + Rolos Molha	0,5	3	3,5
4	3	Lavar e secar cautchus UI Magenta + Rolos Molha	0,5	2	2,5
4	2	Lavar e secar cautchus UI Azul + Rolos Molha	0,5	2	2,5
4	3	Lavar e secar cautchus UI Preto + Rolos Molha	2,5	2	4,5
5	1	Finalizar Comentários FO Anterior + Abrir Nova FO ("Usar Trabalho") no CIP PULL	3,5	2	5,5
6	2	Retirar Chapas	4,5	4	8,5
7	2	Colocar Novas Chapas	8,5	8	16,5
7	1	Colocar Novas Chapas	8,5	8	16,5
8	1	Passar Banda nas UI - 1	16,5	1	17,5
8	2	Passar Banda nas UI - 2	17,5	0,5	18
8	3	Passar Banda nas UI - 3	18	0,5	18,5
9	3	Colocar e baixar tampas das unidades de impressão	18,5	0,5	19
10	2	Colagem da Banda - à entrada da estufa	18,5	1,5	20
10	3	Colagem da Banda - à entrada da estufa	19	1	20
11	1	Engrenar Máquina / Ligar Tensões da Bobine	20	0,5	20,5
12	0	Esperar passagem da colagem e chegada 1º Plano com impressão	20,5	3	23,5
13	3	Comparação com Prova de Produção	23,5	2	25,5
14	1	Acerto de Cor + Registo	23,5	8	31,5
15	2	Acerto dobras / Linha de corte	23,5	8	31,5
0	1	Transporte das chapas usadas para o local fora da máquina			
0	3	Parametrizar dimensões do trabalho + dimensões da paleta no robô			
0	3	Abastecer paletes no robô			
0	2	Dobrar e furar chapas			

