



# Aplicação de Metodologias *Lean* no Planeamento de um Laboratório de Tinturaria Têxtil

*Mariana Neves Azevedo*

**Dissertação de Mestrado**  
Orientador na FEUP: Prof. Paulo Osswald



**Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial**

2017-06-26

*Aos meus pais.*

## Resumo

A presente dissertação prende-se com a implementação de metodologias *lean* na secção de tinturaria de uma empresa de acabamentos têxtil, nomeadamente no seu laboratório, visando a redução do *lead time* assim como a diminuição do inventário de produtos em curso de fabrico existente.

Numa primeira fase, foi analisado, de forma global, o processo de fabrico da unidade industrial, sendo seleccionada como área de intervenção deste projeto uma subsecção que se apresentava como estranguladora do processo produtivo. A secção escolhida foi analisada em detalhe e o seu planeamento e organização foram definidos como objetivos prioritários deste projeto. Concretamente, no planeamento do laboratório de tinturaria foram detetadas potenciais melhorias de forma a encurtar o *lead time* deste e, conseqüentemente, foi decidido intervir nesta área. No desenvolvimento do planeamento proposto foram tidas em conta as metodologias *lean*, nomeadamente, na redução do tempo gasto em atividades não criadoras de valor. O trabalho em equipa foi também sugerido como alternativa ao trabalho individualizado, de forma a permitir o desenvolvimento de novas competências entre colaboradores e, potencialmente, aumentar a sua produtividade. Adicionalmente, a organização e a limpeza da secção foram asseguradas através da implementação da metodologia 5S apoiada pela criação de uma base de dados relativa às ferramentas existentes e às suas características fundamentais. A melhor organização da secção e a criação de uma plataforma digital que permite a procura rápida de um determinado tecido, possibilitaram uma redução de cerca de 83% do tempo de procura de ferramentas assim como uma melhor gestão visual destas.

Como resultado da implementação da solução de planeamento proposta, obteve-se uma redução do *lead time* das duas seqüências produtivas estudadas de cerca de 16% e 40%, através de melhorias no que diz respeito ao tempo de processamento na subsecção definida para análise, o que se reflete diretamente nos tempos de espera e inventários de produtos em curso de fabrico. Estes resultados são consequência direta do melhor planeamento desta área produtiva. O trabalho em equipa revelou-se positivo, na medida em que a produtividade do turno onde este foi testado aumentou, cerca de 5%, em virtude do desempenho coletivo.

# **Application of lean methodologies in the planning framework for a textile dyeing laboratory**

## **Abstract**

The present thesis is related to the implementation of lean methodologies at a textile dyeing laboratory, in order to reduce its lead time, as well as decrease its existing work-in-progress inventory.

At a first stage, the general production system was analysed and a part of it was selected as intervention area of this project, since this part was the bottleneck of the global system. The section chosen was analysed in detail and its planning framework as well as its organization were defined as priority goals of this project. Specifically, on the planning framework for its laboratory were detected potential improvements in order to decrease lead time and so this was defined as intervention area of the present project. During the development of the suggested planning framework lean methodologies were taken into account, namely, on the reduction of time spent on non-value creating activities. Team work was also a suggestion made as alternative to individualized work, in order to promote the development of new competencies among the operators and, eventually, increase their productivity. Additionally, the organization and cleaning of the section were assured through the implementation of 5S methodology supported by the creation of a data base of the existing tools and its main characteristics. The creation of a digital support and the better organization of the workplace allowed the employees to reduce the time spent on searching for a tool, in 83%, and to have a greater visual management.

As a result of the implementation of the planning framework solution suggested, it was obtained a lead time reduction on the two productive flows under analyse of 16% and 40%, through the laboratory processing time reduction, which was directly reflected on the waiting times and work-in-progress inventories. These results are directly linked to the improved planning framework of this productive area. The team work revealed positive results, since the productivity on the shift analysed increased 5%, due to the collective work.

## Agradecimentos

À TMG – Acabamentos Têxteis S.A. pela oportunidade concedida e a toda a sua comunidade pela simpatia com que me acolheram desde o primeiro dia. Um agradecimento especial a todos os colaboradores que estiveram diretamente relacionados com este projeto pela sua disponibilidade, empenho e envolvimento.

Ao Eng.º Baltazar Peixoto pela orientação, motivação e suporte ao longo da realização deste projeto.

À Eng.ª Maria do Carmo Teixeira pelo conhecimento, rumo e exemplo que representou.

À Eng.ª Maria João Garfejo pela cooperação, instrução e recetividade exposta a novos desafios.

Ao Professor Paulo Osswald, orientador pela FEUP, pela recetividade e prontidão na ajuda à resolução dos desafios encontrados.

À Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, pelo rigor, método e prestígio do ensino que oferece, mas também pela sua ímpar comunidade académica.

Aos amigos que me acompanharam durante a minha vida académica.

Aos meus pais e irmã pelo suporte incondicional e por tudo que representam.

Finalmente, quero agradecer o apoio financeiro gentilmente cedido pela TMG – Acabamentos Têxteis S.A. ao longo do período desta dissertação.

Obrigado.

# Índice de Conteúdos

1. Introdução .....	1
1.1 Relevância dos prazos de resposta nos acabamentos têxteis.....	1
1.2 A TMG Acabamentos Têxteis S.A.....	1
1.3 Enquadramento do projeto e motivação .....	2
1.4 Objetivos do projeto .....	3
1.5 Metodologia seguida no projeto .....	3
1.6 Estrutura da dissertação.....	3
2 Revisão Bibliográfica.....	5
2.1 Fundamentos <i>Lean</i> .....	5
2.1.1 Just-in-Time (JIT).....	7
2.1.2 Metodologia 5S.....	8
2.2 Pareto.....	10
2.3 Teoria das Restrições.....	10
3 Caracterização da Situação Inicial .....	11
3.1 Processo Produtivo da TMG AT .....	11
3.2 A tinturaria da TMG AT .....	14
3.2.1 Análise de Pareto .....	16
3.2.2 Sequência I – Corantes Reativos.....	17
3.2.3 Sequência II – Corantes Dispersos - Cuba.....	18
3.3 Laboratório de Tinturaria .....	20
3.3.1 Operações no laboratório de tinturaria.....	20
3.4 Planeamento do Laboratório .....	22
3.5 Medição do <i>Lead Time</i> .....	23
3.6 Síntese de problemas .....	25
3.6.1 Planeamento individualizado de cada secção .....	25
3.6.2 Registo de processos.....	25
3.6.3 Falta de planeamento do laboratório de tinturaria .....	26
3.6.4 Desorganização do laboratório .....	26
4 Propostas de solução e resultados .....	27
4.1 Padronização do trabalho .....	27
4.1.1 Desenho de solução.....	27
4.1.2 Análise de Resultados .....	31
4.2 Metodologia 5S no laboratório.....	37
4.2.1 Resultados da implementação de 5S.....	38
5 Conclusões e perspetivas de trabalho futuro.....	41

Referências.....	43
ANEXO A: Dados relativos ao setor têxtil e do vestuário em Portugal.....	44
ANEXO B: Manual de Instrução sobre a Organização dos Tecidos.....	45
ANEXO C: Manual de Instrução sobre a Organização dos Tecidos.....	46
ANEXO D: Manual de Instrução sobre a Organização dos Tecidos.....	47
ANEXO E: Dimensionamento e organização das caixas de tecidos propostas.....	48

## Siglas

B2B - *Business to business*

BN - *Bottleneck*

C – Corante Cuba

D – Corante disperso

DC – Corante disperso-cuba

LT - *Lead Time*

MTO - *Make-to-Order*

MTS - *Make-to-Stock*

TF – Tinto em fio

TMG AT – Têxtil Manuel Gonçalves - Acabamentos Têxteis S.A.

TP – Tinto em peça

WIP - *Work in progress*

SMED – *Single-Minute Exchange of Dies*

## Índice de Figuras

Figura 1 – Contribuição relativa das áreas de negócios na TMG AT.....	2
Figura 2 - Esquema <i>Push</i> e <i>Pull</i> .....	7
Figura 3 - Exemplos de sequências produtivas.....	13
Figura 4 - Tempo médio na Tinturaria (2016).....	14
Figura 5 - Tempo médio na preparação (2016) .....	14
Figura 6 - Tempo médio nos Acabamentos (2016) .....	14
Figura 7 - Metros processados na secção de tinturaria em 2016 .....	14
Figura 8 - Fluxograma do processo produtivo.....	15
Figura 9 - WIP na sequência produtiva de corantes reativos.....	18
Figura 10 - WIP na sequência produtiva de corantes dispersos-cuba.....	19
Figura 11 - Fluxos de entrada no laboratório de tinturaria .....	20
Figura 12 - Tempos de operação do laboratório e respetivo decisor .....	22
Figura 13 - Novo tempo de operação do decisor .....	27
Figura 14 - Proposta de planeamento – parte I .....	30
Figura 15 - Proposta de planeamento – parte II.....	30
Figura 16 - Processo de tomada de decisão .....	31
Figura 17 - Resultados auditoria 5S.....	39

## Índice de Tabelas

Tabela 1 - Sequências de operações de acordo com a matéria-prima e corantes .....	16
Tabela 2 - Produção por sequência produtiva e classificação ABC .....	17
Tabela 3 - <i>Uptime</i> dos equipamentos.....	19
Tabela 4 - WIP de cada sequência produtiva.....	19
Tabela 5 - Divisão de turnos no laboratório.....	20
Tabela 6 - Operações e respectivos tempos médios .....	22
Tabela 7 - Medição <i>lead time</i> sequência I .....	23
Tabela 8 – Medição <i>lead time</i> sequência II .....	24
Tabela 9 - Matriz de competências dos colaboradores .....	28
Tabela 10 - Classificação das tarefas consoante o processo de decisão .....	28
Tabela 11 - Medição novo <i>lead time</i> sequência I .....	32
Tabela 12 - Síntese resultados sequência I .....	33
Tabela 13 - Medição novo <i>lead time</i> sequência II .....	34
Tabela 14 - Síntese resultados sequência II .....	34
Tabela 15 - Mensuração do desempenho coletivo <i>vs</i> individual .....	36
Tabela 16 - Variação no inventário do laboratório .....	36
Tabela 17 - Medição tempos de procura de tecido .....	39

## 1. Introdução

### 1.1 Relevância dos prazos de resposta nos acabamentos têxteis

O setor têxtil é definido como o conjunto de processos necessários ao fabrico de tecidos ou malhas com o futuro intuito de fabrico de vestuário ou decoração, tais como a obtenção de fibras, a tecelagem, a tinturaria, os acabamentos, a estamparia, entre outros. Este setor serve-se, cada vez mais, de recursos tecnológicos que permitem a sua inovação e diminuir os custos incorridos com mão-de-obra.

O tecido empresarial deste setor económico serve-se de características como flexibilidade, inovação, desenvolvimento tecnológico e qualidade para afrentar a competitividade dos mercados emergentes que apresentam mão de obra significativamente mais económica. Adicionalmente, o conceito de *fast-fashion*<sup>1</sup>, entendido como uma política de rápida e contínua produção que permite levar até ao consumidor final coleções representativas das últimas tendências da moda em tempo útil, conduz à necessidade de uma produção rápida e eficiente. Segundo o conceito acima exposto, o consumidor final assume um papel suplementar à aquisição do produto oferecendo relevante informação acerca da procura de um determinado produto, contrariamente ao tradicional conceito de *pret-à-porter*<sup>2</sup> que oferece uma coleção inteira num período de tempo pré-definido. Desta forma, e em particular no processo de acabamento têxtil, este setor labora, essencialmente, num regime *make-to-order*, prestando um serviço dependente das matérias-primas fornecidas por terceiros e da validação, por vezes subjetiva, da qualidade. O processo de validação de qualidade constitui por vezes um processo demorado que dificulta a prestação rápida de serviços, num setor constantemente em mudança, onde o tempo assume um papel preponderante.

### 1.2 A TMG Acabamentos Têxteis S.A.

Em 1937, surgiu em São Cosme do Vale (Vila Nova de Famalicão) a Fábrica da Fiação e Tecidos do Vale de Manuel Gonçalves, a origem do grupo empresarial Têxtil Manuel Gonçalves, usualmente conhecido por TMG. Este grupo português celebra atualmente mais de 75 anos de sucesso. Com origem no setor têxtil, a TMG diversificou o seu portfólio de negócios para diversas áreas tais como fabrico de interiores de automóveis (TMG Automotive), fiação (TMG Tecidos), acabamentos têxteis (TMG Acabamentos Têxteis ou TMG AT), soluções energéticas, comércio de vestuário desportivo, entre outros.

---

<sup>1</sup> O conceito de *fast fashion* representa um padrão de produção e consumo de produtos que sofrem rápida substituição.

<sup>2</sup> *Pret-à-porter* define-se pela produção de um pré-definido conjunto de produtos, imediatamente disponíveis para venda.

A empresa TMG Acabamentos Têxteis fundada em Junho de 1963 e situada na Vila de Ronfe (Guimarães) dedica-se ao tratamento, químico ou mecânico, de tecidos e malhas, de forma a conferir-lhes características previamente especificadas pelo cliente tais como cor, textura, brilho e resistência, entre outras. O volume de negócios da empresa é dividido em tratamento de tecidos e malhas na proporção apresentada na Figura 1.

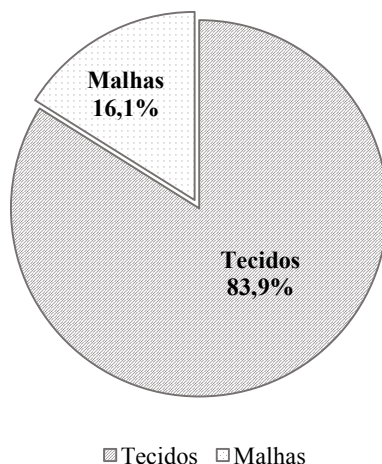


Figura 1 – Contribuição relativa das áreas de negócios na TMG AT

Embora parte integrante do grupo TMG, esta unidade fabril possui autonomia de gestão. Atualmente a empresa dispõe de 190 colaboradores que laboram em regime de 3 turnos diários, permitindo à empresa um tempo disponível para produção de 24h por dia, 5 dias por semana.

A atividade da empresa, caracterizada como *business-to-business* (B2B), inicia-se no momento de entrega da matéria-prima (tecido ou malha) na TMG AT e termina na entrega do produto devidamente tratado e embalado à entidade subsequente da cadeia de valor. Os produtos finalizados pela TMG AT têm como destino unidades de corte e confeção de vestuário e/ou decoração, desenhados pelas mais diversas marcas, de reconhecimento internacional.

Ao longo do tempo, a empresa tem investido na melhoria dos processos produtivos, assim como na inovação tecnológica, assegurando a sua posição como um ícone de qualidade no mercado têxtil.

### 1.3 Enquadramento do projeto e motivação

O *lead time* (LT), período de tempo decorrente entre a entrega da matéria-prima à TMG AT e a entrega do produto acabado ao cliente, constitui uma importante medida de desempenho operacional, avaliando a exequibilidade do serviço ser entregue em tempo útil, fator este de enorme relevância na indústria relacionada com a moda. Tendo este indicador em conta, o presente projeto tem como principal objetivo a redução do *lead time* de uma unidade produtiva específica, a secção de tinturaria, sendo esta a secção que tem o maior *lead time* na TMG AT. O elevado LT nesta secção deve-se à taxa de produtos reprocessados, que provocam elevados *stocks* de WIP, e à demora imposta por testes laboratoriais e aprovações de cor por parte do laboratório e do cliente. Assim, este retardamento repercute-se no subsequente processo produtivo, originando posteriores atrasos na entrega final ao cliente.

## 1.4 Objetivos do projeto

Dada a relevância de criação de uma vantagem competitiva sustentável, o cliente deve ser o foco principal da organização, garantindo-lhe esta a entrega do produto pedido em conformidade com as especificações e no prazo estipulado. A taxa de produtos reprocessados, cerca de 7,9% em 2016, contribui para o aumento do *lead time*, contudo esta causa não será analisada neste projeto dado o cariz químico dos seus fundamentos. A complexidade do processo produtivo da empresa, implica por vezes tempos elevados de espera, por aprovações, e a execução de atividades não criadoras de valor que contribuem para o aumento do *lead time* da mesma.

Assim este projeto visa a implementação de metodologias *lean* que permitam a redução do *lead time* (LT) e a melhoria de processos na secção de tinturaria da TMG AT, através da redução de tempos de espera e de tempos despendidos em atividades não criadoras de valor.

## 1.5 Metodologia seguida no projeto

A metodologia adotada durante a realização do projeto de dissertação foi suportada por fundamentos teóricos de melhoria contínua e controlo de processos, através da consulta de revisões bibliográficas e exemplos práticos de implementação em organizações, pelo estudo de documentação interna à organização e pela interação com profissionais responsáveis com a área afeta a estudo.

