

Melhoria da eficiência de fluxo através do planeamento de produção na indústria de espuma de poliuretano

Tomás Filipe de Paiva e Silva

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Jonas Lima



Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

2022-02-21

“You don’t have to see the whole staircase, just take the first step”

Martin Luther King, Jr

Resumo

A par da crescente globalização e desenvolvimento tecnológico, os mercados transformam-se, progressivamente, em ambientes competitivos, onde a flexibilidade e agilidade na produção é indispensável à prosperidade do negócio. Um planeamento ponderado e orientado torna-se crítico no caminho do sucesso, numa era onde a customização de produto é imperativa em qualquer área.

A presente dissertação descreve um serviço de consultoria numa empresa de produção e transformação de espuma de poliuretano, prestado pelo Instituto *Kaizen*. O âmago do projeto prende-se na ausência de um fluxo de material e informação eficiente, que advém de um planeamento que carece de estabilidade e suporte.

Ao longo do projeto, desenvolveu-se uma ferramenta de planeamento, viabilizando uma visão clara dos blocos de espuma, e do destino dos mesmos consoante a referência a produzir. O seguimento do produto pressupunha um fluxo de informação digital nos diversos centros de trabalho, pelo que se procedeu à construção de uma aplicação de registo de dados transversal às áreas do processo de transformação. Adicionalmente, a constante necessidade de reposição de material devido a um elevado número de reclamações por medidas não conformes, despoletava inúmeras mudanças no plano, posto que se incidiu parte do projeto no tema da qualidade.

O projeto terá uma duração de um ano, sendo que no contexto da dissertação apenas foi analisado os resultados até meio de fevereiro de 2022. As aplicações de registo de dados e o *dashboard* criado para efeitos de controlo e gestão de dados na área da qualidade contribuíram para uma redução de reclamações por medidas erradas de 62%, refletindo-se numa poupança mensal de 3956€. Adicionalmente, o trabalho realizado em prol do planeamento operacional resultou num incremento de 16% no cumprimento de plano, sugerindo um aumento na faturação mensal de 103680€. Estes resultados foram sustentados através do desenvolvimento de uma cultura de melhoria contínua na empresa.

Palavras-chave: Planeamento, Customização, Fluxo, Qualidade, Melhoria Contínua

Flow efficiency improvement through production planning in the polyurethane foam industry

Abstract

Along with increasing globalization and technological development, markets are evolving into competitive environments, where flexibility and agility in production are fundamental in striving for business prosperity. Thoughtful and guided planning becomes critical on the path to success in an era where product customization is key in every area.

This dissertation describes a consulting service in a polyurethane foam production and transformation company, provided by Kaizen Institute. The core of the project is the absence of a material and information-efficient flow, caused by a planning process that lacks stability and support.

Throughout the project, a planning tool was developed, enabling clear visualization of the foam blocks and their destination, subject to the reference being produced. Oversight of the product journey required a digital information flow in the various work centers, thus a recording application was built across the areas of the transformation process. Additionally, the constant need to replace materials due to a high number of complaints regarding non-compliant measures, triggered numerous iterations in the plan, leading to an increased focus on the quality issue.

The project will have the duration of one year, being that in the context of this dissertation the results were analyzed until mid-February 2022. The database and the dashboard created for the purpose of controlling and managing data related to quality contributed for a 62% reduction in complaints for wrongful measures, resulting in monthly savings of €3956. Moreover, the work carried out in supporting operational planning led to a 16% growth in plan compliance causing an increase in monthly invoicing of €103680. These results were further supported by the development of a continuous improvement culture within the company.

Palavras-chave: Planning, Customization, Flow, Quality, Continuous Improvement

Agradecimentos

Ao professor Jonas Lima pela perseverança e acompanhamento prestado ao longo do período de dissertação, assim como todos os conselhos construtivos providenciados, substanciais ao desenvolvimento da mesma.

À Engenheira Raquel Jesus, Engenheira Filipa Mariz, Engenheiro Francisco Chaves e toda a equipa *Kaizen*, pelo conhecimento transmitido que contribuíram para o meu crescimento, tanto a nível pessoal e profissional.

À Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e a todos os professores que cruzaram e enriqueceram, de uma forma ou outra, o meu caminho académico.

A todos os meus amigos pelo contínuo encorajamento durante o período de dissertação.

Por fim, um agradecimento especial aos meus pais e irmão pelo apoio incondicional ao longo dos anos; sem eles, este trabalho não seria possível.

Índice de Conteúdos

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	ENQUADRAMENTO DO PROJETO E MOTIVAÇÃO	1
1.2	APRESENTAÇÃO DO INSTITUTO KAIZEN	2
1.3	APRESENTAÇÃO DA EMPRESA X	2
1.4	OBJETIVOS DO PROJETO	3
1.5	METODOLOGIA SEGUIDA NO PROJETO.....	3
1.6	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	4
2	ENQUADRAMENTO TEÓRICO	6
2.1	FILOSOFIA KAIZEN	6
1.1.	MODELO DE GESTÃO KAIZEN.....	6
2.1.1	Fundamentos Kaizen	7
2.1.2	Modelo de gestão de mudança.....	8
2.2	OS CINCO PILARES KAIZEN	9
2.3	PLANEAMENTO DE PRODUÇÃO.....	13
2.3.1	Push vs Pull Flow	13
2.3.2	Push Flow	14
2.3.3	Pull Flow	14
2.3.4	Sequenciamento.....	16
2.4	CONCLUSÃO DO CAPÍTULO	17
3	CARATERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL DA EMPRESA X	18
3.1.	MAPEAMENTO DO PROCESSO PRODUTIVO	18
3.1.1	Produção de espuma	20
3.1.2	Corte de Blocos (T8)	21
3.1.3	Corte CNC/Manual.....	22
3.1.4	Desmoldagem	23
3.1.5	Colagem.....	24
3.2	DIFICULDADES NO PROCESSO PRODUTIVO	25
3.3	PLANEAMENTO DE PRODUÇÃO.....	26
3.4	FLUXO DE INFORMAÇÃO	27
3.5	DIFICULDADES NO PLANEAMENTO.....	28
4	DESENHO DE SOLUÇÕES	30
4.1	ESTRATÉGIA PARA IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIAS	30
4.1.1	Produção	30
4.1.2	Planeamento	30
4.2	DESENHO DE SOLUÇÃO A NÍVEL DA PRODUÇÃO	31
4.2.1	Gestão e controlo de dados.....	31
4.2.2	Dashboard de análise de dados.....	31
4.2.3	Comprimento e/ou Largura errada do produto transformado.....	33
4.3	DESENHO DE SOLUÇÃO A NÍVEL DO PLANEAMENTO.....	35
4.3.1	Planeamento Operacional	36
4.3.2	Fluxo de informação.....	42
	Registo T8	42
	Registo Corte e Desmoldagem	43
5	CONCLUSÕES E PERSPETIVAS DE TRABALHO FUTURO	45

5.1	DISCUSSÃO DE RESULTADOS.....	45
5.2	VISÃO FUTURA	47
REFERÊNCIAS		49
ANEXO A: MAPEAMENTO DO PROCESSO PRODUTIVO		51
ANEXO B: GRÁFICO SWIMLANE REPRESENTATIVO DO FLUXO DE INFORMAÇÃO NA EMPRESA X.....		52
ANEXO C: FERRAMENTA PLANO DOS CLIENTES		55
ANEXO D: FERRAMENTA PLANEAMENTO		57

Índice de Siglas

ABC	– Armazém de Blocos Curtos
BC	– Blocos Curtos
BL	– Blocos Longos
BOM	– Bill of Materials
CJE	– Conjunto de Espuma
CNC	– Computer Numerical Control
CODP	– Customer-Order Decoupling Point
ERP	– Enterprise Resource Planning
EDD	– Earliest Due Date
FCFS	– First Come, First Served
IDM	– Innovation and Development Management
JIT	– Just-in-Time
KBS	– Kaizen Business System
KICG	– Kaizen Institute Consulting Group
MES	– Manufacturing Execution System
MRP	– Material Requirements Planning
MTO	– Make-to-Order
MTS	– Make-to-Stock
OEE	– Overall Equipment Efficiency
OP	– Ordem de Produção
OTD	– On-Time Delivery
QDC	– Quality Delivery Cost
SMED	– Single Minute Exchange-of-Die
SOT	– Short Operating Time
STR	– Slack Time Remaining
TDI	– Tolueno Diisocianato
TFM	– Total Flow Management
TPM	– Total Productive Maintenance
TPS	– Toyota Production System
TQM	– Total Quality Management
TSM	– Total Service Management
VBA	– Visual Basic for Applications
WIP	– Work-in-Progress

Índice de Figuras

Figura 1 - Evolução do desperdício operacional (%)	2
Figura 2 - Média mensal de produção de blocos longos	2
Figura 3 - Diagrama de Gantt com o cronograma do projeto.....	4
Figura 4 - Representação do Kaizen Business System.....	7
Figura 5 - Distribuição da envolvimento funcional dos variados níveis de uma organização. Adaptado de: pt.kaizen.com/competencias.html, 2022-02-17, 20:47).....	9
Figura 6 - Esquema explicativo do modelo TFM. Adaptado de M. Imai, 1997.....	10
Figura 7 - Pilares do TPM. Adaptado de T. Agustiady et al, 2016.	12
Figura 8 - Fluxo de informação e de material de um sistema em push. Adaptado de Bonney et al. 1999.	14
Figura 9 - Fluxo de informação e de material de um sistema em pull. Adaptado de Bonney et al. 1999.	14
Figura 10 - Informação a contemplar num Kanban. Adaptado de Art Smalley 2009.....	15
Figura 11 - Processo produtivo da empresa X.....	19
Figura 12 - Layout do pavilhão de transformação de espuma.....	19
Figura 13 - Armazém de Blocos Longos.....	20
Figura 14 - Blocos Longos de espuma (30 metros).....	20
Figura 15 - Produção mensal de blocos de espuma longos nos últimos 4 anos	21
Figura 16 - Processo de corte das T8.....	22
Figura 17 - Armazenamento de blocos curtos	22
Figura 18 - Blocos curtos antes de entrarem nas HE's	23
Figura 19 - Corte horizontal de blocos em coxins (Carrossel).....	23
Figura 20 - Componentes desmoldados e bloco em via de o ser.....	23
Figura 21 - Fluxograma de matéria prima nas máquinas de colagem automática	24
Figura 22 - Máquina da cola automática	24
Figura 23 - Análise Produtividade E195 160X200 (Colchões Hora-Homem).....	24
Figura 24 - Excedentes/Stock em chão de fábrica.....	25
Figura 25 - Análise ABC do tipo de defeito (Dados semana 1 a 39 de 2021)	26
Figura 26 - Exemplo da complexidade dum conjunto de espuma - 4 componentes (EP's) que levam 3 espumas diferentes.....	27
Figura 27 - Diagrama representativo do processo de planeamento e fluxo de informação na empresa X.....	28
Figura 28 - Cumprimento do plano entre Novembro e Dezembro 2021.....	29
Figura 29 - Página do Dashboard correspondente à ocorrência de reclamações por efeitos de medidas erradas	32
Figura 30 - Página do Dashboard com gráficos Pareto de reclamações por tipo de espuma ...	32
Figura 31 - Massa total e número de reclamações por efeito de medidas erradas	33

Figura 32 - Diagrama espinha de peixe das causas de produto com medidas erradas	34
Figura 33 - Quadro de qualidade	34
Figura 34 - Esquematização da abordagem ao modelo de planeamento	35
Figura 35 - Esquema representativo da “FerramentaPlanoClientes”	36
Figura 36 - Esquema representativo da "FerramentaPlaneamento"	37
Figura 37 - Carga-Capacidade das máquinas no dia 18/02/2022	39
Figura 38 - Mecanismo de inserção de linhas com bloco curto restante	40
Figura 39 - Página da "FerramentaVisualização" onde se geram os planos	41
Figura 40 - Aplicação em curso no equipamento 1	42
Figura 41 - Registo a ser feito nas T8.....	42
Figura 42 - Separador de registo de blocos de transição	43
Figura 43 - Separador de registo de blocos longos.....	43
Figura 44 - Aplicação de corte em curso na HE2.....	44
Figura 45 - Registo de corte na aplicação desenvolvida	44
Figura 46 - Registo da desmolagem na aplicação desenvolvida	44
Figura 47 - Reclamações devido a medidas erradas.....	45
Figura 48 - Duração de paragens por falta de espuma no cliente colchões.....	46
Figura 49 – Duração média de paragens por falta de espuma no cliente colchões	46

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Caraterísticas do MTS e MTO. Adaptado de Guo et al. 2021.	13
Tabela 2 - Stock final de produto vs Make-To-Order. Adaptado de Art Smalley, 2009.	16
Tabela 3 - Exemplo prático da aplicação dos conceitos teóricos de sequenciamento. Adaptado R. Chase e R. Jacobs, 2018.....	17
Tabela 4 - Exemplo de uma comparação entre pressupostos de sequenciamento. Adaptado de R. Chase e R. Jacobs, 2018.....	17
Tabela 5 - Tipo de dados a recolher a partir das reclamações.....	31
Tabela 6 - Dados mostrados na sensibilização de auto-controlo aos operadores.....	35
Tabela 7 - Máquinas de corte, turnos de funcionamento e número de equipamentos.....	39
Tabela 8 - Planos gerados pela ferramenta.....	41
Tabela 9 - Redução do número de reclamações e ganhos associados	46

1 Introdução

A presente dissertação foi realizada no *Kaizen Institute Western Europe* no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial.

O projeto desenvolvido teve como foco a melhoria da eficiência de fluxo através do planeamento de produção tendo por base uma empresa destacada na indústria de produção e transformação de espuma de poliuretano.

A dissertação descreve o percurso realizado em prol do objetivo acima descrito, recorrendo a um conjunto de metodologias *Kaizen* por forma a atingir uma política de gestão sustentada de excelência operacional na empresa onde o projeto se inseriu.

1.1 Enquadramento do projeto e motivação

A necessidade do cliente por um produto diferenciado – cada vez o consumidor é mais informado, e tem a possibilidade de definir necessidades consoantes critérios de escolha variados – tem vindo a aumentar. A customização dos produtos implica flexibilidade nos fornecedores para acompanhar os pedidos dos clientes, por forma a garantir a competitividade da empresa no mercado. Torna-se imperativo que as empresas tenham um planeamento ajustado e orientado, potenciando um fluxo de informação e de material simples e eficaz, tornando o processo de produção eficiente, através da redução de custos e maximização do nível de serviço. A consideração dos fatores enumerados desencadeia a flexibilidade que a indústria pede.

A elevada taxa de desperdício da empresa alvo de análise (em evolução como demonstra a Figura 2, em grande parte por carecer de um fluxo de informação e material ajustado, tem contribuído para um decréscimo a nível de serviço ao cliente – atualmente, 21% do produto comprado ou produzido não se converte em produto acabado. Apesar de a capacidade de produção para responder aos pedidos dos clientes existir e de esta se ter mantido ao longo dos últimos anos, como representado no Figura 1, a diferenciação de produto tem alavancado algumas dificuldades a nível interno. Ademais, a customização do produto acabado pressupõe uma maior agilidade no que diz respeito ao dimensionamento de stock de blocos de espuma.

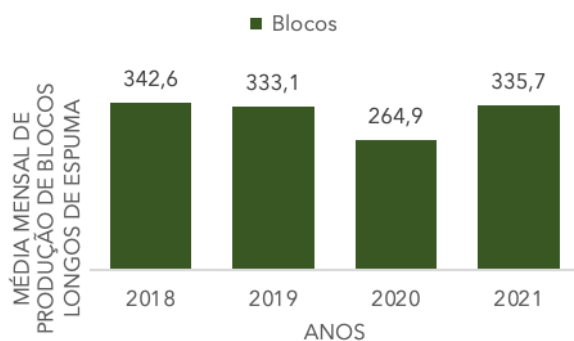


Figura 2 - Média mensal de produção de blocos longos



Figura 1 - Evolução do desperdício operacional (%)

Esta adaptabilidade, por se tratar de um produto bastante volumoso, é complicada de se obter se o planeamento não for realizado com pressupostos bem definidos e ponderados. Perante a situação atual acima referida, a empresa recorreu ao Instituto *Kaizen* com o intuito de gerar um fluxo mais eficiente de informação e material por via do planeamento de produção.

1.2 Apresentação do Instituto *Kaizen*

Fundado por Masaki Imai em 1985, o *Kaizen Institute Consulting Group* (KICG) além de pioneiro, é líder na promoção e na prática da metodologia *Kaizen* (palavra japonesa que significa melhoria contínua). Sediado na Suíça e com presença em mais de 60 países, o KICG atua em empresas públicas e privadas, tornando as suas atividades quotidianas mais fáceis, mais rápidas, mais eficientes e com menores custos (M. Imai 2012). Masaki Imai defende que a estratégia corporativa de uma empresa deve assentar na melhoria de processos – filosofia *Kaizen* – adversamente às empresas ocidentais, que têm como paradigma o foco na obtenção de resultados.

A cultura *Kaizen* assenta na normalização de comportamentos, que consequentemente, reduzem a variabilidade e diminuem os erros. Ademais, pressupõe a busca incessante pela evidência de problemas, potenciando, dessa forma, o surgimento de melhorias. Concomitantemente, a existência de uma cultura forte cria um sentimento de responsabilidade e pertença nas equipas, que torna possível uma visão de *Dontatsu* nas organizações: ser melhor que os melhores, individualmente e em equipa, com cooperação e confiança.

1.3 Apresentação da empresa X

Para proteger a identidade da empresa, foi decido descaracterizá-la mantendo a confidencialidade, descartando o nome da empresa do presente documento. A empresa alvo do projeto – Empresa X – encontra-se inserida num grupo multinacional de referência no que diz respeito à produção de sofás e colchões. A nível geográfico encontram-se sediados no interior centro de Portugal.

Em 2015, numa tentativa de integração e crescimento vertical a montante por parte do grupo, foi criada a empresa X. A estratégia do grupo passava por eliminar grande parte dos fornecedores internos, reduzir custos de transporte e *lead times*, assim como potenciar a flexibilidade do seu negócio – o *core business* da empresa X é a produção e venda de espuma de poliuretano.

Apesar de pertencer a um grupo de grande notoriedade no setor, a empresa apresenta ainda alguma imaturidade na condução do seu processo por ser relativamente recente. De uma forma resumida, o processo produtivo da empresa é a produção de blocos longos de espuma, normalizados a um comprimento de 30 metros e consequentemente, o corte destes em blocos curtos. Uma vez reduzidos a uma escala menor, existem duas alternativas: evolução para componentes destinados a sofás e/ou colchões, ou expedição de blocos curtos de espuma para clientes externos. Trata-se de um sistema operacional por consolidar, com bastantes oportunidades associadas.

1.4 Objetivos do projeto

O negócio de produção de espuma de poliuretano, como referido acima, tem a particularidade de tratamento dos blocos de produção com comprimentos bastante elevados. Uma vez que o produto final é composto, em grande parte dos casos, por variadas espumas – tendência crescente do mercado para um produto mais personalizado – tornou-se bastante desafiante a gestão de blocos de espuma para efeitos de corte, de forma a impactar de forma positiva o nível de serviço que a empresa X presta de momento. Posto isto, tornou-se evidente numa fase inicial de projeto que seria necessário perseguir o aumento de percentagem do cumprimento do plano (1), e interligado, a diminuição do *lead time* de conjuntos de espuma (2). Avizinhava-se de dificuldade extra, o cumprimento dos objetivos referenciados, com a quantidade de produto que necessitava de ser repostado devido a falta de conformidade. A elevada taxa de reclamações implicava ajustes de produção e abatelava os planos diários. Surgiu, então, o desafio de diminuir esta necessidade de desperdício (3) para colmatar a quantidade de acertos. Por fim, um *tracking* real de produto, alinhado com os objetivos anteriormente mencionados, pressupõe o descartar de registos manuais em todos os postos. Neste seguimento, o último objetivo inerente à presente dissertação manifestou-se: digitalização do fluxo de comunicação (4).

1.5 Metodologia seguida no projeto

A metodologia seguida no projeto teve por base as áreas e o espaço temporal presentes no diagrama de *Gantt* abaixo representado (Figura 3). A realização do projeto iniciou-se com uma fase de planeamento onde se analisou a empresa no seu todo e concluiu-se as áreas da empresa mais suscetíveis e passíveis de melhoria. Seguiu-se com workshops, onde se possibilita o envolvimento de todos os elementos das equipas numa dinâmica de grupo e o cultivo de novas ideias através de sessões de *brainstorming* e de observações no *Gemba*. A última, diz respeito a uma fase de seguimento, onde se dá acompanhamento às melhorias implementadas, monitorizando e controlando indicadores, e sustentando as boas práticas de forma a sustentá-las até ao surgimento dum paradigma mais acertado.

Alicerçado nos princípios do Modelo de Gestão Kaizen (KBS), o âmago do projeto incidiu na vertente do *Kaizen Diário* e *Value Stream Kaizen*. Ao longo dos workshops foi dada especial

atenção às equipas, para que fosse garantido total envolvimento e alinhamento dos membros das mesmas, de forma a possibilitar a implementação de melhorias e a perpetuar a sustentabilidade das mesmas. Foi sentida alguma resistência à mudança de paradigma cultural, algo comum a todas as organizações, mas que por vezes dificultou o desenvolvimento de algumas ações. Ainda assim, tal foi gerido com naturalidade e paciência, o que viabilizou, mais cedo ou mais tarde, a implementação de novos métodos de trabalho.

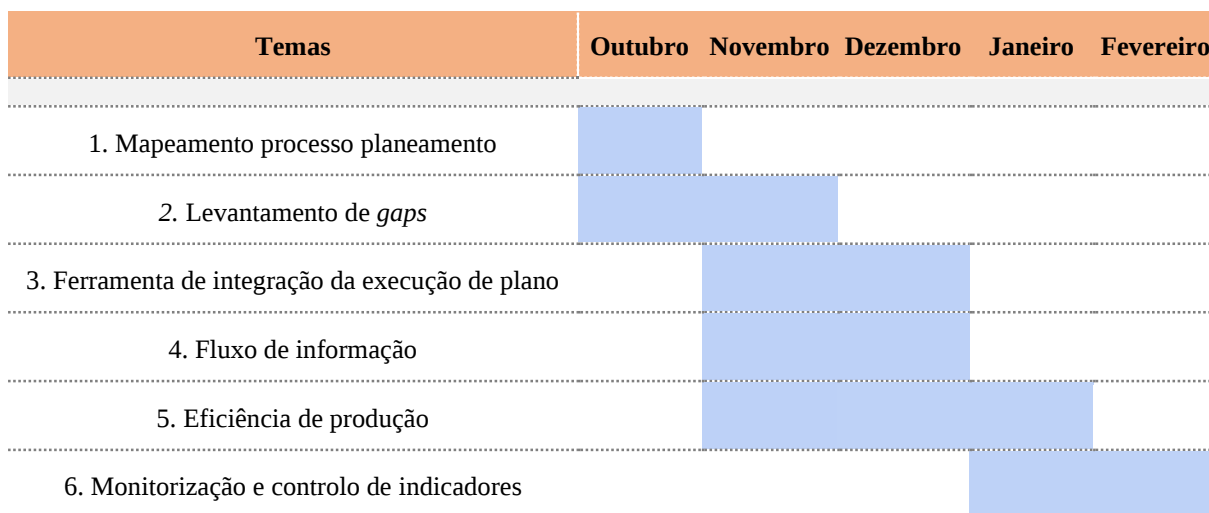


Figura 3 - Diagrama de Gantt com o cronograma do projeto

Ao longo do projeto foram surgindo questões críticas para suceder nos objetivos propostos no capítulo anterior. Em seguida, estão enumeradas as dúvidas que serviram de fio condutor ao longo do projeto:

- Como dimensionar os blocos de espuma de forma a minimizar stock?
- Como sequenciar blocos de espuma para reduzir *lead times*?
- Como informatizar o processo produtivo de comunicação?
- Como reduzir taxa de desperdício para evitar necessidades contínuas de reposição?

