Redução de *lead-time* e aumento da produtividade na indústria de revestimentos de cortiça

Raquel Dias Jesus

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Jorge Freire de Sousa

U.PORTO
FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão

2018-07-01

Para a Ana,

Resumo

O mercado global de pavimentos prepara-se para um elevado crescimento impulsionado, principalmente, pelo aumento da procura no setor da construção. Num mercado fragmentado e altamente competitivo, as empresas têm vindo a ampliar o seu portfólio de produtos, por forma a responder às tendências de mercado, direcionando o seu foco para materiais sustentáveis, pisos inovadores e duráveis.

A presente dissertação enquadra-se num projeto de melhoria contínua desenvolvido numa empresa industrial de pavimentos e revestimentos de cortiça. Com o intuito de manter-se competitiva e responder às necessidades do mercado em constante mudança, a empresa tem vindo a investir na inovação como vantagem competitiva e oferecer um leque de produtos progressivamente mais amplo e variado. Contudo, a produção de uma abrangente variedade de famílias de produtos tem impactado negativamente indicadores como *lead-time* e produtividade.

Neste contexto, o projeto desenvolvido apresenta como objetivos primordiais o aumento da produtividade global e a redução de *lead-time* para 15 dias nas referências A. Para atingir estas metas, ao nível da produção, realizou-se a otimização de gargalos para aumento de produtividade e a aplicação da ferramenta SMED e normalização das tarefas críticas para amplificação da flexibilidade produtiva. Ao nível do planeamento, o projeto passou pela criação de um fórum de alinhamento entre o departamento Comercial, Logística e Produção que contou com o apoio de um *framework* de análise e de uma ferramenta carga-capacidade para a obtenção de visibilidade a curto-médio prazo e promoção de uma eficiente gestão de recursos. No final, a definição de um contrato produção-logística aliado a uma ferramenta de planeamento permitiu obter um modelo misto de produção nivelada, assim como priorização e sequenciação de encomendas.

Após o período de implementação, foi possível o aumento da produtividade em 30% num fluxo produtivo-chave para a empresa, a redução no tempo de *setup* em 13% numa linha com elevada taxa de ocupação, assim como a redução em 67% no desvio padrão de horas extra, quando comparado com um período homólogo em 2017. Por fim, foi possível observar uma ligeira redução de *lead-time* em múltiplas famílias, sendo expectável um maior decréscimo com o decorrer do projeto.

Uma eficiente implementação e complementaridade das principais ferramentas aplicadas ao nível da produção e ao nível do planeamento é essencial para sustentar o posicionamento da empresa no mercado. Sem um planeamento que permita dar resposta à procura pelas várias famílias do leque de oferta e uma esfera produtiva preparada para assegurar a flexibilidade requerida, a estratégia atual da empresa não seria sustentável no longo prazo.

Palavras-chave: *lead-time*; flexibilidade; *lean*; melhoria contínua

Reduce Lead-times and Increase Productivity in the Cork Flooring Industry

Abstract

The global pavement market is set for high boosted growth, mainly driven by the rise of the demand in the construction sector. In a fragmented and highly competitive market, companies have been expanding their products' portfolio to respond to market trends, targeting their focus on sustainable materials, as well as on innovative and durable floors.

The present dissertation is part of a continuous improvement project developed in a pavements and cork coatings industrial company. In order to remain competitive and respond to changing market needs, the company has been investing in innovation as a competitive advantage and offering a range of products that is progressively broader and more diverse. However, the production of a wide variety of product families has negatively impacted KPIs such as lead time and productivity.

In this context, the main goals of this project are to increase global productivity and reduce lead-time to 15 days in products from category A. To achieve these objectives, at the production level, optimization of bottlenecks to increase productivity, application of the SMED tool and normalization of critical tasks to amplify the productive flexibility were performed. At the planning level, the project consisted on creating an alignment forum between the Commercial, Logistics and Production departments. This alignment was supported by an analysis framework and a load-capacity tool to obtain visibility in the short-medium term and promote an efficient resource management. In the end, the definition of a production-logistics contract together with a planning tool allowed the attainment of a leveled production mixed model, as well as a prioritization and sequencing of orders.

After the implementation period, it was possible to increase the productivity by 30% in a company's key production flow and to reduce the setup time by 13% in a line with a high load factor, along with a reduction of 67% in the standard deviation of overtime hours when compared to a homologous period in 2017. Finally, it was possible to observe a slight reduction in the lead-time in multiple product families, being expected a higher decrease over the course of the project.

An efficient implementation and complementarity of the main tools applied at the production and planning levels is essential to sustain the company's positioning in the market. Without a planning process able to meet the demand of the various product families and a productive sphere prepared to support the required flexibility, the company's current strategy would not be sustainable in the long term.

Key-words: lead-time; flexibility; lean; continuous improvement

Agradecimentos

Gostaria de agradecer ao Professor Jorge Freire de Sousa pela sua disponibilidade e orientação. Acima de tudo, pelos conselhos quando foram mais precisos.

Ao Diogo Garcez, pelo acompanhamento e apoio demonstrado ao longo da realização do estágio. À equipa do Instituto Kaizen, pela transmissão de conhecimento e pelos imensos momentos de partilha.

A todos os elementos da empresa em estudo, pela indispensável disponibilidade e contributo na realização do projeto.

Não podia deixar de agradecer aos meus amigos mais próximos, que partilharam estes 5 anos comigo, por todos os momentos e memórias criadas. E, acima de tudo, pela presença na aventura que se inicia.

À minha Mãe, Ana, por ser o meu maior pilar e exemplo de resiliência. Por todo o seu carinho e apoio incondicional. Por toda a paciência e conselhos. Por estar sempre presente e acreditar em mim.

Uma muito obrigada a todos os que, de alguma forma, contribuíram para a realização desta dissertação.

Índice de Conteúdos

1 Introdução 1
1.1 Enquadramento do projeto e motivação 1
1.2 Apresentação Instituto Kaizen 1
1.3 Setor da cortiça 1
1.4 Setor de pavimentos 2
1.5 Descrição do Projeto 2
1.6 Estrutura da dissertação 4
2 Enquadramento teórico 5
2.1 Planeamento da Produção 5
2.1.1 Tipologias de Planeamento 5
2.1.2 Estratégias de Planeamento 6
2.2 Variações no nível da procura 7
2.3 Fundamentos Kaizen 7
2.4 Metodologia SMED 9
2.5 Kobetsu Kaizen 10
3 Avaliação da Situação Atual 11
3.1 Produtos 11
3.2 Processo Produtivo 11
3.2.1 Análise do Fluxo Hydro 13
3.2.2 Análise do Fluxo Digital Printing 14
3.2.3 Principais dificuldades identificadas 16
3.3 Planeamento 17
3.3.1 Principais dificuldades identificadas 18
3.4 Estratégia para implementação de melhorias 20
4 Implementação de Soluções 22
4.1 Produção 22
4.1.1 Fluxos Produtivos 22
4.1.2 Normalização 25
4.1.3 SMED 27
4.2 Planeamento 29
4.2.1 Planeamento Tático 29
4.2.2 Planeamento Operacional 33
5 Conclusões e avaliação de resultados 36
6 Propostas de trabalho futuro 40
ANEXO A Fluxo Produtivo *Digital Printing* 43
ANEXO B Fluxos dos polos produtivos 44
ANEXO C Fluxo *Hydro* – Sistema dupla palete 45
ANEXO D *Mindmap* e Matriz de Priorização 46
ANEXO E *Modos Operatórios: Envernizamento HRV* 47
ANEXO F Ferramenta Planeamento 48

Siglas

APCOR – Associação Portuguesa da Cortiça

CODP – *Customer Order Decoupling Point*

CAGR – *Compound Annual Growth Rate*

JSP – *Job Shop Problem*

KI – *Kaizen Institute*

KK – *Kobetsu Kaizen*

KPI – *Key Performance Indicator*

OEE – *Overall Equipment Effectiveness*

OTIF – *On Time In Full*

PDCA – Plan-do-check-act

SDCA – Standardize-do-check-act

WRT – Wear Resistance Technology

SMED – Single Minute Exchange of Die

TSP – Traveling Salesman Problem

STP – Segmentation, Targeting and Positioning

Índice de Figuras

Figura 1 - Posicionamento do *Customer Order Decoupling Point* no processo produtivo e relação com a estratégia de produção, Olhager (2010). 7

Figura 2 – Kaizen Business System in Kaizen Institute (2017) 8

Figura 3 – Estrutura de implementação de um ambiente de trabalho visual (Tezel, Koskela, and Tzortzopoulos 2016) 9

Figura 4 – Benefícios dos pavimentos de cortiça 11

Figura 5 – Áreas produtivas da empresa 12

Figura 6 – Etapas do processo produtivo 12

Figura 7 – Evolução do *lead-time* da família *Hydro* 13

Figura 8 – Fluxo de produção da família *Hydro* 13

Figura 9 – Representação de problemas identificados na linha de tratamento de superfície 14