No início do projeto um cronograma foi elaborado, refletindo todas as etapas, de forma a monitorizar e gerir eficazmente o tempo disponível, com a seguinte sequência:

1. Apresentação e levantamento dos processos produtivos da empresa;
2. Elaboração da revisão bibliográfica visando suporte teórico de desenvolvimentos nas fases subsequentes;
3. Descrição detalhada da situação inicial da empresa, identificação do principal problema na área de intervenção e recolha de informação;
4. Identificação das causas do problema e posterior sugestão de potenciais soluções/melhorias para o problema definido;
5. Implementação, ou estudo do impacto em caso de impossibilidade de implementação, das melhorias previamente propostas;
6. Monitorização das alterações ao processo e avaliação de desempenho;
7. Conclusões e sugestões de trabalhos futuros.

## 1.6 Estrutura da dissertação

A presente dissertação encontra-se estruturada em 5 capítulos. O primeiro capítulo visa introduzir, de forma breve, a relevância que os prazos de resposta assumem no setor de acabamentos têxteis, apresentar a TMG Acabamentos Têxteis S.A., expor a motivação do projeto e o seu enquadramento, definir os objetivos da dissertação e, por fim, descrever a metodologia e a estrutura utilizadas. O segundo capítulo aborda a revisão bibliográfica das matérias relevantes para o projeto. No terceiro capítulo a situação inicial do setor em análise na empresa, assim como o processo produtivo e os problemas alvo de estudo, são expostos e quantificados detalhadamente. O quarto capítulo prende-se com a análise da situação inicial e com a proposta de potenciais soluções/melhorias afetas ao problema descrito no capítulo precedente. No quinto, e último, capítulo são expostos os

resultados obtidos e retiradas conclusões acerca das soluções implementadas, assim como a apresentação de potenciais trabalhos futuros.

## 2 Revisão Bibliográfica

### 2.1 Fundamentos *Lean*

No início do século XX, durante a revolução industrial, Henry Ford, pioneiro na indústria automóvel, desenvolveu a linha de montagem que, em conjunto com a produção em massa, permitiu a redução dos custos unitários de produção e um aumento da capacidade produtiva (Batchelor 1994). Contudo, os elevados custos associados à inflexibilidade de uma produção massiva perante a customização e as mudanças de *design*, levaram à perda de quota de mercado da Ford para outras companhias com mudanças de modelo mais frequentes (Hounshell 1984). Assim, o modelo de produção *lean* surge como técnica complementar à produção em massa, permitindo maior flexibilidade produtiva.

Com início em 1940 no Japão, as metodologias que mais tarde viriam a ser designadas por *lean*, estrearam-se no grupo Toyota, através do *Toyota Production System* (TPS). Este sistema visava a produção independente da necessidade de produzir grandes séries em contínuo e a eliminação completa de desperdícios também denominados, em japonês, *muda*. Taiichi Ohno, um dos principais impulsionadores deste sistema, definiu desperdício como qualquer atividade que consome recursos e não acrescenta qualquer valor ao produto final especificado pelo cliente.

A implementação deste sistema produtivo iniciou-se após a derrota do Japão na II Guerra Mundial, representando a solução para aumentar a flexibilidade produtiva, produzir eficientemente e em pequena escala, da indústria automóvel no país. Contudo, apenas em 1973, durante um período de estagnação económica, mereceu destaque entre a indústria japonesa (Ohno 1988).

O sistema *Lean Manufacturing* foi reconhecido, no resto do mundo, como um modelo de produção em 1990, aquando da publicação do livro "*The machine that changed the world*" (Womack, Jones, e Roos 1990) resultado de estudos liderados pelo *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) e pelo *International Motor Vehicle Program* (IMVP). Segundo Melton (2005), os estudos visavam comparar a produtividade da indústria, na Europa e América, com a indústria *lean* inovadora no Japão, presente no sector automóvel. O estudo revelou uma forte vantagem competitiva da indústria japonesa relativamente às restantes, na medida em que esta era capaz de responder a uma maior variedade de especificações do cliente, em menor tempo, com menos defeitos e utilizando menos recursos (mão-de-obra).

As metodologias *lean*, assim denominadas por utilizarem menor quantidade de todo o tipo de recursos, focam-se na busca pela perfeição através da melhoria contínua de processos e da sistemática eliminação de desperdícios. A eliminação dos *muda* no *gemba*, local de produção onde ocorre o problema, permite o aumento da produtividade e da satisfação do cliente, através da redução de atrasos e da redução de custos de produção. Os tipos de desperdícios mais comuns são sete (Chiarini 2013):

- **Sobreprodução ou assincronia** – este desperdício refere-se à produção excessiva e aos artigos produzidos antes do tempo;
- **Inventário** – desperdício relacionado com o custo de armazenamento de produtos acabados, matérias-primas ou produtos semiacabados (*work in progress* - WIP);
- **Movimentações** – a deslocação de operários pela unidade fabril em busca de ferramentas, técnicos, informação, apoio, assim como outros tipos de movimentações desnecessárias ou não ergonómicas são consideradas desperdício.
- **Produtos defeituosos** – produtos não-conformes representam tempo gasto sem valor acrescentado (desperdício de tempo e matérias primas) e alguns casos poderão ainda implicar tempo de reprocessamento.
- **Transporte** – o processo de transporte, *per si*, não agrega valor ao produto final especificado pelo cliente, pelo que é considerado um desperdício.
- **Sobreprocessamento** – este tipo de desperdício refere-se à execução de processos inadequados, tais como condições de operação sobredimensionadas.
- **Tempo de espera** – o tempo consumido em espera por materiais, pessoas, informação ou equipamentos representa um desperdício na medida em que não acrescenta valor ao artigo.

Em 2004, um oitavo desperdício foi identificado como igualmente relevante, considerando este o desaproveitamento das habilidades e da criatividade dos operários (Liker 2004).

Entre outros, os conceitos *Just-in-Time* (JIT), que significa produzir no momento certo e na quantidade certa (Monden 2011), e *Jidoka*, “automatização com um toque humano” que permite a deteção de uma não conformidade e a interrupção imediata do processo (Toyota n.d.) podem ser considerados dois pilares fundamentais do *lean manufacturing*.

Embora arrojado, o *lean manufacturing* não suscitou interesse imediato entre todos os sectores industriais devido à dúvida que permanecia quanto à sua aplicabilidade. Contudo, o livro “Lean Thinking: banish waste and create wealth in your corporation” (Jones e Womack 1996) auxiliou o processo de implementação de metodologias *lean* suportando-a em cinco princípios:

- **Valor** – definição de valor do ponto de vista do cliente;
- **Mapeamento da cadeia de valor** – mapear a cadeia de valor de forma a distinguir atividades criadoras de valor das restantes, através da criação de um *Value Stream Mapping* (VSM). Identificar as atividades não criadoras de valor como desperdício.
- **Fluxo contínuo** – Equilibrar o processo produtivo de forma a que este se mantenha fluído.
- **Procura constante pela perfeição** – Controlo e melhoria contínua dos processos em busca da perfeição.
- **Sistema pull** – implementação de um sistema de produção *pull*, responsabilizando o cliente por desencadear a ordem de fabrico e, conseqüentemente, apenas produzir quando necessário.

O planeamento do fluxo de materiais no processo produtivo pode ocorrer em sistema *push* ou *pull*. No sistema *push*, a produção é planeada e produzida com base em previsões de procura sem que para tal haja uma intervenção clara do cliente no

desencadeamento da ordem de produção. Neste sistema, a produção é “empurrada” para o processo subsequente, dando origem a elevadas quantidades de inventário que poderão não ser consumidas (Imai 1997).

Contrariamente ao sistema *push*, no sistema *pull* o cliente, interno ou externo, assume a responsabilidade de desencadear o processo produtivo assim como a movimentação de material ao longo dos processos, representado na Figura 2. Neste sistema o controlo de fluxos é feito, frequentemente, através da ferramenta *Kanban*, associada ao TPS. O sistema *Kanban* controla o fluxo produtivo através do controlo de inventário *WIP*, constituindo um método para atingir um processo *Just-in-Time* (JIT) (Ohno 1988).

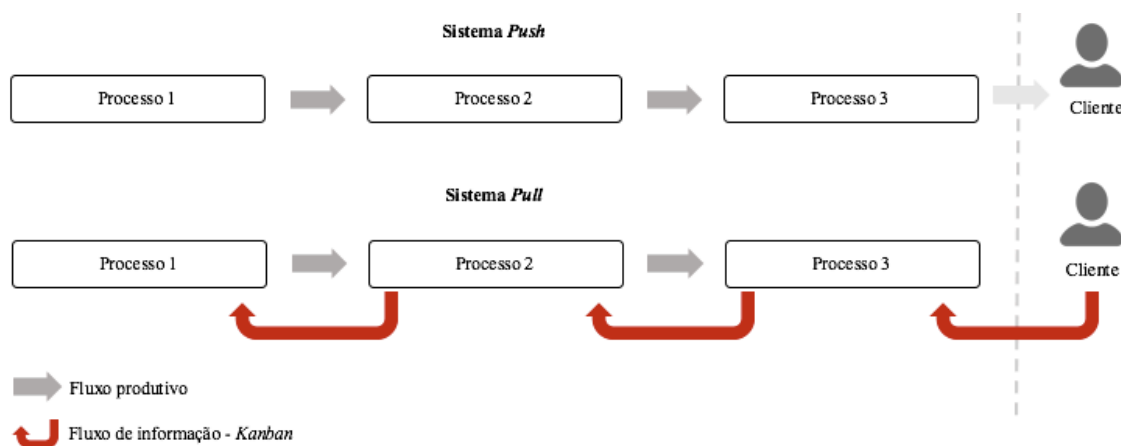


Figura 2 - Esquema *Push* e *Pull*

O desencadeamento da produção a partir do pedido do cliente, aproxima os departamentos de logística, comercial e produção, otimizando a qualidade do serviço prestado e reduzindo os custos de armazenamento e distribuição. O sistema *pull*, com a redução da subordinação da empresa a processos de previsão de procura, e a sua relação direta com o cliente tornam a empresa mais flexível, na medida em que disciplinam a cadeia de abastecimento para reagir de acordo com variações da procura. A proximidade ao consumidor permite à organização a perceção em tempo real das necessidades do mercado e o seu desenvolvimento e produção em tempo útil.

Desta forma, além de servir como guia de ação das metodologias *lean*, o livro “Lean Thinking: banish waste and create wealth in your corporation” demonstrou a aplicabilidade a todas as indústrias e países deste método (Melton 2005), através da identificação de etapas gerais.

Contudo, a implementação sustentável de sistemas de produção *lean* está dependente não só da melhoria e desenvolvimento de processos produtivos, através do uso de ferramentas *lean* adequadas e no tempo adequado (Fiore 2016), mas também da integração do conhecimento na organização em transformação (Dombrowski, Mielke, and Engel 2012).

### 2.1.1 Just-in-Time (JIT)

O sistema *Just-in-Time* pretende que a produção apenas tenha lugar quando é necessária e na quantidade exatamente necessária, considerando todo o restante material e tempo despendidos como desperdício (Jacobs and Chase 2013). O fluxo de informação é feito no sentido oposto ao da cadeia de valor, através de implementação de um sistema

*Kanban*, sistema de sinalização que controla o fluxo, permitindo a um processo produtivo enviar componentes para o processo seguinte apenas quando este último está a necessitar dos mesmos.

O principal objetivo deste sistema é a diminuição de *stock* de produtos acabados e semiacabados e a eliminação de eventos de sobreprodução (Ohno 1988). Através da diminuição de *stock*, os problemas da linha produtiva, que até então estavam encobertos pelos colaboradores e pelo elevado *stock*, tornam-se visíveis (Jacobs and Chase 2013) e passíveis de serem solucionados.

### 2.1.2 Metodologia 5S

A metodologia 5S, com origem no Japão, visa a implementação e a manutenção de condições de organização, limpeza e padronização dos postos de trabalhos, sendo considerada uma metodologia de aplicação crucial e prioritária à operacionalidade de uma empresa que pretende a implementação de processos *lean manufacturing* (Moulding 2010). As alterações sustentadas por este método devem ser acompanhadas por mudanças comportamentais de todos os operadores envolvidos, de forma a promover a participação e responsabilidade individual sobre as condições de trabalho.

Segundo Moulding (2010), a aplicação correta desta metodologia poderá representar uma eficaz ferramenta para eliminar causas dos 7 *Muda* abordados no *lean manufacturing*. Algumas vantagens desta aplicação são o aumento da produtividade, a melhoria da qualidade e da segurança e a inclusão de princípios essenciais de gestão e controlo visuais (Chiarini 2013).

Contudo, a implementação dos 5S está sujeita a fenómenos de resistência à mudança, que deverão ser ultrapassados através da formação, motivação e envolvimento de toda a organização desde a gestão de topo ao operário de chão de fábrica (Hirano 1995), clarificando os benefícios desta técnica.

A metodologia 5S compreende 5 etapas de que as iniciais da sua designação em japonês dão o nome à ferramenta 5S: *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu* e *Shitsuke*. As etapas contidas são as seguintes, por ordem de implementação:

#### ***Seiri*:**

Nesta primeira etapa, denominada *Seiri* que significa “escolher e separar”, pretende-se a separação dos materiais necessários e desnecessários à atividade operacional do posto de trabalho e a posterior remoção dos materiais classificados como desnecessários. Ferramentas, matérias-primas e *stock* de produtos defeituosos são exemplos frequentes de materiais existentes nos postos de trabalho não necessários à sua laboração diária. A remoção destes materiais permite a disposição apenas dos materiais necessários, a redução do tempo despendido pelo operador em movimentações e um melhor controlo visual do posto de trabalho.

#### ***Seiton*:**

*Seiton* significa “arrumar” e, como tal, esta segunda etapa tem como objetivo a arrumação do posto de trabalho, após a remoção dos materiais desnecessários à sua atividade na etapa precedente. A organização da estação de trabalho é feita através da análise da frequência de uso de cada material e posterior arrumação em local apropriado à sua utilização, minimizando o tempo e esforço empregues na procura ou deslocação de materiais. O *output* desta etapa deverá ser a arrumação dos materiais num lugar conhecido por todos, visível e de fácil e rápido acesso, permitindo uma utilização mais eficaz e intuitiva.

### ***Seiso:***

Na etapa *Seiso*, que significa limpeza, inspeção e manutenção, é levada a cabo uma limpeza profunda do posto de trabalho e dos materiais que o constituem. A atividade de limpeza deve ser suportada por uma observação dos métodos de limpeza empregues assim como das fontes de sujidade, de forma a permitir ações preventivas no futuro. No final desta etapa as condições de limpeza deverão estar asseguradas e todos os colaboradores deverão estar cientes da importância das mesmas, melhorando o ambiente de trabalho.

### ***Seiketsu:***

A quarta etapa, denominada normalização, pretende garantir a padronização das condições implementadas nos postos de trabalho nas três etapas anteriores. Esta etapa assume especial relevância na medida em que as três etapas precedentes poderão revelar-se infrutíferas caso esforços não sejam feitos para garantir que estes processos integram a rotina diária da organização. Assim, torna-se essencial a criação de normas que permitam aos colaboradores saber o que fazer, quando e como. A normalização pode recorrer à criação de normas de trabalho, mecanismos de verificação e controlo, entre outros.

### ***Shitsuke:***

A última etapa visa a introdução de disciplina e é, portanto, considerada a etapa de mais difícil implementação. Esta etapa pretende inculcar uma cultura de autodisciplina entre os colaboradores, transmitindo-lhes autonomia e responsabilidade relativa ao cumprimento das normas estabelecidas na etapa anterior. De forma a testar o envolvimento dos colaboradores e a correta implementação dos 5S, a organização deverá realizar auditorias periódicas. Contudo, uma adequada e sustentável implementação dos 5S carece da explanação, por parte da gestão, da importância da implementação desta metodologia para o ambiente de trabalho da empresa.

## **2.1.2.1 Gestão Visual**

A gestão visual tem como principal objetivo a transparência e a comunicação, concisa e clara, da correta execução dos processos. Todos os intervenientes no processo produtivo devem-se munir de uma visão abrangente das restantes atividades, proporcionada pela gestão visual (Jones e Womack 1996). Uma visualização expressiva expõe os problemas organizacionais e permite a devida ação corretiva e, posteriormente, uma ação preventiva.

Esta ferramenta *lean* permite a identificação imediata do estado de um determinado processo assim como a comparação do desempenho atual de um processo, equipamento ou operador com o desempenho esperado (Liker 2004), através da clareza nos processos e problemas produtivos, e no constante esforço coletivo visando a melhoria contínua (Parry and Turner 2006).

O recurso a imagens, códigos de cores, gráficos, sistemas luminosos, marcações horizontais e verticais ou a identificação de processos ou equipamentos, entre outros, representa o uso prático desta ferramenta visual e a exposição intuitiva, e acessível a todos, de informação pertinente para o funcionamento da organização.