1.6 Estrutura da dissertação

A presente dissertação está estruturada em 5 capítulos, nos quais é levado a cabo uma meticulosa explicação acerca do tema proposto.

O presente capítulo atua como introdução ao problema. São abordadas ambas as empresas, o objetivo proposto é resumido e a metodologia conduzida para o alcançar é apresentada.

No capítulo 2, é descrito o enquadramento teórico que serviu de suporte ao desenvolvimento da dissertação.

Seguidamente, o caso prático da empresa X é discutido, abordando a situação atual e os problemas que despoletaram a intervenção do KICG. São explorados os pontos de melhoria, com a finalidade de eliminar desperdício da cadeia de valor.

O capítulo 4 é destinado a descrever ações de melhoria de forma a colmatar os problemas apresentados no capítulo anterior. Ademais, é retratado o processo de desenvolvimento e de implementação das mesmas.

Por fim, apresenta-se, no capítulo 5, as principais conclusões e limitações do projeto levado a cabo, além de sugestões para dar continuidade e suporte ao caminho já realizado.

2 Enquadramento teórico

No presente capítulo são resumidos os fundamentos teóricos que serviram de pilar de sustentação do projeto em questão. Destina-se a abordar o conhecimento mais relevante inerente aos temas em estudo, assistindo numa forma teórica, o percurso exercido ao longo da dissertação.

2.1 Filosofia Kaizen

Após a Segunda Guerra Mundial, e com a crise de petróleo que se seguiu, o Japão encontrava-se, em 1974, num estado de crescimento económico nulo, e perto de uma rutura financeira, já que bastantes empresas estavam a sofrer. Na sequência da situação que o país se encontrava, foi desenvolvido, nas instalações da Toyota, um modelo de gestão que vinha a contrariar o paradigma americano – pelo qual cada a produção era realizada em massa, e cada processo empurrava lotes elevados para o seguinte. O verdadeiro norte do *Toyota Production System* (TPS) é a eliminação do desperdício na cadeia de valor. Com esse foco, este sistema de produção assenta em dois pilares base. O primeiro é o *Just-In-Time* (JIT), que sustenta que no fluxo de um processo, o material apenas deve estar disponível numa linha no momento necessário e na quantidade necessária – assenta num sistema em *pull*, com o intuito de atingir níveis de *stocks* nulos. O segundo pilar é o *autonomation*, originalmente posto em prática pelo Sakichi Toyoda (fundador da Toyota), que consiste em máquinas com mecanismos automáticos de prevenção de erros, que consequentemente, reduzem, em bastante, a quantidade de defeitos (T. Ohno e N. Bodek, 2019).

Posto isto, em 1986, inspirado no modelo da Toyota, Masaki Imai cria a filosofia *Kaizen*. Esta metodologia fundamenta uma estratégia de gestão e propõe o desenvolvimento de uma cultura de constante melhoria nas organizações. De uma forma explícita, *Kaizen* significa melhoria contínua em todas as áreas, todos os dias e pressupõe o envolvimento das equipas na sua plenitude. Trata-se de uma filosofia que introduz melhorias incrementais e contínuas com resultados robustos a longo prazo.

Masaki Imai define seis conceitos fundamentais que devem estar enraizados na estratégia *Kaizen* para que esta seja realizável (M. Imai, 1997):

Modelo de Gestão Kaizen

O Modelo de Gestão *Kaizen* (KBS – *Kaizen Business System*), presente na Figura 4, visa a criação de valor nas empresas numa ótica temporal a longo prazo. É composto por um arsenal de ferramentas e fundamentos que disponibilizam um acréscimo na competitividade das organizações. O KBS, de forma a facilitar a sua compreensão, tem uma estrutura, no sentido figurativo, que se assemelha a uma casa. Na base, os fundamentos *Kaizen* – o suporte teórico que ergue todo o processo. Os pilares de sustentação são os modelos de crescimento, mudança e operações. No topo, o principal foco – criação de valor a longo prazo. Para isso, imediatamente abaixo encontra-se o ciclo GQCDM – *Growth, Quality, Resource Efficiency, Flow Efficiency, Respect for People* – valores estes fundamentais para que o “telhado” seja completo e não se quebre.

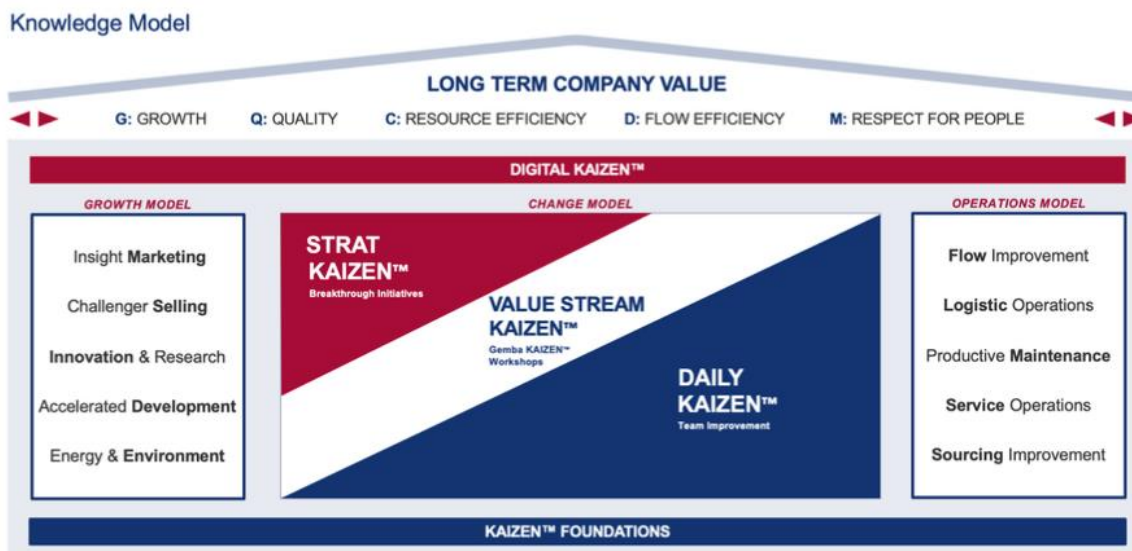


Figura 4 - Representação do Kaizen Business System

2.1.1 Fundamentos Kaizen

Qualquer projeto é regido por cinco fundamentos Kaizen.

- ***Criar valor para o cliente***

Consiste em compreender o desejo do cliente, e aquilo que efetivamente ele está disposto a pagar, no sentido de tornar a experiência do mesmo mais satisfatória. Torna-se essencial o melhoramento da qualidade do serviço e produto oferecido, de forma a aumentar o valor intrínseco do mesmo. De uma forma simplista, deve-se prestar especial atenção às atividades de valor acrescentado do nosso processo, que é concretamente o que o cliente está disposto a pagar.

- ***Eficiência de fluxo***

Consiste em criar um fluxo que abunde em atividades de valor acrescentado, reduzindo ao máximo aquelas que o cliente não está disposto a pagar. Por outras palavras, todas aquelas que são consideradas *Muda*, palavra japonesa para desperdício. Taiichi Ohno, o pai do *Toyota Production System*, repartiu as *Mudas* por sete categorias diferentes (M. Imai, 1997).

- a) Muda de produção em excesso – Produzir mais do que o necessário é considerado como o pior dos desperdícios. Representa uma falsa ideia de segurança, esconde informação e abafa todo o tipo de problemas;
- b) Muda de inventário – Todo o material que se encontra em espera. Contribui para um acréscimo de custos operacionais e *lead times* (material em curso), já que ocupam espaço e controlo;

- c) Muda de defeitos – Envolve a paragem dos equipamentos e retrabalho pelo qual o cliente não vai pagar;
- d) Muda de movimento de pessoas – Todo o movimento realizado que não contribui para a transformação do produto (valor acrescentado) é improdutivo;
- e) Muda de sobre processamento – Realização de um processo produtivo de forma incorreta ou não aprimorada;
- f) Muda de espera de pessoas – Ocorre quando o trabalhador encontra-se à espera para realizar uma tarefa de valor acrescentado;
- g) Muda de transporte de material – Nas operações, o transporte de material não incrementa valor, e pode até, danificar o material;

- ***Eficácia no Gemba***

Por *Gemba*, entende-se o local onde se acrescenta valor, e toda a organização deve trabalhar no sentido de suportar as atividades que aí decorrem numa ótica de proporcionar prosperidade à empresa. O aparecimento de oportunidades de melhorias acontece no local de transformação de produto/serviço, então há que garantir que os intervenientes da gestão de topo têm uma presença constante neste local.

- ***Envolvimento das equipas***

Praticar *Kaizen* pressupõe a quebra de paradigmas através de uma cultura forte e unificadora, com objetivos bem definidos dentro duma organização. Isto faz com que exista um sentimento de pertença por parte de todos os colaboradores em todas as ações de melhoria. Em todas as áreas, todos os dias, com todas as pessoas. A desconsideração de qualquer um destes pressupostos, põe, imediatamente, todo o processo de melhoria contínua em causa.

- ***Ser científico e transparente***

Grande parte da informação retida pelo ser humano é através da visão. Nesse sentido, a comunicação através de dados, a apresentação de indicadores com uma boa gestão visual, e uma passagem de mensagem factual e transparente permitem um melhor controlo dos processos, e um fluxo de informação mais célere e eficiente.

2.1.2 Modelo de gestão de mudança

Na fase de implementação de um projeto *Kaizen*, com o intuito de auxiliar as organizações a atingir a excelência operacional, recorre-se a três competências, que juntas formam o *Kaizen Change Model*. Estes modelos apesar de diversos, complementam-se no caminho para o sucesso (Agustiady et al, 2016).

- **Daily Kaizen** – Destinado a incutir comportamentos *Kaizen* em todas as equipas para melhorar a gestão do negócio, através do controlo assíduo de resultados e indicadores de equipa. Trata-se de um modelo de maturidade destinado a desenvolver a capacidade de desenvolvimento das equipas.
- **Value Stream Kaizen** – Destinado, com o compromisso das equipas, a melhorar os processos de negócio através de eventos *Kaizen*. Os eventos *Kaizen* passam por uma análise completa do estado atual dos fluxos de material e informação, seguida de uma definição clara de objetivos que possibilite um desenho de solução ambicioso, ainda que ponderado e realista.
- **Strat Kaizen** – Iniciativas *breakthrough* de forma a alavancar ao máximo o potencial da empresa. É a área responsável pela definição de uma estratégia e objetivos a longo prazo, criar oportunidades de disrupção e implementá-los em todos os níveis da organização.



Figura 5 - Distribuição da envolvimento funcional dos variados níveis de uma organização.
Adaptado de: pt.kaizen.com/competencias.html, 2022-02-17, 20:47)

Representada na figura 5, ‘a bandeira KAIZEN™ é uma demonstração única do princípio do envolvimento das pessoas. Ao traçar uma linha horizontal em cada nível de gestão, será indicada a distribuição de tempo desejada para inovar, melhorar e executar o trabalho normalizado’ (Competências, Instituto Kaizen).

2.2 Os cinco pilares Kaizen

Dentro dos pilares que suportam a estrutura do KBS destacam-se cinco ferramentas criadas com o propósito de resolver desafios transversais a todas as indústrias.

1. Total Flow Management (TFM)

Trata-se de uma estratégia operacional baseada no fluxo *pull*. A criação de um fluxo implica o movimento de material e informação ao longo de toda a cadeia de valor, movimento este que deve ser “puxado” pelas ordens/consumo do cliente (sistema *pull* representado na figura 6). Esta deslocação deve reger-se numa ótica inversa, isto é, do cliente para o 1º fornecedor. Este princípio, inicialmente desenvolvido e implementado na Toyota, tem o foco na redução do *lead time* total do processo (tempo, normalmente em dias, de deslocação do produto desde que sai do fornecedor 1 até à chegada ao cliente). A redução de *lead time* pressupõe a eliminação de *muda*, e como consequência, possibilita resultados positivos numa ótica QDC (M. Imai, 1997).

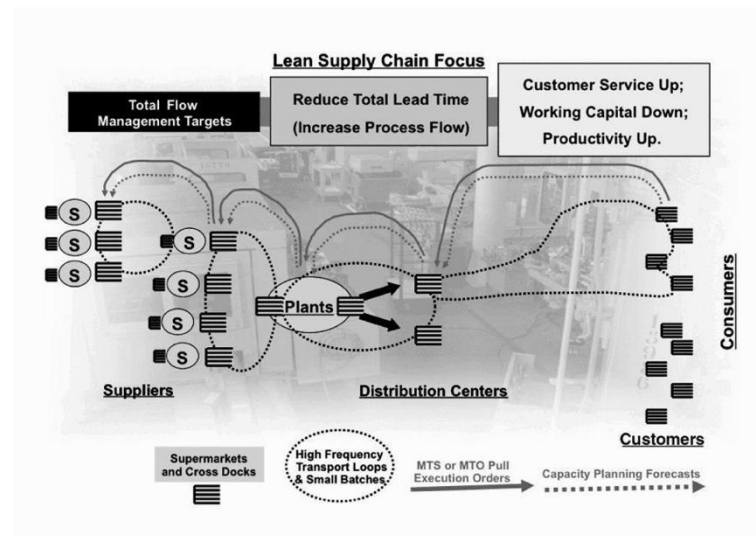


Figura 6 - Esquema explicativo do modelo TFM. Adaptado de M. Imai, 1997.

Dentro do modelo TFM, existem 5 conceitos subjacentes explicados de seguida (E. Coimbra, 2013)

I. Estabilidade Básica

Relacionado com o conceito proveniente da Toyota, há que atingir um certo nível de estabilidade básica a nível dos 4M's (*Manpower, Machines, Materials, Methods*), de forma a possibilitar a criação de fluxo. A falha de um deles impede automaticamente o propósito desejado. Define-se então estabilidade básica pela fiabilidade dos 4M's, e pela confiança presenteada pelas pessoas e processos. É algo a ser avaliado no princípio de um projeto para evitar futuros problemas aquando implementação dos outros pilares.

II. Fluxo na Produção

Visa o aprimoramento do fluxo na produção através de eventos que geram flexibilidade e um incremento na eficiência. O desenho de layout e bordo de linha, a normalização do trabalho e o SMED (*Single-Minute Exchange of Dies*), que corresponde à elasticidade de troca de referência, são alguns dos eventos que melhoram fluxo produtivo.

III. Fluxo de Logística Interna

Corresponde a todo o movimento de material e informação realizado dentro do espaço produtivo. A otimização do mesmo pode ser feito através de: Supermercados – facilita e incrementa a eficiência na recolha de matéria prima; *Mizusumashi* – simplifica e aumenta a eficiência no transporte de matéria prima; Sincronização de compras/informação – meio de começar a produção, forma de sincronizar *pickings* e entregas de material; Nivelamento – nivelar a cadeia de produção de forma a garantir fluxo constante; Planeamento em *pull* – calcular ordens de produção orientadas às ordens do consumidor.

IV. Fluxo de Logística Externa

À semelhança do fluxo de logística interna, também este diz respeito a toda a logística de material e informação, mas que ocorre fora da fábrica. Nesse sentido, é essencial abordar os seguintes tópicos: Desenho de armazéns – eficiência no espaço; *Milk run* – Sistema de entrega, com rotas programadas e sem cruzamentos, em que a troca de mercadoria é feita de forma imediata; *Inbound* e *Outbound* – melhorar o fluxo de material à entrada ou saída do armazém; Planeamento em *pull* – ordens de picking de acordo com o que o consumidor pede.

V. Supply-Chain Design

Consiste na representação do fluxo atual de material e informação de uma organização. É essencial distinguir especificamente as atividades que acrescentam valor das que não o fazem, para que os pontos a atacar sejam efetivamente os críticos. É constituído por três passos: analisar o estado atual da cadeia de valor; equacionar soluções futuras; implementar um plano de ações ao longo da cadeia.

2. Total Productive Maintenance (TPM)

Tem como principal foco a maximização da eficiência dos equipamentos, através de um sistema de manutenção preventiva que permita dilatar da maior forma o seu tempo de vida, incluindo impreterivelmente, a presença de toda a equipa no processo (M. Imai, 1997). O TPM ambiciona a ausência de defeitos e desperdício, assim como a inexistência de paragens de equipamentos e de acidentes. O indicador que contempla todo este tipo de informação é o OEE (*Overall Equipment Efficiency*) – calcula de forma efetiva a eficiência de uma só máquina ou de um sistema integrado de produção (Chan et al, 2005). Esta métrica é medida através de três parâmetros: disponibilidade, velocidade e qualidade. O TPM pressupõe outro conceito para que o torne possível: 5S. Tornou-se popular nas empresas que vêm a adotar a filosofia *Kaizen* referirem-se aos 5S como o primeiro passo (M. Imai, 1997), isto porque se torna fulcral um local de trabalho organizado e limpo, com apenas o necessário à atividade, para se ambicionar os objetivos do TPM acima referidos. Os diferentes S encontram-se abaixo descritos.

1. *Seiri* – Separar aquilo que é necessário do que não é;
2. *Seiton* – Organizar o material que se agrupou no passo anterior;
3. *Seiso* – Manter os equipamentos e o ambiente que os rodeia limpo;
4. *Seiketsu* – Normalizar a rotina acima descrita;
5. *Shitsuke* – Garantir um senso de auto-disciplina que permita manter os 4S anteriores;

Adicionalmente aos 5S, que são indubitavelmente o mote para que o TPM funcione, a ferramenta dispõe de outros pilares importantes para o seu desenvolvimento (Figura 7).

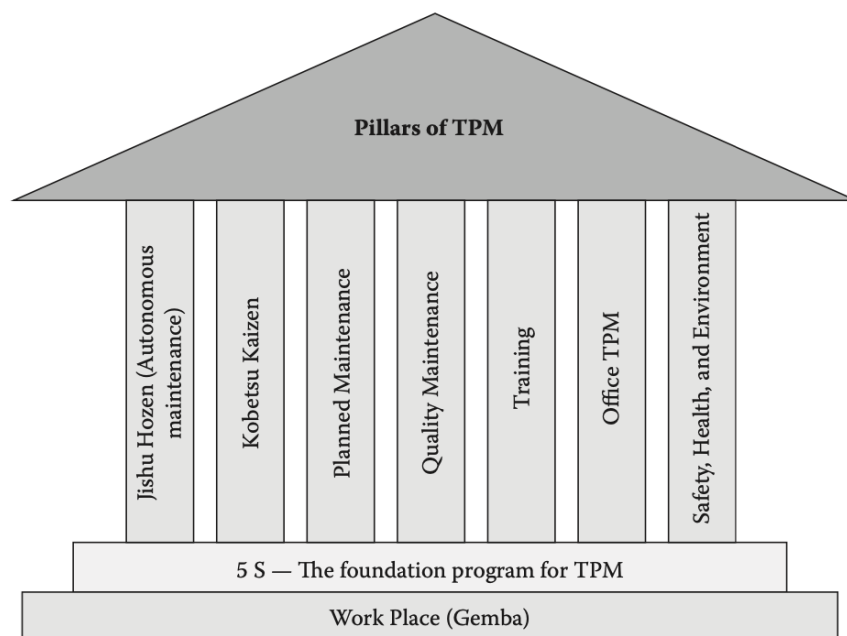


Figura 7 - Pilares do TPM. Adaptado de T. Agustiady et al, 2016.

3. Total Quality Management (TQM)

(Samson et al, 1999) referem que foram inúmeras as empresas – Xerox, Harley Davidson, Ford – que restauraram a sua quota de mercado e rentabilidade após períodos conturbados através do auxílio ao TQM. Os autores reiteram que raras são as organizações que se auto desenvolvem sem recorrer a esta abordagem.

O TQM não se trata apenas de uma atividade de controlo de qualidade, senão uma estratégia de gestão que circunda todas as áreas de negócio, e com o suporte de diversas ferramentas torna-o mais competitivo e rentável. Uma delas é o que se denomina por Matriz de Auto Qualidade, que por meio de uma clara representação dos defeitos (eixo x – posto onde foi originado; eixo y – posto onde foi detetado) permite facilmente colmatá-los, através de um maior compromisso dos operadores perante o seu trabalho, e de uma política de “Zero Defeitos” bem interiorizada. Outra ferramenta que pode ser implementada é o *Poke Yoke*, que se trata de um sistema desenvolvido para prevenir falhas, sempre por meio de mecanismos simples que, por definição, não possui intervenção humana.

4. Total Service Management (TSM)

A par da indústria, o setor dos serviços partilha de similares tipos de desperdícios e problemas. Nesse sentido, o KICG desenvolveu um modelo que visa adaptar as metodologias inicialmente aplicadas na indústria, no meio de serviços ao cliente (*Kaizen Institute*, 2015). Os autores (Andrés-López et al, 2015) referem que a aplicação do TSM pode significar um incremento na competitividade organizacional e na satisfação dos clientes. Ademais, contribui também para a

redução de variabilidade e desperdícios nos processos. Resumindo, o TSM é um modelo destinado à eficiência dos fluxos e recursos humanos usados no setor dos serviços, utilizando ferramentas de melhoria de processos administrativos ou transacionais, em que as unidades de fluxo são a informação ou o próprio cliente.

5. *Innovation and Development Management (IDM)*

O modelo IDM procura auxiliar projetos em áreas de desenvolvimento de novos produtos, novas técnicas de manutenção, melhoria de processos de negócio, organização de eventos e desenvolvimento de *software*.

Este modelo de ferramentas contempla projetos de inovação dando ênfase à qualidade, custo e prazo. A qualidade está associada à conceção da solução e à sua eficácia quando posta em funcionamento. O custo está associado à eficiência dos recursos. O prazo está relacionado com o tempo de execução completa do projeto (E. Coimbra, 2017).

2.3 Planeamento de produção

A agilidade no planeamento é cada vez mais um tema em consideração no caminho de um serviço de excelência. A interação entre agilidade e planeamento pode ser feita através de três grandes focos: nível de diferenciação de produto, *lead time* e sequenciamento.

Cada vez a indústria direciona-se para um serviço de customização de produto, o que envolve flexibilidade e dinamismo por parte dos produtores. (Yao et al, 2018) referem que para além de flexibilidade, a customização pressupõe uma relação próxima entre produção e procura/cliente. Surge então o conceito de *Customer-Order Decoupling Point (CODP)*, onde é estabelecido o limite entre *Make-To-Stock (MTS)* e *Make-To-Order (MTO)*. Por outras palavras, o CODP é o ponto onde a estratégia de produção deixa de ser numa lógica *Push* para ir de encontro a um fluxo *Pull* (Guo et al. 2021).

<i>Make-To-Stock (MTS) e Make-To-Order (MTO)</i>		
Modelo de Produção	MTS	MTO
Planeamento	Baseado em previsões	Despoletado por ordens
Vantagem competitiva	Fisicamente eficiente	Orientado ao mercado
Objetivo	Minimização de custos	Flexibilidade de capacidade

Tabela 1 - Características do MTS e MTO. Adaptado de Guo et al. 2021.

2.3.1 *Push vs Pull Flow*

Existe uma clara distinção no que diz respeito a estes dois conceitos como modelos de gestão de planeamento de produção e de fluxo de informação. (Hunter e Steve L., 2006) define um sistema *pull* como aquele em que apenas se produz consoante a necessidade de material no processo a jusante, isto é, consoante a procura do cliente. Adversamente, o autor refere-se a um sistema *push* como aquele em que o *trigger* de produção apenas tem em conta a disponibilidade de matéria prima e recursos humanos. Por outras palavras, um sistema em *pull* é aquele em que

a informação flui no sentido oposto ao de material (Figura 8), enquanto que num sistema em *push* (Figura 9), os fluxos de informação e de material urgem no mesmo sentido (Bonney et al. 1999).