Figura 10 - Evolução do *lead-time* das famílias *Digital Printing* 14

Figura 11 – Diagrama de *Ishikawa* para análise do elevado *lead-time* nas famílias de AF3 15

Figura 12 – Mapa atual de planeamento 17

Figura 13 – *Lead-time* por área produtiva 19

Figura 14 – Etapas do processo da linha de tratamento de superfície 22

Figura 15 – Sistema da dupla palete na linha de tratamento de superfície 23

Figura 16 – Medidas implementadas no terreno para o fluxo *Hydro* 24

Figura 17 – Norma de autocontrolo na linha Corte Final 4 26

Figura 18 – Quadro Kaizen Diário da colagem 9 26

Figura 19 – Mapeamento da situação atual do *setup* Mate10R2 natural - WRT 28

Figura 20 – Ajudas visuais na linha de envernizamento HRV 29

Figura 21 – Esquematização da abordagem ao planeamento 29

Figura 22 – Principais inputs para o Fórum de Alinhamento 30

Figura 23 – Ferramenta Carga-Capacidade 32

Figura 24 – Esquematização do funcionamento da ferramenta 33

Figura 25 – Produção vs *Lead-time*: família *Hydro* 36

Figura 26 – Evolução da duração de *setup* no envernizamento HRV 37

Figura 27 – Horas extra nas áreas produtivas 38

Figura 28 – *Lead-time* família DP 38

Figura 29 – *Lead-time LVT, Cork Style e Authentica* 38

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Evolução da produção e número de referência 16
Tabela 2 – Evolução na duração e frequência de *setup* 16
Tabela 3 – Horas extra por área produtiva 18
Tabela 4 – Evolução do nível de serviço 19
Tabela 5 – Plano de ações do KK de AF3 24

1 Introdução

1.1 Enquadramento do projeto e motivação

A rápida evolução do mercado mundial introduziu alterações fundamentais no ambiente competitivo. Atualmente, as empresas enfrentam uma maior competição e consumidores mais exigentes. Realça-se a importância da satisfação das necessidades do cliente através da melhoria do nível de serviço, os tempos de entrega e a qualidade dos produtos ou serviços.

Com o intuito de aumentar o nível de satisfação do cliente e, em simultâneo, reduzir os custos associados ao processo produtivo, as empresas procuram otimizar as suas operações e adotar estratégias de aumento de produtividade. Enquadrado nesta realidade, surge o presente projeto de melhoria operacional realizado com o *Kaizen Institute Consulting Group* numa empresa que compete na indústria de revestimentos de cortiça, desenvolvido no âmbito da dissertação do 5º ano do Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

O projeto visa o aumento da produtividade da empresa assim como a melhoria do serviço ao cliente através da redução do *lead-time*, isto é, do tempo total que decorre desde o momento em que o cliente realiza uma encomenda até esta se encontrar pronta para ser expedida.

1.2 Apresentação Instituto Kaizen

O *Kaizen Institute Consulting Group* (KI), fundado em 1985 na Suíça por Masaaki Imai, é uma empresa multinacional de consultoria operacional, que se encontra presente em mais de 60 países. Em Portugal, o KI surgiu em 1999 e desde então o seu reconhecimento e presença em todos os setores de atividade tem vindo a crescer. O Instituto dedica-se essencialmente à implementação de uma filosofia de melhoria contínua, procurando equipar as organizações com instrumentos propiciadores de vantagens competitivas e sustentáveis.

1.3 Setor da cortiça

A indústria da cortiça faz uso de uma matéria-prima natural cuja extração florestal é completamente sustentável sem efeitos adversos e, simultaneamente, promove a atividade económica e social de áreas em risco de desertificação.

Dada a natureza renovável da cortiça e a sua extrema importância ambiental e económica, o setor está sujeito ao regime jurídico previsto no Decreto-Lei nº169/2001 caracterizado por uma forte componente positiva orientada para a proteção do ecossistema e uma componente negativa que restringe a intervenção sobre o montado e, em particular, sobre o sobreiro.

Portugal é o líder mundial na produção e exportação de cortiça. Concentra cerca de 34% da área mundial de montado de sobro, é responsável por 49,6% da produção de cortiça e destaca-se novamente como líder no âmbito das exportações, tendo atingido uma quota de 63,2% em

2016. Com o intuito de manter a liderança nas exportações de cortiça e numa tentativa de alcançar mais países, a APCOR investiu cerca de um milhão de euros até maio de 2018 em ações de promoção no Reino Unido, país externo aos cinco principais destinos de exportação (APCOR 2017).

Segundo o Gabinete de Estratégia e Planeamento, entre 2011 e 2015, o número de empresas na indústria da cortiça aumentou cerca de 14%, o que reflete o crescimento da competitividade no setor (APCOR 2017).

A busca contínua de novas aplicações da cortiça tem demonstrado resultados em mercados com peso residual – construção, indústria automóvel e aeronáutica – representando, contudo, mercados com elevado potencial de crescimento e que contribuem para que o setor evolua e, simultaneamente, se mantenha dinâmico e competitivo.

Neste sentido, as empresas que oferecem produtos de cortiça devem adotar estratégias que se traduzam em vantagens competitivas pela adoção de iniciativas inovadoras e de produtos distintos, que fazem uso das características muito específicas da cortiça.

1.4 Setor de pavimentos

O mercado global de pavimentos foi avaliado em 2016 em 22,3 M€, com um crescimento esperado a um CAGR (*Compound Annual Growth Rate*) de 5% até 2022 ((Market Future Research, 2018) Este é impulsionado, principalmente, pela gradual procura no setor da construção, derivada do aumento da urbanização e investimento no turismo. Além disso, a emergência da região Ásia-Pacífico como futuro pólo de produção resultará não só em construção fabril, como no desenvolvimento de novas cidades pela deslocação de população para as zonas envolventes.

Com base no tipo de pavimentos, o mercado global está segmentado em: macios, resilientes, não resilientes, sem costura, madeira e laminados. A categorização baseada na composição passa por materiais como madeira, compósitos de madeira, cortiça e polímeros que podem ser utilizados tanto na camada superior com em material suporte.

Nos últimos anos a indústria de pavimentos testemunhou uma mudança significativa em relação à incorporação de diferentes materiais, nomeadamente materiais com menor impacto ambiental, e à tecnologia usada para a aplicação de pavimentos. O foco em técnicas sustentáveis e preferência por pisos inovadores e duráveis impulsiona o crescimento deste mercado. O que permite sustentar a preferência por edifícios sustentáveis que oferecem melhores relações custo-benefício, quando comparados com edifícios convencionais.

Prevê-se que a categoria de pavimentos resilientes experiencie um crescimento substancial, devido aos benefícios que oferecem de custo-benefício, fácil instalação e baixa manutenção (Grand View Search, 2016). Exemplos deste tipo de pavimento são os que incluem cortiça, madeira, borracha, vinil e asfalto.

O mercado dos pavimentos está altamente fragmentado devido à presença numerosa de competidores a nível mundial, pelo que as empresas têm vindo a ampliar o seu portfólio de produtos, melhorar a qualidade dos materiais e introduzir novos materiais que permitam aumentar o valor acrescentado para o consumidor.

1.5 Descrição do Projeto

A empresa alvo do projeto é responsável pela produção e distribuição internacional de revestimentos e pavimentos de cortiça. Está presente em mais de 50 países e é reconhecida pela inovação e qualidade dos seus produtos. Orgulha-se de acompanhar a mais recente

tecnologia e estabelecer múltiplas parcerias de forma a desenvolver materiais resistentes, elegantes e que se destacam perante a restante oferta existente.

Consoante o exposto no Relatório Anual Consolidado publicado pela empresa, no ano de 2017 destacam-se como principais eventos o lançamento de novas coleções de revestimentos de parede na Alemanha e o reforço na produção de um pavimento com características à prova de água e design moderno e atrativo que teve uma excelente recetividade no mercado. Nas vendas totais verificou-se uma evolução positiva de 3,8% face a 2016, totalizando 121,5 M€, e uma redução do EBITDA em 4,1 pontos percentuais.

A empresa em estudo posiciona-se numa indústria com elevada concorrência e, por forma a adquirir uma posição dominante, tem vindo a investir na inovação como vantagem competitiva: introdução de revestimentos que recorrem a novas tecnologias, assim como novos visuais que se encontram alinhados com as tendências atuais e preferências nas diferentes geografias. Para além de um grande enfoque na inovação, a empresa procura também expandir a distribuição dos seus produtos para novos mercados cujas necessidades e volumes ainda não estão devidamente identificados. Tal facto tem vindo a agravar a já grande incerteza inerente à procura.

Com o intuito de manter-se competitiva e responder às necessidades do mercado em constante mudança, a empresa oferece uma gama de produtos progressivamente mais ampla e variada que abrange os diferentes segmentos de pavimentos. Esta estratégia, para ser sustentável a longo prazo, requer fábricas e processos flexíveis que permitam atingir economias de gama. Contudo, as unidades fabris da empresa foram concebidas com o intuito de serem dedicadas à produção de um conjunto limitado de produtos. A crescente complexidade tem vindo a impactar negativamente a produtividade da empresa.

