

Reestruturação de um Setor de Acabamentos Mecânicos

Ana Francisca Machado Magalhães Costa e Silva

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. José António de Sousa Barros Basto

Orientador na Amorim e Irmãos S.A.: Eng. Tiago Pinho

Coorientador na Amorim e Irmãos S.A.: Eng. Mário Silva



Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

Julho 2018

A todos os que me mostraram o caminho certo,

Resumo

A presente dissertação, enquadrada no Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, foi coordenada em conjunto com o Departamento de Planeamento e Controlo de Produção da Unidade Industrial de Lamas da Amorim & Irmãos.

Este projeto tem como objetivo avaliar a organização de um setor responsável por operações de retificação em rolhas naturais e reajustá-lo ao plano de expansão da Unidade Industrial, através da realização de um investimento para garantir um setor capaz de acomodar todas as necessidades impostas e com retorno monetário suficiente para cobrir a curto prazo a injeção de capital.

Uma análise exaustiva a todos os aspetos que influenciam a eficiência do setor revelou a elevada potencialidade do mesmo através de um investimento de média escala e sem alterações estruturais significativas. Os principais focos de melhoria relacionaram-se com o acoplamento de várias operações de retificação e o balanceamento de produção com os restantes setores. Distribui-se mais uniformemente os operadores já existentes, com o funcionamento por turnos e avaliou-se a quantidade de equipamentos ideal, considerando a inclusão de uma operação de seleção de rolhas.

Os objetivos do projeto previamente estabelecidos pela empresa, para além da melhoria da eficiência, visavam um aumento da capacidade de produção em 23%, adequando o investimento ao retorno económico conseguido através da implementação das alterações, de modo possibilitar o pagamento do investimento num período compreendido entre dois anos a dois anos e seis meses.

O projeto culminou com a apresentação de quatro cenários para um novo setor, sendo a combinação de duas propostas de melhoria relativas ao seu funcionamento geral e acoplamento de operações de retificação, com uma rentabilidade de cerca de 94 000 € anuais. Face a um investimento de 112 000 €, o retorno económico traduziu-se num período de pagamento de um ano e 3 meses, muito inferior ao expectável. Assim foram apresentados os pontos mais interessantes e respetivas fragilidades de cada cenário, para decisão posterior.

A discussão de todo o projeto com a direção da empresa culminou na escolha do cenário com dois turnos de produção e acoplamento de duas operações de retificação com a operação de seleção de rolhas. Esta proposta apresentava a maior capacidade de acomodar as flutuações de produção muito características do mercado corticeiro e com maior possibilidade de crescimento no futuro em caso de necessidade.

Palavras-chave: Necessidades de Produção, Investimento Inicial, Rentabilidade, Dimensionamento de *Layout*, *Payback Period*

Layout Restructuring of a Cork Stopper Mechanical Finishing Sector

Abstract

The present thesis, as a part of the Master's in Mechanical Engineering at the Faculty of Engineering of University of Porto (FEUP), was coordinated with the Planning and Production Control Department of the Lamas Industrial Unit of Amorim & Irmãos.

The objective of this project was to evaluate the level of organization of a sector responsible for mechanical finishing operations in cork stoppers and readjust it to the expansion plan of the industrial unit, by making an investment to guarantee the production needs and an economic return great enough to cover all costs in a short period.

An exhaustive analysis of all aspects that affect the efficiency of the sector revealed its high potentiality through a medium scale investment and without any major structural changes. The main focuses of improvement were related with the coupling of finishing operations and the production balancing with the other sectors. The number of operators was evenly distributed through the production shifts and the amount of equipment was evaluated considering the addition of a sorting operation.

The objectives previously established by the company, besides the improvement of the sector's efficiency, aimed at an increase in the production capacity by 23%, adjusting the initial investment to the economic return achieved by the implementation of the proposed changes, to enable a payback period comprehended between two years and two months and two years and six months.

The project concluded with the presentation of four proposals for the new sector, that combined two improvement changes related to the general functioning and the coupling of the finishing operations, which presented an annual return of 94 000 €. With a 112 000 € investment, the return resulted in a payback period of one year and three months, less than expected. Therefore, the advantages and fragilities of each proposal were presented for further decision of what scenario to select.

The discussion of the results of the project with the company's administration ended up with the choice of the scenario that functions with two production shifts and the coupling of two finishing operations and the sorting operation. This proposal presented the greatest capacity to overcome the rapid changes of the cork market and the best possibility of future growth in case of need.

Keywords: Production Needs, Initial Investment, Profitability, Layout Restructuring, Payback Period

Agradecimentos

Acima de tudo, agradeço aos meus pais, por serem os verdadeiros pilares da minha vida, pelos valores inculcados, educação proporcionada, carinho, confiança e por todos os recursos disponibilizados que me deram a possibilidade de crescer. Aos meus irmãos pela disponibilidade, paciência, apoio constante e pelo exemplo que são e sempre serão. Aos meus avós, pelo orgulho que têm dos seus netos. Aos restantes familiares, pela partilha, educação e cuidado quando os pais e irmãos não estavam presentes.

Ao Daniel, Filipa, João, Pedro, Rui e Vítor por me acompanharem em todo este percurso, pela amizade incondicional, companheirismo, paciência, diversão e principalmente por todo o apoio. À Carolina Monteiro, Daniel Gomes, Filipa Côrte-Real, João Costa, João Moreira, Rafael Quinta e Rafael Vieira pelas experiências e conhecimentos partilhados. Aos mais velhos, João Sousa, Renata Dias e Vasco Patarata pela ajuda em todo o percurso académico.

Ao Eduardo, Mário e Vasco pela formação profissional, orientação, preocupação e amizade. Ao André, Cristiano, Joana, Marco e Samuel pelos momentos passados nestes últimos meses.

À Amorim & Irmãos pela oportunidade de integrar uma empresa de grande impacto no mercado da cortiça. Ao Eng. Tiago Pinho por todo o acompanhamento, preocupação e pela oportunidade. Ao Professor Barros Basto pela referência enquanto professor e constante disponibilidade.

A todos do Clube de Karaté AKG, Vilagaia e Académico de Viseu – Secção de Natação pelo contributo na minha formação pessoal.

Finalmente, uma palavra de apreço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a concretização deste projeto, para a minha formação académica e para a minha formação pessoal. A todos, manifesto o meu mais profundo agradecimento.

Índice de Conteúdos

1	Introdução.....	1
1.1	Enquadramento do Projeto e Motivação	1
1.2	Corticeira Amorim, S.G.P.S., S.A.	1
1.3	Objetivos do projeto	2
1.4	Método seguido no Projeto	3
1.5	Estrutura da Dissertação	3
2	Enquadramento Teórico	5
2.1	Filosofia <i>Lean</i>	5
i.	Especificação de Valor	5
ii.	Identificação da Cadeia de Valor	5
iii.	Implementação de um Fluxo Contínuo	5
iv.	Adoção de um Sistema Pull	6
v.	Busca Contínua pela Perfeição	6
2.2	Cultura <i>Kaizen</i>	7
i.	5S's	7
ii.	Gestão Visual	7
iii.	Muda	8
iv.	Standard Work	8
2.3	OEE (Overall Equipment Effectiveness)	9
2.4	Ferramentas de Melhoria Contínua	10
i.	Análise ABC/XYZ de Produtos	10
ii.	Diagrama “Conta-Palitos”	11
2.5	Balanceamento de Linhas de Produção	11
2.6	Análise de Rentabilidade do Investimento	11
i.	Investimento Inicial	11
ii.	Payback Period	12
3	Situação Atual do Setor de Acabamentos Mecânicos II	13
3.1	Descrição do Processo Produtivo	13
3.2	Enquadramento do Setor no Fluxo da Unidade	16
i.	Caraterização das Operações e Produtos	17
ii.	Layout Atual	19
iii.	Análise de Stocks à Entrada e Saída	20
iv.	Operadores e Tarefas	21
4	Propostas de Melhoria de Eficiência	25
4.1	Caraterização das Propostas Consideradas	25
i.	Alteração do funcionamento geral do setor	25
ii.	Acoplamento e interligação das operações de topejar e polir	26
iii.	Integração da operação de escolha eletrónica	26

iv. Alteração de denominação do repasse	27
v. Investimentos de alteração de layout	28
vi. Investimentos adicionais fora do orçamento inicial	29
4.2 Análise de Rentabilidade da Integração da Operação de Escolha Eletrónica.....	29
4.3 Análise de Rentabilidade da Integração de Componentes de Topejar Pior Topo	31
4.4 Avaliação do Impacto das Alterações no Número de Operadores Necessários	33
5 Cenários de Alterações de Layout Analisados	35
5.1 Apresentação das Principais Variáveis da Situação Atual	35
5.2 Caracterização dos Cenários Propostos.....	36
5.3 Cenário 1 – Três Turnos e Linhas Topejar + Polir + EE.....	36
5.4 Cenário 2 – Dois Turnos (+ Turno Extra) e Linhas Topejar + Polir + EE.....	37
5.5 Cenário 3 – Três Turnos com Linhas Topejar + EE e Linhas Polir + EE.....	39
5.6 Cenário 4 – Dois Turnos (+ Turno Extra) com Linhas Topejar + EE e Linhas Polir + EE..	40
5.7 Avaliação da Quantidade de Operadores	41
5.8 Análise Económica das Alterações	41
5.9 Avaliação dos Ganhos a Nível Operacional	43
5.10 Discussão dos Resultados Obtidos.....	44
6 Conclusões e Perspetivas de Trabalhos Futuros.....	45
7 Referências	47
ANEXO A: Análise ABC/XYZ dos produtos do setor AM II	49
ANEXO B: Análise das tarefas dos operadores.....	59
ANEXO C: Análise das percentagens de poupança de operadores com as alterações previstas.....	61
ANEXO D: Layouts dos cenários considerados	63

Siglas

AM I – Acabamentos Mecânicos I

AM II – Acabamentos Mecânicos II

CODP – *Customer Order Decoupling Point*

CV – Coeficiente de Variação

EE – Escolha Eletrônica

HACCP – *Hazard Analysis and Critical Control Point*

ML – milheiro

OEE – *Overall Equipment Effectiveness*

TCA – 2,4,6 Tricloroanisol

WIP – *Work in Progress*

Índice de Figuras

Figura 1 - Unidades de Negócios da Corticeira Amorim S.G.P.S., S.A.	1
Figura 2 - Organograma da Amorim & Irmãos S.G.P.S., S.A.	2
Figura 3 - Certificação das rolhas da Corticeira Amorim	2
Figura 4 - Posições do CODP na cadeia de valor do produto	6
Figura 5 - Impacto da standardização e do ciclo PDCA na melhoria contínua	9
Figura 6 - Tempos utilizado para o cálculo do OEE.....	9
Figura 7 - Principais operações do fluxo produtivo da Unidade de Lamas da Amorim & irmãos.....	13
Figura 8 - Rolhas com defeitos nos topos.....	14
Figura 9 - Rotas de lavação de rolhas naturais	15
Figura 10 - Rotas de lavação de rolhas colmatadas.....	15
Figura 11 - Principais setores diretamente envolvidos nos fluxos do setor AM II	16
Figura 12 - Impacto das operações de topejar, polir e chanfrar na lavação das rolhas	16
Figura 13 - Produções relativas ao ano de 2017, individualizando as operações.....	17
Figura 14 - Classes de entrada no setor mais comuns.....	17
Figura 15 - Operação de topejar na classe de repasse	18
Figura 16 - Calibres mais comuns do setor	18
Figura 17 - Calibres e classes/grupo de classes mais comuns e operações realizadas.....	19
Figura 18 - Lavações mais comuns de entrada no setor	19
Figura 19 - Disposição atual do setor de Acabamentos Mecânicos II	20
Figura 20 - Alimentação superior das máquinas e acumulação de <i>stock</i>	20
Figura 21 - Organização do <i>stock</i> no armazém de saída do setor	21
Figura 22 - Saída da máquina para alcofas e sistema de alimentação de sacos	23
Figura 23 - Flutuação da quantidade de <i>stock</i> à entrada dos AM II	26
Figura 24 - Gráfico ilustrativo das diferentes origens do Repasse	27
Figura 25 - Gráficos ilustrativos das origens dos Repasses Internos e Externos	27
Figura 26 - Percentagens de escolha em classes relativas aos lotes de repasse de prova	31
Figura 27 - Disposição das máquinas considerando o cenário 1	37
Figura 28 - Disposição das máquinas considerando o cenário 2	38
Figura 29 - Disposição das máquinas considerando o cenário 3	39
Figura 30 - Disposição das máquinas considerando o cenário 4	40

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Tarefas associadas a cada operador do setor	22
Tabela 2 - Propostas de melhoria consideradas no decorrer do projeto	25
Tabela 3 - Proposta de classificação dos repasses de origem externa.....	28
Tabela 4 - Proposta de classificação dos repasses de origem interna.....	28
Tabela 5 - Quantidade de repasses produzidos dos AM II dependendo da calibre e classe.....	29
Tabela 6 - Percentagem de escolha dos diferentes repasses do calibre 45x24	30
Tabela 7 - Preços internos definidos para as classes mistas de venda	30
Tabela 8 - Mais valia associada à integração das máquinas de escolha	30
Tabela 9 - Percentagem de escolha em classes dos lotes Ext/Sup	31
Tabela 10 - Preços internos definidos para as classes finais de venda	32
Tabela 11 - Mais valia associada ao investimento dos componentes de seleção do topo a retificar	32
Tabela 12 - Análise da poupança de tempo dos operadores com as alterações previstas	33
Tabela 13 - Cadências de produção teóricas e reais das máquinas existentes no setor.....	35
Tabela 14 - Necessidades atuais e futuras do setor	35
Tabela 15 - Necessidade de máquinas e folgas do cenário 1	37
Tabela 16 - Necessidade de máquinas e folgas do cenário 2	38
Tabela 17 - Necessidade de máquinas e folgas do cenário 3	39
Tabela 18 - Necessidade de máquinas e folgas do cenário 4	40
Tabela 19 - Avaliação dos custos operacionais com as implementações planeadas	41
Tabela 20 - Balanço de custos operacionais dos cenários propostos.....	42
Tabela 21 - Descrição do investimento inicial considerado	42
Tabela 22 - Análise de custos final e <i>payback period</i> atingido	43
Tabela 23 - Análise de ganhos a nível operacional	43
Tabela 24 - Resumo das características de todos os cenários	44
Tabela 25 - Classificação ABC das classes e dos calibres de entrada nos AM II.....	49
Tabela 26 - Classificação ABC/XYZ dos produtos (calibre e classe) da operação de topejar	50
Tabela 27 - Classificação ABC/XYZ dos produtos (calibre e classe) da operação de polir	53
Tabela 28 - Classificação ABC/XYZ dos produtos (calibre e classe) da operação de chanfrar	56
Tabela 29 - Classificação ABC/XYZ dos produtos (classe e calibre) da operação de topejar + polir	57
Tabela 30 - Tempos despendidos em cada tarefa.....	59
Tabela 31 - Diagrama conta palitos relativo ao responsável das máquinas de polir.....	59
Tabela 32 - Diagrama conta palitos relativo ao responsável das máquinas de chanfrar	59
Tabela 33 - Diagrama conta palitos relativo ao responsável de 4 máquinas de topejar	59
Tabela 34 - Diagrama conta palitos relativo ao responsável das linhas e máquinas de topejar	60
Tabela 35 - Rotas de alguns produtos previamente estipuladas	60
Tabela 36 - Poupança total das tarefas relativas ao responsável do piso superior	61
Tabela 37 - Poupança total das tarefas relativas aos responsáveis da organização do <i>stock</i> pronto.....	61
Tabela 38 - Poupança total das tarefas relativas ao afinador das máquinas	62
Tabela 39 - Poupança total das tarefas relativas a responsáveis do funcionamento das máquinas	62

1 Introdução

A presente dissertação integra o plano de estudos do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica, com Especialização em Gestão da Produção, da Faculdade de Engenharia de Universidade do Porto. O projeto Reestruturação de um Setor de Acabamentos Mecânicos foi realizado na Unidade Industrial de Lamas da Amorim & Irmãos S.A..

1.1 Enquadramento do Projeto e Motivação

A tendência de crescimento da empresa, aliado à tentativa de reaproveitamento de todas as rolhas fabricadas na unidade, conduz à necessidade de reestruturar o setor de Acabamentos Mecânicos II. Este setor é responsável pelas operações de acabamento em rolhas rejeitadas no fluxo normal da fábrica e por operações de retificação de rolhas de calibres *standard* para calibres não *standard*. Uma vez que não sofre alterações há cerca de 20 anos, o setor encontra-se desajustado às necessidades atuais da Unidade Industrial de Lamas.

1.2 Corticeira Amorim, S.G.P.S., S.A.

Com início da sua atividade em 1870, através da fundação de uma fábrica de produção manual de rolhas em Vila Nova de Gaia, a Corticeira Amorim é atualmente a maior empresa mundial de produtos de cortiça, responsável por 35% da transformação mundial de cortiça. Com um volume de negócios de aproximadamente 641 milhões de euros, a empresa possui cerca de 3600 colaboradores que apostam diariamente na qualidade dos seus produtos. (Corticeira Amorim 2018b)

O grupo encontra-se dividido em cinco Unidades de Negócio, como é possível observar na Figura 1.

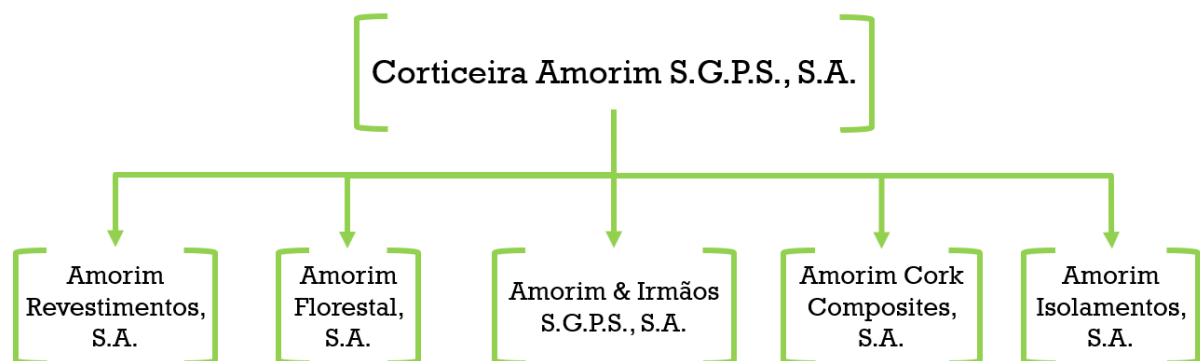


Figura 1 - Unidades de Negócios da Corticeira Amorim S.G.P.S., S.A.

Sob o lema “nem um só mercado, nem um só cliente, nem uma só divisa, nem um só produto”, o grupo apresentou a cortiça ao mundo e, para além da sua assinatura nas rolhas dos melhores vinhos, destacou-se nos projetos mais variados como, artigos de desporto olímpico, absorventes de óleos e solventes orgânicos, projetos rodoviários, entre outros. (Corticeira Amorim 2018b)

Amorim & Irmãos S.G.P.S., S. A. – Unidade Industrial de Lamas

Em 1922, surge a Amorim & Irmãos, que deu origem ao universo de empresas que hoje constitui a Corticeira Amorim. A Unidade Industrial de Lamas está integrada nesta unidade de negócios, como observado no organigrama da Figura 2, e produz diariamente cerca de 4,5 milhões de rolhas naturais, colmatadas e *acquamark* para os principais países produtores de vinho.

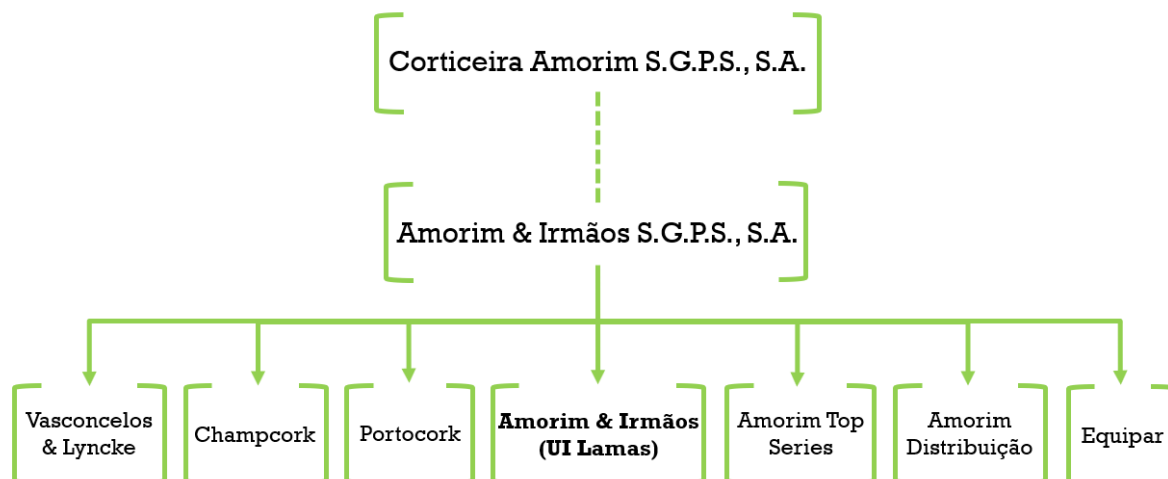


Figura 2 - Organigrama da Amorim & Irmãos S.G.P.S., S.A.

Para garantir a qualidade do seu produto, a unidade é acreditada relativamente ao seu sistema de controlo de qualidade (ISO 9001), gestão do ambiente (ISO 14001), segurança alimentar (ISO 22000) e HACCP, apresentadas na Figura 3. (Corticeira Amorim 2018a)



Figura 3 - Certificação das rolhas da Corticeira Amorim (Corticeira Amorim 2018a)

O desenvolvimento do projeto foi coordenado pelo departamento de planeamento e controlo de produção da unidade industrial.

1.3 Objetivos do projeto

O projeto desta dissertação tem como principal objetivo o estudo e a implementação de melhorias num setor de acabamentos mecânicos da Unidade de Lamas com vista ao dimensionamento de um novo *layout*. Para conceção deste novo setor, procedeu-se à análise do seu estado atual, com ênfase na capacidade de produção, na organização das operações de retificação realizadas, nos *inputs* e *outputs* e nos operadores existentes e respetivas tarefas.

Uma vez que o setor lida maioritariamente com rolhas rejeitadas nas escolhas, um dos objetivos passaria por implementar linhas com duas operações de retificação e uma de escolha eletrónica (atualmente apenas tem linhas de retificação independentes), de modo promover a saída dos

lotes em classes de venda (Flôr, Extra, Superior, etc.), rentabilizando ao máximo o produto e o processo.

Um objetivo adicional será avaliar as tarefas atualmente realizadas pelos operadores, identificar, através de ferramentas *Lean*, os principais *muda's* existentes, e implementar melhorias no setor de modo a eliminar os mesmos desperdícios.

Todo o estudo realizado culmina na apresentação de propostas de um novo *layout*, com uma capacidade de produção dimensionada para acomodar as necessidades futuras da unidade industrial, que sofrerá um aumento de produção de 34%. Devido à incapacidade de crescimento de setores semelhantes, os *layouts* apresentados irão colmatar esta necessidade extra, e assim garantir um fluxo produtivo eficaz na produção de rolhas de qualidade.

1.4 Método seguido no Projeto

Neste subcapítulo é descrito o método seguido no desenvolvimento do presente projeto de dissertação.

Numa primeira fase, procurou conhecer-se os processos e fluxos gerais da fábrica, contactando com o produto e as suas especificidades. Analisou-se, com algum detalhe, o setor alvo do projeto procurando estudar os principais artigos, operações e rotas estabelecidas.

Numa segunda fase, recorreu-se a uma análise das necessidades futuras de produção devido ao aumento de produção estabelecido e avaliação das produções reais dos equipamentos existentes, bem como potenciais equipamentos a ser incluídos no setor. Realizou-se também um estudo de trabalho de todos os elementos da equipa de modo a identificar potenciais ganhos operacionais.

Seguidamente, realizou-se uma prova de análise da qualidade de rolhas com defeitos que, após operações de retificação, sofreram um processo de escolha em classes de venda para avaliar a rentabilidade da integração de novos equipamentos de escolha eletrónica no setor.

Para além da prova anterior, optou-se por avaliar a rentabilidade de equipamentos que retificam a rolha apenas do lado defeituoso, aumentando assim a probabilidade de eliminar o defeito. O procedimento teve como objetivo o possível investimento nesta recente tecnologia.

Por fim, analisaram-se várias possibilidades de *layout*, considerando uma nova organização do setor relativamente aos equipamentos e operadores a integrar a equipa e a possibilidade do setor operar em turnos. Juntamente com cada cenário, abordou-se o investimento a realizar e o *payback* associado para decisão final da administração da empresa, que avaliará a exequibilidade do investimento de alguma proposta apresentada.

1.5 Estrutura da Dissertação

De modo a apresentar os assuntos abordados durante o projeto de uma forma lógica, simples e coesa, este documento encontra-se dividido em seis partes.

No primeiro capítulo, foi feita uma introdução à Amorim & Irmãos e a sua situação financeira. Foi, adicionalmente, abordado o tema da dissertação, os seus objetivos e a metodologia seguida para os atingir.

No segundo capítulo apresentam-se e descrevem-se os conceitos teóricos que servem de suporte para justificar as várias decisões tomadas ao longo de todo o projeto e apoiar a leitura do documento.

No terceiro capítulo é apresentada a situação atual do setor e as variáveis que poderão gerar maiores ganhos tais como, alteração do funcionamento do setor, mudança da organização dos

equipamentos existentes, investimento em novos equipamentos, alteração das tarefas de cada operador e alteração do número de operadores necessários ao setor, entre outros.

No quarto capítulo são caracterizadas as várias propostas de melhorias nos diversos pontos de estudo abordados, avaliando a rentabilidade destas propostas. O quinto capítulo finaliza com vários cenários de *layout* considerados, em conjunto com o investimento inicial e *payback* associado de cada proposta.

O sexto e último capítulo está reservado para expor as conclusões finais ao projeto realizado, apresentação das razões para a escolha final da administração da empresa e propostas de desenvolvimentos futuros que possam levar a uma melhoria do estudo realizado até ao momento.

2 Enquadramento Teórico

O capítulo apresenta os conceitos teóricos que suportaram as decisões tomadas ao longo do desenvolvimento deste projeto. Os temas são descritos pela ordem de utilização nos capítulos seguintes.