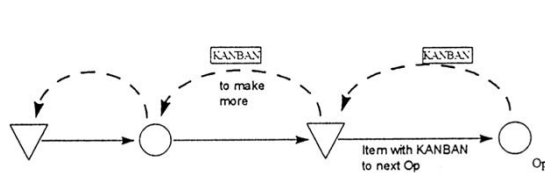


Figura 9 - Fluxo de informação e de material de um sistema em pull. Adaptado de Bonney et al. 1999.

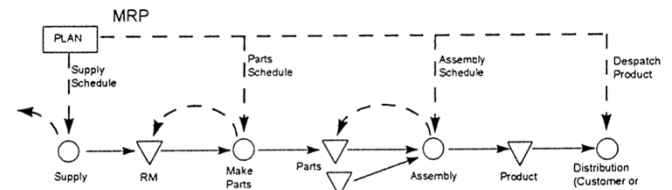


Figura 8 - Fluxo de informação e de material de um sistema em push. Adaptado de Bonney et al. 1999.

2.3.2 Push Flow

Um modelo de produção em *push* rege-se pelo paradigma operacional de maximização de capacidade de produção – cada máquina produz sem ter em conta a necessidade do processo subsequente. Num sistema deste tipo, os materiais são “puxados” para produção num ritmo superior àquele que o produto final emerge, consequentemente contribuindo para altos níveis de WIP (*Work-In-Progress*) (Bonney et al, 1999). Esta filosofia de planeamento é baseado num plano central, que assente em previsões e em lead times de todos os pontos do processo, emite as necessidades de matéria prima – tendo em conta os materiais necessários à produção do produto final (BOM – *Bill Of Materials*) – e as datas de produção: MRP (*Material Requirements Planning*). Este modelo permite saber a quantidade e a data de encomenda de material, com base na premissa que a previsão de vendas corresponde à realidade, que geralmente foge à realidade tendo em conta a volatilidade operacional dos mercados (Stephen N. Chapman, 2006).

2.3.3 Pull Flow

Um modelo de produção em *pull* impede a emergência de *stock*, já que se rege pelas necessidades do posto de trabalho subsequente, controlando, dessa forma, os níveis de inventário. Contrariamente ao sistema acima explicado, as ordens de produção num modelo em pull conferem respostas reais às necessidades do consumidor, como consequência do consumo do mesmo (Hunter et al 2004). Adicionalmente, num sistema em *pull* toda a produção é concebida *Just-In-Time* (JIT) – um processo produtivo só é ativado em resposta a um pedido de abastecimento pelo processo a jusante, eliminando desperdício e encurtando *lead times* de processos (Stephen N. Chapman, 2006). A resposta a uma necessidade pressupõe um sinal do processo subsequente, e um sinal significa um mecanismo de alerta. Surge então, o conceito de *Kanban*. À medida que se vai consumindo material ao longo do processo produtivo, sinais (eletrónicos/cartões físicos) são enviados ao posto precedente como representação de encomenda de material. O componente deve ser reabastecido quando o stock atinge o nível de reposição, sendo que este é determinado através do *lead time* de procura durante reabastecimento adicionado ao *stock* de segurança (Art Smalley, 2009). O exemplo da informação a conter num *Kanban* encontra-se apresentada na figura 10.

Finished-goods market	Part #: 14509	Line address: Assembly Cell #1
Supplier: Internal	Part description: LH Exterior Mirror Heated Black	Location: Final Assembly Department
Market location: A4 R2	Quantity: 10	

Figura 10 - Informação a contemplar num Kanban. Adaptado de Art Smalley 2009.

Segundo (Art Smalley, 2009) existem 3 diferentes tipos de sistemas em *pull*, enumerados de seguida, e abordados em pormenor na Tabela 2:

- **Modelo de Reabastecimento** – Possui-se stock de todo o tipo de produto terminado, e o *trigger* de reabastecimento é o consumo do produto final por parte do consumidor. Pressupõe bastante espaço fabril para acumular produto finalizado em *stock*.
- **Modelo Sequencial** – Trata-se de o modelo pull perfeito em que a existência de *stock* é nula. A produção é despoletada aquando do momento de ordem do consumidor. É bastante desafiador manter este modelo devido ao facto de ser necessário igualar *lead times* a *takt times* (tempo necessário de produção para igualar a procura do cliente). As organizações com tempos de produção elevados e variados têm bastante dificuldade em implementar este tipo de sistema.
- **Modelo Misto** – Este modelo pressupõe aspetos de ambos os modelos antes abordados. É particularmente útil nos casos em que a procura do tipo de produto varia bastante, pelo que se presume uma análise ABC/XYZ (a abordar em seguida) na formulação deste sistema.

Modelo	Vantagens	Desvantagens
Modelo de Reabastecimento – Produzir todo o tipo de referências para stock (MTS)	Nível de serviço de excelência, por ter sempre produto pronto a expedir	Quantidades de stock elevadas e requer bastante espaço para acumulação de produto
Modelo Sequencial – Todo a produção é feita segundo ordem (MTO)	Diminuição de inventário, e consequentemente, desperdício	Requer grande estabilidade e <i>lead times</i> reduzidos
Modelo Misto – Referências C em inventário, e A e B à ordem	Inventário reduzido	Requer estabilidade e um controlo misto de produção
Modelo Misto – Referências A e B em <i>stock</i> final, e C à ordem	Inventário moderado	Requer um controlo misto de produção e uma boa visibilidade dos artigos C

Tabela 2 - Stock final de produto vs Make-To-Order. Adaptado de Art Smalley, 2009.

2.3.4 Sequenciamento

(R. Chase e R. Jacobs, 2018) descreve 5 objetivos principais de um sequenciamento: cumprir datas de entrega (1), minimizar *lead times* (2), minimizar tempos de *setup* e custo (3), minimizar WIP (4) e maximizar funcionamento das máquinas (5). A probabilidade de lograr os 5 objetivos numa organização é bastante reduzida, pelo que a importância é garantir que os objetivos alcançados vão de encontro à estratégia definida pela empresa. O autor descreve as regras de prioridade na obtenção de um sequenciamento:

- FCFS (*First Come, First Served*) – A produção é planeada pela ordem que as encomendas chegam
- SOT (*Short Operating Time*) – Produzir as necessidades com menor *lead times* primeiro
- EDD (*Earliest Due Date*) – Produzir segundo as ordens de entrega
- STR (*Slack Time Remaining*) – As ordens são produzidas segundo a menor diferença entre tempo até à entrega e tempo restante de processo

Em seguida, um exemplo prático da aplicação de as regras acima descritas em contexto operacional (Tabela 3), e uma comparação entre as mesmas.

<i>Sequência Trabalho</i>	<i>Tempo de Processo</i>	<i>Dias para entrega</i>
A	3	5
B	4	6
C	2	7
D	6	9
E	1	2

Tabela 3 - Exemplo prático da aplicação dos conceitos teóricos de sequenciamento. Adaptado R. Chase e R. Jacobs, 2018.

<i>Regra</i>	<i>Tempo total de fluxo</i>	<i>Média de flow time</i>	<i>Dias médios de atraso</i>
FCFS	50	10	4.6
EDD	39	7.8	2.4
SOT	36	7.2	2.4
STR	43	8.6	3.2

Tabela 4 - Exemplo de uma comparação entre pressupostos de sequenciamento. Adaptado de R. Chase e R. Jacobs, 2018.

É possível, através da tabela 4, compreender as diferenças temporais entre a escolha de um modelo de sequenciamento em detrimento de outro. Fica claro que a regra SOT representa um tempo reduzido a nível de *flow time*, não comprometendo os dias médios de atraso, pelo que, apesar de simples, foi definido como o conceito mais importante em termos de sequenciamento. Não obstante, a sua principal desvantagem prende-se no facto que se as encomendas rápidas forem uma constante, pode acontecer que aquelas cujo tempo é superior não sejam começadas. Para contrariar este tema, as empresas definiram um limite de tempo na regra, pelo que quando é atingido, as ordens são instantaneamente estipuladas como prioridade máxima (F. Robert Jacob et al. 2018).

2.4 Conclusão do capítulo

A revisão bibliográfica pretende contextualizar sobre os fundamentos *Kaizen*, introduzindo esta metodologia como filosofia a introduzir na empresa X, com principal enfoque no pilar TFM, que vai servir de fio condutor na abordagem do projeto de melhorar a eficiência do fluxo na empresa. Concomitantemente, apesar da melhoria referida ser transversal a diversos temas, a principal área a atuar neste projeto é a do planeamento. Ao longo da dissertação, as referências utilizadas neste capítulo vão servir como pilar de decisão no projeto em curso.

3 Caraterização da situação atual da empresa X

O rumo operacional que o negócio tem vindo a tomar (customização) tem constituído uma dificuldade elevada no que diz respeito o nível de serviço da empresa em questão. O facto de se tratar dum produto bastante volumoso e produzido em quantidades numerosas complica a eficiência de fluxo e consequentemente, a gestão de *stock* em chão de fábrica. Concomitantemente, não facilita a transformação e expedição de produto em tempos reduzidos.

No presente capítulo, será descrita a atividade da empresa de uma forma mais pormenorizada, caraterizando a fundo os problemas que levaram a empresa a integrar um projeto de melhoria no âmbito do planeamento. O projeto, como já mencionado, tem como objetivo máximo a melhoria de eficiência de fluxo através do planeamento. Pretende-se atingir o propósito através da normalização deste processo, estruturando-o a partir de pressupostos bem definidos e focado no dimensionamento de stocks. Ademais, será desenvolvida uma ferramenta de forma a permitir um planeamento mais ágil e ponderado, contribuindo para um fluxo de comunicação mais simplificado. Para o concretizar, é necessário conhecer o processo produtivo da empresa na íntegra, o fluxo de planeamento e as necessidades e exigências do produto a comercializar, com o intuito de ter uma análise sustentada do problema que possa servir de ponto de partida para a melhoria.

3.1. Mapeamento do processo produtivo

Na presente secção será feita uma descrição do fluxo de produção da empresa. Como já referido anteriormente, a atividade de empresa insere-se numa indústria de espuma. O processo produtivo complica-se pelo facto de se tratar de um produto bastante volumoso e que requer um tratamento profundo e pormenorizado, para além de um tempo de espera associado à qualidade da própria espuma, antes de poder prosseguir para a etapa subsequente.

O processo produtivo é constituído por 5 etapas fundamentais, sendo que a última depende da referência em questão: produção, corte de blocos (T8), corte CNC/Manual, desmoldagem e cola. Na Figura 11, encontra-se uma representação resumida do mapeamento do processo produtivo da empresa X, sendo que o Anexo A contempla esta informação na íntegra. A figura 8 apresenta o *layout* do pavilhão que diz respeito ao processo de transformação de espuma, isto é, desde a T8 até à expedição.

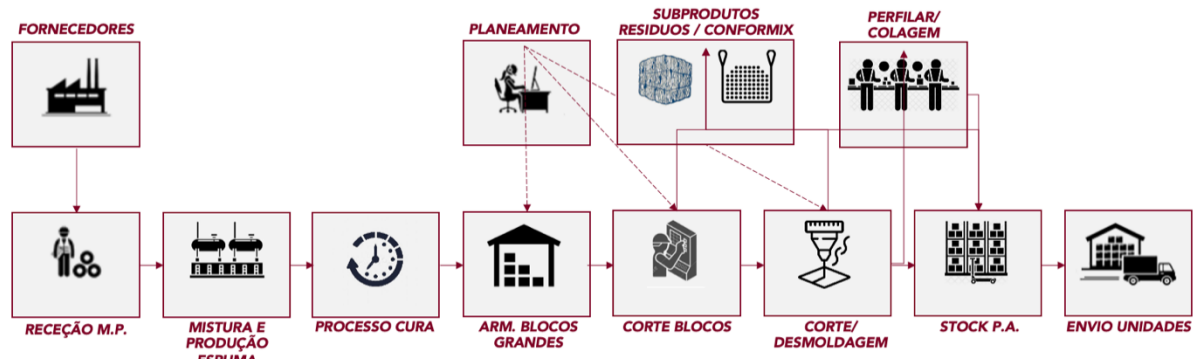


Figura 11 - Processo produtivo da empresa X

O envio de unidades (apresentado no Figura 11) corresponderam a uma faturação de 32M€ no ano de 2020. A Figura 12, representa o layout da empresa X, por forma a compreender melhor o mapeamento do processo produtivo descrito em seguida.

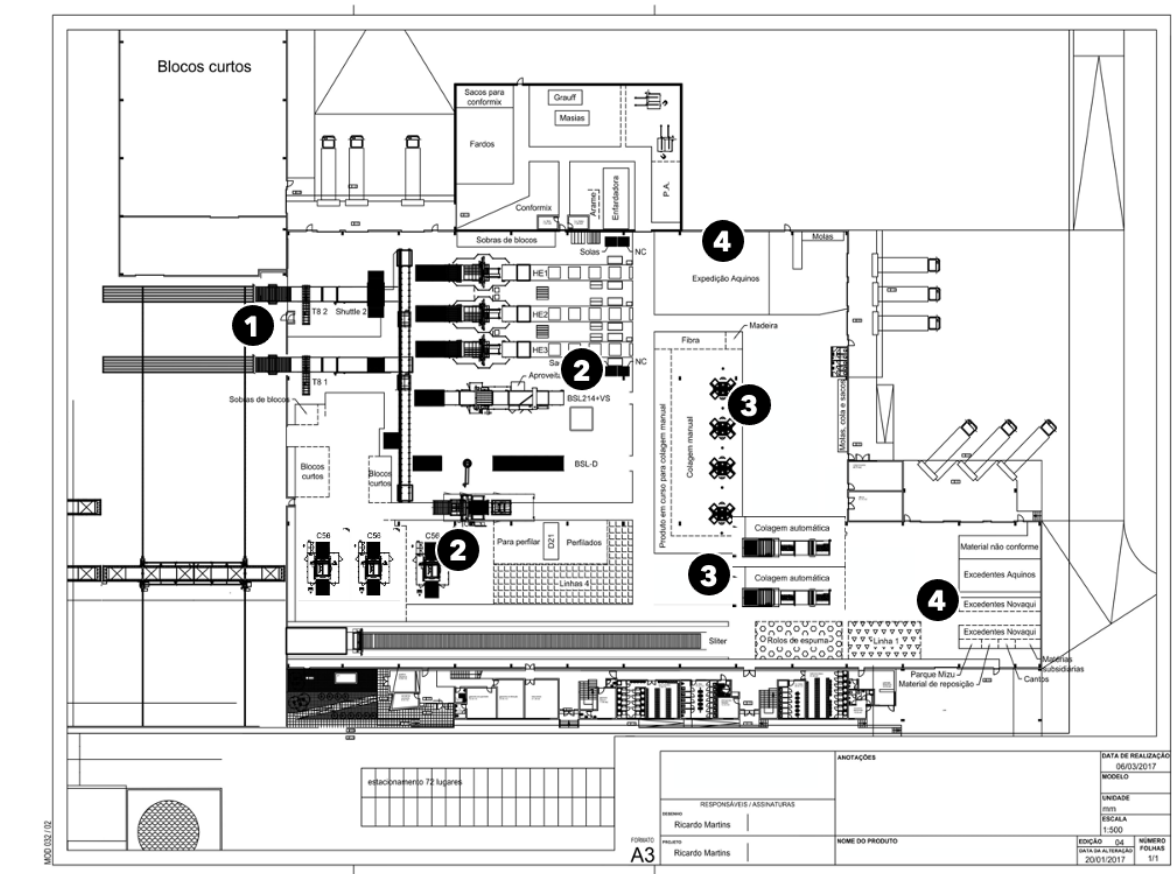


Figura 12 - Layout do pavilhão de transformação de espuma

O layout da fábrica está dimensionado de forma a haver um fluxo simples e direto de material. A espuma é puxada pelas duas T8 (1). É cortado nas respetivas máquinas (2), consoante as propriedades da referência a fabricar, e por fim, colado se for o caso (3) e expedido à direita, sendo que estão dois locais alocados a este propósito (sofás e colchões). Todos os colchões

colados passam pela máquina da cola automática, sendo que os sofás são alocados à cola manual, pelo que os pontos de expedição estão dimensionados dessa forma (4). Em seguida, é descrito, em pormenor, cada um dos processos representativos do processo. A Figura 12 servirá de ponto de situação ao longo da descrição.

3.1.1 Produção de espuma

Toda a espuma em curso na fábrica, inicializa o seu curso nesta etapa. A transformação química ocorre a partir da mistura de 3 diferentes matérias primas: polioli, diisocianato de tolueno (TDI) e aditivos. O portfólio da empresa inclui 55 referências de espuma diferentes, sendo que apenas 3 tipos levam tratamento distinto: SF, HRF e Visco. Após a produção de espuma é indispensável o tempo de cura da mesma para evitar problemas de qualidade em fases posteriores do processo, sendo que este tempo varia entre 12 e 24 horas consoante o tipo de espuma em questão. Em seguida, a espuma passa pelo um processo de fragmentação (apenas no caso da HRF e Visco), sendo depois armazenadas por 48 ou 72 horas, dependendo do tipo de referência.

O processo de produção de espuma acarreta bastante desperdício, e as mudanças de referência constituem um peso grande nesta categoria, pelo facto de haver bastante bloco de espuma que vai ser uma mistura das duas referências (bloco de transição). Nesse sentido, cada bloco longo de espuma possui 30 metros e este comprimento é normalizado.

Em seguida, a Figura 14 representa blocos longos em processo de serem puxados para outro pavilhão onde são transformados. Na Figura 13, o armazenamento dos mesmos. Na Figura 15, a produção mensal de blocos longos dos últimos 4 anos.



Figura 14 - Blocos Longos de espuma (30 metros)

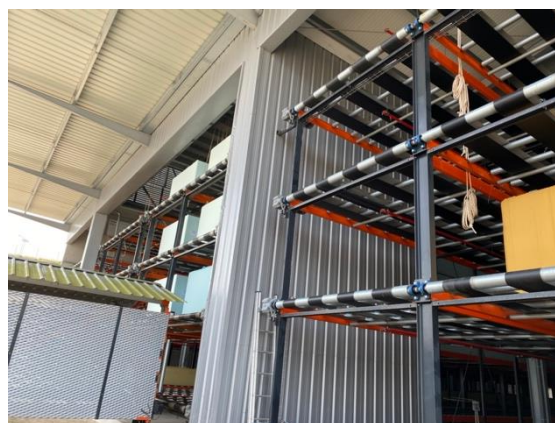


Figura 13 - Armazém de Blocos Longos

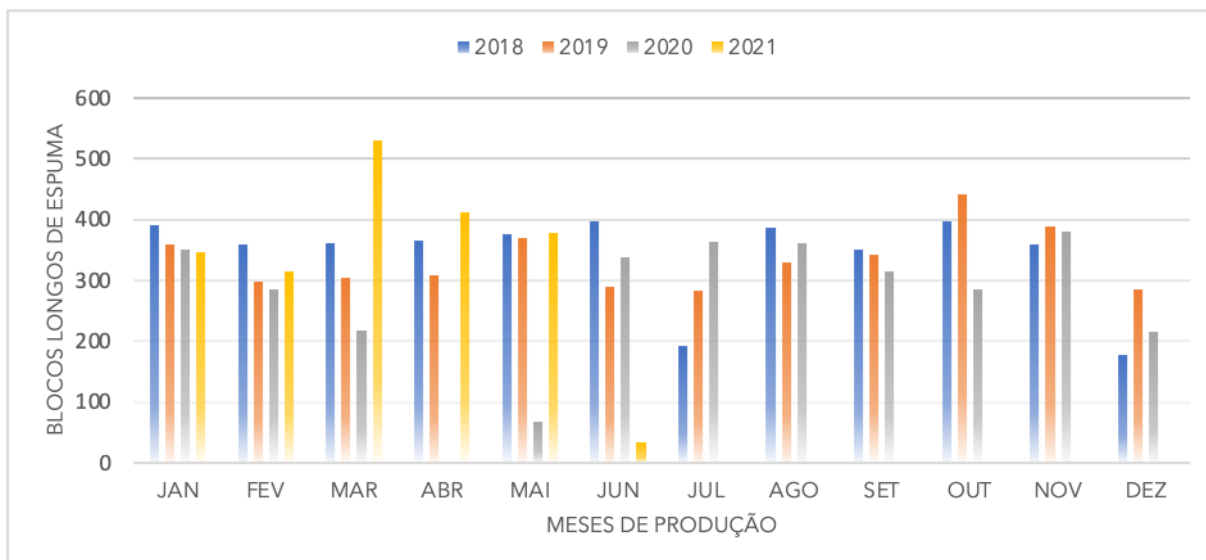


Figura 15 - Produção mensal de blocos de espuma longos nos últimos 4 anos

O pavilhão de produção de espuma não se encontra ilustrado, por se tratar de um processo altamente químico e complicado de observar. Ainda assim, foi visitado o pavilhão onde são armazenados os blocos longos de espuma (Figura 13 e 14), cujo espaço tem capacidade para 250 blocos longos.

3.1.2 Corte de Blocos (T8)

Após o tempo adequado de armazenagem da espuma, os blocos longos encontram-se disponíveis a serem puxados caso a necessidade assim o pedir. Este processo é feito através de 2 máquinas (T8₁ e T8₂) que os cortam em blocos curtos com medidas e larguras requeridas pelo próprio componente no posto subsequente. Os blocos longos nunca retornam uma vez puxados, pelo que os 30 metros passam sempre pela T8. Este posto trabalha a 2 turnos, sendo que a capacidade de corte por dia é de cerca de 18 blocos longos, o que equivale a uma média de 540 metros diários de espuma. A partir de este processo há 3 caminhos possíveis: os blocos curtos são encaminhados para um armazém destinado aos mesmos (ABC – Armazém de Blocos Curtos); os blocos são expedidos para o cliente, passando pelo um processo de prensa antes; os blocos são enviados para um *shuttle*, que os movimenta para as máquinas de corte. As possíveis referências geradas neste posto somam cerca de 850 blocos diversos, o que torna um processo bastante dispendioso no que diz respeito a espuma de sobra, pois todos eles advêm das mesmas 55 referências. Por consequência, o corte de blocos curtos gera uma quantidade elevada de sobras, que se denominam por aparas, tornando o desperdício de espuma uma constante no chão de fábrica. Na situação inicial, grande parte das aparas eram destinadas a conformix ou fardos, que se trata de um subproduto da empresa X, vendido por um preço bastante mais acessível, que serve de solução para a espuma encontrada com defeito ou para as sobras. Se existisse um seguimento assíduo destes excedentes, passíveis de ser usados em quantidades reduzidas de componentes, evitava-se o constante uso das aparas para estes subprodutos desvalorizados.

A Figura 16, representada a seguir, descreve as duas máquinas T8 abordadas em cima, e o processo inerente. O bloco longo encontra-se em espera atrás dos portões apresentados, e à medida que é puxado, o corte é realizado e resulta nos blocos curtos. A Figura 17 diz respeito ao espaço que armazena os blocos curtos.



Figura 16 - Processo de corte das T8



Figura 17 - Armazenamento de blocos curtos

Os blocos de espuma destinados a *stock* são retirados por empilhador das linhas descritas na Figura 16, e destinados ao armazém representado na Figura 17.

3.1.3 Corte CNC/Manual

Provenientes do *shuttle*, sejam diretamente pela T8 ou derivados do armazém, os blocos são enviados para as máquinas de corte CNC ou para a manual consoante as propriedades dos componentes que vão originar.

O corte manual é realizado quando se tratam de aparas. De uma forma mais precisa, sempre que a base dos componentes é inferior a 40% do bloco que o origina, então o componente é concebido através do corte manual. Os componentes restantes, que equivalem a uma grande parte da produção diária, reproduzidos nas máquinas de corte CNC. Existem máquinas de corte de eixo vertical, de eixo horizontal e de ambos, resultando num total de 11 máquinas: 3 HE, VS, 2 HC, 3C56, RAM, 2 Carrossel e uma Perfiladora. O número de referências diferentes produzidas nesta fase totalizam cerca de 6000 SKU's (*Stock Keeping Unit*).