TEMPO DE SETUP MÁXIMO = 31,5 min

APÊNDICE I – GRÁFICO DE GANTT DO MODO OPERATÓRIO SIMPLES DA MÁQUINA M600



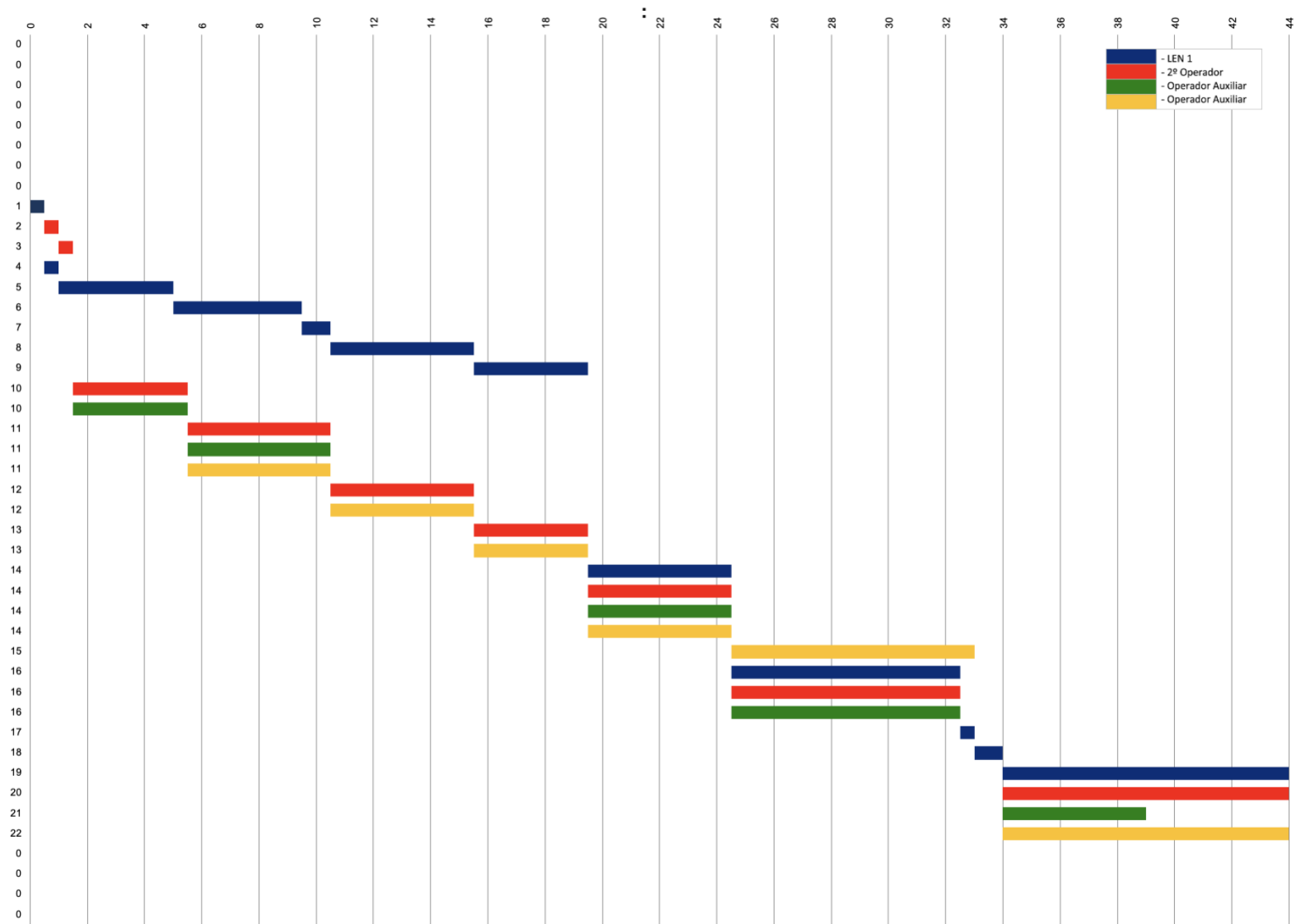
APÊNDICE J – MODO OPERATÓRIO COMPLETO DA MÁQUINA LITHOMAN

Modo operatório Lithoman - Completo

OP	#	Tarefa	Início	Duração	Fim
1	0	Analisar e preparar elementos para FO seguinte			
2	0	Parametrizar PECOM			
4	0	Garantir que o trabalho que está a acabar fica devidamente completo			
2	0	Enviar novo trabalho (Macos)			
2	0	Preparar Material para lavagem			
3	0	Preparar papel para o trabalho próximo trabalho			
1	0	Amumar FO, limpar banca de trabalho			
1	0	Procurar exemplar semelhante ao trabalho que irá ser impresso			
1	1	STOP + Comentário FO	0	0,5	0,5
2	2	Cortar a banda e retirar o papel	0,5	0,5	1
2	3	Iniciar lavagem Auto	1	0,5	1,5
1	4	Descarregar trabalho e carregar novo/Finalizar FO antiga e iniciar nova FO	0,5	0,5	1
1	5	Parametrizar GMI + Quadtech + Chamar Componentes	1	4	5
1	6	Mudar Dobra + Mudar Faca	5	4,5	9,5
1	7	Verificar estado da estufa e de "Verdes"	9,5	1	10,5
1	8	Verificar Sistema de cola (Limpar se necessário)	10,5	5	15,5
1	9	Afinar dobradeira	15,5	4	19,5
2	10	Lavar Rolos, lavar Molha e cautchus	1,5	4	5,5
3	10	Lavar Rolos, lavar Molha e cautchus	1,5	4	5,5