2.1 Filosofia *Lean*

A filosofia *Lean*, com origem no Japão associada aos métodos criados pela Toyota, tem como objetivo final eliminar todas as atividades que não acrescentem valor ao produto para o cliente. Esta ideologia veio contrariar a visão tradicional de Henry Ford, de produção em massa apenas focada no controlo dos recursos. Ao priorizar a produção em fluxo, eliminando o desperdício e identificando claramente tudo o que acresce valor, esta filosofia rapidamente se alastrou a todas as diferentes áreas industriais. (Melton 2005)

Os benefícios da filosofia *Lean* são:

- Maior conhecimento dos processos;
- Redução do *lead time*;
- Redução de *stocks*;
- Eliminação dos desperdícios;
- Menor retrabalho;

A filosofia *Lean* possui cinco princípios, a especificação de valor, a identificação da cadeia de valor, a implementação de um fluxo contínuo, a adoção de um sistema *Pull* e a busca contínua pela perfeição.

i. Especificação de Valor

O valor consiste nas características perceptíveis ao cliente que cada produto ou serviço proporciona, a um determinado custo e num tempo específico. São as características que fazem a diferença no momento da decisão do cliente em adquiri-los pois, este analisará o preço e esforço que fará para adquirir o bem/serviço. Quanto maior o valor percebido pelo cliente maior será a satisfação do mesmo. Também é necessário fornecer o produto no período de tempo correto uma vez que caso isto não aconteça, deixa de existir qualquer valor para o cliente.

ii. Identificação da Cadeia de Valor

Todos os processos têm as suas etapas e a sua cadência, o que definem a respetiva cadeia de valor. Para analisar o valor existente na cadeia, procura-se identificar os desperdícios existentes para que estes sejam eliminados. Isto será efetuado etapa a etapa ao longo de todo o processo. Verificam-se tempos desnecessários, atividades inadequadas, métodos de trabalho ineficientes, padrões de qualidade indefinidos ou desajustados.

Ao efetuar este tipo de análise, consegue-se uma perspetiva da cadeia como um todo, o que facilita a redução do desperdício e, ao eliminar as atividades que não criam valor, automaticamente otimiza-se o processo aumentando o valor entregue ao cliente.

iii. Implementação de um Fluxo Contínuo

Depois de se proceder à especificação do valor do produto ou serviço e à eliminação das ações consideradas desperdício, o próximo passo é implementar um fluxo contínuo para o abastecimento do produto ao cliente.

Fluxo pode referir-se ao fluxo de pessoas, de materiais, de informação ou de capital. Este percorre toda a cadeia de valor e o objetivo é que seja contínuo isto é, sem que exista uma

redução da atividade em determinados pontos da cadeia, para que a resposta aos pedidos do cliente possa ser o mais reduzida possível. Manter um fluxo produtivo uniforme e implementar trabalhos padronizados, contribui para a aceleração do fluxo e para a remoção de *bottlenecks* e paragens que impedem a criação contínua de valor. (Womack and Jones 2010)

iv. Adoção de um Sistema Pull

A capacidade de acomodar flutuações de procura diminuindo o nível de inventário existente é um dos desafios de todas as empresas uma vez que os custos relacionados com armazenamento de inventário e falhas de encomendas são questões chave para obtenção de lucros ou prejuízos. Uma relação compromisso entre estes dois componentes pode gerar três soluções possíveis. (Puchkova, Le Romancer, and McFarlane 2016)

O modelo de produção *push* é a aposta mais tradicional em que o produto é empurrado para o setor seguinte, criando *buffers* de *stock* à entrada. A vantagem desta visão é a grande capacidade de lidar com as flutuações de procura, no entanto os custos de armazenamento de *stock* são elevados e pode levar à criação de *stock* obsoleto, baixando o nível de serviço. Sendo uma visão focada na necessidade do mercado, em caso de grande procura, o nível de matéria em circulação pode ser de tal modo elevada que levará a um fluxo ineficaz e sem capacidade de acomodar as necessidades finais do mercado, falhando com prazos de entrega aos seus clientes.

O modelo de produção *pull* tem sido uma das opções cada vez mais utilizadas. A quantidade de produtos em curso de fabrico é baseada nas necessidades reais do mercado, sendo apenas colocada uma ordem de fabrico quando outra for retirada pelo cliente. Em caso de flutuação elevada da procura, a produção não é capaz de lidar com esta, não sendo capaz de entregar as encomendas em tempo útil. (Puchkova, Le Romancer, and McFarlane 2016; Bonney et al. 1999)

O modelo capaz acomodar as dificuldades encontradas anteriormente é um modelo híbrido *push-pull*. Neste sistema existe um setor que funciona como barreira entre os dois modelos, designado de *Customer Order Decoupling Point (CODP)*. A partir deste ponto a produção passa a focar-se nas necessidades do cliente, passando a ser dependente das condições do mercado. A Figura 4 mostra as diferentes posições que o CODP pode assumir na cadeia de valor do produto. (Olhager 2010; Hirakawa 1996)

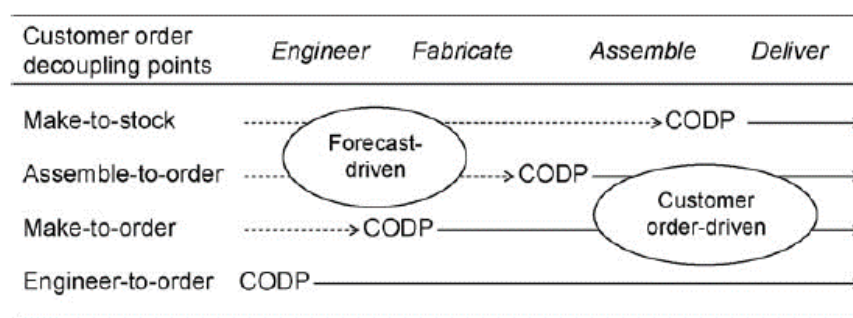


Figura 4 - Posições do CODP na cadeia de valor do produto

Fonte: (Olhager 2010)

v. Busca Contínua pela Perfeição

A perfeição é o último princípio da filosofia *Lean*. Não existe um fim para o processo de reduzir esforço, tempo, custos e erros, enquanto se tenta oferecer um produto mais próximo ao que o cliente realmente deseja.

Deve-se apostar numa constante melhoria contínua dos processos internos, em busca da perfeição. Ao conceito associado à implementação da melhoria contínua no seio de uma empresa, dá-se o nome de *Kaizen*. (Womack and Jones 2010)

2.2 Cultura *Kaizen*

O termo *Kaizen*, de origem japonesa, resulta da junção das palavras *kai* e *zen*, que significam, respetivamente, mudar e melhor. O *Kaizen* traduz-se num conjunto de práticas de senso comum e de baixo custo com o objetivo de gerir o local de trabalho, lugar onde o valor de produto é agregado. (Imai 2007)

Mudar toda a cultura de uma empresa é uma batalha interminável e o espírito *Kaizen* incutido culmina na orientação de todos os colaboradores para que estes sejam melhores em todos os aspetos do seu trabalho. Não é algo que se implementa como medida corretiva, quando a filosofia se encontra enraizada todas as pessoas reconhecem a melhoria contínua como uma missão diária. (Ortiz 2009; Imai 2007)

A metodologia *Kaizen* assenta no pensamento orientado para os processos, priorização da qualidade, gestão baseada em dados, focalização no cliente, trabalho em equipa e autodisciplina. A gestão lucrativa dos recursos utiliza como ferramentas de melhoria as boas práticas de trabalho representadas pelos 5S's, eliminação de desperdícios e standardização dos métodos de trabalho. (Coimbra 2013)

i. 5S's

A filosofia dos 5S's surge com obras de *Taashi Osada* e foca-se na organização e limpeza do posto de trabalho de modo a melhorar a rentabilidade, eficiência e segurança dos locais. O nome desta ferramenta resulta das cinco palavras japonesas, *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu* e *Shitsuke*.

1. **Seiri** – Esta etapa inicial corresponde à triagem de todas as ferramentas usada no posto de trabalho. São separadas em duas categorias, necessárias e desnecessárias, sendo a categoria de desnecessárias o conjunto de ferramentas que deverão ser eliminadas do local. Para esta classificação é necessário rever quais ferramentas são utilizadas mais regularmente e organizá-las consoante a sua utilização.
2. **Seiton** – Após descartar tudo o que é pouco utilizado, as restantes ferramentas devem ser organizadas de modo a facilitar o seu manuseamento. Quando se trata de tarefas manuais como montagem de componentes, as ferramentas devem ser organizadas na ordem da sua utilização e a sua localização deve ser devidamente assinalada.
3. **Seiso** – Esta etapa corresponde à organização e limpeza do posto de trabalho no fim de cada turno. Os operadores do turno são responsáveis por colocar tudo no local designado e realizar a limpeza do seu posto até ao fim do seu turno, de modo a garantir uma constante organização do setor.
4. **Seiketsu** – O termo corresponde à standardização da ordem de trabalhos, através da marcação e identificação de locais próprios de arrumação, a criação de normas de trabalho ou a introdução de mecanismos de verificação. É da responsabilidade do supervisor encarregado pelo posto garantir que os colaboradores estão a seguir todas as normas estabelecidas.
5. **Shitsuke** – A última fase da implementação dos 5S's no quotidiano é incutir a cultura de autodisciplina e a responsabilidade para garantir todo o programa. É comum nas empresas japonesas cada operador assinar um contrato de compromisso ao plano, sendo todas assinaturas expostas num quadro como símbolo de espírito e de responsabilidade. (Kiran 2016)

ii. Gestão Visual

Todos os problemas existentes numa empresa devem ser tornados visíveis uma vez que, caso estes não possam ser detetados, ninguém pode garantir a resolução dos mesmos. Assim, a primeira etapa da gestão visual passa por tornar os problemas relacionados com os 5M's (mão

de obra, máquinas, materiais, métodos e medidas) visíveis para que possam ser tomadas ações corretivas. (Imai 2007)

A segunda etapa recorre ao uso de gráficos, quadros e códigos de cores para promover uma troca simples e intuitiva de informação, reduzindo os erros relativos à falta de percepção da informação recolhida. Adicionalmente, o uso de imagens e frases motivadoras pode ser um meio de estimular os operadores a desempenharem um trabalho comprometido com a filosofia da empresa. (Dennis 2007; Liff and Posey 2007)

iii. *Muda*

A filosofia de melhoria contínua incide também na eliminação de desperdício para atingir competitividade e excelência. *Muda*, designação de desperdício na língua Japonesa, é apresentado sobre sete formas diferentes, detalhadas seguidamente.

1. **Defeitos** – produção de artigos não conformes que conduzem a custos adicionais de recursos inutilizados, imposição de retrabalho e disponibilidade de recursos humanos.
2. **Espera** – desperdícios de tempo relacionados com a espera dos operadores devido a falta de material, equipamentos ou informação.
3. **Deslocação** – deslocação excessiva devido a locais de trabalho desorganizados, não cumprimento dos 5S's e indisponibilidade de materiais e meios de produção.
4. **Excesso de produção** – a produção maior do que a procura gera inventário excessivo, ocupação indevida de máquinas e espaço e custos adicionais relacionados com consumo de matérias-primas e recursos humanos.
5. **Inventário** – a espera de matéria-prima, produtos em curso de fabrico e produtos acabado não acrescenta valor, ocupa espaço e conduz a custos adicionais de manutenção dos mesmos.
6. **Transporte** – tal como o ponto anterior, o transporte de recursos materiais não acrescenta qualquer valor ao produto final, para além da possibilidade de danificar os mesmos durante a sua movimentação.
7. **Sobre processamento** – excesso de operações realizados nos materiais que acontecem quando os processos incluem etapas desnecessárias ou com possibilidade de serem otimizadas. (Coimbra 2013; Ohno 1988)

iv. *Standard Work*

Uma das etapas para a eliminação de desperdício e adoção de uma cultura *Lean* é a normalização ou uniformização do trabalho, *Standard Work*. Uma gestão eficiente dos recursos requer padrões que representam a forma mais correta de realizar uma tarefa, minimizando os desperdícios através da focalização nas etapas que acrescentam valor.

Sem uma padronização do trabalho dois operadores irão executar a mesma tarefa de formas diferentes ou até o mesmo operador a poderá efetuar de diferentes modos. A introdução de *standards* pretende eliminar este tipo de variabilidade, funcionando como uma referência. Um sistema apenas está dentro de controlo quando apresenta padrões definidos e seguidos pelos colaboradores.

Após a criação destas normas de trabalho, torna-se necessário a implementar o ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*) como veículo que assegura a continuidade na melhoria das normas de trabalho implementadas. A Figura 5 apresenta a relação entre a implementação de *standards* e o ciclo PDCA.

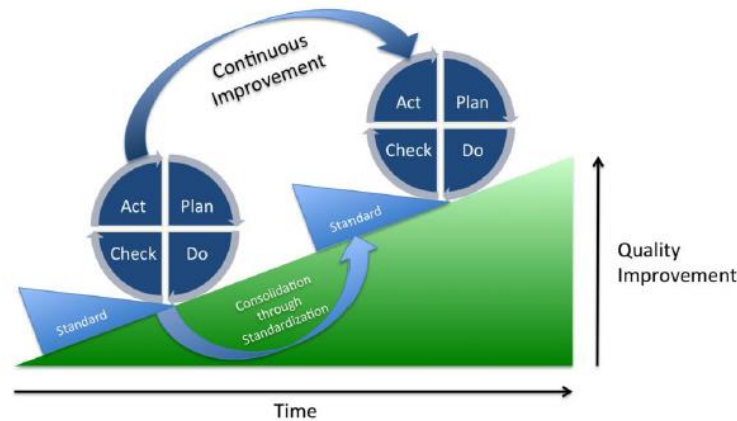


Figura 5 - Impacto da standardização e do ciclo PDCA na melhoria contínua

A primeira etapa deste ciclo é o planeamento e consiste em estabelecer um objetivo, bem como o método para o alcançar. A seguir executam-se as tarefas exatamente como foi previsto na etapa anterior e recolhem-se dados que serão usados no passo seguinte. Nesta etapa, a formação dos colaboradores e a formulação de estratégias de motivação são essenciais. Na terceira etapa, a de verificação, comparam-se os resultados obtidos na execução com os planeados inicialmente, registando-se os eventuais pontos de divergência. O processo termina com a atuação, que pode ser a de normalizar os novos procedimentos, caso a meta tenha sido atingida, impedindo que se retorne à situação inicial, ou a de atuar sobre os pontos de divergência detetados na etapa anterior, definindo-se novos objetivos de melhoramento e voltando-se à primeira etapa do ciclo. (Imai 2007)

2.3 OEE (Overall Equipment Effectivness)

O OEE, calculado através da Equação (2), é uma medida de *performance* de um equipamento que permite comparar o desempenho real do mesmo com a sua capacidade ideal durante o período de operação planeado. Valores inferiores a 65% são considerados indesejados e valores superiores a 85% são ideais. A Figura 6 apresenta os três tipos de perdas que contribuem para a diminuição do OEE, perdas de disponibilidade, de rendimento e de qualidade. (Stamatis 2010)

Tempo Total		
Tempo de Produção Planeado		Perdas Planeadas
Tempo de Funcionamento Real		Perdas de Disponibilidade
Tempo de Operação Efetivo	Perdas de Rendimento	
Tempo de Produção Efetivo	Perdas de Qualidade	

Figura 6 - Tempos utilizado para o cálculo do OEE.

Fonte: (Nakajima 1990)

$$OEE = \frac{\text{Tempo Efetivo de Produção}}{\text{Tempo de Produção Planeado}} \quad (1)$$

2.4 Ferramentas de Melhoria Contínua

A melhoria contínua necessita de um conjunto de ferramentas que ajudem na identificação e resolução de certos problemas. Devido à variedade de ferramentas existentes, torna-se difícil escolher qual a mais apropriada para o problema em questão. *Kaoru Ishikawa* acreditava que os problemas de uma empresa poderiam ser identificados através de sete ferramentas (*Seven Quality Tools*): (Kiran 2016)

1. Diagrama de *Ishikawa* (Diagrama Causa Efeito)
2. Gráfico de Pareto
3. Diagrama de Dispersão (*Scatter Diagram*)
4. Diagrama de Controlo
5. Fluxograma
6. Histograma
7. Diagrama “Conta-Palitos” (*Check Sheet*)

No âmbito deste projeto foram utilizadas duas ferramentas, o gráfico de Pareto, através de uma análise ABC/XYZ dos produtos que dão entrada no setor, e o diagrama “Conta-Palitos” para analisar o tempo despendido pelos operadores nas diversas tarefas.

i. Análise ABC/XYZ de Produtos

A análise ABC é uma ferramenta que auxilia a tomada de decisões com base no Princípio de Pareto. O princípio de Pareto conclui que 80% dos resultados advém de 20% das causas, apresentando a visualização dos dados por ordem decrescente de frequência. O gráfico de Pareto direciona a concentração para os fatores com maior influência no resultado. (Balaji and Kumar 2014)

A classificação ABC induz a criação de grupos de artigos com semelhante frequência, tendo em conta o critério de volume de vendas, valor de vendas ou rotação do artigo. Segundo (Marques 2016), a classificação pode ser feita de seguinte forma:

- Grupo A – que representam 20% da totalidade dos artigos, com contribuição de 80% no volume de vendas total.
- Grupo B – representam 30% dos artigos com representatividade de apenas 15% na totalidade do volume de vendas.
- Grupo C – grupo com 50% dos artigos que, no total, apenas representam 5% no volume total.

A análise XYZ avalia os artigos consoante a sua regularidade de produção. Analisando artigos com a mesma quantidade vendida, os artigos com maior regularidade apresentam maior impacto do que artigos produzidos em momentos esporádicos. Esta classificação, cujo critério de avaliação é calculado conforme a Equação (2), permite alocar a produção dos artigos mais regulares a linhas de produção específicas. (Dohka and Choudary 2013)

$$CV = \frac{\sigma}{\bar{X}} \quad (2)$$

Sendo:

σ – desvio padrão da quantidade produzida

$\bar{X}$ – valor médio da quantidade produzida

A classificação pode ser dividida em três grupos, segundo (Bergmann et al. 2012):

- Grupo X – com regularidade estável, com baixa flutuação e cujo coeficiente de variação é inferior a 0,5.

- Grupo Y – com moderadas flutuações de produção e coeficiente de variação entre 0,5 e 1,0.
- Grupo Z – com produção irregular, cujo coeficiente de variação é superior a 1,0.

ii. Diagrama “Conta-Palitos”

Esta ferramenta é utilizada para fazer a recolha inicial de dados e possibilitar uma rápida interpretação dos resultados obtidos. Como tal, é importante que seja de fácil leitura e compreensão e que os dados se encontrem devidamente identificados. A informação disposta tem que ser adequada ao problema em sim e os dados obtidos devem fornecer o máximo de informações possíveis relativas à origem do defeito. (Kiran 2016)

2.5 Balanceamento de Linhas de Produção

O principal objetivo do balanceamento das linhas de produção passa por garantir uma produção mais uniforme e capaz de atenuar as flutuações da procura. O efeito *bullwhip*, verificado quando pequenas perturbações dos clientes finais se traduzem em amplificações ao longo da cadeia de valor, obriga à necessidade de criar inventário em variadas fases. (Takeda 2006)

A criação de locais de acumulação de inventário aumenta o *work in progress*, *WIP*, quantidade de produtos em espera no fluxo produtivo, e, conseqüentemente, o *lead time* do produto, definido como o valor temporal necessário pelo produto percorrer toda a cadeia de operações. De modo a garantir que a procura é assegurada, o *lead time* deverá ser a qualquer momento inferior ao *takt time* ou tempo de procura do cliente, calculado através de: (Coimbra 2013)

$$Takt\ Time = \frac{Tempo\ Trabalho\ Disponível}{Taxa\ de\ Procura\ do\ Cliente} \quad (3)$$

2.6 Análise de Rentabilidade do Investimento

“Investimento é, pois, todo o «sacrifício», consubstanciado numa troca de satisfação atual (associada ao custo) por satisfação futura (associada a benefícios esperados incertos), tendo como objetivo a produção (venda) de bens ou a prestação de serviços.”

(Cardoso Moreira et al. 2015)

A realização de um projeto de investimento por uma entidade tem uma de três finalidades básicas: a criação de um novo negócio, a ampliação e/ou a modernização de um negócio já existente. No entanto, a avaliação da realização do mesmo passa por analisar se o benefício é superior ao custo de investimento e verificar se o risco do investimento, uma vez que o benefício acontecerá num horizonte posterior, é viável. Para tal, a avaliação do investimento a nível económico passa pela análise dos seguintes valores característicos. (Brealey, Myers, and Allen 2016)

i. Investimento Inicial

O investimento inicial representa a quantidade de capital necessário para realizar o projeto concebido. A origem do capital pode ser variável, entre financiamento interno (capital gerado pela organização de lucros prévios) a financiamento de investidores externos.

Em caso de financiamento, a pagamento do investimento é, geralmente, realizado através de prestações durante um período de tempo a qual está associado uma taxa de juro, relativo à atribuição do empréstimo.

O valor renda de pagamento do empréstimo pode ser variável ou constante no horizonte temporal de endividamento. A Equação (4) representa o valor da renda anual média relativa a um investimento inicial, I_0 . (Matias 2015)

$$\bar{R} = \frac{1}{n} \times \left[I_0 + \sum_{t=1}^n i \times \left(I_0 - (t-1) \times \frac{I_0}{n} \right) \right] \quad (4)$$

Sendo que:

$\bar{R}$ – Renda Média relativa ao Investimento

i – Taxa de Juro Periódica

n – Período de Pagamento

ii. **Payback Period**

Também denominado de Período de Recuperação de Investimento, o *payback period* representa o horizonte temporal onde os ganhos estimados do projeto igualam o investimento inicial, podendo ser representado em anos ou meses. (Cardoso Moreira et al. 2015) define como sendo o número de períodos necessários para, através dos ganhos gerados, recuperar o capital investido. Matematicamente,

$$\text{Payback Period} = t \quad \text{quando,} \quad \sum_{t=0}^n \text{Ganhos} = I_0 \quad (5)$$

Esta medida permite também avaliar o risco associado ao investimento, quanto maior o período de recuperação maior o risco de retorno do investimento.

3 Situação Atual do Setor de Acabamentos Mecânicos II

De modo a contextualizar os problemas tratados nesta dissertação, surge a necessidade de introduzir o fluxo produtivo desde a entrada das pranchas de cortiça até à expedição da encomenda de rolhas para o cliente. Para além do enquadramento geral dos processos, este capítulo apresenta a realidade do setor dos Acabamentos Mecânicos II e a sua interação direta no fluxo da unidade industrial.

3.1 Descrição do Processo Produtivo

Para uma melhor compreensão do fluxo de operações realizadas na Amorim & Irmãos, apresenta-se, na Figura 7, a sequência dos principais processos, sendo, de seguida, sucintamente explicados.

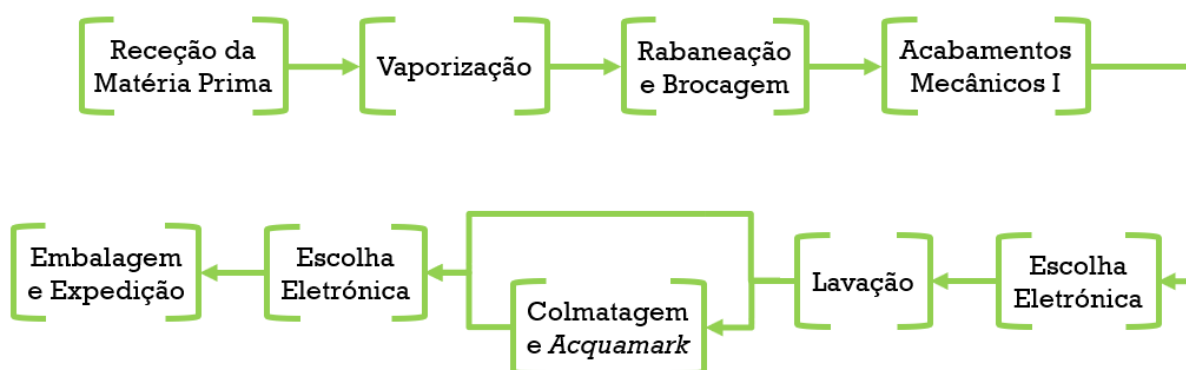


Figura 7 - Principais operações do fluxo produtivo da Unidade de Lamas da Amorim & irmãos

Receção da Matéria Prima

O processo produtivo inicia-se com a receção das paletes de pranchas de cortiça, provenientes das unidades industriais da Amorim Florestal, que enviam a cortiça já com um processo inicial de cozedura, onde se dá a alteração das propriedades mecânicas das pranchas.

Vaporização

Após a receção do material, as paletes passam pelo processo de vaporização, com o objetivo de libertar as tensões internas nas pranchas de cortiça, tornando-as mais maleáveis e húmidas. Este tratamento consiste em colocar as paletes numa câmara onde é injetado vapor de água à pressão de 6 bar e a uma temperatura de 150 °C. O tempo de ciclo do processo é dependente da humidade relativa de chegada das paletes.

Rabaneação e Brocagem

A secção de rabaneação e brocagem tem como principais tarefas, o corte das pranchas em traços de cortiça e a brocagem dos traços em rolhas. É neste setor que a cortiça adquire a forma cilíndrica da rolha. As dimensões do corte dos traços e das rolhas são semelhantes, com alguma folga, ao calibre final desejado.

A rabaneação é um processo manual, realizado por operadores experientes através de serras circulares elétricas, as rabaneadeiras. Relativamente à brocagem, dependendo do calibre desejado e das características da cortiça, os traços seguem para as brocas automáticas ou para as brocas a pedal. Na brocagem a pedal, o operador tem total controlo sobre o equipamento, extraíndo rolhas apenas das partes do traço com melhor qualidade, evitando a produção de rolhas com defeitos. A broca automática não tem qualquer intervenção do operador, tanto no

posicionamento do traço como na brocagem do mesmo, o que conduz ao aparecimento de defeitos na rolha devido a cortes em locais do traço de pior qualidade. Apesar disso, a broca automática garante uma produtividade muito superior, com custos de operação e mão de obra especializada muito inferiores.

Após esta etapa, todas as rolhas passam por um processo de tratamento de TCA e redução da humidade relativa da cortiça. Rolhas provenientes das unidades industriais da Amorim Florestal, instaladas no Norte de África, integram o fluxo produtivo da Unidade Industrial de Lamas neste processo de tratamento.