Perante isto, recentemente, constata-se uma deterioração do nível de serviço ao cliente devido aos elevados tempos de resposta registados. A gestão e manutenção de uma resposta ao cliente célere favorecem qualquer estratégia comercial, tratando-se esta de um fator no qual a organização tenciona destacar-se pela positiva.

É neste contexto que surge o presente estudo, com duração estimada de 5 meses, definido em parceria pela empresa e pelo KI, que destaca como resultados primordiais o aumento da produtividade global e a redução do *lead-time* para 15 dias. Para que tal seja viável, é necessário que, numa primeira instância, se proceda à realização das seguintes etapas:

I. Compreensão do processo produtivo;

II. Análise dos fluxos e identificação de gargalos;

III. Compreensão do atual modelo de planeamento.

As áreas operacionais do planeamento e produção foram designadas como as áreas onde a implementação de melhorias teria um maior impacto positivo no cumprimento dos objetivos acima mencionados. Ao nível da produção, iniciou-se pela otimização de gargalos para aumento de produtividade, aplicação da ferramenta SMED e normalização das tarefas críticas para amplificação da flexibilidade produtiva, isto é, a produção das diferentes famílias de produtos sem impactar negativamente o desempenho da organização. Ao nível do planeamento, o projeto passou pela criação de um fórum de alinhamento entre as equipas Comercial, Logística e Produção, que contou com o auxílio de um *framework* de análise e de uma ferramenta carga-capacidade para a obtenção de visibilidade a curto-médio prazo e promoção de uma eficiente gestão de recursos. No final, a definição de um contrato produção-logística aliado a uma ferramenta de planeamento permitiu obter um modelo misto de produção nivelada, assim como priorização e sequenciação de encomendas.

Para avançar com o processo de mudança na organização, é vital a participação e envolvimento de todos os elementos integrantes, nomeadamente representantes dos diversos departamentos da empresa e da administração, assim como um estreito controlo sobre os principais indicadores a monitorizar.

1.6 Estrutura da dissertação

A presente dissertação engloba 6 capítulos, começando, no presente capítulo, pela introdução do projeto e apresentação dos seus principais objetivos. Adicionalmente, é feita uma breve contextualização do setor da cortiça em Portugal.

O capítulo 2 é composto por um enquadramento teórico dos conceitos e metodologias que sustentaram a evolução do projeto.

No capítulo 3 é realizada uma caracterização detalhada da situação inicial, em particular uma análise do processo produtivo, identificação de estrangulamentos e modelo de planeamento.

No capítulo 4 é relatada a implementação das ações desencadeadas para colmatar os problemas identificados.

O capítulo 5 apresenta os principais resultados alcançados no decorrer do projeto e conclusões. Por fim, no capítulo 6 são mencionadas sugestões de trabalhos futuros.

2 Enquadramento teórico

Na presente secção é realizado um breve enquadramento teórico dos principais fundamentos que estão na base do desenvolvimento do projeto, assim como as metodologias adotadas.

Um dos maiores desafios de qualquer empresa é definir uma estratégia de negócio rentável e, acima de tudo, sustentável, que combine as preferências dos consumidores com a realidade das cadeias de valor no mercado mundial (Chase and Jacobs (2014). A determinação da dimensão competitiva – como preço, qualidade, rapidez ou flexibilidade do serviço e/ou produto – surge como um passo crucial que terá impacto na definição do posicionamento da organização no mercado e em toda a definição da cadeia de abastecimento. Definida a estratégia competitiva de longo prazo, deparamo-nos com um obstáculo, que consiste no alinhamento dos interesses da instituição e na gestão dos recursos da empresa.

2.1 Planeamento da Produção

O planeamento consiste em alocar recursos de produção disponíveis à realização de uma série de tarefas. Um planeamento eficiente da produção e posterior monitorização do seu progresso promove um aumento da produtividade e redução de custos. O planeamento da produção poderá ter múltiplos objetivos, nomeadamente:

- Respeitar prazos de entrega estabelecidos
- Minimizar *lead-time*
- Minimizar tempos ou custo de *setup*
- Minimizar trabalho em processo
- Maximizar taxa de utilização das máquinas e mão-de-obra

(Russel et al. 2014)

De salientar que é difícil a satisfação simultânea de todos os objetivos acima mencionados. O planeamento deverá, portanto, promover o alcance de um compromisso que alinha a estratégia operacional da organização e os objetivos das unidades elementares do processo produtivo.

2.1.1 Tipologias de Planeamento

O alinhamento e complementaridade entre os objetivos no longo e curto prazo de uma empresa surge como indispensável para tornar possível uma eficiente alavancagem dos recursos internos na direção da meta definida para a empresa como um todo. Posto isto, existem três tipos de planeamento: estratégico define metas e objetivos no longo prazo tendo por base a visão, missão e valores; tático define planos de ações para implementar a estratégia; operacional detalha e específica como colocar em prática os planos de ações. De seguida, é detalhado tipos de planeamento de produção ao nível operacional.

O planeamento pode ser efetuado desconsiderando a capacidade máxima dos recursos necessários à produção (*infinite loading*), o que poderá originar soluções inviáveis. Em alternativa, poder-se-á planear a ocupação de um recurso tendo por base a sua capacidade, durações de *setup* e tempos de processamento. Neste último caso, todos os planeamentos são viáveis e é possível um maior controlo sobre desvios de desempenho.

Por fim, o planeamento poderá também ser distinguido com base na sequência temporal usada. Por um lado, no *forward scheduling* o sistema planeia a produção de uma dada encomenda para o primeiro momento em que seja possível a sua produção, fornecendo então data de entrega mais próximo. Enquanto que, o *backward scheduling* a metodologia inversa e fornece a data de início de produção para que a encomenda seja produzida atempadamente e permita respeitar a data acordada (Chase and Jacobs 2014).

2.1.2 Estratégias de Planeamento

Instalado o nível de capacidade adequado para uma eficiente manutenção do nível de serviço objetivo, segue-se a gestão dessa mesma capacidade, que tem um impacto direto na quantidade de stock armazenado. As estratégias mais usuais para realizar essa gestão são as seguintes:

- Produção variável (Chase) corresponde ao cenário em que a produção é equivalente à procura e, para isso, é ajustada a mão-de-obra de acordo com a necessidade. É uma estratégia particularmente favorável em caso de produtos valiosos, difíceis de armazenar, perecíveis e sujeitos a obsolescência.
- Produção nivelada (Level) consiste numa taxa de produção diária constante, o que requer níveis de mão-de-obra fixos. As variações da procura são amortizadas pelo inventário ou a organização incorre em custos de *backorders* – encomendas que não poderão ser respondidas no imediato por indisponibilidade do produto. É uma estratégia desejável do ponto de vista da relação com os funcionários e quando se trata de uma indústria que requer capitais elevados.

As organizações poderão optar por uma estratégia isolada das referidas anteriormente ou ainda por uma estratégia mista, que minimize os custos de mão-de-obra e nível de inventário (Buxey 2005).

Na adoção de uma produção variável regista-se uma enorme volatilidade em qualquer uma das quatro principais estratégias de planeamento de produção: variar a mão-de-obra consoante a procura, trabalhar de horas extra e *part-time*, variar nível de inventário entre picos de excesso e escassez e por fim, subcontratar. A definição de uma produção nivelada e constante no decorrer de um período permite, essencialmente:

- Maior estabilidade produtiva e de recursos;
- Redução de risco de obsolescência;
- Minimização do inventário e trabalho em processo;
- Menores custos e ocupação de armazenagem.

Customer Order Decoupling Point

Em função da estratégia da empresa, da sua capacidade produtiva e das necessidades do consumidor alvo, deverá ser estudado o posicionamento ideal do *Customer Order Decoupling Point* (CODP), ponto de inventário que permite que os processos e entidades pertencentes à cadeia de valor possam operar independentemente.

A localização do CODP resulta do estabelecimento de um compromisso entre os custos de inventário e o nível de serviço. Empresas que produzem produtos *standard* de elevado volume

recorrem a uma estratégia de produção nivelada e para stock (*make-to-stock* – MTS). Em contrapartida, empresas com produtos customizados de baixo volume optam por uma estratégia de produção variável e para resposta a encomendas (*make-to-order* – MTO) (Olhager 2010).

O CODP surge como um ponto que distingue o fluxo de material orientado por previsões - sistema *push* – do fluxo que é desencadeado por encomendas de clientes – sistema *pull*.