Na Figura 19, encontra-se uma das mais eficientes máquinas de corte da fábrica (Carrossel). Apenas possui um eixo horizontal, mas tem a capacidade de cortar 3 blocos curtos ao mesmo tempo o que agiliza bastante o processo. A Figura 18 representa as 3 HE's que são, efetivamente, as máquinas de corte mais utilizadas, pelo corte polivalente das mesmas.



Figura 19 - Corte horizontal de blocos em coxins (Carrossel)



Figura 18 - Blocos curtos antes de entrarem nas HE's

Ainda, na Figura 18 à direita, encontra-se representada, em parte, a máquina de corte VS.

3.1.4 Desmoldagem

Esta operação manual consiste na desmoldagem dos blocos curtos já cortados segundo os respetivos componentes pedidos. Para além de uma operação de desmoldagem, esta fase constitui um passo importante no que toca à qualidade de o produto que aqui passa, pelo que é pedido um controlo de defeitos diligente e assíduo aquando da desmoldagem de blocos. Existe uma taxa elevada de número de reclamações – 43 por semana, somando em média um total de 4326 kg de espuma por mês entre Janeiro e Setembro – pelo que a política de controlo de qualidade não está a ser levada com a seriedade que o tema pede. O tipo de defeito mais recorrente nas reclamações dos clientes é comprimento e/ou largura errada (34%), que através de uma medição dos componentes contínua neste posto, facilmente é colmatado. A Figura 20 representa alguns componentes para sofás depois de separados e uma senhora a preparar o processo de desmoldagem do bloco.



Figura 20 - Componentes desmoldados e bloco em via de o ser

O produto desmoldado, presente na figura 20, após desmoldado, possui um tempo de espera, associado à ineficiência de ser necessário um empilhador recolher o material. Uma vez

recolhido, é levado para um espaço vazio no *buffer* da cola caso seja um artigo que o exige, ou então é diretamente levado para a expedição.

3.1.5 Colagem

Há alguns componentes, que consoante o pedido dos clientes, exigem ser colados. Existem 2 máquinas de cola automática que apenas trabalham com artigos para colchões, e 4 postos de trabalho de cola manual cujos artigos colados resultam em componentes para sofás. Na máquina de cola automática, apesar de a cola ser debitada de forma mecânica, o processo de acoplamento de componentes é feito de forma manual, pelo que existe uma variabilidade associada bastante acentuada, como representado na Figura 22 – é apresentado um estudo de produtividade de um dos colchões mais produzido (E195 160X200) desde Maio até a Setembro.

Enquanto todos os artigos no seu processo de transformação passam pelo corte, apenas alguns são direcionados à colagem, pelo que se procedeu a uma análise do fluxo de material da cola automática, para facilitar a compreensão do processo. O fluxograma encontra-se representado na Figura 21. Na Figura 23, encontra-se representada uma das máquinas de cola automática e o processo manual subjacente.

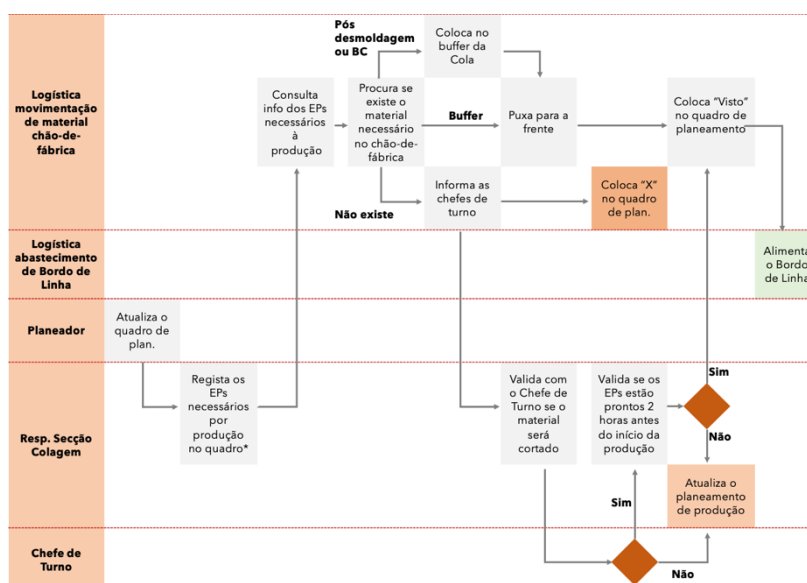


Figura 21 - Fluxograma de matéria prima nas máquinas de colagem automática



Figura 22 - Máquina da cola automática

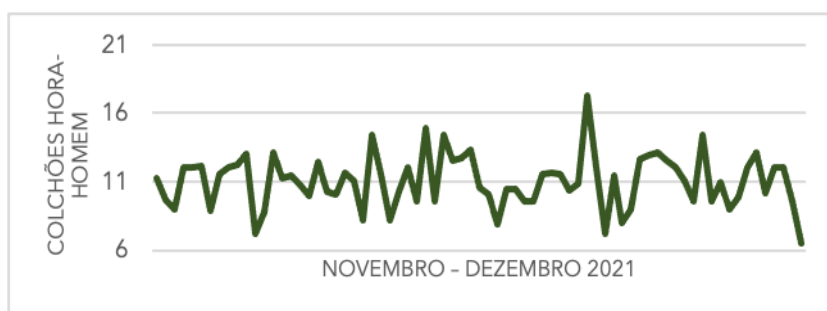


Figura 23 - Análise Produtividade E195 160X200 (Colchões Hora-Homem)

Ainda existe muito a tendência para procurar o material ao longo do chão de fábrica (Figura 21), por falta de informação concreta e em tempo real sobre o material produzido e em curso. Isto alarga efetivamente o *lead time* do processo, na medida em que o tempo de procura pode obviamente variar.

3.2 Dificuldades no processo produtivo

Após análise do processo produtivo da empresa e do respetivo fluxo de material, foram identificados alguns constrangimentos.

O produto em chão de fábrica, apesar de possuir uma pequena identificação que por vezes se perde por ser colocada por dentro de fatias de espuma de forma descuidada – alargando, ainda mais, o tempo de procura descrito no fluxograma da Figura 21 – não existe um seguimento de produto que possibilite a localização do mesmo, à parte da procura manual de componentes. Consequentemente, acaba por se acumular *stock* no chão de fábrica (Figura 24), devido ao corte de blocos desnecessário por falta de seguimento de componentes já produzidos.



Figura 24 - Excedentes/Stock em chão de fábrica

Foi ainda identificado um défice de rotinas de comunicação *bottom-up*: modelo de gestão que segue uma linha de gerência mais horizontal, na qual a opinião dos colaboradores é valorizada e acima de tudo, solicitada. O distanciamento entre hierarquias e a inexistência de rotinas estruturadas de acompanhamento das equipas levou a uma falta de transparência por parte dos colaboradores. Idealmente, os colaboradores da desmoldagem têm como funções a inerente ao processo para além do controlo de qualidade: conferir estado da espuma, controlo de comprimento e larguras erradas, entre outras. A lacuna referida contribuiu para a maior causa de reclamações dentro da empresa X: comprimento e larguras erradas. Os operadores consultam o dossier de produto, e ao invés de medir e colocar os valores reais, registam, na maior parte dos casos, o valor teórico do produto. Adicionalmente, a subvalorização dos colaboradores reforçou o agravamento deste tema.

Em seguida, a Figura 25 contempla uma análise ABC dos tipos de defeitos reclamados pelos clientes.

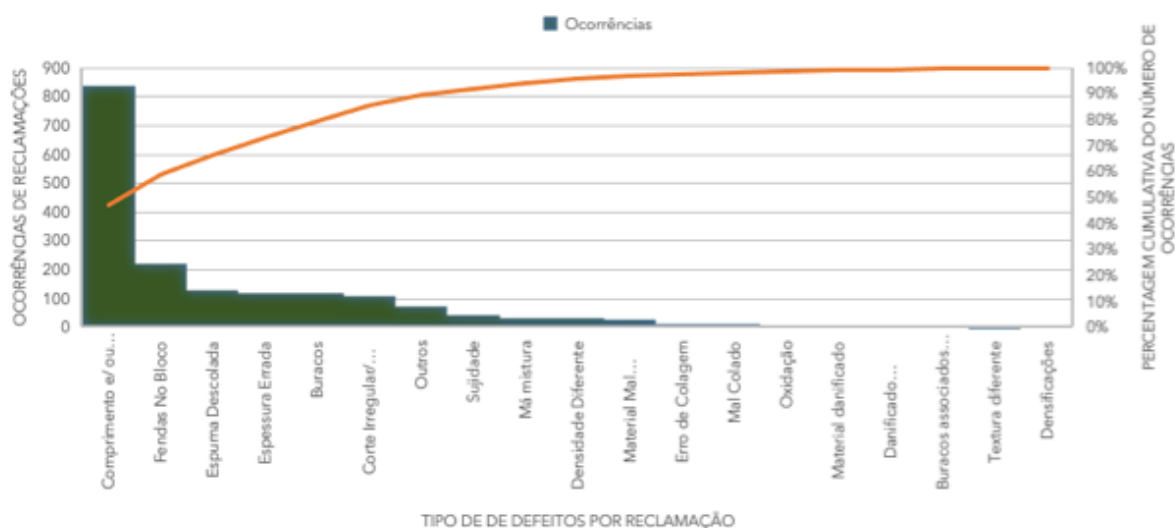


Figura 25 - Análise ABC do tipo de defeito (Dados semana 1 a 39 de 2021)

Conclui-se, efetivamente, que o tipo de defeito mais recorrente em reclamações é as medidas erradas, seguido pelas fendas no bloco, que está mais associado ao próprio processo de produção da espuma, pelo que a redução se torna mais complexa.

3.3 Planeamento de produção

Ao analisar o processo produtivo da empresa, e as dificuldades sentidas, foi notório o impacto do planeamento de produção no tema.

O grupo dispõe do *Navision*, um *Enterprise Resource Planning* (ERP) da Microsoft, mas por falta de maturidade, a empresa cinge-se aos ficheiros de planeamento dos clientes como ferramenta de produção interna. Estes enviam os seus planos à terça-feira com uma visão a mais ou menos 5 semanas, sendo que quinta-feira lançam o plano de novo com as necessidades fixas até à terça seguinte, sendo o plano submetido inúmeras vezes a alterações. Dentro do grupo, o cliente sofás contempla uma data de conclusão no seu ficheiro de planeamento, sendo que o de colchões apenas regista uma data de conclusão interna, restando à empresa X concluir a data de entrega pelas ocupações das linhas do cliente.

A empresa, ao basear-se nos variados ficheiros dos clientes como ferramenta de planeamento, impossibilita o agrupamento de necessidades internas (CJE – Conjuntos de Espuma), o que coincide com a criação de múltiplos planos. Este tratamento divergente entre clientes eleva o nível de complexidade inerente ao processo, por existirem componentes iguais (EP's) que são planeados de forma distinta. Outro motivo que contribui para a dificuldade do processo de planeamento é aquele que se encontra representado na Figura 26. Como referido anteriormente, os blocos de espuma são puxados com 30 metros de comprimento. A complicação de planear conjuntos de espuma e minimizar o tempo de produção dos mesmos encontra-se na recorrência do motivo abaixo representado: muitas das necessidades dos clientes é composta por diversos componentes, que por sua vez, são compostos por variadas espumas.



Figura 26 - Exemplo da complexidade dum conjunto de espuma - 4 componentes (EP's) que levam 3 espumas diferentes

O mau dimensionamento dos blocos leva a uma quantidade considerável de pedidos de produção por expedir (planos diários em aberto). Adicionalmente, a estratégia de capacidade da empresa assenta em valores teóricos de *lead time* (*infinite loading*) que correlacionado com uma evidente falta de nivelamento entre máquinas de corte, contribui para a lotação de capacidade de algumas máquinas de corte e outras, passíveis de cortar os mesmos componentes, em subprodução.

Depois de lançados os planos, o resto do processo é abordado nomeadamente, de forma manual. Consequentemente, reverte-se num processo altamente suscetível ao erro. O seguimento e cumprimento do plano é registado em papel por um chefe de turno, essencialmente no fim de turno. Este método de registo das produções prejudica o lead time de reação a desvios do plano. Concomitantemente, a dependência de registos de produção manual para seguimento do plano impossibilita a identificação de atrasos e desvios ao mesmo, que favorece negativamente o tema dos planos em aberto, referido anteriormente.

Simultaneamente, existe uma clara indefinição de estratégia MTS/MTO para dimensionamento de *stock* intermédio, seja de blocos longos, curtos ou peças terminadas, o que dificulta a agilidade da organização e confunde o planeamento no momento da produção. Ademais, contribui também para a quantidade elevada de produto produzido em excesso, sem datas de entrega definidas.

Resumidamente, apesar de a estratégia de sequenciamento da empresa ser EDD, por falta de um dimensionamento de espuma orientado a este propósito, os planos após lançados acabam por ser, por vezes, descartados. O chefe de turno decide cortar espuma que esteja perdida pelo chão de fábrica, abalando o método de sequenciamento e, consequentemente, aumentando o número de planos diários em curso, acabando por prejudicar o seu nível de serviço ao falhar com datas de entrega estabelecidas.

3.4 Fluxo de informação

Como referido anteriormente, o fluxo de informação da empresa, para além de ter uma parte substancial por papel, é bastante complexo no sentido que os intervenientes desde o recebimento de uma ordem até que a mesma é expedida são múltiplos. Trata-se duma comunicação confusa, em que os variados departamentos contribuem com diversas tarefas, gerando uma ineficiência no fluxo de informação que acaba por se transparecer no chão de fábrica.

A informação a tratar e as funções dos intervenientes do processo diverge consoante o produto a produzir, tornando-se mais suscetível ao erro. A ausência da normalização do processo inicia-

se logo no recebimento das encomendas. Não existe um processo interno formal, como já referido, de tratamento de ordens de produção, pelo que a empresa acaba por se cingir às nomenclaturas das empresas cliente: a nível de sofás trata-se de ordens de produção (OP's) e no caso dos colchões as encomendas são referidas como CE's. A confusão inerente ao processo acaba por complicar a transição das referências dos clientes para internas (CJE's): existem múltiplos conjuntos de espuma que dizem respeito a apenas um código de cliente, da mesma forma em que existem múltiplas referências de cliente que equivalem a um conjunto de espuma.

Terminado o tratamento inicial da informação, e o planeamento da mesma, esta flui para a produção através de as denominadas folhas de obra. No caso dos sofás, as folhas de obra constituem múltiplos EP's e não consiste a informação de qual o plano a que se referem, enquanto que no dos colchões as folhas são impressas por EP e com referência ao número do plano. No momento de descontar a produção nos respetivos ficheiros, torna-se desafiante, principalmente ao nível dos sofás, devido à falta de informação.

Pela ausência dum sistema formal de picagens (existe efetivamente um sistema desenhado e implementado na fábrica, mas não se encontra em uso), a expedição, no momento de enviar o produto para os clientes, carece de ajuda na localização do produto, pelo que necessita de procurá-lo e registá-lo num ficheiro de expedição.

Na Figura 27, encontra-se um diagrama representativo do processo de planeamento e fluxo de informação da empresa X.

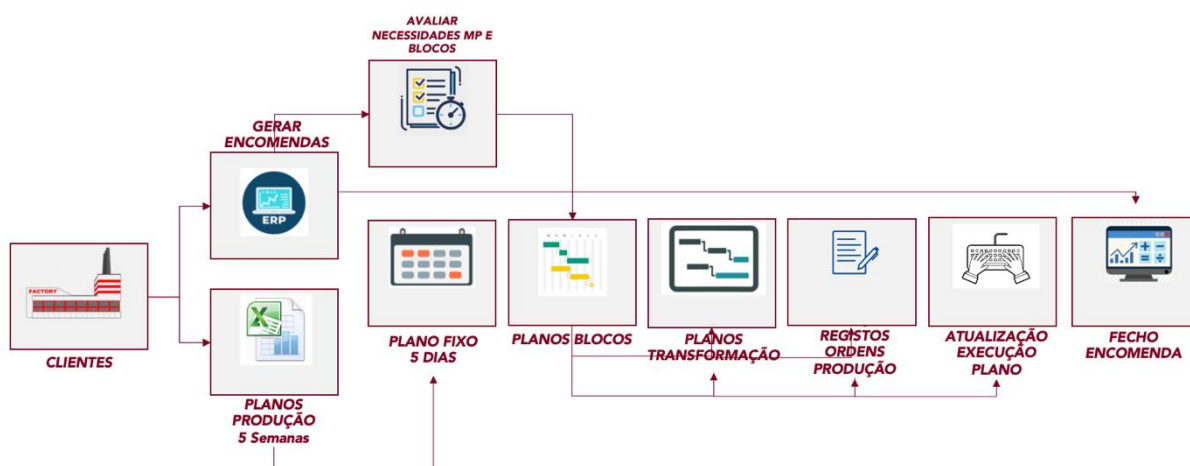


Figura 27 - Diagrama representativo do processo de planeamento e fluxo de informação na empresa X

O fluxo, representado na figura acima, encontra-se descrito na íntegra – desde o recebimento da ordem de produção até ao momento de expedição – no anexo B. O Anexo B.1 e B.2 dizem respeito ao fluxo de informação despoletado pelo cliente sofás e colchões, respetivamente.

3.5 Dificuldades no planeamento

Após análise do processo de planeamento da empresa X e do respetivo fluxo de informação, foram identificadas algumas dificuldades.

Como referido anteriormente, o ponto de partida do planeamento, que é a encomenda do cliente, inicia-se erradamente, na medida em que as datas de entrega não são diretas, mas sim um

cálculo interno através da data de finalização na empresa cliente e a ocupação do produto na linha deles. Seguidamente, a transição entre referências cliente e referências internas é um processo complexo, já que existem múltiplos códigos de clientes que dizem respeito a apenas um conjunto de espuma, e CJE's que têm a mesma referência do cliente. Simultaneamente, existem conjuntos de espuma que são compostos por subconjuntos, o que atrapalha a explosão de CJE's para EP's, visto que não existe uma relação direta – por vezes, os componentes estão relacionados com os subconjuntos e outras com os conjuntos – que acaba por contribuir para uma perda de informação.

Trata-se de um planeamento cru, que por falta de uma ferramenta interna que auxilie o processo, perde seguimento no momento em que é lançado. A priorização não é seguida, por clara indefinição de uma estratégia MTS/MTO para dimensionamento de *stock* intermédio, inviabilizando o cumprimento da sequência. Resta o aproveitamento de espuma já puxada para a zona de corte, de forma a não abundar a fábrica de WIP.

Adicionalmente, o registo manual por parte dos chefes de turno, e na maioria das vezes no final do mesmo, impossibilita uma visualização em tempo real da produção, prejudicando o *lead time* de reação a desvios de execução do plano e a identificação de incumprimentos na produção.

De forma a monitorizar o cumprimento do plano, foi extraído a partir do mapa de expedição a informação relevante para o cálculo do indicador, e os ficheiros de produção dos dois clientes dentro do grupo (sofás e colchões). Na Figura 28 encontra-se representado o cumprimento do plano (59%) respetivo a Novembro e Dezembro 2021, calculado tendo em conta a passagens das necessidades de um dia para o outro.



Figura 28 - Cumprimento do plano entre Novembro e Dezembro 2021

O indicador, definido em equipa, desvia-se um pouco do OTD (*On Time Delivery*) – métrica mais usada a nível de cumprimento de plano – na medida em que não desvaloriza na totalidade, entregas feitas após o dia inicialmente proposto. A razão pela qual não se desconsiderou na íntegra produto expedido fora do tempo é que por se tratar de um processo de transformação com *lead times* reduzidos (T8 – expedição), um afastamento do plano invalida praticamente o OTD. Nesse sentido, após sessões de *brainstorming*, avançou-se com esta proposta.

4 Desenho de soluções

No presente capítulo, são apresentadas as ações de melhoria desenvolvidas ao longo do projeto, com o intuito de alcançar os objetivos inicialmente propostos.

O processo de formulação e desenvolvimento do desenho de solução iniciou-se pela definição de uma estratégia de melhorias que fossem de encontro com os objetivos inicialmente propostos.

4.1 Estratégia para implementação de melhorias

Tal como foi abordado no capítulo referente à situação atual, os principais cursos de ação no projeto podem ser distinguidos entre a esfera da produção e a do planeamento.

4.1.1 Produção

A nível da produção, a empresa requer um maior nível de seguimento do produto de forma a impedir a acumulação de *stock* intermédio no chão de fábrica. Ademais, exige-se um controlo mais assíduo da qualidade do produto para colmatar a necessidade de reposição de material devido a produto reclamado. As melhorias desenhadas na esfera da produção passam por:

- **Gestão e controlo de dados**

Será elaborado um *Dashboard* de controlo de dados – o que não é medido não é passível de ser melhorado. O objetivo é reduzir o número elevado de produto reclamado, que alavanca de forma acentuada, a necessidade de reposição de material. Consequentemente, prejudica o seguimento e cumprimento do plano.

- **Controlo dimensional de produto na desmoldagem**

O desenvolvimento de uma nova aplicação e consequentemente, a ausência do *dossier* físico de produto, coincidirá com a obrigatoriedade do registo digital dos dados. Nesse sentido, o controlo dimensional será feito sem exceção, levando a uma redução de envio de produto não conforme para o cliente. Ademais, será feita uma sensibilização orientada a este propósito.

4.1.2 Planeamento

Demonstra-se uma falta de estabilidade produtiva na empresa que se prende, maioritariamente, pelo planeamento ineficiente. A falta de pressupostos definidos e o carecer de um dimensionamento rigoroso de espuma, assim como a ausência de um seguimento de matéria-prima e produto transformado pela fábrica conduzem a uma pobre gestão de recursos e um baixo nível de serviço. Foram delineadas as seguintes soluções:

- **Ferramenta de planeamento e visualização**

Criação de uma ferramenta de auxílio ao planeamento que permita o agrupamento de necessidades e a criação de datas de produção internas, de forma a agilizar o processo de corte de um modo de sequenciamento EDD.

- **Integração de o planeamento com as operações através de um fluxo de comunicação informatizado**

Integração do planeamento com a T8 e corte CNC, através da criação de um fluxo informativo simples e eficiente. A par com a desmoldagem, desenvolvimento de uma

ferramenta que permita o acesso aos planos respetivos das máquinas e o sucessivo registo.

4.2 Desenho de solução a nível da produção

4.2.1 Gestão e controlo de dados

Tendo em conta a situação atual da empresa, apesar de haverem dados em formato digital, a complexidade e excessividade dos ficheiros complica o processo de tratamento de dados. Nesse sentido, a automatização e seguimento dos mesmos viabilizaria uma análise estatística concreta e direta sobre as reclamações, possibilitando o estudo, e a subsequente redução das mesmas.

Perante a necessidade de monitorização e controlo de dados, foi definido, em equipa, o tipo de informação pertinente dentro da rubrica reclamações. Adicionalmente, foi criado um ficheiro *Excel* com uma tabela de registo de reclamações geral com as informações discutidas, para colmatar a quantidade e complexidade de ficheiros relacionados existentes à data. Na Tabela 5, o tipo de dados a recolher.

<i>Tipo de dados</i>	<i>Variáveis</i>
Dados Reclamação	Data – Cliente – Registo – Tipologia
Dados Produto	Modelo – Componente – Medida – Designação
Defeito	Quantidade – Data Produção – Máquina – Defeito – Observações
Resolução	Reposto
Espuma	Lote – Código – Densidade – Volume – Massa Total
Custo	Custo Total
Destino	Destino assinalado – Destino real
Análise Reclamação	Provocado – Observação – Causa-Raiz – Ação preventiva – Ação corretiva – Responsável – Data prevista de implementação

Tabela 5 - Tipo de dados a recolher a partir das reclamações

O pormenor informativo de cada reclamação exposto na Tabela 5 possibilita a anulação futura da mesma, tornando a necessidade de reposição de material devido a produto reclamado, inferior.