A utilização de recursos visuais permite à organização o envolvimento informado dos seus colaboradores, em concordância com os valores da empresa, no processo produtivo, incentivando a partilha de soluções inovadoras e criativas (Liff and Posey 2004).

## 2.2 Pareto

O princípio de Pareto, desenvolvido por Vilfredo Pareto (1848 - 1923), aponta que um número reduzido de itens poderá ter um contributo elevado para um determinado efeito e um elevado número de itens poderá representar um menor contributo (Jacobs and Chase 2013). Este princípio, útil na definição de prioridades, encontra-se relacionado com a definição da curva ABC, que aponta que um pequeno número de produtos (cerca de 20%) consome o maior número de recursos (cerca de 80%). Em 1950, Joseph Juran aplicou o princípio de Pareto à qualidade de um produto, afirmando que 80% dos defeitos eram devidos a 20% das causas (Zairi 1991).

Assim, torna-se vantajosa a classificação dos produtos em três grupos (A, B ou C) de acordo com a sua relevância relativa ao projeto em causa. O grupo A engloba os artigos de maior importância e o grupo C os mais irrelevantes.

## 2.3 Teoria das Restrições

A Teoria das Restrições, em inglês *Theory of Constraints* (TOC), é uma metodologia que visa encontrar o fator limitador de uma linha produtiva e de seguida melhorar sistematicamente o desempenho deste, melhorando o desempenho global da linha consequentemente, até que este deixe de ser o fator limitador. Num sistema produtivo, o fator limitador nomeia-se *bottleneck*. Esta metodologia desenvolvida por Goldratt é uma técnica de resolução de problemas aplicável em bastas áreas de negócios (Jacobs and Chase 2013). Esta teoria serve-se de “5 *Focusing Steps*”:

1. Identificar a restrição (fator limitador) do sistema;
2. Analisar e melhorar o desempenho da restrição do sistema;
3. Alinhar o restante sistema com a capacidade do *bottleneck*;
4. Elevar a restrição do sistema (se necessário, adquirir mais equipamentos similares);
5. Caso a restrição tenha sido removida, voltar ao primeiro passo e não permitir que a inércia represente uma restrição. Este ciclo deverá repetir-se continuamente – processo de melhoria contínua.

Segundo esta teoria, “uma hora economizada no *bottleneck* adiciona uma hora a todo o processo produtivo”, enquanto que “uma hora economizada numa atividade não limitadora constitui uma miragem e apenas adiciona uma hora ao seu tempo de folga”. Apenas através do aumento do fluxo produtivo do *bottleneck* poderá ser alcançado o aumento do fluxo produtivo global (Goldratt and Cox 2004).

### 3 Caracterização da Situação Inicial

Este capítulo prende-se com a apresentação do processo produtivo da TMG AT que suportará a sua posterior análise crítica.

#### 3.1 Processo Produtivo da TMG AT

A TMG Acabamentos Têxteis S.A. situa-se numa fase final do processo produtivo têxtil, correspondente à fase precedente à produção de vestuário. A empresa recebe a matéria-prima (tecido/malha) e confere-lhe o tratamento especificado pelo cliente, apresentando-se assim como uma empresa prestadora de serviços.

A produção labora sob o regime *make-to-order* (MTO) devido ao facto das matérias-primas sujeitas a tratamento serem provenientes do cliente e da diversa gama de tratamentos passíveis de lhe serem aplicados, impossibilitando um regime de produção *make-to-stock* (MTS).

Os tecidos e malhas tratados pela TMG AT podem ser diversamente constituídos, consistindo as misturas fibras celulósicas e poliéster, as fibras puramente celulósicas ou misturas de fibras celulósicas e poliamida nas combinações mais comuns, não sendo as fibras puramente sintéticas tratadas pela empresa. Além da constituição, as matérias-primas são ainda classificadas em tinto em peça, tinto em fio ou brancos. Os artigos tinto em peça são tecidos e posteriormente tingidos e acabados na TMG AT. Os produtos denominados tinto em fio são produtos que sofreram tingimento prévio à tecelagem, tal como os tecidos utilizados no fabrico de camisas, e que normalmente apresentam um padrão formado pelas diferentes colorações do fio tecido. Os artigos brancos são aqueles que não sofrerão tingimento e poderão dar origem a diversos graus de branco, como por exemplo o branco ótico.

Os processos produtivos diferem de acordo com a matéria prima, tecido ou malha, e respetiva composição, existindo diferentes sequências produtivas e secções para cada grupo de processos e tipo de matéria-prima. A cada lote de produção, com um caderno de encargos específico, denomina-se cavalete.

No presente projeto será apenas analisada a atividade respeitante aos tecidos. Nestes processos específicos, a empresa serve-se de três secções distintas para conferir novas propriedades aos artigos: i) preparação, ii) tinturaria e iii) acabamentos. O sistema rege-se pelo sistema de produção *push*, tendo este início na secção de preparação e sendo progressivamente repercutido ao longo das diferentes secções. Neste sistema a informação e o fluxo produtivo apresentam o mesmo sentido, sendo este o da cadeia de valor.

Na secção de preparação, o tecido sofre tratamentos físicos e químicos, dependentes do tipo de matéria-prima e dos processos a que será sujeito nas secções de tinturaria e acabamentos, que promovem a remoção de impurezas provenientes do

processo de tecelagem e a eficácia das operações futuras. As seguintes operações podem ser destacadas no processo de preparação:

- **Desencolagem:** tem como principal objetivo eliminar os compostos acrescentados ao tecido aquando da encolagem (processo de aplicação de compostos que conferem maior resistência ao tecido durante a tecelagem).
- **Gasagem:** visa tornar o tecido uniforme, eliminando pontas de fibras proeminentes no tecido e prevenindo defeitos nas secções futuras.
- **Mercerização:** tratamento de artigos constituídos unicamente por algodão ou por misturas de algodão, recorrendo a soda cáustica, conferindo um maior poder de absorção de cor (no posterior processo de tingimento), maior resistência à tração e estabilidade dimensional.

A secção de tinturaria é responsável pelo processo, denominado tingimento, de conferir a cor especificada ao tecido, em uniformidade e com solidez. Este processo tem início com a imersão do produto numa solução ou dispersão de corante, designado por banho de tingimento, e conta com as seguintes fases:

- **Montagem:** deslocação das partículas do corante, na fase líquida, até ao material e sua ligação à superfície do mesmo;
- **Difusão:** Penetração do corante no interior da fibra têxtil;
- **Fixação:** Ligação do corante à fibra.

A sequência de operações realizada por cada produto depende da sua matéria-prima, das especificações do cliente e da gama de corantes utilizada. Este departamento produtivo será detalhadamente apresentado na divisão seguinte deste documento, uma vez que o projeto foi realizado ao abrigo desta secção.

O primeiro controlo de qualidade, denominado internamente como 1ª Revista, tem lugar após a tinturaria, verificando a qualidade e uniformidade da cor do tecido, entre outras características especificadas no caderno de encargos. Este controlo é feito por amostragem, salvo em casos excecionais em que todo o lote é analisado em máquinas de revista. No caso de amostragem, a recolha da amostra é feita na última máquina da sequência produtiva e esta é posteriormente encaminhada para a 1ª Revista onde será examinada. A secção de 1ª Revista recorre frequentemente a serviços do laboratório de tinturaria, de forma a ensaiar, por exemplo, na amostra recolhida o acabamento a que o produto será submetido na secção seguinte. Este controlo garante que o tecido avance para a secção de acabamentos validado como conforme e pronto para ser acabado.

A secção de acabamentos, por sua vez, intenta conceder características previamente especificadas ao tecido pré-acabado, através de processos químicos e mecânicos, relacionadas com manuseamento, uso, conservação e limpeza.

O segundo controlo de qualidade, feito através de uma inspeção a 100%, é realizado no final de todo o processo produtivo e recorre também a testes físicos e químicos sobre uma amostragem para atestar se o tecido se encontra de acordo com o respetivo caderno de encargos. Este controlo tem como designação 2ª Revista. Em caso de não conformidade, o tecido é reprocessado através de uma sequência de operações definida com base no defeito encontrado. Numa situação de impossível recuperação, o tecido é vendido a preços mais baixos a terceiros (se o tecido for oriundo da empresa de tecelagem do grupo TMG) ou aguarda decisão do cliente.

A Figura 3 ilustra duas sequências produtivas expondo a complexidade do sistema produtivo. A sequência ilustrada a cor vermelha corresponde a um artigo de referência 3X151, acabamento TJ04 e cor 2T51F. A cor cinzenta retrata um artigo de referência

32833, acabamento ME02 e cor 2ME44. As sequências ilustradas, através de diferentes cores, são duas possibilidades entre mais de 40.

Numa fase final, o cavalete é dividido em pequenos lotes, com um número especificado de metros, etiquetado e embalado. A expedição de produtos acabados é feita diariamente.

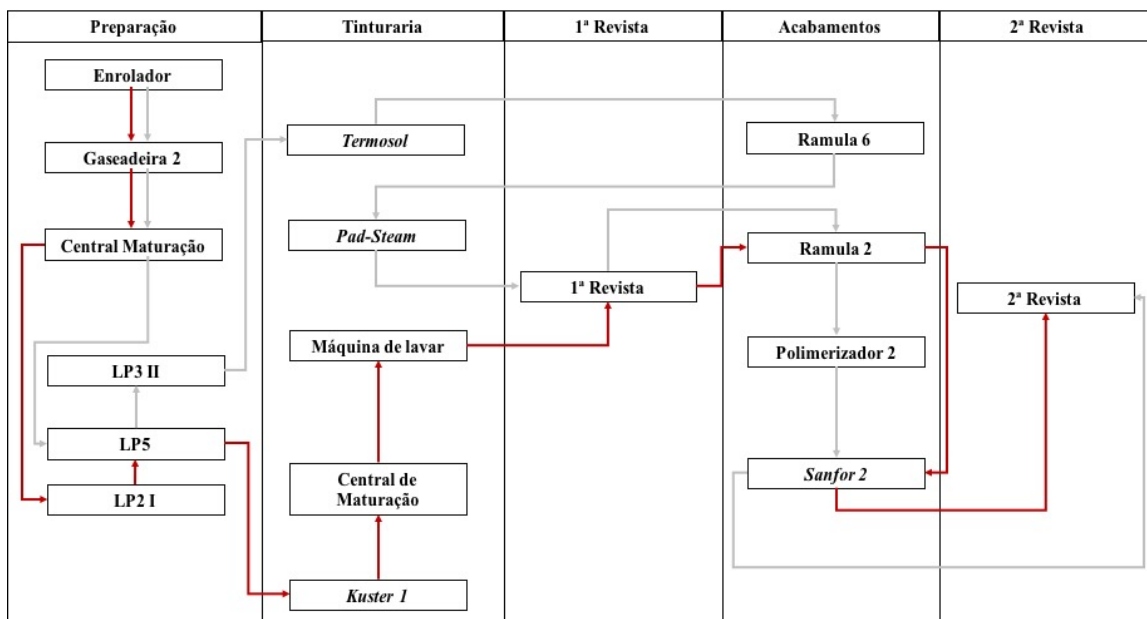


Figura 3 - Exemplos de sequências produtivas

Na secção de tecidos o artigo mais representativo é o tinto em peça e correspondeu, no ano de 2016, a cerca de 45% da produção total desta secção. A procura média diária deste artigo foi de 27000 metros, tendo sido obtido este valor através da procura anual e do número de dias de trabalho em 2016.

Relativamente ao *lead time* produtivo, este varia de acordo com o artigo, existindo um prazo internamente definido, o qual é comunicado ao cliente. No caso do artigo tinto em peça este prazo é de 19 dias úteis, aproximadamente quatro semanas, distribuído pelas três secções da seguinte forma: uma semana em preparação, duas semanas aproximadamente (9 dias úteis) em tinturaria e uma semana em acabamentos. Contudo, a empresa não tem sido capaz de cumprir sempre este prazo estipulado internamente, apresentando uma taxa de entregas ao cliente dentro do prazo em 2016. A secção de preparação registou uma taxa de cumprimento de prazo de 48% (Figura 4) enquanto que a tinturaria se destaca por apresentar o maior incumprimento de prazos internos de secção, em 2016, com uma taxa de cumprimento de 39% (Figura 5). Por outro lado, a secção que apresenta maior taxa de cumprimento foi a de acabamentos, com uma taxa de cumprimento de 73% (Figura 6).

□ 1 semana □ 2 semanas □ 3 semanas □ ≥ 4 semanas

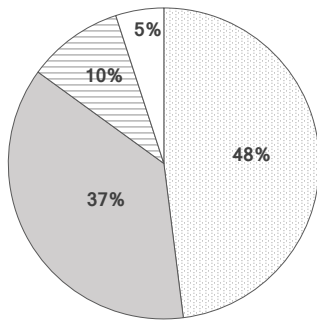


Figura 5 - Tempo médio na preparação (2016)

□ ≤ 2 semanas □ 3 semanas □ 4 semanas □ > 4 semanas

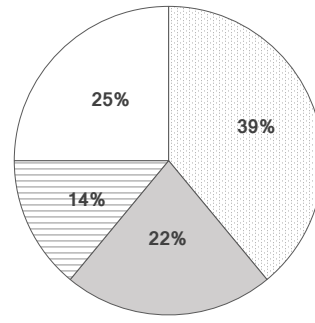


Figura 4 - Tempo médio na Tinturaria (2016)

□ 1 semana □ 2 semanas □ 3 semanas □ ≥ 4 semanas

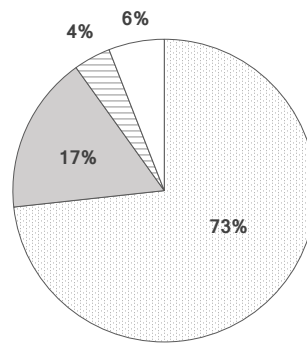


Figura 6 - Tempo médio nos Acabamentos (2016)

A secção de tinturaria foi selecionada para análise uma vez que o seu processo produtivo representou mais de 50% do *lead time* produtivo do artigo TP em 2016. Esta secção apresenta densos fluxos de informação e tempos de espera por uma decisão, que dificultam a fluidez do processo e provocam o estrangulamento deste. Estes tempos devem-se a todo o processo de estudo, reprodução e análise de cor no laboratório de tinturaria, que carecem de uma decisão final, interna ou externa (no caso de esta ser tomada pelo cliente).

### 3.2 A tinturaria da TMG AT

O artigo previamente preparado é encaminhado para a secção de tinturaria com a finalidade de lhe ser conferida a cor especificada pelo cliente. A sazonalidade do processo produtivo desta secção no ano 2016 encontra-se representado na Figura 7 e deverá ser considerada na análise.



Figura 7 - Metros processados na secção de tinturaria em 2016

A partir da análise da Figura 7 verifica-se que existe variabilidade produtiva entre os diferentes meses e que os meses de março, julho, setembro, outubro e novembro representam os meses de maior processamento. Contrariamente, o mês de agosto representa a menor produção nesta secção, dado o período de férias. Esta secção está dividida em três subsecções interdependentes: o laboratório de tinturaria, as cozinhas de tinturaria e a área produtiva.

O laboratório de tinturaria garante o estudo, a reprodução e o controlo de cores, através da escolha da gama de corantes a utilizar e consequentemente o processo de tingimento associado, tendo em conta as especificações pretendidas do produto final. O laboratório é também responsável por executar ensaios de tingimento ou acabamento no tecido, em pequena escala, testes químicos à cor antes desta ser utilizada para impregnar o tecido e por controlar a conformidade dos corantes utilizados.

As cozinhas de tinturaria têm como função a preparação de banhos de tingimento, através de receitas previamente definidas pelo laboratório de tinturaria, e o envio destes para a área produtiva.

O fluxograma dos fluxos produtivos e de informação decorrentes nesta secção é exposto na Figura 8.

A área produtiva é a unidade responsável por conferir, efetivamente, a cor especificada pelo cliente ao tecido. Esta secção conta com 9 equipamentos produtivos (1 *Termosol*, 1 *Pad-Steam*, 3 *Jiggers*, 2 *Kusters* e 2 Máquinas de Lavar), que executam os processos de tingimento. Apenas uma máquina de lavar será considerada, visto que a outra se encontra em processo de descontinuação. O processo de tingimento serve-se também de equipamentos da secção de acabamentos, as ramulas.

