



DESENVOLVIMENTO DE UM PROGRAMA DE REDUÇÃO DE DESPERDÍCIOS USANDO PREVISÕES NUMA FIAÇÃO TÊXTIL

ÂNGELO JOÃO SILVA GOMES

outubro de 2022



Instituto Superior de
Engenharia do Porto

DESENVOLVIMENTO DE UM PROGRAMA DE REDUÇÃO DE DESPERDÍCIOS USANDO PREVISÕES NUMA FIAÇÃO TÊXTIL

Ângelo João Silva Gomes

1200212

2021

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento Engenharia Mecânica



DESENVOLVIMENTO DE UM PROGRAMA DE REDUÇÃO DE DESPERDÍCIOS USANDO PREVISÕES NUMA FIAÇÃO TÊXTIL

Ângelo João Silva Gomes

1200212

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, realizada sob a orientação do especialista Eduardo Gil da Costa.

2021

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento Engenharia Mecânica



JÚRI

Presidente

Doutora Elza Maria Fonseca

Professora Coordenadora, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Orientador

Especialista Eduardo Gil da Costa

Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Arguente

Doutora Maria Beatriz Oliveira

Professora Auxiliar, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

AGRADECIMENTOS

Dou por fim terminado um longo percurso de muita luta, resiliência e de várias conquistas e aprendizagens. É um título que não se destina apenas a todo o trabalho e esforço individual. Quero também agradecer a todos aqueles que me ajudaram.

Do ISEP um agradecimento ao meu orientador, especialista Eduardo Gil da Costa pela disponibilidade, honestidade e amizade. À engenheira Marisa Oliveira que embora não sendo minha orientadora me ajudou no momento mais difícil do projeto com os seus conhecimentos. A todos os meus amigos do ISEP, uma vez que sem eles este percurso ter-se-ia tornado muito mais difícil.

A todos os meus colegas de trabalho, Sérgio, Pedro e Luis um grande obrigado pelo constante incentivo, por vibrarem tanto pelas notas positivas como eu e por tornarem o dia-a-dia de quem é trabalhador-estudante menos cansativo. Aos engenheiros Sérgio Padrão e Luis Silva, pelas contínuas orientações e ensinamentos, que em muito ajudaram na construção do presente trabalho.

Agradeço também a todo o meu grupo de amigos que sempre estiveram lá para dar mais um incentivo e a todos aqueles que de uma maneira ou de outra me ajudaram nestes anos. A uma companhia especial que nunca deixou de acreditar nas minhas capacidades, sempre me ajudou a focar naquilo que é o objetivo, e que tem sido o meu combustível para esta reta final.

Por último e mais importantes, aos meus pais e irmã por sempre me inculirem uma vontade de fazer mais, de vencer sem nunca desistir e consciente de que com esforço e empenho somos capazes de muito. Sem eles toda esta evolução não se tinha dado de igual forma.

A todos um muito obrigado!

PALAVRAS-CHAVE

Quantidades produzidas; Previsões; Redução desperdícios; Gastos; Gestão de stocks.

RESUMO

O presente relatório foi desenvolvido num grupo de empresas têxtil caracterizado pela agilidade, criatividade, verticalidade, e por criar as modas do futuro. Nos dias de hoje, cada vez mais, existe a necessidade por parte da indústria de se modernizar e criar mais valor do que a concorrência. O mercado onde se insere este grupo é de grande competitividade, e por isso, quer tornar-se mais competitivo e mais ligado à melhoria contínua.

Com a melhoria contínua no pensamento, o objetivo deste trabalho passa por desenvolver uma metodologia para previsão de quantidades a produzir de forma a reduzir desperdício, gastos e controlar stocks. Algumas produções são repetitivas e constantes, o que leva, muitas vezes, a pequenas variações de quantidades abastecidas e de enormes desperdícios.

No decorrer do projeto foi analisado o histórico de dados de produção, assim como as quantidades produzidas, os consumos e os stocks finais, tendo sido definida uma estratégia e desenvolvida uma metodologia de produção com base em previsões. Posteriormente, foram aplicadas ferramentas de melhoria contínua não só no processo produtivo, mas também no fluxo de informação dentro da organização, por forma a estabelecer melhorias.

KEYWORDS

Quantities produced; Forecasts; Waste reduction; Spending; Stock management.

ABSTRACT

This report was developed in a group of textile companies characterized by agility, creativity, verticality, and for creating the fashions of the future. Nowadays, more and more, there is a need on the part of the industry to modernize and create more value than the competition. The market in which this group operates is highly competitive, and therefore, it wants to become more competitive and more linked to continuous improvement.

With continuous improvement in thinking, the objective of this work is to develop a methodology for forecasting quantities to be produced to reduce waste, expenses, and control stocks. Some productions are repetitive and constant, which often leads to small variations in quantities supplied and enormous waste.

During the project, the history of production data was analyzed, as well as the quantities produced, consumption and final stocks, having defined a strategy and developed a production methodology based on forecasts. Subsequently, continuous improvement tools were applied not only in the production process, but also in the flow of information within the organization, to establish improvements.

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

Lista de Abreviaturas

AES	Alisamento Exponencial Simples
EQM	Erro Quadrático Médio
GOTS	Global Organic Textile Standard
HW	Holt-Winters
HWS	Holt-Winters Sazonal
ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
JIT	Just-in-Time
MMS	Médias Móveis Simples
Ne	English Number
OV	Ordem de Venda
PDCA	Plan-Do-Check-Act
POP	Processo Operacional Padrão
SGPS	Sociedade Gestora de Participações Sociais, S.A
SMED	Single Minute Exchange of Dies
SOP	Standard Operating Procedure
TPM	Total Productive Maintenance
TPS	Toyota Production System
VSM	Value Stream Mapping
WIP	Work in Progress

Lista de Unidades

€	Euros
L	Litros
Min	Minutos
kg	Quilograma
km	Quilometro
Ne	Título do fio

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Os 5 princípios <i>Lean</i> (Adaptado de Maques, 2017)	13
Figura 2 – 7 Desperdícios <i>Lean</i> (fonte: engenharia, 2017)	17
Figura 3 – Muda, Mura e Muri (Adaptado de Gunzi, 2016)	19
Figura 4 – Ciclo PDCA (fonte: <i>dreamstime</i>)	20
Figura 5 - Ciclos PDCA e SDCA (Adaptado Singh & Singh, 2015)	21
Figura 6 - Gráfico dos ciclos PDCA e SDCA (Adaptado Singh & Singh, 2015).....	21
Figura 7 – Exemplo de <i>Value Stream Mapping</i> (VSM) (Adaptado de TKMG, Inc. 2011)	22
Figura 8 – Troca de ferramentas rápida na Fórmula 1 (fonte: <i>LEANBOX, SMED-OTED</i>)	23
Figura 9 – Método 5S (Adaptado de Caio Silva, 2019)	24
Figura 10 – Quadro <i>kanban</i> (fonte: <i>iStockphoto</i>)	29
Figura 11 – Gráfico que relaciona os custos totais e quantidades encomendadas (Adaptado de Ballou, (2006)).....	32
Figura 12 – Gráfico de uma revisão contínua (Adaptado Waters, 2003)	36
Figura 13 - Gráfico de uma revisão periódica (Adaptado Waters, 2003)	37
Figura 14 - Grupo <i>Polopiqué</i> (fonte: <i>google</i>).....	42
Figura 15 - Certificações do grupo <i>Polopiqué</i> (fonte: <i>Polopiqué</i>)	42
Figura 16 - Empresas do grupo <i>Polopiqué</i>	43
Figura 17 - Fiação de Moreira (fonte: <i>Polopiqué</i>).....	44
Figura 18 - Esquerda: fardos de rama; Direita - bobine de fio	44
Figura 19 – Abertura.....	45
Figura 20 - Caixa misturadora.....	46
Figura 21 - Esteiras	46
Figura 22 - Cardas.....	47
Figura 23 - Esquerda: enroladeiras; Direita: penteadeiras	47
Figura 24 - Laminadores (1º e 2º passagem).....	48
Figura 25 - Torces	48
Figura 26 - Contínuos.....	49

Figura 27 - Bobinadeiras	49
Figura 28 - Fardo de mistura de algodão penteado	52
Figura 29 - Codificação das cores	53
Figura 30 - Fluxo de informação e materiais para produzir uma mescla	53
Figura 31 - Printscreen de algumas OV's	55
Figura 32 - Resultados Ne 16	55
Figura 33 - Tabelas de dados recolhidos	56
Figura 34 - Gráfico de dados do Ne 30	56
Figura 35 - Tabela de verificação series estacionárias	57
Figura 36 - Parâmetros do Solver	58
Figura 37 - Amortecimentos da cor 09441	58
Figura 38 - Resultados das previsões para t=15	59
Figura 39 - Custo por mudança	60
Figura 40 - Relação das viagens	61
Figura 41 - Custo de consumíveis por mudança	62
Figura 42 - Lata de carda e carretos de torce	63
Figura 43 - Desperdícios gerais por quantidade de produção	63
Figura 44 - Percentagens de misturas nas cores de fio	64
Figura 45 - Cálculos de matéria-prima a abastecer: previsões	65
Figura 46 - Consumos de matéria-prima por cor de tingimento: previsões	65
Figura 47 - Gastos em viagens: previsões	65
Figura 48 - Gastos em mudanças: previsões	66
Figura 49 - Gastos em tingimento: previsões	66
Figura 50 - Gastos finais: previsões	66
Figura 51 - Produções previstas: tendências	67
Figura 52 – Cálculo de matéria-prima a abastecer: tendências	67
Figura 53 - Consumos de matéria-prima por cor de tingimento: tendências	68
Figura 54 - Gastos em viagens: tendências	68
Figura 55 - Gastos em mudanças: tendências	68
Figura 56 - Gastos em tingimento: tendências	69

Figura 57 - Gastos finais: tendências	69
Figura 58 - Comparação entre estudos	69
Figura 59 - Comparação dos gastos sem o tingimento	73

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1– Produção em Massa/ Produção <i>Lean</i> (Adaptado de: Melton (2005), Lin & Hui (1999)	15
Tabela 2 – Funções da Gestão Visual	27
Tabela 3 - Classes e subclasses das fibras	51

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	3
1.1	Contextualização e Motivação	3
1.2	Objetivos	3
1.3	Metodologia	4
1.4	Estrutura do relatório.....	4
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1	Métodos de previsão de produção	5
2.1.1	Previsão	5
2.1.2	Séries temporais – Métodos Quantitativos.....	6
2.2	Metodologia <i>Lean</i>	13
2.2.1	Os cinco princípios <i>Lean</i>	13
2.2.2	<i>Lean Production</i>	14
2.2.3	Desperdícios <i>Lean</i>	17
2.2.4	Ferramentas <i>Lean</i>	19
2.3	Gestão de stock.....	30
2.3.1	Gestão de stocks e custos associados	30
2.3.2	Custos associados à gestão de stocks	32
2.3.3	Stock de segurança.....	33
2.3.4	Métodos de Revisão contínua e Revisão periódica	35
3	DESENVOLVIMENTO	41
3.1	Apresentação da empresa e situação atual	41
3.1.1	Grupo <i>Polopiqué</i>	41
3.1.2	Fiação	44

3.1.3	Processos produtivos da Fiação	45
3.1.4	Diferentes fibras e tipos de fios.....	50
3.2	Análise da situação atual.....	52
3.3	Estratégia de investigação.....	54
3.3.1	Métodos de recolha e tratamento de dados	54
3.3.2	Previsões	57
3.4	Redução dos desperdícios.....	59
3.5	Comparações entre previsões e produções tradicionais/ tendências	64
4	CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS	73
4.1	Conclusões	73
4.2	Propostas de trabalhos futuros.....	74
5	BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO.....	77
6	ANEXOS.....	85
6.1	Anexo 1 – Layout da Fiação Moreira.....	86
6.2	Anexo 2 – Tabelas de dados.....	87
6.2.1	Tabela por Ne das cores com maior produção.....	87
6.2.2	Tabela das cores selecionadas com os Ne com maior produção	87
6.3	Anexo 3 – Cálculos e comparações do método de previsão para as restantes cores (09443, 09936, 09937, 09938)	88
6.3.1	Cor 09443	88
6.3.2	Cor 09936	89
6.3.3	Cor 09937	90
6.3.4	Cor 09938	91

INTRODUÇÃO

- 1.1 Contextualização e Motivação
- 1.2 Objetivos
- 1.3 Metodologia
- 1.4 Estrutura do relatório

1 INTRODUÇÃO

O presente relatório foi realizado com o objetivo de obtenção do grau de mestre em Engenharia Mecânica no ramo de Gestão Industrial, pelo Instituto de Engenharia do Porto (ISEP).

Neste primeiro capítulo o projeto será contextualizado, sendo apresentada a respetiva motivação, assim como os objetivos e metodologias usadas na investigação. Por último, sintetiza-se toda a estrutura da mesma.

1.1 Contextualização e Motivação

Estando o mundo empresarial, nos dias de hoje, cada vez mais focado e direcionado para movimentos de economia circular e de sustentabilidade, nunca foi tão importante reduzir quebras, excessos de produção e desperdícios que contribuem para atrasos nesse crescimento.

A este pensamento é atribuído o nome de *Lean Production* ou *Lean Thinking* e cada vez mais as empresas procuram soluções que possam trazer mais qualidade aos seus produtos simplificando processos, aumentando eficiências e capacidades produtivas e reduzindo desperdícios.

A empresa onde foi desenvolvido este trabalho também sente necessidade de se encontrar com este tipo de pensamento e, por essa razão, pretende implementar pensamentos e estratégias *Lean* de forma a melhorar os seus processos e adiantar-se em relação às concorrências, sem que perca a sua identidade, continuando a seguir o lema que a caracteriza, *creative texagility*.

1.2 Objetivos

O lema do grupo *Polopiqué, creative texagility*, traz consigo várias implicações a nível produtivo. Existe uma grande necessidade de estar constantemente a trocar de produtos, assim como realizar mudanças de máquinas e produções. No entanto, estas alterações não são analisadas e controladas da forma mais eficiente. Na fiação, local onde se vai realizar este estudo, produzem-se quantidades desniveladas de produto, o

que implica que os seus stocks cresçam e não exista uma metodologia de produção nem controlo sobre a mesma.

O objetivo do presente projeto consiste na criação de uma metodologia para definir quantidades a produzir através de previsões de forma a controlar os níveis de stock de produto acabado, assim como os desperdícios associados a cada produção.

1.3 Metodologia

A metodologia a aplicar neste trabalho visa a atingir os objetivos pretendidos com o mesmo.

Para uma análise produtiva correta e previstas melhorias é necessário, numa primeira fase, entender como funciona a situação atual, identificar o problema e todos os fatores que influenciam as quantidades a produzir. Seguidamente, é importante rever todos os dados históricos de produção, como quantidades produzidas, e quais os pensamentos e métodos usados nas produções.

De seguida, é realizada uma revisão bibliográfica com consulta de artigos, livros e outros trabalhos semelhantes aplicáveis ao problema em questão.

Numa terceira fase é definida uma estratégia de aplicação de quantidades a produzir, assim como outras ferramentas que criem melhoria contínua no processo produtivo.

Por último, são testadas e comparadas todas as melhorias impostas para o caso de estudo, assim como analisadas, validadas e discutidas consoante os resultados obtidos.

1.4 Estrutura do relatório

A presente dissertação encontra-se dividida em cinco capítulos.

No presente capítulo foi feita a introdução, apresentada a contextualização, objetivos, metodologia e estrutura da tese.

No segundo capítulo é feita a revisão bibliográfica, necessária à fundamentação do trabalho abordando os conceitos de previsões, produção *Lean* e gestão de stocks.

No capítulo três, o desenvolvimento, foram criadas metodologias com objetivo de melhorar o processo produtivo a implementar na empresa, reduzindo desperdícios e gastos.

No capítulo quatro são feitas as conclusões do estudo e propostas de trabalhos futuros.

Por último, no capítulo cinco, é apresentada a bibliografia e outras fontes de pesquisa que foram necessárias para sua fundamentação.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

- 2.1 Métodos de previsão de produção
- 2.2 Metodologia *Lean*
- 2.3 Gestão de stock

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo são apresentados os tópicos e conceitos teóricos que foram usados para dar forma a este trabalho, assim como criar condições para um bom entendimento do mesmo.

O objetivo é fazer uma gestão de stocks, através de uma metodologia de definição de quantidades a produzir. De forma a criar um seguimento lógico de fácil compreensão, é importante analisar, primeiramente, todas as quantidades que foram usadas e atribuídas em produções anteriores para prever possíveis produções futuras. Para isso, analisar-se-ão quais os métodos de previsão que podem ser usados e qual, ou quais o(s) mais adequado(s) para a aplicação neste contexto. De seguida, será definido o conceito de *Lean Production*, explicando os seus princípios, ferramentas e benefícios, tendo em consideração o que são os desperdícios e de que modo estes contribuem para o desenvolvimento desta investigação, com objetivo de os reduzir.

Por fim, e depois de criar uma metodologia de definição, é importante estudar como se desenvolve uma boa gestão de stock e perceber como esses conceitos podem contribuir para o crescimento do estudo.

2.1 Métodos de previsão de produção

Neste subcapítulo serão abordadas as temáticas das previsões e as respetivas séries temporais de métodos quantitativos. Estes temas irão ser importantes para reforçar a necessidade de estar um passo à frente, no que toca ao controlo e planeamento de produção. Desta forma, pretende-se perceber como esses métodos podem ajudar ao melhor ajuste de desperdícios na fição da *Polopiqué* e, conseqüentemente, ao planeamento de produções.

2.1.1 Previsão

As organizações, sejam elas pequenas ou multinacionais, desde os têxteis ao ramo automóvel, importadores a exportadores, começam a planear o futuro com base em previsões.

A previsão de vendas é fundamental, uma vez que permite melhorar o planeamento e a tomada de decisão acerca do futuro da empresa. Contudo, todas as previsões acarretam incertezas. Na tentativa de eliminar essas incertezas, são criadas e desenvolvidas novas técnicas e métodos.

As técnicas de previsão com base em métodos quantitativos analisam o comportamento e padrão das séries no passado e traçam projeções futuras. A evolução destes modelos tem sido determinada pelo avanço da tecnologia da informação que, a partir da utilização mais intensiva de técnicas de inteligência artificial, permite o desenvolvimento de modelos com melhor desempenho (Parreiras et al., 2014).

Este trabalho vai centrar-se nos modelos quantitativos de métodos de previsão, onde se focará na análise de séries temporais, que será abordada no subcapítulo seguinte. As séries temporais recorrem a expressões matemáticas, ou modelos, para mostrar as relações entre a procura de uma ou várias variáveis independentes. Os modelos de previsão são utilizados para prever ocorrências futuras e/ou a dimensão da procura, tendo como objetivo determinar os cenários de incerteza, reduzir os resultados possíveis, minimizar os riscos de falhas e prever a procura futura (Armstrong, 2009).

Resumidamente, os métodos de previsão são fundamentais no auxílio na tomada de decisão, evitam a falta ou a sobra de produtos, contribuem para a redução de custos e melhoram o planeamento orçamental.

Para que tal se verifique, existem ferramentas essenciais que estão associadas a estes métodos de previsão, tais como o software de gestão, que é uma ferramenta que tem sido amplamente utilizada nas organizações para a aquisição dos dados relacionados com a previsão. Permite a automatização de processos, otimiza a competência operacional e fornece informações precisas do setor financeiro em tempo real. Por isso, ao utilizar um software integrado, é possível realizar o controlo de stocks e avaliar mais corretamente as vendas e compras. Deste modo, é possível verificar com maior agilidade as matérias-primas e os produtos que apresentam uma grande rotatividade, o que permite a intervenção de maneira preventiva nas reposições.

Em suma, pode concluir-se que a previsão se torna cada vez mais eficaz devido às pesquisas e avaliações executadas no mercado, o que permite a elaboração de um planeamento autossuficiente para a organização (Blog Logística, 2019).

2.1.2 Séries temporais – Métodos Quantitativos

Os métodos de previsão quantitativos baseiam-se em dados históricos e podem dividir-se em dois modelos: modelos causais e modelos de séries temporais.

As previsões podem variar de acordo com os custos, objetivos, horizontes temporais, precisão, complexidade e valor. Podem ser usadas separadamente, em conjugação umas com outras ou combinadas com métodos estatísticos (Caiado, 2016).

Os modelos utilizados para descrever séries temporais são processos estocásticos, ou seja, processos controlados por leis probabilísticas. Independentemente da classificação feita aos modelos de séries temporais, pode ser considerado um elevado número de modelos diferentes para descrever o comportamento de uma série em particular.

A construção destes modelos depende de vários fatores, nomeadamente o comportamento de fenómenos ou o conhecimento à priori que temos da natureza desses mesmos fatores e do objetivo de análise. Assim, pode afirmar-se que, na prática, depende da existência de métodos apropriados da estimação e da disponibilidade do software adequado (Morettin & Tolo, 2006).

Segundo Wooldridge (2006), uma série temporal corresponde a um conjunto de observações feitas sequencialmente ao longo do tempo, de modo que as observações vizinhas são dependentes. O objetivo é analisar e modelar essa dependência.

Para considerar uma ordem temporal existem séries temporais contínuas e séries temporais discretas.