2	11	Retirar e colocar chapas (cima e baixo)	5,5	5	10,5
3	11	Retirar e colocar chapas (cima e baixo)	5,5	5	10,5
4	11	Retirar e colocar chapas (cima e baixo)	5,5	5	10,5
2	12	Engrenar os 4 corpos + enfiar a banda e colar	10,5	5	15,5
4	12	Engrenar os 4 corpos + enfiar a banda e colar	10,5	5	15,5
2	13	Acompanhar a colagem até S.E.	15,5	4	19,5
4	13	Acompanhar a colagem até S.E.	15,5	4	19,5
1	14	Enfiar Papel na Superestrutura segundo a dobra pretendida	19,5	5	24,5
2	14	Enfiar Papel na Superestrutura segundo a dobra pretendida	19,5	5	24,5
3	14	Enfiar Papel na Superestrutura segundo a dobra pretendida	19,5	5	24,5
4	14	Enfiar Papel na Superestrutura segundo a dobra pretendida	19,5	5	24,5
4	15	Preparar linha de saída	24,5	8,5	33
1	16	Enfiar na dobradeira	24,5	8	32,5
2	16	Enfiar na dobradeira	24,5	8	32,5
3	16	Enfiar na dobradeira	24,5	8	32,5
1	17	Verificar parâmetros de máquina (silicone, água...)	32,5	0,5	33
1	18	Colocar máquina na velocidade de arranque	33	1	34
1	19	Acertar Cor	34	10	44
2	20	Acertar Dobra e Cola	34	10	44
3	21	Comparar trabalho com maquete	34	5	39
4	22	Acertar corte	34	10	44
4	0	Enviar produtos para a zona de expedição			
3	0	Colocar Chapas próximas da máquina			
3	0	Dobrar Chapas e Verificar lineatura conforme FO (1 Chapa)			
4	0	Amumar chapas usadas			