4.2.2 Dashboard de análise de dados

Após estruturada a rotina de recolha de dados, era importante conceber algo visual, em que se pudesse fazer um seguimento constante e em tempo real a nível da qualidade, pelo que se procedeu à construção de um *dashboard* com recurso ao *software PowerBI*, com a finalidade de disponibilizar à empresa X uma ferramenta analítica que auxiliasse a tomada de decisões estratégicas e permitisse a análise qualitativa do produto expedido para cliente. De seguida, apresenta-se uma listagem dos indicadores presentes.

A gestão diária das reclamações pressupunha um detalhe visual e completo. Os dados tratados têm como ponto temporal de partida Janeiro de 2021. Definiu-se a seguinte informação como fundamental:

1. Número de reclamações: evolução desde Janeiro 2021 e visão do mês atual

2. Massa total (kg): evolução desde Janeiro 2021 e visão do mês atual
3. Gráfico Pareto de defeitos: número de ocorrências por defeito
4. Destino das reclamações: Conformix, Fardos, Aproveitamento ou Correção
5. Gráfico Pareto de clientes: número de ocorrências por cliente
6. Custo total (€) e evolução (€) por cliente
7. Gráfico Pareto de modelos: número de reclamações por modelo
8. Mesma informação do ponto 1 e 2, mas tipificado por comprimento e/ou largura errada – defeito mais recorrente em produto reclamado (Figura 29)
9. Gráfico Pareto de espumas: por número de ocorrências, massa total (kg) e custo (€) (Figura 30)

É importante referir que todos os gráficos acima listados têm a possibilidade de serem tipificados por modelo, defeito, causa e datas através de filtros apresentados nas diferentes páginas do *dashboard*.

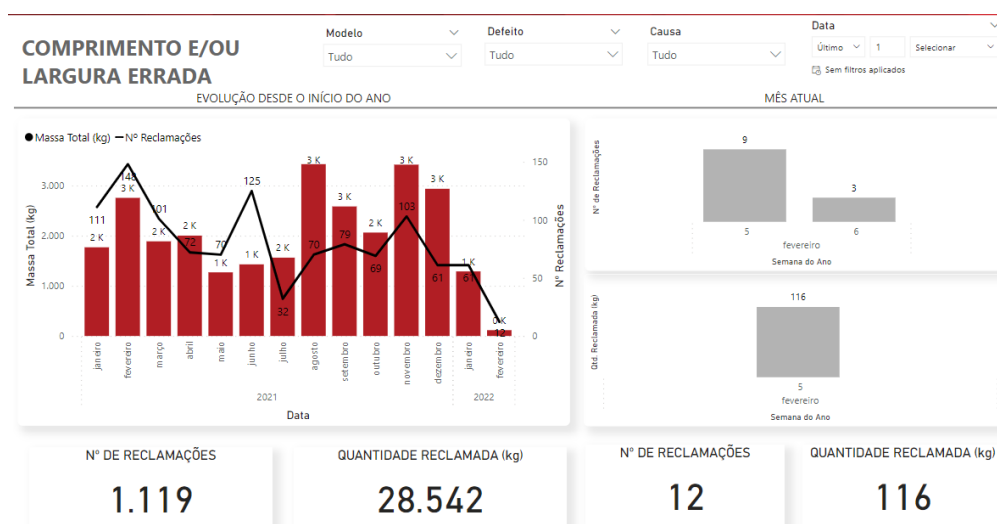


Figura 29 - Página do Dashboard correspondente à ocorrência de reclamações por efeitos de medidas erradas

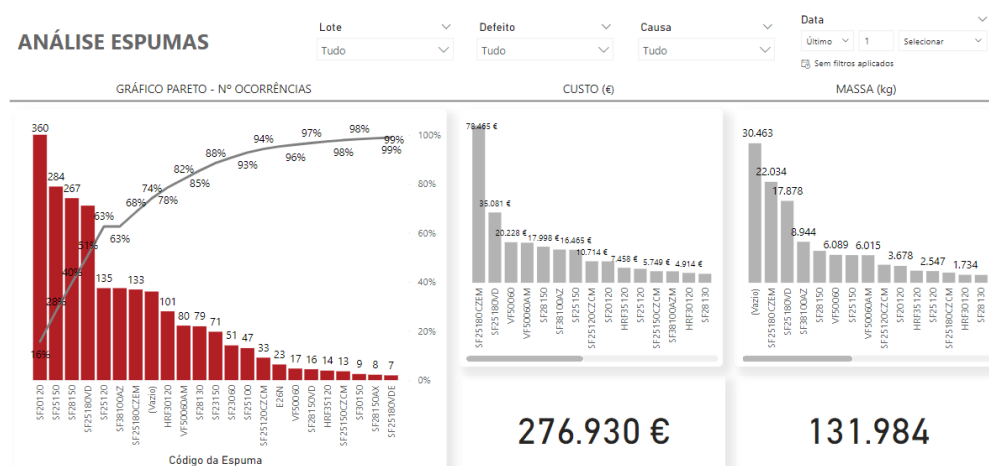


Figura 30 - Página do Dashboard com gráficos Pareto de reclamações por tipo de espuma

Pela Figura 29, é claro o peso financeiro para a empresa X proveniente de reclamações. É de realçar a ausência neste valor dos custos indiretos que advêm das reclamações, que implicam falhas no plano e alteram a sequência definida.

4.2.3 Comprimento e/ou Largura errada do produto transformado

O defeito mais recorrente em produto reclamado, como já foi referenciado, é o de medidas erradas. O custo total de reclamações no período referido acima, foi de 277.000 €, sendo que este defeito corresponde a 28% deste custo, igualando um valor de 76.800 €. De seguida, a Figura 31 apresenta a evolução do número de ocorrências deste tipo assim como a massa total respetiva.

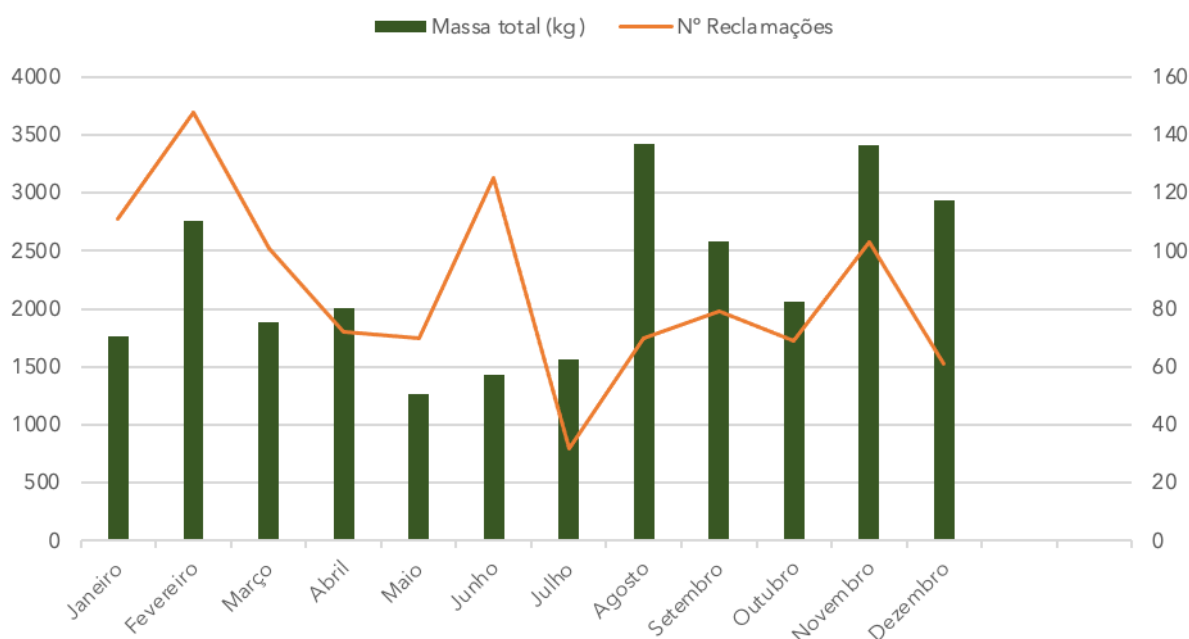


Figura 31 - Massa total e número de reclamações por efeito de medidas erradas

Pela figura acima, é visível a quantidade elevada de reclamações devido às medidas erradas das peças. Por representar cerca de 52% de todas as ocorrências, e pela segunda (23%) ser defeito da espuma, ou seja, estar diretamente interligado com a própria produção de espuma e ser um processo mais complicado de supervisionar, decidiu-se levar avante um estudo mais pormenorizado de causas das medidas erradas no produto final. Em sessão de equipa, foi executado um *Ishikawa* ou Diagrama Espinha de Peixe – ferramenta visual, em formato de gráfico, cuja função é auxiliar as organizações na procura das causas principais que causam um problema – com o objetivo de compreender, a fundo, as razões que levavam a um produto não conforme a nível de comprimento e/ou largura. A Figura 32 representa o diagrama desenvolvido em equipa. Ainda em sessão, idealizou-se um quadro que permitisse um seguimento diário e físico da situação ao nível da qualidade. Este está presente numa sala onde são feitas reuniões diárias, nas quais se discute a qualidade do produto e se definem ações orientadas ao tema. A Figura 33, representa o quadro montado.

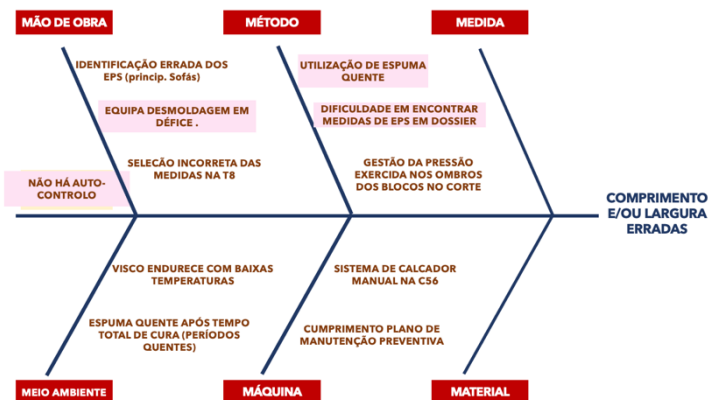


Figura 32 - Diagrama espinha de peixe das causas de produto com medidas erradas



Figura 33 - Quadro de qualidade

Conclui-se que dentro de todas as possíveis causas que levariam o produto transformado a ser expedido com medidas erradas, havia quatro que, para além de principais, seriam facilmente ajustadas:

- Não há auto-controlo por parte dos operadores, que coincide com a ausência de rotinas de comunicação *bottom-up*;
- A equipa de desmoldagem está em défice, o que leva a um tempo apertado para desmoldar e medir o produto;
- Utilização de espuma quente, que muitas vezes coincide com a urgência e com a falta de dimensionamento de espuma, que leva a que se tenha que puxar blocos de espuma antes do tempo de cura;
- A dificuldade em encontrar as medidas ideais dos EP's em dossier, que tem associado um valor duplamente negativo, isto porque, se por um lado, torna-se complicado encontrar os componentes em dossier para ver o seu valor teórico, por outro, uma vez encontrado, na ótica do operador, perde-se a necessidade de medir o produto.

Posto isto, foi proposta à empresa X, uma sensibilização aos três diferentes turnos, em que os dados apresentados na Tabela 6 foram apresentados, e a oportunidade de se expressarem foi dada. A finalidade da sensibilização foi a promoção do auto-controlo e a importância do mesmo na redução de reclamações.

Reclamações		
Número médio de reclamações por semana	Total reclamações 2021	Kg espuma reclamada 2021
43	1707	59572
Comprimento e/ou largura errada		
Número médio de reclamações por semana	Total reclamações 2021	Kg espuma reclamada 2021
20	865	21100

Tabela 6 - Dados mostrados na sensibilização de auto-controlo aos operadores

Concomitantemente à sensibilização feita aos operadores, começou o processo de desenvolvimento de uma aplicação que contribuísse para um registo digital, anulando por completo o problema de procura do componente do *dossier*. Esta aplicação será abordada de seguida, no âmbito do planeamento, na medida em que é uma ferramenta que percorre a cadeia de valor na íntegra.

4.3 Desenho de solução a nível do planeamento

Neste subcapítulo, é realizada a descrição da intervenção ao nível do modelo de planeamento, sumariada na Figura 34. Numa primeira fase, procedeu-se a um tratamento de dados, que viabilizasse um plano com datas de produção internas. Ao mesmo tempo, agrupou-se necessidades por dia, de forma a não abordar diariamente componentes iguais em momentos distintos. Seguidamente, desenvolveu-se uma ferramenta de carga-capacidade e nivelamento assim como mecanismos visuais que facilitassem a abordagem à criação do plano de produção. Por fim, uma ferramenta visual que gera os diferentes planos acordados pela equipa da empresa X como os necessários: plano da T8, plano de corte, plano de ABC e plano de excedentes. De realçar que o plano de produção de espuma não é tido em conta, na medida em que é um processo baseado em *forecasting*, já que a encomenda de químicos e subsequente produção é inicializada cerca de um mês antes do momento em que é transformada.

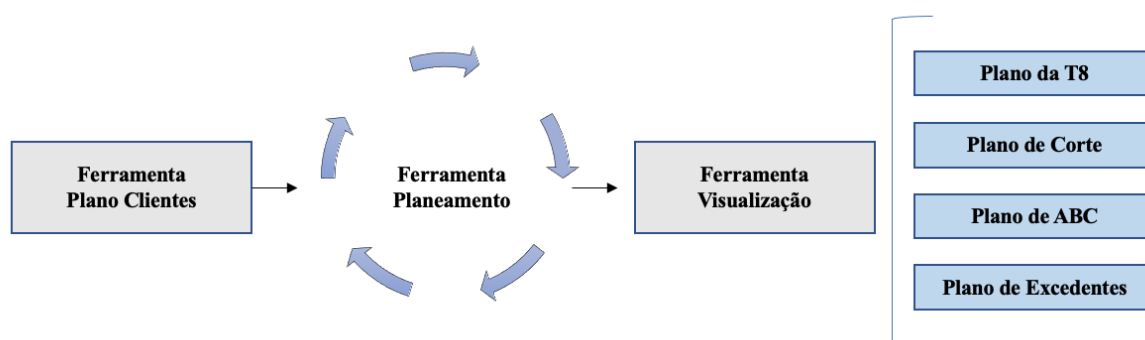


Figura 34 - Esquematização da abordagem ao modelo de planeamento

4.3.1 Planeamento Operacional

Ferramenta Plano Clientes

O primeiro passo a ter em conta na melhoria do processo de planeamento trata-se de possuir uma clara visão de que conjuntos de espuma e em que dia são necessários ser entregues. Nesse sentido, foi desenvolvido, através do *software Power Query*, um mecanismo de tratamento de dados em que os planos de cliente são colocados numa pasta, e individualmente são transformados, sendo, por fim, agrupados no formato desejado. As *queries* estão programadas, pelo que a planeadora apenas trata de colocar os ficheiros de planeamento dos clientes na pasta dedicada e, ao abrir o ficheiro, atualizá-lo, através de um botão. A Figura 35 ilustra o processo de transformação de dados e o formato final a nível de encomendas de cliente.

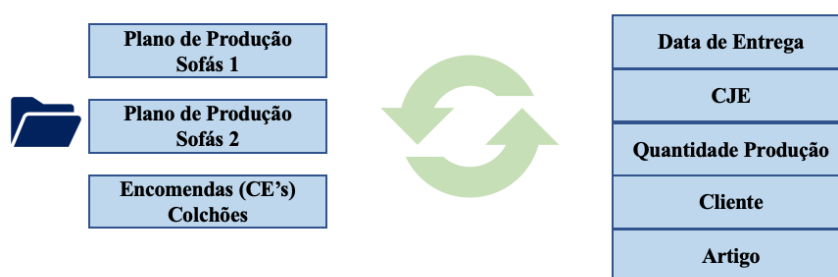


Figura 35 - Esquema representativo da “FerramentaPlanoClientes”

O ficheiro “Ferramenta PlanoClientes” tem os seguintes *outputs* (Anexo C), sendo que todos eles são despoletados através do botão de atualização das *queries*:

- **Página “Plano Clientes”**

Tabela ilustrada no esquema da figura 35. A partir das referências dos clientes cruza com uma base de dados interna que as converte em referências internas. Por um lado, no caso dos colchões, houve uma melhoria ao processo de encomenda que converteu-se em encomendas diárias (CE’s) já com a data de entrega e a referência da empresa X. Por outro lado, os dois clientes sofás continuam a enviar o seu plano de produção interno, pelo que é calculada a data de entrega da empresa X pela data de entrega do cliente menos a sua ocupação na linha. Ainda, os clientes (sofás) enviam o seu plano por linhas de produção havendo, inúmeras vezes, os mesmos conjuntos de espuma em diversas linhas, pelo que o *output* desta tabela é com os CJE’s já agrupados por data de entrega, cliente e referência.

- **Página “EP Produção”**

Através de uma base de dados interna, é feita a transição de CJE’s para EP’s. Existe um fator de incorporação associado, na medida em que o conjunto de espuma pode levar duas vezes o mesmo componente (no caso de um coxim por exemplo) ou apenas um, não havendo necessariamente uma regra associada, sendo que a informação encontra-se na base de dados. Associado o fator, calcula-se a quantidade de produção do EP. Consequentemente, através do número de blocos curtos associados à quantidade, conclui-se a quantidade de tempo necessário de corte e colagem, no caso de, obviamente, ser um componente colado. Tendo presente o lead time do componente,

infere-se uma data de produção ao mesmo, sendo que por defeito é sempre o dia de entrega menos um.

▪ Página “Supermercado Expedição”

Foi definido, em equipa, a criação de um supermercado de componentes apenas para colchões na expedição. Trata-se de componentes altamente recorrentes, pelo que se decidiu avançar com esta proposta. Os EP’s compõem 3 diferentes espumas: SF23150, SF25120 e SF25180. O número de conjuntos máximo da mesma referência em supermercado é 20, sendo que pelo fator de incorporação conclui-se o número de componentes referentes. Os componentes que são destinados a supermercado na expedição são automaticamente descartados do *output* da tabela “Plano Clientes”, na medida em que não serão necessários planejar – funcionarão através de *kanbans*.

O processo de conversão para conjuntos de espuma internos e, subsequentemente componentes está submetido à fiabilidade das bases de dados da empresa X. Foi um processo contínuo e demorado, sujeito a bastantes alterações, face o rigor dos dados da empresa. Alguns dos problemas foram inumerados no capítulo 3.5, sendo que as múltiplas referências com apenas um CJE associado foi colmatado com o agrupamento de conjuntos de espuma, e concomitantemente, foi reunida pela equipa, uma listagem de as referências que geram variados CJE’s e foi importado e feito o cruzamento no *Power Query*, de modo a não haver ausência de informação no resultado final. Adicionalmente, algumas espumas/máquinas de corte associadas aos componentes foram alterando-se ao longo do tempo, não sido feita a atualização da base de dados, pelo que está, de momento, a ser feito um seguimento empírico à medida que se planeia, alterando, sempre que seja o caso, os componentes a planejar.

Ferramenta Planeamento de Produção

Após atualização de dados no ficheiro “Ferramenta PlanoClientes”, é feita a transição de dados para outro ficheiro (“FerramentaPlaneamento”), através de uma macro em VBA. Este ficheiro foi criado de forma a agilizar o manuseamento, na medida em que a junção dos dois resultaria num ficheiro pesado com bastante informação, pelo que se tornaria lento e confuso.

À semelhança do ficheiro acima explicado, a informação presente neste resulta também bastante do tratamento em *Power Query*, pelo que é necessário atualizar as *queries*. Abaixo, a Figura 36 ilustra as funcionalidades desta ferramenta.

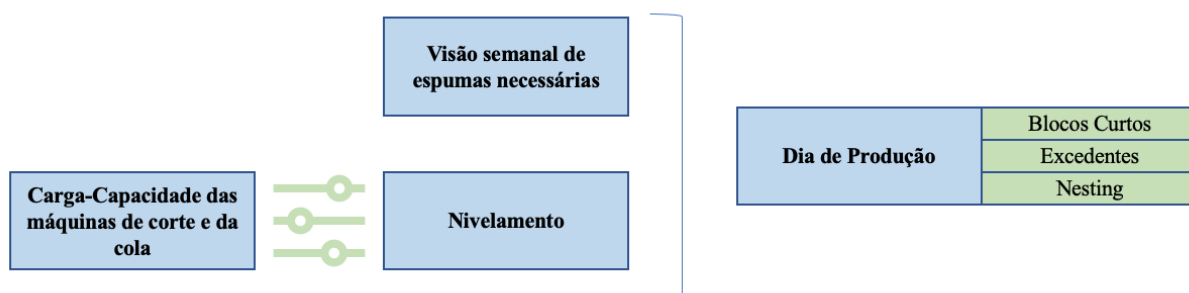


Figura 36 - Esquema representativo da "FerramentaPlaneamento"

O ficheiro “Ferramenta Planeamento” tem os seguintes *outputs* (Anexo D):

- **Página “EPCopiado”**

Resulta da cópia de tabela “EPProdução” do ficheiro “Ferramenta PlanoClientes”. Outra razão de se passar a mesma informação para um novo ficheiro, para além da referida acima, é a opção de mudança de datas de produção caso desejado. Trata-se de nivelamento de produção, desenvolvido em VBA, que permite alocar EP’s a diferentes dias de produção, no caso de a carga capacidade estar superior a 100% em alguma das máquinas (EP, data inicialmente proposta, data de produção desejada).

O ficheiro acima descrito, ao atualizar os dados, volta a receber a informação dos planos presentes na pasta, ao contrário de uma tabela copiada, onde se pode mudar a origem à vontade, na medida em que a informação para à frente está a ser alimentada por essa tabela copiada. Após a informação estar copiada, atualiza-se as *queries* para atualizar as seguintes tabelas.

- **Página “TemposEP”**

Tabela similar à anterior, sendo que esta inclui as máquinas de corte. Cada componente tem atribuída um equipamento de corte como o ideal, sendo que existe a possibilidade do componente ser alocado a outras máquinas, consoante as propriedades do componente. A tabela possui 3 colunas dedicadas a máquinas de corte – a “Máquina Corte” está formatada, após atualização, a cor verde, sendo que a “Máquina 1” e “Máquina 2” são alternativas à ideal. A coluna formatada a verde pelo utilizador (por defeito, assume a mais à direita) é aquela que é contemplada no Carga-Capacidade. Os pressupostos para máquinas alternativas são os seguintes:

- Geralmente, a HE e C56 cortam o mesmo tipo de componentes, sendo que, efetivamente, a velocidade pode diferir
- O Carrossel (K) e a VS são similares no que diz respeito ao tipo de componentes que cortam
- Tudo o que não tem molde (desenho específico, que obrigue a um corte mais personalizado), não esteja alocado ao Carrossel (K) e cuja quantidade de produção seja menor que 0.4 de bloco curto é corte manual (CM)
- Tudo o que é subconjunto (EP com um “S” na sua nomenclatura) – EP que possui diferentes EP’s na sua composição – é diretamente alocado para a VS. Esta restrição sobrepõe as anteriormente descritas

Indubitavelmente, existe a possibilidade de haver componentes que não estejam contemplados nestas restrições (aquelas que estão programadas no ficheiro), pelo que a planeadora tem de validar a realocação dos componentes a diferentes máquinas que aquela inicialmente proposta.

- **Página “CargaCapacidade”**

Página visual que acumula o tempo de corte por dia de produção e máquina de corte. De seguida, a Tabela 7 contempla a informação das máquinas de corte para conceber o carga capacidade. A cola, tanto automática como manual, está incluída. Na Figura 37, segue um exemplo de o carga-capacidade do dia 18/02/2022.