Nas séries temporais contínuas as observações são feitas continuamente no tempo, enquanto que nas séries temporais discretas as observações são feitas em tempos específicos, por norma equidistantes.

Antes de serem aprofundados os métodos quantitativos, é necessário salientar que a série temporal se pode dividir em alguns tipos de séries distintas:

- Série aleatória;
- Série estacionária;
- Série com tendência;
- Série com tendência e sazonalidade.

Os principais objetivos da análise das séries temporais são: a necessidade de descrever as suas propriedades, como a sazonalidade, nível e tendência e prever valores futuros com base em dados históricos, controlando os processos.

Para séries totalmente estacionárias, deve ser utilizado o método das médias móveis, pois para além de ser simples de aplicar, pode ser aplicado se a amostra for pequena. O método de Alisamento Exponencial Simples (AES), semelhante ao das médias móveis, apesar da difícil suavização, é adequado a séries localmente estacionárias (Tsay, 2005). Para séries mais complexas, onde os dados do objeto em estudo apresentam tendência (seja ela crescente ou decrescente), deve utilizar-se o método Holt-Winters.

Tendo em conta os pontos anteriores o cálculo das previsões pode ser dado pelos métodos a seguir.

Segundo Brockwell e Davis (2016), as séries de nível constante existem quando o conjunto de dados apresenta o nível da série constante onde deveremos utilizar um dos dois métodos que se seguem para realizar uma previsão.

- **Método 1:** método preditivo mais simples que existe. Utiliza o valor do período corrente como previsão para o período seguinte, isto é:

$$\hat{X}_t = X_{t-1} \quad (2.1)$$

Onde \hat{X}_t é a previsão para o período seguinte e $t = 1, \dots, N$, em que N é a dimensão total da amostra.

Cálculo da previsão: o cálculo da previsão é calculado para todos os métodos da mesma forma, tal como na Equação 2.2:

$$\hat{X}_t(h) = \hat{X}_t, \forall h > 0 \quad (2.2)$$

- **Método 2:** é uma versão mais avançada do método anterior. Considera que a próxima previsão é baseada na diferença do valor do dobro do período t-1 com o valor do período t-2 como na Equação 2.3.

$$\hat{X}_t = X_{t-1} + X_{t-1} - X_{t-2} \quad (2.3)$$

Onde $t = 1, \dots, N$.

Principais Vantagens vs. Desvantagens dos métodos 1 e 2

Esta versão tem a vantagem de ser um método simples e de rápida execução, não necessita de software para a sua aplicação, é eficaz no que toca a um baixo número de observações e a sua implementação não revela grandes custos. Pelo contrário, apresenta um ponto negativo que se deve ao facto de assumir que não há alterações na série ao longo do tempo.

Para as séries estacionárias existem métodos mais desenvolvidos de previsão como o MMS e AES. São os métodos mais usados dada a simplicidade de aplicação.

Médias Móveis Simples (MMS)

Este método consiste em calcular a média das últimas observações da série através da Equação 2.4 apresentada a seguir:

$$\hat{X}_t = \frac{x_1 + x_{t-1} + \dots + x_{t-r+1}}{r} \quad (2.4)$$

Onde $t = 1, \dots, N$ e $r \in \mathbb{Z}^+$.

As principais vantagens de MMS são o facto de ser um método flexível e de simples aplicação, podendo ser aplicado quando se tem baixo valor de observações.

No entanto, as principais desvantagens passam por apenas poder ser usado para séries estacionárias e por apresentar pesos iguais em todas as observações incluídas no cálculo da média. Para além disso, apresenta dificuldades em determinar o valor de r (Brockwell & Davis, 2016).

Alisamento Exponencial Simples (AES)

O método AES é uma média móvel ponderada de todas as observações passadas da série. Esse cálculo é conseguido através da Equação 2.5.

$$\begin{aligned} \hat{X}_t &= \alpha X_t + \alpha(1 - \alpha)X_{t-1} + \alpha(1 - \alpha)^2 X_{t-2} + \dots \Leftrightarrow \\ \hat{X}_t &= \alpha X_t + (1 - \alpha)\hat{X}_{t-1} \end{aligned} \quad (2.5)$$

Onde $t = 1, \dots, N$ e tem-se que $\hat{X}_1 = X_0$ e $\alpha \in [0,1]$.

É essencial realçar o facto de que, quanto maior for a constante de suavização, designada por α , maior é o peso dado às observações mais recentes.

As principais vantagens deste método são a flexibilidade do modelo e a facilidade de compreensão, bem como aplicação não dispendiosa e ainda o facto de quando $\alpha = 2 / (r-1)$ fornece previsões semelhantes ao método anterior (MMS) com parâmetro igual a r . A principal desvantagem é a dificuldade em determinar o valor da constante de suavização (α).

Quando estamos perante séries que apresentam tendência, caso os dados considerados apresentem uma tendência crescente ou decrescente ao nível da série, deveremos utilizar o método de Holt-Winters (HW) (Brockwell & Davis, 2016).

Holt-Winters (HW)

Este método é uma extensão do método anterior, só que contabiliza a tendência da série apresentada na Equação 2.7.

$$\hat{X}_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)(\hat{X}_{t-1} + \hat{T}_{t-1}) \quad (2.6)$$

$$\hat{T}_t = \beta(\hat{X}_t - \hat{X}_{t-1}) + (1 - \beta)\hat{T}_{t-1} \quad (2.7)$$

Onde \hat{X}_t é a previsão para o período seguinte, \hat{T}_t a tendência da série e $t = 2, \dots, N$, $\alpha \in [0,1]$ e $\beta \in [0,1]$.

Considerando α e $\beta = 1$ temos: $\hat{T}_2 = X_2 - X_1, \hat{X}_2 = X_2$.

Tem como vantagem ser semelhante ao método anterior. A principal desvantagem é a dificuldade em determinar os valores das constantes de suavização, α e β .

Nas séries que apresentam tendência e sazonalidade, o método a seguir é o mais indicado para realizar previsões ao nível da série (Brockwell & Davis, 2016).

Holt-Winters Sazonal (HWS)

Este método utiliza-se quando se pretende modelar o nível, a tendência e a sazonalidade de uma série (Tratar, 2010).

Uma vez que os padrões sazonais podem ser considerados aditivos ou multiplicativos, serão utilizadas as duas variantes deste método.

Sazonalidade Aditiva: neste método o fator sazonal S_t e a tendência T_t são adicionados, ou seja, a previsão é calculada pela Equação 2.8.

$$X_t = \mu_t + T_t + S_t + \varepsilon_t \quad (2.8)$$

Onde:

$t = 1, \dots, N$

μ_t : Nível da série;

ε_t : Efeito ruído, tudo o que não pode ser atribuído as restantes componentes.

As equações de cada fator são:

$$\hat{X}_t = \alpha(X_t - \hat{S}_{t-s}) + (1 - \alpha)(\hat{X}_{t-1} + \hat{T}_{t-1}) \quad (2.9)$$

$$\hat{T}_t = \beta(\hat{X}_t - \hat{X}_{t-1}) + (1 - \beta)\hat{T}_{t-1} \quad (2.10)$$

$$\hat{S}_t = \gamma(X_t - \hat{X}_t) + (1 - \gamma)\hat{S}_{t-s} \quad (2.11)$$

Onde \hat{S}_t é a sazonalidade da série e $t = s + 1, \dots, N$, s é o período da série sazonal, $\alpha \in [0,1]$, $\beta \in [0,1]$ e $\gamma \in [0,1]$.

Cálculo da previsão: o cálculo da previsão é dado pelas Equações 2.12 e 2.13 e é calculado de igual forma no método de sazonalidade multiplicativa.

$$\hat{X}_t(h) = \hat{X}_t + h\hat{T}_t + \hat{S}_{t+h-s}, \quad h = 1, 2, \dots, s \quad (2.12)$$

$$\hat{X}_t(h) = \hat{X}_t + h\hat{T}_t + \hat{S}_{t+h-2s}, \quad h = s + 1, \dots, 2s \quad (2.13)$$

Sazonalidade Multiplicativa: considera-se agora que o fator sazonal é multiplicativo calculado a partir da Equação 2.14.

$$X_t = \mu_t S_t + T_t + \varepsilon_t, \quad t = 1, \dots, N \quad (2.14)$$

As equações de cada fator são apresentadas da seguinte forma:

$$\hat{X}_t = \alpha \left(\frac{X_t}{\hat{S}_{t-s}} \right) + (1 - \alpha)(\hat{X}_{t-1} + \hat{T}_{t-1}) \quad (2.15)$$

$$\hat{T}_t = \beta(\hat{X}_t - \hat{X}_{t-1}) + (1 - \beta)\hat{T}_{t-1} \quad (2.16)$$

$$\hat{S}_t = \gamma \left(\frac{X_t}{\hat{X}_t} \right) + (1 - \gamma)\hat{S}_{t-s} \quad (2.17)$$

Onde $t = s + 1, \dots, N$, s é o período da série sazonal, $\alpha \in [0,1]$, $\beta \in [0,1]$, $\gamma \in [0,1]$.

$$\hat{S}_j = \frac{X_j}{\left(\frac{1}{s}\right) \sum_{k=1}^s X_k}, j = 1, 2, \dots, s, \hat{X}_s = \frac{1}{s} \sum_{k=1}^s X_k \text{ e } \hat{T}_s = 0.$$

A principal vantagem é a semelhança com o método de Holt-Winters. No entanto, as principais desvantagens passam pela dificuldade em determinar os valores das constantes de suavização α , β e em calcular a média, variância ou intervalos de confiança de previsão.

2.2 Metodologia *Lean*

A metodologia *Lean* é um pensamento e modo de estar, que inclui métodos e ferramentas que ajudam a melhorar processos e a reduzir desperdícios.

2.2.1 Os cinco princípios *Lean*

As metodologias *Lean* são abordadas por muitas organizações com o objetivo de eliminar o máximo de desperdícios, obtendo uma redução de custos e um aumento de produtividade (Prasad et al., 2020). Mas, para que isso seja bem-sucedido, é importante estudar e saber quais os princípios do *Lean Thinking*.

Para uma correta aplicação da filosofia *Lean* é importante perceber como se desenvolve o pensamento *Lean*. O *Lean Thinking* começa com a definição e criação de valor com o foco no cliente (Womack & Jones, 1997). É durante este processo que se deve ter em conta todo o fluxo de valor e quais os princípios que estão associados a esta conexão.

Segundo Melton (2005), o pensamento *Lean* tem por base cinco princípios, representados na Figura 1.

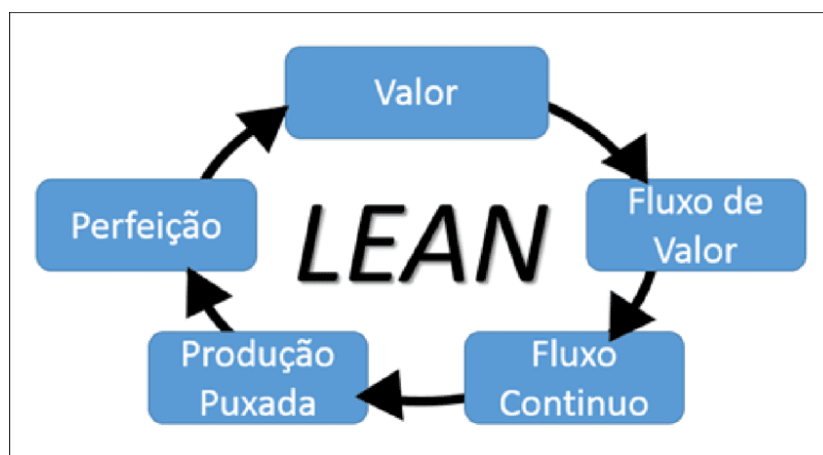


Figura 1 – Os 5 princípios *Lean* (Adaptado de Maques. 2017)

Valor

O valor é um princípio a ser definido pelos clientes, tanto a nível de produtos com os recursos específicos, identificando-os de forma adequada, como a nível de preço. A identificação de valor passa por determinar quais as atividades que o cliente estará disposto a pagar.

Fluxo de valor

O fluxo de valor deve ser identificado como todas as ações que são necessárias para levar o produto ao cliente, desde o projeto, a produção, os pedidos, programações e entrega. Como foi referido, as atividades podem ser descritas como atividades que adicionam valor, que não adicionam valor e como atividades que não adicionam valor, mas que são indispensáveis, procurando-se depois eliminar desperdícios e excluir todas as atividades que não acrescentam valor e que o cliente não está disposto a pagar.

Fluxo contínuo

Consiste na criação de um fluxo de processo sem quaisquer problemas, atrasos, gargalos ou interrupções projetando, assim, um fluxo contínuo. As etapas de criação de valor são delineadas de forma que o produto chegue até ao cliente facilmente (Soft2Share, 2019).

Produção “pull”

Este princípio, que se baseia na produção JIT, faz com que a produção seja puxada pelo cliente. Por isso, apenas se cria e projeta aquilo que os clientes precisam, quando e em que quantidades precisam, em vez de serem empurradas produções indesejadas.

Busca da perfeição

Tendo o *Lean* por base a eliminação dos desperdícios, isso implica também a busca da perfeição. Ao procurar esse objetivo, o ciclo de melhorias nunca termina, tornando-se contínuo. Este processo é a mudança que implica mais esforço na indústria por ser necessária uma mudança de cultura.

2.2.2 Lean Production

O conceito de *Lean Production* surgiu após a Segunda Guerra Mundial, no Japão, onde é associado ao *Toyota Production System* (TPS) que tem como objetivo diminuir as atividades que não acrescentam valor aos produtos (Prasad et al., 2020).

A produção das indústrias, até aos anos 40 do século XX, era feita em Massa, à semelhança do que acontecia no mundo ocidental.

Segundo Melton (2005), a produção em massa e a produção *Lean* são sistemas de organização diferentes dentro de uma empresa, sendo que o que as distingue são métodos diferenciados de gestão, como por exemplo, na distribuição da informação e na tomada de decisões que, desta forma, influenciam a produtividade da mesma.

A produção em massa é um conceito mais antigo desenvolvido por Henry Ford. Este surgiu devido ao aparecimento da Revolução Industrial, que consistia em grandes

produções de produtos padronizados, com o objetivo de reduzir custos e tempos de entrega.

No que diz respeito à produção *Lean*, este é um método que necessita essencialmente de horas de investigação e desenvolvimento e não tanto de recursos humanos, espaços de fabricação e investimentos. A Tabela 1 é uma comparação entre os dois diferentes tipos de produção, onde é possível notar quais os aspetos mais vantajosos, assim como os princípios básicos de cada um.

Tabela 1– Produção em Massa/ Produção *Lean* (Adaptado de: Melton (2005), Lin & Hui (1999))

	Produção em massa	Produção <i>Lean</i>
Criador	Henry Ford	Toyota
Produção	Trabalhadores não qualificados ou semiquilificados	Equipas de trabalhadores qualificados em todos os níveis na hierarquia
Formalização	Motiva a divisão de tarefas e trabalho individual	Flexibilidade na responsabilidade das tarefas e trabalho de equipa
Equipamentos	Máquinas caras de uso único	Sistemas manuais e automáticos
Métodos de produção	Volumes grandes de produtos padrão	Produtos encomendados pelo cliente
Organização	Hierárquica (gestão responsável)	Vários níveis de responsabilidade na organização
Métodos de tratamento de problemas	Empregados esperam que os problemas surjam para procurar soluções	Empregados procuram ativamente por soluções a problemas

De acordo com Melton (2005), o pensamento *Lean* começou a ser desenvolvido com o objetivo de produzir num fluxo contínuo que fosse mais eficiente e que permitisse reduzir tempos de produção, matérias-primas, esforço no processamento e que também permitisse criar valor acrescentado ao produto final. Noutras palavras, o pensamento *Lean* pretende identificar e eliminar desperdícios de todas as atividades num processo produtivo, através de melhorias contínuas no mesmo.

Para Melton (2005), ao implementar um pensamento *Lean* existem vários benefícios que são gerados, desde:

- Redução dos prazos de entrega para os clientes;
- Redução do nível de *stocks*;
- Aumento do conhecimento;
- Menos retrabalho.

Resumidamente, *Lean Production* é uma filosofia que objetiva a eliminação de todo e qualquer tipo de desperdício, recorrendo a melhorias contínuas (Prasad et al., 2020).

Just-in-Time (JIT)

A par da estratégia *Lean* está associado o conceito de *Just in Time* (JIT). Segundo Kilpatrick (2003), esta técnica pretende que seja o cliente a puxar o processo produtivo, em vez de ser a produção a empurrar os produtos até ao cliente, com base em dados históricos como no *push system*.

À semelhança da filosofia *Lean*, o JIT também pretende eliminar todas as fontes de desperdícios no processo e, com isso, reduzir o nível e custo de stock, assim como aumentar o fluxo produtivo ao mesmo tempo. De modo a realizar a produção JIT, o *Pull system* foi desenvolvido para que o fluxo de materiais ao longo da produção seja visto de uma forma oposta, de jusante para montante (Matsui, 2007).

Resumidamente, o conceito JIT significa que se deve produzir as unidades necessárias, nas quantidades necessárias, no tempo necessário (Yasuhiro Monden, 2011).

Total Productive Maintenance (TPM)

Outro conceito importante para o *Lean* é o *Total Productive Maintenance* (TPM). Segundo Baluch et al. (2012), TPM é um método progressista para a manutenção, que pretende melhorar o funcionamento dos equipamentos e acabar com o distanciamento entre a produção e a manutenção. Os resultados são obtidos através da manutenção preventiva, diária e autónoma, ou seja, cada colaborador realiza a própria manutenção, sendo-lhe dada formação regular, que através do trabalho em equipa e da eliminação de falhas conseguidas do trabalho diário, permite alcançar os objetivos.

2.2.3 Desperdícios *Lean*

Numa produção, as atividades podem ser qualificadas de três maneiras (Melton, 2005):

- Atividades que acrescentam valor;
- Atividades que não acrescentam valor;
- Atividades que não acrescentam valor, mas são indispensáveis.

Segundo Melton (2005), qualquer atividade que não acrescente valor ao cliente é denominada de desperdício. Por vezes, o desperdício é necessário e acrescenta valor para uma empresa e, por isso, não pode ser eliminado, como os controlos financeiros. Tanto para Melton (2005), como para Ohno e Bodek (2019), existem sete tipos de desperdícios ilustrados na Figura 2:

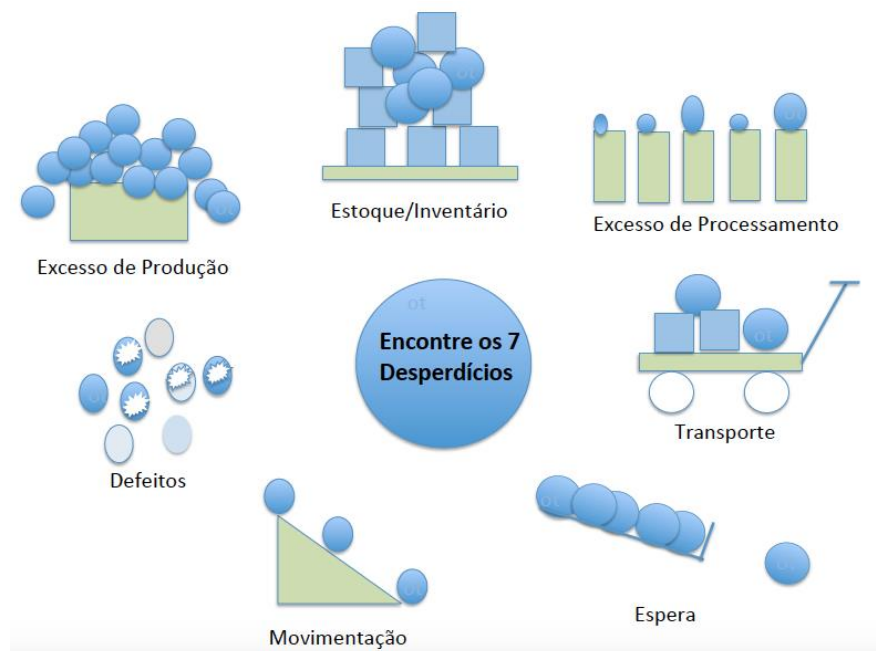


Figura 2 - 7 Desperdícios *Lean* (fonte: engenharia, 2017)

Sobreprodução/Excesso de produção: podem ser produções acima daquilo que o cliente pretende e que resultam muitas vezes em stocks em excesso, ou produções desnecessárias ou que não tem qualquer destino. Este excesso dificulta a perceção de defeitos, aumenta os custos de manutenção e inventário, não acrescentando valor.

Esperas: tempos de espera que não são necessários. Esperas por pessoas, equipamentos ou por produtos não acrescentam valor para o cliente. Armazenamentos intermédios que interferem no fluxo do produto, espera por produtos intermédios que não podem continuar em produção por não terem os testes

laboratoriais concluídos, são exemplos de desperdícios de tempo. A grande quantidade de *Work in Progress* (WIP) parado na produção faz aumentar os trabalhos de inventário e, por isso, geram também desperdícios de tempo.

Transporte: deslocamentos desnecessárias de material. Ter o produto em constante movimento quer dizer que este não está a ser processado. Se não estiver a ser processado, não está a ser rentabilizado e, por isso, não acrescenta valor para o cliente. Apesar de ser um desperdício que não acrescenta valor, muitas vezes, é difícil de eliminar e, desta forma, é imprescindível ao processo.