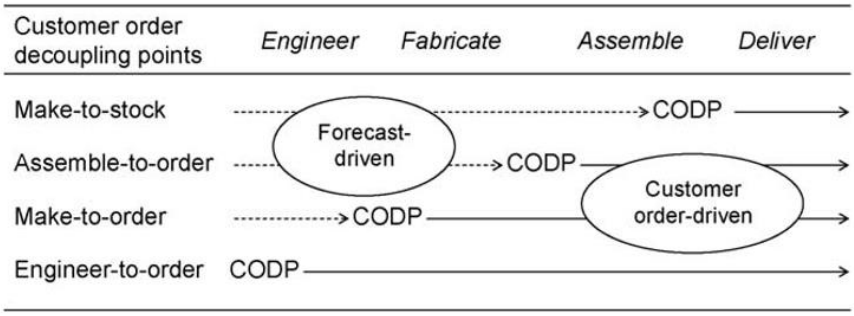


Figura 1 - Posicionamento do *Customer Order Decoupling Point* no processo produtivo e relação com a estratégia de produção, Olhager (2010).

2.2 Variações no nível da procura

Uma previsão da procura tão precisa quanto possível surge como um dado essencial para qualquer organização ser capaz de gerir o presente e planear o futuro, permitindo uma alocação e utilização dos recursos eficiente e económica. A previsão da procura poderá ser realizada para diferentes horizontes que servem como base de informação para decisões a níveis distintos, desde o planeamento de capacidade, vendas e marketing ao planeamento de produção diário.

Atualmente, as previsões realizadas pelas organizações revelam-se frequentemente redundantes num curto período de tempo, dadas as rápidas mudanças e evoluções na área tecnológica, assim como o impacto da globalização, o que vem a agravar o *bullwhip effect.* Este efeito ocorre quando variações mínimas na procura ganham maiores proporções à medida que a informação flui desde o cliente final até ao fornecedor.

Torna-se cada vez mais comum a adoção de estratégias corporativas de integração vertical, com o intuito de amortecer o efeito chicote e ter um maior controlo e informação sobre a cadeia de abastecimento.

2.3 Fundamentos Kaizen

O *Kaizen Business System*, ilustrado na Figura 2, é um sistema que engloba uma série de ferramentas e metodologias que são utilizadas para a melhoria das várias vertentes dos negócios e na criação de valor a longo prazo.

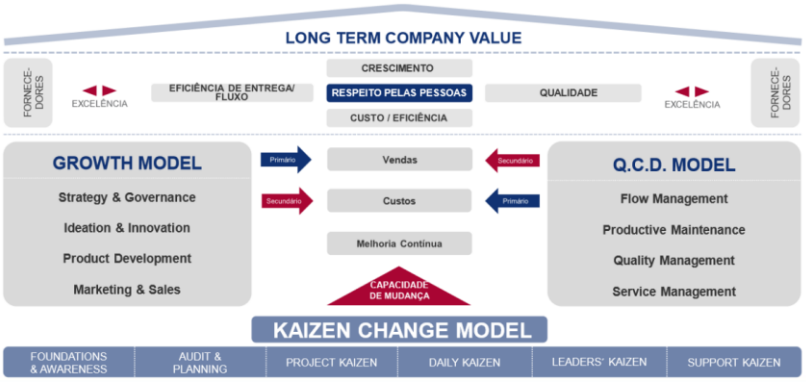


Figura 2 – Kaizen Business System in Kaizen Institute (2017)

A filosofia *Kaizen* defende um sistema de melhoria contínua que foca na eliminação de perdas em todos os sistemas e processos. Sempre que possível, antes de realizar elevados investimentos recorrer a pequenas melhorias numa base contínua e envolver todos os elementos da organização, ponto fulcral para a sustentabilidade da cultura.

Criação de Valor para o Cliente

O cliente apenas está disposto a pagar pelas atividades que acrescem valor ao produto e/ou serviço. Por este motivo, a redução de desperdício e tarefas que não acrescentam valor e um elevado enfoque na criação de valor acrescentado, permite alcançar vantagens competitivas indispensáveis.

Eliminação do desperdício

Segundo Ohno (1988), *muda* representa as atividades realizadas numa empresa que não acrescentam valor e, por consequência, pelas quais o cliente não está disposto a pagar. As fontes primárias de desperdício estão categorizadas em sete tipos: Espera de Pessoas, Espera de Material e Informação, Movimento de Pessoas, Movimento de Material e Informação, Excesso de Produção, Excesso de Processamento e Retrabalho.

Além das perdas acima mencionadas, a variabilidade dos processos (*mura*) e a sobrecarga de recursos (*muri*) são também fontes de desperdício que devem ser abordadas. O foco do *Kaizen* passa, então, por identificar e eliminar estas fontes de desperdício, o que conduz a uma redução de custos e um aumento da produtividade.

Gestão Visual

Representações visuais são reconhecidas por serem mais poderosas em cognição e memória quando comparadas com o textual ou verbal. Atualmente, o visual prevalece nos nossos modos de comunicação e gestão. A sociedade contemporânea tem vindo a experienciar uma explosão de utilizações visuais no seu quotidiano como fotos, vídeos, televisão, páginas *web* e muitos outros (Bell and Davinson 2013).

A gestão visual é uma ferramenta *lean* que visa um aumento de recursos de auxílio sensorial que facilitam a comunicação de informação relevante e a sua respetiva visualização e interpretação. Ao implementar ferramentas de gestão visual é de extrema importância garantir a aceitação por parte da empresa e a contribuição positiva para os objetivos gerais do sistema.

A gestão visual permite uma constante monitorização do ambiente externo e interno da organização por forma a extrair informação relevante e facilitar a compreensão da informação que se pretende transmitir. O que por sua vez, conduz a um maior autocontrolo do desempenho da organização e consistência de resultados. A Figura 3 esquematiza a implementação de gestão visual de um modo transversal ao ambiente de trabalho.

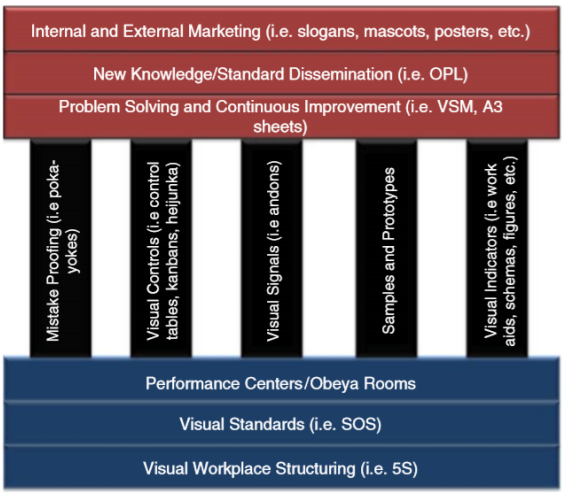


Figura 3 - Estrutura de implementação de um ambiente de trabalho visual (Tezel, Koskela, and Tzortzopoulos 2016)

O nível inferior é referente à organização visual do local de trabalho, padrões e métricas visuais, que servem de base à implementação do nível intermédio que é constituído, essencialmente, pelas ferramentas de gestão visual operacionais, enquanto que o nível superior está estreitamente relacionado com iniciativas de melhoria contínua, disseminação de conhecimento e marketing.

Ir ao *Gemba*

A palavra japonesa *gemba* é usada para indicar o local onde se acrescenta valor numa organização. A abordagem *Kaizen* não prescinde da visita ao *gemba* para visualizar diretamente os processos e identificar possíveis oportunidades de melhoria. De realçar a importância do envolvimento da gestão de topo e da sua presença frequente no terreno, pois permite um reconhecimento expedito de problemas nos processos e método de trabalho e posterior tomada de decisão mais sustentada e exata.

Envolvimento ativo dos colaboradores

Num processo de mudança cultural, o envolvimento de todos os níveis hierárquicos permite criar um foco comum e reunir todos os esforços para um mesmo objetivo. Desta forma, é possível a formação de bases sólidas para a sustentabilidade da cultura de melhoria contínua numa organização. Se este alinhamento transversal à organização não for firme, muito provavelmente as melhorias não serão suportadas e mantidas.

As empresas com maior sucesso são aquelas que centralizam esforços e recursos não só no desenvolvimento de produtos, processos e questões técnicas, mas também aquelas que conseguem criar um ambiente que sustenta a melhoria contínua e que ambicionam alcançar um maior nível de competência através da gestão individual, do grupo e da aprendizagem organizacional (Ahmed, Loh, and Zairi 1999).

2.4 Metodologia SMED

A metodologia SMED (*Single Minute Exchange of Dies)* é, hoje em dia, amplamente utilizada para a redução de tempos de *setup* de máquinas e permite conferir às empresas maior versatilidade e flexibilidade de produção (Coimbra 2013). Esta ferramenta que teve origem no trabalho original de Shingo (1985) enfatiza a diminuição de desperdício e tarefas que não acrescentam valor nos processos produtivos, deste modo a implementação com sucesso de SMED terá como benefícios:

- Tamanhos de lote menores;
- Redução nos níveis de inventário;
- Aumento da capacidade de resposta ao cliente.