<i>Máquina</i>	<i>Número de máquinas</i>	<i>Turnos</i>
HE	3	2.33
VS	1	2
C56	5	3
CM	1	2
K	2	2
COLA AUTOMÁTICA	2	2
COLA MANUAL	3	2
K+P	1	2

Tabela 7 - Máquinas de corte, turnos de funcionamento e número de equipamentos

Data de Produção	Máquina	N° Máquinas	N° Turnos	%Ocupação
18/02/2022	HE	3	2,33	83%
18/02/2022	VS	1	2	21%
18/02/2022	CM	1	2	1%
18/02/2022	C56	5	3	34%
18/02/2022	K	2	2	65%
18/02/2022	COLA_MANUAL	3	1	66%
18/02/2022	COLA_AUTOMATICA	2	2	106%
18/02/2022	K+P	1	2	63%

Figura 37 - Carga-Capacidade das máquinas no dia 18/02/2022

▪ Página “Espumas”

Trata-se de uma página informativa que lista as espumas necessárias, consoante a visão futura das necessidades dos clientes, por semana. Apesar de a produção, necessitar de a informação com mais antecedência, serve como confirmação da matéria-prima comprada e da espuma em produção.

▪ Página “DiaProdução”

Visão dos componentes a produzir por dia. Contempla informação como a necessidade futura, consoante a visão (em dias) desejada – serve de auxílio à decisão (puxar bloco de espuma inteiro ou usar aparas). Adicionalmente, existe uma coluna dedicada ao tipo de componente em causa, isto é, existe uma matriz ABC/XYZ, suportada pela faturação do ano 2021, cuja informação é buscada e registada nesta tabela, de forma a informar a planeadora do tipo de componente em questão. Por fim, as medidas do componente e do bloco são apresentados em cada linha, para uma questão de *nesting*, que será explicado em pormenor de seguida.

▪ Página “DiaProduçãoAtual”

Copia-se a informação correspondente à data de produção a planear. Volta-se a atualizar as *queries*, pelo que a informação da quantidade a produzir é automaticamente descontada pelos excedentes que havia em *stock* (baseado num ficheiro da planeadora que tem de ser atualizado todos os dias para manter a fiabilidade da ferramenta). Posto isto, carrega-se num botão, correspondente a um mecanismo desenvolvido em VBA, que automaticamente, decompõe os blocos curtos: numa linha BC inteiros, e adiciona uma com a parte restante – a Figura 38 ilustra um exemplo do *output* proveniente desta decomposição – atualizando a informação restante da tabela. Este mecanismo auxilia na tomada de decisão, na medida em que quando se tratam de blocos inteiros a decisão é relativamente simples: puxar bloco curto ou puxar bloco de ABC, caso exista. O processo de decisão complica quando se tratam de quantidades não inteiras.



Componente	Quantidade BC
EP X	2.34
EP Y	0.16
EP Z	13.60

Componente	Quantidade BC
EP X	2.00
EP X	0.34
EP Y	0.16
EP Z	13.00
EP Z	13.60

Figura 38 - Mecanismo de inserção de linhas com bloco curto restante

Por fim, a parte manual do planeamento é feita em 5 distintas colunas: Conclusão, De ABC, Bloco Comprimento (ABC), Bloco Largura (ABC), Para ABC. A tomada de decisão é feita da seguinte forma:

1. **BC** – Tudo o que é registado com um número significa que é a quantidade de blocos curtos de espuma a puxar para o respetivo componente. Se presente na “Conclusão” ou “Para ABC” é espuma a advir de bloco longo, com finalidades diferentes: para corte ou para stock, respetivamente. Enquanto se o número for na coluna “De ABC” diz respeito a blocos provenientes do armazém, daí as medidas do mesmo. A planeadora toma a decisão em paralelo com o ficheiro do *stock* de ABC. Tudo o que é quantidade referente a mais de 0.8 BC, em princípio, é cortado a partir de bloco curto, invalidando os casos em que se tratam de artigos CZ por exemplo, em que o volume e frequência é tão reduzida, que não justifica o corte de bloco.
2. **Aparas** – Tudo o que é quantidades pequenas, na medida em que não existe seguimento de aparas, apesar de serem geradas num registo diário, é passível de ser cortado por aparas. No caso de EP’s com pouca frequência (C), não faz sentido puxar bloco curto, pois ficará em *stock* demasiado tempo, perturbando o fluxo de produção, pelo que faz justifica-se alocar aparas a este componente.
3. **Nesting** – Define-se como a alocação de um bloco de curto para mais que um componente, daí a importância das medidas dos componentes e dos blocos. É registado com um N seguido com um número de forma a ser claro o agrupamento de componentes por bloco (Ex: N1, N2, ...).

Ferramenta Visualização

Esta ferramenta (Anexo E) importa a tabela “DiaProduçãoAtual” através do *Power Query* com as decisões já feitas – agrupa componentes no caso da decisão ser a mesma (no caso do inteiro e restante serem ambos para BC).

O *output* deste ficheiro são três tabelas: uma de corte, uma da T8 e outra de excedentes, ambas auxiliares para consequente mecanismo de gerar planos. Adicionalmente, existe uma página onde existem 4 diferentes botões que vão gerar os planos ilustrados na Figura 39. A informação presente nos planos encontra-se descrita na tabela 9, abaixo representada.



Figura 39 - Página da "FerramentaVisualização" onde se geram os planos

<i>Planos</i>	<i>Outputs</i>	<i>Mecanismos de gestão</i>
Plano de Corte	Plano, Espuma, EP, Designação CJE, Corte, Largura e Comprimento de bloco e peça (assim como a altura), Máquina, Quantidade Peças Necessárias e de Corte, Origem, Comprimentos mínimos e máximos	Carga-Capacidade a ser atualizado em tempo real no momento de paragem
Plano da T8	Plano, Espuma, EP, Corte p/frente, Para Stock, De ABC, Dimensões Blocos, Máquina, Quantidade Peças, Metros Bloco, Sequência e T8	Consumo de espuma a ser atualizado em tempo real
Plano Excedentes	Plano, Espuma, EP, Excedentes a ir buscar, Excedentes Atuais	

Tabela 8 - Planos gerados pela ferramenta

O sistema de impressão de folhas para o corte estava programado por ordens de produção, pelo que o agrupamento de componentes invalidava o mecanismo descrito acima na empresa X. No sentido de viabilizar a ferramenta desenvolvida, e de encontro ao objetivo de informatização do fluxo de informação, surgiu a necessidade de analisar uma alternativa digital, face às folhas usadas à data, com o intuito de tornar o processo mais eficiente.

4.3.2 Fluxo de informação

Após o delineamento e estruturação da ferramenta de planeamento, era crítica a passagem da informação de uma forma eficiente para as duas máquinas T8 e para os respetivos centros de corte assim como desmoldagem.

No passado, existia iPads nas máquinas T8, e de momento, computadores em alguns centros de corte, não se encontrando em funcionamento, devido à presença das folhas de corte. A nível de material informático necessário à implementação de uma alternativa digital já existia um bom avanço, pelo que restava a criação de uma aplicação que substituísse as folhas, e servisse de volante ao planeamento. Foram debatidas algumas soluções informáticas para o desenho da aplicação de registo de corte e qualidade, sendo que se acabou por definir o *Power Apps* como solução definitiva.

Registo T8

A informação a conter na aplicação é alimentada pelo plano diário lançado pela planeadora para a T8, sendo que a mesma aloca, manualmente, ao equipamento 1 e 2 fazendo a distinção entre clientes. A necessidade de uma aplicação simples, visual e intuitiva esteve sempre em primeiro plano, pelo que o colaborador apenas necessita de registar os blocos que corta para a frente e aqueles que aloca a ABC, na linha indicada por espuma e EP. Resta-lhe ainda colocar o lote da espuma em questão. Em seguida, a Figura 40 e 41 representa a interface da aplicação de registo, filtrada por plano, espuma e equipamento, e a aplicação em curso num dos equipamentos.

REGISTO T8									
PLANO T8	BL Trans.	BL	Plano	09_02	Espuma	SF25180.2000.1240 VD	Centro Trabalho		
09_02 Espuma SF25180.2000.1240 VD	EP EP031574	Larg. 2000 Comp. 1880	Máq HE Mts 5.64	Corte 3	Stock			L:	
								L:	
								L:	
09_02 Espuma SF25180.2000.1240 VD	EP EP031499	Larg. 1880 Comp. 1380	Máq K Mts 4.14	Corte 3	Stock			L:	
								L:	
								L:	
09_02 Espuma SF25180.2000.1240 VD	EP EP031571	Larg. 2000 Comp. 1245	Máq HE Mts 3.735	Corte 3	Stock			L:	
								L:	
								L:	
09_02 Espuma SF25180.2000.1240 VD	EP EP031575	Larg. 2000 Comp. 1980	Máq HE Mts 5.94	Corte 3	Stock			L:	
								L:	
								L:	
09_02 Espuma SF25180.2000.1240 VD	EP EP031478	Larg. 1980 Comp. 1580	Máq K Mts 9.48	Corte 6	Stock			L:	
								L:	
								L:	

Figura 41 - Registo a ser feito nas T8



Figura 40 - Aplicação em curso no equipamento 1

A primeira implementação incluía apenas a informação representada acima. Foi então reportado, por parte dos colaboradores, a ausência do registo de informação para os blocos de transição, que se tratava de mudanças de medidas, que careciam de qualidade para constituir bloco curto inteiro, mas que tinham aplicabilidade para corte de componentes em reduzidas quantidades. Adicionalmente, foi incluído um separador de registo de blocos longos, para que houvesse um seguimento da quantidade de espuma a ser puxada. A Figura 42 e 43 vão de encontro com o referido.

REGISTO T8									
BLOCOS TRANSIÇÃO									
Espuma	Lote	EP	Máquina	Largura (mm)	Comprimento (mm)	Stock	Corte	Observação	
			HE						
Espuma	Lote	Criado	Largura	Comp	Corte	Stock	Máquina	C.Trab	Observação
23150	388	07/02/2022 18:39	1900	1250			HE		Fim do bloco para a VS
23150	384	01/02/2022 20:37	1940	2040	2		HE	1	ERGOST - VS
25120CZ	0458	31/01/2022 13:33	2055	1380	1	1	K	1	
23150	0075	31/01/2022 11:41	2055	1010	2		HE	1	Ergost - Expedição Novaqui
20120	0427	31/01/2022 07:40	1950	1060			HE	1	VS
20120	0427	31/01/2022 07:37	1950	2000	1		HE		VS
25150Czem	0272	25/01/2022 13:37	920	2040	3		HE	1	
25150Czem	0004	25/01/2022 13:37	920	2040	3		HE	1	1º Bloco da Produção

Figura 42 - Separador de registo de blocos de transição

REGISTO T8									
BLOCOS LONGOS									
Espuma	Lote	Comprimento Bloco (mm)	Comprimento Utilizado (mm)	Largura (mm)	Observações				
Espuma	Lote	Criado	Comp. Bloco	Comp. Utilizado	C.Trab	Observação			
23150	476	15/02/2022 13:32	30000	30000	2				313
23150	476	15/02/2022 09:43	30000	30000	1				312
25150	545	15/02/2022 08:39	30000	30000	2				311
25120	725	15/02/2022 06:56	30000	30000	2				310
20120	584	15/02/2022 06:33	30000	30000	1				309
25180	548	14/02/2022 13:45	30000	30000	2				308
28150CZE	395	14/02/2022 13:29	30000	30000	1				307
25120CZ	672	14/02/2022 13:29	30000	30000	1				306

Figura 43 - Separador de registo de blocos longos

Registo Corte e Desmoldagem

À semelhança da aplicação desenvolvida para a T8, foi estruturada de forma a viabilizar os registos por parte dos centros de trabalho de corte e desmoldagem, sem comprometer perdas de informação. O plano de corte ao ser lançado alimenta a aplicação desenvolvida, e cada centro de trabalho filtra a sua informação por máquina de corte e centro de trabalho (HE1, HE2, HE3). A informação presente, representada na Figura 45, contempla o componente a ser cortado, o número de peças cortadas e em falta, excedentes gerados e origem da espuma (proveniente de BC ou apara). Na Figura 44, segue um exemplo de a aplicação em uso na máquina HE2.

		CORTE				PLANO	CORTE ADIC.	DESM.	Margem	Plano 64	Componente	Centro Trabalho
TR	EP	EP032804	Bloco	Larg.	Comp.	BC Cortar	Inserido	17	Adicionar	Nº peças	B	
	Esquma	5F28150.2000.1200 C2M	Comp.	Larg.	1980	1580	# Peças	-297 em 1/8"10	297	Loque	A	
TR	EP	EP032804	Bloco	Larg.	Comp.	BC Cortar	Inserido	17	Adicionar	Nº peças	B	
	Esquma	5F28150.2000.1200 C7M	Comp.	Larg.	1980	1580	# Peças	-297 em 1/8"10	297	Loque	A	
TR	EP	EP032804	Bloco	Larg.	Comp.	BC Cortar	Inserido	17	Adicionar	Nº peças	B	
	Esquma	5F28150.2000.1200 C2M	Comp.	Larg.	1980	1580	# Peças	-297 em 1/8"10	297	Loque	A	
TR	EP	EP041098	Bloco	Larg.	Comp.	BC Cortar	Inserido	1	Adicionar	Nº peças	B	
	Esquma	5F25150.1000.1200	Comp.	Larg.	1880	1380	# Peças	-150	150	Loque	A	

Figura 45 - Registo de corte na aplicação desenvolvida



Figura 44 - Aplicação de corte em curso na HE2

Existe a probabilidade de, por algum tipo de urgência ou avaria de um equipamento em específico, ser necessário o corte de componentes adicionais ao plano presente, posto que existe um separador dedicado a esse tema. Este separador contempla espaços em brancos com a informação de corte para serem preenchidos e serem adicionados ao plano, pelo que um componente cortado não carece da ausência de subsequente registo. Consequentemente, não há perda de informação do material em curso.

Ainda, todos os componentes cortados são alocados ao respetivo centro de desmoldagem, pelo que se integrou estes dois setores na mesma aplicação. Após corte, a desmoldagem recebe a informação das peças cortadas e valida as suas medidas, conferindo qualidade ou defeito ao produto e respetivas peças. Por fim, adiciona o componente para motivos de seguimento diário e temporal do produto. A Figura 46 demonstra o separador de registo da desmoldagem.

CORTE			PLANO	CORTE ADIC.	DESM.	Máquina			Operador
	Espuma	VF50060.2000.600 AM	Lote	Comprimento	↕	Largura	Altura		
64	EP	EP032770	# Peças	256	BC	Qtd Conf.	Qtd Não Conf.	Eliminar	Adicionar
	Espuma	SF38100.2000.1200 AZ	Lote	Comprimento	Largura	Altura			
65	EP	EP032804	# Peças	882		882	0	Eliminar	Adicionar
	Espuma	SF28150.2000.1200 CZEM	Lote	1980	1580	60			14/02/2022 09:30
69	EP	1010E06	# Peças	10	AP	Qtd Conf.	Qtd Não Conf.	Eliminar	Adicionar
	Espuma	SF20120.2000.1200	Lote	Comprimento	Largura	Altura			
69	EP	593E10	# Peças	10	AP	Qtd Conf.	Qtd Não Conf.	Eliminar	Adicionar
	Espuma	SF20120.2000.1200	Lote	Comprimento	Largura	Altura			
69	EP	U - 1133E02;E04;E 75;E79	# Peças	10	AP	Qtd Conf.	Qtd Não Conf.	Eliminar	Adicionar
	Espuma	SF20120.2000.1200	Lote	Comprimento	Largura	Altura			

Figura 46 - Registo da desmolagem na aplicação desenvolvida

Os círculos presentes nas linhas dos componentes validam a conformidade do produto, em questões de medidas, consoante a cor presenciada. Verde no caso de conforme, e vermelho no caso de não-conforme, pelo que se anula a passagem de produtos com comprimento e/ou larguras erradas.

5 Conclusões e perspectivas de trabalho futuro

5.1 Discussão de resultados

O trabalho desenvolvido na empresa X foi direcionado com base em objetivos claros, que congregavam numa melhoria de eficiência de fluxo através de uma gestão do planeamento de produção. Desde início, foi claro que a organização carecia de uma maturidade produtiva, que ia além do planeamento, pelo que, apesar de ser o cerne da questão, era necessário envolver a equipa em outros temas, para efetivamente lograr no foco principal: melhoria da eficiência de fluxo. Neste capítulo, será discutido e concluído os resultados obtidos em cada área de atuação do projeto base desta dissertação.

A gestão e o controlo de dados, para além da instantânea consciencialização das equipas, possibilita a medição de indicadores com o intuito de melhorá-los. O valor acrescido inerente à visualização de dados em tempo real foi corroborado pela equipa desde o momento de implementação. Através deles, pôde-se concluir o defeito mais recorrente em reclamações, e consequentemente, incidir sobre ele. Esta disponibilidade de dados associado com o desenvolvimento da aplicação para a desmoldagem conferiu uma redução drástica no que diz respeito a número e massa total de reclamações. O *dashboard* foi desenvolvido em Novembro, e consolidado e entregue em Dezembro. A aplicação na desmoldagem apenas foi implementada em Janeiro, pelo que os dados presentes na Figura 47 refletem isso mesmo. O valor de fevereiro inclui apenas 8 dias, logo não é diretamente comparativo com os outros meses. A Tabela 9 apresenta, em Fevereiro, a ponderação de valores de 8 para 30 dias (mantendo a semelhança com os outros meses), a nível de número de ocorrências, massa total e poupança económica (€).

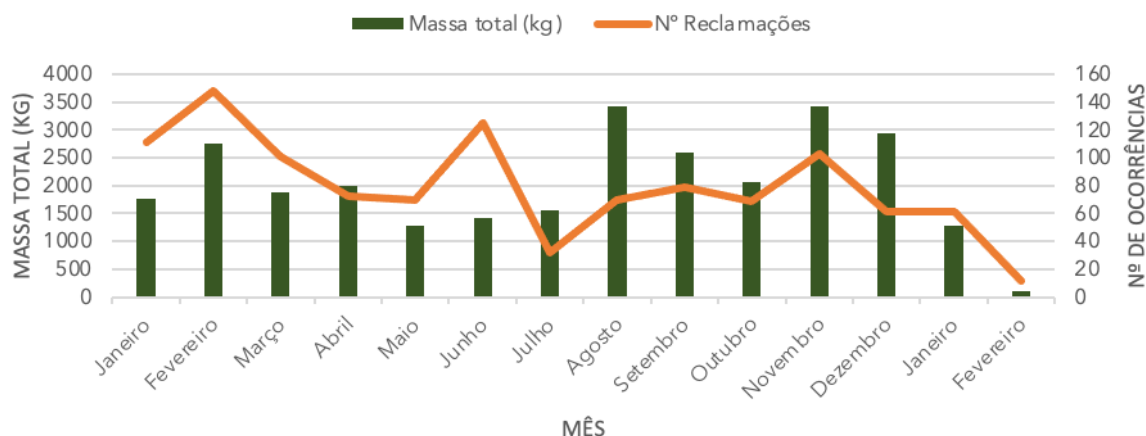


Figura 47 - Reclamações devido a medidas erradas

	<i>Média ocorrências</i>	<i>Massa Média (kg)</i>	<i>Custo médio (€)</i>
2021	82	2258	6398
2022	53	862	2442

Tabela 9 - Redução do número de reclamações e ganhos associados

O custo total, em euros, no ano 2021 foi de 76767 € por reclamações a nível de medidas erradas. Definindo o custo como apenas proveniente da massa de espuma (*ceteris paribus*), a redução de 62% desta variável implica uma igual redução no valor económico associado a reclamações deste tipo. Conclui-se, dessa forma, uma redução média mensal de 3956€ e de 29 ocorrências (Tabela 9).

Para além de a poupança direta proveniente da redução de reclamações, existem outros benefícios inerentes a esta redução. Um deles, e no âmbito do projeto, é a redução de mudanças no plano relativas à reposição de material por reclamação.

Adicionalmente, o tempo investido nas sessões de planeamento e o desenvolvimento da ferramenta contribuíram para um ascendente neste tema. O valor de cumprimento de plano medido em Novembro e Dezembro coincidia com 59%, sendo que, após três semanas de implementação – o uso da ferramenta foi inicializado no final de Janeiro – este valor encontra-se nos 75%. A visão futura é de ultrapassar os 90%, mas o facto de estar ainda numa fase de adaptação e corretiva – numa fase inicial foi necessário planear produções diárias misturadas de forma a corrigir o método anterior – foi apenas possível aumentar 16% relativamente ao valor inicial.

O cliente principal da Empresa X é o dos colchões: consome cerca de 70% da espuma produzida diariamente. Nesse sentido, é possível relacionar diretamente melhorias do cliente a nível de paragens por falta de espuma com o aumento da percentagem de cumprimento de plano. Em seguida, a Figura 48 e 49, representam as durações totais e médias, respetivamente, no cliente colchões.

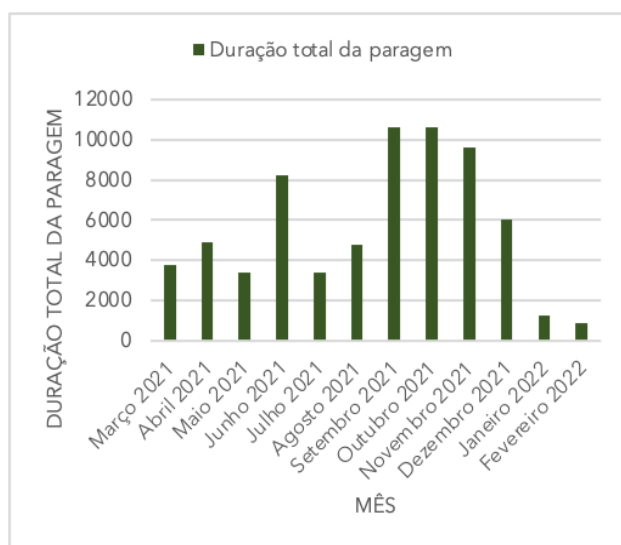


Figura 48 - Duração de paragens por falta de espuma no cliente colchões

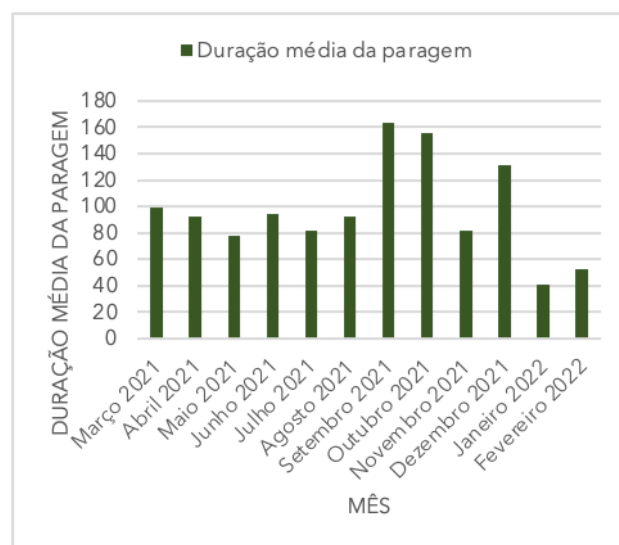


Figura 49 – Duração média de paragens por falta de espuma no cliente colchões

É clara a redução de tempo de espera total por falta de espuma (Figura 48), pelo que o aumento do cumprimento do plano está, efetivamente, a providenciar resultados. O decréscimo de 6000 minutos de paragens em Dezembro para 1200 em Janeiro, e para 850 em Fevereiro – apenas 3 semanas de dados no mês atual, sendo que é válido, por meio de interpolação, definir um valor similar a Janeiro. Posto isto, significa um incremento na disponibilidade de 4800 minutos. Com um tempo de ciclo na montagem (processo do cliente, e por pertencer ao mesmo grupo, existe este tipo de informação) de aproximadamente 1 min, em média, traduz-se num aumento de *output* por mês em 4800 colchões. Pelo facto do único fornecedor de espuma do cliente ser a empresa X, este valor transparece, na íntegra, o incremento de vendas em colchões. Este tipo de produto é vendido a um preço médio de 21.6€ na empresa X, refletindo, dessa forma, um acréscimo na faturação, por mês, de 103680€. É importante realçar que, apesar de se tratar de o principal cliente, existem ainda outros 30% de volume de vendas associado a outros, posto que a adição na faturação será superior ao valor expresso aqui.