Acabamentos Mecânicos e Escolhas Eletrónicas

Terminado o processo de tratamento, as rolhas seguem para uma linha de acabamentos mecânicos onde são realizadas operações de retificação dimensional, nomeadamente a correção do diâmetro (através de uma máquina de polir) e a correção do comprimento (através de uma máquina de topejar). Os diâmetros *standard* são 24, 25 e 26 mm e os comprimentos *standard* são 45, 49 e 54 mm.

Uma vez que a rolha já possui o seu calibre bem definido, estas passam por uma máquina de escolha eletrónica, onde se realiza uma escolha inicial, conforme a sua classe visual (quantidade e profundidade de buracos na rolha), em diferentes classes industriais AA, A, B e C, onde a classe AA possui melhor qualidade e a classe C pior qualidade.

Seguidamente, as rolhas seguem para uma segunda escolha eletrónica onde as classes industriais são divididas em classes de venda final: Flôr, Extra, Superior, 1º, 2º, 3º, 4º, 5º e 6º, sendo, novamente, Flôr com melhor qualidade e 6º com pior qualidade.

Para além das classes de venda finais, a escolha eletrónica também deteta defeitos no corpo ou no topo das rolhas, não estando em condições de serem comercializadas. A Figura 8 apresenta a classe de rolhas com defeitos no topo, denominada de repasse. Estas seguem para o setor de Acabamentos Mecânicos II que se dedica à transformação das rolhas com defeitos em rolhas comercializáveis, de calibre inferior, conforme as necessidades de produção.



Figura 8 - Rolhas com defeitos nos topos

Lavação

A partir desta etapa, o fluxo produtivo da fábrica assume um modelo *Pull*, ao contrário de todos os processos descritos até ao momento, que operam segundo o modelo *Push*. O processo de lavagem consiste na desinfecção, despoeiramento e limpeza das rolhas. Existem vários tipos de lavagem dependendo da qualidade da rolha, do destino e da preferência do cliente. São consideradas como lavagens base as seguintes: *Clean 2000*, *Pré-Light*, *Nova 101* e *Clean 0* e revestimentos: *Clean C*, *Light* e *Nature*. As rolhas podem sofrer lavagens diferentes, no entanto, a sua ordem de aplicação não deve ser aleatória. A Figura 9 apresenta as diferentes lavagens e revestimentos que podem ser aplicados e a sua sequência de aplicação.

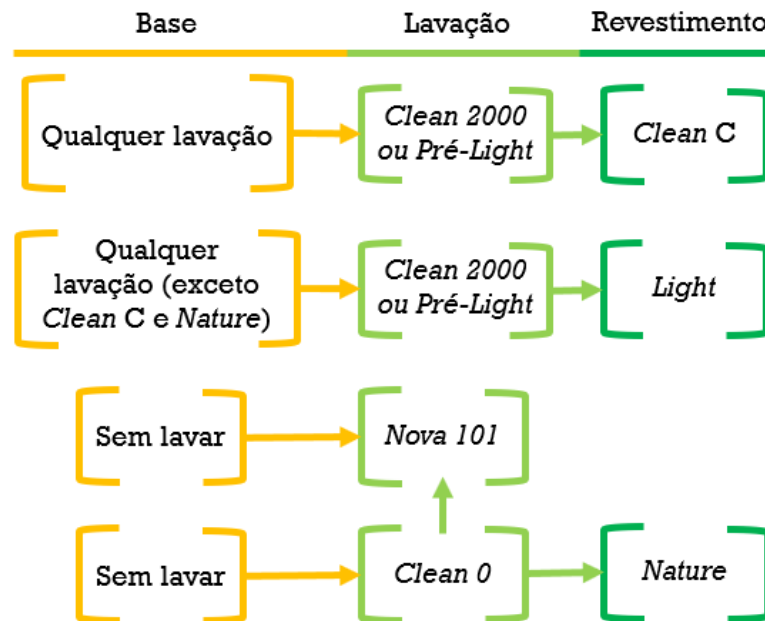


Figura 9 - Rotas de lavagem de rolhas naturais

Colmatagem e Acquamark

A colmatagem é o processo responsável pelo preenchimento de fendas e buracos das rolhas de classes comerciais inferiores (3º, 4º, 5º, e 6º) com pó de cortiça e cola, com o objetivo de melhorar o seu aspeto. Existem duas variantes do processo: o *Acquamark*, de base aquosa, e a Colmatagem, de base solvente.

Anteriormente, as rolhas sofrem uma lavagem base: *Clean 2000*, *Pré-Light* ou *Clean 0*, dependendo do tipo de colmatagem que lhe será aplicado. Para além da colmatagem a aplicar, existem três tipos de revestimento: Cristal, Rosado ou Branco. É importante referir que nem todas as lavagens são compatíveis com os diferentes tipos de colmatados, acontecendo o mesmo com os revestimentos, como apresentado na Figura 10.

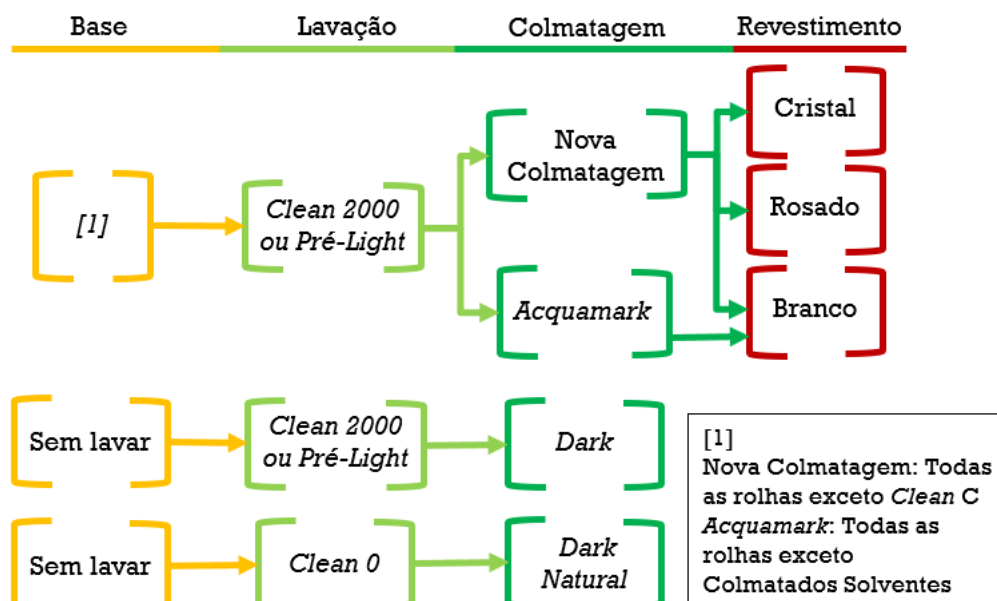


Figura 10 - Rotas de lavagem de rolhas colmatadas

Escolha Eletrônica Final

Nesta secção, os lotes de rolhas já estão destinados a um cliente, com o calibre, classe e lavação pretendidos pelo mesmo. O processo de escolha eletrônica é realizado novamente para retirar rolhas com defeito, que não foram detetadas durante todo o processo, e fazer uma separação das classes mais minuciosa, dependendo dos requisitos impostos pelo cliente final.

Embalagem e Expedição

Nesta etapa final do fluxo produtivo, as rolhas passam por máquinas de contar e são embaladas em sacos, agrupados em paletes, para serem expedidas para o cliente ou armazenadas no armazém de produto acabado.

3.2 Enquadramento do Setor no Fluxo da Unidade

Tal como referido no subcapítulo anterior, o setor de Acabamentos Mecânicos II é responsável por duas tarefas, transformação de rolhas com defeitos em rolhas comercializáveis de calibre inferior e transformação de rolhas de calibre *standard* em rolhas de calibre não *standard*, de acordo com as encomendas recebidas.

A Figura 11 apresenta os diferentes setores do fluxo produtivo que interagem com os Acabamentos Mecânicos II. São maioritariamente os setores das escolhas que enviam as rolhas defeituosas para transformação. Também o setor da Colmatagem envia estas classes, uma vez que existe um processo de escolha após a colmatagem das rolhas.

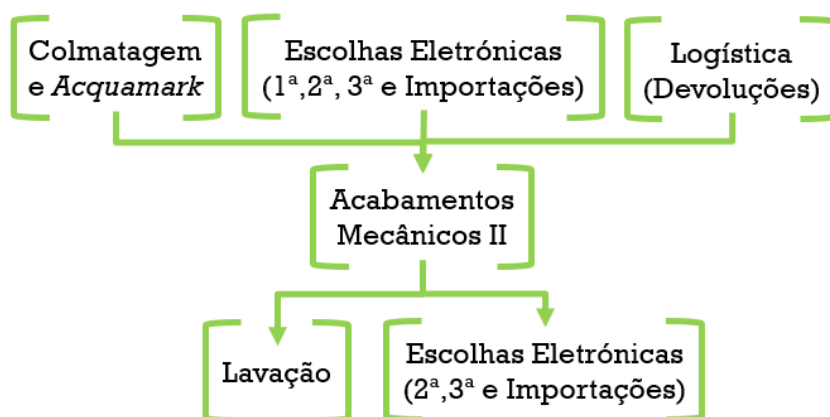


Figura 11 - Principais setores diretamente envolvidos nos fluxos do setor AM II

Ao efetuar operações de retificação, parte da camada de lavação existente na rolha é eliminada, sendo esta a razão pela qual a lavação recebe grande parte dos lotes. A Figura 12 apresenta o impacto das operações de retificação na lavação das rolhas.

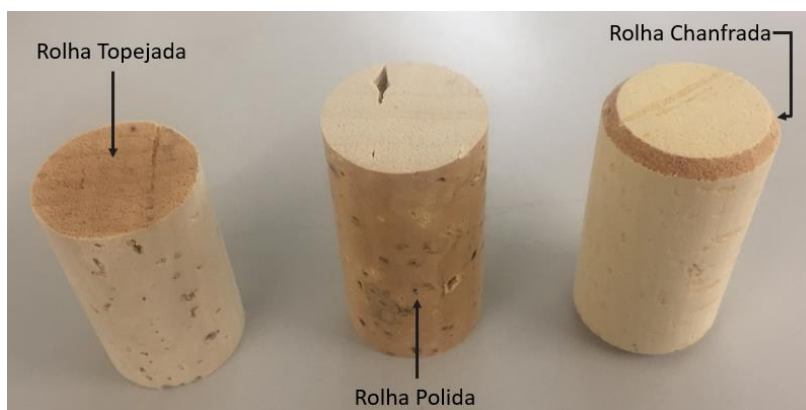


Figura 12 - Impacto das operações de topejar, polir e chanfrar na lavação das rolhas

i. Caracterização das Operações e Produtos

Os Acabamentos Mecânicos II são responsáveis por realizar três operações de retificação:

- Topejar os topos – diminuição do comprimento da rolha;
- Polir o corpo – diminuição do diâmetro da rolha;
- Chanfrar os topos (ou apenas um dos topos).

Atualmente, todas as operações são independentes, isto é, não existe uma sequência necessária para a sua realização, podendo ser feita apenas uma operação ou mais, dependendo da necessidade. No entanto, existe a possibilidade, caso seja necessário topejar e polir um lote, utilizar uma linha de máquinas capaz de realizar as duas operações.

A Figura 13 apresenta a produção do setor relativa ao ano de 2017, que servirá de suporte para o dimensionamento do novo *layout*, e a percentagem correspondente a cada operação. É possível observar que metade da produção é relativa à operação de topejar, e o restante dividido entre polir e chanfrar.

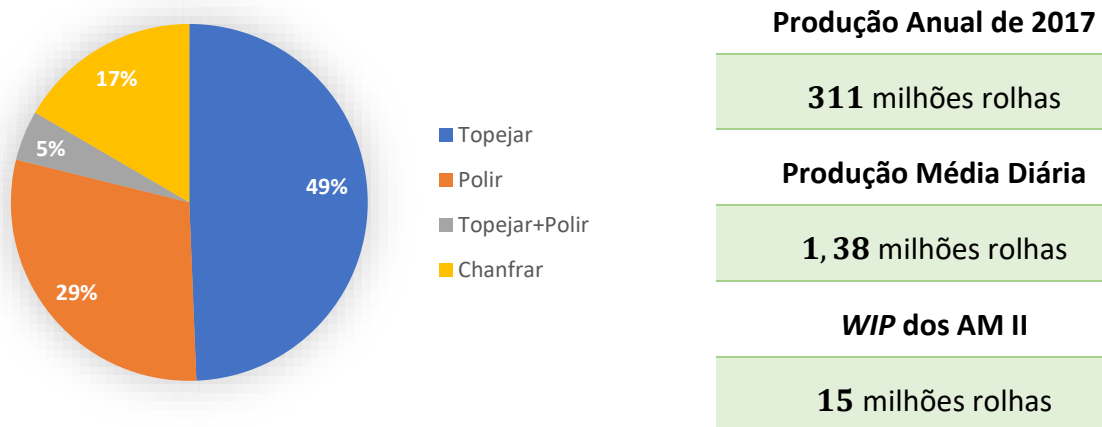


Figura 13 - Produções relativas ao ano de 2017, individualizando as operações

Devido à falta de capacidade, principalmente na operação de chanfrar, cerca de 55 milhões de rolhas são enviadas anualmente para prestadores de serviço da empresa. Esta será uma questão a considerar no dimensionamento, estabelecendo-se o objetivo eliminar tal necessidade.

Os produtos que dão entrada no setor apresentam grande variedade, tanto em calibre, como em classe, como representado na Figura 14 e a Figura 16.

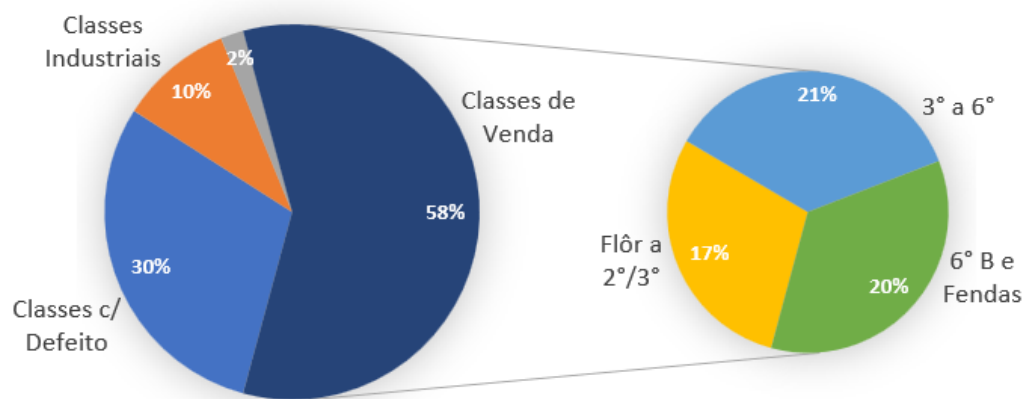


Figura 14 - Classes de entrada no setor mais comuns

Relativamente às classes de entrada do setor, estas vão desde as classes de venda, Flôr a 6°, passando pelas classes industriais, AA a C, e pelas classes de rolhas defeituosas, Repasse e Deformadas. Nas classes com defeito, 26% representam o repasse e os restantes 4% representam as deformadas. Assim, a classe de repasse é a classe com maior contribuição. O repasse caracteriza-se como sendo a classe que apenas apresenta defeitos nos topos das rolhas e, para se tornarem numa classe comercializável, necessita de uma operação de topejar como caracterizado na Figura 15. As deformadas apresentam defeitos no corpo e sofrem a operação de polir.



Figura 15 - Operação de topejar na classe de repasse

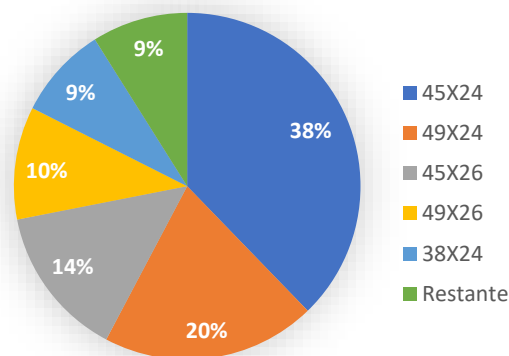


Figura 16 - Calibres mais comuns do setor

Relativamente aos calibres que dão entrada no setor, os calibres 45x24 e 49x24 são os mais comuns, porque representam 80% da quantidade produzida nas brocas e geralmente realizam operações de topejar. Os calibres 45x26 e 49x26 realizam maioritariamente operações de polir para diâmetro de 24 mm, enquanto que o 38x24 realiza operações de chanfrar, como demonstrado na Figura 17 onde esquematiza as operações mais comuns de cada calibre e classe/grupo de classes.

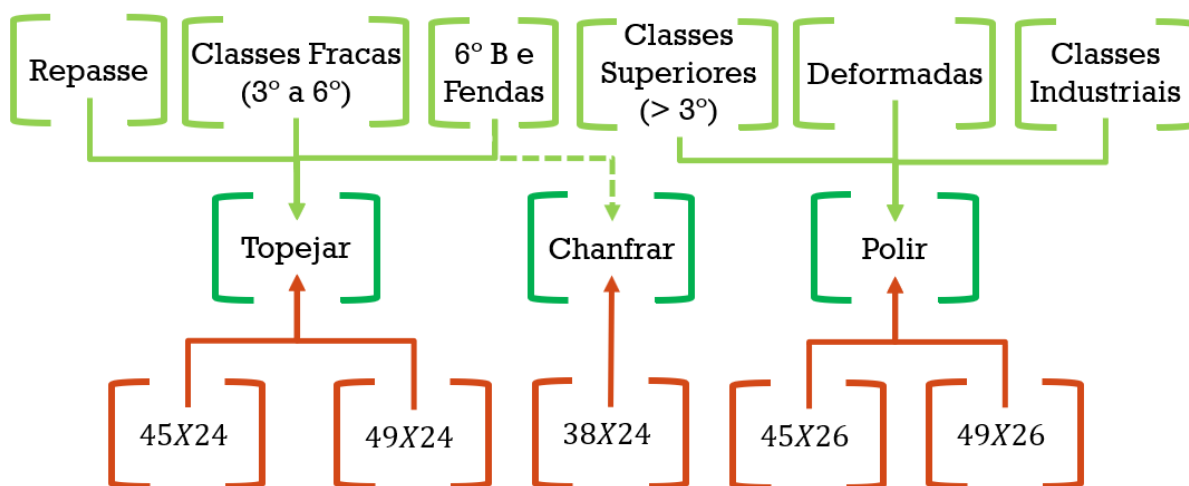


Figura 17 - Calibres e classes/grupo de classes mais comuns e operações realizadas

Relativamente às lavações, a Figura 18 realça as lavações mais comuns. É de notar que as classes de repasse que dão entrada no setor são agregadas em termos de lavagem. A lavagem *Clean C* agrega com o revestimento *Nature*, uma vez que este só pode ser lavado em *Clean 2000* e depois *Clean C*. Os repasses *Light* e *Nova 101* são agregados ao *Clean 2000* para ser lavados em *Clean 2000* e revestidos em *Light*, e os repasses *Clean 0* e *S/Lavar* são agregados uma vez que ambos podem seguir para qualquer lavagem.

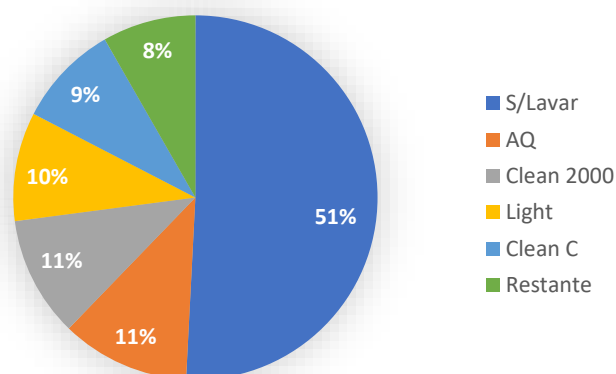


Figura 18 - Lavações mais comuns de entrada no setor

Como observado, a lavagem predominante é o *S/Lavar*, constituída pelas classes de Repasse, B e Fendas. O repasse *Clean C* + *Nature* é identificado como *Clean C*, o *Light* + *Clean 2000* + *Nova 101* é denominado de *Light* e o *Clean 0* + *S/Lavar* é identificado como *S/Lavar*.

O Anexo A apresenta uma visão mais detalhada de todos os produtos que dão entrada no setor, através de uma análise ABC/XYZ dos calibres, classes e lavações.

ii. Layout Atual

Com uma capacidade diária de 1,38 milhões de rolhas, o setor é constituído por:

- 7 máquinas de chanfrar;
- 8 máquinas de polir;
- 10 máquinas de topejar;
- 2 linhas de polir e topejar.

A Figura 19 apresenta a disposição destas máquinas. É de notar que o espaço de manuseamento dos materiais após a saída das máquinas é limitado, dificultando as tarefas dos operadores. A existência de duas linhas de máquinas no corredor central do setor, em vez de se utilizar uma parede para colocar uma linha, de modo a libertar algum espaço e melhorar a organização, vem

contribuir para esta situação. Adicionalmente, a estufa atualmente não tem qualquer utilização. Todos estes aspetos evidenciam a falta de alterações organizacionais dos AM II ao longo da evolução da empresa. O Anexo D apresenta a disposição mais detalhada do setor.

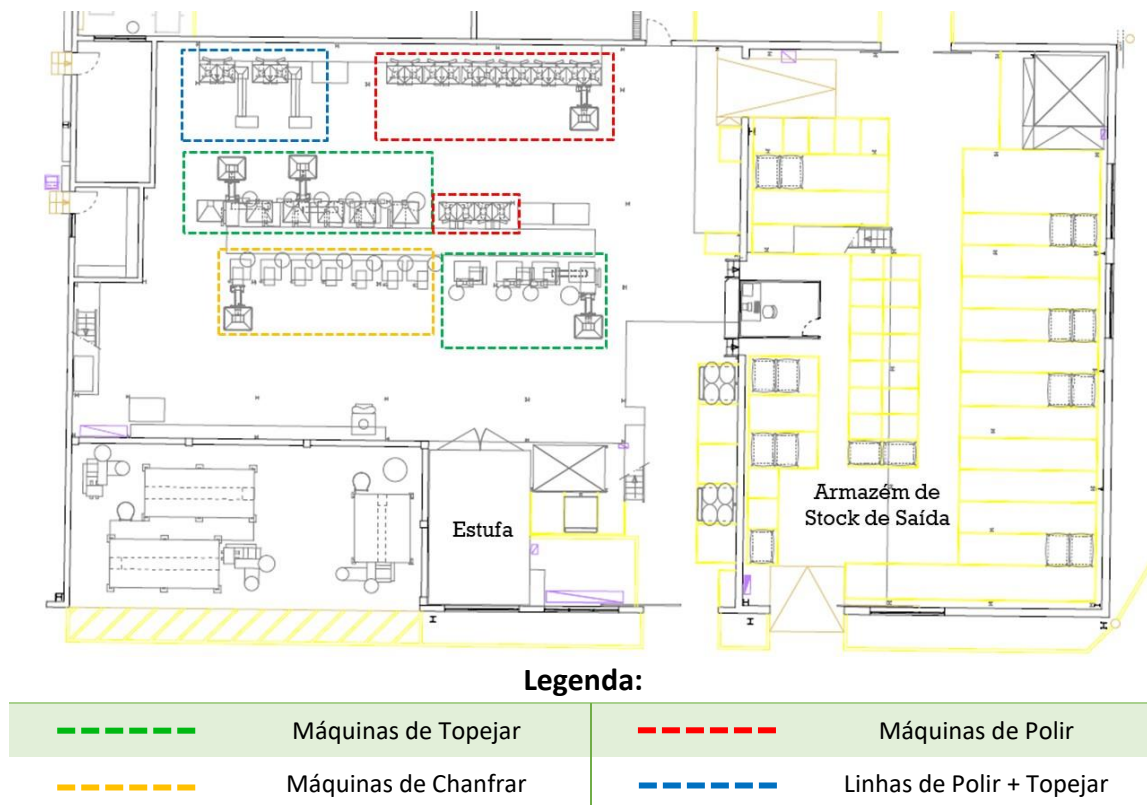


Figura 19 - Disposição atual do setor de Acabamentos Mecânicos II

iii. *Análise de Stocks à Entrada e Saída*

Atualmente, o setor apenas opera a um turno apesar dos setores que o influenciam diretamente, trabalharem a três turnos. Por esta razão, são acumuladas grandes quantidades de *stock* à entrada, ao que será necessário dar destino durante o decorrer do turno de funcionamento. Uma vez que o setor nem sempre tem capacidade para absorver todo o *stock*, parte encontra-se em espera, cerca de 5 milhões de rolhas.

A Figura 20 apresenta o local de organização do *stock* que dá entrada no setor. Devido à grande quantidade e variedade não existe uma organização simples e perceptível dos sacos e cestos existentes. Adicionalmente, neste piso, para além da receção, é realizada a alimentação das máquinas.