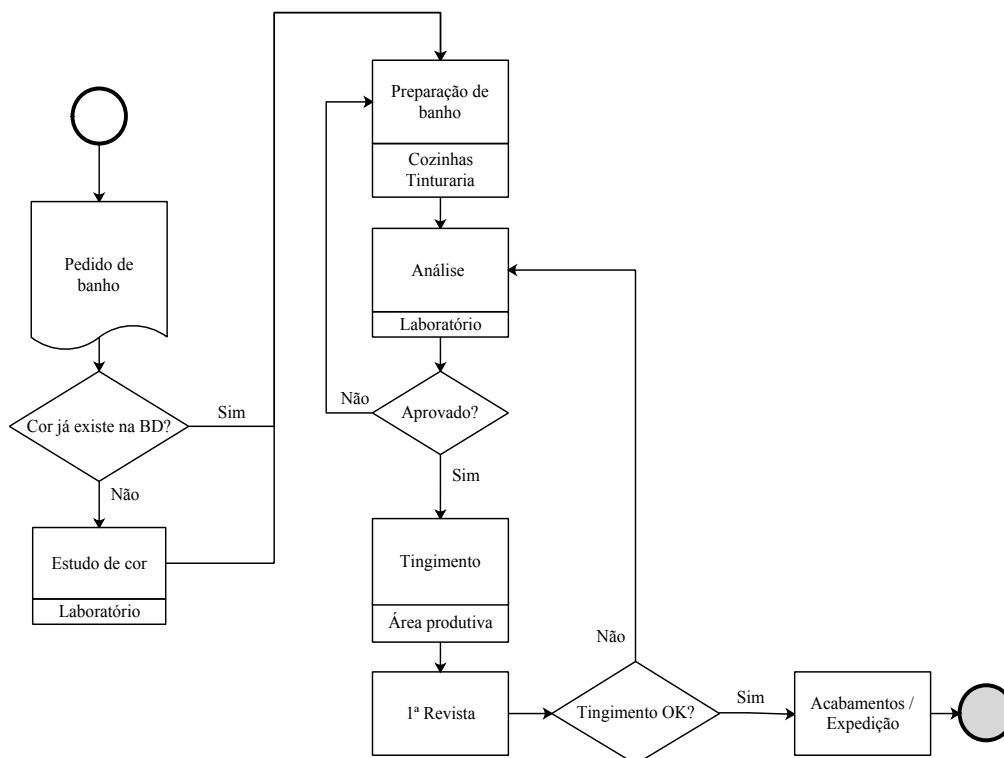


Figura 8 - Fluxograma do processo produtivo

A escolha da gama de corantes a utilizar é orientada pela matéria-prima, cor, solidez, brilho, acabamento final e outras especificações do produto final pretendido. As fibras puramente celulósicas podem ser tingidas com corantes reativos, sulfurosos ou

cuba, as misturas de fibras celulósicas e poliéster com corantes dispersos e reativos, sulfurosos ou cuba e, por fim, as misturas de fibras celulósicas e poliamida com corantes reativos e ácidos. A seleção do processo de tingimento, feita de acordo com a gama de corantes selecionada, tem em conta a reprodutibilidade e uniformidade da cor, a qualidade e a economia do processo. As possíveis sequências produtivas, de acordo com a matéria-prima e a gama de corantes, são expostas na Tabela 1 onde a numeração árabe representa a ordem sequencial de cada processo na área produtiva.

Tabela 1 - Sequências de operações de acordo com a matéria-prima e corantes

		Nº Sequência	Termosol	Jigger	Ramula	Pad- Steam	Kuster	C. Maturação	Máq. Lavar
100% fibras celulósicas	Reativos	I					1	2	3
	Sulfurosos	IV				1			
	Cubas	VI	1			2			
Misturas Poliéster/ Celulósicas	Dispersos-cuba	II	1		2	3			4
	Dispersos-reativos	III	1		2		3	4	5
			1		2	3	4	5	6
Misturas Poliamida/ Celulósicas	Reativos-ácidos	V		1			3	4	2 ; 5

Um tingimento é considerado conforme se, simultaneamente: a cor do tecido for próxima da cor especificada pelo cliente, existir uniformidade da cor entre o início e o fim do cavalete, existir uniformidade da cor nas ourelas e centro (orelas são definidas como as regiões extremas do tecido e centro como a parte central deste), a solidez da cor do artigo corresponder às normas previamente especificadas e o tecido não apresentar qualquer tipo de vinco, mancha, quebra ou pinta.

### 3.2.1 Análise de Pareto

As sequências produtivas acima mencionadas foram analisadas e foi realizada uma análise de Pareto aos valores de produção (em metros) de cada uma, visando determinar as sequências que geravam um maior volume produtivo e, conseqüentemente, seriam mais representativas da secção de tinturaria.

Os dados utilizados correspondem à produção anual de artigos tinto em peça do ano 2016. A empresa não efetua o registo da sequência produtiva (sequência de máquinas que o cavalete percorre) levada a cabo por cada cavalete, como sequência-padrão, o que dificulta a análise da rastreabilidade do produto na medida em que uma mesma máquina pode fazer parte de distintas sequências de produção. Apenas existe o registo da quantidade produzida por máquina, não existindo discriminação desta por sequência executada. Contudo, através de parâmetros presentes nas fichas técnicas foi possível filtrar as quantidades produzidas em cada uma das diferentes sequências.

Posteriormente, os dados relativos à produção anual de cada sequência foram obtidos e agrupados em 3 grupos distintos segundo a regra ABC, sendo o primeiro grupo aquele que engloba, pelo menos, 80% das ocorrências, o segundo representante de cerca de 10% destas e o último aquele que engloba as ocorrências mais fortuitas.

Os dados relativos à produção por sequência, assim como a sua classificação de acordo com a regra ABC encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 - Produção por sequência produtiva e classificação ABC

		Produção anual em metros	% Produção	% Acumulada	Grupo	% Grupo
Sequência	I	2 574 783,88	44,40%	44,40%	A	85,20%
	II	2 363 255,44	40,75%	85,15%		
	III	563 987,90	9,73%	94,87%	B	9,70%
	IV	154 754,30	2,67%	97,54%	C	5,10%
	V	116 852,00	2,01%	99,56%		
	VI	25 631,20	0,44%	100,00%		
	Total	5 799 264,72				

Após uma breve análise aos dados produtivos é notório o peso relativo das sequências produtivas I e II, representando, cumulativamente, cerca de 85% da produção da tinturaria. A regra 80/20 não é, como é já comum, rigorosamente comprovada neste caso, na medida em que um número reduzido de sequências se propõe a análise. Nesta circunstância, cerca de 33% dos processos correspondem a cerca de 85% da produção da secção.

Neste projeto apenas as sequências I e II serão alvo de estudo detalhado, uma vez que uma potencial melhoria nestas sequências surtirá efeito em 85% das ocorrências.

### 3.2.2 Sequência I - Corantes Reativos

A sequência produtiva I é destinada ao tingimento de fibras 100% celulósicas, com recurso à gama de corantes reativos.

Primeiramente o tecido é impregnado num banho de tingimento, num equipamento denominado *Kuster*, e espremido uniformemente entre dois rolos. O banho de tingimento é enviado das cozinhas de banhos para o *Kuster*, após ter sido previamente analisado e possivelmente retificado no laboratório de tinturaria. Em caso de dúvida, o banho é testado em tecido no laboratório antes de ser enviado para a produção, através de equipamentos similares aos da produção, mas de menores dimensões. Nestes ensaios o artigo percorre a mesma sequência de operações que seguirá na área produtiva.

De seguida, o rolo de tecido é revestido em plástico, de forma a evitar o contacto com o ar e levado até uma central de maturação onde permanece a maturar, durante um tempo médio de 6h. Durante este processo o cavalete encontra-se em constante rotação segundo o seu próprio eixo horizontal, de forma a evitar que o banho impregnado migre por ação da gravidade.

Por fim, o tecido é transportado até à máquina de lavar com a finalidade de ser removido todo o corante que não reagiu com a fibra celulósica e, desta forma, assegurar a estabilidade do tecido perante o processo de lavagem. Esta operação designa-se por ensaboamento. O tecido é seco em cilindros aquecidos a vapor, incorporados na máquina de lavar.

A procura média diária deste tipo de artigo, tendo em conta a produção anual de 2016 e o número de dias de trabalho neste ano, foi de 10.900 metros/dia.

À data de 27 de março de 2017, pelas 9h49m, a sequência apresentava elevados valores de *stock* de WIP a montante da operação de tingimento realizada no *Kuster*, cerca de 67678 metros ou 39 cavaletes, traduzível em aproximadamente 6 dias de trabalho, quando considerada a procura diária do produto (Figura 9).

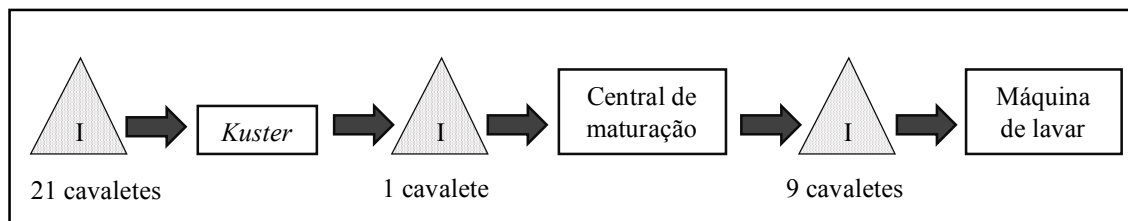


Figura 9 - WIP na sequência produtiva de corantes reativos

### 3.2.3 Sequência II - Corantes Dispersos - Cuba

A sequência produtiva II reserva-se ao tingimento de tecidos compostos por misturas de fibras de poliéster e celulósicas.

O processo de montagem e secagem do corante na fibra, através da impregnação num banho de tingimento, é feito num equipamento denominado *Termosol*. De seguida o tecido é transportado para um equipamento pertencente à secção de acabamentos, a *Râmula*, com o objetivo de termofixar (processo de fixação, através da ação da temperatura, do corante disperso às fibras de poliéster).

O processo seguinte tem como finalidade o tingimento das fibras celulósicas com corantes cuba e designa-se por desenvolvimento. Esta operação tem lugar num equipamento denominado *Pad-Steam*, em condições de operação específicas, dada a grande capacidade de migração desta gama de corantes. Neste processo ocorre a difusão e fixação do corante cuba. O processo de lavagem, que extrai do tecido todo o corante que não reagiu com as fibras, ocorre na máquina de lavar, assim como o processo de secagem do artigo.

A procura média diária deste tipo de artigo, tendo em conta a produção anual de 2016 e o número de dias efetivos de trabalho neste ano, foi obtida com o valor de 10.000 metros/dia.

A Figura 10 ilustra a sequência produtiva deste artigo assim como os inventários WIP a 27 de março de 2017, pelas 9h49m. O valor de inventário de produtos WIP a montante do *Termosol* assume um valor elevado (72672 metros, 31 cavaletes), à data de análise, e equivalente a mais de 7 dias de trabalho, tendo em conta a procura média diária. Contudo, existe também um elevado *stock* de produtos semiacabados em espera para iniciar o processo de termofixação na *Ramula*, com o valor de 22 cavaletes correspondentes a 48475 metros, devido à partilha deste equipamento entre as várias secções da fábrica (preparação, tinturaria e acabamentos). Os dados são apresentados em número de cavaletes dada a diversidade de número de metros de cada cavalete.

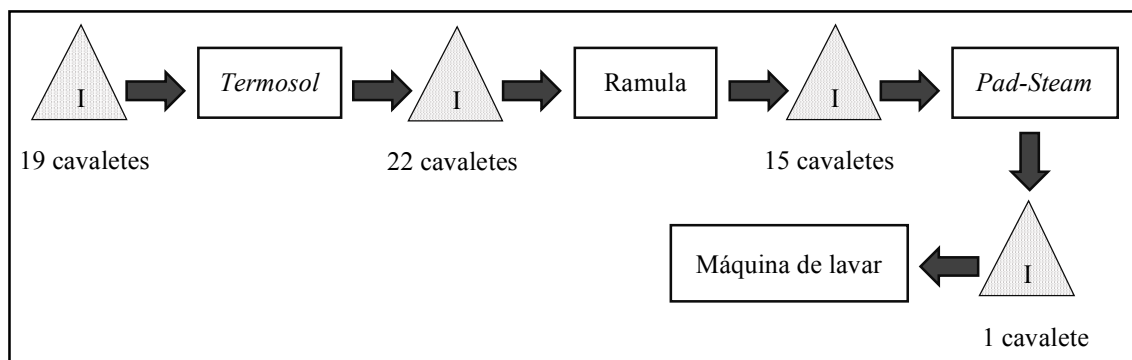


Figura 10 - WIP na sequência produtiva de corantes dispersos-cuba

Após a análise dos inventários presentes na linha produtiva, foi calculado o *uptime* dos equipamentos presentes na sequência produtiva e que possuíam maior inventário a montante. O *uptime* foi calculado através da divisão do tempo de operação dos equipamentos pelo tempo disponível para produção, tendo deste último sido excluído tempos de paragens para refeições e tempos despendidos em ações de manutenção preventiva. Os resultados, obtidos através dos dados produtivos do ano 2016, revelam capacidade produtiva não utilizada e constam da Tabela 3:

Tabela 3 - *Uptime* dos equipamentos

	<i>Termosol</i>	<i>Kuster 1</i>	<i>Kuster 3</i>
<i>Uptime (%)</i>	36,57	27,91	18,19

Adicionalmente, o inventário “bloqueado” no laboratório assim como o WIP a montante do primeiro equipamento produtivo de cada uma das sequências em análise foram considerados (Tabela 4).

Tabela 4 - WIP de cada sequência produtiva

<i>Sequência</i>	WIP Laboratório	WIP a montante do 1º equipamento produtivo
<i>I</i>	20 cavaletes	21 cavaletes
<i>II</i>	10 cavaletes	19 cavaletes

Após a recolha de dados relativos ao *uptime* dos equipamentos e dos respetivos inventários de WIP, foi realizada uma reunião com os responsáveis pela secção de tinturaria onde se discutiram estes dados. Assim, apesar do laboratório apresentar menor inventário que os equipamentos produtivos, definiu-se como objetivo a diminuição do *lead time* decorrente entre a preparação de um banho e a tomada de decisão acerca deste, através da intervenção direta no laboratório. Esta decisão prende-se com o fato de os inventários a montante dos equipamentos produtivos sofrerem uma grande variação ao longo da semana, uma vez que estes equipamentos não laboram todos os dias da semana, como é retratado no seu *uptime*. Desta forma, o seu WIP tende a aumentar até o equipamento iniciar a sua atividade, depois diminui com o decorrer do processo produtivo e volta a aumentar quando este é desligado. Contrariamente, o WIP do laboratório tende a manter-se constante ao longo do tempo, laborando 24h por dia.

### 3.3 Laboratório de Tinturaria

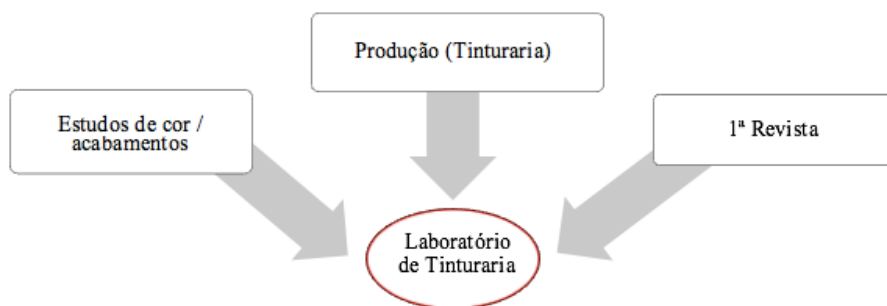


Figura 11 - Fluxos de entrada no laboratório de tinturaria

O laboratório de tinturaria tem como função a prestações de serviços a várias secções intervenientes no processo produtivo, como é possível ver na Figura 11. Ao laboratório são pedidos testes a banhos de tingimento e ou ensaios relacionados com o processo produtivo da tinturaria, também designados por pedidos da produção, ensaios de acabamentos pedidos pela 1ª Revista e pedidos, por parte de entidades externas, de estudos de novas cores e/ou acabamentos. No ano 2016, a percentagem de ocupação do laboratório foi dividida pelos 3 contribuintes da seguinte forma: 54% em estudos de laboratório, 36% em testes/ensaios relativos à produção e 10% dedicados a pedidos da 1ª Revista.

Os processos efetuados no laboratório são diversos e cada secção que interage com o laboratório pode requerer mais do que um serviço diferente. Processos operacionalmente idênticos podem ser pedidos por diferentes secções. Desta forma, tem interesse conhecer a origem do pedido para priorizar as operações a serem efetuadas. O laboratório compreende processos de análise e controlo das áreas de tecidos e malhas, contudo apenas a área dedicada aos tecidos será tida em conta. Cada operador do laboratório encontra-se alocado a tarefas de uma única secção (tecidos ou malhas), possuindo as devidas competências.

#### 3.3.1 Operações no laboratório de tinturaria

O laboratório de tinturaria labora em 3 turnos diários de forma a auxiliar o processo produtivo. Os trabalhadores considerados nesta análise são apenas os que se encontram alocadas à secção de tecidos (Tabela 5).