A Figura 49 (duração média) reflete uma redução não tão acentuada comparativamente às durações totais de paragem por falta de espuma, sugerindo que, apesar do indicador de cumprimento do plano ter aumentado, a reação da empresa X à falha no sequenciamento não é, todavia, a mais correta.

No caso da empresa X, o aumento do cumprimento do plano coincide com a diminuição de *lead times* de conjuntos, na medida em que por ser um processo de transformação feito entre 1 a 3 dias, o incremento na taxa de entrega a tempo pressupõe maior agilidade do processo. Complementarmente, o uso de aparas e a decisão ponderada do que vai para stock, possibilita a desobstrução do espaço de produção, contribuindo para uma maior eficiência de fluxo. Concomitantemente, a minimização de WIP, que advém de um planeamento de espuma ponderado, reduz tempos de procura e de manuseamento de material, por não se encontrar tudo amontoado, o que contribui, também, para *lead times* de conjuntos de espuma inferiores.

Por último, a informatização do processo de planeamento, através das aplicações na T8, corte e desmoldagem refletiram os benefícios acima representados. Resultou na eliminação de uma quantidade excessiva de impressões por dia, o que reduz o risco, uma vez que o papel possui tendência para o erro. Adicionalmente, apesar de o tempo de formação e adaptação, contribuiu também para uma vida facilitada aos operadores, na medida em que normalizou o processo de trabalho e de informação. E por fim, disponibilizou informação real e *on-time* de onde se situam os componentes, tornando o processo de transformação bastante mais facilitado.

5.2 Visão futura

A fase do projeto descrita na presente dissertação descreve o início da implementação de um processo de planeamento que possibilite um dimensionamento e um seguimento controlado do produto. Trata-se do desenvolvimento de uma cultura de melhoria contínua, não existente à data na empresa X, que permita alavancar o potencial que esta organização possui. Nesse sentido, foram desenvolvidas ferramentas de gestão que permitam sustentar a competitividade da empresa a médio prazo, sendo que o propósito, a 5 anos, é a implementação de um MES (*Manufacturing Execution System*). Este sistema permitirá uma integração automática total de todo o processo, e um seguimento pormenorizado do produto, desde a matéria-prima até transformado, que de certa forma, é uma versão mais completa de o que foi desenvolvido pelo KICG à data.

Embora a visão a longo prazo seja um MES, existe, ainda, melhorias a ser feitas num futuro mais próximo. A inicializar este mês, o KICG desenvolverá uma ferramenta de sequenciamento, que permita gerir a ordem ideal com que a T8 puxa os blocos longos, assim

como a sequência de corte de blocos curtos, de forma a minimizar o *lead time* do conjunto. Esta ferramenta complementar à desenvolvida à data, e contribuirá para evidenciar os resultados acima apresentados. Complementarmente, contribuirá para uma melhor reação à falha no plano, tornando o indicador na Figura 49 mais reduzido.

Em segundo lugar, as aplicações informativas desenvolvidas encontram-se numa fase embrionária de implementação, pelo que se espera atualizações que permitam um fluxo de comunicação ainda mais ajustado e eficiente, de acordo com os interesses dos colaboradores.

Em último lugar, seria vantajoso a implementação de *workshops* de *standard work* na operação do corte e na de colagem. O corte, apesar de um processo bastante mecânico, carece de normalização no que diz respeito às velocidades de corte, pelo que seria interessante estudar o processo mais em pormenor, sendo este o *bottleneck* – ponto do processo com menor capacidade – da empresa X. No caso da colagem, por ser altamente variável, e por se tratar de um processo, tanto mecânico como manual, seria interessante normalizá-lo, de forma a torná-lo o mais eficiente possível.

Referências

- Agustiady, Tina Kanti, and Elizabeth A Cudney. 2016. *Total Productive Maintenance Strategies and Implementation Guide*. <https://b-ok.org/book/2572244/84bbac>.
- Andrés-López, E., I. González-Requena, and A. Sanz-Lobera. 2015. "Lean Service: Reassessment of Lean Manufacturing for Service Activities." *Procedia Engineering* 132: 23–30. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.12.463>.
- 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. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(98\)00094-2](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(98)00094-2).
- Chan, F. T.S., H. C.W. Lau, R. W.L. Ip, H. K. Chan, and S. Kong. 2005. "Implementation of Total Productive Maintenance: A Case Study." *International Journal of Production Economics* 95 (1): 71–94. <https://doi.org/10.1016/J.IJPE.2003.10.021>.
- Chapman, Stephen N. 2006. *The Fundamentals of Production Planning and Control*.
- Coimbra, Euclides A. 2013. *Kaizen in Logistics & Supply Chains*. Mc Graw Hill Education. ——. 2017. *Kaizen: Uma Estratégia de Melhoria, Crescimento e Rentabilidade*.
- "Competências | Kaizen Institute." n.d. Accessed February 20, 2022. <https://pt.kaizen.com/competencias>.
- Guo, Lin, Suhao Chen, Janet K. Allen, and Farrokh Mistree. 2021. "A Framework for Designing the Customer-Order Decoupling Point to Facilitate Mass Customization." *Journal of Mechanical Design, Transactions of the ASME* 143 (2). <https://doi.org/10.1115/1.4047684>.
- Hirano, Hiroyuki. 2009. *JIT Implementation Manual Vol2: JIT Manufacturing - WASTE AND THE 5S's*.
- Hunter, Steve L. 2006. "Lean Production Design: Parallel Pull Flow." *International Journal of Industrial Engineering : Theory Applications and Practice* 13 (3): 254–59.
- Imai, Masaaki. 1997. *Gemba Kaizen: A Commonsense Approach to a Continuous Improvement Strategy*. Library Journal. Vol. 122.
- "Kaizen Blog - Total Service Management (TSM)." n.d. Accessed February 20, 2022. [https://in.kaizen.com/blog/post/2015/03/27/total-service-management-\(tsm\)](https://in.kaizen.com/blog/post/2015/03/27/total-service-management-(tsm)).
- Ohno, Taiichi, and Norman Bodek. 2019. *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. <https://doi.org/10.4324/9780429273018>.
- Richard Chase, Robert Jacobs. 2018. *Operations and Supply Chain Management*.
- Samson, Danny, and Mile Terziovski. 1999. "The Relationship between Total Quality Management Practices and Operational Performance." *Journal of Operations Management* 17 (4): 393–409. [https://doi.org/10.1016/S0272-6963\(98\)00046-1](https://doi.org/10.1016/S0272-6963(98)00046-1).
- Smalley, Art. 2009. *Creating Level Pull*. Lean Enterprise Institute.
- Venkatesh, K., M. C. Zhou, M. Kaighobadi, and R. Caudill. 1996. "A Petri Net Approach to Investigating Push and Pull Paradigms in Flexible Factory Automated Systems."

International Journal of Production Research 34 (3).
<https://doi.org/10.1080/00207549608904922>.

Womack, James P., Daniel T. Jones, and Daniel Roos. 1990. "The Machine That Changed the World. Macmillan Publishing Company.," 323.

Yao, Yushi, and Yang Xu. 2018. "Dynamic Decision Making in Mass Customization." *Computers and Industrial Engineering* 120 (April): 129–36.
<https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.04.025>.

ANEXO A: Mapeamento do processo produtivo

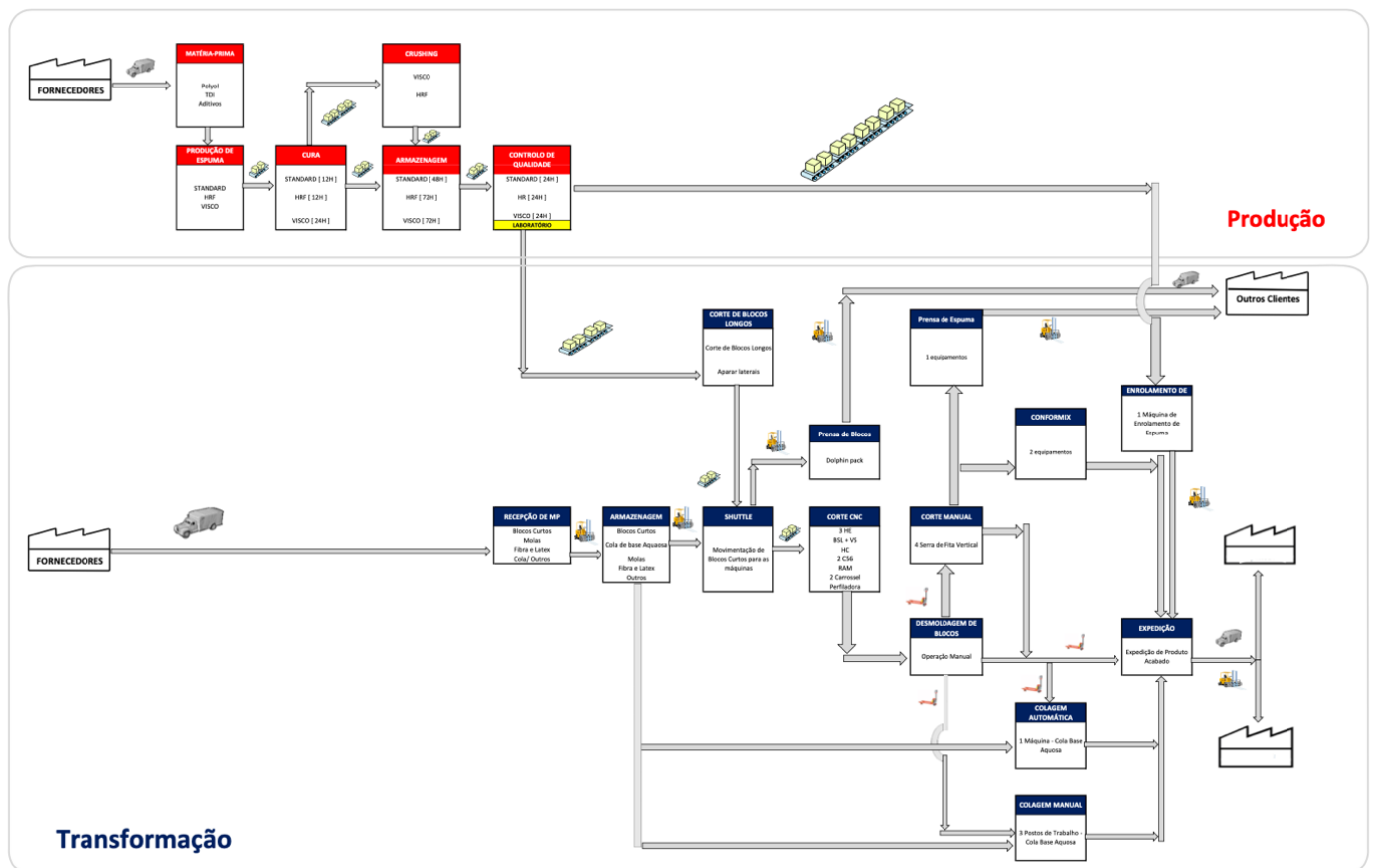
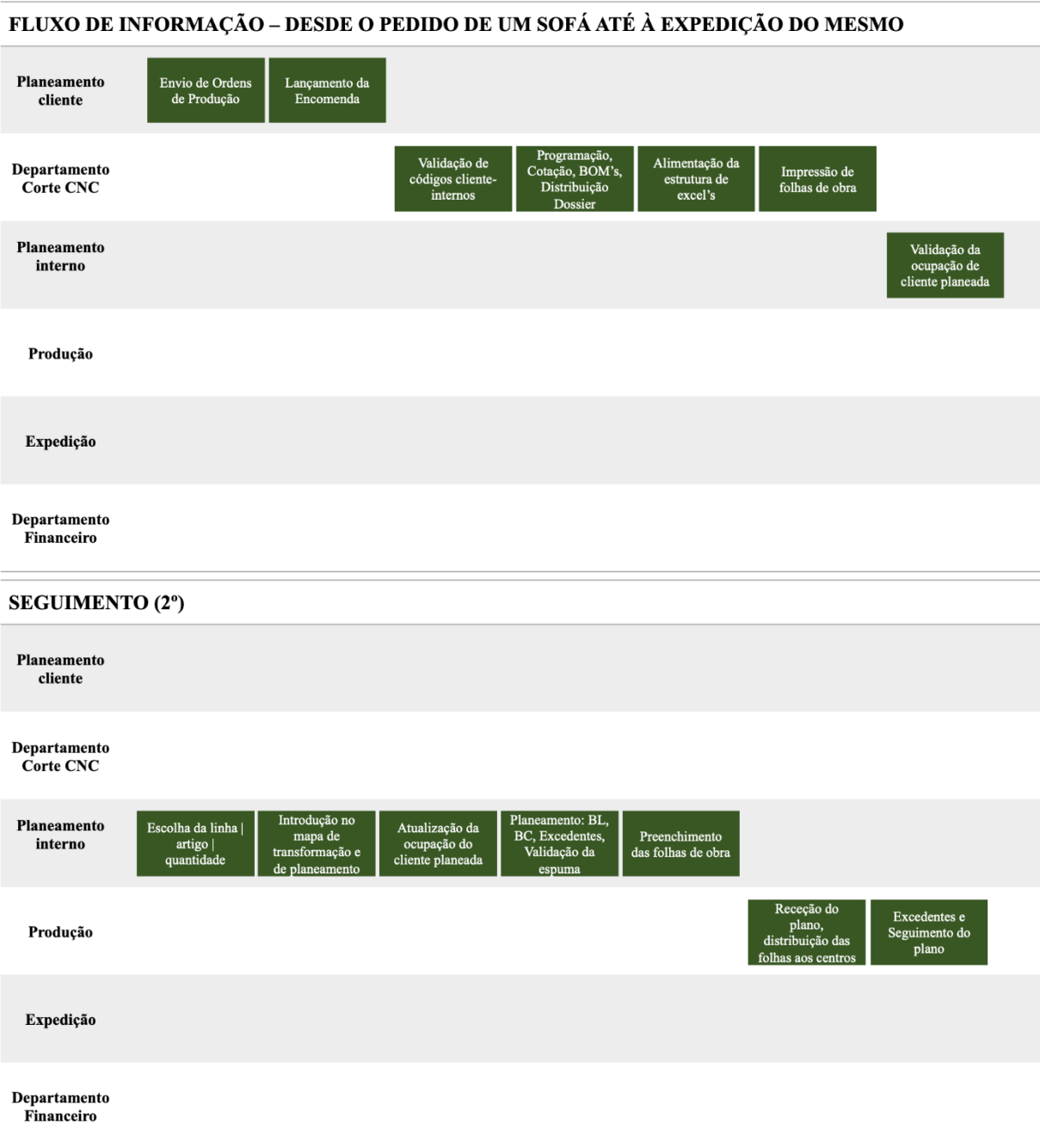


Figura A. 1 - Mapeamento do processo produtivo da Empresa X

ANEXO B: Gráfico Swimlane representativo do fluxo de informação na empresa X

Anexo B.1 - Fluxo de informação no caso do cliente ser sofás



SEGUIMENTO (3º)

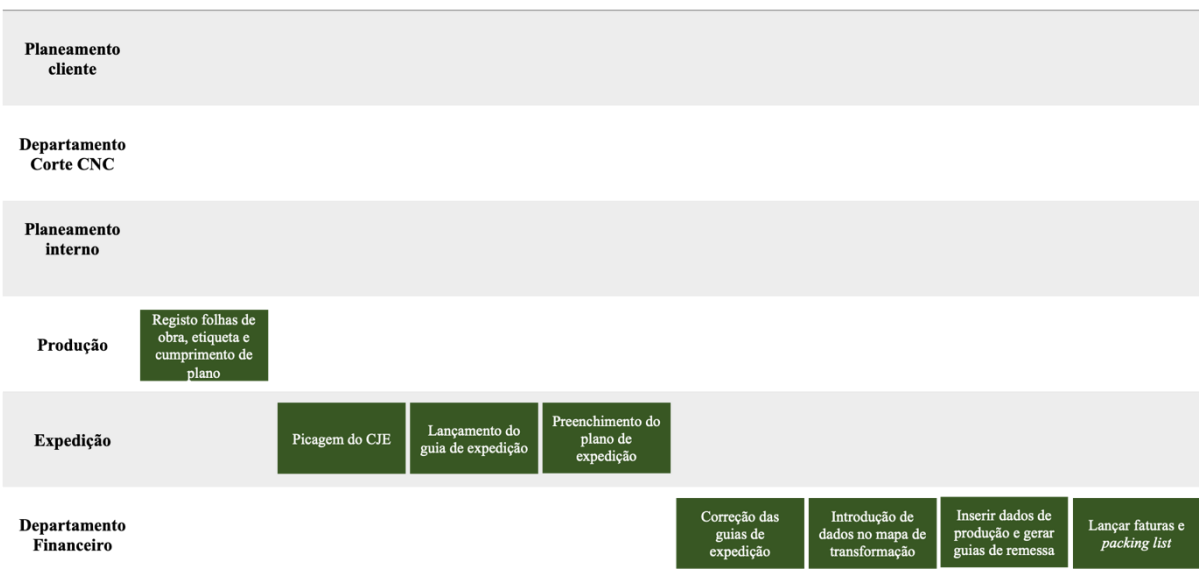
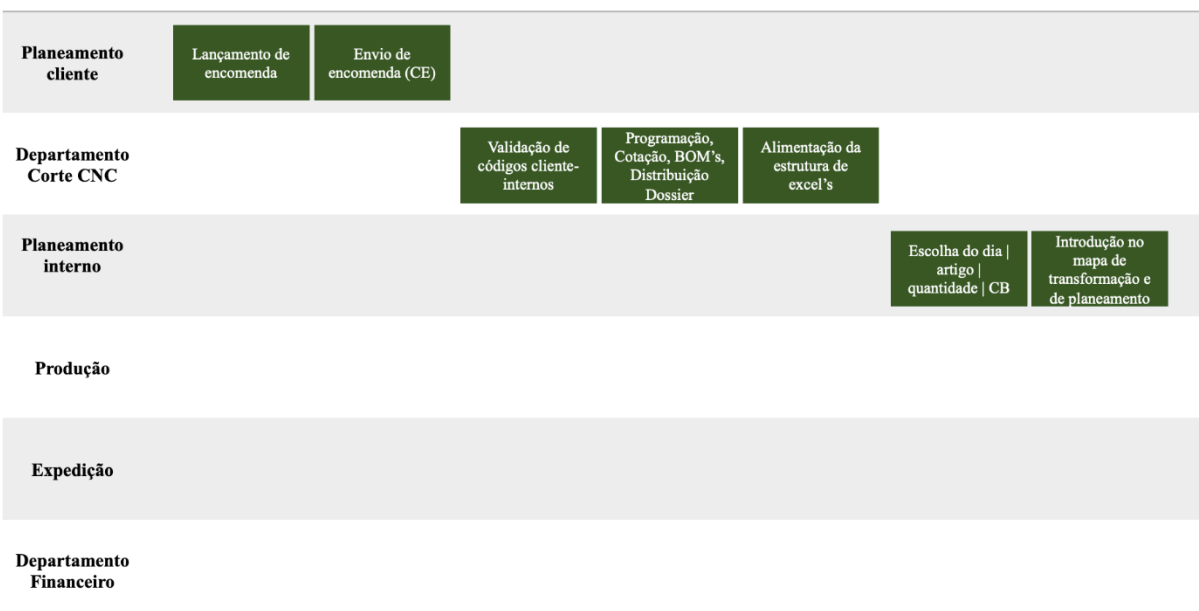


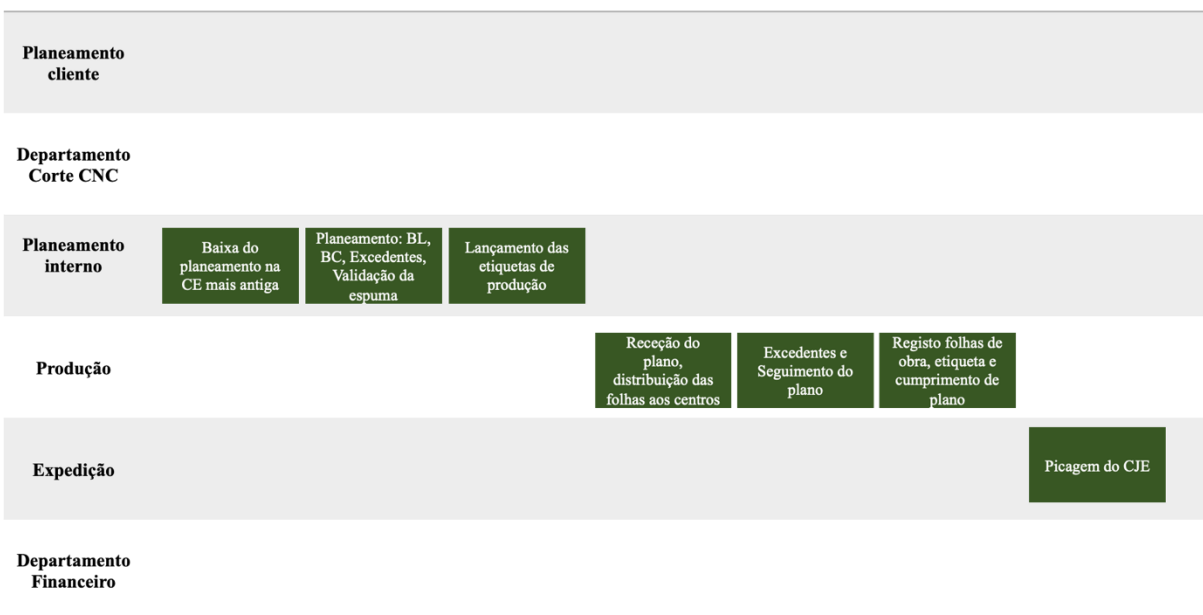
Figura B. 1 - Gráfico Swimlane com o fluxo de informação desde a entrada de um sofá até ser expedito e os intervenientes do processo

Anexo B.2 - Fluxo de informação no caso do cliente ser colchões

FLUXO DE INFORMAÇÃO – DESDE O PEDIDO DE UM COLCHÃO ATÉ À EXPEDIÇÃO DO MESMO



SEGUIMENTO (2°)



SEGUIMENTO (3°)

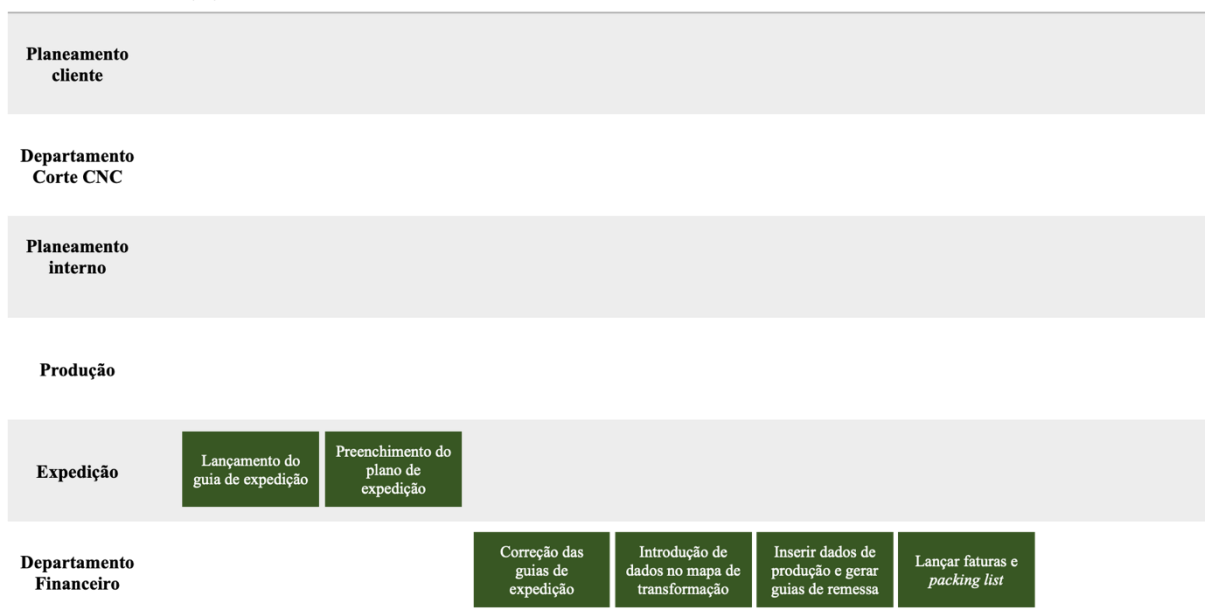


Figura B. 2 - Gráfico Swimlane com o fluxo de informação desde a entrada de um colchão até ser expedito e os intervenientes do processo