TEMPO DE SETUP OBJETIVO = 44 min

APÊNDICE K – GRÁFICO DE GANTT DO MODO OPERATÓRIO COMPLETO DA MÁQUINA LITHOMAN



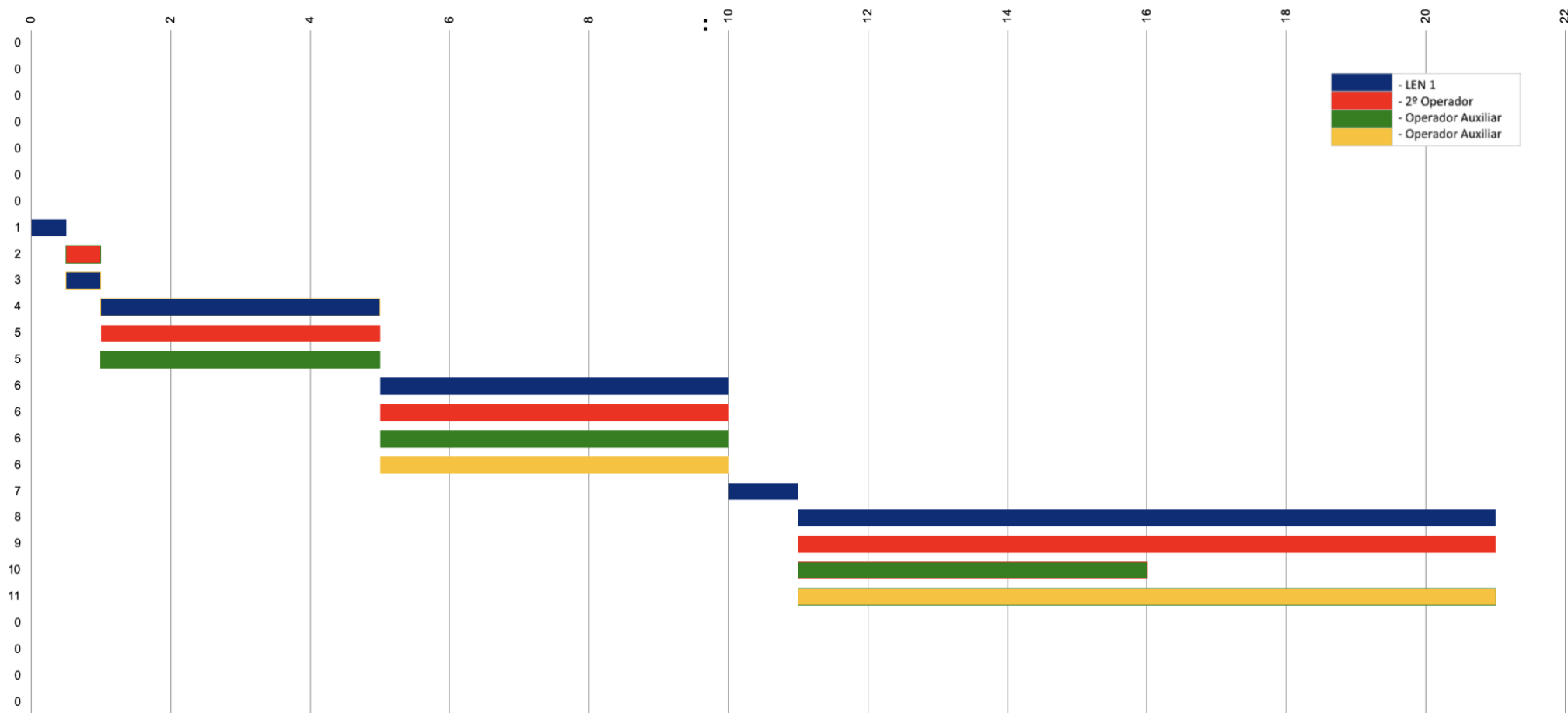
APÊNDICE L – MODO OPERATÓRIO SIMPLES DA MÁQUINA LITHOMAN

Modo operatório Lithoman - Simples

OP	#	Tarefa	Início	Duração	Fim
1	0	Analisar e preparar elementos para FO seguinte			
2	0	Parametrizar PECOM			
4	0	Garantir que o trabalho que está a acabar fica devidamente completo			
2	0	Enviar novo trabalho (Macos)			
2	0	Preparar Material para lavagem			
3	0	Preparar papel para o trabalho próximo trabalho			
1	0	Arrumar FO, limpar banca de trabalho			
1	1	STOP + Comentário FO	0	0,5	0,5
2	2	Iniciar lavagem Auto	0,5	0,5	1
1	3	Descarregar trabalho e carregar novo/Finalizar FO antiga e iniciar nova FO	0,5	0,5	1
1	4	Parametrizar GMI + Quadtech + Chamar Componentes	1	4	5
2	5	Lavar Rolos, lavar Molha e cautchus	1	4	5
3	5	Lavar Rolos, lavar Molha e cautchus	1	4	5
1	6	Retirar e colocar chapas (cima e baixo)	5	5	10
2	6	Retirar e colocar chapas (cima e baixo)	5	5	10
3	6	Retirar e colocar chapas (cima e baixo)	5	5	10
4	6	Retirar e colocar chapas (cima e baixo)	5	5	10
1	7	Colocar máquina na velocidade de arranque	10	1	11
1	8	Acertar Cor	11	10	21
2	9	Acertar Dobra e Cola	11	10	21
3	10	Comparar trabalho com maquete	11	5	16
4	11	Acertar corte	11	10	21
4	0	Enviar produtos para a zona de expedição			
3	0	Colocar Chapas próximas da máquina			
3	0	Dobrar Chapas e Verificar lineatura conforme FO (1 Chapa)			
4	0	Arrumar chapas usadas			