Tabela 5 - Divisão de turnos no laboratório

<b>Turno</b>	<b>Horário</b>	<b>Nº de colaboradores alocados</b>
<i>1º T</i>	06h00m às 14h00m	2
<i>2º T</i>	14h00m às 22h00m	2
<i>3º T</i>	22h00m às 06h00m	1

Dada a polivalência dos operadores existente em cada turno, não é feita uma alocação pré-definida de operações a cada funcionário. Contudo, existe uma tendência de a operação ser realizada pelo funcionário que, tradicionalmente, obtém uma maior

produtividade na sua realização. Os operadores mencionados acima são responsáveis pela prestação dos principais serviços do laboratório:

### **1) Controlo na receção de matérias-primas**

O laboratório age como entidade responsável pelo controlo de matérias-primas entregues à TMG AT. Em caso de não conformidade o laboratório deve reportar a situação e caso a responsabilidade seja do fornecedor, a este deverá ser pedida a respetiva ação corretiva. Assim, as matérias-primas, tais como corantes e outros reagentes, poderão ser substituídas e, quando, devidamente aprovadas, deverão ser encaminhadas para o armazém respetivo. Este controlo é feito através de medições e testes.

### **2) Controlo de banhos de tingimento**

Assim que um banho de tingimento acaba de ser preparado nas cozinhas de tinturaria, uma amostra é enviada para o laboratório com a finalidade de serem medidos os parâmetros de cor e comparados com as especificações constantes da ficha técnica do artigo. Se esta medição revelar valores conformes, o banho é aceite e aguarda ordem para ser enviado para o equipamento onde o tingimento será efetuado. Caso o banho apresente parâmetros não conformes, este será retificado. Depois de retificado, o banho regressa ao laboratório para efetuar novo controlo de cor.

### **3) Ensaios de processos**

Em alguns casos torna-se relevante ensaiar o processo de tingimento e/ou acabamento do tecido, por precaução, antes de o efetuar em grande escala. Estes ensaios são realizados no laboratório, em máquinas idênticas às utilizadas nos processos de tingimento e acabamento na área produtiva, mas em menores dimensões. Desta forma, uma amostra de tecido é ensaiada (tamanho A4) e averigua-se se é necessária alguma correção ao banho. No final, o responsável pela secção decidirá se rejeita o ensaio, despoletando um processo de retificação, ou se o aceita, dando autorização de se iniciar o processo de tingimento ou acabamento.

O primeiro controlo de qualidade realizado após a secção de tinturaria (1ª Revista) pode requerer também ensaios de processos de acabamento de modo a prever se possíveis incorreções decorrentes na tinturaria se tornam irrelevantes no final de todo o processo produtivo.

### **4) Estudo de cores**

Assim que um pedido de cor chega ao laboratório, é verificado se esta já tem uma receita atribuída e, portanto, se consta da base de dados da empresa. Caso esta cor não tenha qualquer registo na base de dados, são levados a cabo testes e ensaios de forma a obter a cor pretendida. Uma amostra de tecido tingido com a cor obtida poderá ser enviada para aprovação do cliente. Quando a cor é aprovada é-lhe atribuído um código de cor e a respetiva receita é inserida na base de dados.

As operações realizadas no laboratório utilizam diferentes equipamentos, não implicando indisponibilidade de realização de diferentes testes. Estas operações assim como os respetivos tempos médios de execução são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Operações e respetivos tempos médios

Código Operação	Processo	Origem do pedido	Tempo médio / operação
A1	Tingimento Reativos	Estudo de laboratório	25 min + maturação
A2		Produção	10 min + maturação
B	Ensaboamento de Ensaios	Laboratório/Produção	7 min
C1	Tingimento Dispersos	Estudo de laboratório	25 min
C2		Produção	15 min
D1	Tingimento Dispersos-Cuba	Estudo de laboratório	30 min
D2		Produção	30 min
E1	Tingimento Cuba	Estudo de laboratório	34 min
E2		Produção	29 min
F1	Tingimento Pigmentos	Estudo de laboratório	12 min
F2		Produção	9 min
G1	Tingimento Raclas	Estudo de laboratório	20 min
G2		Produção	10 min
H	Tingimento Sulfurosos	Estudo de laboratório	18 min
I	Acabamentos	Laboratório/Produção	10 min
J	Análise de banhos	Laboratório/Produção	12 min
K	Preparação de banhos de tingimento	Laboratório/Produção	12 min
L	Controlo de matérias-primas	n/a	15 min

Após a realização de cada teste ou ensaio é necessária uma decisão, por parte do responsável pela tinturaria, tendo em conta os resultados obtidos. O tempo médio de execução de cada teste/ensaio presentes na Tabela 6 engloba o tempo de abastecimento do equipamento e o tempo de execução do procedimento. No caso do tingimento por meio de corantes reativos estes carecem de um tempo médio de maturação de 6h, posterior à realização do ensaio, apenas permitindo tomar uma decisão após este tempo. O processo de tomada de decisão representa o início de um processo de retificação ou a libertação do artigo para a produção. Só existe uma pessoa com competências para tomar a decisão de libertação do artigo, sendo estas resultantes da experiência. Essa pessoa, o decisor, é também responsável pelo planeamento das cozinhas de banhos de tinturaria e labora entre as 9h e as 18h (Figura 12).

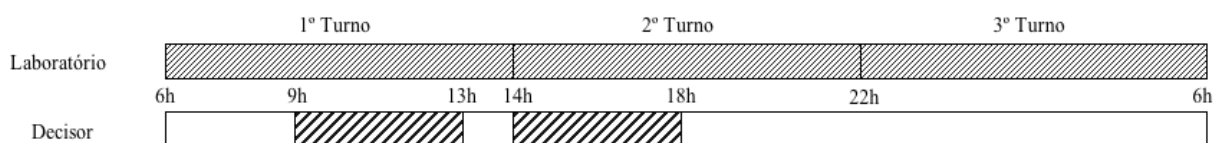


Figura 12 - Tempos de operação do laboratório e respetivo decisor

### 3.4 Planeamento do Laboratório

Atualmente não existe nenhum sistema de informação que permita ao laboratório saber, antecipadamente, a carga de trabalho que terá, assim como o tipo de pedido e a secção que o envia, e planear as suas atividades tendo isso em consideração. Como tal, não é feito um planeamento efetivo deste setor, laborando este através da priorização de pedidos urgentes ou pedidos específicos. Em todo o caso, os testes ou ensaios pedidos pela produção ou 1ª Revista são considerados prioritários. No caso dos pedidos de

ensaios de tingimento de reativos, estes são feitos com máxima prioridade dado o elevado tempo necessário de maturação.

### 3.5 Medição do *Lead Time*

Ao longo de uma semana foi feita a medição dos tempos de espera e de processamento de alguns artigos de cada uma das sequências produtivas consideradas representativas, de forma a quantificar o contributo de cada atividade ou tempo de espera para o tempo total decorrente desde a entrada de um pedido na tinturaria, nas cozinhas de banhos, até este ficar pronto para iniciar o processo produtivo, no *Kuster* ou no *Termosol*. Embora este tempo total não corresponda ao *lead time* da secção de tinturaria, representa o *lead time* do bloco cozinhas de banhos-laboratório-decisão que condiciona o processo produtivo desta secção. O tempo de espera decorrente entre as cozinhas e o laboratório engloba o tempo desde que sai das cozinhas até começar a ser processado no laboratório. O tempo de espera por decisão corresponde ao tempo desde que o artigo termina os testes no laboratório até que uma decisão é tomada. Os tempos de processamento nas cozinhas e no laboratório, correspondem ao tempo no qual ocorreu intervenção direta no produto. Os registos foram feitos manualmente, uma vez que não existe qualquer tipo de sistema de informação nestas operações e o seu período de trabalho (24h) impossibilita um acompanhamento presencial, o que resultou na obtenção de amostras pequenas.

Os valores obtidos para a sequência produtiva I são expostos na Tabela 7:

Tabela 7 - Medição *lead time* sequência I

Nº cavalete	Tempo Cozinhas (hh:mm)	Espera ⌚	Tempo Laboratório (hh:mm)	Espera por decisão ⌚
407078	01:15	00:10	37:00	00:30
405839	00:30	00:10	18:16	03:34
406900	00:20	01:25	06:35	02:00
406963	00:15	00:15	00:10	38:20 (*)
405983	00:20	00:10	00:05	00:55
406901	00:30	00:21	00:15	01:45
406579	00:34	00:32	17:00	00:57
405971	00:32	00:25	20:00	02:25
Média ( $\bar{x}$ )	00:32	00:26	12:25	01:44
Desvio-padrão (s)	00:17	00:24	12:15	01:22
Tempo médio em processamento	12:57			
Tempo médio em espera	02:10			
<b><i>Lead time</i></b>	<b>15:07</b>			

No caso da sequência de corantes reativos, o *lead time*, correspondente ao conjunto de operações cozinhas-laboratório-tomada de decisão, é composto por um tempo médio de processamento de 12 horas e 57 minutos e por um tempo de espera

médio de 2 hora e 10 minutos, totalizando 15 horas e 7 minutos. Contudo é notável a dispersão dos tempos obtidos. Era expectável que o tempo decorrente entre a saída do artigo das cozinhas de banhos e a sua entrada no laboratório sofresse menor dispersão na medida em que corresponde apenas ao transporte do artigo, feito em *one-piece-flow*, e ao tempo de espera até ser processado. O tempo de permanência no laboratório é o que representa dados mais dispersos, o que era já expectável, visto que um artigo pode apenas executar uma leitura de banho ou executar um ensaio de tingimento que carece de tempo de maturação. Estas duas situações foram tratadas de forma conjunta uma vez que apenas no momento é decidido a que tipo de operação será sujeito o artigo. No cálculo do tempo médio decorrente entre a saída do laboratório e a tomada de decisão, não foi considerado o valor de 38 horas e 20 minutos pois este representa um atraso do tecido causado pela avaria de uma máquina na secção de preparação. O desvio-padrão tão elevado relativamente à média do tempo de espera pela decisão calculado em 1 hora e 22 minutos, face a 1 hora e 44 minutos de média, demonstra a dispersão que o processo de tomada de decisão sofre ao longo da jornada de trabalho, não existindo um horário pré-determinado para a ocorrência deste processo.

Relativamente ao *lead time* da sequência II, tingimento por corantes dispersos-cuba, os dados obtidos são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 – Medição *lead time* sequência II

Nº cavalete	Tempo Cozinhas (hh:mm)	Espera ⌚	Tempo Laboratório (hh:mm)	Espera por decisão ⌚
405871	00:35	00:10	03:15	00:45
405873	01:40	00:10	02:40	03:00
406903	01:30	00:10	01:15	00:15
406902	01:32	01:03	01:40	00:20
406932	03:15	00:10	01:00	01:40
Média ( $\bar{x}$ )	01:42	00:20	01:58	01:25
Desvio-padrão (s)	00:51	00:21	00:51	01:12
Tempo médio em processamento	03:40			
Tempo médio em espera	01:45			
<b>Lead time</b>	<b>05:25</b>			

Analisando os dados relativos ao *lead time* da sequência II, é possível denotar que estes assumem um valor médio de *lead time* inferior ao da sequência I. Isto deve-se essencialmente ao facto de a primeira sequência incluir um processo que carece de um período de maturação, incrementando 6h no *lead time*, e por vezes ocorrer sobreprocessamento, uma vez que este processo não necessita de nenhum equipamento ou operário alocado. Analogamente ao que foi visto na análise dos tempos decorrentes nos artigos tingidos por corantes reativos, os dados mostram-se muito dispersos.

Nesta sequência o tempo médio despendido na preparação de banhos de tingimento nas cozinhas assume um valor mais elevado que na sequência anterior, sendo este justificado pela necessidade de pesagem e adição de um maior número de corantes relativamente aos anteriores. A permanência no laboratório apresenta um valor médio de,

aproximadamente, 2 horas, com um desvio-padrão de 51 minutos indicando a variabilidade de potenciais procedimentos executáveis.

O *lead time* desta sequência é composto por um tempo médio de processamento de 3 horas e 40 minutos e um tempo médio em espera de 1 hora e 45 minutos. Apesar de o *lead time* desta sequência se apresentar significativamente inferior ao da analisada anteriormente, importa referir que o tempo médio em espera de ambas as sequências assume valores bastante próximos.

A amostra obtida para medição dos tempos de ambas as sequências é considerada bastante pequena, influenciando diretamente as medidas de dispersão dos dados, assim como o seu valor médio.

### **3.6 Síntese de problemas**

Nesta secção, serão apresentados os principais problemas detetados durante a análise feita à secção de tinturaria e à empresa em geral. Estes problemas contribuem ativamente para a existência de desperdícios e constituem um entrave à eficiência do processo produtivo, pelo que se revela fundamental a sua análise.

#### **3.6.1 Planeamento individualizado de cada secção**

O planeamento dos três grandes departamentos da empresa, preparação, tinturaria e acabamentos, é feito diariamente e de forma individualizada, com recurso a um sistema produtivo *push*. Esta individualização repercute-se em elevados inventários existentes entre departamentos que permitem o aumento do *lead time* produtivo da empresa. Os elevados inventários existentes permitem ainda a não deteção atempada em caso de não conformidade na medida em que um cavalete produzido na preparação poderá apenas ser processado na tinturaria uma semana depois. Cada departamento tenta atingir o seu fluxo ótimo local, não existindo um planeamento integrado que vise atingir o ótimo global da empresa. Esta otimização por secção deve-se aos elevados custos energéticos e à tentativa de sequenciar trabalhos similares que permitam evitar grandes consumos de energia no aquecimento e arrefecimento de equipamentos. Embora os custos de inventário não englobem o custo da matéria-prima, uma vez que esta pertence ao cliente, um elevado inventário resulta num *lead time* mais elevado.

#### **3.6.2 Registo de processos**

O registo do processo executada por cada equipamento, a cada unidade de tempo, é feito pelo operador do equipamento através do *software* instalado no computador adjacente a este. Os registos executáveis correspondem a processos de trabalho da máquina, processos de *setup*, manutenção, limpeza, avarias e paragens com diversas causas. No entanto, o registo não é controlado e como tal existe a ocorrência de registos de operações que se estendem por períodos anormalmente elevados (fins de semana ou férias) e anormalmente reduzidos (ex.: processamento de um cavalete de 2000 metros em 1 minuto). Contudo, este problema encontra-se já em fase de resolução, através da implementação de um monitor que permite aos responsáveis de secção visualizar em tempo real o programa que está a ser executado em cada equipamento, que por sua vez pressiona os operários a efetuarem registos mais precisos.

### **3.6.3 Falta de planeamento do laboratório de tinturaria**

O laboratório tem como função a prestação de serviços às secções de tinturaria (cozinhas de banho), 1ª Revista e a realização de estudos de novas cores. Contudo não existe planeamento das operações realizadas, internamente no laboratório, de acordo com as prioridades da produção. A dificuldade deste planeamento prende-se inicialmente com a falta de previsão acerca da carga que será atribuída ao laboratório, dada a falta de relação entre secções e representando o laboratório um processo intermédio entre as várias secções.

### **3.6.4 Desorganização do laboratório**

Um aspeto relevante e visível na secção em análise é a desorganização desta e dos postos de trabalhos que a constituem, levando à falta de eficácia do processo. No laboratório de tinturaria é comum a ocorrência de elevados tempos de procura do artigo (tecido) a testar, não existindo uma organização apropriada. Esta desorganização e falta de gestão visual, leva a um elevado tempo decorrente desde que a amostra se encontra testada até à tomada de decisão pelo responsável.

## 4 Propostas de solução e resultados

No presente capítulo serão apresentadas propostas de melhoria para os problemas sintetizados anteriormente, assim como os resultados obtidos na sua implementação.

Tendo em conta o período de realização da dissertação e a importância relativa de cada problema, foram selecionados para análise o planeamento do laboratório de tinturaria e a organização do mesmo. Através da atuação nestes dois parâmetros pretende-se um aumento do poder de resposta do laboratório e, conseqüentemente, uma diminuição do *lead time* decorrente nesta secção.

### 4.1 Padronização do trabalho

A falta de sistema de informação que permita ao laboratório saber, exatamente, a sua carga de trabalho, assim como a hora a que cada artigo se encontrará disponível, dificulta o planeamento do laboratório e potencializa a ocorrência de pedidos urgentes e a execução não otimizada de testes e ensaios.

#### 4.1.1 Desenho de solução

O período de trabalho restrito do decisor (8h diárias), face ao horário de funcionamento do laboratório (24h diárias), alonga o tempo de espera por uma tomada de decisão dos ensaios que ficam prontos durante horários não coincidentes com a jornada de trabalho do decisor. Assim, de forma a minimizar o tempo de espera, foi sugerido que um operador do 3º turno, portador das competências necessárias, analisasse os testes que ficam disponíveis para decisão depois das 18h e durante o seu turno, alargando assim o horário disponível para tomada de decisão (Figura 13).