Inventário: armazenamento de matéria-prima, produtos intermédios e produtos acabados, que aguardam expedição ou produção, devem ser quantificados e identificados. Esses atrasos ou paragens, que resultam em material acumulado, custam dinheiro e tempo à empresa. Grandes stocks de segurança e armazenamento custam também financeiramente à empresa.

Sobre Processamento/Excesso de processamento: passo ou processo particular que não acrescenta valor e, por essa razão, é desnecessário. Duplicação de qualquer etapa relacionada com processo produtivo.

Movimentações: movimento excessivo de pessoas que operam no processo. Enquanto estão a movimentar-se não estão a dar apoio à produção e geram desperdícios. Movimentos entre armazéns e destes para a produção, assim como maus *layouts* das fábricas, má limpeza e organização dos locais e ferramentas ou materiais maldispostos são considerados desperdícios. Fazer alterações a estes níveis pode reduzir substancialmente estes mesmos desperdícios.

Defeitos: produtos com defeitos ou irregularidades desperdiçam recursos, desde matérias-primas e horas de trabalho e que levam muitas das vezes a retrabalho. Estes defeitos podem surgir de erros de informação e falhas de comunicação, a pedidos atrasados ou perdidos, e que levam a horas extras e aumento de custos de produção. Nenhum cliente está disposto a pagar por qualquer tipo de defeito.

Para Baluch et al. (2012) e Kilpatrick (2003), existe ainda um oitavo desperdício sobre a subutilização de pessoas. Muitas vezes existe um mau aproveitamento das competências das pessoas onde estas são subestimadas e não são rentabilizadas as suas capacidades intelectuais, criativas e até mesmo físicas. Isto resulta de um mau fluxo de trabalho e de uma fraca cultura organizacional, que impede também o crescimento de toda a estrutura.

Estes desperdícios podem ainda ter categorias distintas, que apesar de estarem interligadas, identificam diferentes tipos de problemas. As categorias podem ser a **Muda, Mura e Muri** (Womack, 2006).

Muda, que em japonês significa desperdício, é toda a atividade que não gera valor ao cliente, mas que consome recursos. *Mura* significa irregularidade, tanto nas vendas como na produção, que quase não vão de encontro ao desejado pelo cliente, representando assim falta de estabilidade e consistência. Pelo contrário, *Muri* significa a sobrecarga de trabalho e atividades, que são refletidas, quer nas máquinas, quer nas pessoas. A Figura 3 ilustra o significado destes desperdícios.

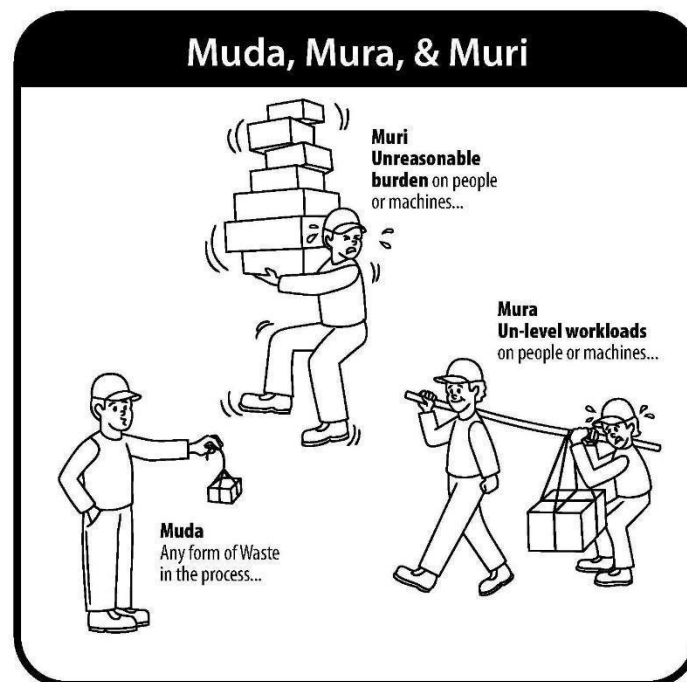


Figura 3 – Muda, Mura e Muri (Adaptado de Gunzi, 2016)

2.2.4 Ferramentas *Lean*

Para pôr em prática a filosofia *Lean* existem diversas ferramentas e técnicas de apoio que podem ser implementadas com vista ao melhoramento produtivo. Algumas ferramentas consideradas úteis para o desenvolvimento deste projeto vão ser apresentadas neste subcapítulo.

Kaizen e o Ciclo PDCA

Kaizen é traduzido como “melhoria contínua” e vem do nome *Kai* (*change* – mudar) e *Zen* (*well* – melhor), sendo um tipo de pensamento e filosofia de gestão (Singh & Singh, 2015).

Segundo Ortiz (2006), esta filosofia deve ser praticada pelos trabalhadores nos esforços diários e em todos os níveis da organização. O foco deve estar em eliminar desperdícios, criar padrões e em ter um local de trabalho limpo e organizado. Para ele, as melhorias são muitas vezes mínimas, mas que se tornam notórias a longo prazo. O mesmo autor acrescenta que a melhoria contínua deve ser sempre um pensamento das organizações e que o sucesso do *Kaizen* surge das pessoas e das suas ações, e não da compra de novas peças ou equipamentos, uma vez que esta promove o pensamento contínuo de melhoria (Ortiz, 2006). Melton (2005), simplifica o *Kaizen* como melhoria contínua que envolve toda a estrutura, de modo a criar mais valor e eliminar desperdícios.

O ciclo “*Plan-Do-Check-Act*” (PDCA) é usado como ferramenta de melhoria contínua numa indústria. Este ciclo tem início com pequenas verificações e, eventualmente, progride para melhorias mais específicas. O objetivo passa por resolver problemas de qualidade e de dados quantitativos com aplicação na indústria para melhoria contínua. Serve também como um funcionamento padrão num processo de uma organização aumentando, assim, a sua produtividade.

O método PDCA para controlo e melhoria dos processos de gestão consiste num ciclo como mostra Figura 4.



Figura 4 – Ciclo PDCA (fonte: *dreamstime*)

Este ciclo está dividido em quatro fases, segundo Taufik (2020) e Singh e Singh (2015):

1. Plan – Planear: Consiste em estudar a situação atual e estabelecer metas e estratégias para alcançar certos resultados;
2. Do – Fazer: Implementar as estratégias definidas;
3. Check – Verificar: Inspeccionar se as etapas dos processos foram bem monitorizadas e examinar se os resultados foram atingidos;
4. Action – Ação: Tomar ações para corrigir eventuais problemas ou melhorar o desempenho. Padronizar o processo melhorado.

De um modo geral, o Ciclo PDCA é usado para reduzir desperdícios, como tempo de espera, falhas ou defeitos.

Singh e Singh (2015), adicionam ainda um segundo ciclo, descrito como o “ciclo de padronização”, que devido à instabilidade causada por um momento de melhoria, o processo deve passar por um segundo ciclo “padronizar-fazer-verificar-agir”. Este ciclo tem como objetivo normalizar e assentar os processos de trabalho para mais tarde retomar um novo estado de melhoria, como demonstram a Figura 5 e a Figura 6.

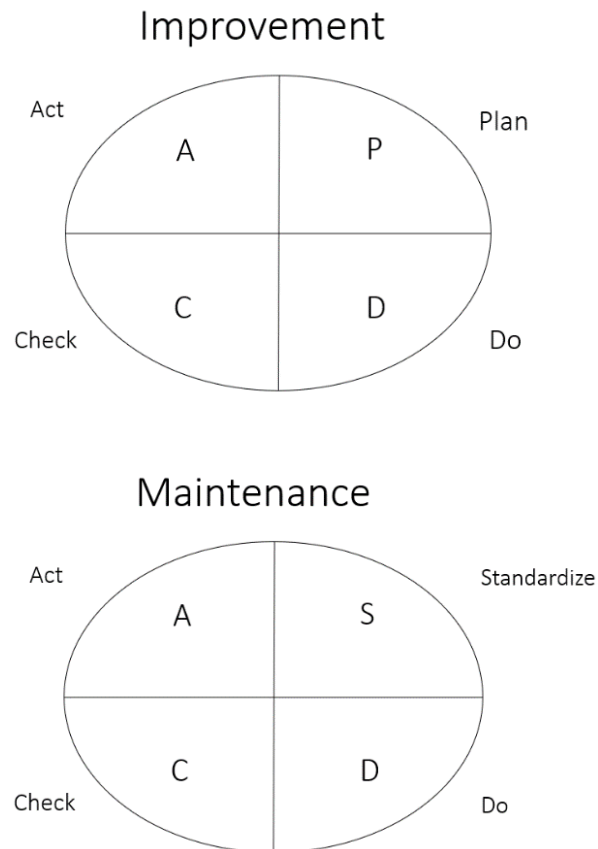


Figura 5 - Ciclos PDCA e SDCA (Adaptado Singh & Singh, 2015)

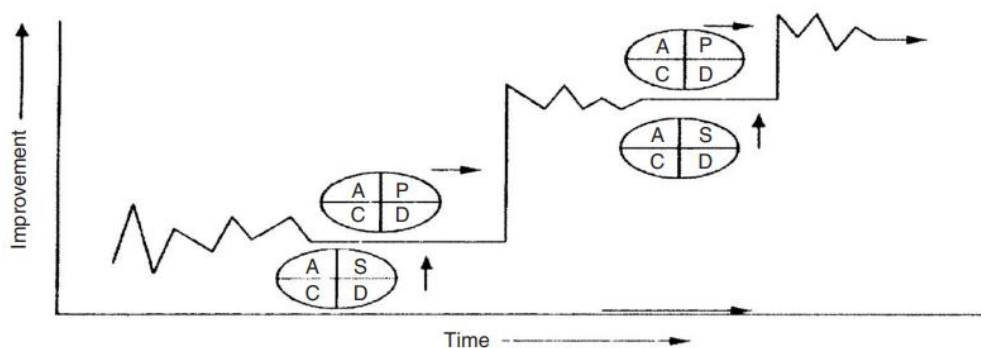


Figura 6 - Gráfico dos ciclos PDCA e SDCA (Adaptado Singh & Singh, 2015)

Value Stream Mapping (VSM)

O VSM (em português Mapa de Fluxo de Valor), consiste num diagrama simples onde, para Machado e Leitner (2010), é mapeado todo o fluxo de valor até ao cliente. Ou seja, para um correto mapeamento é necessário selecionar um produto, seguir os caminhos e processos realizados pelo mesmo e documentá-los. Este mapa contém toda a informação de processos que acrescentam ou não valor ao produto final. Podemos encontrar todo o tipo de informação desde velocidade, fluxo de processos, trabalhos em curso, *lead times*, gargalos existentes, material necessário e desperdícios gerados, entre outras informações possíveis. Na Figura 7 é representado um exemplo de um VSM.

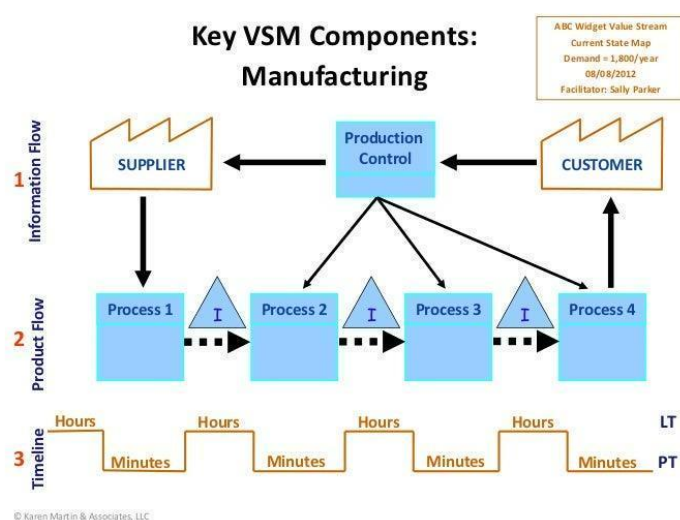


Figura 7 – Exemplo de *Value Stream Mapping* (VSM) (Adaptado de TKMG, Inc. 2011)

Single Minute Exchange of Dies (SMED)

Melton (2005), simplifica o SMED como uma mudança técnica de redução. Segundo Godina et al. (2018), e de uma forma mais prática, SMED é um conjunto de técnicas com o objetivo de reduzir o tempo de *setup* de uma máquina.

Setup consiste num processo de mudança de produção, ou seja, é quando existe uma alteração de um produto a ser produzido para outro com outras características (Dave & Sohani, 2012).

No entanto, segundo Godina et al. (2018), as interrupções frequentes num processo são um obstáculo à produção e, por isso, a diminuição dos tempos de paragem leva a produções mais eficientes, uma maior produtividade e rendimentos das máquinas, conseguindo assim um melhor aproveitamento. O tempo de mudança de ferramenta é o tempo decorrido entre o último produto produzido da série anterior e o primeiro produto produzido da série seguinte (Godina et al., 2018).

Para uma boa aplicação desta ferramenta existem cinco passos simples a ter em conta:

- Observar e registar;
- Separar as tarefas em internas (realizadas durante a operação de mudança) e externas (realizadas antes da operação de mudança);
- Converter o máximo de tarefas internas em externas;
- Agilizar todas as tarefas possíveis;
- Documentar os procedimentos.

Estas atividades fazem com que o sistema de trocas de ferramentas SMED ofereça soluções mais rápidas e detalhadas, e permite também escoar diversos produtos auxiliando na redução de trabalho de inventário. Um exemplo de aplicação da ferramenta SMED está ilustrado na Figura 8, presente no desporto automóvel, na troca rápida de pneus, numa corrida de fórmula 1.

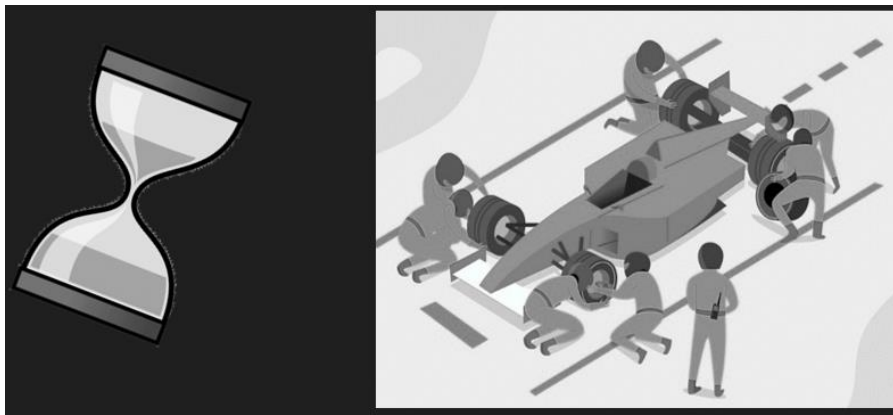


Figura 8 – Troca de ferramentas rápida na Fórmula 1 (fonte: *LEANBOX, SMED-OTED*)

Método 5S

Para Ikumapayi et al. (2020), esta ferramenta é considerada a fundação para a implementação da produção *Lean*. Esta ferramenta permite organizar, limpar, desenvolver e manter um bom ambiente de trabalho, desenvolvendo aspetos como a segurança e até a manutenção (Voehl et al., 2013).

O 5S provem de cinco palavras de origem japonesa e divide-se, respetivamente, em cinco sentidos, tal como indica a Figura 9 e que são apresentados de seguida:



Figura 9 – Método 5S (Adaptado de Caio Silva, 2019)

Seiri – senso de utilização

A primeira etapa da técnica 5S consiste na remoção de todos os itens que não são necessários à tarefa, sendo que no local de trabalho, apenas devem existir os artigos necessários e nas quantidades necessárias. Para ajudar nesta tarefa, é utilizada a técnica de *Red Tag Strategy*, que consiste em colocar uma etiqueta vermelha em todos os itens que não são necessários, para que sejam removidos. Isto ajuda a remover documentação, defeitos, ferramentas, equipamentos ou quaisquer outros tipos de itens desatualizados ou partidos, criando assim um impacto visual daquilo que deve ser descartado do local de trabalho. A implementação desta etapa facilita o trabalho dos colaboradores e permite uma melhor utilização do espaço (George et al., 2004).

Seiton- senso de organização

“Um lugar para cada coisa e cada coisa no seu lugar” (Gupta & Jain, 2015). É um meio onde colocar em ordem significa organizar os itens essenciais em áreas específicas e identificá-los de forma a que sejam acessíveis, para que todos possam encontrar o que é preciso facilmente.

No entanto, se existirem demasiados itens identificados, este senso torna-se ineficaz e desapropriado (Falkowski & Kitowski, 2013).

George et al. (2004), adicionam ainda uma metodologia para uma aplicação otimizada deste senso que consiste em:

- Desenhar um mapa do atual estado da área;
- Desenhar uma projeção de um mapa futuro;
- Organizar visualmente a área de trabalho.

Seison – senso de Limpeza

Para Falkowski e Kitowski (2013), as tarefas de limpeza no local de trabalho passam por lavar, aspirar, renovar e remover todos os póis, resíduos e sujidades que possam existir. Consideram que, nesta ferramenta, este senso deve ser um procedimento necessário e rotineiro de forma a criar um bom ambiente de trabalho, tanto a nível higiénico como a nível de segurança. Cria, assim, uma melhor sensação de conforto e reduz também o risco de falha dos equipamentos. Mas para isso, é também importante que todos os funcionários colaborem e participem no processo.

Para um procedimento mais eficaz, George et al. (2004) acrescentam os seguintes passos a seguir:

- Determinar os objetivos de limpeza (tendo em conta a segurança, resíduos e limpeza);
- Definir um cronograma de limpeza e atribuir responsabilidades;
- Criar procedimentos de processos diários e contínuos de limpeza.

Seiketsu – senso de Saúde e Higiene/ Normalização

Também referido como normalização, implementação e/ou manutenção dos três sentidos anteriores, esta etapa começa por padronizar os processos. Este senso vai ajudar os funcionários a compreender as tarefas e objetivos a alcançar. Nesta fase é possível implementar novas tarefas no local de trabalho (Falkowski & Kitowski, 2013).

George et al. (2004) indicam como rever todos os sentidos anteriores: usar com bastante frequência controlos visuais no processo, programar atividades 5S com frequência, assim como criar acordos para refletir as decisões sobre as responsabilidades.

Shitsuke – senso de autodisciplina

Para Falkowski e Kitowski (2013), o senso de autodisciplina é a atuação regular e contínua em conformidade com os procedimentos criados.

Considerado o senso mais difícil de implementar, em muitas empresas existe a vontade de realizar atividades 5S mensais. No entanto, torna-se difícil manter essas mesmas, num período mais extenso.

Ainda assim, as normas devem ser mantidas e o aconselhamento dos funcionários feito de forma regular, mantendo uma disciplina. Esta disciplina pode ser também conseguida criando recompensas para motivar os funcionários (Gupta & Jain, 2015).

Segundo Visco (2017), a ferramenta 5S traz benefícios como:

- Economizar tempo gasto à procura de ferramentas;
- Reduzir deslocações desnecessárias para concluir tarefas;
- Aumentar a segurança reduzindo os riscos de acidentes;
- Aumentar a confiança sobre os equipamentos;

- Aumentar a eficiência de processos normalizando as tarefas realizadas;
- Libertar espaço;
- Ajuda a estabelecer bases para uma melhoria contínua.

Gestão visual

A gestão visual é fortemente associada aos 5S, uma vez que promove a organização e limpeza de um local (Machado & Leitner, 2010).

Muitas empresas utilizam ferramentas visuais de forma simples e clara como meio de comunicação, com o objetivo de alcançar um melhor processamento de informações (Jaca et al., 2014).

A gestão visual tem como principal objetivo, utilizando sinais visuais, fazer com que as informações sejam visíveis, intuitivas e transparentes, onde todos conseguem perceber facilmente e a qualquer momento, em que situação se encontra o trabalho e se está a ser bem executado (Eaidgah et al., 2016).

Segundo Tezel et al. (2013), esta ferramenta é muito eficaz na comunicação visual, uma vez que pode ser usada nas mais variadas atividades e zonas no local de trabalho.

Dada a sua versatilidade, pode ser usada como ferramenta de informação, ou como ferramenta para exibir requisitos, definir direções e orientações (Eaidgah et al., 2016). Isto permite que os trabalhadores consigam reter as informações mais importantes e atuar de forma corretiva, mais rapidamente, apenas observando o espaço em volta (Hodge et al., 2011).

Obtendo um local de trabalho atrativo, onde os próprios trabalhadores conseguem analisar a informação de uma forma eficaz, estes tornam-se autónomos e permite-lhes criar a sua autogestão e autocontrolo (Tezel et al., 2013).

Segundo Jaca et al. (2014), a gestão visual traz benefícios como:

- Aumenta a autonomia dos trabalhadores;
- Informação disponível de forma simples e clara;
- Os resultados são transparentes e as lacunas facilmente identificadas;
- Aumenta a satisfação dos funcionários, comprometimento e participação dos mesmos;
- Melhoria geral da satisfação do cliente;

A gestão visual pode assumir diferentes funções num local de trabalho. Tezel et al. (2009) identificaram-nas de acordo com a Tabela 2.