Figura 20 - Alimentação superior das máquinas e acumulação de *stock*

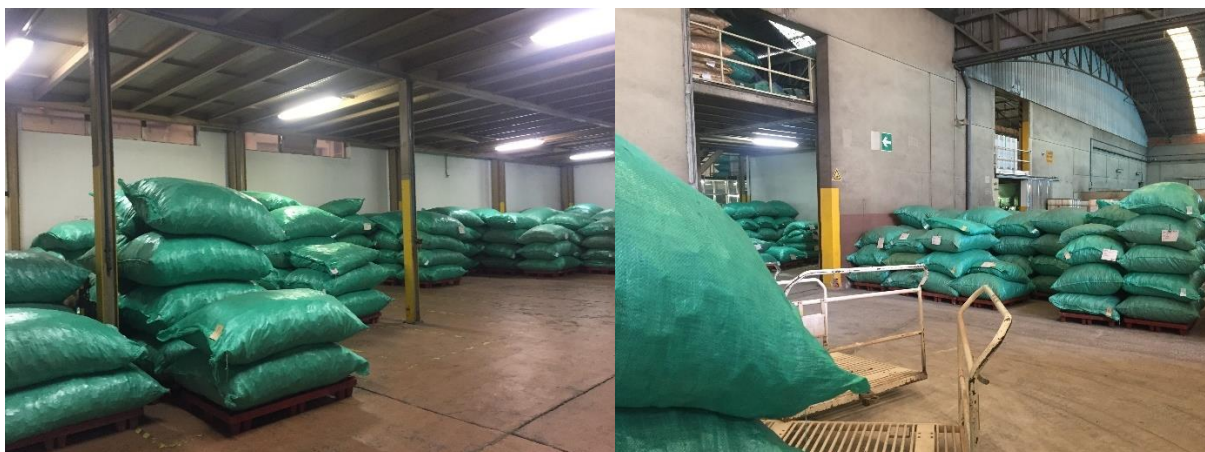


Figura 21 - Organização do *stock* no armazém de saída do setor

Relativamente ao produto acabado, este encontra-se num armazém próximo das máquinas, apresentado na Figura 21. O armazém possui cerca de 10 milhões de rolhas em espera para seguirem para os setores seguintes e é constituído principalmente por classes de repasse e deformadas, que necessitam de ser alocados a uma máquina de escolha eletrónica para separar em classes de venda. Este facto leva à elevada flutuação da quantidade de *stock* pois o mesmo está dependente da folga dos setores de escolha, sendo o setor de escolha da colmatagem e de escolha das importações os mais utilizados.

iv. Operadores e Tarefas

Analisando os operadores, são considerados 9 operadores com responsabilidades perante o funcionamento dos AM II, 1 chefe de equipa e 8 operadores com tarefas variadas.

O chefe de equipa tem como principal tarefa a gestão de todo o funcionamento do turno, desde auxílio e gestão dos operadores ao planeamento e alocação do *stock* de entrada às máquinas disponíveis, considerando a urgência de alguns produtos de acordo com as informações fornecidas pelo departamento de planeamento.

São necessários 4 operadores responsáveis pelo correto funcionamento das máquinas, o que se traduz numa média de 7,25 máquinas por operador. Assim, as suas tarefas consistem em desencravar as máquinas, trocar os sacos dos alimentadores quando cheios, e cosê-los para os 2 operadores responsáveis pelo transporte de todo o *stock* empilharem os sacos do mesmo produto numa paleta e transportá-la para o local designado. Para além da organização do *stock* à saída das máquinas, estes operadores também tratam do transporte do *stock* de entrada para o piso superior de alimentação das máquinas.

Os restantes operadores têm funções distintas, um operador encontra-se no piso superior, responsável pela organização e alimentação das máquinas consoante o planeamento do chefe de equipa, e um operador garante a afinação das máquinas.

A Tabela 1 apresenta percentagem de ocupação dos operadores em cada tarefa. O cálculo destas percentagens encontra-se evidenciada no Anexo B, com um estudo mais detalhado de todas as tarefas e tempos despendidos em cada dos operadores responsáveis pelas máquinas.

Tabela 1 - Tarefas associadas a cada operador do setor

	Chefe de Equipa	Resp. Chanfrar	Resp. Polir	Resp. Topejar + Linhas	Resp. Topejar	Empilhador	Aux. Empilhador	Alim. Máquinas	Afinador
Planear consumos máquinas	X (80%)								
Desencravar máquinas		X (38%)	X (22%)	X (22%)	X (31%)				X (5%)
Movimentar paletes						X (35%)	X (30%)	X (20%)	
Movimentar sacos		X (7%)	X (10%)	X (20%)	X (23%)	X (35%)	X (40%)	X (20%)	
Escolha mistura		X (17%)		X (10%)	X (17%)				
Alimentar máquinas								X (50%)	
Organizar stock						X (20%)	X (20%)	X (10%)	
Vazar alcofas		X (10%)	X (45%)	X (11%)					
Retirar e coser sacos		X (23%)	X (10%)	X (23%)	X (8%)				
Afinar máquinas									X (75%)
Tarefas diversas	X (20%)	X (5%)	X (13%)	X (14%)	X (21%)	X (10%)	X (10%)	X (10%)	X (20%)

As tarefas diversas referem-se a preenchimento de placas de produtos, identificação das produções das máquinas, observação das máquinas, preparação dos sacos e intervalos estabelecidos.

Este ponto de análise apresenta várias oportunidades de melhoria em diversas questões. Inicialmente, o elevado número de ocasiões de encravamento advém da falta de cuidado dos outros setores no envio dos lotes, onde surgem mistura de rolhas com calibres distintos. Este problema ocorre com maior regularidade nas máquinas de chanfrar e obriga à paragem das mesmas para desencravamento. Ao impor normas de *Standard Work* nestes setores este problema diminui. Algumas propostas de melhoria passariam também por uma limpeza mais recorrente das máquinas e a colocação de sinalização luminosa no caso de encravamento para alertar mais facilmente o operador e assim reduzir o tempo de máquina parada.

A mudança de sacos quando cheios também é um aspeto relevante. As máquinas sem alimentadores possuem saídas das rolhas a uma altura muito próxima do chão, que impossibilita o uso de sacos, tal como se pode observar na Figura 22. Como tal, torna-se imperativo o uso de alcofas nesses casos, e quando cheias, o conteúdo é transferido para sacos. Estas possuem uma capacidade de cerca de 500 rolhas, comparativamente à capacidade de 10 000 rolhas do saco, o torna constante a tarefa dos operadores de transporte de alcofas cheias para os sacos.



Figura 22 - Saída da máquina para alcofas e sistema de alimentação de sacos

A aquisição de alimentadores e a transformação do setor para o uso de contentores, com capacidade de 20 000 rolhas, leva a uma diminuição de cerca de 50% do tempo despendido em tarefas de mudanças de contentores e simplifica o transporte dos mesmos. Assim, caso fossem consideradas estas alterações, o número de operadores responsáveis pelo funcionamento das máquinas passaria para 2, funcionando o setor apenas com 7 operadores.

Juntamente com a análise dos operadores, encontra-se no Anexo B um conjunto de rotas estabelecidas previamente, denominadas de rotas automáticas dos AM II, que representam as operações nas classes mais comuns do setor.

4 Propostas de Melhoria de Eficiência

O seguinte capítulo apresenta propostas de alteração do funcionamento do setor, analisadas ao longo do projeto, que conduzem a um aumento a eficiência do mesmo. Segue-se posteriormente a descrição das propostas consideradas.

De modo a facilitar a leitura do documento, a Tabela 2 apresenta todas as propostas de melhoria abordadas por ordem de importância e o estado de implementação das mesmas, isto é, se a proposta foi ou não considerada para o projeto.

Tabela 2 - Propostas de melhoria consideradas no decorrer do projeto

Propostas Analisadas		Estado
1	Funcionamento em turnos	✓
2	Integração da Operação de Escolha Eletrónica	✓
3	Acoplamento de Operações de Retificação	✓
4	Acoplamento de Operações de Retificação com Operação de EE	✓
5	Aquisição de Máquina de Topejar Topo de Pior Qualidade	✗
6	Alteração da Unidade de Transporte dos Lotes	✓
7	Reorganização do <i>layout</i>	✓
8	Alteração das Denominações das Classes de Repasse	✓
9	Aquisição de Dispositivos de Sinalização do Funcionamento dos Equipamentos	✗

4.1 Caracterização das Propostas Consideradas

i. Alteração do funcionamento geral do setor

Inicialmente, a principal discrepância prende-se com o funcionamento do setor apenas a um turno sendo que os setores diretamente relacionados trabalham a três turnos. Este facto obriga os AM II a escoar todo o *stock* que dá entrada no decorrer de três turnos de produção em apenas um turno de funcionamento. A Figura 23 apresenta a flutuação do *stock* à entrada do setor, em que se observa a produção no turno 2 e consequente acumular de *stock* nos turnos 1 e 3. Esta flutuação leva à necessidade de gerir a capacidade de produção consoante a urgência de certos lotes. Este problema conduz a um elevado *WIP* e, consequentemente, um elevado *lead time* do setor.

Adicionalmente, um aumento das necessidades futuras de produção traduz-se num aumento da quantidade de máquinas necessárias. A integração destas máquinas é inviável, sem realizar investimentos elevados, com o espaço útil existente, o que defende a passagem para funcionamento a turnos.

Relativamente à quantidade de *stock* existente à saída do setor, a sua quantidade depende principalmente da falta de balanceamento dos restantes setores e dos lotes descritos na secção seguinte. É de esperar que o balanceamento dos restantes setores seja atingido com as alterações de funcionamento da unidade industrial e com a hipótese de acoplar a operação de escolha no setor AM II.

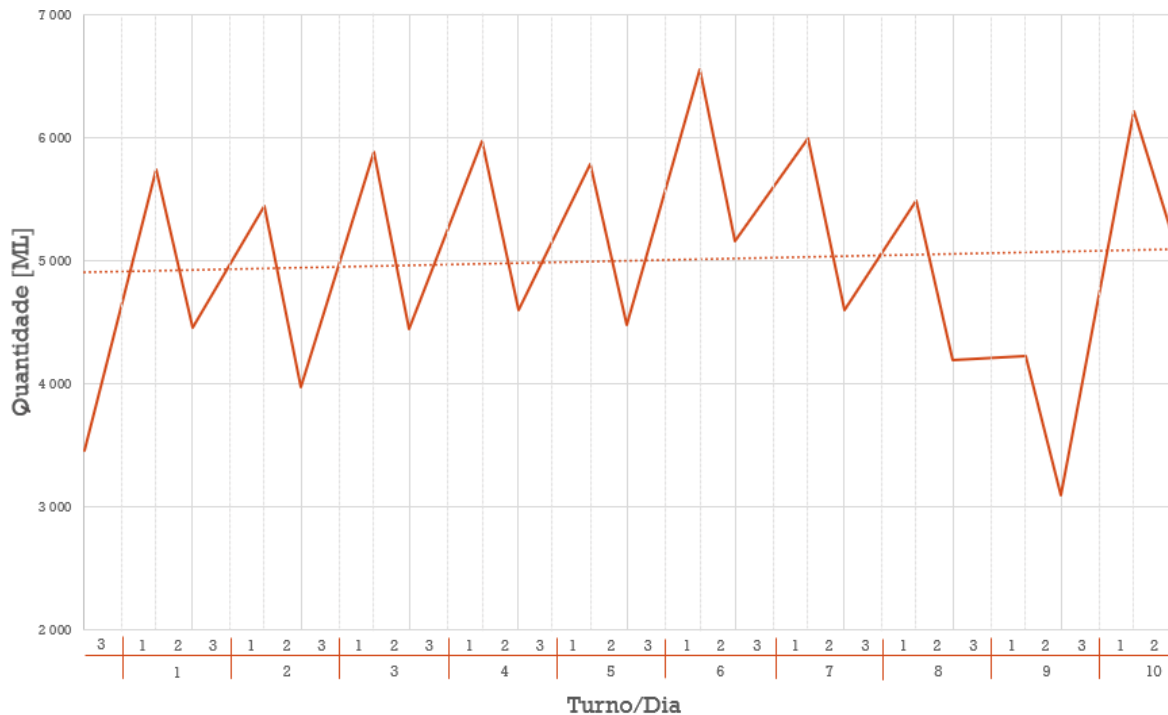


Figura 23 - Flutuação da quantidade de stock à entrada dos AM II

ii. **Acoplamento e interligação das operações de topejar e polir**

Atualmente, surgem problemas de lavagem nas rolhas que sofrem operações de retificação e que já tinham uma lavagem antes da transformação mecânica. O processo de lavagem não consegue uniformizar a cor das rolhas retificadas, ou seja, rolhas que já estão lavadas em certas partes da sua superfície e noutras não. Com o objetivo de eliminar este problema surge a possibilidade destas classes passarem pela operação de topejar e polir (de forma a retirar a camada superficial pintada, quer no corpo da rolha, quer nos topos). Mais concretamente, os repasses, que normalmente seguem para topejar, passariam também pelo processo de polimento no mesmo diâmetro para limpar parte da lavagem que se encontra no corpo da rolha. Pela mesma razão se realizaria a operação de topejar nas deformadas.

iii. **Integração da operação de escolha eletrónica**

Analisando o stock de saída, este é constituído principalmente por rolhas com classes misturadas, ou seja, sem uma classe de venda definida, e que se encontram em espera para serem escolhidas nos setores com máquinas para o efeito. A integração de máquinas de escolha eletrónica após as máquinas responsáveis por processar estes lotes possui importantes vantagens:

- Eliminação deste stock de classes misturadas e criação de um supermercado com classes comerciais;
- Eliminação da quebra de fluxo devido à escolha destas num setor diferente e apenas consoante a folga disponível;
- Com a escolha, as rolhas onde subsiste o defeito não sofrem as operações seguintes e são retratadas internamente no setor, diminuindo a quantidade de operações em rolhas que possuem uma elevada probabilidade de não serem vendáveis;
- Considerando o fluxo produtivo de rolhas que passam pelos AM II, o CODP de passagem para um funcionamento *pull* passa a situar-se no setor, ao contrário da situação atual, onde se encontra no setor de escolha após as operações de retificação.

Com estas duas propostas, a solução passa por criar linhas com máquinas de polir, de topear e escolha eletrônica que ficariam responsáveis pelas operações destas classes. É de salientar que a criação deste tipo de linhas aproxima o funcionamento dos AM II ao setor de Acabamentos Mecânicos I, que apenas possui este tipo de linhas para retificar o tamanho das rolhas. Esta aproximação leva à possibilidade dos AM II acomodarem falhas de produção dos AM I.

iv. **Alteração de denominação do repasse**

A diversidade de origens da classe Repasse, como apresentado nos gráficos da Figura 24 e da Figura 25, obriga à sua avaliação desta com o objetivo de uniformizar todas as denominações de repasse do setor. Propôs-se a eliminação desta categoria e passagem de todos os lotes para Repasse Ext/1º, Repasse 2º/3º ou Repasse 4º/6º caso se tratem de repasses que advêm de classes de pior qualidade.

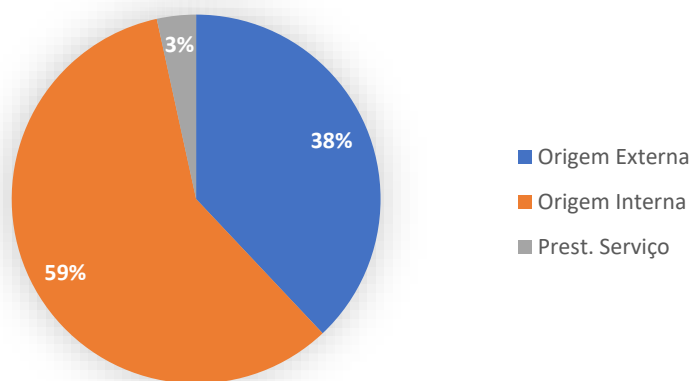


Figura 24 - Gráfico ilustrativo das diferentes origens do Repasse

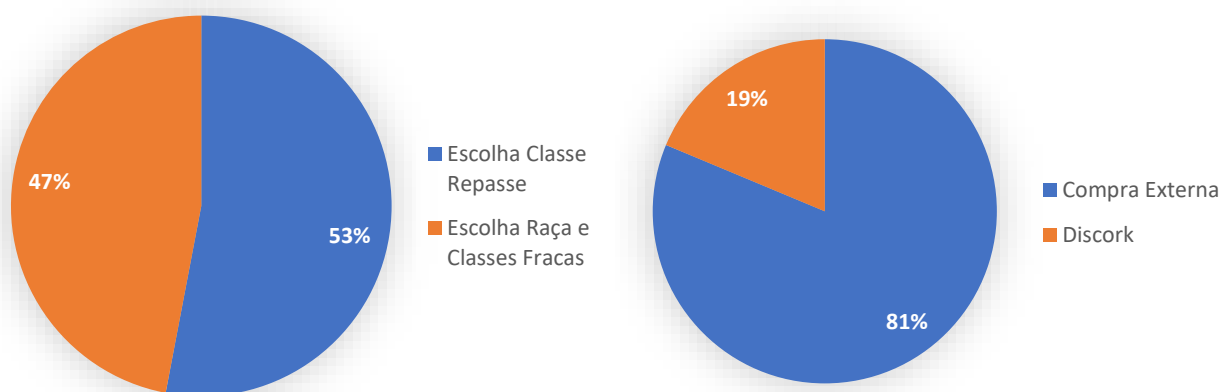


Figura 25 - Gráficos ilustrativos das origens dos Repasses Internos e Externos

Os repasses de compra externa, verificados na Figura 25, resultam de compras de rolhas que, antes de entrarem na fábrica, sofrem um processo de escolha e o repasse resultante segue diretamente para os AM II.

A Tabela 3 e a Tabela 4 apresentam as propostas de alteração da denominação de repasse, consoante a sua origem e determinados métodos de distinção. No caso dos repasses de origem externa, estes serão distinguidos consoante o fornecedor e a lavação. No caso dos repasses de origem interna, a forma de classificação depende da classe de onde surgem e do seu calibre.

Tabela 3 - Proposta de classificação dos repasses de origem externa

Origem	Classificação	
	Lavação	Nova Classificação
Compra Externa	Clean 2000	Repassse Ext/1°
	S/ Lavar	Repassse Ext/1°
	Restante	Repassse 2°/3°
Discork	S/ Lavar	Repassse Ext/1°
	Restante	Repassse 2°/3°

Tabela 4 - Proposta de classificação dos repasses de origem interna

Origem	Método de Distinção	Classificação	
		Anterior	Nova Classificação
Escolha de Classe Repasse	Escolha de Repasse Ext/1°	Repassse	Repassse Ext/1°
	Escolha de Repasse 2°/3°		Repassse 2°/3°
Escolha de Raça ¹ ou Classes Fracas	Escolha de Raça, Classes Industriais das Importações e Classes de Venda Fracas		Repassse 4°/6°
	Calibres superiores a 49X25		Repassse 2°/3°

v. Investimentos de alteração de layout

As implementações das várias medidas de melhoria consideradas nesta secção beneficiam a eficiência geral do setor. Relativamente ao funcionamento das máquinas, a instalação de sinais luminosos que assinalam o encravamento das máquinas e a recuperação das máquinas atuais que apresentem níveis de degradação consideráveis são duas medidas que conduzem à melhoria da cadência de produção das máquinas.

A colocação de sistemas de alimentação e evolução do transporte em sacos para contentores apresenta uma grande mais valia em termos de movimentação no setor. O modo de funcionamento por sacos e a utilização de alcofas nas máquinas, onde a saída de produto acabado se encontra muito próxima do chão, leva à necessidade de um número elevado de operadores. Estas propostas, apesar de não se traduzirem em ganhos económicos quantificáveis, vão afetar o *lead time* do setor e a necessidade de operadores para o correto funcionamento.

São incluídas mudanças a nível da organização geral do setor, que podem ser observadas nas figuras da Secção 5, tais como:

- Remoção da estufa – uma vez que atualmente esta não tem qualquer função no setor;
- Alteração do elevador de transporte de cargas para o piso superior – a deslocação para o local atual do escritório do chefe de equipa facilita a movimentação dos contentores pelos quatro pisos do setor;
- Extensão de uma das plataformas superior – para garantir a sua alimentação através do elevador planeado;
- Reestruturação das escadas de acesso aos pisos superiores – de modo a facilitar a organização dos pisos;

¹ Raça – conjunto de rolhas que ainda não sofreu qualquer operação de escolha eletrónica em classes

- Eliminação do *stock* armazenado no local central do armazém de saída, para facilitar a entrada e carregamento/descarregamento do comboio logístico, uma vez que atualmente não é viável a sua passagem dentro do setor.

vi. Investimentos adicionais fora do orçamento inicial

Surge a possibilidade de realizar o investimento em novos componentes para as máquinas de topejar. Ao contrário da operação de topejar atual, em que são topejados os dois topos da rolha para o cumprimento inferior, estes componentes fazem a seleção do topo da rolha que possui pior qualidade sendo apenas retirado esse topo. Devido ao seu elevado custo de aquisição, estes componentes não serão considerados pois obrigaria um investimento inicial no setor muito superior ao pré aprovado antes do início do projeto. No entanto, será feita uma análise à sua rentabilidade para deixar em aberto uma potencial aquisição, caso se comprove a sua mais valia.

4.2 Análise de Rentabilidade da Integração da Operação de Escolha Eletrónica

Neste subcapítulo é feita uma análise à rentabilidade da integração das máquinas de escolha eletrónica após as linhas de topejar e polir os lotes sem classe definida, mais concretamente as classes de repasse e deformadas. Após a saída dos AM II, os lotes seguem por dois percursos diferentes, consoante a disponibilidade de máquinas. Caso não haja disponibilidade de escolha, as rolhas são desclassificadas e encaminhadas para a colmatagem, que recebe classes de pior qualidade, e satisfaz encomendas de rolhas colmatadas (de valor de venda inferior ao valor das rolhas naturais). Os restantes calibres seguem para outro setor com máquinas de escolha disponíveis para posterior utilização das classes em encomendas de rolhas naturais.

A Tabela 5 apresenta a quantidade de cada classe e calibre que saiu dos AM II no ano de 2017 e a percentagem que seguiu cada um dos percursos identificados. É de salientar que, em certos casos, uma percentagem de informação é perdida devido à agregação a outros lotes com designações diferentes, não havendo rastreabilidade do mesmo.

Tabela 5 - Quantidade de repasses produzidos dos AM II dependendo da calibre e classe

Classe	Calibre	Produção AM II [ML] ²	Colmatagem	Setor de Escolha
Repasse	38x24	21 263	32%	55%
	45x24	3 169	27%	66%
Repasse Ext/1°	38x24	13 563		93%
	45x24	8 509	2%	81%
	49x24	537		100%
Repasse 2°/3°	38x24	17 035	38%	29%
	45x24	5 205	50%	50%

Avaliando os registos de vendas das classes de melhor qualidade do calibre 38x24, observa-se que a percentagem de classes de repasse já escolhida é capaz de satisfazer todas as encomendas. Apesar de não se obter qualquer rentabilidade na escolha deste calibre no setor, a solução de escolha destes calibres aumenta a folga das máquinas de escolha eletrónica nos restantes setores e uniformiza o funcionamento do setor.

² ML – milheiro, termo utilizado na empresa para conjunto de mil rolhas.

Relativamente ao calibre 45x24, existe constantemente um défice de classes superiores deste calibre sendo, como tal, benéfico a escolha eletrónica em vez de encaminhar os lotes para produção de rolhas colmatadas. A Tabela 6 apresenta a percentagem de escolha nas diferentes classes de venda dos repasses processados. É de notar que diferença de percentagem de escolha nos diferentes tipos de repasse.

Tabela 6 - Percentagem de escolha dos diferentes repasses do calibre 45x24

	Ext/Sup	1°/2°	3° a 6°	Repass	Apara
Repass	2,9%	14,3%	64,3%	12,9%	5,7%
Repass 2°/3°	1,9%	36,3%	56,7%	0,8%	4,3%
Repass Ext/1°	33,8%	36,1%	27,1%	1,7%	1,3%

A Equação (6) apresenta o cálculo realizado para as determinações dos valores médios dos repasses, com a exceção do valor médio das rolhas colmatadas, que corresponde ao preço da classe mista 3° a 6°.

$$Valor\ Médio\ [€/ML] = \sum_{i=1}^5 \%Escolha_i \times Preço\ Interno_i \quad (6)$$

onde i representa as classes de escolha obtidas

A Tabela 7 apresenta os preços internos definidos pela empresa (em €/ML) de cada classe.

Tabela 7 - Preços internos definidos para as classes mistas de venda

	Ext/Sup	1°/2°	3° a 6°	Repass	Apara
45x24	163,98 €	79,27€	27,71 €	20,00 €	2,00 €

Assim, a mais valia associada à integração da máquina de escolha, conseguida através dos repasses de calibre 45x24, é calculada através da seguinte equação.

$$Mais\ Valia\ [€/ano] = \sum_{i=1}^3 Prod. AM II_i \times \%Colm_i \times (V. Esc. Natural_i - V. Colm.) \quad (7)$$

A Tabela 8 apresenta os valores necessários para o cálculo abordado anteriormente e culmina com a mais valia associada à integração da operação de escolha eletrónica no setor. É de notar que grande parte da rentabilidade da escolha advém dos repasses 2°/3° devido à sua elevada quantidade que segue diretamente para a colmatagem. Assim, obtém-se uma mais valia associada a esta melhoria de aproximadamente 70 000 € por ano.

Tabela 8 - Mais valia associada à integração das máquinas de escolha

	Repass	Repass 2°/3°	Repass Ext/1°
Valor Médio se desclassificado para colmatados [€/ML]	27,71 €		
Valor Médio se escolhido para retirar classes naturais [€/ML]	36,51 €	47,88 €	91,95 €
Produção de 2017 dos AM II [ML]	3 169	5 205	8 509
% desclassificada para a Colmatagem em 2017	27%	50%	2%
Mais Valia [€/ano]	7 585 €	52 437 €	9 636 €
Mais Valia Total [€/ano]	69 658 €		

4.3 Análise de Rentabilidade da Integração de Componentes de Topejar Pior Topo

No decorrer do projeto foram realizadas provas numa fábrica do grupo, que possuía estes componentes já instalados nas máquinas de topejar, de modo a compreender qual o impacto na qualidade das rolhas que sofrem a operação de topejamento. Uma vez que os lotes que dão entrada no setor com classe já definida não serão escolhidos para outra classe, a rentabilidade não se torna visível nestes casos. Assim, as classes que foram alvo de estudo no subcapítulo anterior são as que produzem um valor significativo.

A classe alvo de prova foi o repasse Ext/1º com o calibre inicial de 49x24 para topejar no comprimento inferior de 45x24. Um lote foi dividido em duas partes de igual quantidade, onde uma parte seguiu o processo de topejar habitual, e o restante seguiu para topejar apenas o topo de pior qualidade. Seguidamente, ambos foram colocados a escolher, sendo o gráfico da Figura 26 representativo das percentagens de escolha de cada classe.