O SMED auxilia na redução de perda de eficiências devido ao *setup*. De notar que, o intervalo de tempo de um *setup* inclui a mudança do material e equipamento, assim como todo o período que decorre entre preparações e afinações. O curso de ação da metodologia SMED passa por cinco etapas:

1. Análise da situação atual;
2. Separação entre tarefas internas e externas;
3. Conversão de tarefas internas em tarefas externas;
4. Redução da duração das tarefas internas;
5. Redução da duração das tarefas externas.

Atualmente, a ferramenta SMED apresenta uma acrescida importância visto que, face a um mercado em constante mudança e evolução, as organizações deverão ser dotadas de uma acrescida flexibilidade.

2.5 Kobetsu Kaizen

O ***Kobetsu Kaizen*** é uma metodologia de resolução estrutural de problemas que consiste em sistematicamente identificar e eliminar fontes de desperdício que limitem a capacidade de resposta da cadeia de valor e, assim, melhorar a produtividade e reduzir custos. O KK segue os seguintes passos:

I. Seleção do problema a abordar - a escolha poderá ter por base a urgência/importância do problema ou o benefício adquirido pela sua solução;
II. Análise e quantificação da situação inicial para que seja possível a posterior definição do estado objetivo;
III. Análise das causas-raiz para o problema em causa - nesta fase poderá fazer-se uso de ferramentas como o diagrama de *Ishikawa* e 5 *Whys* que promove a discussão de ideias;
IV. Definição de ações e avaliação dos respetivos impactos e benefícios;
V. Início de um ciclo iterativo de teste às ações no terreno e avaliação de resultados - a repetição deste ciclo deverá ser realizada as vezes necessárias até atingir o objetivo definido;
VI. Por fim, normalização do melhor método conhecido até ao momento de realização de um dado processo e partilha de informação referente à evolução do projeto de uma forma visual.

Um aspeto importante para o sucesso de aplicação do KK é a definição de uma equipa multidisciplinar e empenhada, capaz de partilhar conhecimento para a análise, iniciar discussões com valor acrescentado e contribuir positivamente para a dinâmica de grupo.

3 Avaliação da Situação Atual

3.1 Produtos

A empresa em estudo adota como prioridade a aposta na qualidade e inovação dos seus produtos. A combinação das propriedades naturais da cortiça com o *know-how* da mais recente tecnologia permite a obtenção de soluções de revestimento que se distinguem da solução tradicional e que apresentam diversos benefícios, entre os quais os mencionados na Figura 4.



Figura 4 – Benefícios dos pavimentos de cortiça

Para sustentar o crescimento e a sua afirmação neste mercado competitivo e desafiante, a empresa foi iterando o seu conjunto de ofertas ao longo dos anos, adicionando ao seu portfólio inclusivamente produtos de madeira e plástico. Em 2009/2010 a empresa diversificou a oferta pela introdução de novas matérias-primas, para além da cortiça no seu produto, e realizou um elevado investimento na componente estética. Em 2015 foi introduzida no mercado uma nova coleção que aposta no desempenho técnico, a primeira solução de piso com cortiça resistente à água. Mais recentemente, a empresa voltou a apostar na componente estética, ao lançar novas soluções com o elemento decorativo impresso, o que permite a obtenção dos mais variados visuais com um elevado grau de realismo.

Atualmente, o portfólio que a empresa oferece é constituído, essencialmente, por três tipos de produto: pavimentos com cortiça, que poderão apresentar visuais de cortiça, madeira genuína, vinil ou impressão digital, revestimentos para paredes e, ainda, pavimentos em madeira.

3.2 Processo Produtivo

A empresa em análise é responsável pelo processo produtivo dos revestimentos e pavimentos de cortiça, desde a matéria-prima até ao produto final, e está dividida em dois pólos distintos e cinco áreas produtivas, conforme representado na Figura 5. O primeiro pólo é responsável pelo início do processo, onde a matéria-prima dá origem a produtos base e onde podemos encontrar linhas de aglomeração, colagem e laminagem de blocos. No segundo pólo são trabalhados os produtos base de onde resulta o produto final. Este polo está subdividido em quatro áreas: componentes (linhas de prensagem, estufa e corte de bases) e acabamentos finais (linhas de corte e colagem de decorativos, envernizamento e embalagem).

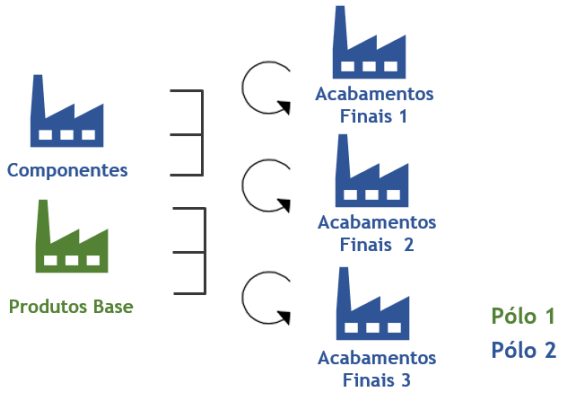


Figura 5 – Áreas produtivas da empresa

De seguida, na Figura 6, são apresentadas, em linhas gerais, as fases do processo produtivo da empresa. De realçar que o portfólio de produtos oferecidos pela empresa é vasto e, consoante o produto, as etapas, sequência e tempo de produção, poderão ser significativamente diferentes.

Granulação	Processo onde é triturada a cortiça e obtém-se grânulos com vários calibres e espessuras que são limpos e secos até atingir o grau de humidade pretendido
Aglomeração	Fase onde se aglutina os grânulos pela ação conjunta da pressão, temperatura e um agente de aglutinação, que está dependente do produto, obtendo blocos
Laminagem	Neste processo os blocos de cortiça provenientes da aglomeração são laminados em folhas com diferentes espessuras, consoante necessidade
Lixagem	Etapa onde é ajustada a espessura e o grau de rugosidade das folhas de cortiça obtidas na laminagem
Acabamentos	Neste processo é aplicado o decorativo ou outro material e são formadas as placas. O decorativo poderá ser ainda obtido por impressão de um padrão. Seguidamente, o acabamento superficial poderá passar por: verniz, cera, pintura ou PVC.
Corte	Etapa onde as placas são perfiladas e cortadas para uma determinada dimensão desejada
Seleção e Embalamento	Além do controlo ao longo de todo o processo, é realizado controlo de qualidade com a análise de defeitos, como cantos partidos ou produto sujo. Por fim, é realizado o embalamentos das placas de cortiça.

Figura 6 – Etapas do processo produtivo

A empresa produz uma vasta gama de revestimentos e pavimentos de aglomerados de cortiça, o que dificulta a definição do fluxo produtivo. Todavia, e dado o grande enfoque do projeto na redução do *lead-time*, começou-se por analisar e mapear os fluxos das famílias cujo volume de vendas fosse representativo e cujos valores de *lead-time* fossem mais elevados. De realçar que a análise ao *lead-time* é efetuada por área produtiva de acabamentos finais, visto as restantes áreas – produtos base e componentes – fornecerem produtos intermediários e abastecerem supermercados que serão posteriormente consumidos pelas áreas de acabamentos finais.

3.2.1 Análise do Fluxo Hydro

A inovadora gama de pavimentos *Hydro* foi lançada há cerca de dois anos e obteve uma recetividade muito positiva do mercado, o que se traduziu num significativo crescimento de vendas. Recentemente, a organização investiu cerca de 10 M€ para aumentar a capacidade de produção industrial em 4 milhões de m^2. Esta família de produtos tem vindo a registar tempos de resposta ao cliente bastante mais elevados que o objetivo de 15 dias, como é possível constatar na Figura 7.

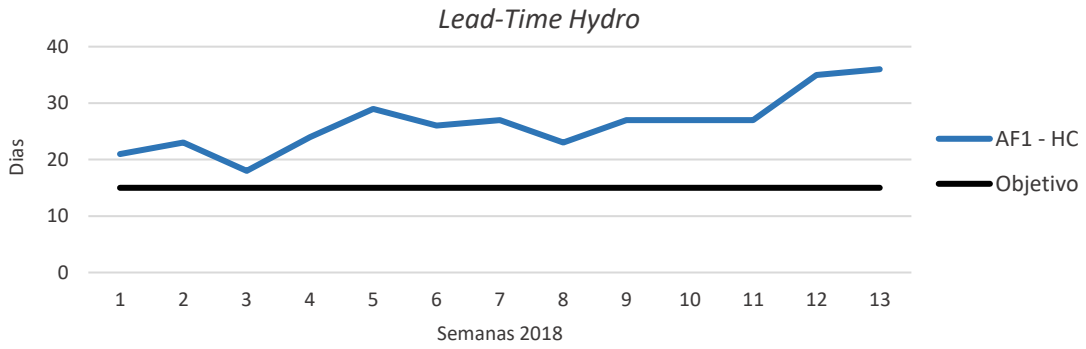


Figura 7 – Evolução do *lead-time* da família *Hydro*

O fluxo deste produto encontrava-se dimensionado para uma capacidade de 35 000 m^2/semana. Contudo, registavam-se consecutivamente produções iguais ou inferiores a 21 000 m^2/semana, uma perda de produtividade de cerca de 40%.