TEMPO DE SETUP OBJETIVO = 21 min

APÊNDICE M – GRÁFICO DE GANTT DO MODO OPERATÓRIO SIMPLES DA MÁQUINA LITHOMAN



APÊNDICE N – MATRIZ DE COMPETÊNCIAS COMPLETA DOS TRABALHADORES DA MÁQUINA M600

Grupo	Descrição da tarefa e pormenores relevantes	LEN	LEN	LEN	LEN	Operador Auxiliar	Operador Auxiliar	Operador Auxiliar (extra)	Operador Auxiliar (extra)
		LEN1 EQ.1	LEN2 EQ.1	LEN1 EQ.2	LEN2 EQ.2	OP_AUX_EQ.1	OP_AUX_EQ.2	OP_AUX_1 EXTRA	OP_AUX_2 EXTRA
Desenrolador	Confirmar se tem papel para o próximo trabalho	●	●	●	●	●	●	●	●
Desenrolador	Limpeza da zona das bobines	●	●	●	●	●	●	●	●
Desenrolador	Abrir bobine	●	●	●	●	●	●	●	●
Desenrolador	Introduzir no PDA os registos de bobines	●	●	●	●	●	●	●	●
Desenrolador	Preparar Colagem das bobines	●	●	●	●	●	●	●	●
Desenrolador	Consultar tabela e introduzir valores de tensões	●	●	●	●	●	●	●	●
Desenrolador	Tarefas manutenção preventiva de desenrolador	●	●	●	●	●	●	●	●
Desenrolador	Saber retirar a sobra da bobine, embalar a sobra	●	●	●	●	●	●	●	●
Desenrolador	Identificar a sobra com o número de kg que sobraram	●	●	●	●	●	●	●	●
Desenrolador	Registrar e confirmar no final as bobines que deram saída para o trabalho	●	●	●	●	●	●	●	●
Desenrolador	Limpeza das células do guia de banda	●	●	●	●	●	●	●	●
Desenrolador	Arrumar casquilhos	●	●	●	●	●	●	●	●
Unidades de Impressão	Ir buscar chapas	●	●	●	●	●	●	●	●
Unidades de Impressão	Verificar níveis de tinta	●	●	●	●	●	●	●	●
Unidades de Impressão	Lavar cautchus	●	●	●	●	●	●	●	●
Unidades de Impressão	Substituir lava cautchus	●	●	●	●	●	●	●	●
Unidades de Impressão	Introduzir as chapas	●	●	●	●	●	●	●	●
Unidades de Impressão	Substituir cautchus	●	●	●	●	●	●	●	●
Unidades de Impressão	Limpeza de molhas	●	●	●	●	●	●	●	●
Unidades de Impressão	Furar e dobrar as chapas	●	●	●	●	●	●	●	●
Unidades de Impressão	Limpeza das células de leitura do papel	●	●	●	●	●	●	●	●
Unidades de Impressão	Tarefas manutenção preventiva de unidades de impressão	●	●	●	●	●	●	●	●
Unidades de Impressão	Limpeza de Caleiras	●	●	●	●	●	●	●	●
Unidades de Impressão	Mudança de filtros nas unidades, guias e molha	●	●	●	●	●	●	●	●
Unidades de Impressão	Limpeza do technotrans	●	●	●	●	●	●	●	●
Unidades de Impressão	Verificar a temperatura do technotrans	●	●	●	●	●	●	●	●
Unidades de Impressão	Encher o technotrans	●	●	●	●	●	●	●	●
Unidades de Impressão	Verificar aditivos, Ver ph e temperatura e condutividade	●	●	●	●	●	●	●	●
Unidades de Impressão	Afinar os rolos das molhas	●	●	●	●	●	●	●	●
Unidades de Impressão	Afinar bateria de rolos	●	●	●	●	●	●	●	●
Unidades de Impressão	Mudar alceamentos	●	●	●	●	●	●	●	●
Apanhador de banda	Limpar células do apanhador de banda	●	●	●	●	●	●	●	●
Estufa	Verificar se há sujidade na estufa	●	●	●	●	●	●	●	●
Estufa	Limpar sujidade na estufa	●	●	●	●	●	●	●	●
Estufa	Ligar a estufa	●	●	●	●	●	●	●	●
Estufa	Verificar as temperaturas	●	●	●	●	●	●	●	●
Chill Rolls	Limpeza do chill-rolls	●	●	●	●	●	●	●	●
Chill Rolls	Enfiar o papel	●	●	●	●	●	●	●	●
Chill Rolls	Limpeza das células do guia de banda	●	●	●	●	●	●	●	●
Chill Rolls	Limpar as lentes do sistema de acerto de cor	●	●	●	●	●	●	●	●
Chill Rolls	Definir e ajustar valores de tensões	●	●	●	●	●	●	●	●
Chill Rolls	Limpeza do sistema de silicone	●	●	●	●	●	●	●	●
Super-Estrutura e Guias de Banda	Limpeza das barras	●	●	●	●	●	●	●	●
Super-Estrutura e Guias de Banda	Enfiar o papel	●	●	●	●	●	●	●	●
Super-Estrutura e Guias de Banda	Limpeza do funil	●	●	●	●	●	●	●	●
Super-Estrutura e Guias de Banda	Ligar o ar das barras e funil	●	●	●	●	●	●	●	●
Dobreadeira	Afinação da dobreadeira	●	●	●	●	●	●	●	●