Tabela 2 – Funções da Gestão Visual

Função	Definição
Transparência	Capacidades de comunicação com as pessoas de forma transparente e clara.
Disciplina	Criar hábitos em manter os procedimentos corretos.
Melhoria Contínua	Processo com foco em toda a organização de melhorias e inovações sustentadas.
Facilitar o trabalho	Facilitar o trabalho das pessoas, tanto a nível físico como mental através de recursos visuais simplificando as tarefas.
<i>On-the-Job-Training</i>	Integrar a aprendizagem no trabalho com elementos visuais através da experiência.
Criação de partilha	Sentimento de pertença partilhado entre os trabalhadores.
Gestão baseada em factos e estatísticas	Criar uma gestão com o uso de factos e dados com base em dados estatísticos.
Simplificação	Constantes esforços de monitorização, processamento, visualização e distribuição de toda a informação pelos trabalhadores.
Unificação	Partilhar conhecimento e criar uma empatia entre trabalhadores unificando as fronteiras da organização.

Existem também diversas técnicas de gestão visual que se podem adaptar a qualquer processo de produção. Essas técnicas têm de respeitar o conceito e fornecer informação direta e visível em relação ao desempenho do processo nesse momento. Para isso, Filipe et al. (2016) apresentou algumas dessas técnicas:

- **Dashboard**: quadros de informação, com indicadores de desempenho;
- **Andon**: alerta os colaboradores através de sinais de sonoros ou visuais, chamando a atenção para a ocorrência de algum problema desde falta de uma ferramenta, falha de segurança ou uma avaria no equipamento;
- **Marcações dos espaços de trabalho**: delimitação das áreas para a melhoria da organização no local de trabalho;

- Etiquetas identificativas: garantir um local correto para equipamentos, materiais e itens de armazenamento;
- Instruções de trabalho: procedimentos junto dos locais de trabalho de forma a facilitar o mesmo e eliminar falhas.

Padronização do trabalho

Segundo Machado e Leitner (2010), a padronização do trabalho é uma ferramenta fundamental da produção *Lean*.

A falta de um padrão de trabalho leva a variabilidade e complexidade de processos e formas de como realizar a mesma tarefa. Isso pode implicar retrabalho e defeitos assim como, diminuir a qualidade dos produtos.

As listas de trabalho padronizado têm como base as melhores práticas de cada etapa, em cada processo, e estas podem ser também construídas pelos funcionários mais conhecedores dos trabalhos a realizar.

Em contexto real de trabalho, muitas vezes algumas etapas são ultrapassadas e não são cumpridas. Isso pode acontecer por vários motivos como:

- Falta de tempo;
- Considerar-se um passo como desnecessário;
- Simplesmente escapou do pensamento.

A padronização pretende eliminar esses motivos e definir diretrizes e listas de verificações para criar o melhor desempenho.

Para Machado e Leitner (2010), o ganho está em incorporá-las e torná-las numa rotina e não apenas identificá-las. Para tal, é importante tornar essas diretrizes em material visível e de fácil memória e que seja difícil de se desviar do caminho. Pode ser conseguido através de documentos com instruções a seguir, evitando assim resultados diferentes e eliminando vários desperdícios.

No final é essencial que, para além do trabalho ser feito de forma contínua e diária, esteja dentro de objetivos de melhoria contínua, devem constantemente ser alteradas e melhoradas garantindo assim qualidade e eficiência no processo de produção.

Um exemplo de uma ferramenta utilizada na padronização do trabalho é o Processo Operacional Padrão (POP) ou *Standard Operating Procedure* (SOP). O POP é uma ferramenta usada para documentar as instruções de trabalho passo-a-passo e tem como objetivo mostrar como é o funcionamento das organizações. Segunda Affairs (2010), devem ser específicos e simples de usar, mas também flexíveis, de forma a serem práticos e ajustáveis a diferentes contextos (Gough & Hamrell, 2010).

Kanban

Segundo Sundar et al. (2014), *Kanban* é uma ferramenta de apoio visual que serve para realizar controlo de níveis de stock, de produção e de fluxo de materiais. Classificam os autores o método em dois sistemas: um de cartão duplo para a sinalização de produção e transporte e outro apenas para a sinalização.

De acordo com Melton (2005), o *Kanban* soluciona problemas de fluxo de materiais dentro do processo, fazendo com o centro de trabalho fornecedor não faça nada até que o próximo centro de trabalho solicite o seu fornecimento.

Para Machado e Leitner (2010), *Kanban* é a ferramenta visual mais conhecida e significa placa de sinal. Serve para mostrar, num formato visual, o que é necessário para manter um processo em movimento, passando informações de quando fazer, movimentar ou quando obter mais materiais de forma a reabastecer stocks ou produções. Este sinal pode assumir várias formas como um cartão, um alarme, uma luz ou até um quadro no chão.

Rahman et al. (2013) apontam as grandes vantagens do sistema *Kanban* como uma melhor produtividade na empresa e a minimização do desperdício na produção. Para além disso, economiza custos eliminando excessos de produção, desenvolve um trabalho flexível, minimiza tempos de espera e reduz os níveis de stock e despesas gerais.

A Figura 10 a seguir representa um exemplo de um quadro *Kanban*.



Figura 10 – Quadro *kanban* (fonte: *iStockphoto*)

2.3 Gestão de stock

O presente subcapítulo é importante no restante estudo, na fiação da *Polopiqué*, uma vez que para reduzir stock e os respetivos custos inerentes é importante perceber de que forma se faz uma correta gestão dos mesmos e como esses podem ser uma mais-valia no planeamento.

Stock consiste em bens e matérias-primas que, quando não são usados imediatamente, ficam armazenados. Os stocks são todos os produtos presentes em armazém, desde o momento da compra até à sua venda (Waters, 2003).

Stocks são também acumulações de tudo o que seja possível de medir como matéria-prima, componentes, produto intermédio ou produto acabado (Li, 2007).

A gestão dos stocks é um dos pontos primordiais quando se pensa em gerir uma empresa de modo eficiente, mas que se torna num grande desafio. Efetuar uma análise dos produtos, quantidades e dos lugares e momentos em que entram e saem descomplica algumas tarefas dentro da empresa e ajuda a prevenir problemas futuros, como falta ou excesso de stock. As empresas, tanto precisam de ter stock em armazém para dar resposta à procura dos clientes, como precisam de fazer uma gestão correta de forma a não criar custos de manutenção desnecessários nem stocks excessivos (Plinere & Borisov, 2015).

A existência de stock nas quantidades corretas beneficia muito a empresa no que toca a um melhor serviço prestado ao cliente. Ou seja, existe uma rápida resposta por parte da organização a uma solicitação de um cliente quando certo produto existe armazenado. Esta disponibilidade resulta muitas vezes num aumento de vendas (Ballou, 2006).

No entanto, o excesso de stocks armazenados cria, segundo Chase et al. (2006) e Ballou (2006), um impacto negativo nos custos e, com isso, diminui as vantagens competitivas da organização. Deste modo, os stocks devem ser controlados e geridos de forma correta, de maneira a reduzir custos e dar resposta eficiente à procura dos clientes.

2.3.1 Gestão de stocks e custos associados

Segundo Ballou (2006), a utilização de stocks reduz os custos de forma mais indireta, embora estes necessitem de manutenção e impliquem custos adicionais. Ballou (2006) especifica vantagens para a existência de stocks.

Em primeiro lugar, a existência de stocks permite que as produções sejam mais controladas e prolongadas, economizando custos. Ou seja, o volume de produção

pode ser mais controlado não necessitando de responder às variadas procuras dos clientes, uma vez que dispõe de stock suficiente.

Em segundo, a procura de matéria-prima é também controlada e, assim, incentiva economias em compras e transportes, que são feitas com menor frequência, tendo em conta os preços e quantidades.

Em terceiro, comprar mais antecipadamente representa adquirir quantidades adicionais a preços atuais que serão por norma mais baixos. Este stock adicional indica custo de manutenção, mas é justificado quando é esperado um aumento de preços.

Em quarto lugar, a inconsistência nos prazos de produção e transporte pode provocar incerteza que tem impacto nos custos de produção e também no serviço prestado ao cliente.

Por último, Ballou (2006) indica problemas não planeados como greves, imprevistos e atrasos, que são atenuados com a existência de stock, permitindo que o processo continue a operar durante algum tempo até que o efeito desses contratempores seja colmatado.

Ballou (2006) também considera algumas desvantagens à utilização de stocks. Para o autor é fácil fazer uma gestão de stocks quando existe uma segurança do mesmo. A maior parte dos custos de manutenção são custos de oportunidade que deixam de ser identificados nos relatórios de contabilidade.

O autor enuncia que os críticos contestam as necessidades de stocks por considerarem os mesmos como desperdícios, uma vez que usam o capital que poderia ser incrementado noutros processos como no aumento de produtividade e competitividade. Acrescentam que os stocks não contribuem com qualquer valor direto para a empresa, apesar de armazenarem valor.

Para o autor os stocks, por vezes, encobrem problemas de qualidade dos produtos. Assim que estes surgem, o pensamento passa por reduzir stocks, a fim de proteger o capital investido, uma vez que corrigir problemas de qualidade pode ser mais demorado.

Por fim, a utilização de stocks promove uma atitude de isolamento na matéria de planeamento. Sem stocks, é difícil evitar o planeamento e coordenação que é necessário em toda a cadeia e processo.

2.3.2 Custos associados à gestão de stocks

Como referido nos subcapítulos anteriores, a aquisição e existência de stocks acarreta custos.

Ballou (2006) divide os custos de stock em três classes gerais e mais importantes: os custos de aquisição ou reposição, custos de manutenção e custos de falta de stock. Na Figura 11 é apresentado um gráfico que relaciona os custos totais relevantes com as quantidades encomendadas.

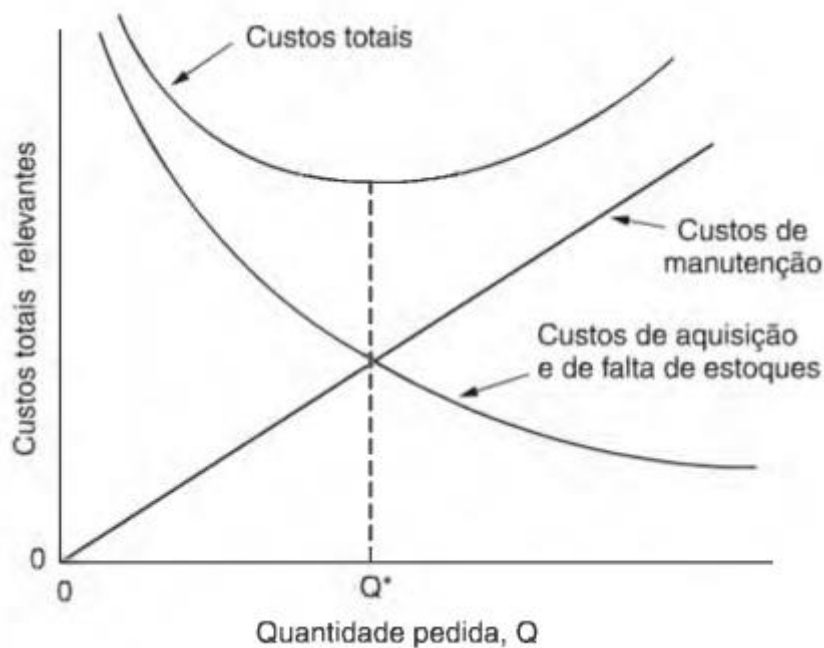


Figura 11 – Gráfico que relaciona os custos totais e quantidades encomendadas (Adaptado de Ballou, (2006))

Custos de Aquisição

Os custos de aquisição para a reposição de stock representam sempre uma necessidade económica para repor uma determinada quantidade. Esta reposição faz nascer custos de processamento, preparação, transmissão e manutenção. Mais especificamente, os custos de aquisição incluem mão-de-obra (fabricação e processamento), emissão do pedido (processamento administrativo) e despesas indiretas (transportes, logísticas, entre outros). No caso de a organização ter matéria-prima capaz de satisfazer o pedido, estes custos reduzem-se apenas para custos de fabricação do produto.

Alguns destes custos são fixos e, por isso, não variam consoante a quantidade pedida. Outros, como o transporte ou mão-de-obra, variam de acordo com a quantidade e, deste modo, cada um exige um tratamento diferente.

Custos de manutenção

Os custos de manutenção estão diretamente ligados ao armazenamento e posse dos produtos, durante um determinado período. Ballou (2006) subdivide estes custos em quatro classes: custo de espaço, que é cobrado pelo uso do mesmo em locais externos, quando é o caso, o custo de capital, que deriva do custo do dinheiro, o custo de serviço de stock, que consiste em seguros e impostos e, por fim, o custo de risco de stock, que envolve roubos, danos e deterioração.

Custo de falta de stock

Este custo ocorre quando uma encomenda não pode ser atendida por falta de stock. É difícil de calcular com exatidão, dada a sua instabilidade. Pode ser de dois tipos:

- Vendas perdidas: quando o cliente cancela o pedido;
- Pedidos atrasados: quando o cliente mesmo assim está disponível a esperar, estando este tipo de despesa muitas vezes associada ao custo de aquisição.

O custo total de stock é considerado como a soma de todos os custos individuais.

Waters (2003), apesar de considerar óbvio que as organizações procuram maneiras de reduzir o máximo de despesas possíveis, acredita que nem sempre é fácil definir um número preciso de stock, dada a sua instabilidade. No entanto, considera importante ter um valor preciso para as quantidades de stock, uma vez que estas afetam o valor e desempenho da uma organização e, assim, os respetivos custos.

2.3.3 Stock de segurança

Waters (2003) afirma que o custo de escassez é, para muitas pessoas, mais elevado do que o custo de posse. Este autor defende que se deve manter uma reserva de stock, mesmo sabendo que esta pode não ser usada, mas que estará disponível para qualquer eventualidade, adicionando assim uma margem de segurança. Waters (2003) denomina este stock de reserva como de stock de segurança.

Stock de segurança é, para Gonçalves (2010) e Ballou (2006), um tipo de stock.

Este tipo de stock está relacionado com o momento em que é recebida uma nova encomenda ou quando é pedida uma nova produção. Como referido, a existência

deste stock implica um aumento do custo de posse, que apesar disso, pode vir a ser compensado pela não ocorrência de rotura ou escassez. Assim, pode afirmar-se que o stock de segurança serve como proteção para eventuais imprevistos como atrasos ou problemas de qualidade.

Existe, no entanto, uma grande incerteza nos momentos em que se recebe uma nova encomenda, uma vez que a procura e prazo de entrega não são constantes. De forma a reduzir essas incertezas, são criados níveis de stock de segurança, calculados através de estimativas de previsões. No caso dessas previsões falharem criam-se dois tipos de imprevistos. Um que corresponde a roturas de stock quando o consumo se revelou superior ao real, e outro quando o consumo é inferior, aumentando assim o custo de posse.

Os níveis de stock de segurança são dimensionados por um nível de serviço que representa o custo de rutura. O nível de serviço corresponde à qualidade do mesmo ou à satisfação do cliente.

O stock de segurança depende do modelo de revisão que pode ser contínuo ou periódico, apresentado no subcapítulo seguinte (Gonçalves, 2010).

Franceschini et al. (2007), definem o stock de segurança (S_s) através da Equação 2.18:

$$S_s = Z_x * D_p * \sqrt{P + P_e} \quad (2.18)$$

Onde:

Z_x: constante normal padrão (tabela em função do risco de rutura- Rr);

D_p: desvio padrão da procura;

P: prazo médio de aprovisionamento (mesma unidade de tempo do desvio padrão da procura);

P_e: periodicidade da encomenda.

Segundo Gonçalves (2010) e Ballou (2006), existem ainda outros tipos de stock, cada um com diferentes funções, que são:

- Stocks em trânsito, em curso ou intermédios onde existiu um consumo de recursos, mas que a produção ainda não ficou concluída;
- Stocks de especulação, onde foram realizadas compras de quantidades a mais de materiais, com objetivo de controlar possíveis futuros aumentos de preço;

- Stocks regulares ou cíclicos. São necessários ao fabrico que inclui as matérias-primas e indispensáveis para manter a procura média;
- Stock obsoletos ou inativos que acaba por ser roubado ou perdido.

Gonçalves (2010) acrescenta ainda um diferente tipo, considerando os stocks sazonais, que antecipam os períodos em que a procura é maior.

2.3.4 Métodos de Revisão contínua e Revisão periódica

Método de revisão contínua

O método de revisão contínua consiste na inspeção contínua da quantidade em stock de cada produto, analisando deste modo os seus níveis. Assim que existe uma quantidade negativa em relação ao nível anteriormente estabelecido, é aberta uma necessidade de reposição (Gonçalves, 2010).

Existe uma contínua verificação da quantidade fixa em stock (Q), logo que atinge um certo nível de stock ou ponto de encomenda (PE), onde o tempo de colocação da mesma varia consoante o consumo.

O ponto de encomenda é dado pela Equação 2.19.

$$PE = K * d + S_s \quad (2.19)$$

Onde:

K: consumo mensal previsto por unidade de tempo;

d: prazo de entrega;

S_s : stock de segurança.

A quantidade a encomendar, Q_e , relaciona o preço e consumo anual com o custo de posse, através da Equação 2.20.

$$Q_e = \sqrt{\frac{2EN}{H}} \quad (2.20)$$

Onde:

E: preço da realização da encomenda;

N: consumo anual;

H: custo anual de posse e armazenamento.

Na Figura 12 é ilustrado um gráfico de um caso ideal de uma revisão contínua, onde a procura real, durante o prazo de entrega, corresponde às expectativas.

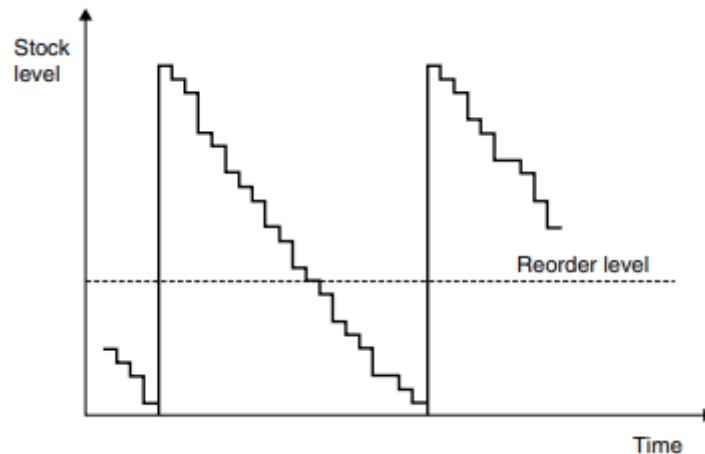


Figura 12 – Gráfico de uma revisão contínua (Adaptado Waters, 2003)

A vantagem deste método é saber que, quando o nível de stock atinge a quantidade do ponto de encomenda, pode ser lançada uma encomenda ao fornecedor. A desvantagem é a sua difícil utilização quando existem variações de consumo, estando o ponto de encomenda a alterar constantemente.

Método de revisão periódica

Neste método, o momento da colocação da encomenda ao fornecedor é pré-definido com um certo período entre encomendas. O período de encomenda (PE) é constante e varia somente a quantidade a encomendar (Q_n) que se obtém através da Equação 2.21.

$$Q_n = k(P + d) + S_s - (A + G) \quad (2.21)$$

Onde:

K: consumo mensal previsto por unidade de tempo;

P: prazo médio de aprovisionamento;

d: prazo de entrega;

S_s : stock de segurança;

A: stock em armazém;

G: quantidade ainda por entregar.

Assim que se atingir o prazo de entrega da encomenda faz-se a comparação com o stock existente e o necessário para o período seguinte. A diferença entre eles resulta na quantidade a encomendar. Deste modo, o método torna-se periódico, uma vez que os níveis de stock são revistos de período em período (Gonçalves, 2010).

Assim como no método anterior, este método também se rege pela análise das quantidades de material existente, tendo uma frequência de realização mais periódica. A Figura 13 mostra um exemplo de revisão periódica de stocks.

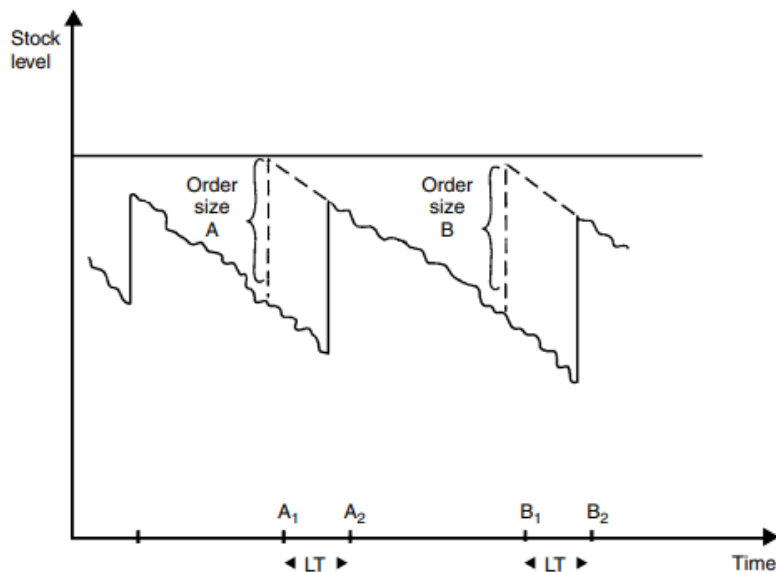


Figura 13 - Gráfico de uma revisão periódica (Adaptado Waters, 2003)

Neste método, o nível de stock é dado em função do tempo e onde o tracejado representa o momento e o tamanho da encomenda.