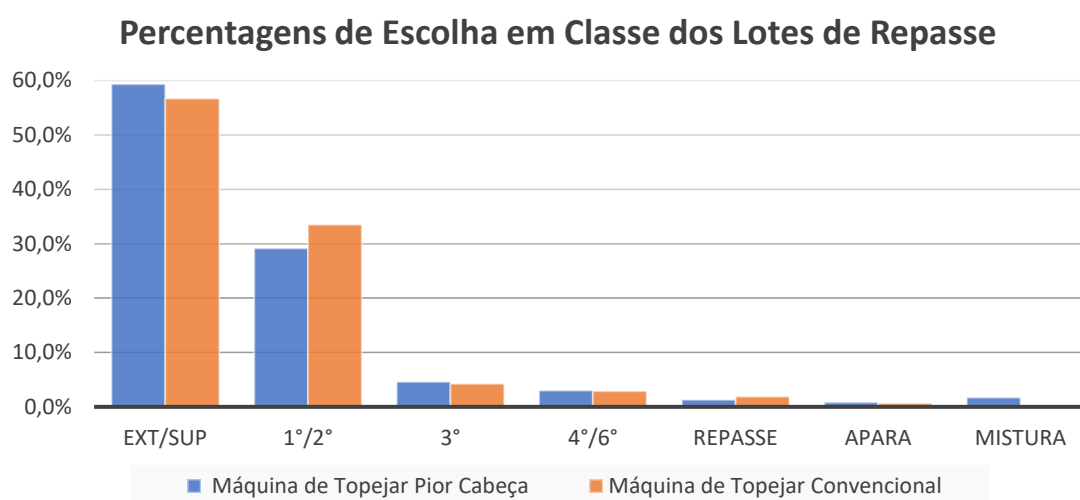


Figura 26 - Percentagens de escolha em classes relativas aos lotes de repasse de prova

Pela análise do gráfico, as percentagens de escolha de classes tanto do lote da máquina de topejar convencional como da máquina de topejar pior cabeça são semelhantes, não existindo um resultado evidente na melhoria da qualidade das rolhas com a integração destes componentes. Como resposta a este resultado inconclusivo, optou-se por realizar a segunda escolha do lote classificado como Ext/Sup em classes finais definidas. A Tabela 9 apresenta as percentagens de escolha nas diferentes classes dos dois lotes Ext/Sup.

Tabela 9 - Percentagem de escolha em classes dos lotes Ext/Sup

	Flôr	Extra	Superior	Repasse	Apara
Máq. Topejar Pior Cabeça ⁽¹⁾	2,7%	37,1%	34,1%	24,4%	1,8%
Máq. Topejar Convencional ⁽²⁾	4,5%	39,2%	16,7%	37,7%	0,5%

Torna-se possível encontrar algumas diferenças relevantes entre a máquina de topejar pior cabeça e a máquina de topejar convencional. As classes Flôr e Extra não apresentam variações muito significativas apesar das percentagens da máquina de topejar pior cabeça serem inferiores. Na classe Superior torna-se evidente a mais valia da integração do componente de seleção do pior topo, passando de 16,7% para 34,1% a quantidade de rolhas desta classe. As percentagens de repasse, classe onde os defeitos subsistem, complementam as evidências estabelecidas anteriormente, diminuído de 37,7% para 24,4%.

Os valores médios que advém da desdobra dos Ext/Sup são calculados através da Equação (6) com base nos preços internos das classes expressados na Tabela seguinte.

Tabela 10 - Preços internos definidos para as classes finais de venda

	Flôr	Extra	Superior	Repasse	Apara
45x24	273,07 €	192,74 €	151,17 €	20,00 €	2,00 €

À semelhança do cálculo da mais valia da operação de escolha, os ganhos económicos apresentados pela integração da máquina de topejar pior cabeça foram calculados com base na Equação (8).

$$\text{Mais Valia} = \text{Prod AMII} \times [(\text{€Ext/Sup}_1 \times \% \text{Ext/Sup}_1) - (\text{€Ext/Sup}_2 \times \% \text{Ext/Sup}_2)] \quad (8)$$

Concluindo, a Tabela 11 apresenta os valores que levaram à obtenção deste valor de ganho.

Tabela 11 - Mais valia associada ao investimento dos componentes de seleção do topo a retificar

	Valor Médio Ext/Sup [€/ML]	Escolha Ext/Sup [%]	Produção de 2017 dos AM II [ML]	Mais valia [€/ano]
Máquina de Topejar Pior Cabeça ⁽¹⁾	135,25 €	59,4%	6 898	82 755 €
Máquina de Topejar Convencional ⁽²⁾	120,46 €	56,7%		

É de salientar que esta mais valia foi apenas analisada com base na desdobra em classe finais dos lotes de Ext/Sup provenientes da primeira escolha do Repasse Ext/1º. Um estudo mais exaustivo à escolha da classe 1º/2º obtida poderia revelar uma mais valia associada superior, o mesmo se podendo testar com o Repasse 2º/3º e repasses do calibre 38x24.

A opção de investimento ou não neste componente passa também por outras considerações a ter, como o impacto da compra no investimento total do setor, as dimensões do componente e a cadência de produção da máquina de topejar com esta integração. Todas estas considerações são avaliadas no capítulo seguinte.

4.4 Avaliação do Impacto das Alterações no Número de Operadores Necessários

Aplicando as propostas de alterações consideradas na Secção 4.1, a quantidade de operadores existente deixa de ser necessária para o correto funcionamento do setor. Utilizando as informações obtidas através do estudo de trabalho dos operadores apresentado no Anexo B, é possível observar na Tabela 12 a poupança de tempo (em %) de cada operador com a implementação das propostas consideradas.

Tabela 12 - Análise da poupança de tempo dos operadores com as alterações previstas

	Operadores Atuais	Poupança
Chefe de Equipa	1	80 %
Afinador	1	28 %
Responsável Piso Superior	1	36 %
Responsável Organização <i>Stock</i>	2	41 %
Responsáveis Funcionamento Máquinas	4	37 %
Poupança Total		33 %
Número de Operadores Necessários		7

Todas os cálculos necessários encontram-se detalhados no Anexo C. Relativamente ao chefe de equipa, para além da sua função de supervisionar o setor, as tarefas realizadas atualmente correspondem à colocação de informações de produção do setor no sistema de informação da fábrica e alocação de *stock* de entrada às máquinas em funcionamento em caso de necessidades específicas de urgência. Atualmente, encontra-se em funcionamento o plano de implementação de um novo sistema de informação que, juntamente com a formação dos operários responsáveis pelas máquinas, levará à eliminação desta tarefa do chefe de equipa. A função de supervisão poderá ser atribuída a outro operador com funções mais específicas no setor.

Assim, são apenas necessários 7 operadores para os AM II funcionarem apenas a um turno devido às melhorias implementadas. Do conjunto total, serão necessários 3 operadores para supervisionar as máquinas, passando para um rácio médio de 9,67 máquinas por operador, 2 operadores para organização de *stock* e afinação das máquinas e 1 operador para organização do piso superior com a função de chefe de equipa. No entanto, a passagem para dois ou três turnos implica o aumento da necessidade de operadores para que o setor mantenha um funcionamento correto.

Considerando as necessidades atuais do setor, para um funcionamento a três turnos serão necessários 2 operadores responsáveis pelo funcionamento das máquinas e organização do *stock* à saída das máquinas e no armazém de *stock* pronto. Será necessário mais um operador responsável pelo piso de alimentação das máquinas, com as tarefas de alimentação das máquinas e organização do *stock* de entrada. Um dos operadores encarregues pelo piso inferior terá a função de chefe de equipa. Assim, serão necessários **9 operadores** no total dos turnos, a mesma quantidade de operadores existentes no setor.

Considerando um funcionamento a dois turnos, serão necessários 2 operadores responsáveis pela supervisão das máquinas existentes, auxiliados por um organizador de *stock* à saída, com a função de chefe de equipa, e um responsável pelo piso superior de alimentação das máquinas, num total de **8 operadores** distribuídos pelos 2 turnos. É de salientar que a tarefa de afinação das máquinas caberá aos responsáveis pelo funcionamento das mesmas.

Concluindo, apesar da eficiência e produtividade do setor aumentar, com a implementação das várias propostas de melhoria, a quantidade de operadores mantém-se constante devido à passagem do funcionamento para turnos.

5 Cenários de Alterações de *Layout* Analisados

O presente capítulo traduz as propostas de melhoria apresentadas no capítulo anterior em diferentes cenários de *layout*. Cada cenário considerado possui tanto pontos vantajosos à sua implementação como pontos menos favoráveis, que serão explicitados posteriormente.

Uma vez que será realizado um investimento de alteração do setor, um dos objectivos principais passa também por ajustar as alterações às necessidades futuras da fábrica, tendo em conta que este investimento nos AM II faz parte de um plano de aumento produtivo da Unidade Industrial de Lamas. De acordo com o fluxo produtivo da fábrica, o aumento de produção expectável no setor da brocagem em 34% traduz-se num aumento de 23% à entrada do setor de acabamentos.

5.1 Apresentação das Principais Variáveis da Situação Atual

Todas as conclusões foram alcançadas através de um método de cálculo cujas variáveis de entrada principais foram as cadências de produção teóricas de cada máquina, OEE considerado e as necessidades atuais e futuras de produção.

A Tabela 13 e a Tabela 14 apresenta, respetivamente, as cadências de produção das máquinas e linhas de máquinas utilizadas a as necessidades atuais e futuras de produção, consoante a operação. Relativamente às cadências de produção, é de notar que o OEE considerado para a máquina de polir é inferior ao da máquina de topejar, o que terá influência na cadência das linhas de topejar e polir e escolha eletrónica.

Tabela 13 - Cadências de produção teóricas e reais das máquinas existentes no setor

	Topejar	Polir	Escolha	Chanfrar
Produção Teórica [ML/Turno]	102,0	102,0	102,0	63,0
OEE [%]	74%	65%	68%	64%
Produção Real [ML/Turno]	75,5	66,3	69,4	40,3

	Topejar+Polir	Topejar+EE	Polir+EE	Top+Pol+EE
Produção Teórica* [ML/Turno]	102,0	102,0	102,0	102,0
OEE* [%]	65%	68%	65%	65%
Produção Real* [ML/Turno]	66,3	69,4	66,3	66,3

* - Valores correspondentes ao valor mínimo das máquinas que integram a linha

Tabela 14 - Necessidades atuais e futuras do setor

	Necessidade 2017 [ML]		Necessidade 2019 [ML]	
	Quantidade sem Escolha	Quantidade para Escolha	Quantidade sem Escolha	Quantidade para Escolha
Topejar	90 852	62 589	113 923	78 483
Polir	71 722	20 006	89 934	25 086
Topejar + Polir	8 288	5 816	10 393	7 293
Chanfrar	51 746		119 886	
Total	311 019		445 000	

Para além das necessidades futuras apontadas na tabela, são necessárias considerar mais duas linhas de topejar, polir e escolha eletrónica a funcionar durante três turnos. Esta facto deve-se à impossibilidade de expansão do setor de Acabamentos Mecânicos I. Assim, a integração destas linhas irá acomodar a falta de espaço útil para o crescimento do setor dos AM I e escoar parte do aumento de produção no setor da Brocagem.

5.2 Caracterização dos Cenários Propostos

Os seguintes cenários ilustrados simulam as combinações de duas alterações significativas. A primeira alteração é a passagem das operações realizadas nos lotes sem classe definida (repasses e deformadas) para linhas de topejar, polir e escolha eletrónica. Ou para linhas de topejar e EE, no caso dos repasses, e linhas de polir e EE, no caso das deformadas. A opção de considerar linhas de topejar e escolha e linhas de polir e escolha prende-se apenas com a gestão do espaço existente no setor, uma vez que esta possibilidade não dá solução aos problemas de lavagem destas classes.

A segunda alteração está associada ao funcionamento geral do setor, isto é, a passagem para dois ou três turnos de funcionamento. Considerando o funcionamento a dois turnos, as linhas para acomodar a necessidade dos AM I funcionarão no turno da noite e, como não é possível garantir a necessidade da operação de chanfrar a dois turnos com o espaço útil do setor e o número de máquinas existentes, será necessário manter as máquinas de chanfrar a trabalhar no turno da noite.

Surgem, assim, quatro cenários explicados posteriormente:

- **Cenário 1** – Funcionamento a três turnos com linhas de topejar, polir e escolha eletrónica;
- **Cenário 2** – Funcionamento a dois turnos com turno extra e linhas de topejar, polir e escolha;
- **Cenário 3** – Funcionamento a três turnos com linhas de topejar mais escolha e linhas de polir mais escolha;
- **Cenário 4** – Funcionamento a dois turnos com turno extra e linhas de topejar mais escolha e linhas de polir mais escolha;

O Anexo D apresenta com mais detalhe os *layouts* propostos para cada cenário considerado.

5.3 Cenário 1 - Três Turnos e Linhas Topejar + Polir + EE

O primeiro cenário a analisar corresponde à passagem do funcionamento do setor a 3 turnos com a integração de linhas de topejar, polir e escolha eletrónica. Com esta aplicação surgem diversas vantagens como, o funcionamento do setor sincronizado com os setores diretamente associados e a resolução dos problemas de lavagem mencionados anteriormente. A questão menos favorável está relacionada com a diminuição da capacidade de flexibilidade do setor.

Considerando os aumentos de produção para acomodar as necessidades estabelecidas anteriormente, a quantidade de máquinas necessárias e a respetiva folga são apresentadas na Tabela 15.

Tabela 15 - Necessidade de máquinas e folgas do cenário 1

		Necessidade de Máquinas	Folga [<i>Máq./Turno</i>]
Topejar		3	0,6
Polir		3	0,8
Topejar + Polir + EE		5	0,5
Chanfrar		5	0,6
Total	Máquinas	26	
	Linhas	16	

A tabela revela que o número total de máquinas e linhas é inferior aos valores atuais (29 máquinas atualmente). Este torna-se um ponto vantajoso na organização do *layout* futuro do setor como se pode observar na Figura 27, onde está representada a proposta de organização das máquinas necessárias, juntamente com as principais alterações gerais detalhadas na Secção 4.1.

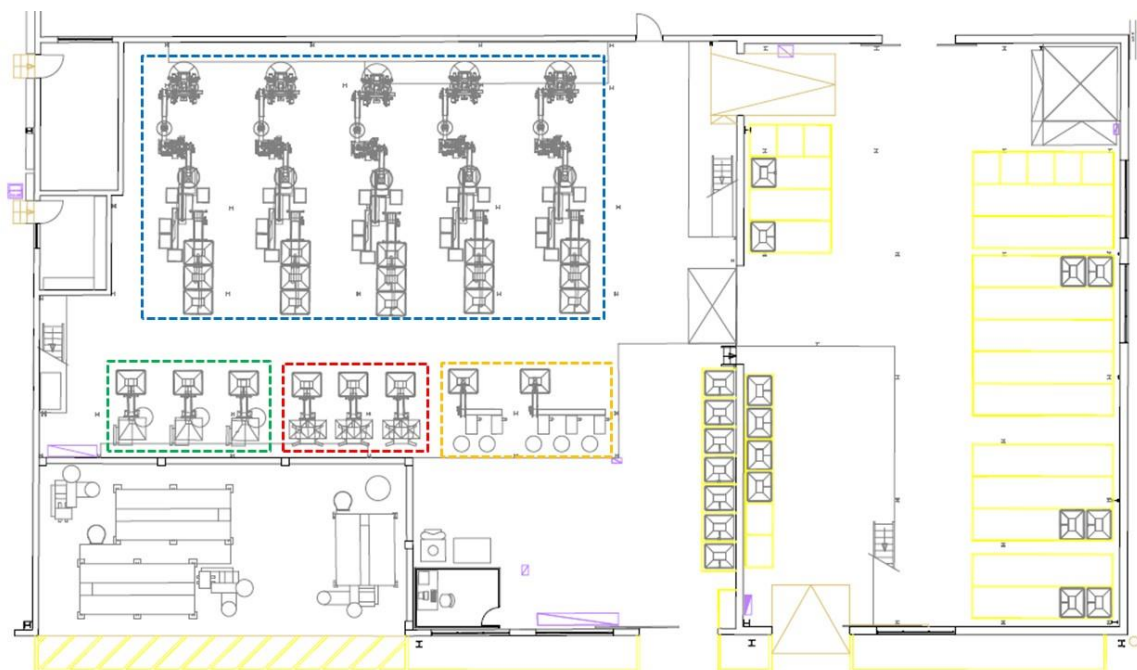


Figura 27 - Disposição das máquinas considerando o cenário 1

Legenda:

-----	Máquinas de Topejar	-----	Máquinas de Polir
-----	Máquinas de Chanfrar	-----	Linhas Polir + Topejar + EE

5.4 Cenário 2 - Dois Turnos (+ Turno Extra) e Linhas Topejar + Polir + EE

O segundo cenário corresponde à passagem do funcionamento do setor a dois turnos com turno extra e a integração de linhas de topejar, polir e escolha eletrónica. A principal vantagem associada ao cenário de dois turnos é o elevado potencial de produção, uma vez que caso seja necessário aumentar a produção em alguma operação, mantém-se as respetivas máquinas a produzir no terceiro turno de produção. Apesar da diminuição da flexibilidade das operações pela integração das linhas de topejar, polir e EE, a potencialidade de aumento de produção consegue colmatar esta questão. O principal ponto negativo desta proposta corresponde ao

grande número de máquinas necessárias, sendo essencial uma organização eficaz do espaço útil dos AM II.

A Tabela 16 apresenta a quantidade de máquinas e folgas calculadas. Para garantir uma maior folga nas linhas de topejar, polir e EE, devido à grande afluência de lotes para este conjunto de operações, seria ideal incluir linha adicional, no entanto o espaço útil existente não o possibilita, como pode ser observado na Figura 28. Também o elevado potencial descrito anteriormente viabiliza folgas mais reduzidas nestes cenários.

Tabela 16 - Necessidade de máquinas e folgas do cenário 2

		Necessidade de Máquinas	Folga [<i>Máq./Turno</i>]
Topejar		4	0,4
Polir		4	0,7
Topejar + Polir + EE		6	0,3
Chanfrar		5	0,6
Total	Máquinas	31	
	Linhas	19	

É de evidenciar o aumento de 7% do número de máquinas existentes no setor comparativamente à situação atual, devido à integração da operação de escolha. No entanto a quantidade de linhas existentes diminui cerca de 30%. Verifica-se, na Figura 28, o elevado nível de organização necessário para a disposição das máquinas e de modo a garantir normal funcionamento do setor.

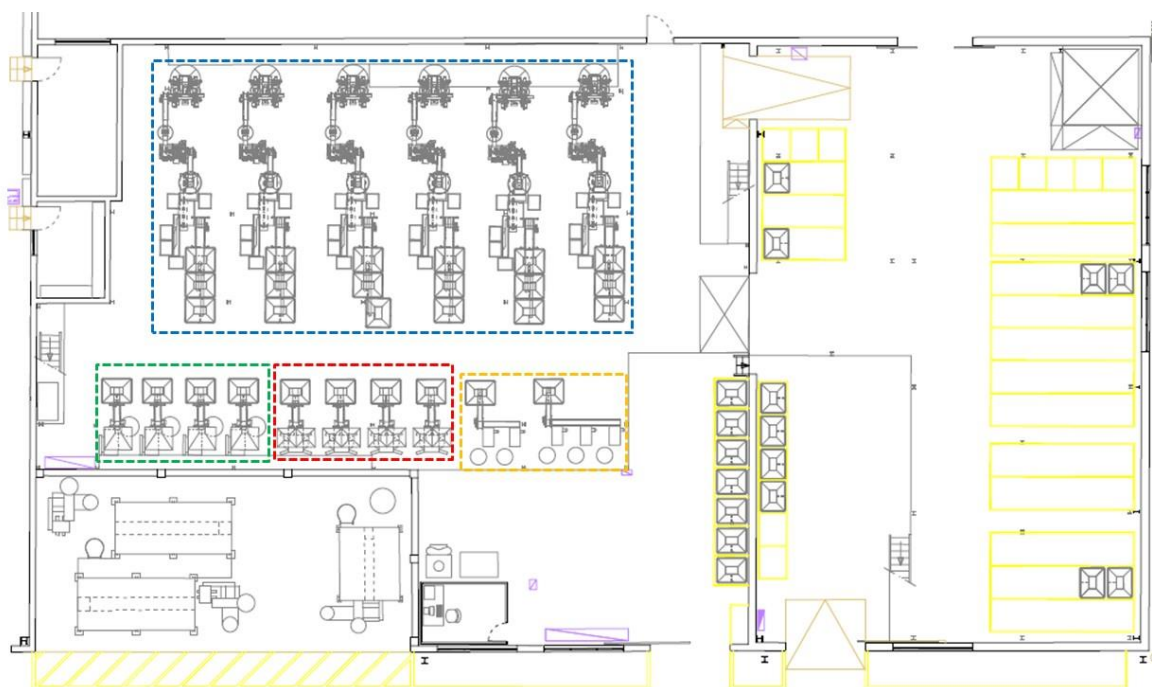


Figura 28 - Disposição das máquinas considerando o cenário 2

Legenda:

-----	Máquinas de Topejar	-----	Máquinas de Polir
-----	Máquinas de Chanfrar	-----	Linhas Polir + Topejar + EE

A possibilidade de apresentar um *layout* com maior espaço de movimentação levaria à necessidade de mudanças estruturais de grande dimensão, que resultariam num investimento inicial muito superior ao apresentado neste documento.

5.5 Cenário 3 - Três Turnos com Linhas Topejar + EE e Linhas Polir + EE

Nos cenários considerados seguidamente abandona-se o ideal de linhas de topejar, polir e EE para linhas de topejar e EE, para a retificação dos repasses, e linhas de polir e EE, para o caso das deformadas. Na eventualidade de algum destes lotes necessitar de topejar e polir antes de se proceder à respetiva escolha, a solução passa por fazer a operação de topejar ou polir numa máquina independente e, posteriormente, fazer a passagem numa linha de topejar e EE ou polir e EE, consoante a folga existente em cada.

A principal razão para se considerar tais cenários, uma vez que os problemas de lavação nestas classes ficam sem resolução, prende-se com a diminuição significativa da quantidade de máquinas existentes no setor que se traduz numa disposição mais facilitada.

O cenário presente nesta secção corresponde ao funcionamento a três turnos de produção.

A Tabela 17 possui as informações relativas ao cenário 3 e confirma a afirmação anterior, apesar de não se verificar uma diminuição muito significativa. Este fato deve-se ao aumento das folgas de cada operação, mais evidente na linha de topejar e escolha uma vez que estas são as operações com maior afluência. A Figura 29 apresenta o *layout* definido para o cenário apresentado.

Tabela 17 - Necessidade de máquinas e folgas do cenário 3

		Necessidade de Máquinas	Folga [<i>Máq./Turno</i>]
Topejar		3	0,6
Polir		3	0,8
Topejar + EE		3	1,3
Polir + EE		1	0,4
Topejar + Polir + EE		2	(para necessidade AM I)
Chanfrar		5	0,6
Total	Máquinas	23	
	Linhas	16	

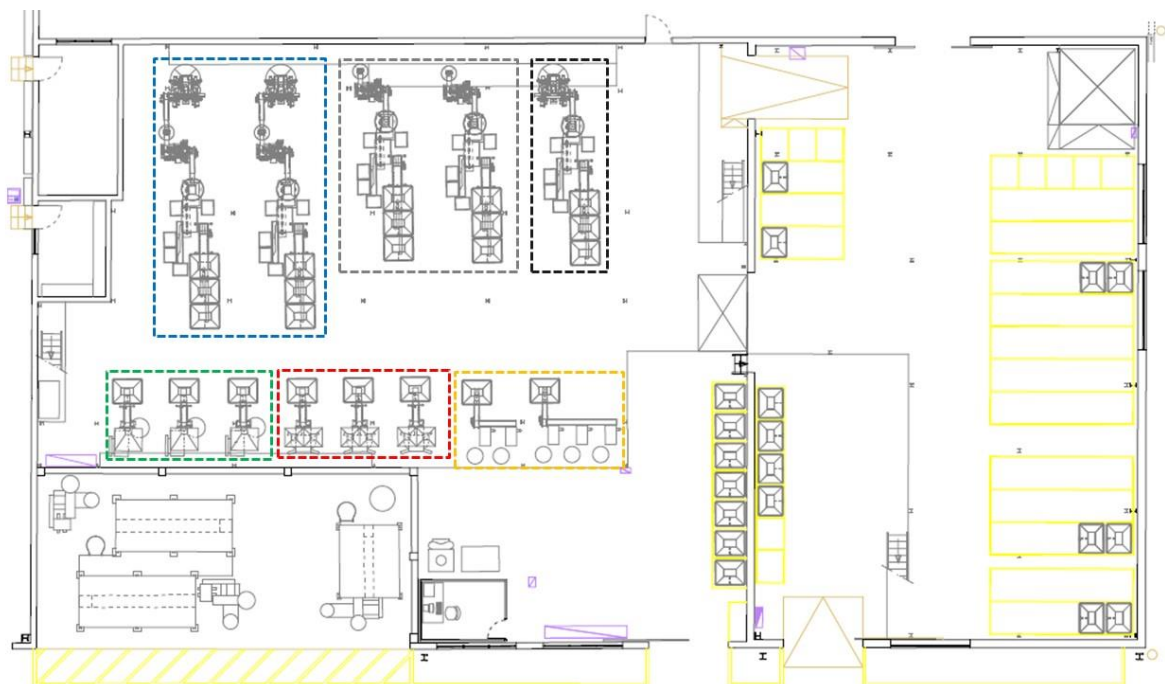


Figura 29 - Disposição das máquinas considerando o cenário 3

Legenda:

-----	Máquinas de Topejar	-----	Máquinas de Polir
-----	Máquinas de Chanfrar	-----	Linhas Polir + Topejar + EE
-----	Linha Polir + EE	-----	Linhas Topejar + EE

5.6 Cenário 4 - Dois Turnos (+ Turno Extra) com Linhas Topejar + EE e Linhas Polir + EE

O último cenário analisado corresponde a um funcionamento a dois turnos com turno extra e utilização de linhas de topejar com escolha e linhas de polir com escolha. Apesar dos problemas de lavagem não serem resolvidos, este cenário apresenta igualmente um elevado potencial de produção, devido à utilização de apenas dois turnos de produção e uma grande margem de manobra relativamente à gestão do espaço útil do setor.

A Tabela 18, juntamente com a Figura 30, apresentam as informações relativas ao cenário 4 considerando o aumento de produção para 2019.