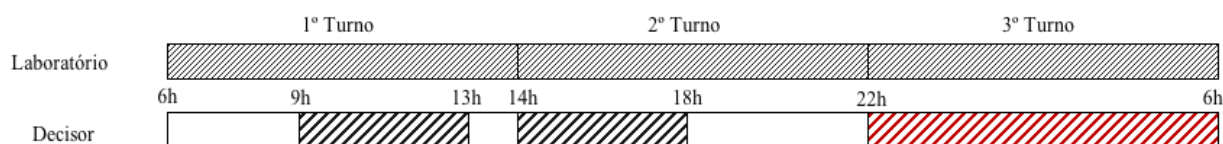


Figura 13 - Novo tempo de operação do decisor

De forma a desenvolver um planeamento do laboratório que potencialize as capacidades de cada colaborador, foi elaborada uma matriz de competências técnicas de cada colaborador. As competências foram atribuídas tendo em conta a existência ou não de formação para realizar uma determinada tarefa, mas também a experiência que o colaborador detém na sua realização. Os dados são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 - Matriz de competências dos colaboradores

Tarefas/Operadores	1º T		2º T		3º T
	Operador 1	Operador 2	Operador 3	Operador 4	Operador 5
A1 e A2	✓✓	✓	✓✓	✓	✓✓
B	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓
C1, C2, D1, D2, E1 e E2	✓	✓✓	✓	✓✓	✓✓
F1, F2, G1, G2 e H	✓	✓✓	X	X	✓
I	✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓
J e K	✓✓	✓	✓✓	✓	✓✓
L	✓✓	✓	✓	X	✓

Legenda: X - Sem formação; ✓ - Com formação, não executa diariamente; ✓✓ - Com formação, executa diariamente

Com vista ao desenvolvimento de um planeamento do laboratório que minimize os tempos de espera ao longo do processo, foi feita uma divisão das operações realizadas no laboratório tendo em conta a possibilidade de ser ou não tomada uma decisão imediata após a realização do teste pelo operador. A divisão é exposta na Tabela 10.

Tabela 10 - Classificação das tarefas consoante o processo de decisão

<i>Código de operação</i>	<i>Tomada de decisão</i>
A1	Imediata
A2	
B	
C1	
C2	
D1	
D2	
E1	
E2	
F1	
F2	
G1	
G2	
H	
I	
J	
K	Não admissível
L	

Considerando as competências de cada colaborador, a natureza de cada tarefa e o período de tempo disponível para tomada de decisão, foi proposto um planeamento do

laboratório. Este planeamento baseia-se na priorização, diferenciada para cada turno, do trabalho a executar por cada trabalhador e pretende maximizar o número de operações que ficam disponíveis para decisão durante o período de tempo disponível do decisor. Nesta regra de planeamento foi concedida prioridade às operações do tipo A1 e A2 sempre que necessário, de forma a permitir que o artigo fosse analisado pelo decisor no mais curto espaço de tempo possível. As operações de preparação de banhos que não permitem o desbloqueio imediato de cavaletes foram alocadas à parte final de cada turno, altura em que não existe nenhum decisor a laborar. As restantes operações foram priorizadas de acordo com a ordem de benefício gerado e com a política de dar prioridade às operações relacionadas diretamente com a produção, mas aglomerando as operações de laboratório sempre que possível fosse, de forma a economizar custos de *setup*.

Adicionalmente, foi sugerido que os colaboradores trabalhassem em equipa, de forma a beneficiar do conhecimento técnico existente e potencializar a aquisição de novas competências entre si. Este trabalho seguiria, igualmente, uma ordem prioritária de trabalhos e permitiria entreajuda na execução das tarefas (por exemplo: enquanto um operário prepara o tecido para um determinado teste, o outro poderia encarregar-se de preparar o equipamento, segundo as condições de operação, para a realização desse mesmo teste). Este método de trabalho foi apenas implementado no segundo turno, no período de realização desta dissertação, de forma a testar a sua aplicabilidade sem comprometer o funcionamento normal do laboratório. Nos restantes turnos, o planeamento proposto prioriza a execução de uma tarefa pelo operador que possui maior experiência na sua execução.

Durante o desenvolvimento do novo planeamento do laboratório foram definidas horas limite para a execução das operações que carecem de um período de maturação e como tal não permitem que uma decisão seja tomada logo após ser realizado o ensaio (códigos de operação A1 e A2). Estes limites não deverão ser rígidos na medida em que se o funcionário estiver a terminar uma tarefa, deverá terminá-la primeiro. Os horários foram dimensionados tendo a hora máxima a que cada teste deveria estar disponível para decisão, o seu tempo de ciclo e o número médio de cada tipo de testes realizados por dia.

O planeamento proposto é apresentado nas Figuras 14 e 15.




1º Turno (06h –14h)				2º Turno (14h –22h)		
						
Operário 1		Operário 2		Operários 3 e 4		
Prioridade	Operação	Prioridade	Operação	Prioridade	Operação	
1º	J	1º	I	1º	B	J
2º	A2 (*)	2º	D1 e D2	2º	D1 e D2	
3º	B	3º	E1 e E2	3º	C1 e C2	
4º	A1 (*)	4º	G1 e G2	4º	E1 e E2	
5º	L	5º	F1 e F2	5º	I	
6º	C1 e C2	6º	H	6º	A1 e A2 (*)	
7º	K			7º	K	
(*) As operações A1 e A2 deverão ser executadas no máximo até às 11h.				(*) As operações A1 e A2 deverão ser executadas apenas a partir das 18h.		

Figura 14 - Proposta de planeamento – parte I


3º Turno (22h –06h)	
	
Operário 5	
Prioridade	Operação
1º	J
2º	A1 e A2 (*)
3º	B
4º	D1 e D2
5º	C1 e C2
6º	E1 e E2
7º	I
8º	K
(*) As operações A1 e A2 deverão ser executadas, no máximo, até às 03h.	

Figura 15 - Proposta de planeamento – parte II

No cenário de planeamento proposto, os funcionários do primeiro turno laboram separadamente, seguindo ordens prioritárias de acordo com o exposto na Figura 14. Por exemplo, o operário 1 do primeiro turno deverá realizar todas as operações J que tenha disponíveis, de seguida realizar as operações A2, cumprindo a sua restrição horária, e se, entretanto, terminar e tiver operações J para realizar, deverá realizá-las, seguindo o mesmo raciocínio para o resto da regra de priorização.

O limite horário estabelecido, às 11h, para a realização das atividades A1 e A2, prende-se com o facto de estas carecerem de um período de maturação de 6h antes da tomada de decisão e deste modo ser possível esta ocorrer durante o mesmo dia, até às 18h. Desta forma, pretende-se que o tempo decorrente até ao processo de tomada de decisão seja reduzido. Analogamente, foram estabelecidos limites horários no segundo e terceiro turnos (Figura 16).

No caso do segundo turno, em que os funcionários trabalham em equipa, a priorização é feita de forma conjunta, isto é, permitindo que ambos estejam a trabalhar na mesma operação, com exceção da primeira prioridade do turno para cada um, visto se tratar de operações que, por serem restritas, impossibilitam trabalho em equipa. Nesta situação qualquer um dos colaboradores poderá realizar a operação B ou J, visto que ambos detêm formação para a sua execução.

A última operação priorizada em cada turno prende-se com a preparação de banhos de tingimento que serão utilizados para ensaios de tingimentos do turno seguinte. Esta proposta pretende aproveitar as últimas horas de cada turno, altura em que não existe nenhum decisor a trabalhar, para adiantar o processo de tingimento do turno que iniciará atividade de seguida. A Figura 16 mostra a sincronia entre a elaboração dos testes e a tomada de decisão. As horas de tomada de decisão referidas são horas padrão, na medida em que a maioria dos testes estarão prontos, segundo o proposto, a essa hora.

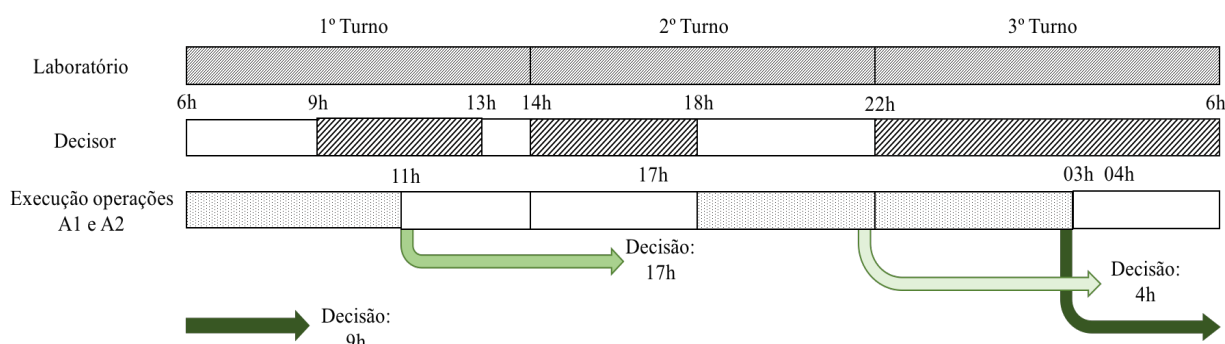


Figura 16 - Processo de tomada de decisão

O estabelecimento de horas limite visa a redução do tempo decorrente entre o término do ensaio em laboratório e a tomada de decisão pelo responsável no caso dos artigos da sequência I. Ao saber que os ensaios serão executados no máximo até um determinado momento, o decisor sabe que terá disponível para decisão esses mesmos ensaios a uma hora pré-definida.

O decisor é também responsável pelo planeamento da área produtiva da tinturaria, o que engloba a programação da preparação de banhos de tingimento nas cozinhas que serão depois enviados para o laboratório para serem testados. Desta forma, espera-se igualmente que o tempo decorrente entre a preparação de um banho nas cozinhas e o início da sua análise no laboratório diminua, na medida em que o responsável saberá o limite horário da execução do ensaio da sequência I no laboratório.

#### 4.1.2 Análise de Resultados

Após aceitação pela administração, as regras de planeamento proposto foram implementadas. Numa fase previa à sua implementação foi dado a conhecer aos funcionários de cada turno o objetivo deste projeto, assim como todas as implicações que este teria em cada turno, de forma a que todos os intervenientes estivessem envolvidos neste processo de mudança.

A mensuração dos resultados desta implementação foi feita através do apuramento dos tempos despendidos em cada processo e em tempos de espera, de forma a existir uma base comparável com o que foi apresentado na situação inicial. Quanto ao tempo decorrido nas cozinhas de preparação de banhos de tingimento é esperado que não sofra modificações significativas.

Os resultados obtidos para a sequência I são apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 - Medição novo *lead time* sequência I

Nº cavalete	Tempo Cozinhas (hh:mm)	Espera ⌚	Tempo Laboratório (hh:mm)	Espera por decisão ⌚
408953	00:15	00:14	06:06	01:20
408500	00:30	00:10	07:40	01:00
408919	00:30	00:12	00:07	00:40
409676	00:55	00:10	01:10	00:30
409717	00:35	00:10	08:40	14:20
409897	00:45	00:10	01:40	16:40
408293	00:25	00:10	08:20	13:40
409674	00:25	00:10	08:30	06:00
Média ( $\bar{x}$ )	00:32	00:10	05:16	06:46
Desvio-padrão (s)	00:12	00:01	03:40	06:59
Tempo médio em processamento	05:48			
Tempo médio em espera	06:56			
<b>Lead time</b>	<b>12:44</b>			

Através da análise dos tempos exibidos na Tabela 11, é possível verificar que os dados se mantêm bastante dispersos. O tempo despendido no laboratório apresenta um valor de desvio-padrão elevado, sendo este causado pela variabilidade inerente aos testes ou ensaios a que o banho de tingimento poderá ser sujeito e à necessidade de um tempo de maturação de alguns destes. O tempo médio de espera por decisão, após o artigo sair do laboratório, assume um valor bastante elevado de desvio-padrão, até mesmo superior ao seu já elevado valor médio, fortemente influenciado pelos valores de 14 horas, 16 horas e 13 horas registados. O registo destes valores foi investigado e prende-se com a ausência de decisão do decisor do 3º turno (entre as 22 horas e as 6 horas). Esta ausência de decisão não implicou a paragem de equipamentos produtivos nos dias em registo. Os dados descritos não foram excluídos de forma a ter em conta nesta análise a inércia encontrada em qualquer processo de mudança.

O *lead time* desta sequência é obtido agora com o valor de 12 horas e 44 minutos, sendo aproximadamente 7 horas deste despendidas em atividades não criadoras de valor, nomeadamente, em tempos de espera.

De forma a facilitar a análise comparativa dos resultados obtidos antes e depois da implementação do planeamento proposto, os dados relativos à sequência I foram sintetizados na Tabela 12.

Tabela 12 - Síntese resultados sequência I

	Medidas	Tempo Cozinhas (hh:mm)	Espera ⌚	Tempo Laboratório (hh:mm)	Espera por decisão ⌚
Situação Inicial	Média	00:32	00:26	12:25	01:44
	Desvio-padrão	00:17	00:24	12:15	01:22
	Tempo médio processamento	12:57			
	Tempo médio em espera	02:10			
	<b>Lead Time</b>	15:07			
Situação Final	Média	00:32	00:10	05:16	06:46
	Desvio-padrão	00:12	00:01	03:40	06:59
	Tempo médio processamento	05:48			
	Tempo médio em espera	06:56			
	<b>Lead Time</b>	12:44			
Diferencial	Média	1,56%	-58,65%	-57,51%	287,83%
	Tempo médio processamento	-55,21%			
	Tempo médio em espera	220,00%			
	<b>Lead Time</b>	-15,77%			

Em síntese, o *lead time* desta sequência foi reduzido em cerca de 16%, contribuindo positivamente para esta diminuição a melhoria do tempo médio de processamento (redução de 55%) e negativamente o agravamento do tempo decorrente até tomada de decisão (aumento superior a 100%). A melhoria do tempo de processamento foi obtida através da melhoria de processo no laboratório, nomeadamente, da implementação de regras de planeamento que permitiram uma melhor coordenação do trabalho neste sector.

De forma análoga, foram medidos os novos tempos de processamento e em espera relativos à sequência II. Os valores obtidos são apresentados na Tabela 13.

Tabela 13 - Medição novo *lead time* sequência II

Nº cavalete	Tempo Cozinhas (hh:mm)	Espera ⌚	Tempo Laboratório (hh:mm)	Espera por decisão ⌚
408534	00:25	01:00	00:25	00:30
409641	01:25	00:10	00:50	01:50
409576	01:25	00:05	01:30	00:32
411234	00:15	00:16	01:15	01:30
407567	01:17	00:15	00:47	00:46
Média ( $\bar{x}$ )	00:57	00:21	00:57	01:01
Desvio-padrão (s)	00:34	00:22	00:25	00:36
Tempo médio em processamento	01:54			
Tempo médio em espera	01:22			
<b>Lead time</b>	<b>03:16</b>			

O LT foi registado com o valor de 3 horas e 16 minutos, sendo este composto por um tempo médio de processamento de 1 hora e 54 minutos e um tempo médio em espera de 1 hora e 22 minutos. O tempo médio de espera representa aproximadamente 42% do LT, sendo o restante despendido em atividades criadoras de valor.

Os dados da situação inicial e final da sequência II são relatados na Tabela 14.

Tabela 14 - Síntese resultados sequência II

	Medidas	Tempo Cozinhas (hh:mm)	Espera ⌚	Tempo Laboratório (hh:mm)	Espera por decisão ⌚
Situação Inicial	Média	01:42	00:20	01:58	01:25
	Desvio-padrão	00:51	00:21	00:51	01:12
	Tempo médio processamento	03:40			
	Tempo médio em espera	01:45			
	<b>Lead Time</b>	<b>05:25</b>			
Situação Final	Média	00:57	00:21	00:57	01:01
	Desvio-padrão	00:34	00:22	00:25	00:36
	Tempo médio processamento	01:54			
	Tempo médio em espera	01:22			
	<b>Lead Time</b>	<b>03:16</b>			
Diferencial	Média	-43,85%	3,16%	-51,27%	-27,35%
	Tempo médio processamento	-48,18%			
	Tempo médio em espera	-21,90%			
	<b>Lead Time</b>	<b>-39,69%</b>			

Em suma, através da análise dos dados, é possível conferir um decréscimo do *lead time* da sequência II em cerca de 40%. Nesta diminuição tiveram influência o menor tempo médio gasto em processamento, equivalente a uma redução de 48% comparativamente à situação inicial, e o menor tempo despendido em atividades não criadoras de valor, traduzível numa diminuição de cerca de 22%.

Os resultados revelam a melhoria do *lead time* definido para análise, em ambas as sequências, contudo sendo essa melhoria mais acentuada na sequência II. Apesar de terem ocorrido diminuições nos tempos de processamento das cozinhas de tinturaria assim como nos tempos de espera até entrar em laboratório, não existiu uma intervenção direta nesta secção que possa sustentar os valores obtidos. Contudo, no caso da sequência I em que foram definidos limites horários, é notório que o planeamento do laboratório através do estabelecimento de prioridades que diferem consoante o turno, modelou o trabalho das cozinhas de tinturaria de forma a que os banhos preparados por estas fossem entregues ao laboratório em horários vantajosos ao início imediato do processamento destes no laboratório. Nesta sequência era também expectável que o tempo de espera por decisão diminuísse dada a restrição horária imposta.