Este modelo permite agrupar encomendas estabelecendo planos para as mesmas. Permite também distribuir as encomendas ao longo do ano, reduzindo e controlando os custos e ajustar consumos reais, dadas as diferentes quantidades encomendadas, sendo que dependem apenas da previsão de consumo e das existências em armazém.

A desvantagem deste método está nos imprevistos, como prazos de entregas, que caso falhem, podem criar ruturas de stock nas variações de consumo durante o tempo de aprovisionamento.

DESENVOLVIMENTO

- 3.1 Apresentação da empresa e situação atual
- 3.2 Análise da situação atual
- 3.3 Estratégia de investigação
- 3.4 Redução dos desperdícios
- 3.5 Comparações entre previsões e produções tradicionais/ tendências

3 DESENVOLVIMENTO

No capítulo do desenvolvimento é feita uma breve apresentação da empresa e da unidade fabril onde foi desenvolvido o trabalho. Para uma melhor compreensão da situação atual é descrito, de uma forma breve, o processo produtivo e o problema a tentar eliminar. Depois de feita essa análise, e através de um estudo sobre as quantidades produzidas, vão ser usadas previsões de forma a reduzir desperdícios de produção. Depois de encontradas as soluções é feita uma comparação em como o método desenvolvido pode beneficiar a empresa.

3.1 Apresentação da empresa e situação atual

Neste subcapítulo é efetuada uma apresentação da empresa e do local onde o trabalho se realiza e é feita uma descrição dos processos produtivos e uma contextualização do atual panorama de produção com vista a melhorias.

3.1.1 Grupo *Polopiqué*

O grupo *Polopiqué* está inserido na indústria têxtil e vestuário, onde opera para mais de 24 países, com uma vasta experiência no setor. Foi fundado em 1996 pelo casal Luís e Filipa Guimarães que, desde então, foram tornando o grupo numa referência mundial. Distingue-se pela inovação e verticalidade dada a sua capacidade de dominar todas as fases de produção desde o design, fiação, tecelagem, ultimação, confeção e comercialização/distribuição dos produtos (Polopiqué, 2022). Na Figura 14 é apresentada uma vista aérea de todo o grupo *Polopiqué*.



Figura 14 - Grupo Polopiqué (fonte: google)

O grupo *Polopiqué* conta com cerca de 1000 colaboradores e ocupa uma área total de $70.000m^2$. A capacidade produtiva é de cerca de 23 milhões de peças/ano e exporta 97% para cerca de 24 países (Polopiqué, 2022).

Os principais clientes são grandes grupos conhecidos a nível mundial como *Inditex* (detentora de marcas como a *Zara*, *Zara Home*, *Pull&Bear* entre outros), *Next*, *Primark*, *Mango*, *Parfois*, *Lion of Porsche* entre outros.

A maior parte das produções do grupo usa algodão como matéria-prima e, desta forma, a empresa preocupa-se com a sustentabilidade, de maneira a devolver à Terra tudo o que ela fornece. Para isso, é membro da *Better Cotton Initiative* que consiste num conjunto de agricultores que minimizam o impacto das más práticas de proteção de culturas e utilizam a água de forma eficiente, promovendo a conservação dos habitats naturais e a qualidade das fibras. Apoia assim três pilares da sustentabilidade: o ambiental, social e o económico.

O grupo *Polopiqué* produz em conformidade com a certificação da *Global Organic Textile Standard* (GOTS) onde a utilização de algodão orgânico pressupõe a não utilização de pesticidas ou químicos nocivos, estabelecendo um equilíbrio no ecossistema. Na Figura 15 são apresentadas as certificações e rótulos de que o grupo se rege.



Figura 15 - Certificações do grupo Polopiqué (fonte: Polopiqué)

Atualmente, a indústria está a ser afetada por uma redução das produções e das encomendas. A crise pandémica que ainda afeta o grupo e o aumento de energias e transportes, provocada pela guerra na Ucrânia, são fatores potenciadores desta redução. No entanto, o grupo continua ativo e focado em produzir com criatividade, agilidade, velocidade e ambição.

O grupo *Polopiqué* é constituído por cinco empresas, representadas na Figura 16, sendo cada uma delas responsável por diferentes processos e tarefas na cadeia de produção:

- Sociedade Gestora de Participações Sociais, S.A. (SGPS) – empresa mãe responsável pela gestão e controlo das sua filiais;
- *Polopiqué* Comércio e Indústria de Confeções, S.A. – fazem parte as fiações e comercialização das peças;
- *Polopiqué* Acabamentos Têxteis, S.A. – Contém a tinturaria e acabamentos de malha e tecidos;
- *Polopiqué* Tecidos S.A. – responsável pela produção e comercialização de tecidos;
- *Cottonsmile* – Confeções, Unipessoal, Lda. – confeção de peças de vestuário.

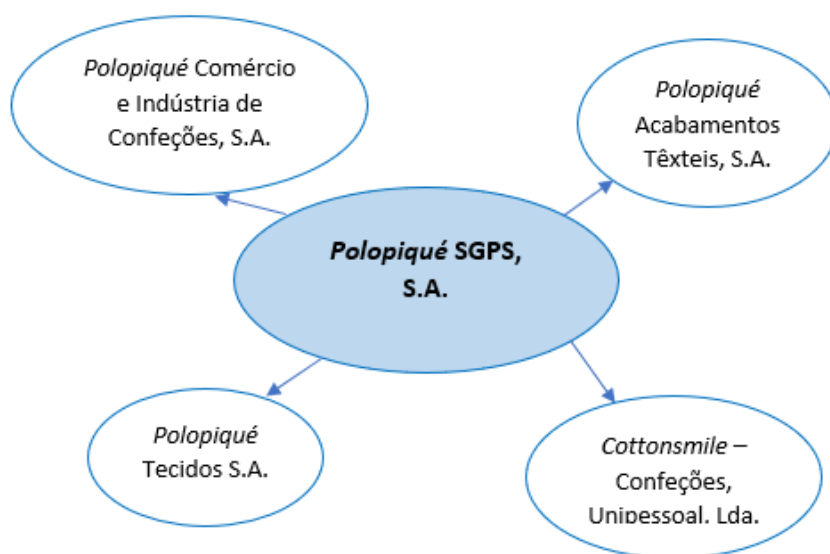


Figura 16 - Empresas do grupo *Polopiqué*

O trabalho desenvolvido foi realizado numa das fiações do grupo pertencentes à *Polopiqué* Comércio.

3.1.2 Fiação

Existem dois pavilhões de fiação na *Polopiqué*, a fiação de Vilarinho e a fiação de Moreira. O presente trabalho foi desenvolvido na fiação de Moreira (Figura 17).



Figura 17 - Fiação de Moreira (fonte: *Polopiqué*)

A fiação de Moreira nasceu para satisfazer a necessidade de aumentos de produção do grupo. É responsável por criar fio de diferentes qualidades e variedades, desde fios finos a fios de cor e diferentes misturas de fibras e produz exclusivamente fio em contínuo de anel torcendo sempre de fora para dentro.

A fiação constitui primeiro processo produtivo para produzir uma peça de vestuário. A fiação está encarregue por transformar uma matéria-prima em fardo de rama, numa bobine de fio. Na Figura 18 é representado, do lado esquerdo fardos de rama, e do lado direito bobines de fio.



Figura 18 - Esquerda: fardos de rama; Direita - bobine de fio

3.1.3 Processos produtivos da Fiação

Durante o processo de transformação da matéria-prima em produto final, neste caso em bobine de fio, existe um conjunto de máquinas responsáveis pela sua transformação. Esse conjunto pode-se subdividir em dois grupos especializados para tarefas diferentes.

O primeiro conjunto, as máquinas de abertura, esteiras, caixa misturadora, cardas, penteadeira e enroladeira são responsáveis por limpar e retirar todo o lixo e detritos que a matéria-prima contém. O segundo conjunto, constituído pelas máquinas de laminadores (1º e 2º passagem), torces, contínuos e bobinadeiras são responsáveis por regular a fibra, torcer o produto intermédio de maiores grossuras e menor compactação para o fio final mais fino e compacto, consoantes as especificações do cliente.

De seguida, são representadas as diferentes máquinas do processo de produção de fiação.

Primeiro conjunto de máquinas:

- Abertura (Figura 19): Solta e reparte a matéria-prima concentrada do fardo e exerce uma pequena limpeza sobre a mesma. Observação: regra geral, apenas fibras de algodão passam por esta máquina.



Figura 19 – Abertura

- Caixa misturadora (Figura 20): Mistura toda a matéria-prima existente dentro da caixa de forma homogénea.



Figura 20 - Caixa misturadora

- Esteiras (Figura 21): Tem a mesma função que a abertura e a caixa misturadora, no entanto nesta máquina entram todo o tipo de fibras.



Figura 21 - Esteiras

- Cardas (Figura 22): Continua o processo de limpeza, mas desta vez de uma forma mais eficaz eliminando maior parte das impurezas e paralelizando as fibras.



Figura 22 - Cardas

- Enroladeiras e Penteadeiras (Figura 23): Penteiam a preparação de forma a retirar o máximo de impurezas ainda existentes. Este processo confere ao fio uma qualidade superior, o que faz também aumentar o preço do produto. É o processo que mais desperdício geral e onde apenas preparação 100% algodão pode ser trabalhada.



Figura 23 - Esquerda: enroladeiras; Direita: penteadeiras

Estes processos variam consoante o tipo de fio que estiver em produção. Ou seja, um fio de fibra de algodão passa pela abertura, caixa misturadora e carda. Depois vai depender do pedido do cliente final. Caso o fio pretendido seja um algodão cardado o processo termina e segue diretamente para o segundo conjunto de máquinas. Se o fio

pretendido é um algodão penteado, então, após as cardas, a preparação passa nas enroladeiras e penteadeiras e continua o trajeto até ao conjunto seguinte de máquinas.

Segundo conjunto de máquinas:

- Laminadores 1º e 2º passagem (Figura 24): Têm função de misturar ainda mais, regular as fibras e uniformizar o tamanho do material, preparando-o.



Figura 24 - Laminadores (1º e 2º passagem)

- Torces (Figura 25): Neste processo a preparação começa a ganhar a forma de fio. A torção intensifica-se apesar de que ainda se espera a presença de um produto intermédio grosso e sem a estabilidade desejada. Aqui já se iniciam as medidas para obter as dimensões desejadas para o produto final.



Figura 25 - Torces

- Contínuos (Figura 26): São as máquinas de produção em maior número em ambas as fiações. Acompanham o trabalho realizado anteriormente sendo que as características finais do fio são conseguidas neste processo. Ou seja, para se obter um fio mais fino e mais resistente, aumenta-se os valores de torção e estiragem da máquina para esse efeito e vice-versa. São máquinas que requerem mais atenção dada as suas necessidades de manutenção e de diversidade de produção e constante planeamento.



Figura 26 - Contínuos

- Bobinadeiras (Figura 27): São o último processo de fiação. Nestas máquinas transportam-se os resultados dos contínuos para uma bobine de fio, sendo que eliminam defeitos no produto de forma que a bobine esteja o mais homogênea possível.



Figura 27 - Bobinadeiras

Depois de passarem pelo último processo produtivo as bobines são juntas em paletes de aproximadamente 240/250 Kg ou 420 kg consoante os objetivos do cliente. Para além disso são vaporizadas para uma melhor estabilidade e envolvidas em filtro estirável para uma melhor segurança e qualidade do produto.

No Anexo 1 é apresentado o layout da fiação de Moreira para uma melhor compreensão da distribuição das máquinas no terreno.

É importante notar que para uma correta produção a fiação trabalha a uma temperatura e humidade constante pelo que estes fatores têm elevada importância.

Ao longo do processo de produção são retiradas amostras para análise e controlo da qualidade efetuado pelo laboratório que procede às retificações aquando da sua necessidade.

Na fiação de Moreira trabalham setenta e dois colaboradores, sendo um engenheiro têxtil, um mestre de produção, quatro encarregados de turno, quatro auxiliares administrativos, quatro responsáveis de armazém, três auxiliares de laboratório, três afinadores, um mecânico, dois eletricitas e os restantes quarenta e nove são operários fabris e estão distribuídos entre 4 turnos diários.

3.1.4 Diferentes fibras e tipos de fios

A fiação da *Polopiqué* está equipada para produzir com vários tipos de matérias-primas. Estas matérias podem surgir de várias fontes e cada uma delas deve ter o seu próprio tratamento de produção, sabendo que dão origem a diferentes tipos de fios. Podem ser usadas no singular ou misturadas entre si e dividem-se em três classes: fibras artificiais, naturais e sintéticas. Dentro das fibras naturais podemos ainda subdividir entre naturais de origem vegetal ou animal.

As fibras artificiais são matérias que inicialmente provêm da natureza, mas que são tratadas com componentes químicos para a sua posterior utilização. As fibras naturais são extraídas diretamente da natureza, podendo ser vegetais, animais ou até minerais. As fibras sintéticas são processadas totalmente pelo homem, ou seja, industrializadas e obtidas com processos químicos.

Na Tabela 3 estão discriminadas, entre classes e subclasses, as fibras que são mais trabalhadas nas fiações da *Polopiqué*.

Tabela 3 - Classes e subclasses das fibras

Artificiais	Naturais: vegetal	Naturais: animal	Sintéticas
Lyocel	Algodão	Lã	Acetato
Viscose	Linho	Seda	Elastano
Modal	Cânhamo	Angora	Poliamida
Micro Lyocel		Alpaca	Acrílico
Micro Modal		Cachemira	Poliéster

As fibras conjugadas entre si, ou de forma individual, podem dar origem a diferentes tipos de fios. A estrutura de um fio pode ter várias formas, desde o número de fibras, a sua disposição e alinhamento, as ligações e a torção que são características que os diferenciam.

Para além do tipo de fibras usadas num fio, este pode ser direcionado para uma produção de malha ou de tecido. Esse objetivo seguinte vai diferenciar o fio na quantidade de torção, tendo mais ou menos torção. Já a direção de torção pode ser em Z ou em S consoante a orientação desejada. Uma forma simples de entender a direção da torção é:

- Torção S: sentido contrário aos ponteiros do relógio;
- Torção Z: sentido dos ponteiros do relógio.

A titulação do fio é das características mais importantes e que distingue os fios em termos de comprimentos por massa. Ou seja, o Ne (*English Number*), titulação mais antiga e usada pelo grupo *Polopiqué*, relaciona o comprimento de um fio pela sua massa. Em um metro de fio, quanto maior for a sua titulação menor será a sua massa. Os Ne mais produzidos na fiação são os 12, 20, 24, 30, 36, 40 e 50.

Outra característica que distingue os fios é o seu processo de produção. Como já mencionado no subcapítulo anterior a matéria-prima pode, ou não, passar pelo processo de penteadeira consoante o objetivo final do cliente. Obter um fio penteado, ou apenas cardado, diferencia-o na sua qualidade e característica final. Para além desses processos, existem outros como o *open end* mas que não são produzidos pela fiação.

Dada a vasta experiência, conhecimentos e um forte investimento em tecnologia, a fiação da *Polopiqué* é também capaz de produzir fios *Jaspé*, *Siro* e *Flamê*.

3.2 Análise da situação atual

Neste subcapítulo serão analisados os procedimentos a seguir aquando do recebimento de uma encomenda, em específico de uma mescla. Como já mencionado anteriormente, a fiação da *Polopiqué* está equipada e preparada para produzir vários fios, sendo uns deles fios mescla.

Um fio mescla consiste em fibras de algodão (ou outras) misturadas entre si onde, pelo menos uma delas, tem cor. Por exemplo: misturar algodão em cru com algodão preto ou qualquer outra cor. Para ser obtido um produto final mescla a matéria-prima tem de passar por vários de processos.

Considerando apenas misturas de algodão, a fibra quando entra em processamento passa por todos os processos do primeiro conjunto de máquinas descritos em 3.1.3. Após a limpeza final nas penteadeiras, a matéria-prima já limpa é prensada e reposta em forma de fardo novamente. A este produto intermédio dá-se o nome de mistura de algodão penteado como pode ser visualizado na Figura 28.



Figura 28 - Fardo de mistura de algodão penteado

De seguida, e como um fio mescla mistura material em cru com material em cor, alguns dos fardos produzidos são enviados para fornecedores externos responsáveis por tingir nas cores desejadas. Estas cores são selecionadas de acordo com o pedido do cliente final da fiação.

As cores dos fios são codificadas com cinco dígitos. Os dois primeiros dígitos referem-se à mistura das matérias-primas. O dígito do meio refere-se à sua tonalidade, desde brancos, castanhos, azuis, cinzas, laranjas, verdes e afins. Os restantes dois dígitos são atribuídos de forma sequencial à medida que existem novas composições com

percentagens diferentes. Na Figura 29 é apresentado um exemplo da codificação da cor “09938”.

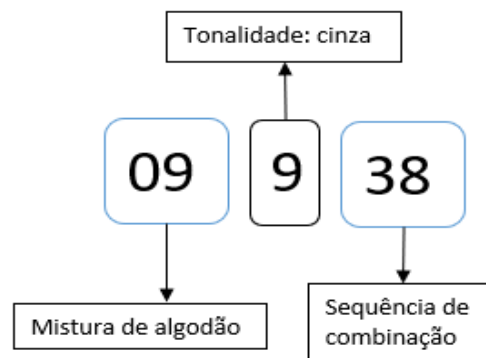


Figura 29 - Codificação das cores

O fluxo de informação e materiais está representado na Figura 30.

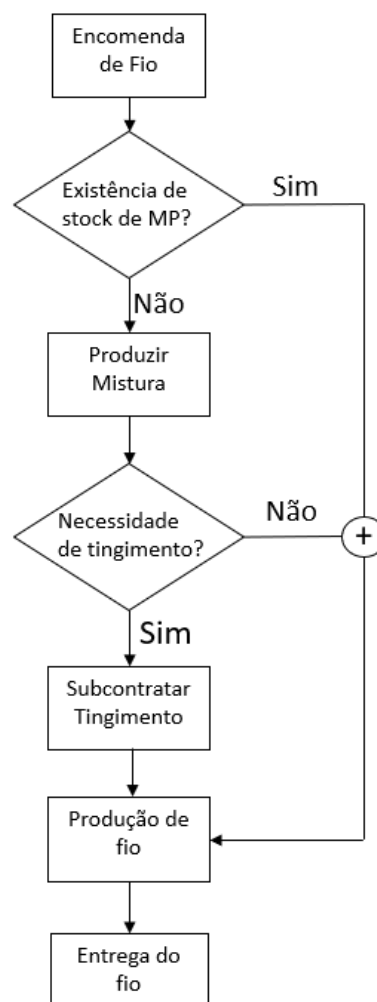


Figura 30 - Fluxo de informação e materiais para produzir uma mescla

Onde:

MP: Matéria-prima

As produções destes fios são como já visto especiais pela logística, transporte e fluxo de material.

Dada a crise pandémica, ainda com reflexos no setor têxtil, aliada aos mais recentes confrontos entre a Rússia e a Ucrânia instalou-se uma maior instabilidade, aumentando os preços das matérias-primas, energia e transportes. Os clientes para reduzir custos, tornaram as encomendas de mesclas cada vez mais instáveis. Ou seja, é encomendada certa quantidade de fio mescla e feito todo o processamento pela fiação da *Polopiqué*. Após grande parte do produto final ser entregue, surge uma nova encomenda da mesma referência, que obriga a uma repetição de trabalho realizado. Esta situação tende a aumentar e com várias cores com quantidades pequenas, cerca de 300kg.

Se o trabalho de logística e controlo de desperdícios por parte da fiação já tinha de ser bem trabalhado, nesta situação emerge uma necessidade maior de controlo e planeamento.

A revisão e previsão com base em acontecimentos passados pretende traçar metas de produção, quantidades a produzir e abastecer, reduzir desperdícios nos processos e fazer uma gestão dos stocks produzidos de forma a beneficiar a empresa financeiramente.

3.3 Estratégia de investigação

Neste subcapítulo será analisado como foram adquiridos e tratados todos os dados para a investigação.