Para efetuar uma análise estruturada ao problema, realizou-se um Kobetsu para estudo do fluxo em questão. Os primeiros passos foram a identificação do problema e das causas-raiz. Por forma a identificar o fator limitante que mais restringe a capacidade de se alcançar a produção objetivo, procedeu-se ao levantamento do fluxo de produção desta família de produtos, que se encontra representado na Figura 8.

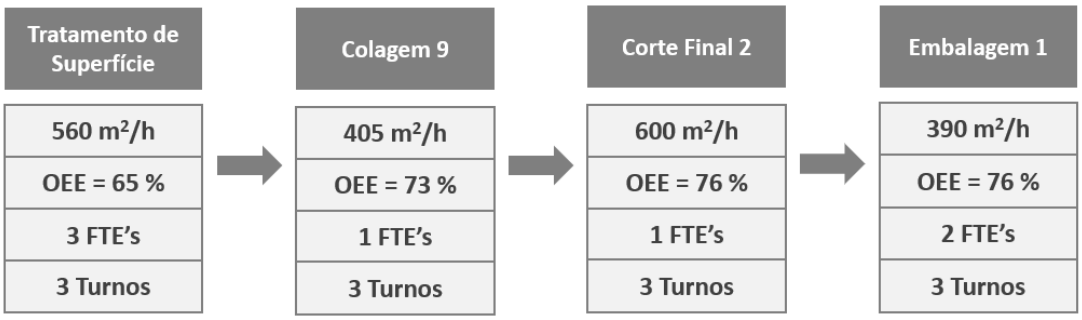


Figura 8 – Fluxo de produção da família *Hydro*

Com base nos históricos de produção foi possível concluir que a linha de tratamento da superfície era o elemento limitante. Esta linha tem como propósito a eliminação de vestígios de plastificantes da superfície das placas para que seja possível uma correta colagem na fase seguinte e o output desta linha terá de ser o dobro das restantes linhas que executam as tarefas a jusante visto a necessidade de tratar a superfície tanto da base como do decorativo. Contudo, esta operação de tratamento não se encontrava prevista nas gamas operatórias o que vinha dificultar a análise e identificação deste gargalo.

O tratamento de superfície é realizado numa linha cujo fator humano é elevado. O modo operatório consiste na colocação de placas por parte de um operador num tapete, que irá passar por uma máquina de aplicação de diluente, um túnel de secagem e, por fim, a extração da placa do tapete por parte de outro operador. Após um dia de observação da linha, os principais problemas encontrados foram os seguintes:

- Paragens para preparação e troca de paletes no abastecimento e fim da linha (Figura 9);
- Paragens para abastecimento de diluente;
- Excesso de movimentações: transporte de paletes vazias e invólucros, entre outros;
- Falta de *standard* no abastecimento de placas na linha (Figura 9);
- Irregularidade nos parâmetros de velocidade e temperatura do túnel de secagem.



Figura 9 – Representação de problemas identificados na linha de tratamento de superfície

3.2.2 Análise do Fluxo Digital Printing

A empresa em estudo tem vindo a investir no desenvolvimento da gama de pavimentos *Digital Printing* (DP), família de produtos que tem sido bastante procurada e evidencia potencial de progressão. O fabrico deste tipo de pavimento recorre à mais recente tecnologia de impressão, o que possibilita a reprodução fiel dos mais diversos visuais com um elevado nível de realismo. Na esfera da empresa em estudo, faz-se referência a dois tipos de famílias DP: a antiga coleção, que se refere aos artigos que passam pela primeira impressora digital adquirida, e a nova coleção, que passa pela impressora digital recentemente adquirida.

Esta família de produtos tem vindo a registar tempos de resposta ao cliente bastante mais elevados do que o objetivo de 15 dias, como é possível constatar na Figura 10.

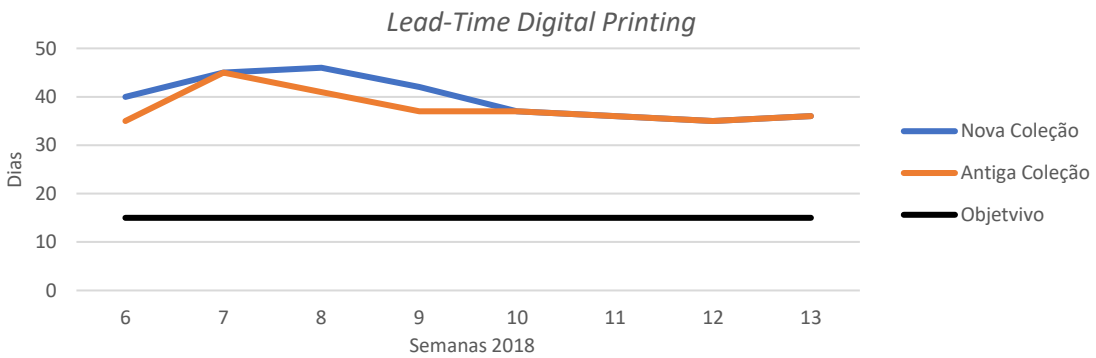


Figura 10 - Evolução do *lead-time* das famílias *Digital Printing*

À semelhança da análise da família *Hydro*, realizou-se um *Kobetsu* para o estudo das famílias *Digital Printing*, começando-se pelo levantamento do fluxo produtivo que se encontra apresentado no ANEXO A.

A família *Hydro* é fabricada em AF1, onde as linhas estão afetas cerca de 90% do seu tempo de abertura a este fluxo, ao contrário do que acontece com DP, que é fabricada em AF3, onde as linhas estão apenas afetas cerca de 30% do seu tempo de abertura a este fluxo, visto que, em AF 3, são produzidas outras famílias como o *Authentica* e o LVT. No ANEXO B é possível observar a complexidade de fluxos existentes na empresa.

Cada família de produtos tem o seu fluxo característico e apresenta diferentes cadências nas linhas. Não é possível identificar um elemento único que restrinja a capacidade produtiva da família DP visto que, consoante o *mix* de produção, esse elemento varia. Por este motivo, alterou-se o âmbito do *Kobetsu* da família de produtos DP para a realidade produtiva dos Acabamentos Finais 3 como um todo. Foi realizado um levantamento das possíveis causas para os elevados tempos de resposta ao cliente num diagrama de *Ishikawa*, que se encontra representado na Figura 11.

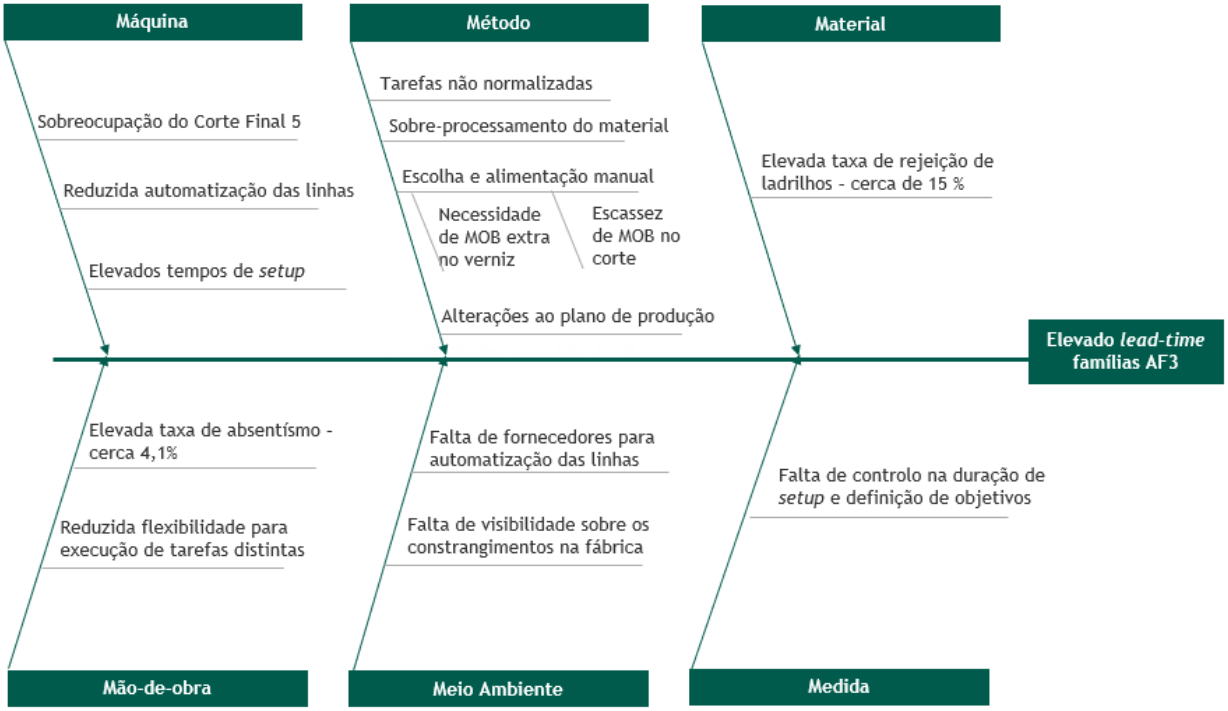


Figura 11 – Diagrama de *Ishikawa* para análise do elevado *lead-time* nas famílias de AF3

Ficou claro que a maioria dos problemas identificados têm origem em recentes adições de produtos ao leque de ofertas da empresa. Por exemplo, a introdução da família de produtos da nova coleção *Digital Printing* origina a necessidade de alimentação manual na linha de envernizamento, assim como na linha de corte final, porque não se encontram aptas para trabalhar com ladrilhos. Para além disso, a produção desta família envolve uma dupla passagem na linha do corte para execução de tarefas distintas e longos períodos de *setup*.