ANEXO C: Ferramenta Plano dos Clientes

PLANO DE CLIENTES						
Data de Entrega	CJE	Quantidade Produção	Cliente	Artigo	Plano Cds	Plano Snd
17/02/2022	CJES89TAA	5	Plano_Cds	STOCKSUND BANQUETA		
24/02/2022	CJES89TAA	50	Plano_Cds	STOCKSUND BANQUETA		
17/02/2022	CJES89CAA	3	Plano_Cds	STOCKSUND 3L LINING		
23/02/2022	CJES89CAA	30	Plano_Cds	STOCKSUND 3L LINING		
23/02/2022	CJES89AAA	30	Plano_Cds	STOCKSUND 1L LINING		
17/02/2022	CJES89AAA	3	Plano_Cds	STOCKSUND 1L LINING		
03/03/2022	CJE942AAD	10	Plano_Cds	THOR 1L		
01/03/2022	CJE942AAD	20	Plano_Cds	THOR 1L		
17/02/2022	CJE8422MED	90	Plano_Cds	SLATORP CNT C ESQ		
18/02/2022	CJE8422MED	10	Plano_Cds	SLATORP CNT C ESQ		
23/02/2022	CJE8422MED	50	Plano_Cds	SLATORP CNT C ESQ		
03/03/2022	CJE8422MED	18	Plano_Cds	SLATORP CNT C ESQ		
04/03/2022	CJE8422MED	32	Plano_Cds	SLATORP CNT C ESQ		
16/02/2022	CJE8422MDD	110	Plano_Cds	SLATORP CNT C DRT		
22/02/2022	CJE8422MDD	50	Plano_Cds	SLATORP CNT C DRT		
03/03/2022	CJE8422MDD	50	Plano_Cds	SLATORP CNT C DRT		
24/02/2022	CJES79CAD.B	5	Plano_Cds	SEATTLE 3L		
25/02/2022	CJES79CAD.B	12	Plano_Cds	SEATTLE 3L		
24/02/2022	CJES79BAD.B	8	Plano_Cds	SEATTLE 2L		
15/02/2022	CJES24CAD	50	Plano_Cds	RICHARD 3L S/C		
16/02/2022	CJES24CAD	75	Plano_Cds	RICHARD 3L S/C		
17/02/2022	CJES24CAD	2	Plano_Cds	RICHARD 3L S/C		
14/02/2022	CJES24CAD	25	Plano_Cds	RICHARD 3L S/C		
17/02/2022	CJES24BAD	51	Plano_Cds	RICHARD 2L S/C		
18/02/2022	CJES24BAD	10	Plano_Cds	RICHARD 2L S/C		
11/02/2022	CJE743CAD.A	3	Plano_Cds	PLUME 3L S/C		
04/03/2022	CJE743CAD.A	4	Plano_Cds	PLUME 3L S/C		

Figura C. 1 - Plano corrido por clientes

EP'S										
Data Produção	CJE	EP	Quantidade EP	Quantidade Blocos Curtos	Epuma	Máquina Corte	Tempo Colagem / min	Tempo de Corte	Tempo EP	
22/02/2022	CJES89AAA	589E01	60	0.035	SF25180.2000.1240 VD	VS	609.235	0.669565217	609.905	
22/02/2022	CJES89CAA	589E01	60	0.035	SF25180.2000.1240 VD	VS	593.235	0.649565217	593.905	
16/02/2022	CJES89CAA	589E01	6	0.003	SF25180.2000.1240 VD	VS	492.9235	0.046956522	492.990	
16/02/2022	CJES89CAA	589E01	6	0.003	SF25180.2000.1240 VD	VS	491.3235	0.046956522	491.390	
22/02/2022	CJES89AAA	589E02	60	0.132	SF25180.2000.1240 VD	VS	609.235	3.614035088	612.849	
22/02/2022	CJES89CAA	589E02	60	0.132	SF25180.2000.1240 VD	VS	593.235	3.614035088	596.849	
16/02/2022	CJES89AAA	589E02	6	0.013	SF25180.2000.1240 VD	VS	492.9235	0.361403509	493.285	
16/02/2022	CJES89CAA	589E02	6	0.013	SF25180.2000.1240 VD	VS	491.3235	0.361403509	491.685	
22/02/2022	CJES89AAA	589E03	30	0.043	SF30150.1900.1200	VS	609.235	0.772272727	610.008	
16/02/2022	CJES89AAA	589E03	3	0.004	SF30150.1900.1200	VS	492.9235	0.077272727	493.001	
22/02/2022	CJES89AAA	589E04	60	0.044	SF30150.2000.1200	HE	609.235	1.092857143	610.328	
16/02/2022	CJES89AAA	589E04	6	0.005	SF30150.2000.1200	HE	492.9235	0.109285714	493.033	
22/02/2022	CJES89AAA	589E05	60	0.037	SF30150.2000.1200	HE	609.235	0.960927961	610.196	
16/02/2022	CJES89AAA	589E05	6	0.004	SF30150.2000.1200	HE	492.9235	0.096092796	493.020	
16/02/2022	CJES89CAA	589E05	12	0.007	SF30150.2000.1200	HE	491.3235	0.192185592	491.516	
22/02/2022	CJES89CAA	589E05	120	0.073	SF30150.2000.1200	HE	593.235	1.921855922	595.157	
22/02/2022	CJES89AAA	589E06	60	0.051	SF30150.2000.1200	HE	609.235	1.367346939	610.602	
22/02/2022	CJES89CAA	589E06	60	0.051	SF30150.2000.1200	HE	593.235	1.367346939	594.602	
16/02/2022	CJES89AAA	589E06	6	0.005	SF30150.2000.1200	HE	492.9235	0.136734694	493.060	
16/02/2022	CJES89CAA	589E06	6	0.005	SF30150.2000.1200	HE	491.3235	0.136734694	491.460	
15/02/2022	CJE1000CASD	1000E06	2	0.002	SF25180.2000.1240 VD	HE	0	0.130536131	0.131	
15/02/2022	CJE1000CASD	1000E07	4	0.054	SF25120.1900.1200	HE	0	0.810810811	0.811	
22/02/2022	CJES89AAA	589E07	30	0.161	HRF35120.1900.1000	VS	609.235	5.080645416	614.316	
16/02/2022	CJES89AAA	589E07	3	0.016	HRF35120.1900.1000	VS	492.9235	0.508064516	493.432	
15/02/2022	CJE1000CASD	1000E08	4	0.002	SF20120.2000.1200	VS	0	0.060941828	0.061	
15/02/2022	CJE1000CASD	1000E09_E10	2	0.003	SF25180.2000.1240 VD	HE	0	0.181818182	0.182	
15/02/2022	CJE1000CASD	1000E01	2	0.003	SF20120.2000.1200	VS	0	0.076521739	0.077	

Figura C. 2 - Componentes por dia a produzir

SUPERMERCADO EXPEDIÇÃO

Data de Entrega	Cliente	EP	Espuma	Quantidade EP
18/02/2022	Nvq	CLICEP03313	SF25180.2000.1240 VD	4
18/02/2022	Nvq	CLICEP03347	SF25180.1900.1240 VD	4
18/02/2022	Nvq	CLICEP03379	SF25180.2000.1240 VD	4
18/02/2022	Nvq	CLICEP03316	SF25180.2000.1240 VD	4
18/02/2022	Nvq	CLICEP03351	SF25180.2000.1240 VD	4
18/02/2022	Nvq	CLICEP03373	SF25180.2000.1240 VD	4
21/02/2022	Nvq	EP041152	SF23150.2000.1200	10
21/02/2022	Nvq	EP04575	SF25120.2000.1200	20
18/02/2022	Nvq	CLICEP03358	SF25180.2000.1240 VD	16
18/02/2022	Nvq	CLICEP03527	SF25180.1900.1240 VD	16
18/02/2022	Nvq	CLICEP03528	SF25180.2000.1240 VD	16
18/02/2022	Nvq	CLICEP03312	SF25180.1900.1240 VD	6
18/02/2022	Nvq	CLICEP03359	SF25180.2000.1240 VD	6
18/02/2022	Nvq	CLICEP03528	SF25180.2000.1240 VD	6
18/02/2022	Nvq	CLICEP03226	SF25180.1900.1240 VD	8
18/02/2022	Nvq	CLICEP03361	SF25180.2000.1240 VD	8
18/02/2022	Nvq	CLICEP03528	SF25180.2000.1240 VD	8
21/02/2022	Nvq	EP031512	SF25180.2000.1240 VD	30
21/02/2022	Nvq	EP031526	SF25180.2000.1240 VD	30
21/02/2022	Nvq	EP031540	SF25180.1900.1240 VD	15

Figura C. 3 - Supermercado na Expedição só com artigos do cliente colchões

PICKING EXPEDIÇÃO

CJE	Quantidade CJE	OP	Artigo	EP	Quantidade EP	Espuma	Cliente	Data de Entrega
CJE524CAD	25	N12	RICHARD 3L S/C	524E03	50	SF25120.1900.1200	Plano_CdS	15/02/2022
CJE524CAD	25	N12	RICHARD 3L S/C	524E04	50	SF25120.2000.1200	Plano_CdS	15/02/2022
CJE524CAD	25	N14	RICHARD 3L S/C	524E03	50	SF25120.1900.1200	Plano_CdS	16/02/2022
CJE524CAD	25	N14	RICHARD 3L S/C	524E04	50	SF25120.2000.1200	Plano_CdS	16/02/2022
CJE524CAD	25	N12	RICHARD 3L S/C	524E03	50	SF25120.1900.1200	Plano_CdS	15/02/2022
CJE524CAD	25	N12	RICHARD 3L S/C	524E04	50	SF25120.2000.1200	Plano_CdS	15/02/2022
CJE524CAD	50	N14	RICHARD 3L S/C	524E03	100	SF25120.1900.1200	Plano_CdS	16/02/2022
CJE524CAD	50	N14	RICHARD 3L S/C	524E04	100	SF25120.2000.1200	Plano_CdS	16/02/2022
CJE524CAD	1	N01	RICHARD 3L S/C	524E03	2	SF25120.1900.1200	Plano_CdS	17/02/2022
CJE524CAD	1	N01	RICHARD 3L S/C	524E04	2	SF25120.2000.1200	Plano_CdS	17/02/2022
CJE524CAD	25	N12	RICHARD 3L S/C	524E03	50	SF25120.1900.1200	Plano_CdS	14/02/2022
CJE524CAD	25	N12	RICHARD 3L S/C	524E04	50	SF25120.2000.1200	Plano_CdS	14/02/2022
CJE524CAD	1	N01	RICHARD 3L S/C	524E03	2	SF25120.1900.1200	Plano_CdS	17/02/2022
CJE524CAD	1	N01	RICHARD 3L S/C	524E04	2	SF25120.2000.1200	Plano_CdS	17/02/2022
CJE524BAD	15	N14	RICHARD 2L S/C	524E01	30	SF25120.1900.1200	Plano_CdS	17/02/2022
CJE524BAD	15	N14	RICHARD 2L S/C	524E02	30	SF25120.2000.1200	Plano_CdS	17/02/2022
CJE524BAD	10	N14	RICHARD 2L S/C	524E01	20	SF25120.1900.1200	Plano_CdS	18/02/2022
CJE524BAD	10	N14	RICHARD 2L S/C	524E02	20	SF25120.2000.1200	Plano_CdS	18/02/2022
CJE524BAD	35	N14	RICHARD 2L S/C	524E01	70	SF25120.1900.1200	Plano_CdS	17/02/2022
CJE524BAD	35	N14	RICHARD 2L S/C	524E02	70	SF25120.2000.1200	Plano_CdS	17/02/2022
CJE524BAD	1	N01	RICHARD 2L S/C	524E01	2	SF25120.1900.1200	Plano_CdS	17/02/2022

Figura C. 4 - Informação para a expedição fazer o picking

ANEXO D: Ferramenta Planeamento

EP'S ATUALIZAR DADOS DE PRODUÇÃO									
Data Produção	CJE	EP	Quantidade EP	Máquina Co	Tbl. Compos	Tempo de Corte	Tempo	EP: 524E03 Data Inicialmente Proposta: 03/09/2022 Data de Entrega Desejada: 25/01/2022 MUDAR EP	
22/02/2022	CJE589AAA	589E01	60	VS	SF25180.2000.	0,669565217	609,905		
22/02/2022	CJE589CAA	589E01	60	VS	SF25180.2000.	0,669565217	593,905		
16/02/2022	CJE589AAA	589E01	6	VS	SF25180.2000.	0,066956522	492,99		
16/02/2022	CJE589CAA	589E01	6	VS	SF25180.2000.	0,066956522	491,39		
22/02/2022	CJE589AAA	589E02	60	VS	SF25180.2000.	3,614035088	612,849		
22/02/2022	CJE589CAA	589E02	60	VS	SF25180.2000.	3,614035088	596,849		
16/02/2022	CJE589AAA	589E02	6	VS	SF25180.2000.	0,361403509	493,285		
16/02/2022	CJE589CAA	589E02	6	VS	SF25180.2000.	0,361403509	491,685		
22/02/2022	CJE589AAA	589E03	30	VS	SF30150.1900.	0,772727273	610,008		
16/02/2022	CJE589AAA	589E03	3	VS	SF30150.1900.	0,077272727	493,001		
22/02/2022	CJE589AAA	589E04	60	HE	SF30150.2000.	1,092857143	610,328		
16/02/2022	CJE589CAA	589E04	6	HE	SF30150.2000.	0,109285714	493,033		
22/02/2022	CJE589AAA	589E05	60	HE	SF30150.2000.	0,960927961	610,196		
16/02/2022	CJE589AAA	589E05	6	HE	SF30150.2000.	0,096092796	493,02		
16/02/2022	CJE589CAA	589E05	12	HE	SF30150.2000.	0,192185592	491,516		
22/02/2022	CJE589CAA	589E05	120	HE	SF30150.2000.	1,921855922	595,157		
22/02/2022	CJE589AAA	589E06	60	HE	SF30150.2000.	1,367346939	610,602		
22/02/2022	CJE589CAA	589E06	60	HE	SF30150.2000.	1,367346939	594,602		
16/02/2022	CJE589AAA	589E06	6	HE	SF30150.2000.	0,136734694	493,06		

Figura D. 1 - Plano Copiado da Ferramenta Plano de Clientes

PLANO DE EP'S							
Data Produção	EP	QuantidadeEP	Quantidade BC	Tempo Corte	Máquina Corte	Máquina 1	MáquinaAUsar
22/02/2022	589E01	120	0,07	1,34	VS	K	VS
16/02/2022	589E01	12	0,01	0,13	VS	K	VS
22/02/2022	589E02	120	0,26	7,23	VS	K	VS
16/02/2022	589E02	12	0,03	0,72	VS	K	VS
22/02/2022	589E03	30	0,04	0,77	VS	K	VS
16/02/2022	589E03	3	0,00	0,08	VS	K	VS
22/02/2022	589E04	60	0,05	1,09	HE	C56	C56
16/02/2022	589E04	6	0,00	0,11	HE	C56	HE
22/02/2022	589E05	180	0,11	2,88	HE	C56	HE
16/02/2022	589E05	18	0,01	0,29	HE	C56	HE
22/02/2022	589E06	120	0,10	2,73	HE	C56	HE
16/02/2022	589E06	12	0,01	0,27	HE	C56	HE
15/02/2022	1000E06	2	0,00	0,13	HE	C56	HE
15/02/2022	1000E07	4	0,05	0,81	HE	C56	HE
22/02/2022	589E07	30	0,16	5,08	VS	K	K
16/02/2022	589E07	3	0,02	0,51	VS	K	VS
15/02/2022	1000E08	4	0,00	0,06	VS	K	VS
15/02/2022	1000E09_E10	2	0,00	0,18	HE	C56	CM
15/02/2022	1000S01	2	0,00	0,08	VS	K	VS
22/02/2022	589E19	30	0,01	0,29	VS	K	VS

Figura D. 2 - Alocação de Máquinas de Corte

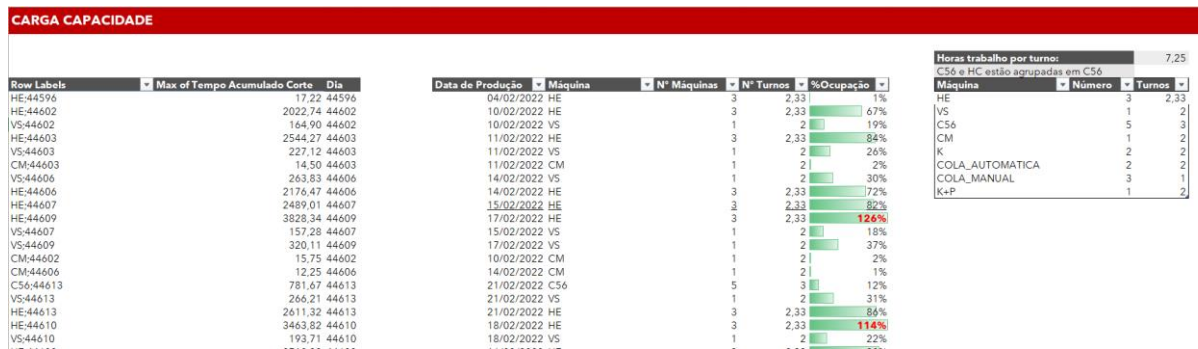


Figura D. 3 - Carga Capacidade das Máquinas

ESPUMAS

Ano	Semana	Espuma	Quantidade BC	Metros Espuma	Produção (m)
2022	7	SF25180.1900.1240 VD	0,38	0,62	0,62
2022	7	SF20120.2000.1200	34,04	33,70	33,70
2022	7	SF28130.2000.1200	19,49	27,81	27,81
2022	7	SF23060.2000.1200	3,32	3,97	3,97
2022	7	SF25120.1900.1200	96,75	104,49	104,49
2022	7	SF20120.1900.1200	13,52	19,32	19,32
2022	7	SF28150.1900.1200	14,30	20,09	20,09
2022	7	SF30150.2000.1200	1,59	2,26	2,26
2022	7	SF28150.2000.1200	12,11	18,70	18,70
2022	7	SF25120.2000.1200	21,50	31,29	31,29
2022	7	SF25150.2000.1200	23,05	30,54	30,54
2022	7	SF25180.2000.1240 VD	3,02	4,58	4,58
2022	7	SF25150.1900.1200	7,18	7,65	7,65
2022	7	SF25100.1900.1200	0,46	0,83	0,83
2022	7	SF23150.1900.1200	0,00	0,01	0,01
2022	7	SF28130.1900.1200	21,89	29,22	29,22
2022	7	HRF30120SF.1900.1200	44,98	56,68	56,68
2022	7	HRF30120SF.2000.1200	0,10	0,18	0,18
2022	7	SF25100.2000.1200	2,57	4,40	4,40
2022	8	SF38100.1900.1200 AZ	23,33	19,88	19,88

Figura D. 4 - Informação das espumas a produzir à semana

DIA DE PRODUÇÃO **ATUALIZAR**

Data Produção: 16/02/2022 Visão a quantos dias: DIVIDIR BC

Data Produção	EP	Quantidade	Qtd Peças	Quantidade Bloco C	Quantidade BC Futuros	ABC/XYZ	Máquina Corte	Bloco Comp.	Bloco Larg	Tipo Espuma	Metros Espuma Acumulada	Cc
16/02/2022	524E04	4	2046	0,001955034	0,00	AV	VS	2385	2000	SF25120.2000.1200	0,000	0,000
16/02/2022	589E21	3	3450	0,000849565	0,00	CY	VS	2350	2000	SF25180.2000.1240 VD	0,000	0,000
16/02/2022	524E02	102	2739	0,037239869	0,04	CZ	VS	2335	2000	SF25120.2000.1240	0,000	0,000
16/02/2022	594E02	154	2898	0,053140097	0,05	CZ	VS	2290	2000	SF25180.2000.1240 VD	0,000	0,000
16/02/2022	589E11	6	186	0,032258065	0,03	BY	VS	2250	1900	HRF35120.1900.1000	0,000	0,000
16/02/2022	589E03	3	693	0,004329004	0,00	CZ	VS	2230	1900	SF30150.1900.1200	0,000	0,000
16/02/2022	589E07	3	186	0,016129032	0,02	CZ	VS	2230	1900	HRF35120.1900.1000	0,000	0,000
16/02/2022	589E12	6	462	0,012987013	0,01	BY	VS	2230	1900	SF30150.1900.1200	0,000	0,000
16/02/2022	535E01	34	4446	0,007647323	0,04	BX	VS	2210	2000	SF25180.2000.1240 VD	0,000	0,000
16/02/2022	576E03	104	9804	0,010607915	0,04	AX	VS	2160	2000	SF25150.2000.1200	0,000	0,000
16/02/2022	1065E17	0	176	0	0,05	CZ	HE	2150	2000	SF25100.2000.1200	0,000	0,000
16/02/2022	561E02	288	36	0	29,50	AX	HE	2120	1550	SF28130.1900.1200	0,000	0,000
16/02/2022	561E02	14	36	0,388888889	21,89	AX	HE	2120	1550	SF28130.1900.1200	0,000	0,000
16/02/2022	524E01	99	99	1	1,20	CZ	HE	2110	1900	SF25120.1900.1200	0,000	0,000
16/02/2022	524E01	3	99	0,03030303	0,23	CZ	HE	2110	1900	SF25120.1900.1200	0,000	0,000
16/02/2022	524E03	4	66	0,060606061	0,06	BY	HE	2105	1530	SF25120.1900.1200	0,000	0,000

Figura D. 5 - Informação de auxílio à decisão

Bloco Comp.	Bloco Larg	Tipo Espuma	Metros Espuma Acumulado	Conclusão	De A	Bloco Comp (DE ABC)	Bloco Larg (DE ABC)	Para ABC	Bloco Comp (PARA ABC)	Bloco Larg (PARA ABC)
2385	2000	SF25 120.2000.1200	0.000							
2350	2000	SF25 180.2000.1240 VD	0.000							
2335	2000	SF25 120.2000.1200	0.000							
2290	2000	SF25 180.2000.1240 VD	0.000							
2250	1900	HRF35 120.1900.1000	0.000							
2230	1900	SF30 150.1900.1200	0.000							
2230	1900	HRF35 120.1900.1000	0.000							
2230	1900	SF30 150.1900.1200	0.000							
2210	2000	SF25 180.2000.1240 VD	0.000							
2160	2000	SF25 150.2000.1200	0.000							
2150	2000	SF25 100.2000.1200	0.000							
2120	1550	SF28 130.1900.1200	0.000							
2120	1550	SF28 130.1900.1200	0.000							
2110	1900	SF25 120.1900.1200	0.000							
2110	1900	SF25 120.1900.1200	0.000							
2105	1530	SF25 120.1900.1200	0.000							
2100	2025	SF28 130.2000.1200	0.000							

Figura D. 6 - Mesma página que a figura E.5, com as colunas de decisão