Tabela 18 - Necessidade de máquinas e folgas do cenário 4

		Necessidade de Máquinas	Folga [<i>Máq./Turno</i>]
Topejar		4	0,4
Polir		4	0,7
Topejar + EE		3	0,5
Polir + EE		1	0,2
Topejar + Polir + EE		2	(para necessidade AM I)
Chanfrar		5	0,6
Total	Máquinas	27	
	Linhas	19	

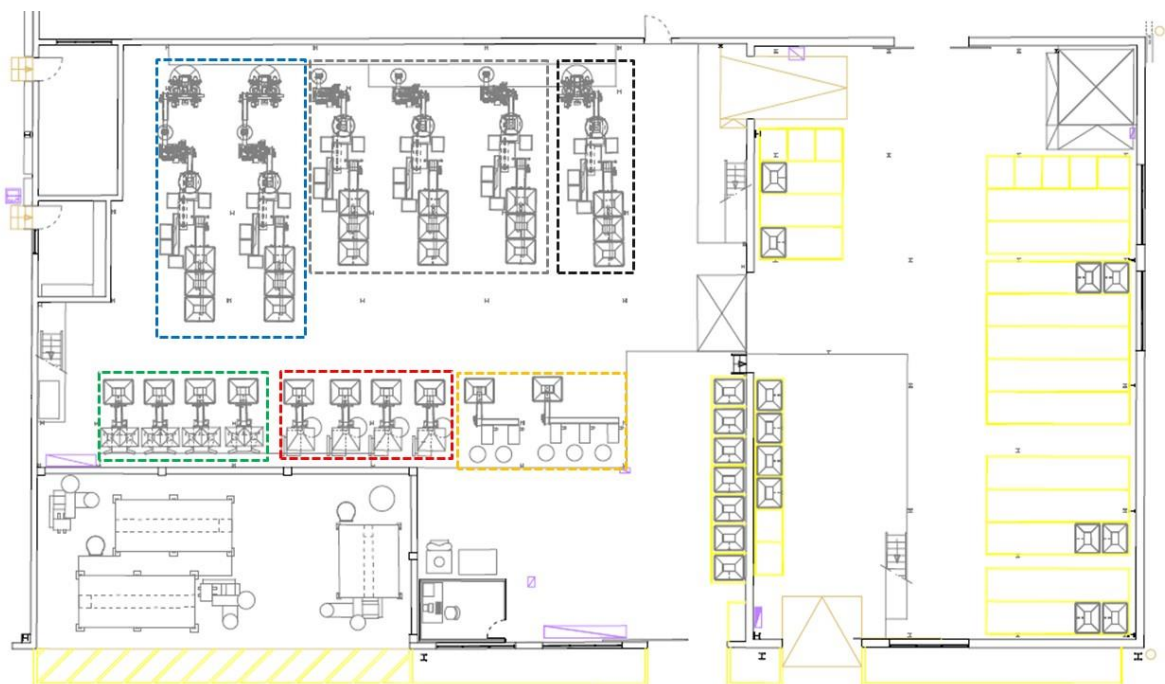


Figura 30 - Disposição das máquinas considerando o cenário 4

Legenda:

----- Máquinas de Topejar	----- Máquinas de Polir
----- Máquinas de Chanfrar	----- Linhas Polir + Topejar + EE
----- Linha Polir + EE	----- Linhas Topejar + EE

5.7 Avaliação da Quantidade de Operadores

As capacidades futuras estabelecidas na Secção 5.1 levam à necessidade de ajustar a quantidade de operadores no setor, mantendo o rácio de máquinas por operador semelhante ao apresentado na Secção 4.4.

Para um funcionamento a três turnos será necessário um operador extra por turno, passando a 2 responsáveis pelas máquinas, 1 operador para organização de *stock* pronto e 1 responsável pelo piso superior. A quantidade total passa, assim, para **12 operadores**, 4 por turno.

Para o funcionamento a dois turnos e o turno da noite com as máquinas de chanfrar e linhas a funcionar serão necessários igualmente um total de **12 operadores**, 5 operadores nos turnos do dia e da tarde e 2 operadores no turno noturno. Os 5 operadores possuem as seguintes funções: 3 operadores responsáveis pelas máquinas, 1 operador responsável pela organização de *stock* e 1 operador para o piso de alimentação das máquinas. Os operadores da noite fazem a gestão total do piso inferior e abastecem as máquinas em caso de necessidade.

Atualmente, para além de 9 operadores alocados ao setor, existem 3 operadores nos setores da Colmatagem (1 operador) e das Importações (2 operadores) cujas funções são de verificação dos equipamentos que fazem a escolha das classes mistas, com origem nos AM II. Assim, ao adicionar a operação de escolha eletrónica no setor, estes operadores são realocados para este, fazendo com que a passagem de 9 para 12 operadores não constitua um aumento da necessidade de operadores, mas uma realocação dos operadores com funções relacionadas com o setor.

5.8 Análise Económica das Alterações

A análise económica das alterações propostas inclui a análise de custos operacionais diretos e indiretos, isto é, custos de operadores existentes no setor e custos de operadores de outros setores mas com funções diretamente relacionadas com este, e custos de subcontratação.

Em termos de custos operacionais, a Tabela 19 apresenta os custos operacionais da situação atual e dos cenários a dois e três turnos.

Tabela 19 - Avaliação dos custos operacionais com as implementações planeadas

	Situação Atual	Cenários a 2 Turnos	Cenários a 3 Turnos
Quantidade de Operadores no Setor	9	12	12
Custo Operacional Anual	130 500 €	190 313 €	195 750 €
Quantidade de Operadores Fora do Setor (com funções dos AM II)	3	—	—
Custo Anual Indireto	48 938 €	—	—
Custo Operacional Total	179 438 €	190 313 €	195 750 €
Eficiência Operacional	0,58 €/ML	0,37 €/ML	0,35 €/ML

Apesar da quantidade de operadores ser semelhante no total, a realocação de parte para os turnos da noite e da tarde causa um aumento de custos, uma vez que as condições salariais dependem do número de horas noturnas presentes no horário de trabalho. O aumento de eficiência operacional é um fator de relevo, uma vez que, com a mesma quantidade de operadores, as alterações previstas conduzem a um aumento da capacidade de produção significativo.

Os custos de subcontratação passarão a ser nulos uma vez que o setor foi dimensionado para eliminar a necessidade de prestações de serviço. A Tabela 20 resume o balanço de custos atuais e futuros com as alterações planeadas.

Tabela 20 - Balanço de custos operacionais dos cenários propostos

	Situação Atual	Cenários a 2 Turnos	Cenários a 3 Turnos
Custos Operacionais Diretos	130 500 €	190 313 €	195 750 €
Custos Operacionais Indiretos	48 938 €	—	—
Custos de Subcontratação	50 000 €	—	—
Balanço Total de Custos	229 438 €	190 313 €	195 750 €

O valor de balanço total representa todos os custos relacionados com o setor, tanto direta como indiretamente. Verifica-se que a situação atual apresenta custos indiretos significativos, que se tornarão nulos com as propostas de alteração. É de salientar a diminuição de 15% nos custos totais imputados ao setor.

Para além da análise de custos do setor, é necessário quantificar o investimento inicial a realizar para garantir todas as alterações consideradas. A Tabela 21 detalha os valores de investimento para os cenários a dois e três turnos.

Tabela 21 - Descrição do investimento inicial considerado

	Cenários 2 Turnos	Cenários a 3 Turnos
Despoeiramento de Filtros	15 000 €	
Remoção da Estufa	500 €	
Alteração Escritório	500 €	
Alteração do Elevador	3 500 €	
Alteração Quadros Elétricos	7 000 €	
Nivelamento de Piso	10 000 €	
Aquisição Empilhador	8 000 €	
Mão de Obra	3 000 €	
Aquisição Contentores	24 000 € – 85 Cont.	
Aquisição de Sist. de Alimentação	29 900 € – 13 Sist.	25 300 € – 11 Sist.
Total	111 400 €	106 800 €

Uma vez que o capital que será injetado na fábrica advém de capitais da Corticeira Amorim, será necessário fazer o cálculo da amortização do investimento, através da Equação (4) da Secção 2.6. A empresa considera uma política de investimento, financiada por capitais próprios, com amortização a 10 anos e a taxa de juro anual de 10%.

Para dois turnos de produção,

$$\bar{R} = \frac{1}{10} \times \left[111\,400 + \sum_{t=1}^{10} 0,1 \times \left(111\,400 - (t-1) \times \frac{111\,400}{10} \right) \right] = 14\,744 \text{ €}$$

Para três turnos,

$$\bar{R} = \frac{1}{10} \times \left[106\,800 + \sum_{t=1}^{10} 0,1 \times \left(106\,800 - (t-1) \times \frac{106\,800}{10} \right) \right] = 14\,135 \text{ €}$$

Assim, a mais valia de integração da operação de escolha eletrónica no setor irá garantir o *payback* do investimento no período apresentado nos objetivos do projeto. A Tabela 22 apresenta o resumo dos valores calculados anteriormente: o investimento inicial, a mais valia económica da inclusão da operação de escolha eletrónica, o retorno final de todas as alterações e culmina com o *payback period* necessário para garantir o pagamento do investimento a realizar.

Tabela 22 - Análise de custos final e *payback period* atingido

	Situação Atual	Cenários a 2 Turnos	Cenários a 3 Turnos
Balanço Total de Custos Anuais	229 438 €	190 313 €	195 750 €
Mais Valia Anual da Operação de Escolha	—	69 658 €	69 658 €
Investimento Inicial	—	111 400 €	106 800 €
Amortização Anual do Investimento	—	14 744 €	14 135 €
Retorno Anual	—	94 039 €	89 211 €
<i>Payback Period</i> [Anos]	—	1,18	1,20

Através destes resultados, é de salientar a rápida recuperação do investimento que, apesar de não se expressar totalmente nos custos do setor (devido aos custos operacionais indiretos), verifica-se nos custos de toda a fábrica.

5.9 Avaliação dos Ganhos a Nível Operacional

Para além dos ganhos económicos, existem ganhos a nível operacional que não são quantificáveis em termos monetários, mas que contribuem para o funcionamento eficiente do setor e, consequentemente, melhoria do fluxo produtivo da fábrica. A Tabela seguinte apresenta a comparação entre os valores atuais e futuros de *stocks* e *lead time* associado aos cenários.

Tabela 23 - Análise de ganhos a nível operacional

	Situação Atual	Cenários a 2 Turnos	Cenários a 3 Turnos
<i>Stock</i> à Entrada [ML]	5 000	3 200	2 000
<i>Stock</i> à Saída [ML]	10 000	3 500	3 500
<i>Lead Time</i> [dias]	10,5	2,90	2,24

Com o sucesso da implementação do projeto, é expectável que o *stock* do setor reduza de cerca de 15 milhões de rolhas para aproximadamente 6 milhões, resultando numa diminuição de 222 800 € do valor global do produto existente, traduzindo-se numa redução 22 280 € em custos de

posse de *stock* anuais, que correspondem a 10% de juros do valor do produto, pagos à Corticeira Amorim, S.G.P.S., S.A.

A redução do *lead time* é bastante evidente e é uma mais valia do setor que não é possível quantificar em termos de ganho económico anual, mas será relevante na capacidade de resposta da fábrica a flutuações de mercado. Entre os cenários de dois e três turnos, a variação é significativa, cerca de 12h.

5.10 Discussão dos Resultados Obtidos

De modo a criticar os resultados obtidos e estabelecer a comparação final entre os cenários, a Tabela 24 apresenta o resumo de todos os valores relevantes apresentados nas secções anteriores. Uma vez que foi um fator que ponderou para a decisão final, apresenta-se, no caso dos cenários a dois turnos, a capacidade de produção máxima do setor caso funcione em contínuo durante três turnos.

Tabela 24 - Resumo das características de todos os cenários

	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4
Turnos de Produção	3	2	3	2
Quantidade de Máquinas	26	31	23	27
Capacidade Diária [ML/dia]	2 470	2 290	2 555	2 370
Capacidade Máxima [ML/dia]	2 470	3 020	2 555	3 140
Custos Anuais	195 750 €	190 313 €	195 750 €	190 313 €
Retorno Anual das Alterações	89 211 €	94 039 €	89 211 €	94 039 €
Investimento Inicial	106 800 €	111 400 €	106 800 €	111 400 €
<i>Payback Period</i> [Anos]	1,20	1,18	1,20	1,18

Após análise dos pontos favoráveis e desfavoráveis de todos os cenários, decidiu-se que o fator mais vantajoso para o setor seria a grande capacidade de acomodar as flutuações de produção da fábrica garantida através dos cenários a 2 turnos. Ao optar por estes cenários, a quantidade de máquinas é superior e influencia a disposição do setor e movimentação tanto dos operadores como das unidades de transporte. No entanto, em caso de existir uma necessidade extra de qualquer operação, esta é acomodada ao manter as máquinas responsáveis pela operação ligadas no terceiro turno.

Assim, a escolha passou pela opção entre o cenário 2 e 4. A grande diferença dos cenários seria a decisão entre linhas de topejar, polir e escolha ou linhas de topejar e escolha e polir e escolha. Com o objetivo de uniformizar ao máximo o fluxo de todos os lotes de classes defeituosas e aproximar o funcionamento deste setor com os AM I, o cenário 2 foi o escolhido pela direção da empresa. Para além das vantagens abordadas anteriormente, as linhas de topejar, polir e escolha apresentam solução para os problemas de lavação observados neste tipo de classe, o que levará a uma diminuição na quantidade de rolhas rejeitadas no setor da lavação.

Concluindo, o cenário 2 garante todos os objetivos estabelecidos anteriormente e aumenta a capacidade de produção do setor de 1,4 milhões produzidos atualmente para 2,3 milhões, e com a possibilidade de retificar até 3 milhões de rolhas diariamente.

6 Conclusões e Perspetivas de Trabalhos Futuros

A realização deste projeto permitiu à Amorim & Irmãos verificar o potencial de um setor de operações de retificação e proceder à sua reestruturação para este responder às necessidades futuras da fábrica. Uma análise exaustiva culminou na apresentação de quatro cenários de alterações possíveis.

Em termos operacionais, a quantidade de operadores com responsabilidades diretamente associadas ao setor manteve-se, havendo, com a integração da operação de escolha, uma realocação dos operadores encarregues dessa operação nos setores responsáveis atualmente por ela. Um estudo do funcionamento do setor revelou práticas operacionais pouco eficientes, sendo esta a razão que permitiu o aumento da capacidade de produção em 23% com a mesma mão de obra necessária. A análise económica verificou um aumento de 6% com encargos operacionais devido à passagem para o funcionamento por turnos.

O funcionamento por turnos foi o ponto chave para aumentar a capacidade de produção sendo importante salientar que o aumento pretendido seria inviável mantendo a produção a um turno, sem adquirir mais equipamentos e sem aumentar a área disponível do setor. O funcionamento a dois turnos apresenta o maior retorno económico juntamente com uma elevada capacidade de resposta a flutuações do mercado, mantendo todas as operações a funcionar três turnos em caso de necessidade. O funcionamento a três turnos aponta para uma necessidade de equipamentos menor e, conseqüentemente, maior espaço útil para movimentação tanto dos lotes trabalhados como dos operadores do setor.

A integração da operação de escolha no setor facilita o fluxo das rolhas retificadas e, o acoplamento das operações de retificação para as classes de rolhas com defeitos leva à uniformização do fluxo interno do setor.

Do ponto de vista económico, a integração da operação de escolha e o aumento de capacidade dimensionado revelam ser os fatores que garantem a mais valia das alterações, rentabilizando a qualidade do produto que passa no setor e eliminando os custos de subcontratação de serviços. O investimento inicial que acarreta todas as alterações é na ordem dos 112 000 €, no caso dos cenários a dois turnos, e 107 000 €, nos de três turnos, traduzindo-se num retorno anual de 94 000 € e 90 000 €, respetivamente. O investimento é pago num período de cerca de um ano e três meses, muito inferior ao previamente ambicionado.

Uma análise independente à possibilidade de investimento num equipamento de seleção do topo da rolha de pior qualidade revela um elevado retorno económico quando integrado nas linhas de operações acopladas. No entanto, o seu custo de aquisição aumentava o investimento inicial para um valor muito superior ao aprovado pela empresa para o presente ano civil, tendo já ficado referenciado como um potencial investimento para 2019.

Após a ponderação de todos os cenários, opta-se pelo cenário que garante maior capacidade de adaptação face à flutuação do mercado e que apresenta, simultaneamente, um maior retorno económico, o cenário 2 com funcionamento a dois turnos e acoplamento de duas operações de retificação e uma operação de escolha.

Numa perspetiva futura, seria interessante avaliar o impacto das alterações nos setores diretamente relacionados e ajustá-los ao fluxo implementado. Adicionalmente, o projeto pode ainda ser alvo de melhorias, analisando o funcionamento num ponto de vista energético e procedendo a alterações estruturais que maximizem a sua capacidade de produção, uma vez que o setor é o único que realiza este tipo de operações no fluxo produtivo da fábrica.

7 Referências

- Balaji, K, and V S Senthil Kumar. 2014. "Multicriteria Inventory ABC Classification in an Automobile Rubber Components Manufacturing Industry." *Procedia CIRP* 17: 463–68. doi:<https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.02.044>.
- Bergmann, Johann, Bernd Scholz-Reiter, Jens Heger, and Christian Meinecke. 2012. "Integration of Demand Forecasts in ABC-XYZ Analysis: Practical Investigation at an Industrial Company." *International Journal of Productivity and Performance Management* 61 (4). Emerald: 445–51. doi:10.1108/17410401211212689.
- Bonney, M C, Zongmao Zhang, M A Head, C C Tien, and R J Barson. 1999. "Are Push and Pull Systems Really so Different?" *International Journal of Production Economics* 59 (1): 53–64. doi:[https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(98\)00094-2](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(98)00094-2).
- Brealey, Richard, Stewart Myers, and Franklin Allen. 2016. *Principles of Corporate Finance*. 12th ed. McGraw-Hill Education.
- Cardoso Moreira, J, M Soares, J Couto, and Carlos Pinho. 2015. *Decisões de Investimento: Análise Financeira de Projetos (4ª Edição, Revista E Aumentada)*. Lisboa.
- Coimbra, E. 2013. *Kaizen in Logistics and Supply Chains*. McGraw-Hill Education.
- Corticeira Amorim. 2018a. "Amorim & Irmãos - Unidade de Negócios de Rolhas." 2018b. "Corticeira Amorim." <http://www.amorim.com/>.
- Dennis, P. 2007. *Lean Production Simplified, Second Edition: A Plain-Language Guide to the World's Most Powerful Production System*. Taylor & Francis.
- Dohka, D. K., and Y. L. Choudary. 2013. "'XYZ' Inventory Classification & Challenges." *IOSR Journal of Economics and Finance* 2 (2): 23–26.
- Hirakawa, Yasuhiro. 1996. "Performance of a Multistage Hybrid Push/pull Production Control System." *International Journal of Production Economics* 44 (1): 129–35. doi:[https://doi.org/10.1016/0925-5273\(95\)00098-4](https://doi.org/10.1016/0925-5273(95)00098-4).
- Imai, Masaaki. 2007. *Gemba Kaizen. A Commonsense, Low-Cost Approach to Management*. doi:10.1007/978-3-8349-9320-5_2.
- Kiran, D R. 2016. *Total Quality Management: Key Concepts and Case Studies*. Elsevier Science.
- Liff, S, and P A Posey. 2007. *Seeing Is Believing: How the New Art of Visual Management Can Boost Performance Throughout Your Organization*. AMACOM BOOKS.
- Marques, Manuel Pina. 2016. "Gestão de Stocks. Texto de Apoio À Unidade Curricular de Gestão Da Produção I."
- Matias, R. 2015. *Cálculo Financeiro*. 5th ed. Escolar Editora.
- Melton, T. 2005. "The Benefits of Lean Manufacturing: What Lean Thinking Has to Offer the Process Industries." *Chemical Engineering Research and Design* 83 (6): 662–73. doi:<https://doi.org/10.1205/cherd.04351>.
- Nakajima, Seichi. 1990. "Total Productive Maintenance." In *International Seminar on Advanced Technology*.
- Ohno, Taiichi. 1988. *Toyota Production System*. Edited by Taylor & Francis. 03–1988thed.
- Olhager, Jan. 2010. "The Role of the Customer Order Decoupling Point in Production and Supply Chain Management." *Computers in Industry* 61 (9): 863–68. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compind.2010.07.011>.

- Ortiz, C A. 2009. *Kaizen E Implementação de Eventos Kaizen*. Bookman.
- Puchkova, Alena, Julien Le Romancer, and Duncan McFarlane. 2016. “Balancing Push and Pull Strategies within the Production System.” *IFAC-PapersOnLine* 49 (2): 66–71. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.03.012>.
- Stamatis, D H. 2010. *The OEE Primer: Understanding Overall Equipment Effectiveness, Reliability, and Maintainability*. CRC Press.
- Takeda, H. 2006. *The Synchronized Production System: Going Beyond Just-in-Time Through Kaizen*. Kogan Page Series. Kogan Page.
- Womack, J P, and D T Jones. 2010. *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. Free Press.

ANEXO A: Análise ABC/XYZ dos produtos do setor AM II

A Tabela 25 apresenta a classificação ABC dos produtos que dão entrada no setor por calibre e classe.

Tabela 25 - Classificação ABC das classes e dos calibres de entrada nos AM II

Classe	Qtd [ML]	Class ABC	Calibre Entrada	Qtd [ML]	Class ABC
6 B	47943	A	45x24	117429	A
Repasse Ext/1	30537	A	49x24	62134	A
4/5	28822	A	45x26	44092	A
Repasse	25470	A	49x26	32736	A
B	24667	A	38x24	26837	A
Repasse 2/3	24253	A	45x25	5654	B
Fendas	15862	A	50x25	5420	B
6	13723	A	54x24	5298	B
1	11802	A	49x25	3498	B
3	10869	A	54x26	1815	B
Sup	10846	B	39x24	1700	B
D	9930	B	39x26	1385	B
2	9741	B	39x25	1280	C
Ext	9286	B	45x23	452	C
BH	5908	B	54x25	307	C
Flor	5057	B	45x23,5	199	C
1/2	4320	B	38x23	170	C
5	3396	B	38x26	133	C
5/6	3310	B	35x24	131	C
1/6	2506	B	35x23	71	C
3/5	2200	B	35x22	71	C
A	2115	B	Mistura	55	C
4	1810	B	42x24	44	C
Repasse AI	760	C	49x23	40	C
S/Classe	742	C	49x24,5	30	C
Ext/Sup	647	C	38x25	18	C
4/6	627	C	40x24	6	C
Def. A	605	C	52x24	6	C
Ext/1	512	C	54x28	4	C
2/5	500	C	49x32	2	C
Def. B	351	C	49x27	1	C
2/3	351	C	40x29	1	C
C	320	C	45x28	0,800	C
Flor Especial	289	C	40x30	0,503	C
Mistura	176	C	49x36	0,502	C
Sup/5	142	C	54x38	0,137	C
Caleiras	131	C	45x29	0,120	C
Sup/1	122	C	54x30	0,090	C
Flor/Ext	120	C	45x30	0,050	C
AA	75	C	49x38	0,050	C
Repasse Flor	52	C	54x36	0,050	C
Ext/2	48	C			
3/4	45	C			
Rep.Broca	25	C			
Flor Topo Espelho	6	C			
N/Veda	2	C			
Total	311019		Total	311019	

Considerando também uma análise ABC/XYZ a Tabela 26, Tabela 27, Tabela 28 e a Tabela 29 apresentam a análise dos calibres e classes, individualizando por operação para facilitar a exposição dos assuntos

Operação: Topejar

Tabela 26 - Classificação ABC/XYZ dos produtos (calibre e classe) da operação de topejar

	XYZ	ABC	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
49X24 4/5	X	A	3186	2404	2196	3155	3058	2164	2671	899	2611	1375	2232	1880	27830
45X24 6 B	X	A	1600	1682	2330	2063	1250	2260	3112	539	2498	2706	2761	2046	24847
45X24 Rep 2/3	X	A	1305	1160	1715	1573	1278	875	1180	482	1438	1216	1378	962	14562
45X24 Repasse	Y	A	1044	661	939	617	1078	1089	1875	1043	2893	1542	1400	307	14488
45X24 Rep Ext/1	Y	A	1017	996	3036	806	1694	1086	902	189	1342	1111	1149	919	14247
49X24 Rep Ext/1	Y	A	538	688	737	1229	938	503	403	344	336	412	287	226	6641
49X24 6 B	X	A	300	276	522	713	443	409	725	195	507	651	552	349	5641
49X24 Rep 2/3	X	A	681	704	420	189	448	302	497	145	536	279	432	357	4989
45X24 6	Z	A	147	53	0	0	545	205	0	200	388	1311	1476	238	4563
49X24 5/6	Y	A	0	0	60	0	636	528	616	214	414	58	245	519	3290
45X24 BH	X	A	209	159	279	228	185	295	197	58	412	207	300	208	2737
49X24 Fendas	Z	A	0	0	0	209	0	331	462	0	335	260	505	0	2102
49X24 5	Z	A	68	903	0	0	0	0	0	0	232	597	216	19	2035
49X24 Repasse	Y	A	74	260	321	68	436	82	301	18	94	169	211	1	2035
45X24 Fendas	Z	A	221	70	0	0	0	520	690	0	162	0	0	0	1663
54X24 Ext	Z	A	0	0	227	149	265	190	258	73	0	324	4	0	1489
49X26 1	Z	A	340	104	250	353	0	305	0	0	0	0	0	0	1352
39X24 Rep 2/3	Z	A	159	39	0	210	572	0	365	0	0	0	0	0	1345
54X24 A	Y	A	190	275	80	67	217	117	137	89	0	57	54	48	1331
49X24 BH	Y	A	53	95	26	97	129	34	116	0	145	187	175	121	1178
45X26 Rep Ext/1	Y	A	153	100	197	0	0	10	166	0	84	180	72	125	1086
49X24 3	Z	A	0	0	0	0	0	127	52	0	0	101	423	284	987
45X25 Rep Ext/1	Z	A	10	33	0	266	193	296	123	10	0	0	0	0	931
49X24 4	Z	A	262	0	0	0	0	0	0	0	0	349	162	77	850
45X25 2	Z	A	81	197	0	199	258	0	0	0	0	0	0	0	735
49X25 1	Z	A	0	93	145	0	361	60	0	0	0	0	0	0	659
45X26 B	Z	A	606	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	606
45X24 Ext	Z	A	125	24	85	0	0	0	4	0	216	0	125	0	579
45X25 3	Z	A	138	72	0	255	36	0	0	0	0	0	0	0	501
54X24 2/5	Z	B	422	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	428
54X24 B	Y	B	0	23	30	15	52	94	40	18	21	71	32	0	395
54X24 3	Z	B	0	0	60	0	0	10	10	0	87	114	0	79	360
54X24 2	Z	B	0	0	27	26	46	51	17	0	9	128	0	49	353
45X24 Rep Al	Z	B	0	0	0	0	0	346	7	0	0	0	0	0	353
54X24 Rep Ext/1	Y	B	25	39	68	47	0	5	10	0	36	27	62	0	317
45X24 3/5	Z	B	0	0	0	0	277	0	0	0	25	0	0	0	302
45X26 3	Z	B	143	0	0	0	136	0	0	0	0	0	0	0	279
49X24 1/2	Z	B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	208	59	267
45X24 4/5	Z	B	90	0	0	50	0	0	0	0	0	70	48	0	258