Estes constrangimentos influenciam a produtividade de outras linhas, dado que existe a necessidade de deslocação de mão-de-obra, e conduz a uma redução significativa na disponibilidade para produção das restantes famílias que até então haviam sido produzidas em AF3. A deslocação da produção de LVT para AF2 resultou numa série de dificuldades semelhantes às acima descritas.

3.2.3 Principais dificuldades identificadas

A empresa orgulha-se de estar a par das últimas tendências de produto no tipo de encaixe, visuais, acabamentos ou mesmo dimensões, e por satisfazer as necessidades em constante mudança, porém, não tem como prioridade a avaliação do impacto que a produção de novas famílias de produto pode vir a ter na realidade da esfera operacional. Tem vindo a caminhar numa direção estratégica que, para ser sustentável no longo prazo, requereria fábricas, processos flexíveis e economias de gama.

Contudo, as unidades fabris da empresa em estudo foram concebidas com o intuito de serem dedicadas à produção de um conjunto limitado de produtos e obter economias de escala. Acresce que, os pavimentos produzidos pela empresa são um *process-intensive product*, isto é, produtos que estão intimamente ligados ao processo que lhes dá origem. Ao criar famílias de produto com diferentes características, terá que adaptar o processo existente ou adquirir novos equipamentos.

A crescente complexidade introduzida nas fábricas tem resultado numa redução da quantidade total produzida pelas fábricas, num aumento no número de referências produzidas e num incremento na frequência e duração de *setups*, como é possível constatar na Tabela 1 e Tabela 2, numa análise realizada em períodos homólogos.

Tabela 1 – Evolução da produção e número de referência

Produção / dia (m^2)			Número de Referências (Jan-Mai)		
2016	2017	2018	2016	2017	2018
27851	27952	25070	892	1041	1039
Delta	0,4%	-10,0%	Delta	16,7%	-0,2%

Tabela 2 – Evolução na duração e frequência de *setup*

Número de *Setup* (Jan -Mai)			Tempo para *Setup* (h) (Jan -Mai)		
2016	2017	2018	2016	2017	2018
1925	1918	1993	1075	1106	1229
Delta	-0,36%	3,9%	Delta	2,9%	11,1%

3.3 Planeamento

Para uma melhor compreensão do processo do planeamento foi realizado o seu mapeamento, que se encontra representado na Figura 12, seguindo-se um breve esclarecimento do fluxo de informação que sustenta este processo.

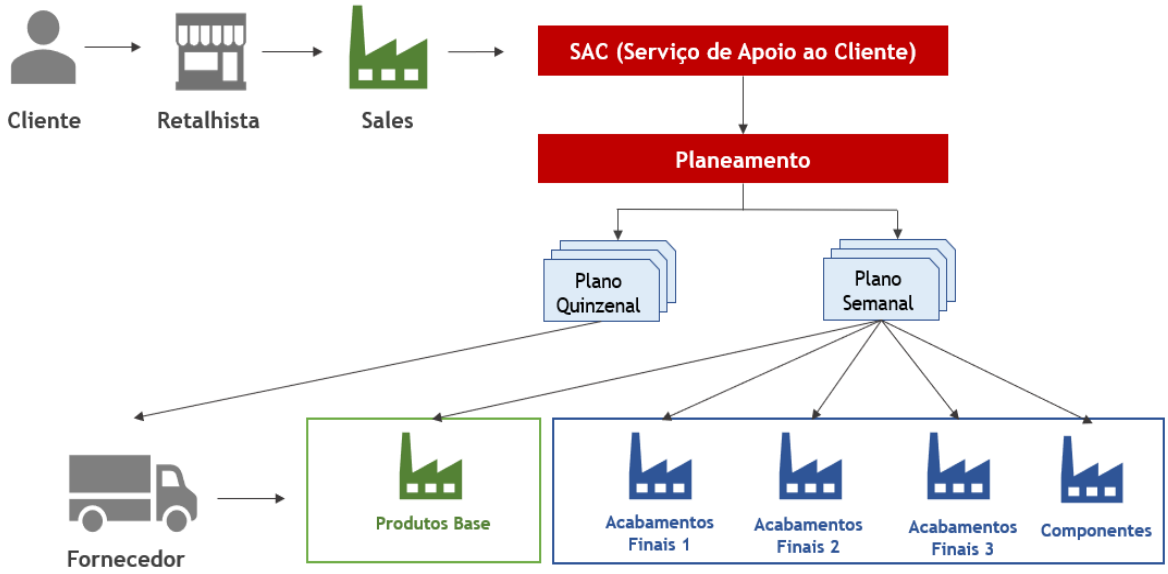


Figura 12 – Mapa atual de planeamento

A empresa tem uma forte presença tanto no mercado nacional como no mercado internacional, no qual está presente através de uma entidade denominada de *Sales Units* que garante a comercialização, distribuição e assistência técnica nos diferentes mercados. O processo de encomendas é despoletado pelas *Sales* que reúnem as necessidades dos respetivos mercados e transmitem a informação ao departamento SAC (Serviço de Apoio ao Cliente). Este departamento centraliza todas as encomendas e, inclusive, algumas diretamente de retalhistas, situações com baixa representatividade (cerca de 10% do volume total de encomendas).

A equipa de Planeamento recebe as encomendas por parte do SAC e, numa primeira fase, analisa a carga existente nas cinco áreas produtivas. De seguida, faz a alocação das encomendas firmes e despoleta também encomendas para *stock* avançado. A estratégia seguida pela empresa em estudo é MTO, com exceção de alguns artigos das famílias principais que mantêm um *stock* avançado, o que representa cerca de 9% das referências produzidas mensalmente. O planeamento é realizado considerando a capacidade limitada das áreas produtivas (*finite loading*) e as ordens de fabrico são afetas aos recursos assim que estes tiverem disponibilidade (*forward scheduling*).

Tendo por base as encomendas firmes e previsões de vendas, o planeamento informa as necessidades ao departamento de Aprovisionamentos, que se encarrega de realizar as encomendas necessárias aos fornecedores em função dos prazos de entrega.

Semanalmente, cada área produtiva recebe um plano de trabalho proveniente do planeamento que indica as referências a produzir, qual a quantidade e respetiva sequência.

3.3.1 Principais dificuldades identificadas

Falta de visibilidade sobre as necessidades de mercado

Um dos principais problemas do sistema de planeamento é ser apoiado em previsões baseadas em históricos de vendas e sensibilidade dos intervenientes. Sem um conhecimento mais fundamentado sobre os volumes de encomendas num curto/médio prazo torna-se bastante difícil uma gestão eficiente dos recursos, isto é, decisões como abertura de turnos, contratação de trabalho temporário e distribuição das equipas pelas áreas produtivas.

As horas extra possibilitam a avaliação da produtividade da organização e a eficiência do planeamento de trabalho. A análise da Tabela 3 permite deduzir que há um desajuste da capacidade operacional para os volumes requeridos ou uma ineficaz gestão das equipas de trabalho.

Tabela 3 – Horas extra por área produtiva

Áreas	2016	2017
Produtos Base	2913	2170
Componentes	253	398
Acabamentos Finais	2035	1560
Manutenção	290	367

Falta de estabilidade do *mix* de produtos em produção

Os diversos produtos oferecidos pela organização têm fluxos bastante distintos, isto é, diferem significativamente nos materiais usados, fases e tempos de produção. Por este motivo, a alocação do *mix* de encomendas nas respetivas áreas produtivas poderá originar retratos bastante desfavoráveis à organização. Por exemplo, a necessidade de reforçar as equipas de trabalho numa área, o que implica prejudicar o *lead-time* e produtividade da área que cedeu recursos.

A entrada de encomendas de produtos considerados *out of mix*, isto é, produtos que já pertenceram ao portfólio da empresa e que foram descontinuados, assim como a introdução de novos produtos provoca uma acrescida complexidade na produção: obriga ao fabrico de artigos com especificações como dimensões e acabamentos, que requerem fluxos de produção fora do comum e para os quais as unidades fabris já não se encontram devidamente preparadas. Esta situação origina maior número e duração de *setups* e perdas de disponibilidade.