Com o intuito de avaliar o desempenho obtido através da implementação do trabalho em equipa no segundo turno, foi contabilizado o número médio de operações de cada tipo executadas diariamente pelo do turno em questão durante uma semana, antes e depois da implementação do planeamento proposto. As operações que não tiveram lugar durante esta análise não foram contabilizadas. A simultaneidade de operações é algo comum no laboratório, ou seja, em caso de trabalho individual o operador poderá, por exemplo, preparar tecido enquanto tem um tecido a secar na máquina. Na proposta de trabalho em equipa, ocorre de igual forma simultaneidade de operações na medida em que quando um operador se encontra na fase final de uma operação, o outro operador já se encontra numa fase inicial do teste seguinte. Assim, torna-se difícil medir um tempo de execução de cada operação que tenha em consideração a simultaneidade de operações e a particularidade deste tempo aquando do trabalho em equipa. De forma a obter um indicador diretamente comparável, foi calculado o tempo operacional do turno através do somatório da multiplicação do tempo médio de execução de cada tarefa pelo número médio de ocorrências diárias. Desta forma é obtido um valor, em minutos que reflete o tempo de trabalho do turno. Os resultados são apresentados na Tabela 15.



Tabela 15 - Mensuração do desempenho coletivo vs individual

Operação	Tempo médio de execução (min)	Nº médio de testes realizados / dia		Tempo Operação (min)	
		Individual	Equipa	Individual	Equipa
A1	25	14,17	20,75	354,17	518,75
A2	10	3,00	3,75	30,00	37,50
B	7	25,00	20,50	175,00	143,50
C1	25	11,00	6,50	275,00	162,50
C2	15	1,67	1,75	25,00	26,25
D1	30	9,50	6,75	285,00	202,50
D2	30	2,00	3,25	60,00	97,50
F1	12	2,00	-	24,00	-
F2	9	1,00	-	9,00	-
I	10	15,67	12,75	156,67	127,50
J	12	4,50	15,50	54,00	186,00
K	12	17,50	19,75	210,00	237,00
TOTAL				1 657,83	1 739,00
Diferencial				4,90%	

Os resultados obtidos demonstram valores de tempo operacional bastante elevados, superiores ao tempo disponível. Estes valores são justificados pelo facto de algumas tarefas serem passíveis de serem executadas em simultâneo. Contudo, esta variabilidade é de difícil mensuração e, portanto, foi considerado o cenário mais conservador, em que cada tarefa é executada de forma singular durante o seu tempo médio de execução. Comparativamente com o trabalho individual, o trabalho em equipa permitiu um acréscimo de cerca de 5% do tempo operacional e, por conseguinte, do seu aproveitamento.

Por último, visando a avaliação do desempenho do laboratório após a implementação do planeamento sugerido, foi registado o número médio diário de cavaletes “bloqueados” pelo laboratório na situação inicial e na situação final, para cada uma das sequências analisadas. Um determinado cavalete que necessita de ser testado em laboratório, por amostragem, fica imobilizado à espera de uma decisão que permita a definição do destino deste e, por este motivo, representa um indicador da eficácia do laboratório. Contudo, e devido à falta de um robusto sistema de informação no laboratório, os cavaletes contabilizados dizem respeito apenas a cavaletes que se encontram a aguardar estudos de laboratório (por exemplo, o estudo de uma nova cor), sendo estes os únicos que constam no sistema de informação desta secção. Os valores obtidos são apresentados na Tabela 16.

Tabela 16 - Variação no inventário do laboratório

Sequência	 Situação Inicial	 Situação Final	Diferencial
Sequência I	20 cavaletes	16 cavaletes	-15,79%
Sequência II	10 cavaletes	8 cavaletes	-20,00%

Os valores de inventário médio verificam uma redução no número médio de cavaletes que aguardam uma decisão no laboratório. Contudo, os resultados devem ser interpretados tendo em conta a produção mensal registada no mês de registo da situação inicial e final, respetivamente março e maio. A produção do mês de março excedeu a produção do mês de maio, uma tendência já registada no ano de 2016, pelo que a diminuição do número médio de cavaletes em espera poderá ter sido afetada por este parâmetro.

## 4.2 Metodologia 5S no laboratório

A implementação dos 5S no laboratório revelou-se, desde cedo, um objetivo deste projeto. A entrada constante de novos tecidos no laboratório e a necessidade deste sector em armazenar tecidos que permitirão a realização de ensaios contribui para a desorganização deste posto de trabalho. Nesta implementação foram envolvidos todos os colaboradores do laboratório, de forma a garantir que estes percebem a importância desta metodologia, não só para o aspeto cuidado do local de trabalho, mas também, e fundamentalmente, para a sua organização que permitirá um desempenho mais eficaz. O tecido que chega ao laboratório é dividido em 3 grandes grupos. O primeiro grupo engloba o tecido que irá ser ensaiado num cavalete específico, isto é, tecido utilizado para ensaiar um determinado tinto no cavalete que irá ser tingido com esse mesmo tinto na produção. O segundo grupo é constituído pelo tecido que vem da secção de preparação, no caso de ser necessário para algum ensaio. Por último, chega ao laboratório o tecido necessário para cobrir fundos, operação realizada no laboratório quando se pretende efetuar um tingimento sob uma amostra de tecido já tingida. A amostra de tecido enviada para o laboratório tem dimensão variável, contudo em cada ensaio apenas será apenas utilizada uma amostra com uma dimensão previamente definida. Os tecidos que serão utilizados para realizar ensaios de um determinado cavalete (grupo um) e os tecidos utilizados para cobrir fundos seguem fluxos de movimentação idênticos, enquanto que os tecidos vindos da preparação têm o seu próprio fluxo. Cada tecido tem associado um código de referência, acabamento e cor que permite ao laboratório escolher o tecido que devem utilizar. A cada referência poderão corresponder vários acabamentos e cores e vice-versa, dando origem a um número elevado de combinações possíveis.

Os locais de armazenamento possíveis no laboratório são dois: o arquivo de artigos “A” (artigos considerados amostras, isto é, artigos que já foram tingidos e devidamente aprovados e que são guardados de forma a serem utilizados como artigo padrão no futuro) e as prateleiras existentes debaixo da bancada de trabalho do laboratório onde se armazenam tecidos para uso do laboratório.

Previamente à implementação da metodologia 5S, foi elaborada uma base de dados de todos os tecidos existentes no laboratório, de forma a obter as informações relativas a cada tecido e facilitar o processo de filtragem destes. Esta plataforma foi cedida aos colaboradores, de forma a que estes a utilizem reduzindo o tempo que levam a encontrar um determinado tecido e a mantê-lo atualizada no futuro.

As etapas de implementação desta metodologia são descritas, detalhadamente, nos pontos seguintes:

### 1) *Seiri*

O processo de separação dos materiais desnecessários no posto de trabalho foi feito através da base de dados elaborada, tendo em conta as informações relativas a cada tecido. O critério de decisão foi o ano no qual foi ensaiado o tecido em causa. Desta forma, todos os tecidos datados de 2017 permaneceram no laboratório, todos os tecidos

de 2016 foram selecionados e apenas um artigo de cada referência/acabamento foi arquivado numa caixa fora do laboratório. Os restantes artigos foram para reciclagem.

### 2) Seiton

Anteriormente, os tecidos eram apenas depositados na estante no laboratório em pequenos lotes separados por referência. Contudo, durante a procura de tecido a mistura de artigos de diferentes lotes era comum. Com o intuito de arrumar de forma prática e eficaz o tecido, propôs-se a aquisição de caixas de arquivo, previamente dimensionadas de acordo com as necessidades em causa (Figura 2 do Anexo E). Após a filtragem dos artigos, os que iriam permanecer no laboratório, para execução de futuros estudos de laboratório em que não existe matéria-prima enviada pelo cliente, foram alocados a uma determinada caixa, através de um número, sendo essa informação registada na base de dados. Os artigos arquivados foram divididos em lotes, por código de referência de forma a facilitar a procura, e devidamente registados na base de dados. Apesar do critério de alocação a uma determinada caixa/lote ter sido o código de referência, em alguns casos peculiares a divisão foi feita pelo código de cor do artigo.

### 3) Seiso

O terceiro passo desta metodologia prendeu-se com a sensibilização dos trabalhadores para a importância da limpeza e organização do espaço, de forma a permitir ter um posto de trabalho devidamente limpo e arrumado.

### 4) Seiketsu

Nesta etapa pretende-se que os procedimentos efetuados nas três etapas anteriores sejam normalizados de forma a garantir a sua continuação na atividade diária do laboratório. A criação de normas de trabalho, através de instruções de trabalho, ajuda os colaboradores a saberem o que é necessário ser feito, quando e como. As normas de trabalho criadas são apresentadas nos Anexos B, C e D.

### 5) Shitsuke

A última etapa desta metodologia visa a disciplina, com o intuito de garantir a continuidade das condições estabelecidas anteriormente. Neste caso, foi proposta a execução de auditorias periódicas, realizadas pelo chefe de secção.

## 4.2.1 Resultados da implementação de 5S

Os resultados da aplicação desta metodologia são visíveis no aspeto organizado do local de trabalho, mas também no tempo médio de procura de tecido. Uma vez que para cada ensaio feito no laboratório se procede à procura do tecido especificado, uma redução neste tempo representa uma melhoria significativa nesta secção. A melhor organização dos tecidos é visível na Figura 17.



Figura 17 - Resultados auditoria 5S

Com o intuito de quantificar o impacto da implementação de 5S foram medidos tempos de procura de tecido, nas situações inicial e final. Os dados relativos ao tempo médio de procura de tecido são expostos na Tabela 17. Os tempos medidos correspondem ao tempo de procura de um tecido, aleatoriamente, quer no laboratório ou na caixa de arquivo. Os tempos foram medidos desde o início da procura do artigo na base de dados até à sua recolha na caixa devidamente associada.

Tabela 17 - Medição tempos de procura de tecido

Nº amostra	Tempo situação Inicial (mm:ss)	Tempo situação final (mm:ss)
1	11:50	00:53
2	03:00	01:30
3	07:40	01:00
4	10:00	00:55
5	07:30	02:37
Média ( $\bar{x}$ )	08:00	01:23

Analisando os resultados obtidos, é notória a redução de cerca de 83% do tempo despendido em procura do tecido. A implementação da metodologia 5S no laboratório,

assim como a medição dos tempos apresentados na Tabela 17, foi feita posteriormente à implementação das novas regras de planeamento do laboratório e, portanto, posteriormente à medição dos tempos de processamento do laboratório aquando da aferição do diferencial de desempenho. Assim, a implementação de 5S não é refletida nos resultados apresentados na avaliação do desempenho das novas regras de planeamento.

## 5 Conclusões e perspectivas de trabalho futuro

O uso de metodologias *lean* na melhoria de processos de uma empresa têxtil constituiu o tema principal deste projeto. Uma análise ao fluxo produtivo da empresa permitiu concluir que o ponto de estrangulamento do fluxo produtivo da empresa se encontrava na secção de tinturaria. O estrangulamento desta secção advém da necessidade de ensaiar tingimentos no laboratório de tinturaria, antes de ser iniciada a produção em massa, assim como do processo de aprovação dos mesmos que gera elevados tempos de espera.

Segundo a teoria das restrições, um ganho no processo estrangulador significa um ganho em toda a linha produtiva. À luz desta teoria, este projeto focou-se na aplicação de metodologias *lean* no laboratório de tinturaria, nomeadamente, no seu planeamento e organização.

As soluções propostas foram suportadas pelo pensamento *lean*, pela metodologia 5S, pela gestão visual, entre outras ferramentas.

Os resultados alcançados foram:

- O decréscimo do tempo médio despendido por cada artigo no laboratório, através da implementação do planeamento proposto;
- O aumento do tempo operacional alcançado através do trabalho em equipa no segundo turno;
- A criação de uma base de dados que contém o inventário do laboratório;
- A redução do tempo médio de procura de tecido no laboratório, através da implementação da metodologia 5S.

As regras de planeamento propostas agilizaram o funcionamento do laboratório, diminuindo o tempo médio de permanência dos artigos da sequência I em cerca de 16% e da sequência II em cerca de 40%. A redução do número médio de cavaletes poderá, contudo, ter sido influenciada pela redução do nível de produção verificado entre março e maio. O trabalho em equipa proposto e implementado no segundo turno revelou um aumento de cerca de 5% do tempo operacional do turno em questão.

A implementação de metodologias 5S no laboratório também registou resultados positivos, na medida em que o tempo médio de procura por um tecido, previamente especificado, sofre uma diminuição de aproximadamente 83%.

Adicionalmente, existem áreas de interesse para futuros trabalhos na empresa que merecem destaque:

- O planeamento individualizado de cada secção visa a otimização do desempenho de cada secção separadamente, não tendo em conta o ótimo global para a empresa. Adicionalmente, dado este planeamento descentralizado, ocorrem falhas de informação. Uma medida complementar ao estudo de um possível planeamento

transversal seria a implementação de um sistema de produção *pull* que permitisse a redução de *stocks* intermédios e do *lead time*.

- Os resultados obtidos neste projeto sugerem o estudo da implementação de um método de trabalho em equipa também no primeiro turno do laboratório, a médio prazo.
- A criação de um sistema de informação transversal a toda a empresa que tenha em conta os procedimentos decorrentes nas cozinhas de banhos e no laboratório de tinturaria, poderia constituir uma ação de melhoria, na medida em que seria possível conhecer a carga real das cozinhas e do laboratório a cada instante. Complementarmente, o sistema deveria permitir a observação dos inventários *WIP* existentes ao longo de todo o sistema produtivo da empresa. Após este projeto, a empresa envolveu já o seu departamento de tecnologias de informação numa fase inicial de estudo deste tema.
- A aplicação de metodologias *SMED* com o intuito de reduzir os tempos de *setup* dos equipamentos produtivos.

Em suma, deverão ser feitos esforços com vista na melhoria contínua dos processos da empresa, tendo este projeto servido apenas como ponto de partida para um caminho longo e contínuo. Apesar de as atividades rotineiras ocuparam a maioria do tempo de trabalho disponível é de extrema importância que exista a preocupação em discutir e implementar medidas de melhoria contínua.

## Referências

- Batchelor, Ray. 1994. *Henry Ford, Mass Production, Modernism, and Design*. Manchester University Press.
- Chiarini, Andrea. 2013. *Lean Organization: From the Tools of the Toyota Production System to Lean Office*. Vol. 3. Perspectives in Business Culture. Milano: Springer Milan.
- Dombrowski, U., T. Mielke, and C. Engel. 2012. “Knowledge Management in Lean Production Systems.” *Procedia CIRP* 3 (1): 436–41.
- Fiore, Clifford. 2016. *Lean Execution : The Basic Implementation Guide for Maximizing Process Performance*. CRC Press.
- Goldratt, Eliyahu M., and Jeff Cox. 2004. *The Goal: A Process of Ongoing Improvement. Book*. Vol. 3rd Editio. doi:10.2307/3184217.
- Hirano, H. 1995. *5 Pillars of the Visual Workplace. For Your Organization!* Taylor & Francis.
- Hounshell, D A. 1984. *From the American System to Mass Production 1800-1932: The Development of Manufacturing Technology in the United States*. Studies in Industry and Society. Johns Hopkins.
- Imai, Masaaki. 1997. *Gemba Kaizen : A Commonsense Low-Cost Approach to Management*. McGraw-Hill.
- Jacobs, F. Robert, and Richard B. Chase. 2013. *Operations and Supply Chain Management*. Edited by McGraw-Hill. 14thed.
- Jones, Daniel T., and James P. Womack. 1996. *Lean Thinking : Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. Free Press.
- Liff, Stewart., and Pamela Ashley. Posey. 2004. *Seeing Is Believing : How the New Art of Visual Management Can Boost Performance throughout Your Organization*.
- Liker, Jeffrey K. 2004. *The Toyota Way : 14 Management Principles from the World’s Greatest Manufacturer*. McGraw-Hill.
- Melton, T. 2005. “The Benefits of Lean Manufacturing.” *Chemical Engineering Research and Design* 83 (6): 662–73.
- Monden, Y. 2011. *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time, 4th Edition*. A Productivity Press Book. Taylor & Francis.
- Moulding, E. 2010. *5S: A Visual Control System for the Workplace*. AuthorHouse UK.
- Ohno, Taiichi. 1988. *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. crc Press.
- Parry, G. C., and C. E. Turner. 2006. “Application of Lean Visual Process Management Tools.” *Production Planning & Control* 17 (1). Taylor & Francis Group : 77–86.
- Productivity Press. Development Team. 2002. *Pull Production for the Shopfloor*. Productivity Press.
- Toyota. n.d.. “Toyota Production System.” 2017. Accessed March 14. [http://www.toyota-global.com/company/vision\\_philosophy/toyota\\_production\\_system/](http://www.toyota-global.com/company/vision_philosophy/toyota_production_system/).
- Womack, James P, Daniel T Jones, and Daniel Roos. 1990. *The Machine That Changed the World*. Simon and Schuster.
- Zairi, M. 1991. *Total Quality Management for Engineers*.