Reestruturação de um Setor de Acabamentos Mecânicos

39X24 Rep Ext/1	Z	B	0	18	141	0	0	0	78	0	0	0	0	0	237
49X26 Rep Ext/1	Z	B	44	109	36	0	0	0	44	0	0	0	0	0	233
45X26 2	Z	B	0	0	0	0	232	0	0	0	0	0	0	0	232
49X24 4/6	Z	B	72	152	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	224
45X23 Rep Ext/1	Z	B	0	0	0	0	0	144	0	0	0	0	0	65	209
49X25 2	Z	B	0	0	0	0	77	0	62	0	59	0	0	0	199
49X24 Ext	Z	B	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	25	140	179
45X26 C	Z	B	173	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	173
49X24 Rep Al	Z	B	54	112	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	166
49X24 Ext/Sup	Z	B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	152	152
45X24 Ext/1	Z	B	100	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	140
45X23 Ext	Z	B	0	18	85	0	20	0	0	0	0	0	0	0	123
54X24 Flor	Z	B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	114	0	0	114
45X25 Def. A	Z	B	0	0	0	0	0	112	0	0	0	0	0	0	112
45X26 5	Z	B	111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	111
38x23 Ext	Z	B	0	0	85	0	20	0	0	0	0	0	0	0	105
45X24 2/3	Z	B	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	100
49X24 S/Classe	Z	B	20	37	0	0	0	0	0	3	15	0	0	19	94
45X24 3	Z	B	35	58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	93
54X24 4	Z	B	0	45	36	0	0	0	0	0	10	0	0	0	91
45X25 4	Z	B	0	0	0	0	0	74	15	0	0	0	0	0	89
54X24 Ext/1	Z	C	0	0	0	0	0	0	44	0	0	0	34	0	78
45X24 Sup	Z	C	0	75	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	76
45X24 5	Z	C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75	0	0	75
45X26 Ext	Z	C	56	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	73
49X26 BH	Z	C	28	0	0	0	0	43	0	0	0	0	0	0	71
39X24 Repasse	Z	C	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70
45X23 3	Z	C	0	0	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70
45X25 6 B	Z	C	0	0	0	0	0	0	5	62	0	0	0	0	67
45X25 Repasse	Z	C	0	0	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64
49X24 2	Z	C	0	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60
45X24 Flor	Z	C	10	0	0	0	0	25	0	0	0	0	20	2	57
38x23 Sup	Z	C	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	50
45X23 Sup	Z	C	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	50
45X26 Ext/2	Z	C	0	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48
54X26 2	Z	C	0	15	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46
45X24 Ext/Sup	Z	C	0	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46
49X24 D	Z	C	0	0	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0	45
38X24 Repasse	Z	C	0	0	0	0	44	0	0	0	0	0	0	0	44
45X24 2	Z	C	0	0	0	0	32	0	0	0	9	0	0	0	41
49X23 Ext	Z	C	0	38	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	40
45X26 A	Z	C	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40
45X26 Repasse	Z	C	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38
49X24 Mistura	Z	C	0	8	0	0	27	0	0	0	0	0	0	0	35
42X24 Sup/1	Z	C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	35
45X25 1	Z	C	9	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	35

Reestruturação de um Setor de Acabamentos Mecânicos

49X24 Flor	Z	C	3	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	33
45X24 Mistura	Z	C	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	33
49X24 Rep Flor	Z	C	0	0	22	10	0	0	0	0	0	0	0	0	32
39X24 3	Z	C	0	0	0	0	0	0	31	0	0	0	0	0	31
49x24,5 S/Classe	Z	C	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
45X25 Ext	Z	C	2	0	0	0	0	27	0	0	0	0	0	0	29
45X25 BH	Z	C	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	28
49X24 3/4	Z	C	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
49X25 1/2	Z	C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	25
45X26 Rep Al	Z	C	0	0	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0	24
49X25 Sup/1	Z	C	0	0	0	0	22	0	0	0	0	0	0	0	22
49X25 Sup	Z	C	0	0	0	0	0	0	0	22	0	0	0	0	22
54X25 Rep Flor	Z	C	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	20
49X24 3/5	Z	C	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
54X24 Repasse	Z	C	0	0	10	0	7	0	0	0	0	0	0	0	17
39X24 Rep Al	Z	C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	17
38x23 Rep Ext/1	Z	C	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	16
45X26 1	Z	C	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
49X24 Sup	Z	C	0	0	0	0	0	0	0	5	9	0	0	0	14
45X24 S/Classe	Z	C	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
45X26 Rep 2/3	Z	C	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
49X26 2	Z	C	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	12
45X25 Flor	Z	C	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
38X24 Fendas	Z	C	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
39X25 Sup	Z	C	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
45X26 Sup/1	Z	C	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	9
42X24 2	Z	C	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	9
54X25 1	Z	C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	9
54X25 Sup	Z	C	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
54X24 S/Classe	Z	C	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
54X25 2	Z	C	3	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
49X24 2/3	Z	C	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
54X26 Repasse	Z	C	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	7
40X24 3	Z	C	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	6
45X25 Sup	Z	C	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	6
54X26 Sup	Z	C	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
52x24 Flor Topo Espelho	Z	C	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
54X24 Rep 2/3	Z	C	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
49X25 Rep Ext/1	Z	C	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
45X24 1/2	Z	C	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	5
49X25 Flor	Z	C	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4
49X26 Ext	Z	C	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3
38X24 Flor	Z	C	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3
45X26 Sup	Z	C	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3
54X26 Rep Ext/1	Z	C	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
54X25 Flor	Z	C	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2

49X24 Ext/1	Z	C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
45X28 Ext/1	Z	C	0	0,300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,300
49X32 Ext/1	Z	C	0	0,105	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,105

Operação: Polir

Tabela 27 - Classificação ABC/XYZ dos produtos (calibre e classe) da operação de polir

	XYZ	ABC	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
45X26 B	X	A	502	1200	1661	570	1640	1585	1945	660	1445	2227	2150	815	16400
49X26 B	X	A	881	1197	671	422	844	437	339	613	396	400	881	185	7266
45X24 D	Y	A	1090	315	1235	1045	30	95	600	320	545	635	410	435	6755
49X26 Sup	Y	A	391	444	913	422	624	252	191	382	589	138	878	225	5448
45X26 1	Y	A	204	58	485	350	703	573	1034	0	357	833	365	221	5183
49X26 2	Y	A	391	208	407	406	324	468	126	58	787	206	434	687	4501
45X26 Sup	Y	A	254	851	300	328	68	514	787	161	351	434	369	40	4457
49X26 3	X	A	286	359	363	282	347	313	380	75	413	314	504	427	4063
45X26 Ext	Y	A	152	350	233	60	103	513	603	0	307	400	279	128	3127
49X26 1	Y	A	82	499	538	488	464	0	0	0	176	80	230	166	2722
49X26 Ext	Y	A	181	208	96	260	383	0	96	48	192	668	394	98	2624
45X26 2	Z	A	50	54	0	261	595	256	176	0	867	205	111	17	2592
45X26 3	Y	A	150	125	0	403	0	193	203	0	520	245	528	30	2397
49X24 D	Y	A	260	445	329	457	31	88	75	50	208	108	121	172	2344
49X26 Flor	Y	A	30	60	501	189	152	157	117	0	197	78	201	0	1682
45X24 1/6	Z	A	1140	330	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1470
38X24 Rep 2/3	Z	A	59	60	200	0	0	140	655	0	0	0	0	0	1114
45X25 Rep Ext/1	Z	A	95	230	234	45	225	135	115	0	15	0	0	0	1094
39X25 Rep 2/3	Z	A	15	0	65	244	374	229	33	0	0	0	0	0	960
45X26 Flor	Z	A	0	74	25	81	230	196	83	0	0	134	0	110	933
49X25 3	Z	A	0	50	58	169	0	0	0	20	59	157	185	189	887
45X26 Rep Ext/1	Z	A	0	0	115	314	153	195	85	0	0	0	0	0	862
38X24 D	Z	A	66	178	36	108	0	0	0	60	0	178	30	0	656
54X26 A	Y	A	70	108	7	63	71	32	20	16	49	12	42	85	575
54X26 Flor	Z	A	110	0	116	0	72	71	0	0	41	47	33	15	504
45X26 Repasse	Z	A	60	190	64	0	0	68	96	0	0	0	0	0	478
49X25 Rep Ext/1	Z	B	0	27	36	57	141	0	0	63	0	67	0	0	391
49X26 Rep Ext/1	Z	B	18	63	170	131	0	0	0	0	0	0	0	0	382
39X26 Rep 2/3	Z	B	128	55	0	0	99	0	49	0	0	0	0	0	331
45X24 3	Z	B	0	53	27	0	0	25	0	0	0	0	151	40	296
49X26 Def. A	Z	B	0	0	0	0	176	0	0	110	0	0	0	0	286
49X26 Repasse	Z	B	83	0	0	61	0	0	41	0	93	0	0	0	278
49X26 Ext/Sup	Z	B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	272	272
39X26 Rep Ext/1	Z	B	45	51	168	0	0	0	0	0	0	0	0	0	264
45X24 4/5	Z	B	30	0	0	0	0	90	0	0	135	0	0	0	255
45X25 3	Z	B	0	0	0	0	30	0	29	0	68	0	40	80	247
49X26 Flor Especial	Z	B	0	0	58	6	10	73	5	0	15	55	19	0	241
49X24 S/Classe	Z	B	0	0	0	0	0	0	0	0	36	201	0	0	237

Reestruturação de um Setor de Acabamentos Mecânicos

54X26 Ext	Z	B	10	0	69	0	75	0	0	0	14	0	67	0	234
45X24 Fendas	Z	B	0	164	0	0	0	0	70	0	0	0	0	0	234
45X26 4	Z	B	0	0	0	0	40	0	120	0	0	55	0	0	215
45X24 Rep 2/3	Z	B	0	0	0	0	0	0	0	0	152	0	0	47	199
45X25 4	Z	B	0	0	0	0	140	0	0	35	10	0	0	0	185
45X24 Rep Ext/1	Z	B	0	0	0	0	0	130	50	0	0	0	0	0	180
38X24 BH	Z	B	58	0	30	0	0	0	0	0	35	0	0	48	171
38X24 Repasse	Z	B	0	0	0	0	0	166	0	0	0	0	0	0	166
45X24 6 B	Z	B	0	0	0	0	0	0	0	0	164	0	0	0	164
45X24 4	Z	B	0	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150
45X26 6 B	Z	B	0	0	45	0	15	0	0	58	0	30	0	0	148
45X26 C	Z	B	0	25	0	90	0	32	0	0	0	0	0	0	147
45X24 1	Z	B	0	0	0	0	0	0	145	0	0	0	0	0	145
45X24 Repasse	Z	B	0	0	0	145	0	0	0	0	0	0	0	0	145
38X24 Def. B	Z	B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	140	0	0	140
54X26 2	Z	B	25	13	0	17	9	24	4	0	0	0	45	0	136
49X25 A	Z	B	24	45	8	17	9	9	6	4	5	0	0	9	136
45X25 2	Z	B	0	50	0	0	0	0	6	0	0	80	0	0	136
38X26 Rep Al	Z	B	0	0	0	0	0	0	17	0	116	0	0	0	133
35X24 Caleiras	Z	B	0	0	131	0	0	0	0	0	0	0	0	0	131
45X24 Def. B	Z	B	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	90	130
45X24 S/Classe	Z	B	60	0	0	0	0	0	0	0	0	65	0	0	125
45X26 BH	Z	B	0	35	50	0	28	0	0	0	0	0	0	0	113
49X26 4	Z	B	0	42	0	0	0	0	0	36	29	0	0	0	107
38X24 Rep Ext/1	Z	B	0	0	51	0	16	0	36	0	0	0	0	0	103
45X26 5	Z	B	0	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	100
49X25 2	Z	B	0	24	0	0	0	0	7	0	65	0	0	0	96
38X24 2	Z	B	0	0	0	0	0	95	0	0	0	0	0	0	95
38X24 3	Z	B	0	0	0	0	0	92	0	0	0	0	0	0	92
45X25 6 B	Z	B	8	0	0	0	0	0	10	0	28	0	35	10	91
45X26 Def. A	Z	B	0	0	0	0	0	88	0	0	0	0	0	0	88
45X26 4/5	Z	B	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0	35	85
45X24 Ext	Z	B	0	0	85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85
49X25 1	Z	B	82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	82
49X24 Def. B	Z	C	0	0	0	0	0	36	0	18	27	0	0	0	81
45X24 Sup	Z	C	0	0	0	0	79	0	0	0	0	0	0	0	79
49X24 2/5	Z	C	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72
39X25 Rep Ext/1	Z	C	0	0	12	0	0	22	35	0	0	0	0	0	69
49X25 Ext	Z	C	0	8	0	0	51	0	9	0	0	0	0	0	67
54X26 Sup	Z	C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	51	67
45X25 Ext/Sup	Z	C	0	0	0	0	0	0	0	0	59	0	0	0	59
54X24 S/Classe	Z	C	0	0	0	0	0	0	0	0	58	0	0	0	58
49X25 Sup	Z	C	0	0	41	0	0	0	0	0	14	0	0	0	55
Mistura Ext/1	Z	C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55	0	55
45X25 Rep 2/3	Z	C	0	0	40	10	0	0	0	0	0	0	0	0	50
49X24 AA	Z	C	0	0	0	0	0	0	9	41	0	0	0	0	50

Reestruturação de um Setor de Acabamentos Mecânicos

49X26 S/Classe	Z	C	0	18	0	31	0	0	0	0	0	0	0	49
45X24 Mistura	Z	C	0	0	0	0	45	0	0	0	0	0	0	45
45X24 Ext/Sup	Z	C	20	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	40
49X24 Ext	Z	C	0	38	0	0	0	2	0	0	0	0	0	40
45X26 2/3	Z	C	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40
45X26 D	Z	C	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	40
45X26 Rep 2/3	Z	C	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40
49X25 1/2	Z	C	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40
54X26 1/2	Z	C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39
38X24 6 B	Z	C	0	0	39	0	0	0	0	0	0	0	0	39
49X25 1	Z	C	0	0	28	0	0	0	0	0	10	0	0	38
49X26 Ext/1	Z	C	0	0	26	0	0	0	6	0	0	0	5	37
49X26 Mistura	Z	C	0	9	0	0	27	0	0	0	0	0	0	36
39X256 B	Z	C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36
45X24 BH	Z	C	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	31	36
45X24 Sup/1	Z	C	0	0	35	0	0	0	0	0	0	0	0	35
45X26 S/Classe	Z	C	0	0	0	35	0	0	0	0	0	0	0	35
54X26 1	Z	C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	35
54X26 Flor Especial	Z	C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0	35
54X26 Ext/1	Z	C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	34
49X25 4	Z	C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	0	31
49X25 Flor	Z	C	0	0	25	0	5	0	0	0	0	0	0	30
45X25 Ext/1	Z	C	0	0	0	0	0	0	3	0	25	0	0	28
45X25 S/Classe	Z	C	13	0	1	0	0	0	0	0	0	13	0	27
49X25 S/Classe	Z	C	20	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
45X24 AA	Z	C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
45X26 Ext/1	Z	C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	25
39X26 3	Z	C	0	0	0	0	0	0	22	0	0	0	0	22
45X26 Mistura	Z	C	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22
54X25 Sup	Z	C	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0	0	22
38X24 Flor	Z	C	0	0	0	1	20	0	0	0	0	0	0	21
38X24 Sup	Z	C	5	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
45X26 Sup/1	Z	C	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	20
49X24 Def. A	Z	C	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	20
38X25 Sup	Z	C	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	18
49X26 BH	Z	C	0	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0	18
39X26 Rep Al	Z	C	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	17
54X24 A	Z	C	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
39X26 1/2	Z	C	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
49X26 6 B	Z	C	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	15
39X26 1	Z	C	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
49X25 Flor Especial	Z	C	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	10
54X24 Def. A	Z	C	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
39X26 2	Z	C	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
49X24 1	Z	C	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
54X25 Rep Ext/1	Z	C	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	8

54X25 S/Classe	Z	C	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
38X24 Ext	Z	C	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	4
45X25 Sup	Z	C	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
54X25 Ext	Z	C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4
45X25 Ext	Z	C	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4
39X25 Flor	Z	C	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3
49X26 N/Veda	Z	C	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
49X27 Ext/1	Z	C	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Operação: Chanfrar

Tabela 28 - Classificação ABC/XYZ dos produtos (calibre e classe) da operação de chanfrar

	XYZ	ABC	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
45X24 6 B	X	A	827	846	789	1157	1210	680	823	267	980	1495	502	566	10142
45X24 Fendas	Y	A	1396	1035	1343	1203	1026	220	0	0	528	678	308	147	7884
38X24 6 B	Y	A	1597	973	626	216	218	953	1121	72	0	81	697	0	6554
38X24 Repasse	Z	A	930	95	935	292	0	356	119	297	0	49	1437	1354	5864
45X24 6	Z	A	0	0	0	70	1616	55	359	680	440	0	756	698	4674
38X24 6	Z	A	55	0	0	0	0	41	1286	0	265	1880	959	0	4486
38X24 Fendas	Z	A	72	332	335	0	0	515	506	101	0	132	0	0	1993
38X24 3/5	Z	A	0	0	0	0	0	123	0	0	1424	57	275	0	1879
38X24 BH	Z	A	120	150	66	239	44	0	114	0	401	300	0	0	1434
45X24 1	Z	A	0	180	100	0	390	0	240	40	415	0	0	0	1365
45X24 5	Z	A	0	0	938	0	0	0	0	0	0	0	0	0	938
38X24 Rep 2/3	Z	B	0	8	55	0	240	135	0	0	0	0	0	0	438
38X24 4/6	Z	B	0	0	0	0	0	0	388	0	0	0	0	0	388
45X24 Repasse	Z	B	0	0	124	0	0	0	0	0	0	0	205	0	329
45X24 Sup	Z	B	0	30	0	0	75	0	50	0	85	0	0	0	240
38X24 Ext	Z	B	0	0	35	0	95	95	0	0	0	0	0	0	225
49X24 4/5	Z	B	0	0	0	0	0	0	0	0	124	0	0	79	203
45x23,5 6 B	Z	B	0	0	0	0	0	0	0	0	199	0	0	0	199
38X24 1/2	Z	B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	193	193
38X24 4/5	Z	B	0	0	0	0	0	191	0	0	0	0	0	0	191
39X26 2/3	Z	B	0	167	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	167
38X24 Rep Ext/1	Z	B	0	0	0	0	0	0	0	10	144	0	0	0	154
45X24 Rep 2/3	Z	B	0	110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	110
45X24 4	Z	B	0	0	92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	92
45X24 D	Z	B	0	0	0	0	0	0	90	0	0	0	0	0	90
38X24 Sup	Z	B	0	0	30	0	25	26	0	0	0	0	0	0	81
39X26 Rep Ext/1	Z	C	0	54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54
49X24 5	Z	C	0	0	0	22	0	20	0	0	0	0	0	0	42
38X24 3	Z	C	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
39X26 5	Z	C	0	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
38X24 5	Z	C	0	0	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29
45X24 5/6	Z	C	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
45X24 A	Z	C	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	17
54X28 Ext/1	Z	C	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	4

Reestruturação de um Setor de Acabamentos Mecânicos

49X32 Ext/1	Z	C	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
49X26 Ext	Z	C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
40x29 Ext/1	Z	C	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
40X30 Ext/1	Z	C	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
49X36 Ext/1	Z	C	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
45X28 Ext/1	Z	C	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
54X38 Ext/1	Z	C	0	0	0	0	0	0	0,120	0,017	0	0	0	0	0,137
45x29 Ext/1	Z	C	0	0	0	0	0	0	0,120	0	0	0	0	0	0,120
54X30 Ext/1	Z	C	0	0	0	0	0	0,090	0	0	0	0	0	0	0,090
49X27 Ext/1	Z	C	0	0,050	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,055
45X30 Ext/1	Z	C	0	0	0	0,050	0	0	0	0	0	0	0	0	0,050
49X38 Ext/1	Z	C	0	0	0	0	0	0	0	0,050	0	0	0	0	0,050
54X36 Ext/1	Z	C	0	0	0	0	0	0,050	0	0	0	0	0	0	0,050

Operação: Topejar + Polir

Tabela 29 - Classificação ABC/XYZ dos produtos (classe e calibre) da operação de topejar + polir

	XYZ	ABC	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
50X25 1/2	Y	A	740	160	790	0	470	380	590	0	100	118	292	0	3640
45X26 Fendas	Y	A	268	323	338	0	0	200	60	109	323	222	133	0	1976
50X25 Flor	Y	A	250	50	300	0	230	200	210	0	100	130	190	0	1660
45X26 Repasse	Z	A	0	0	419	0	0	80	36	0	223	0	185	117	1060
45X24 1/6	Z	A	0	0	0	1036	0	0	0	0	0	0	0	0	1036
45X25 Rep Ext/1	Z	A	7	264	37	58	100	0	0	0	154	159	12	103	894
49X25 Rep Ext/1	Y	A	0	83	0	65	37	24	55	0	88	89	0	96	536
49X26 Rep Ext/1	Z	A	0	32	81	36	0	76	10	10	43	0	167	19	474
45X26 Rep Ext/1	Z	A	20	26	100	0	24	0	0	84	0	0	80	123	457
49X26 Repasse	Z	B	0	124	0	90	0	0	0	0	0	0	93	75	382
38X24 Ext	Z	B	0	0	0	0	0	0	0	0	216	0	0	0	216
39X26 Rep Ext/1	Z	B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	124	66	190
45X24 3	Z	B	0	177	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	177
39X25 Rep Ext/1	Z	B	0	50	38	0	0	0	0	0	0	0	0	79	167
45X26 2	Z	B	0	0	140	0	25	0	0	0	0	0	0	0	165
54X25 Rep Ext/1	Z	B	0	0	0	0	41	0	0	0	0	0	0	122	163
49X26 3	Z	B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	154	0	154
45X24 Rep Ext/1	Z	B	75	0	0	30	0	0	0	0	34	0	0	0	139
54X24 2	Z	B	0	81	8	0	38	0	0	11	0	0	0	0	138
45X26 3	Z	B	0	0	137	0	0	0	0	0	0	0	0	0	137
45X25 BH	Z	B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	122	122
50X25 Flor/Ext	Z	B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120	0	120
45X24 Sup	Z	B	0	35	0	0	0	0	0	0	0	75	0	0	110
45X25 1	Z	B	0	0	0	0	0	0	105	0	0	0	0	0	105
49X25 Ext/1	Z	B	0	0	0	0	0	0	101	0	0	0	0	0	101
39X26 Rep 2/3	Z	B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	97	0	0	97
54X24 Def. A	Z	B	0	0	0	0	33	57	0	0	0	0	0	0	90
35X23 Sup/5	Z	C	0	0	0	0	0	71	0	0	0	0	0	0	71

Reestruturação de um Setor de Acabamentos Mecânicos

39X26 2	Z	C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	69	0	0	69
45X24 Ext/Sup	Z	C	0	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60
54X26 2	Z	C	0	0	0	0	41	0	0	0	0	15	0	0	56
49X24 ½	Z	C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	0	0	51
45X24 Rep Al	Z	C	0	0	0	0	0	0	0	25	25	0	0	0	50
54X25 2	Z	C	0	0	0	0	17	0	30	0	0	0	0	0	46
45X24 ½	Z	C	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45
49X24 1	Z	C	0	0	0	0	0	38	0	0	0	0	0	0	38
39X25 3	Z	C	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0	0	0	35
45X24 Ext	Z	C	0	0	0	0	0	0	0	0	19	15	0	0	34
49X25 S/Classe	Z	C	0	0	0	0	0	0	0	0	34	0	0	0	34
39X26 5	Z	C	0	0	29	0	0	0	0	0	0	0	0	3	32
54X26 Rep Ext/1	Z	C	0	16	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	31
49X26 Rep Broca	Z	C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	25
39X26 ¾	Z	C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	20
49X24 Ext/Sup	Z	C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	18
39X26 4/6	Z	C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	15
45X24 2	Z	C	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
54X26 Repasse	Z	C	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	6
54X25 Mistura	Z	C	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	5
54X25 Ext/1	Z	C	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4
49X25 Flor Especial	Z	C	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3

ANEXO B: Análise das tarefas dos operadores

A Tabela 30 apresenta os tempos unitários relativos a cada tarefa e a Tabela 31, Tabela 32, Tabela 33 e Tabela 34 apresentam os diagramas conta palitos relativos aos responsáveis pelas máquinas.

Tabela 30 - Tempos despendidos em cada tarefa

Tarefa	Tempo Despendido
Desencravar máquina	≈ 40 s
Retirar alcofa	≈ 20 s
Retirar e coser saco	≈ 60 s

Tabela 31 - Diagrama conta palitos relativo ao responsável das máquinas de polir

Resp. Máquinas Polir	Hora início: 10:52 Hora fim: 11:22
Vazar Alcofas	IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII IIII (44,4%)
Movimentar Sacos	II (10,0%)
Desencravar Máquinas	IIII IIII (22,2%)
Tirar + Coser Sacos	III (10,0%)

Tabela 32 - Diagrama conta palitos relativo ao responsável das máquinas de chanfrar

Resp. Máquinas Chanfrar	Hora início: 8:55 Hora fim: 9:25
Vazar Alcofas	IIII IIII (11,1%)
Movimentar Sacos	IIII (5,6%)
Desencravar Máquinas	IIII IIII IIII II (obrigam à paragem da máquina-37,8%)
Tirar + Coser Sacos	IIII II (23,3%)
Buscar Material	1 min (3,3%)
Escolha Rolhas Mistura	5 min (16,7%)
Preparar Sacos	I (1,1%)

Tabela 33 - Diagrama conta palitos relativo ao responsável de 4 máquinas de topejar

Resp. 4 Máquinas Topejar	Hora início: 15:05 Hora fim: 15:35
Preparar Sacos	IIII (5,6%)
Movimentar Sacos	IIII II (23,3%)
Desencravar Máquinas	IIII IIII IIII (31,1%)
Tirar + Coser Sacos	IIII II (7,8%)
Buscar Material	1 min (3,3%)
Escolha Rolhas Mistura	5 min (16,7%)
Verificar Máquinas	Restante (12,2%)

Tabela 34 - Diagrama conta palitos relativo ao responsável das linhas e máquinas de topejar

Resp. Linhas + Máq Topejar	Hora início: 15:40 Hora fim: 16:10
Vazar Alcofas	IIII IIII (11,1%)
Movimentar Sacos	IIII I (20,0%)
Desencravar Máquinas	IIII IIII (22,2%)
Tirar + Coser Sacos	IIII II (23,3%)
Escolha Rolhas Mistura	3 min (10,0%)
Anotar Produções	2 min (6,7%)
Buscar Material + Verificar Máquinas	(restante – 6,7%)

O setor apresenta um funcionamento do tipo *push*, em que existem rotas previamente estipuladas que escoam as principais classes que dão entrada no setor. A Tabela 35 apresenta essas rotas, denominadas como rotas automáticas do setor AM II. Os restantes calibres e classes sofrem operações dependendo das necessidades no momento. Geralmente a operação de chanfrar é feita consoante necessidade, excluído as rotas apresentadas na tabela seguinte.