APÊNDICE O – MATRIZ DE COMPETÊNCIAS COMPLETA DOS TRABALHADORES DA MÁQUINA LITHOMAN

Grupo	Descrição da tarefa e pormenores relevantes	LEN	LEN	LEN	2ºOperador	2ºOperador	2ºOperador	2ºOperador	Op Auxiliar	Op Auxiliar	Op Auxiliar	Op Auxiliar
		LEN EQ.1	LEN EQ.2	LEN EQ.3	2ºOP1. EQ.1	2ºOP2. EQ.1	2ºOP. EQ.2	2ºOP. EQ.3	Op-AUX. EQ.1	Op-AUX. EQ.1 EQ.2	Op-AUX. EQ.2	Op-AUX. EQ.3
Desenrolador	Confirmar se tem papel para o próximo trabalho	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Desenrolador	Limpeza da zona das bobines	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Desenrolador	Abrir bobine	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Desenrolador	Introduzir no PDA os registos de bobines	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Desenrolador	Preparar Colagem das bobines	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Desenrolador	Tarefas manutenção preventiva de desenrolador	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Desenrolador	Saber retirar a sobra da bobine, embalar a sobra	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Desenrolador	Identificar a sobra com o número de Kg que sobraram	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Desenrolador	Registar e confirmar no final as bobines que deram saída para o trabalho	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Desenrolador	Limpeza das células do guia de banda	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Desenrolador	Arrumar casquilhos	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Unidades de Impressão	Ir buscar chapas	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Unidades de Impressão	Verificar níveis de tinta	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Unidades de Impressão	Lavar cautchus	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Unidades de Impressão	Substituir lava cautchus	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Unidades de Impressão	Dar desengordurante nas chapas	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Unidades de Impressão	Substituir cautchus	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Unidades de Impressão	Limpeza de molhas	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Unidades de Impressão	Furar e dobrar as chapas	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Unidades de Impressão	Limpeza das células de leitura do papel	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Unidades de Impressão	Tarefas manutenção preventiva de unidades de impressão	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Unidades de Impressão	Limpeza de Caleiras	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Unidades de Impressão	Mudança de filtros nas unidades, guias e molha	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Unidades de Impressão	Limpeza do technotrans	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Unidades de Impressão	Verificar a temperatura do technotrans	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Unidades de Impressão	Encher o technotrans	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Unidades de Impressão	Verificar aditivos, Ver ph e temperatura e condutividade	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Unidades de Impressão	Afinar os rolos das molhas	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Unidades de Impressão	Afinar bateria de rolos	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Unidades de Impressão	Mudar alcaamentos	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Apanhador de banda	Limpar células do apanhador de banda	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Estufa	Verificar se há sugidade na estufa	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Estufa	Limpar sugidade na estufa	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Estufa	Ligar a estufa	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Estufa	Verificar as temperaturas	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Chill Rolls	Limpeza do chill-rolls	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Chill Rolls	Substituir rolos de silicone	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Chill Rolls	Limpeza das células do guia de banda	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Chill Rolls	Limpar as lentes do sistema de acerto de cor	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Chill Rolls	Sistema de agitação do silicone	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Chill Rolls	Definir e ajustar valores de tensões	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Chill Rolls	Limpeza do sistema de silicone	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Super-Estrutura e Guias de Banda	Limpeza das células do guia de banda	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Super-Estrutura e Guias de Banda	Limpeza das barras	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Super-Estrutura e Guias de Banda	Enfiar o papel	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Super-Estrutura e Guias de Banda	Limpeza do funil	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Super-Estrutura e Guias de Banda	Definir e ajustar valores de tensões	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