3.3.1 Métodos de recolha e tratamento de dados

A *Polopiqué* possui um sistema informático capaz de processar elevado conjunto de informação ao mesmo tempo e de vários artigos produzidos, tendo sido possível retirar todos os movimentos de Ordens de venda (OV's) como pode ser observado na Figura 31 - Printscreen de algumas OV's. Os dados abrangem o intervalo desde a sua instalação em 2019 até ao mês de maio de 2022. Todas as vendas conseguidas destes fios mesclas têm surgido a par com as produções e por isso, a recolha de dados das quantidades de vendas é adequada.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Número	Número do item	Data financeira	Depósito	Cor	Nº do lote	Quantidade	Data física
2	OV00000128	YC P103001CO 2M55N	24/01/2019	FMFIO	09443	17/023COPMCOR-F1	-28,00	24/01/2019
3	OV00000128	YC P103001CO 2M55N	24/01/2019	FMFIO	09443	17/023COPMCOR-F1	-97,00	24/01/2019
4	OV00000128	YC P103001CO 2M55N	24/01/2019	FMFIO	09443	17/023COPMCOR-F1	-93,50	24/01/2019
5	OV00000321	YC P103001CO 2M00N	18/03/2019	FMFIO	09936	19/003-9936-FM	-200,50	18/03/2019
6	OV00000321	YC P103001CO 2M00N	18/03/2019	FMFIO	09936	19/003-9936-FM	-382,00	18/03/2019
7	OV00000321	YC P103001CO 2M00N	19/03/2019	FMFIO	09936	19/003-9936-FM	-576,00	19/03/2019
8	OV00000321	YC P103001CO PM00N	25/03/2019	FMFIO	09441	19/003-9441-FM	-636,00	25/03/2019
9	OV00000354	YC P103001CO PM00N	06/05/2019	FMFIO	09441	19/005-9441-FM	-243,00	06/05/2019
10	OV00000354	YC P103001CO PM00N	06/05/2019	FMFIO	09441	19/005-9441-FM	-183,00	06/05/2019

Figura 31 - Printscreen de algumas OV's

Esta informação foi organizada por fios mescla e tamanho dos mesmos distinguidos no título, Ne. Desta forma, as tabelas realizadas no Anexo 2 mostram a verde quais as cores mais produzidas e quais os Ne como mais impacto nessas produções.

As cores 09441, 09443, 09836, 09936, 09937 e 09938, assim como os Ne 16 e 30 das mesmas tiveram mais produção. Estes fios com maior produção foram selecionados em detrimentos dos restantes, uma vez que serão as produções com mais dados históricos para previsões mais fundamentadas e bem estruturadas.

Na avaliação trimestral deparou-se que existiu um pico elevado, designadamente nos trimestres 1 e 2 do ano 2021 para o Ne 16, ilustrados na Figura 32, pelo que a restante análise foi apenas feita para os Ne 30.

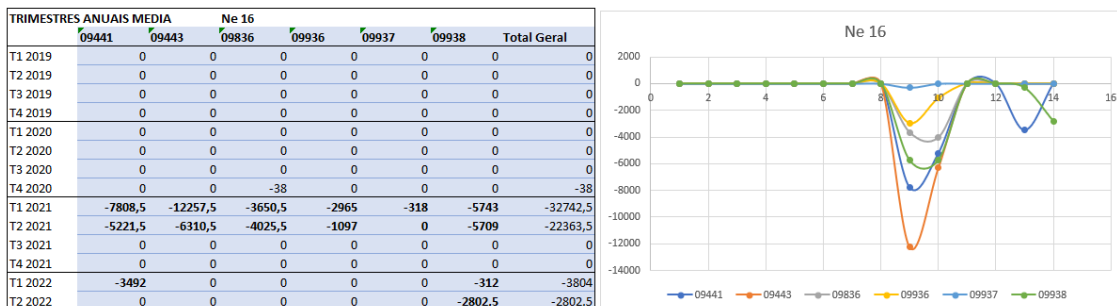


Figura 32 - Resultados Ne 16

Dada essa alteração e analisando os dados, a cor 09836 não tem dados históricos suficientes para criar uma previsão correta do Ne 30. Por isso, foi retirada esta cor da análise final.

A Figura 33 mostra os dados históricos das cores e Ne mencionados por trimestres nos anos observados.

DADOS TRIMESTRAIS DESDE 2019		Ne 30					Total Geral
		09441	09443	09936	09937	09938	
T1 2019	1	-636	-937	0	-1158,5	-1170,5	-3902
T2 2019	2	-426	-1380,5	-2199,5	-3358,5	-6226	-13590,5
T3 2019	3	-593,5	0	-1773	-5396	-1650	-9412,5
T4 2019	4	0	0	0	0	0	0
T1 2020	5	-600,5	-744,5	0	-455	-3995	-5795
T2 2020	6	-355	-2394,5	-802,5	-1253,5	-6385,5	-11191
T3 2020	7	0	0	-4439	-4240,9	-6424	-15103,9
T4 2020	8	0	-445	-4910	-5082	-993,5	-11430,5
T1 2021	9	0	-368,5	-615,5	-1723,5	-599	-3306,5
T2 2021	10	-1281,5	-3541,5	-2328	-2584,5	-5722	-15457,5
T3 2021	11	0	0	-671	-1063	-6941	-8675
T4 2021	12	0	-681,5	-702	-667,5	-2008	-4059
T1 2022	13	-343,5	-1561	0	0	0	-1904,5
T2 2022	14	-530	-2408,5	0	-623,5	0	-3562

Figura 33 - Tabelas de dados recolhidos

É importante referir que os dados demonstrados surgem a negativo, uma vez que o sistema informático opera um movimento de saída de stock.

Para melhor compreender os valores retirados, foi feito o gráfico da Figura 34, que mostra as oscilações de vendas para as diferentes cores em estudo no Ne 30.

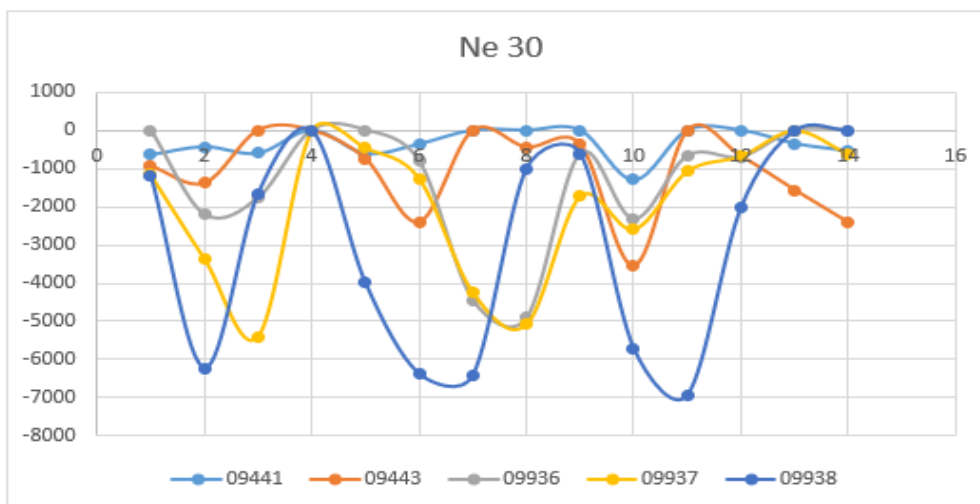


Figura 34 - Gráfico de dados do Ne 30

Após retirados e tratados todos os dados importantes para o estudo, procedeu-se às previsões para cada cor.

3.3.2 Previsões

Para fazer as previsões, é necessário fazer uma boa análise dos dados adquiridos e perceber, eventualmente, quais os melhores métodos a usar. Com o auxílio dos gráficos, é possível analisar que em todas as cores existe uma tendência que pode descrever uma reação linear e prever futuras vendas. Com isso, foi inicialmente pensada a hipótese de ser efetuada uma regressão linear. No entanto, o auxílio gráfico ajuda também a perceber que os valores estão bastante distantes, havendo melhores métodos de previsão.

As séries apresentadas de todas as cores são complexas e irregulares. No entanto, nota-se alguns ciclos e tendência. Para séries temporais, o método mais flexível e de simples utilização é a médias móveis simples. Para poder aplicar este método é necessário que a série seja estacionária. Para que isso se verifique, o valor da média teria de ser superior a três vezes o desvio-padrão ($X \geq 3 \times \sigma$). Para todas as cores foi construída uma tabela em Excel para a verificação desta condição. Na Figura 35 vemos ilustrada a tabela de cálculo onde se comprova que nenhuma das séries é estacionária.

Séries estacionárias?					
	09441	09443	09936	09937	09938
MÉDIA	-177,5	-563,25	-752,25	-1488,5	-3001,5
DESVIO-PADRÃO	387,777004	1050,27327	1603,17278	1776,73033	2571,5128
3x DESVIO	1163,33101	3150,81982	4809,51835	5330,19099	7714,53841
CONDIÇÃO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO

Figura 35 - Tabela de verificação series estacionárias

Neste caso, os alisamentos exponenciais simples ou duplo devem ser aplicados. Em algumas cores existe uma sensação de sazonalidade que fica anulada depois de analisados os tempos e intervalos entre cristas. Esses tempos não são equidistantes e, por isso, não é possível haver qualquer hipótese de sazonalidade.

Para os métodos usados foi necessário identificar os valores das constantes α e β . Sabendo que estes valores são difíceis de calcular usou-se a ferramenta do solver do Excel como auxiliar. O objetivo consiste em minimizar o erro quadrático médio (EQM), que vai ajudar a decidir qual o melhor método a usar para prever futuras vendas. Os valores a alterar são as constantes, sendo que ambas devem estar compreendidas entre 0 e 1 constituindo assim as restrições. O solver, no caso da cor 09441, aplica-se como na Figura 36.

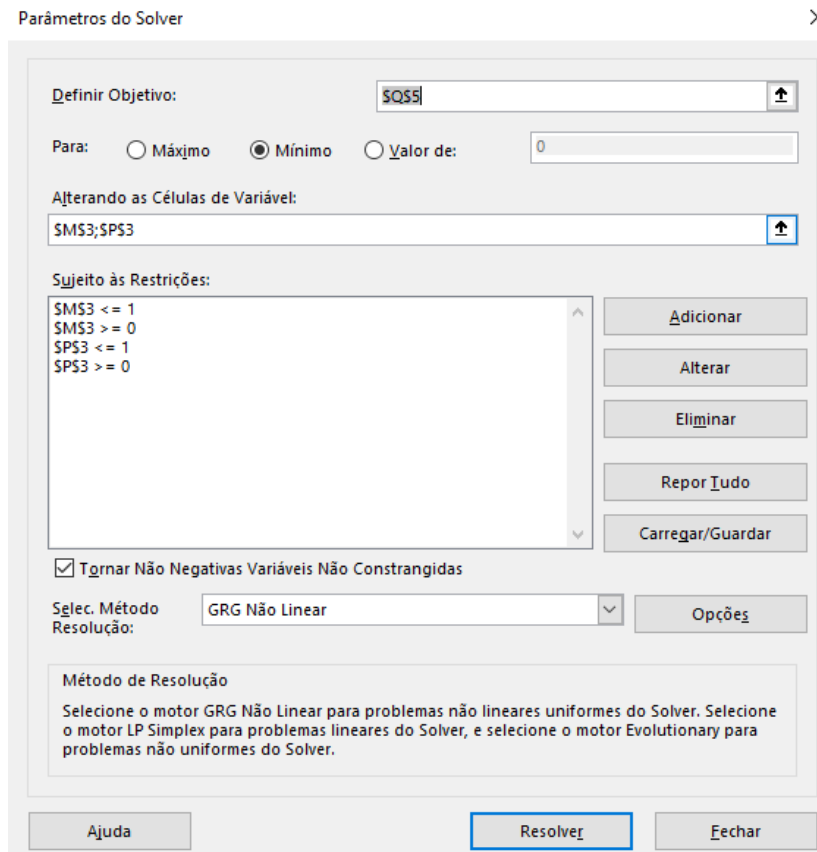


Figura 36 - Parâmetros do Solver

Para identificar qual dos alisamentos é o melhor a ser aplicado teve-se as equações de séries temporais referidas na revisão bibliográfica deste trabalho como base. Os resultados para um estudo de amortecimento exponencial simples ou duplo para os dois estudos na cor 09441 estão na Figura 37. Neste caso o erro quadrático médio é mais baixo no Amortecimento Exponencial duplo (178430) onde apresenta melhor resultado.

Dados			Amortecimento Exponencial Simples					Amortecimento Exponencial Duplo					
Trimestre/ano	t	\hat{X}_t	α	\hat{X}_t	\hat{X}_t	EQ	EQM	α	\hat{X}_t	\hat{T}_t	\hat{X}_t	EQ	EQM
T1 2019	1	-636	0,164562	-636			180541	0,109989	-636				178430
T2 2019	2	-426		-601,4	-636,0	44100			-612,902	2,971799	-636,0	44100	
T3 2019	3	-593,5		-600,1	-601,4	63			-608,123	3,204315	-609,9	270	
T4 2019	4	0		-501,4	-600,1	360162			-538,385	11,76478	-604,9	365927	
T1 2020	5	-600,5		-517,7	-501,4	9826			-534,746	10,71927	-526,6	5458	
T2 2020	6	-355		-490,9	-517,7	26467			-505,436	13,11124	-524,0	28570	
T3 2020	7	0		-410,1	-490,9	240998			-438,174	20,07833	-492,3	242383	
T4 2020	8	0		-342,6	-410,1	168206			-372,11	25,99499	-418,1	174804	
T1 2021	9	0		-286,3	-342,6	117401			-308,046	30,89301	-346,1	119796	
T2 2021	10	-1281,5		-450,0	-286,3	990517			-387,62	16,68007	-277,2	1008712	
T3 2021	11	0		-376,0	-450,0	202529			-330,141	21,9294	-370,9	137597	
T4 2021	12	0		-314,1	-376,0	141357			-274,312	26,29103	-308,2	94994	
T1 2022	13	-343,5		-318,9	-314,1	864			-258,522	24,93986	-248,0	9116	
T2 2022	14	-530		-353,7	-318,9	44546			-266,185	20,74513	-233,6	87863	
											-245,4		

Amortecimento Exponencial Simples	180541	Melhor Resultado:	178430,1
Amortecimento Exponencial Duplo	178430		

Figura 37 - Amortecimentos da cor 09441

No Anexo 3 estão ilustrados os cálculos e comparações feitas para as restantes cores.

Em síntese, as cores distribuem-se pelo melhor método de previsão da seguinte forma:

- Alisamento exponencial simples: 09443, 09936, 09937, 09938;
- Alisamento exponencial duplo: 09441.

Pelos cálculos apresentados no Anexo 3 as cores 09443, 09936, 09937 e 09938 tiveram um EQM igual em ambos os métodos. Ou seja, qualquer um dos métodos utilizados estaria correto.

As previsões futuras serão feitas para o trimestre seguinte no ano de 2022 de forma a comparar com valores vendidos em trimestre anteriores. Ou seja, pretende-se obter as previsões para $t=15$.

Os resultados para o trimestre seguinte são apresentados na Figura 38.

Resultados das previsões

t	09441	09443	09936	09937	09938
15	-245,4	-937,0	-388,5	-1547,1	-2436,0

Figura 38 - Resultados das previsões para $t=15$

Estes resultados vão servir de base para fazer um estudo comparativo entre produções melhoradas através das previsões com as tendências atuais de produção da fição. Essas comparações vão ajudar a reduzir desperdícios e gastos para a empresa melhorando processos.

3.4 Redução dos desperdícios

A redução de desperdícios dá-se, não só na produção efetiva das mesclas na fição, como também em todo o tratamento informativo, preparatório e logístico que estas implicam.

Como já mencionado no subcapítulo 3.2, a produção da mesma cor de mescla dá-se de forma repetida, num muito curto espaço de tempo, implicando trabalho repetido, sobreprodução e atrasos.

O primeiro desperdício mencionado é relativo à Sobreprodução. Este surge quando o mestre da fição, responsável pela produção se apercebe da repetição do pedido do cliente e decide acrescentar de forma arbitrária valor à encomenda do cliente. Esta quantidade acrescentada não segue nenhuma lógica de produção, nem são tidos em conta todos os dados históricos da cor de mescla. Em algumas ocasiões, essa

quantidade acrescentada é aceite pelo cliente, mas em outros não. Surgem assim stocks não controláveis que advêm da sobreprodução. Este desperdício espera-se que reduza através de uma previsão correta e com uma gestão de stock adequada.

As esperas são umas das grandes conseqüências. Existem quando o cliente repete uma encomenda de cor de mescla num curto espaço de tempo. Para produzir certa cor é preciso tingir mistura de algodão penteado nas cores necessárias a essa produção a fim de misturar. Ora, se inicialmente é tingida certa quantidade de forma a corresponder com a primeira encomenda, quando é recebida a segunda e é enviada nova quantidade de mistura para tingir, geralmente o prazo de entrega do fornecedor é mais longo e todo o processo fica mais demorado. Isso acarreta atrasos nos prazos de entrega, maiores esperas pela matéria-prima que vem do subcontratado e, conseqüentemente, mais tarde é entregue o fio final. Essas esperas não vão de acordo com o lema do grupo, *creative texagility* e representam um grande desperdício para a produção. Prever produções e controlar as subcontratações de tingimento de matéria-prima vai ajudar a fição a reduzir tempos de espera e a melhorar prazos de entrega de fio. As esperas entre recebimentos de produtos dos subcontratados não são de fácil contabilização, pelo que variam consoante o momento. No entanto, quando esta falta de planeamento obriga a uma troca de produto nas máquinas de contínuos implica, não só um aumento de esperas, como também um custo pela mudança da mesma em falta de produção. Esses custos podem ser contabilizados tendo em conta as médias do tempo de mudança de um contínuo, a produção diária e o preço de venda base de um fio através da Equação 3.1.

$$C = \left(\frac{T}{1440} \right) * P * Preço + \left(\left(\frac{T}{1440} \right) * P * Preço \right) * IVA \quad (3.1)$$

Onde:

C: Custo por mudança;

T: tempo médio por mudança;

P: Produção diária.

A Figura 39 relaciona essa informação ao custo de mudança de uma máquina.

MUDANÇA MÁQUINA		
Tempo médio mudança Máq. 19 e 20	min	210
Produção diária média fio Ne 30	Kg /dia	550
Preço	€	4,50 €
IVA	%	23%
TOTAIS		
Custos por mudança	-	443,95 €

Figura 39 - Custo por mudança

Conclui-se que uma mudança de produto nos contínuos 19 e 20, responsáveis pelas produções de fios mesclas, acarreta um custo de cerca de 443.95€.

O desperdício do transporte é visível quando ao haver a necessidade de tingir matéria em momentos diferentes em vez de tingir em conjunto, o veículo de transporte da matéria tem de fazer pelo menos mais duas viagens (ida e volta pela segunda vez). Essa viagem acrescenta custos diretos desnecessários à empresa, nomeadamente, a despesa do combustível. Esse custo aumenta quando o tingimento tem de ser na cor preta, porque a empresa responsável por esse tingimento é longe da fiação. Já a empresa responsável pelo tingimento das restantes cores, é vizinha da fiação o que torna a viagem mais curta, por isso, os custos não são tão elevados. A redução de viagens trará menos gastos e uma maior organização para o planeamento da produção.

Esses gastos são calculados relacionando o consumo médio do camião da empresa, as distâncias a cada fornecedor e o custo por litro de combustível. Os gastos podem ser calculados através da Equação 3.2.

$$Custo = Preço * \frac{Consumo}{100} * Distância \quad (3.2)$$

Os resultados são apresentados na Figura 40.

RELAÇÃO DAS VIAGENS		INOVAFIL	MIRAFIOS
Consumo camião	L/100km	30	30
Preço combustível	€/L	2,1	2,1
Distância ao fornecedor	Km	3,5	19,4
TOTAIS			
Viagem		2,21 €	12,22 €
IDA / VOLTA		4,41 €	24,44 €

Figura 40 - Relação das viagens

Por cada encomenda de fio mescla em que haja necessidade de tingimento de mistura existe um custo de cerca de 4.41€ para o subcontratado responsável por tingir as cores necessárias e um custo de 24.44€ para o tingimento da cor preta.

Aliado ao pensamento dos anteriores desperdícios, o processamento repetido existe aquando da repetição da mesma produção em momentos distintos, mas próximos. Processamento informático da encomenda, processo produtivo, criar processos de tingimento de matéria como em maior parte dos casos, juntamente com o processo produtivo a repetir, é contraproducente. Isso gera desperdícios não necessários ao bom funcionamento do trabalho que se espera serem eliminados. Outro desperdício tem a ver com a mudança e limpeza das máquinas de produção, em especial os contínuos. Uma repetição de mescla implica muitas vezes uma limpeza geral e uma

troca de matéria-prima assim como peças necessárias ao bom funcionamento. Os contínuos são equipados com viajantes, solainas, entre outros consumíveis necessários à produção. Assim que certo produto sai da máquina para trocar por outro, estas peças necessitam de substituição e/ou retificação. Os custos para estas alterações são mais significativos nos viajantes e solainas. Para calcular os gastos com esses consumíveis calcula-se o gasto por cada mudança e o preço de aquisição de cada componente. No caso das solainas, foi encontrada uma relação percentual entre o desgaste das mesmas em cada mudança. Essa relação foi calculada segundo a Equação 3.3.

$$\text{Percentagem desgaste solainas (\%)} = \frac{n. \text{ de trocas de solainas}}{n. \text{ mudanças nas máquinas}} \quad (3.3)$$

Existem três linhas de peças de solainas numa máquina de contínuo: peças de trás, meio e frente distribuídas pelos 1152 fusos.

Em relação aos viajantes existe um por fuso (1152 fusos) e são substituídos a cada mudança. São adquiridos em caixas de milhares e dessa forma o preço individual é mais reduzido. A Equação 3.4 calcula o custo de cada consumível por mudança.

$$\text{Custo} = \text{Desgaste} * \text{Preço} * n. \text{ peças} \quad (3.4)$$

A Figura 41 mostra os resultados obtidos.