Tabela 35 - Rotas de alguns produtos previamente estipuladas

Classe	Processo	Destino
B	Polir	Lavação para <i>Clean 2000</i> e 2ª Escolha Eletrónica
Repasse	Topejar	Dar destino conforme necessidade (fazer a Escolha Eletrónica no setor com folga)
Repasse 2°/3°	Topejar	
Repasse Ext/1°	Topejar	
Fendas	Chanfrar	
Def A/B	Polir	Lavação para <i>Clean 2000 Colm</i> e <i>Acquamark</i>
2°	Polir	
3°	Polir	
6°	Topejar*	
6° B	Topejar*	
5°/6°	Topejar	
4°/5°	Topejar	

* - Chanfrar conforme necessidade para encomenda

ANEXO C: Análise das percentagens de poupança de operadores com as alterações previstas

A análise da percentagem de poupança em termos de operadores é realizada agrupando os operadores consoante as suas funções, cujas percentagens de ocupação de tempo se apresentam no Anexo anterior. Para os operadores cujas funções dependem da quantidade de máquinas existentes a percentagem de poupança baseia-se no número médio de máquinas dos cenários. No entanto, foi realizado um processo iterativo para todos os cenários, individualmente, para determinar a poupança exata em cada, tendo resultado num número de operadores semelhantes onde apenas diferia a folga dos operadores.

Relativamente ao chefe de equipa, as razões de poupança já foram apontadas na Secção 4. As Tabelas 36 a 39 apresentam as poupanças caracterizadas anteriormente. A ocupação com tarefas diversas considerada anteriormente assume-se constante na perspetiva futura.

Tabela 36 - Poupança total das tarefas relativas ao responsável do piso superior

Responsável Piso Superior		
	Ocupação Atual	Ocupação Futura
Organização de <i>Stock</i>	40 %	20 %
Alimentação das Máquinas	50 %	26 %
Tarefas Diversas	10 %	10 %
Número de Moegas de Alimentação	27	14
Poupança Total		36 %

Relativamente à ocupação futura relativa à organização de *stock*, num cenário a 2 turnos, que resulta numa quantidade de *stock* à entrada superior aos cenários a 3 turnos, apenas existirá cerca de 50% da quantidade atual, passando a ocupação para a mesma relação. O mesmo raciocínio é realizado para os responsáveis pela organização de *stock* pronto.

Tabela 37 - Poupança total das tarefas relativas aos responsáveis da organização do *stock* pronto

Responsáveis Organização <i>Stock</i> Pronto		
	Ocupação Atual	Ocupação Futura
Empilhar Sacos/Contentores	70 %	31 %
Movimentar Sacos/Contentores	20 %	18 %
Tarefas Diversas	10 %	10 %
Poupança Total		41 %

As quantidades de rolhas nos sacos e nos contentores consideradas são inferiores em 20% à quantidade máxima para colmatar as questões de falta de enchimento correta destas unidades. Cada palete de sacos possui quatro sacos. Assumiu-se, adicionalmente, que a quantidade de tempo despendido na movimentação de sacos e contentores é semelhante, apesar da movimentação de contentores ser inferior através da utilização do empilhador. No entanto, a passagem para a movimentação através do elevador de transporte irá ser semelhante à movimentação de sacos.

O valor estabelecido na poupança total refere-se à poupança dos dois operadores responsáveis por esta tarefa.

Tabela 38 - Poupança total das tarefas relativas ao afinador das máquinas

Afinador

	Ocupação Atual	Ocupação Futura
Afinar Máquinas	80 %	52 %
Tarefas Diversas	20 %	20 %
Número de Máquinas	29	19
Poupança Total		28 %

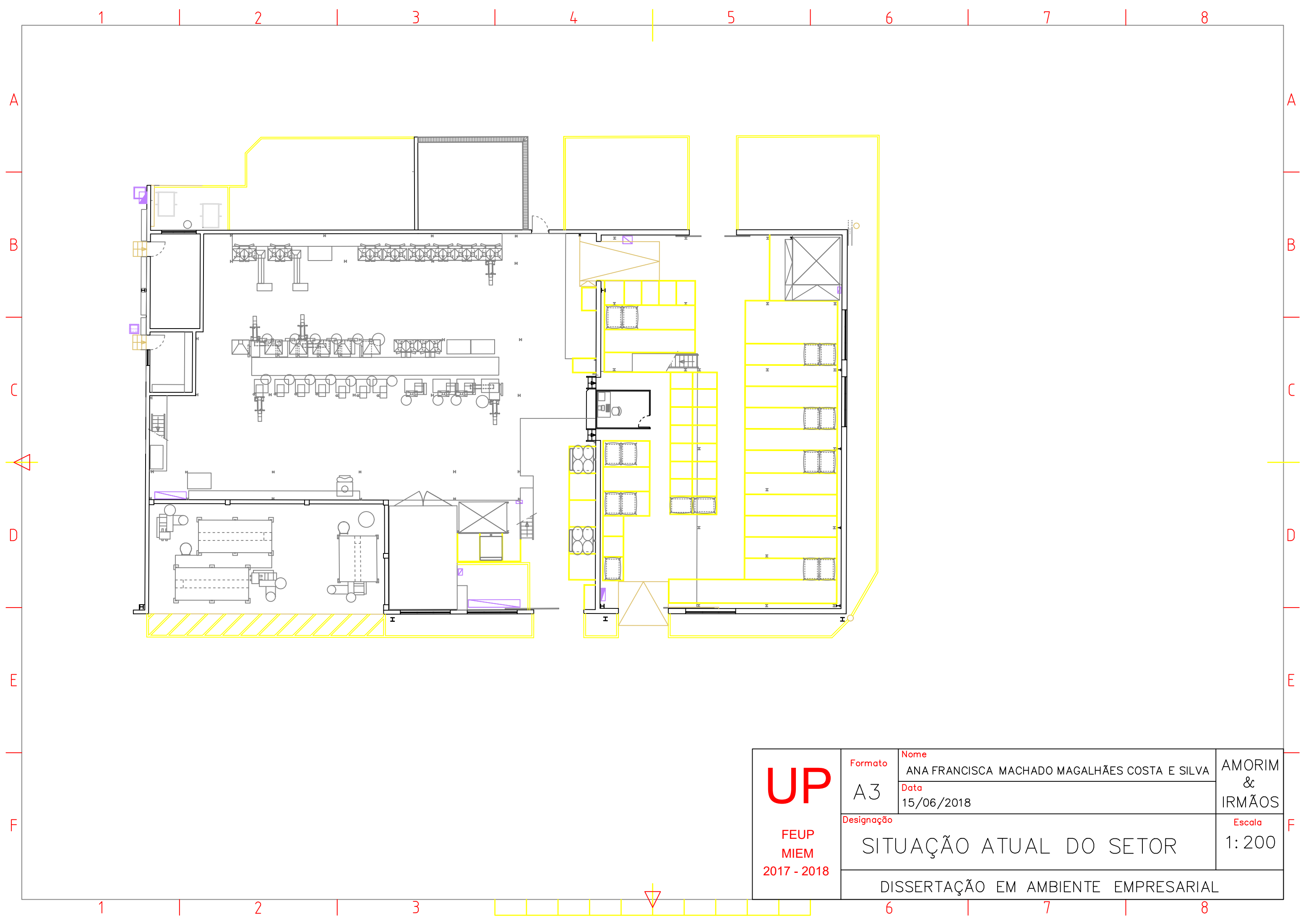
Tabela 39 - Poupança total das tarefas relativas a responsáveis do funcionamento das máquinas

Responsáveis Funcionamento das Máquinas

	Ocupação Atual	Ocupação Futura
Retirar conteúdo de Alcofas para Sacos	18 %	0 %
Movimentar Sacos	31 %	31 %
Desencravar Máquinas	28 %	19 %
Escolha de Mistura de Rolhas	11 %	11 %
Tarefas Diversas	12 %	12 %
Número de Máquinas	29	19
Poupança Total		37 %

A poupança referida anteriormente corresponde à poupança total dos quatro operadores com a função de supervisionar o funcionamento das máquinas.

ANEXO D: *Layouts* dos cenários considerados



UP FEUP MIEM 2017 - 2018	Formato	Nome	AMORIM & IRMÃOS
		ANA FRANCISCA MACHADO MAGALHÃES COSTA E SILVA	
	A3	Data	Escala
		15/06/2018	
	Designação	SITUAÇÃO ATUAL DO SETOR	
DISSERTAÇÃO EM AMBIENTE EMPRESARIAL			

A

B

C

D

E

F

A

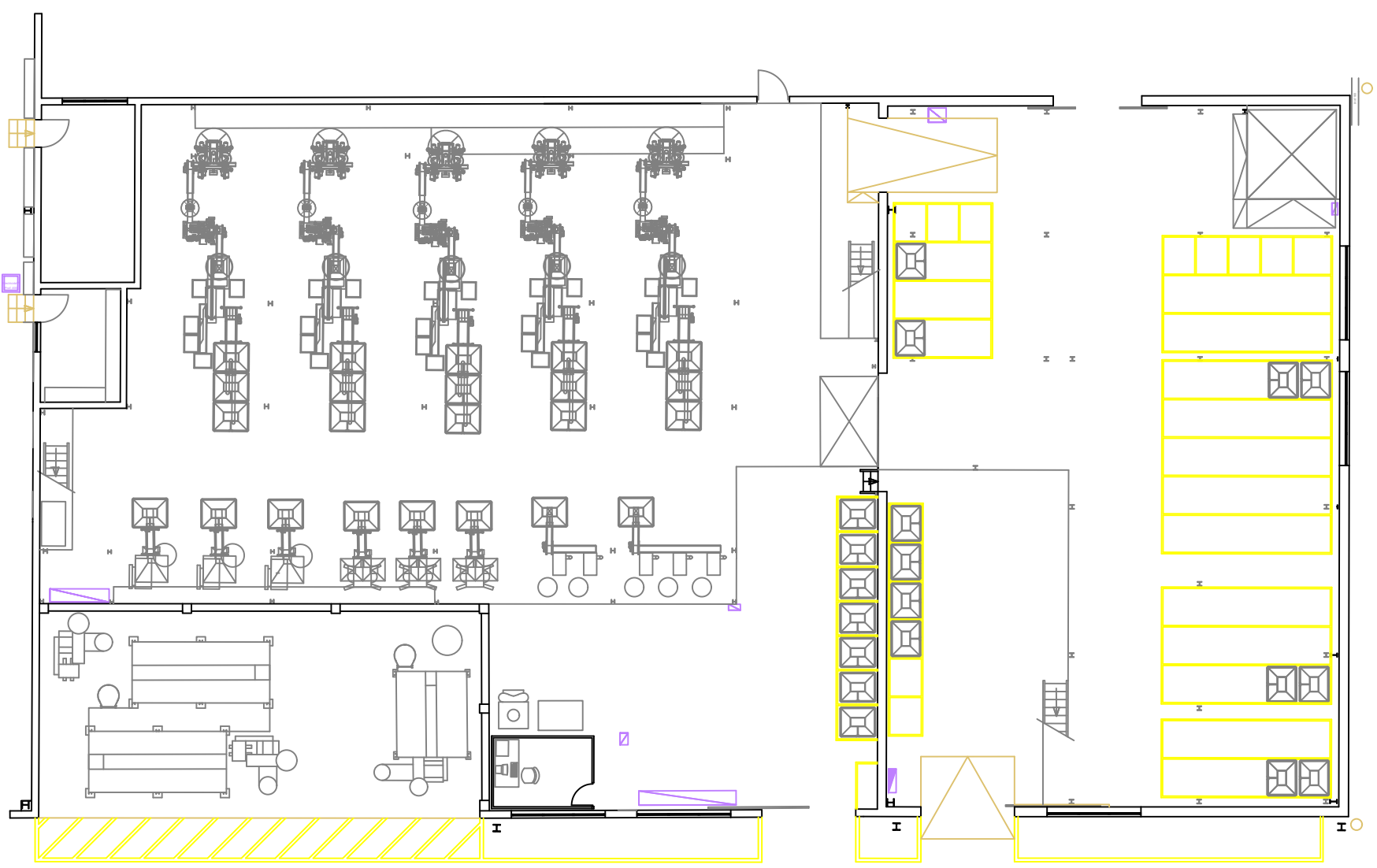
B

C

D

E

F



UP	Formato	Nome	AMORIM & IRMÃOS
	A3	ANA FRANCISCA MACHADO MAGALHÃES COSTA E SILVA	
	Designação	Data	Escala
	FEUP MIEM 2017 - 2018	15/06/2018	1:200
3 TURNOS COM TOP+POL+EE CENÁRIO 1			
DISSERTAÇÃO EM AMBIENTE EMPRESARIAL			

A

B

C

D

E

F

A

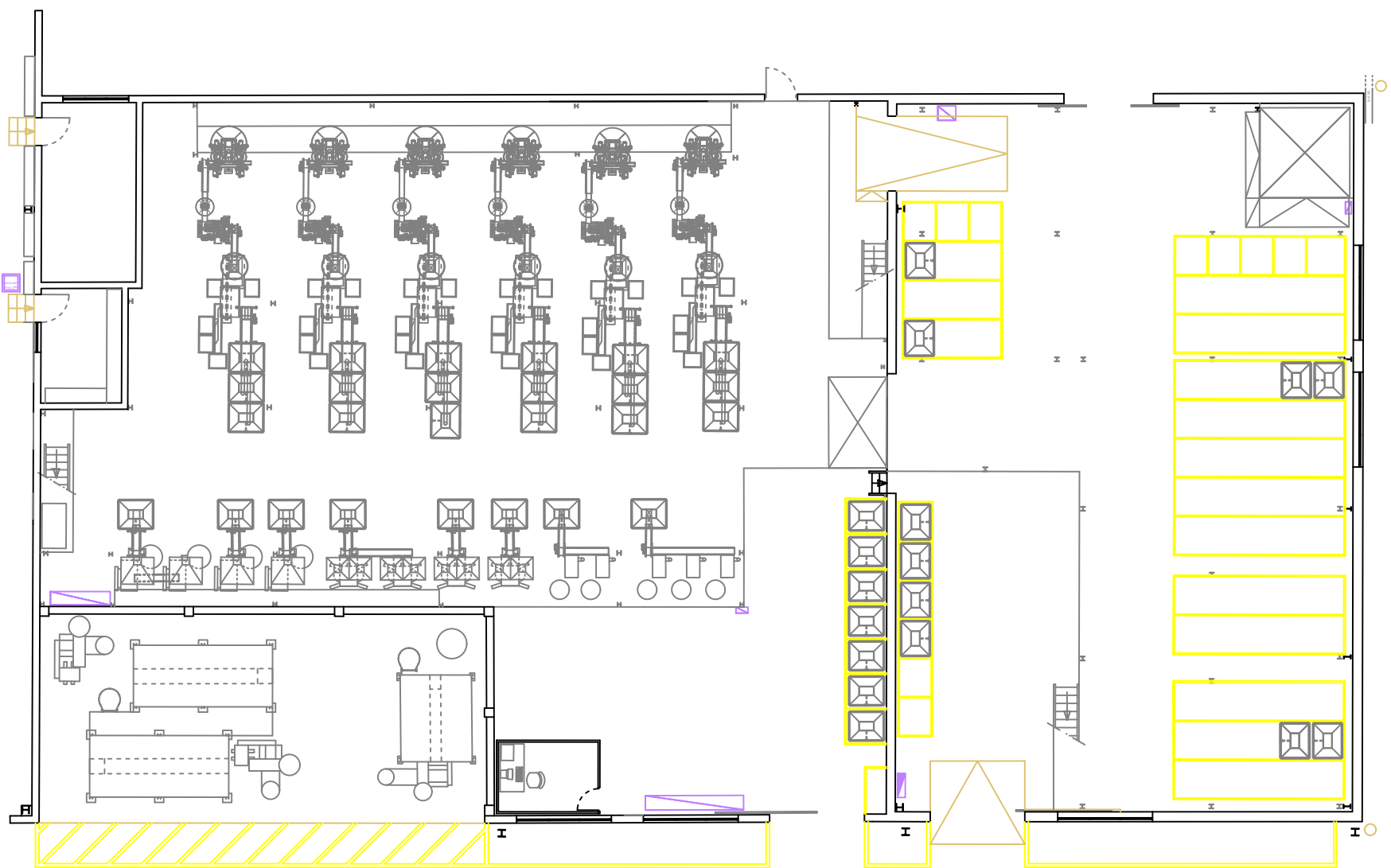
B

C

D

E

F



UP	Formato	Nome	AMORIM & IRMÃOS
	A3	ANA FRANCISCA MACHADO MAGALHÃES COSTA E SILVA	
	Designação	Data	Escala
	2 TURNOS (+1) COM TOP+POL+EE CENÁRIO 2		1: 200
FEUP MIEM 2017 - 2018	DISSERTAÇÃO EM AMBIENTE EMPRESARIAL		

A

B

C

D

E

F

A

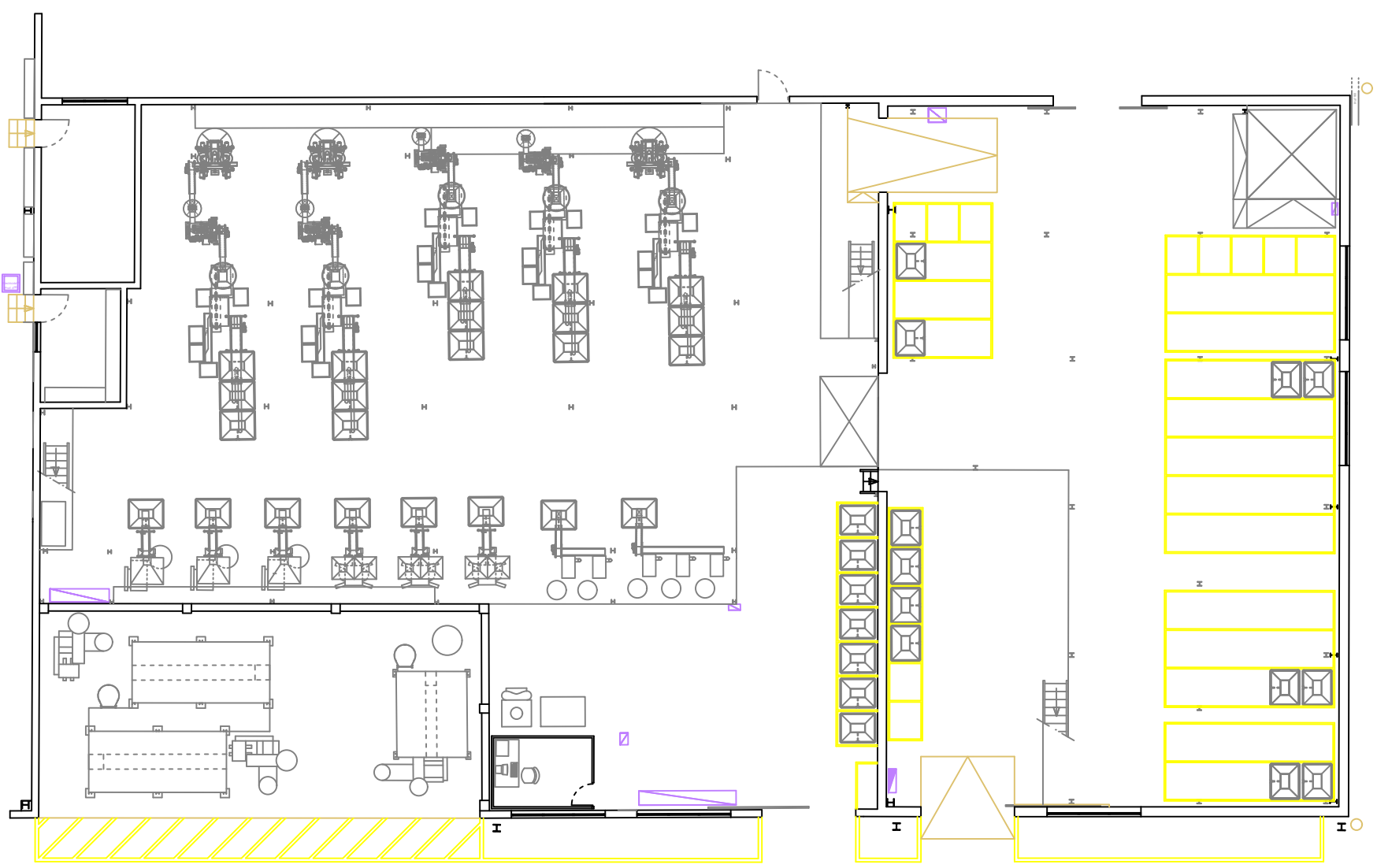
B

C

D

E

F



UP	Formato	Nome	AMORIM & IRMÃOS
	A3	ANA FRANCISCA MACHADO MAGALHÃES COSTA E SILVA	
	Designação	Data	Escala
	FEUP MIEM 2017 - 2018	15/06/2018	1: 200
DISSERTAÇÃO EM AMBIENTE EMPRESARIAL			

A

B

C

D

E

F

A

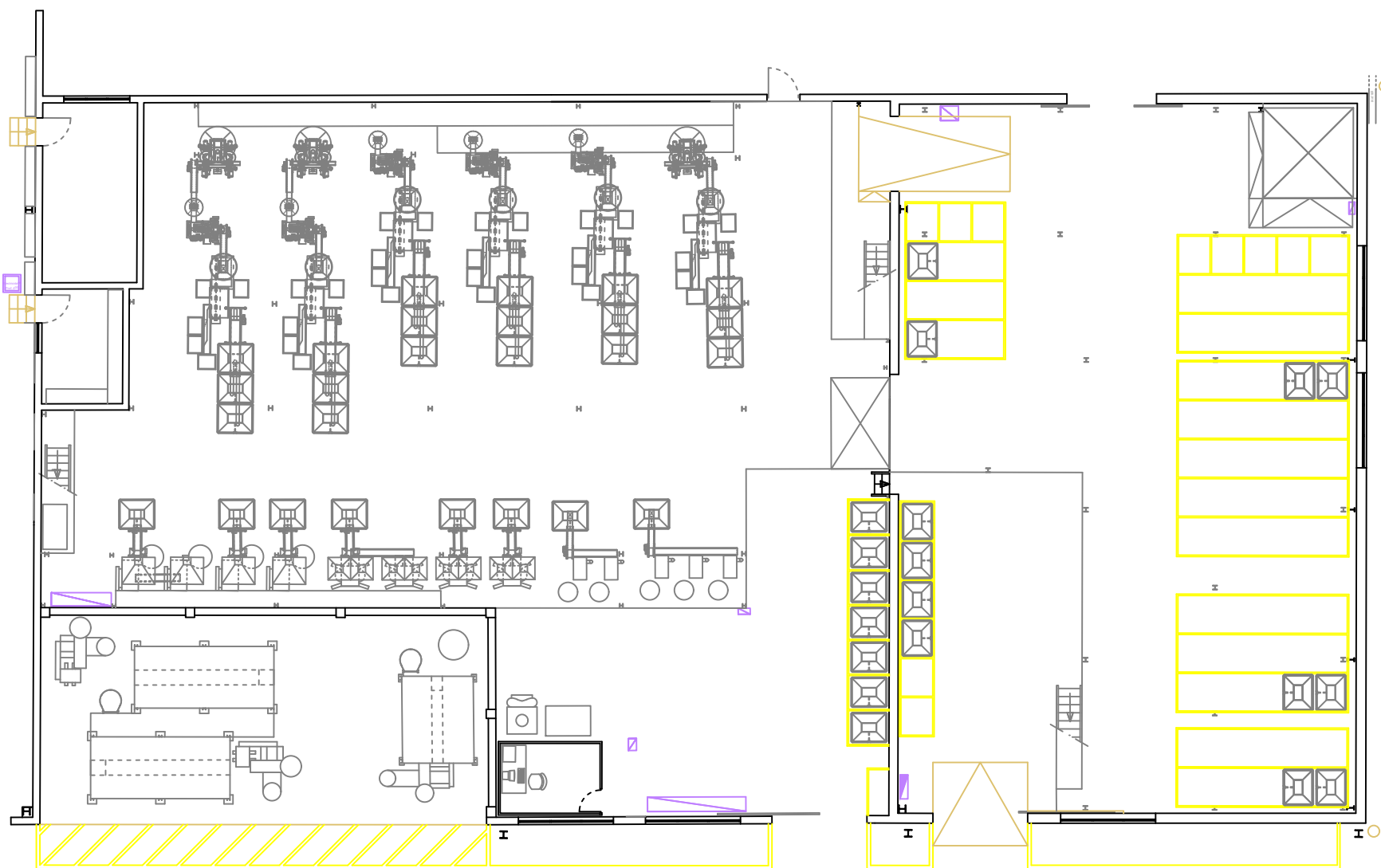
B

C

D

E

F



UP	Formato	Nome	AMORIM & IRMÃOS
	A3	ANA FRANCISCA MACHADO MAGALHÃES COSTA E SILVA	
	Designação	Data	Escala
	FEUP MIEM 2017 - 2018	15/06/2018	1: 200
2 TURNOS COM TOP+EE E POL+EE CENÁRIO 4			
DISSERTAÇÃO EM AMBIENTE EMPRESARIAL			