## ANEXO A: Dados relativos ao setor têxtil e do vestuário em Portugal

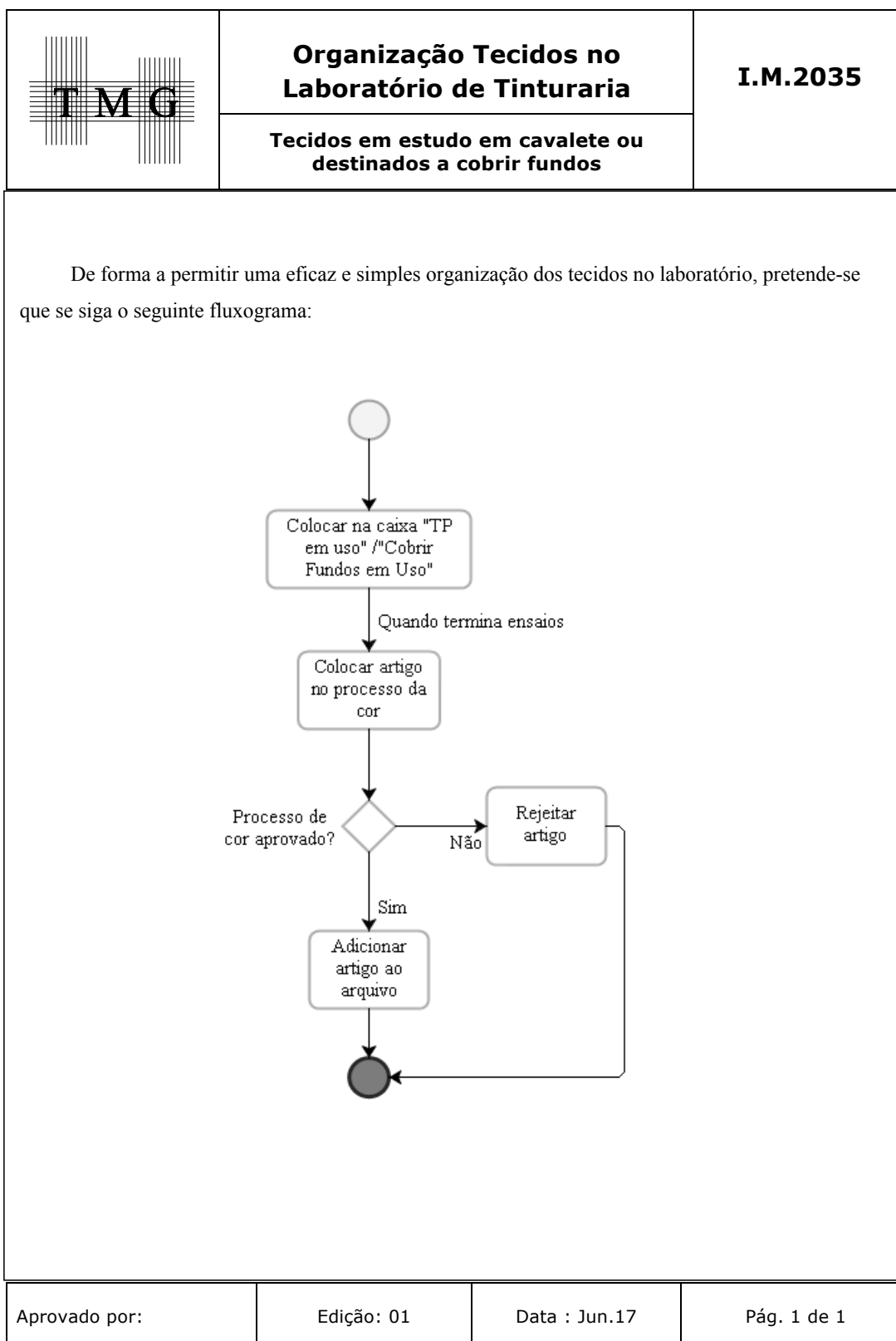
A indústria têxtil e de vestuário (ITV) em Portugal assume um papel preponderante na economia nacional, sustentado por cerca de 6 mil sociedades e 5.600 empresas individuais, segundo dados do Instituto Nacional de Estatística. Este setor económico é retratado, maioritariamente, na região Norte de Portugal (87% do volume de negócios da ITV) e representa cerca de 10% das exportações nacionais e 8% do volume de negócios gerado pela indústria transformadora. Nos últimos anos, este setor registou um aumento do volume de negócios (Tabela 1).

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Produção (milhões €)	5.640	5.770	5.647	6.028	6.485	6.359 *
Volume de Negócios (milhões €)	5.815	5.983	5.838	6.296	6.712	6.755 *
Exportações (milhões €)	3.844	4.167	4.127	4.283	4.620	4.836
Importações (milhões €)	3.419	3.467	3.116	3.344	3.608	3.795
Saldo BC (milhões €)	425	700	1.011	939	1.012	1.041
Emprego	137.264	132.133	124.329	124.147	128.414	129.452 *

(\*) Estimativas ATP 2015

Tabela 1 – Indicadores do setor têxtil e de vestuário in “Associação Têxtil e Vestuário de Portugal, 2015”

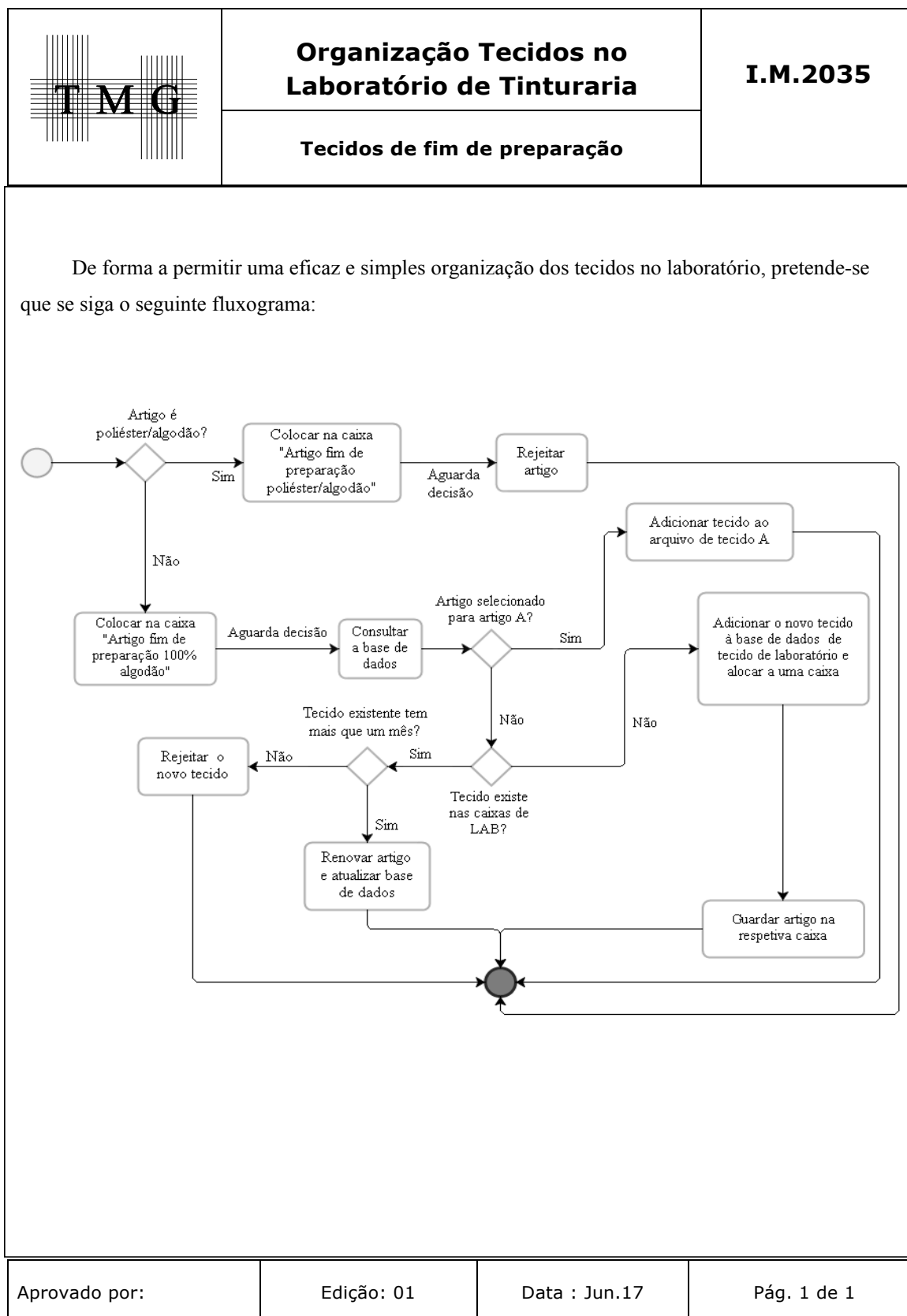
## ANEXO B: Manual de Instrução sobre a Organização dos Tecidos



TMG.AT i4Q15.002/Jul09

Figura 1 – Manual de instrução sobre a organização de tecidos

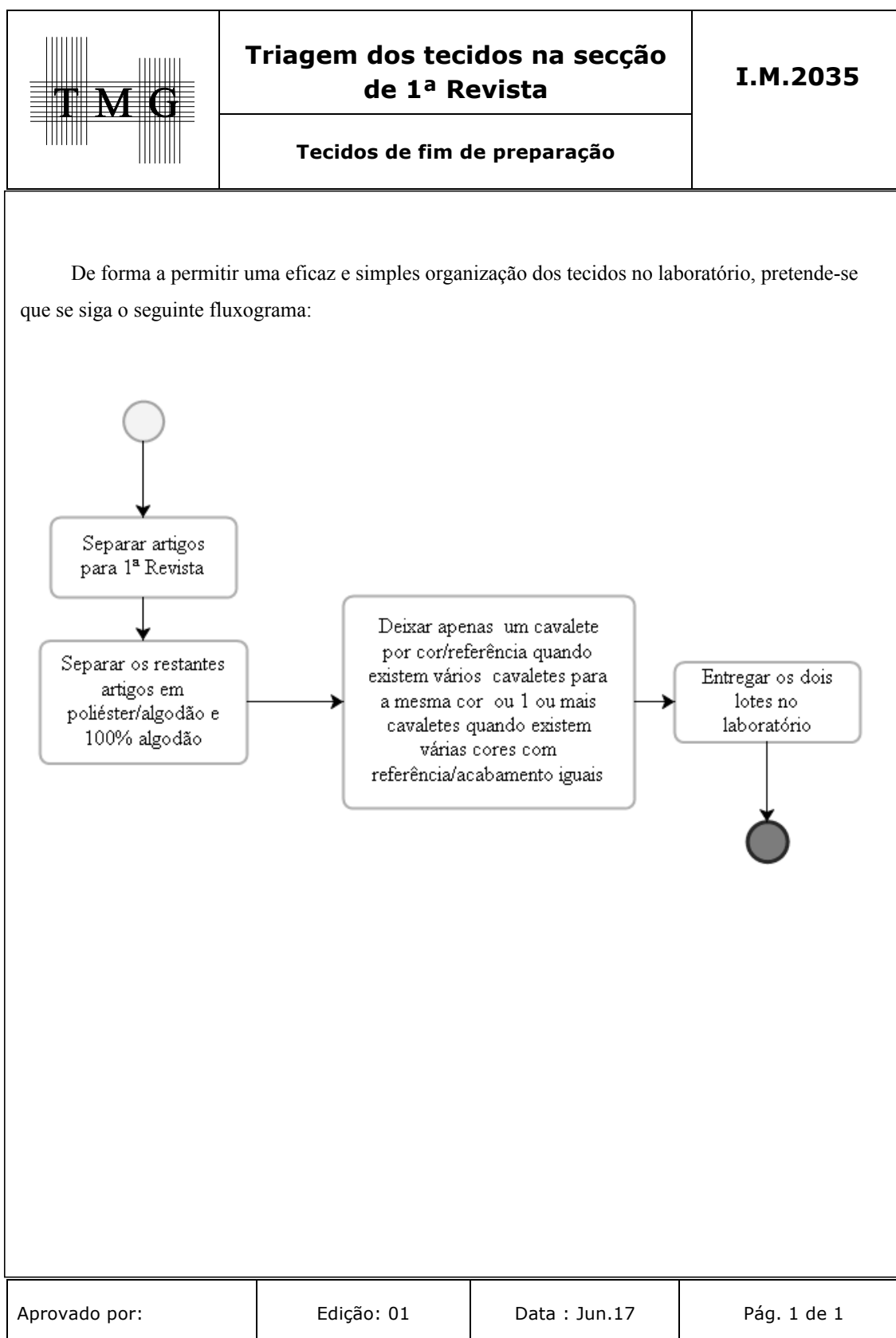
## ANEXO C: Manual de Instrução sobre a Organização dos Tecidos



TMG.AT i4Q15.002/Jul09

Figura 1 – Manual de instrução sobre a organização de tecidos

## ANEXO D: Manual de Instrução sobre a Organização dos Tecidos



TMG.AT i4Q15.002/Jul09

Figura 1 – Manual de instrução sobre a organização de tecidos

## ANEXO E: Dimensionamento e organização das caixas de tecidos propostas

As dimensões das prateleiras disponíveis para utilização são expostas na Figura 1.

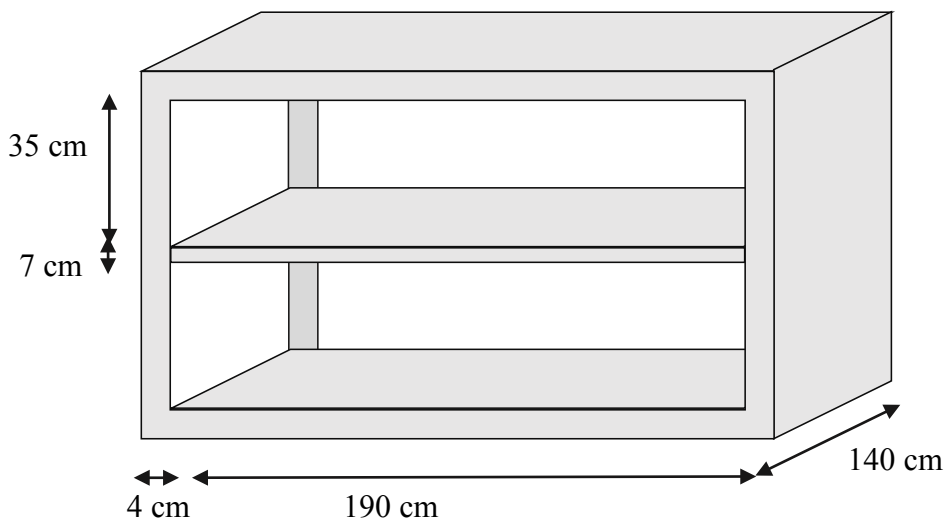


Figura 1 - Dimensões da estante para tecidos

Tendo em conta as dimensões das prateleiras disponíveis, foram adquiridas 26 caixas com as dimensões especificadas na Figura 2.

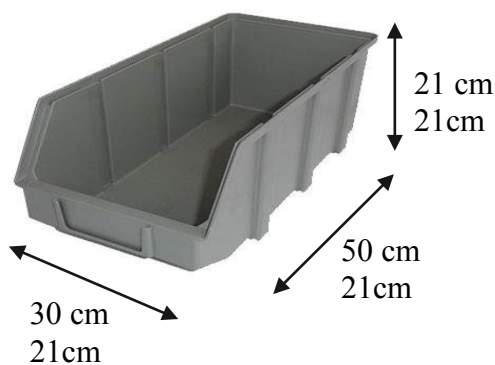


Figura 2 - Dimensões das caixas adquiridas para arrumação dos tecidos

Com o objetivo de aproveitar da melhor forma o espaço disponibilizado das prateleiras a arrumação das caixas foi feita através da configuração exposta na Figura 3.

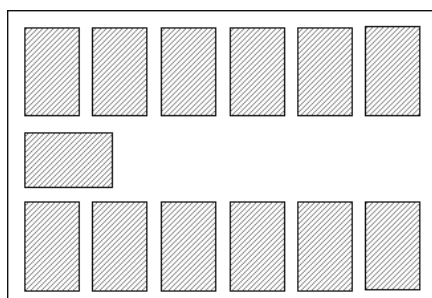


Figura 3 – Configuração de cada prateleira