MUDANÇA MÁQUINA		VIAJANTES	SOLAINAS
Desgaste por mudança	-	100%	11,67%
Preço/ peça	€	0,02859 €	2,35 €
N. peças por máquina	-	1152	3456
TOTAIS			
Custo de consumíveis por mudança	€	32,94 €	947,79 €

Figura 41 - Custo de consumíveis por mudança

Isto perfaz um total de 32.94€ em viajantes e 947.79€ em solainas por mudança. Se em cada mescla houver a necessidade de trocar os consumíveis na máquina, então cada produção e repetição tem um custo acrescido de 980.73€.

Uma redução de desperdícios mais minuciosa prende-se também com o aproveitamento da matéria-prima em curso, sem haver a necessidade de deitar fora os

restos que ficam nos carrinhos e suportes de transporte entre máquinas. Como exemplo dessa falta de aproveitamento, na Figura 42 é apresentado uma lata de carda e carretos de torce, que são suportes de transporte entre máquinas, onde a matéria-prima não foi explorada ao máximo.



Figura 42 - Lata de carda e carretos de torce

Este não aproveitamento tem impacto direto no desperdício geral da produção e não só. Os dados históricos de produções anteriores mostram também diferenças nos desperdícios gerais, da matéria-prima até ao fio, consoante as quantidades finais produzidas. Ou seja, a produção de fio entre 50 e 300 kg revelam desperdícios muito elevados, entre 15% e 20%. Porém, quando as produções são acima de 1000 kg, os desperdícios reduzem para cerca de 11%, ou até valores inferiores. Para uma melhor associação, a Figura 43 mostra como diferentes produções fazem variar os desperdícios gerais.

PRODUÇÕES	DESPERDÍCIOS
+/- 100 kg	19,66%
- 500 kg	14,57%
+ 500 kg	12,94%
1000 < kg < 3000	11,20%
+ 3000 kg	10,94%

Figura 43 - Desperdícios gerais por quantidade de produção

Com base nos dados apresentados conclui-se que com mais produção os desperdícios reduzem. Explica-se por haver uma produção contínua, o que obriga a menos paragens, tanto dos operadores como das máquinas, que mantêm um ritmo de produção mais constante e fazem assim o melhor aproveitamento.

Destes desperdícios enumerados apenas o transporte repetido do veículo com mercadoria, as elevadas mudanças nas máquinas e a comparação histórica dos desperdícios gerais de produção podem ser contáveis, inclusive em termos financeiros.

Das análises realizadas, os custos de paragem e os consumíveis podem ser adicionados, uma vez que foram tratados por mudança. Fazendo a soma entre os dois, é obtido $443.95\text{€} + 980.73\text{€} = 1424.68\text{€}$ por mudança. Os restantes desperdícios embora não contáveis são esperados que melhorem o fluxo de trabalho diário existente na fição.

3.5 Comparações entre previsões e produções tradicionais/ tendências

A análise comparativa deste estudo prende-se com a necessidade de perceber de que forma as previsões podem, neste caso, não só otimizar processos produtivos, como reduzir custos em termos financeiros. Com os dados obtidos será comparada uma produção ideal baseada nas previsões calculadas para o trimestre seguinte com as produções faseadas e repetitivas de cerca de 300 kg dos produtos em questão.

Do estudo inicial, onde foram encontradas as cores dos fios mescla com maior produção, resultaram cinco combinações. Cada uma dessas combinações tem receitas diferentes onde se misturam diferentes cores de mistura. A Figura 44, mostra das cores de fio estudadas, quais as combinações em percentagens das cores de mistura que a *Polopiqué* subcontrata para tingir.

COMPOSIÇÕES (%)	09441	09443	09936	09937	09938
00000	40%	10%	91%	75%	40%
02407	30%	25%	-	-	-
02408	30%	-	-	-	-
02900	-	65%	9%	25%	60%

Figura 44 - Percentagens de misturas nas cores de fio

As percentagens de cores a utilizar vão ser importantes para discriminar como serão as produções das diferentes cores, quais os tingimentos a realizar e os gastos com deslocações e produções. Por fim, vai se poder comparar de que forma as previsões beneficiariam a empresa em comparação com o método de produção tradicional.

Com o primeiro estudo pretende-se saber a quantidade de matéria-prima a abastecer considerando a produção das cores de fio e tendo em conta as previsões encontradas.

Para esse cálculo, tem-se em atenção as previsões, o desperdício geral associado a cada cor e a quantidade a produzir, o abastecimento total de mistura e a distribuição pelas cores a tingir nos subcontratados. Através da Equação 3.5 é possível calcular os abastecimentos gerais de matéria-prima para cada cor.

$$\text{Abastecimento} = \text{Previsão do fio} + (\text{Previsão do fio} * \text{Desperdício}) \quad (3.5)$$

Na Figura 45 estão representados os resultados do cálculo anterior.

	09441	09443	09936	09937	09938
PREVISÃO FIO	-245,4	-937	-388,5	-1547,1	-2436
DESPERDÍCIO	14,57%	12,94%	14,57%	11,20%	11,20%
ABASTECIMENTO DE MP TOTAL	-281,15	-1058,25	-445,10	-1720,38	-2708,83

Figura 45 - Cálculos de matéria-prima a abastecer: previsões

Posteriormente, a totalidade de matéria-prima a abastecer em produção foi distribuída pelas percentagens de cor de tingimento. A respetiva distribuição é apresentada na Figura 46.

CONSUMOS MP/COR TINGIDA (kg)	09441	09443	09936	09937	09938
00000	-112,46	-105,82	-405,05	-1290,28	-1083,53
02407	-84,35	-264,56	-	-	-
02408	-84,35	-	-	-	-
02900	-	-687,86	-40,06	-430,09	-1625,30

Figura 46 - Consumos de matéria-prima por cor de tingimento: previsões

Sabendo que a cor “00000” corresponde à mistura de algodão em cru produzida pela fição, e não necessita tingimento, as restantes cores devem ser tingidas e, dessa forma, necessitam de deslocação às empresas subcontratadas. Considerada a previsão e realizado o estudo do processo envolvente, as viagens e as mudanças associadas podem ser previstas de igual forma. Assim, cinco cores diferentes a produzir na fição, implicam cinco mudanças nas máquinas. As cores a produzir necessitam de tingimentos nas duas empresas responsáveis sendo necessárias duas viagens para cada uma (ida e volta). Na Figura 47 é apresentado o gasto associado à deslocação para as empresas de tingimento.

		VIAGENS	
		INOVAFIL	MIRAFIOS
Gasto/ viagem (€)		2,21 €	12,22 €
Viagens necessárias		2	2
Total (€)		4,41 €	24,44 €
			28,85 €

Figura 47 - Gastos em viagens: previsões

Na Figura 48 são apresentados os gastos em mudanças nas máquinas de produção da fiação, tendo em conta as previsões estudadas e considerando o número de mudanças a fazer. O valor do “Gasto mudança” resultada da soma do custo por mudanças de 443.95€ e do custo de viajantes e solainas numa mudança de 32.94€ e 947.79€, respetivamente.

MUDANÇAS		
Gasto mudança (€)	1 424,68 €	
Mudanças necessárias	5	
Total (€)	7 123,40 €	7 123,40 €

Figura 48 - Gastos em mudanças: previsões

O preço a pagar pelo tingimento de matéria tende a aumentar com o tempo por situações adversas já assinaladas. As previsões são importantes também neste fator, uma vez que não abrangem constantes aumentos de preço. No entanto, o cálculo do custo a pagar por cada tingimento entra também no balanço geral dos custos das previsões conseguidas. Sobre este balanço foi considerado um preço médio atual por tingimento de 4.50€. A este preço multiplicou-se a totalidade de matéria-prima a ser tingida, valores adquiridos nas distribuições da Figura 46. Esse cálculo é feito na Figura 49.

TINGIMENTOS			
	INOVAFIL	MIRAFIOS	
02407	-348,91	-	
02408	-84,35	-	
02900	-	-2783,31	-3216,57
			TOTAL (KG)
			4,50 €
			14 474,56 €
			Preço médio tingimento
			GASTOS TINGIMENTOS (€)

Figura 49 - Gastos em tingimento: previsões

Somando todos os gastos possíveis, para a produção das previsões são expectáveis custos de 22325,24€ como pode ser observado na Figura 50.

GASTOS FINAIS	Previsões
VIAGENS	28,85 €
MUDANÇAS	7 123,40 €
TINGIMENTOS	14 474,56 €
TOTAL	21 626,81 €

Figura 50 - Gastos finais: previsões

Relativamente às tendências de produção por parte da fiação, o processo de cálculo foi o mesmo. No entanto, as cores onde a previsão de produção é maior que 300kg tiveram uma análise mais individual. Ou seja, na Figura 51 é possível observar como seriam as produções caso as quantidades totais previstas surgissem como as tendências passadas (300 em 300 kg). Por exemplo, a cor 09936 tem previsão de produção 388,5 kg. Pela lógica de produções passadas esta cor seria produzida em dois momentos diferentes, produzindo 300 kg no primeiro momento e no segundo apenas 88,5kg.

	09441	09443	09936	09937	09938
PREVISÃO FIO	-245,4	-937	-388,5	-1547,1	-2436
PRODUÇÕES PREVISTAS BASEADAS NAS TENDÊNCIAS	-245,4	-300	-300	-300	-300
		-300	-88,5	-300	-300
		-300		-300	-300
		-37		-300	-300
				-300	-300
				-47,1	-300
					-300
					-300
					-36

Figura 51 - Produções previstas: tendências

Esta lógica foi seguida para as restantes cores resultando num processo mais demorado e mais trabalhoso, onde as produções foram tratadas consoantes os resultados. Para calcular as quantidades de matéria-prima a abastecer a cada produção foi tido em conta o mesmo processo. Desta vez, apenas se alterou o desperdício para as quantidades individuais a produzir. Essas quantidades são apresentadas na Figura 52, onde por cada produção foi considerado o desperdício respetivo e as quantidades a abastecer foram calculadas.

	09441	09443	09936	09937	09938
PREVISÃO FIO	-245,4	-937	-388,5	-1547,1	-2436
DESPERDÍCIO A CERCA DE 300 KG	14,57%	14,57%	14,57%	14,57%	14,57%
DESPERDÍCIO A +/- 100 KG	-	19,66%	19,66%	19,66%	19,66%
ABASTECIMENTO DE MP POR TENDÊNCIA	-281,15	-343,71	-343,71	-343,71	-343,71
		-343,71	-105,90	-343,71	-343,71
		-343,71		-343,71	-343,71
		-44,27		-343,71	-343,71
				-343,71	-343,71
				-56,36	-343,71
					-343,71
					-343,71
					-43,08
ABASTECIMENTO DE MP TOTAL	-281,15	-1075,40	-449,61	-1774,91	-2792,76

Figura 52 – Cálculo de matéria-prima a abastecer: tendências

Encontrados os valores para os abastecimentos necessários de matéria-prima é agora necessário distribuir pelas diferentes percentagens de cores de mistura, apresentadas na Figura 44. Os resultados da distribuição podemos constatar na Figura 53.

CONSUMOS MP/COR TINGIDA (kg)	09441	09443	09936	09937	09938
00000	-112,46	-107,54	-409,14	-1331,18	-1117,10
02407	-84,35	-268,85	-	-	-
02408	-84,35	-	-	-	-
02900	-	-699,01	-40,46	-443,73	-1675,65
ABASTECIMENTO DE MP TOTAL	-281,15	-1075,40	-449,61	-1774,91	-2792,76

Figura 53 - Consumos de matéria-prima por cor de tingimento: tendências

Após calculadas as quantidades em quilos para as cores a tingir é, então, conhecido o número de viagens a realizar e as mudanças a fazer nas máquinas de produção. O número de mudanças vai ser igual ao número de vezes que vai ser processado cada uma das cores, ou seja, 22 vezes. Em relação às viagens, o camião de empresa terá de fazer até à *Inovafil* o mesmo número de vezes que se fizerem as cores 09441 e 09443 dadas as cores azúis a tingir, 5 vezes (10 viagens por ida e volta). Já à *Mirafios* é respeitado o mesmo raciocínio, com as cores que levam o preto na sua composição, fazendo um total de 21 vezes (42 viagens por ida e volta).

Na Figura 54 podem ser observados os gastos associados em deslocação para as empresas de tingimento, tendo em conta as tendências passadas de produção. De notar que o número de viagens foi dobrado contando assim ida e volta.

		VIAGENS	
		INOVAFIL	MIRAFIOS
Gasto/ viagem (€)		2,21 €	12,22 €
Viagens necessárias		10	42
Total (€)		22,05 €	513,32 €
			535,37 €

Figura 54 - Gastos em viagens: tendências

Quanto às mudanças, a Figura 55 identifica os gastos com as mesmas.

		MUDANÇAS	
Gasto mudança (€)		1 424,68 €	
Mudanças necessárias		22	
Total (€)		31 342,95 €	31 342,95 €

Figura 55 - Gastos em mudanças: tendências

Os tingimentos no contexto das tendências irão ficar mais caros relativamente a previsões, uma vez que ao produzir em menores quantidades os desperdícios gerais de produção aumentam, o que faz com que os consumos individuais sejam superiores, aumenta a quantidade de matéria-prima a abastecer e o seu respetivo tingimento. Os gastos com os tingimentos, tendo em conta as tendências passadas de produção, estão calculados na Figura 56.

TINGIMENTOS				
	INOVAFIL	MIRAFIOS		
02407	-353,20	-		
02408	-84,35	-		
02900	-	-2858,86	-3296,40	TOTAL (KG)
			4,50 €	Preço médio tingimento
			14 833,82 €	GASTOS TINGIMENTOS (€)

Figura 56 - Gastos em tingimento: tendências

A totalidade dos gastos tendo em conta as tendências foi de 46712.14€, como pode ser considerado na Figura 57.

GASTOS FINAIS		Tendências
VIAGENS		535,37 €
MUDANÇAS		31 342,95 €
TINGIMENTOS		14 833,82 €
TOTAL		46 712,14 €

Figura 57 - Gastos finais: tendências

Ao comparar os dois estudos, as tendências seguidas pela fição resultam em mais do dobro dos gastos em comparação com um estudo de previsões de produção, como pode ser observado na Figura 58.

GASTOS FINAIS		Previsões	GASTOS FINAIS		Tendências
VIAGENS		28,85 €	VIAGENS		535,37 €
MUDANÇAS		7 123,40 €	MUDANÇAS		31 342,95 €
TINGIMENTOS		14 474,56 €	TINGIMENTOS		14 833,82 €
TOTAL		21 626,81 €	TOTAL		46 712,14 €

Relação
2,16

Figura 58 - Comparação entre estudos

Como é visível através dos resultados da comparação efetuada, os pontos positivos não resultam apenas num melhor fluxo de processamento e informação. As melhorias podem ser também contáveis e as despesas que a fiação tem ao seguir o procedimento até aos dias de hoje são de gasto elevado.

Algumas variáveis como o constante aumento nos preços de tingimento, dos combustíveis, das solainas e viajantes não foram tidas em conta, o que faria com que uma previsão efetuada no tempo correto diminuísse esse mesmo efeito.

CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

- 4.1 Conclusões
- 4.2 Propostas de trabalhos futuros

4 CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

Neste capítulo apresentam-se as conclusões e considerações finais relativas ao trabalho desenvolvido. Para além disso, são expostas quais as limitações à aplicação do mesmo, assim como enunciar propostas futuras de forma a dar continuidade ao trabalho apresentado.

4.1 Conclusões

A principal conclusão a tirar do trabalho desenvolvido é que, através de uma correta previsão de produção é possível reduzir gastos em mais de 50%, através da redução de vários desperdícios.

A redução de desperdícios neste contexto pode ser feita, como visto, de várias formas. Grande parte delas notar-se-iam no dia-a-dia, em contexto de trabalho na fiação, e em resultados financeiros para a empresa. Aplicando um método de trabalho com base em previsões, aliado à situação atual de reduzidas e repetitivas encomendas dos fios em análise, permite reduzir as despesas calculadas em mais de metade. Conclui-se também que, se fosse retirado o valor total a pagar pelo tingimento em cada uma das situações, a relação entre os casos aumentava para 4,06 vezes mais. Ou seja, caso a relação tivesse apenas em conta o número de viagens e mudanças, as previsões resultariam numa poupança de 4,06 vezes em relação à situação atual, como pode ser observado na Figura 59.

GASTOS FINAIS Previsões		GASTOS FINAIS Tendências	
VIAGENS	28,85 €	VIAGENS	535,37 €
MUDANÇAS	7 821,83 €	MUDANÇAS	31 342,95 €
TOTAL	7 850,68 €	TOTAL	31 878,32 €

Relação
4,06

Figura 59 - Comparação dos gastos sem o tingimento

Algumas considerações não foram tidas em conta para os cálculos, tais como as oscilações e os aumentos das peças de manutenção e de tingimento, assim como a subida do preço dos combustíveis. Também não foram tidas em conta viagens de

recolha de matéria-prima tingida que eventualmente acontecem, paragens de máquinas de produção agravadas por eventuais erros de planeamento ou por falta de preparação devido aos atrasos.

É de notar que o maior ganho da fição está em reduzir os gastos com mudanças. Para isso, deve criar métodos para um planeamento produtivo mais focado na redução do número de mudanças, assim como no tempo despendido com cada mudança.

Conclui-se assim que, a implementação de métodos de previsão na produção de fios mescla da *Polopiqué* pode reduzir de forma substancial os gastos e consumos da fição, melhorando os processos produtivos, reduzindo desperdícios e custos para a mesma. Esta implementação pode levar também a uma otimização dos stocks aleatórios existentes em armazém, havendo um controlo e gestão mais enquadrada e pormenorizada dos fios produzidos.

4.2 Propostas de trabalhos futuros

Fazer mais e melhor e de forma sustentável é um dos princípios do grupo *Polopiqué*. Criar formas de melhoria contínua são necessárias a esse crescimento. Para isso, apresenta-se de seguida algumas propostas de trabalhos futuros aliadas ao desenvolvimento deste estudo.

Uma das conclusões do presente trabalho foi o ganho que a fição tem com a redução dos custos nas mudanças das máquinas de contínuos. Para poder melhorar esse processo é preciso analisar, primeiramente, quais os momentos que podem ser influenciados por uma correta gestão de produção. Uma vez que sobre o custo das peças de manutenção não é possível interferir, seria de grande interesse encontrar um método de planeamento focado na redução do número de mudanças a ocorrer nessas mesmas máquinas, estudando quais os motivos que levam ao elevado número de mudanças para além do repetitivo uso das mesmas máquinas sobre as mesmas cores que, como vimos pelo estudo, resulta nessa redução. Outra proposta aliada à redução dos custos por mudança está na redução do tempo de paragem da máquina, que pode ser reduzido através da aplicação da ferramenta de SMED otimizando produção e reduzindo custos.

Uma proposta final de trabalhos futuros passa por realizar o mesmo estudo para os fios em cru, de apenas algodão. Uma vez que são produções mensais mais repetitivas, e dada a sua elevada procura de mercado, esse estudo iria permitir também reduzir custos principalmente com mudanças e repetições.

Estas propostas assim como o trabalho elaborado visam a redução de custos para a empresa assim como otimização do trabalho.

**BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES
DE INFORMAÇÃO**

5 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

- Armstrong, J. S. (2009). *Principles of Forecasting: A Handbook for Researchers and Practitioners*, Springer Nova York, NY. <https://doi.org/10.1007/978-0-306-47630-3>.
- Ballou, R. H. (2006). GERENCIAMENTO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS/LOGÍSTICA EMPRESARIAL (5ª edição), Porto Alegre: Bookman. <https://redeprocurso.com.br/docs/T%C3%89CNICO%20EM%20LOG%C3%8DSTICA/Logistica%20Ballou.pdf>
- Baluch, N. H., Abdullah, C. S., & Mohtar, S. (2012). TPM and lean maintenance-A critical review. *Interdisciplinary Journal of Contemporary Research in Business (IJCRB)*, 4(2), 850–857.
- Blog Logística. (2019). SAIBA POR QUE SUA GESTÃO DE ESTOQUE PRECISA DA PREVISÃO DE DEMANDA, Jan 2022. (acedido 29/01/2022). <https://www.bloglogistica.com.br/gestao/saiba-por-que-sua-gestao-de-estoque-precisa-da-previsao-de-demanda/>
- Brockwell, P. J., & Davis, R. A. (2016a). *Forecasting Techniques* (pp. 309–321). https://doi.org/10.1007/978-3-319-29854-2_10
- Brockwell, P. J., & Davis, R. A. (2016b). *Introduction* (pp. 1–37). https://doi.org/10.1007/978-3-319-29854-2_1
- Caiado, J. (2016). *Métodos de Previsão em Gestão* (2ª edição), Sílabo. <https://static.fnac-static.com/multimedia/PT/pdf/9789726188575.pdf>
- Chase, R. B., Jacobs, F. R., Aquilano, N. J., Freire, C., & de Souza Bido, D. (2006). *Administração da produção e operações para vantagens competitivas* (11ª Edição), McGraw-Hill. <https://books.google.pt/books?id=Mdw-QwAACAAJ>
- Dave, Y., & Sohani, N. (2012). Single minute exchange of dies: Literature review. *International Journal of Lean Thinking*, 3(2), 27–37.
- Eaidgah, Y., Maki, A. A., Kurczewski, K., & Abdekhodae, A. (2016). Visual management, performance management and continuous improvement. *International Journal of Lean Six Sigma*, 7(2), 187–210. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-09-2014-0028>

- Falkowski, P., & Kitowski, P. (2013). The 5S methodology as a tool for improving organization of production. *PhD Interdisciplinary Journal*, 4(1), 127–133.
- Franceschini, F., Galetto, M., & Maisano, D. (2007). *Management by measurement: Designing key indicators and performance measurement systems*. Springer Science & Business Media.
- George, M. L., Maxey, J., Rowlands, D. T., & Upton, M. (2004). *Lean six sigma pocket toolbox*. McGraw-Hill Professional Publishing.
- Godina, R., Pimentel, C., Silva, F. J. G., & Matias, J. C. O. (2018). A structural literature review of the single minute exchange of die: the latest trends. *Procedia Manufacturing*, 17, 783–790.
- Gonçalves, J. F. (2010). *Gestão de Aprovisionamentos* (2ª edição). Porto: Publindústria.
- Gough, J., & Hamrell, M. (2010). Standard Operating Procedures (SOPs): How to Write Them to Be Effective Tools. *Drug Information Journal*, 44(4), 463–468. <https://doi.org/10.1177/009286151004400410>
- Gupta, S., & Jain, S. K. (2015). An application of 5S concept to organize the workplace at a scientific instruments manufacturing company. *International Journal of Lean Six Sigma*, 6(1), 73–88. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-08-2013-0047>
- Hodge, G. L., Goforth Ross, K., Joines, J. A., & Thoney, K. (2011). Adapting lean manufacturing principles to the textile industry. *Production Planning & Control*, 22(3), 237–247. <https://doi.org/10.1080/09537287.2010.498577>
- Ikumapayi, O. M., Akinlabi, E. T., Mwema, F. M., & Ogbonna, O. S. (2020). Six sigma versus lean manufacturing – An overview. *Materials Today: Proceedings*, 26, 3275–3281. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.02.986>
- Jaca, C., Viles, E., Jurburg, D., & Tanco, M. (2014). Do companies with greater deployment of participation systems use Visual Management more extensively? An exploratory study. *International Journal of Production Research*, 52(6), 1755–1770. <https://doi.org/10.1080/00207543.2013.848482>
- Kilpatrick, J. (2003). Lean principles. *Utah Manufacturing Extension Partnership*, 68(1), 1–5.
- Li, L. (2007). *Supply Chain Management: Concepts, Techniques and Practices*. WORLD SCIENTIFIC. <https://doi.org/10.1142/6273>
- Lin, Z., & Hui, C. (1999). Should Lean Replace Mass Organization Systems? A Comparative Examination from a Management Coordination Perspective.

- Journal of International Business Studies*, 30, 45–79.
<https://doi.org/10.1057/palgrave.jibs.8490060>
- Machado, V. C., & Leitner, U. (2010). Lean tools and lean transformation process in health care. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 5(5), 383–392.
- Matsui, Y. (2007). An empirical analysis of just-in-time production in Japanese manufacturing companies. *International Journal of Production Economics*, 108(1–2), 153–164.
- Melton, T. (2005). The benefits of lean manufacturing: what lean thinking has to offer the process industries. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(6), 662–673. <https://doi.org/10.1205/cherd.04351>
- Monden, Y. (2011). *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time* (4th Edition), Boca Raton: Taylor and Francis.
- Morettin, P. A., & Toloí, C. M. C. (2006). *Análise de Séries Temporais* (2ª edição), Blucher.
https://issuu.com/editorablucher/docs/issuu_analise_temporais_isbn9788521203896
- Ohno, T., & Bodek, N. (2019). *Toyota Production System*. Productivity Press (CRC Press, Ed.; Kindle Edition). <https://doi.org/10.4324/9780429273018>
- Ortiz, C. A. (2006). *Kaizen assembly: designing, constructing, and managing a lean assembly line*. CRC Press & Francis Group.
- Plinere, D., & Borisov, A. (2015). Case Study on Inventory Management Improvement. *Information Technology and Management Science*, 18(1). <https://doi.org/10.1515/itms-2015-0014>
- Polopiqué. (2022). <https://www.polopique.pt/pt/>. (acedido a 05/05/2022).
- Prasad, M. M., Dhiyaneswari, J. M., Jamaan, J. R., Mythreyan, S., & Sutharsan, S. M. (2020). A framework for lean manufacturing implementation in Indian textile industry. *Materials Today: Proceedings*, 33, 2986–2995.
- Rahman, N. A. A., Sharif, S. M., & Esa, M. M. (2013). Lean Manufacturing Case Study with Kanban System Implementation. *Procedia Economics and Finance*, 7, 174–180. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(13\)00232-3](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(13)00232-3)
- Silva Parreiras, F., Reis, F., & Gomes, O. (2014). *Métodos Quantitativos de Previsão de Vendas: uma Revisão Sistemática da Literatura*. ENEGEP 2014.
- Singh, J., & Singh, H. (2015). Continuous improvement philosophy – literature review and directions. *Benchmarking: An International Journal*, 22(1), 75–119. <https://doi.org/10.1108/BIJ-06-2012-0038>

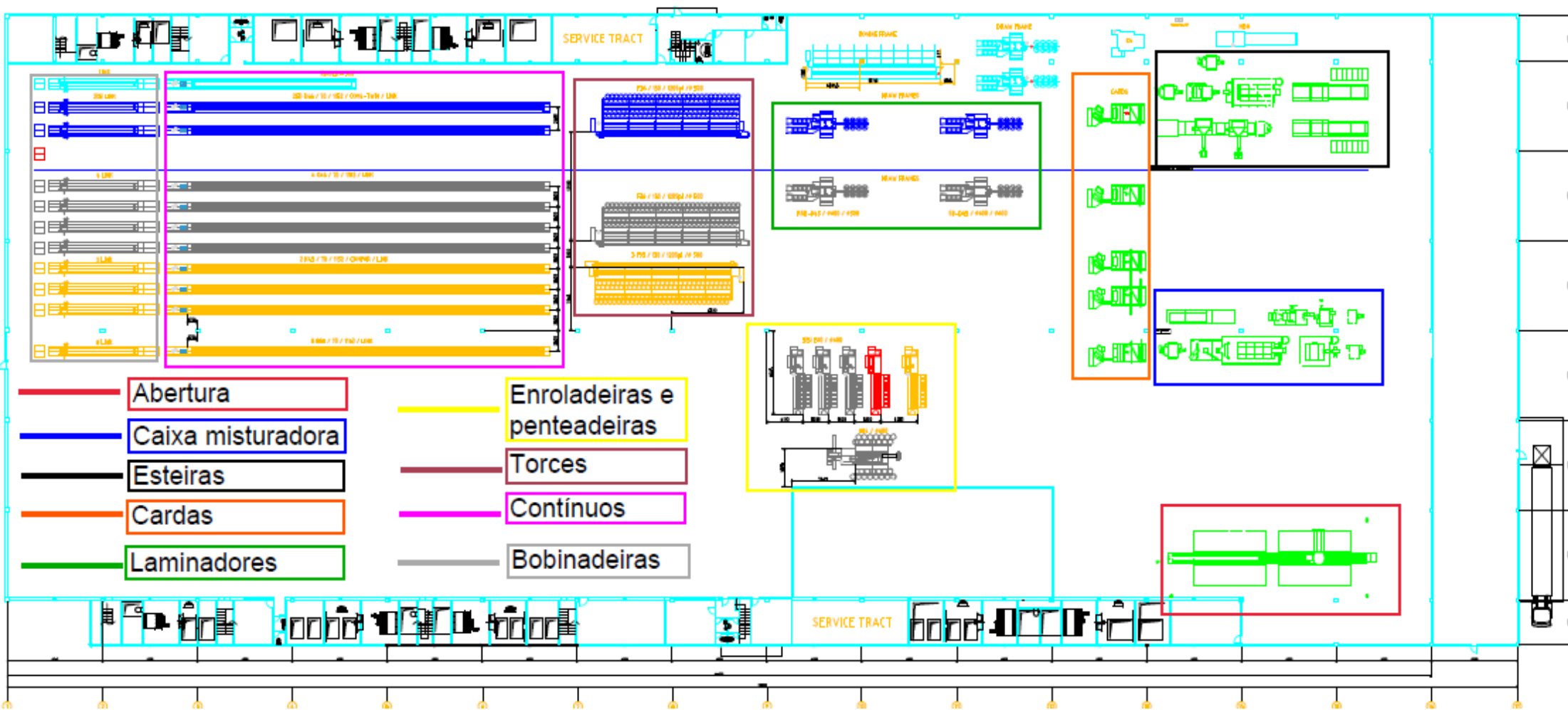
- Soft2Share. (2019). *5 Princípios da Gestão Lean*. <https://soft2share.com/5-principles-of-lean-management/> (acedido 23/01/2022).
- Sundar, R., Balaji, A. N., & Kumar, R. M. S. (2014). A Review on Lean Manufacturing Implementation Techniques. *Procedia Engineering*, *97*, 1875–1885. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.341>
- Taufik, D. A. (2020). *PDCA Cycle Method implementation in Industries: A Systematic Literature Review*. IJEM (Indonesian Journal of Industrial Engineering & Management), *1*(3), 157–166.
- Tezel, A., Koskela, L., & Tzortzopoulos, P. (2009). *The functions of visual management*. International Research Symposium, pp.201–219.
- Tezel, B. A., Koskela, L. J., & Tzortzopoulos Fazenda, P. (2013). *Visual management in industrial construction: a case study*. 21th Annual Conference of the International Group for Lean Construction.
- Tratar, L. F. (2010). Joint optimisation of demand forecasting and stock control parameters. *International Journal of Production Economics*, *127*(1), 173–179. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.05.009>
- Tsay, R. S. (2005). *Analysis of financial time series* (Vol. 543). John Wiley & sons.
- Visco, D. (2017). *A Step-by-Step Guide to Implementing and Sustaining Your 5S Program*. CRC Press Taylor & Francis Group.
- Voehl, F., Harrington, H. J., Mignosa, C., & Charron, R. (2013). *The Lean Six Sigma Black Belt Handbook*. Productivity Press. <https://doi.org/10.1201/b15163>
- Waters, D. (2003). *Inventory Control and Management* (2nd ed.), England: John Wiley & Sons. <https://afifnurichwan.files.wordpress.com/2015/06/inventory-control-and-management-second-edition.pdf>
- Womack, J. (2006). Mura, muri, muda. *Jim Womack E-Letter*, *7*.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1997). Lean thinking—banish waste and create wealth in your corporation. *Journal of the Operational Research Society*, (Simon and Schuster, Ed.; Kindle Edition). Simon & Schuster UK, *48*(11), 1148.
- Wooldridge, J. M. (2006). *Introdução à econometria: uma abordagem moderna* (4º edição). Thomson Learning. https://tuxdoc.com/download/introducao-a-econometria-uma-abordagem-moderna-jeffrey-m-wooldridge-3_pdf

ANEXOS

- 6.1 Anexo1 – Layout da Fiação Moreira
- 6.2 Anexo 2 – Tabelas de dados
- 6.3 Anexo 3 – Cálculos e comparações do método de previsão para as restantes cores (09443, 09936, 09937, 09938).

6 ANEXOS

6.1 Anexo 1 – Layout da Fiação Moreira



Desenvolvimento de um programa de redução de desperdícios usando previsões numa fiação têxtil

Ângelo João Silva Gomes

6.2 Anexo 2 – Tabelas de dados

6.2.1 Tabela por Ne das cores com maior produção

Soma de Quantidade	Rótulos de Coluna	09240	09251	09438	09439	09440	09441	09442	09443	09639	09640	09836	09936	09937	09938
12									-408		-420	-392		-618,5	-105
16		-554			-70		-13030		-18568		-1741,5	-7714	-4062	-318	-11452
24		-60				-51		-227	-56,5			-389	-55,5		-245
30		-3705	-59	-2401,5	-2723,5	-361	-3892,5	-2880,5	-10493	-984,5	-957	-1637	-19599	-26994,9	-40944
40					-1581		-732		-1958				-1203	-112	-542,5
50													-367		-2269,5
Total Geral		-4319	-59	-2401,5	-4374,5	-412	-17654,5	-3107,5	-31483,5	-984,5	-3118,5	-10132	-25286,5	-28043,4	-55558
	Valor percentual		0,03%	1,13%	2,06%	0,19%	8,33%	1,47%	14,85%	0,46%	1,47%	4,78%	11,93%	13,23%	26,21%

6.2.2 Tabela das cores selecionadas com os Ne com maior produção

Soma de Quantidade	Rótulos de Coluna	09441	09443	09836	09936	09937	09938	Total Geral	Valor percentual	
12			-408	-392		-618,5	-105	-1523,5	0,91%	
16			-13030	-18568	-7714	-4062	-318	-11452	32,79%	
24			-56,5	-389	-55,5		-245	-746	0,44%	
30			-3892,5	-10493	-1637	-19599	-26994,9	-40944	61,59%	
40			-732	-1958		-1203	-112	-542,5	2,70%	
50						-367	-2269,5	-2636,5	1,57%	
Total Geral			-17654,5	-31484	-10132	-25286,5	-28043,4	-55558	-168157,9	100,00%

6.3 Anexo 3 – Cálculos e comparações do método de previsão para as restantes cores (09443, 09936, 09937, 09938)

6.3.1 Cor 09443

Dados		09443
Trimestre/ano	t	X_t
T1 2019	1	-937
T2 2019	2	-1380,5
T3 2019	3	0
T4 2019	4	0
T1 2020	5	-744,5
T2 2020	6	-2394,5
T3 2020	7	0
T4 2020	8	-445
T1 2021	9	-368,5
T2 2021	10	-3541,5
T3 2021	11	0
T4 2021	12	-681,5
T1 2022	13	-1561
T2 2022	14	-2408,5

Amortecimento Exponencial Simples				
α			0	
t	\hat{X}_t	X_t	EQ	EQM
1	-937			1218352
2	-937	-937,0	196692	
3	-937	-937,0	877969	
4	-937	-937,0	877969	
5	-937	-937,0	37056	
6	-937	-937,0	2124306	
7	-937	-937,0	877969	
8	-937	-937,0	242064	
9	-937	-937,0	323192	
10	-937	-937,0	6783420	
11	-937	-937,0	877969	
12	-937	-937,0	65280	
13	-937	-937,0	389376	
14	-937	-937,0	2165312	
15		-937,0		

Amortecimento Exponencial Duplo					
α	0		β	0,164919	
t	\hat{X}_t	\hat{T}_t	X_t	EQ	EQM
1	-937				1218352
2	-937	0	-937	196692	
3	-937	0	-937	877969	
4	-937	0	-937	877969	
5	-937	0	-937	37056	
6	-937	0	-937	2124306	
7	-937	0	-937	877969	
8	-937	0	-937	242064	
9	-937	0	-937	323192	
10	-937	0	-937	6783420	
11	-937	0	-937	877969	
12	-937	0	-937	65280	
13	-937	0	-937	389376	
14	-937	0	-937	2165312	

Amortecimento Exponencial Simples	1218352
Amortecimento Exponencial Duplo	1218352

Melhor Resultado:	1218352,0
-------------------	-----------

6.3.2 Cor 09936

Dados		09936
Trimestre/ano	t	X_t
T1 2019	1	0
T2 2019	2	-2199,5
T3 2019	3	-1773
T4 2019	4	0
T1 2020	5	0
T2 2020	6	-802,5
T3 2020	7	-4439
T4 2020	8	-4910
T1 2021	9	-615,5
T2 2021	10	-2328
T3 2021	11	-671
T4 2021	12	-702
T1 2022	13	0
T2 2022	14	0

Amortecimento Exponencial Simples				
α		0,430441		
t	\hat{X}_t	X_t	EQ	EQM
1	0			3288235
2	-946,756	0,0	4837800	
3	-1302,41	-946,8	682680	
4	-741,796	-1302,4	1696260	
5	-422,497	-741,8	550262	
6	-586,066	-422,5	144403	
7	-2244,53	-586,1	14845103	
8	-3391,86	-2244,5	7104742	
9	-2196,8	-3391,9	7708159	
10	-2253,27	-2196,8	17214	
11	-1572,2	-2253,3	2503588	
12	-1197,63	-1572,2	757243	
13	-682,12	-1197,6	1434314	
14	-388,507	-682,1	465287	
15		-388,5		

Amortecimento Exponencial Duplo					
α	0,430441	β	0		
t	\hat{X}_t	\hat{T}_t	X_t	EQ	EQM
1	0				3288235
2	-946,756	0	0	4837800	
3	-1302,41	0	-947	682680	
4	-741,796	0	-1302	1696260	
5	-422,497	0	-742	550262	
6	-586,066	0	-422	144403	
7	-2244,53	0	-586	14845103	
8	-3391,86	0	-2245	7104742	
9	-2196,8	0	-3392	7708159	
10	-2253,27	0	-2197	17214	
11	-1572,2	0	-2253	2503588	
12	-1197,63	0	-1572	757243	
13	-682,12	0	-1198	1434314	
14	-388,507	0	-682	465287	

Amortecimento Exponencial Simples	3288235
Amortecimento Exponencial Duplo	3288235

Melhor Resultado:	3288234,9
-------------------	-----------

6.3.3 Cor 09937

Dados		09937
Trimestre/ano	t	At
T1 2019	1	-1158,5
T2 2019	2	-3358,5
T3 2019	3	-5396
T4 2019	4	0
T1 2020	5	-455
T2 2020	6	-1253,5
T3 2020	7	-4240,9
T4 2020	8	-5082
T1 2021	9	-1723,5
T2 2021	10	-2584,5
T3 2021	11	-1063
T4 2021	12	-667,5
T1 2022	13	0
T2 2022	14	-623,5

Amortecimento Exponencial Simples				
α				0,064294
t	\hat{X}_t	X_t	EQ	EQM
1	-1159			3999977
2	-1299,95	-1158,5	4840000	
3	-1563,3	-1299,9	16777658	
4	-1462,79	-1563,3	2443895	
5	-1397,99	-1462,8	1015633	
6	-1388,7	-1398,0	20878	
7	-1572,08	-1388,7	8135033	
8	-1797,75	-1572,1	12319537	
9	-1792,97	-1797,7	5512	
10	-1843,86	-1793,0	626516	
11	-1793,66	-1843,9	609746	
12	-1721,25	-1793,7	1268232	
13	-1610,59	-1721,3	2962712	
14	-1547,12	-1610,6	974342	
15		-1547,1		

Amortecimento Exponencial Duplo					
α	0,064294	β	0		
t	\hat{X}_t	\hat{T}_t	X_t	EQ	EQM
1	-1159				3999977
2	-1299,95	0	-1159	4840000	
3	-1563,3	0	-1300	16777658	
4	-1462,79	0	-1563	2443895	
5	-1397,99	0	-1463	1015633	
6	-1388,7	0	-1398	20878	
7	-1572,08	0	-1389	8135033	
8	-1797,75	0	-1572	12319537	
9	-1792,97	0	-1798	5512	
10	-1843,86	0	-1793	626516	
11	-1793,66	0	-1844	609746	
12	-1721,25	0	-1794	1268232	
13	-1610,59	0	-1721,3	2962712	
14	-1547,12	0	-1610,6	974342	

Amortecimento Exponencial Simples	3999977
Amortecimento Exponencial Duplo	3999977

Melhor Resultado:
3999976,5

6.3.4 Cor 09938

Dados		09938
Trimestre/ano	t	At
T1 2019	1	-1170,5
T2 2019	2	-6226
T3 2019	3	-1650
T4 2019	4	0
T1 2020	5	-3995
T2 2020	6	-6385,5
T3 2020	7	-6424
T4 2020	8	-993,5
T1 2021	9	-599
T2 2021	10	-5722
T3 2021	11	-6941
T4 2021	12	-2008
T1 2022	13	0
T2 2022	14	0

Amortecimento Exponencial Simples				
α				0,139433
t	\hat{X}_t	X_t	EQ	EQM
1	-1171			9730276
2	-1875,4	-1170,5	25558080	
3	-1843,98	-1875,4	50807	
4	-1586,86	-1844,0	3400246	
5	-1922,64	-1586,9	5799118	
6	-2544,91	-1922,6	19917134	
7	-3085,78	-2544,9	15047344	
8	-2794,05	-3085,8	4377650	
9	-2487,99	-2794,0	4818243	
10	-2938,92	-2488,0	10458841	
11	-3496,94	-2938,9	16016679	
12	-3289,33	-3496,9	2216940	
13	-2830,69	-3289,3	10819702	
14	-2436	-2830,7	8012803	
15		-2436,0		

Amortecimento Exponencial Duplo					
α	0,139433	β	0		
t	\hat{X}_t	\hat{T}_t	X_t	EQ	EQM
1	-1171				9730276
2	-1875,4	0	-1171	25558080	
3	-1843,98	0	-1875	50807	
4	-1586,86	0	-1844	3400246	
5	-1922,64	0	-1587	5799118	
6	-2544,91	0	-1923	19917134	
7	-3085,78	0	-2545	15047344	
8	-2794,05	0	-3086	4377650	
9	-2487,99	0	-2794	4818243	
10	-2938,92	0	-2488	10458841	
11	-3496,94	0	-2939	16016679	
12	-3289,33	0	-3497	2216940	
13	-2830,69	0	-3289,3	10819702	
14	-2436	0	-2830,7	8012803	

Amortecimento Exponencial Simples	9730276
Amortecimento Exponencial Duplo	9730276

Melhor Resultado:
9730276,0