Foi possível constatar que é frequente o plano de fabrico sofrer alterações durante a semana, para priorizar encomendas consideradas como mais urgentes, e a existência de linhas que registam paragens na ordem dos 20% do tempo disponível, por falta de plano de fabrico.

Inevitavelmente, os tempos de resposta ao cliente são penalizados. *Lead-time* é o tempo total desde a entrada da ordem de fabrico de uma dada encomenda até que esta se encontra pronta para expedição. Este indicador permite a avaliação da eficiência da cadeia de valor e está, também, intimamente relacionado com a satisfação do cliente.

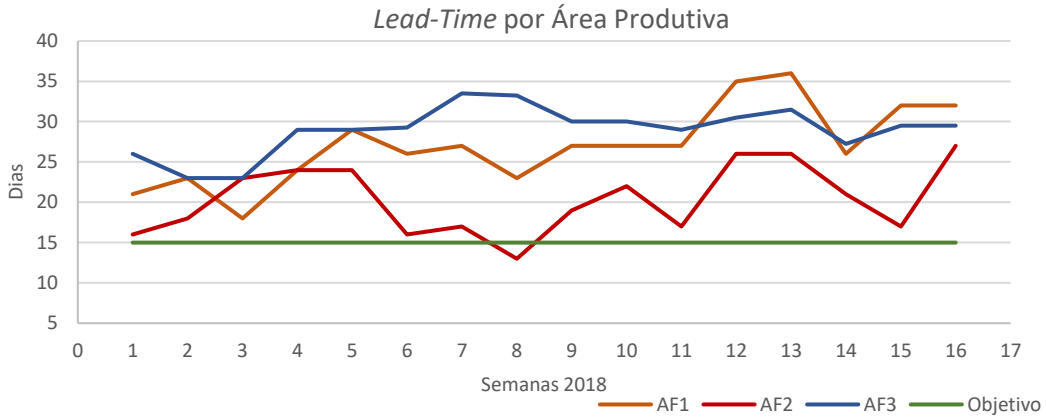


Figura 13 – *Lead-time* por área produtiva

Idealmente, o *lead-time* considera unicamente as ordens que entram em fabrico quando todos os materiais para a sua produção se encontram disponíveis. Os valores apresentados poderão estar ligeiramente desviados, visto não contemplarem a condição referida.

A empresa tem como objetivo um *lead-time* máximo de 15 dias para as referências A e, como se pode verificar na Figura 13, no decorrer do ano de 2018 têm-se registado valores significativamente superiores, na ordem dos 140% do valor objetivo, o que aparenta ser uma situação transversal à organização.

Os elevados *lead-times* têm um impacto direto no OTIF (*On Time In Full*), indicador de nível de serviço, que permite medir a percentagem de pedidos que foram entregues na quantidade, especificação e prazo definidos pelo cliente. Pelo que consta na Tabela 4 comparativamente com a média registada em 2017, os níveis de serviço desceram significativamente, o que demonstra que a empresa não tem sido capaz de responder atempadamente à procura.

Tabela 4 – Evolução do nível de serviço

Família	Média 2017	Jan	Fev
Hydro	83%	79%	80%
Digital Printing	79%	72%	70%
Authentica	85%	72%	75%
LVT	79%	68%	70%

Em suma, a empresa sofre de uma falta de estabilidade produtiva que prejudica a produtividade e consequentemente penaliza a capacidade de resposta às necessidades de mercado. A resolução destes problemas passará pela implementação de um processo de planeamento mais eficiente, com uma maior visibilidade a curto/médio prazo, e que promova o nivelamento da produção.

A organização não se encontrava inteiramente ciente do seu desempenho em termos de *lead-time*. Surgiu a necessidade de monitorização em finais do ano 2017, quando o incumprimento do nível de serviço objetivo se tornou inegável. Para melhor compreender a situação atual da organização e para possibilitar também um maior controlo sobre desvios, os indicadores anteriormente mencionados e outros adicionais como m^2 vendidos, produzidos e cobertura de produto acabado, foram expostos na sala *obeya*, sala usada para gestão e controlo.

Esta sala surge como uma ferramenta de planeamento e comunicação, que permite ter acesso à informação de uma forma transparente, e auxilia a tomada de decisão expedita e em tempo

real (Tyagi et al. 2015). Os representantes das várias áreas funcionais mantêm a informação existente na sala atualizada por forma a preservar a comunicação eficaz. Surge como um sistema de controlo visual que promove o envolvimento interativo de equipas multifuncionais e facilita a delegação e monitorização de ações.

Os indicadores são atualizados na sala *obeya* com uma frequência mensal. Contudo, a sua monitorização é realizada semanalmente, de forma a possibilitar a correção imediata de desvios.

3.4 Estratégia para implementação de melhorias

Tal como foi subdividida a análise da situação inicial da organização, os principais cursos de ação neste projeto podem ser distinguidos entre a esfera da produção e a esfera do planeamento.

Produção

Ao nível da produção, a empresa requer maior flexibilidade para fazer face às necessidades de mercado, isto é, a produção das várias famílias de produtos da sua gama de ofertas. Para além disso, aspira pela melhoria do seu desempenho no nível de serviço e tempo de resposta ao cliente. A implementação de melhorias na esfera da produção passa por:

- Elevação do gargalo da família *Hydro*

  Identificado o gargalo do fluxo da família *Hydro*, iniciar-se-á pela sua melhoria e consequente aumento de produtividade.

- Aplicação da metodologia SMED nas linhas produtivas

  Com a metodologia SMED prevê-se a redução do tempo de paragem dos equipamentos, o que conduz a um aumento da taxa da ocupação das linhas. Deste modo, será possível produzir diferentes tipos de produtos com maior frequência sem penalizar a produtividade.

- Normalização das tarefas críticas nas linhas

  Com a realização de normas para as tarefas críticas é possível definir um modo operatório consistente, que garante a ausência de erros e promove uma maior autonomia, maior produtividade e sentido de responsabilidade por parte dos operadores.

Planeamento

Denota-se uma falta de estabilidade produtiva na empresa que se prende, maioritariamente, pelo planeamento ineficiente. A falta de estabilidade do *mix* de produtos e a falta de visibilidade sobre as necessidades de mercado conduzem a uma pobre gestão de recursos e baixos níveis de serviço. De forma a estabelecer um eficiente método de planeamento que permita dar resposta à procura das várias famílias, serão implementadas as seguintes ferramentas:

- Fórum de alinhamento entre o departamento Comercial, Logística e Produção

  Neste fórum será possível obter uma maior visibilidade a curto-médio prazo que facilita a tomada de decisão, tanto ao nível operacional, como ao nível tático: dimensionamento de recursos, análise e ajuste de desvios. Por forma a suportar este estudo será também criada uma ferramenta carga-capacidade.

- Definição de um contrato produção-logística

  Trata-se da definição de um contrato entre a produção e a logística do volume de produção para as diferentes famílias e nas várias unidades fabris, que permite estabelecer um modelo misto de produção nivelado: suaviza os níveis de procura na produção e garante a produção das diferentes famílias numa base semanal.

- Ferramenta de planeamento

  Criação de uma ferramenta de apoio ao planeamento que permite a priorização de encomendas considerando o cliente e a data de entrega, por forma a melhorar o nível de serviço e sugere também um modelo de sequenciamento das ordens de fabrico no gargalo, que minimiza a duração dos *setups* e, consequentemente, o *makespan*, tempo necessário para finalizar uma dada sequência de tarefas.

4 Implementação de Soluções

4.1 Produção

Neste subcapítulo, será descrita a intervenção ao nível produtivo, que passou pelo aumento de capacidade de produção da família *Hydro* e definição de um plano de ações que resultou do *Kobetsu* em AF3 e cuja implementação promove um aumento de disponibilidade dos recursos e um consequente aumento de produtividade. Com o intuito de combater a falta de flexibilidade da organização, foi desenvolvido um processo de normalização de tarefas críticas nas linhas produtivas e aplicada a metodologia SMED numa das múltiplas linhas que tem vindo a registar elevados períodos de *setup*.

4.1.1 Fluxos Produtivos

Fluxo *Hydro*

A metodologia adotada para análise do fluxo *Hydro* passa pela identificação do gargalo, a sua otimização e subordinação do restante sistema, à semelhança do processo defendido pela *Theory of Constraints (TOC).* Esta teoria foi apresentada por Goldratt and Cox (1984) e consiste numa estratégia de controlo que, sistematicamente, concentra as atenções, esforços e energias para a identificação da restrição do sistema, elemento que limita a capacidade e, ao mesmo tempo, representa o principal ponto de alavancagem e melhoria. A TOC altera o foco da otimização dos ativos de forma individual para a otimização do fluxo do sistema e, para isso, recorre a ferramentas como "*Drum – Buffer – Rope*".

Na primeira etapa - identificação - descrita no capítulo 3.2.1, foi reconhecido o elemento que limita a capacidade de produção da família *Hydro*. Este elemento consistia na linha de tratamento de superfície, cuja produção estava 37% abaixo da necessária. Identificada a restrição do sistema, foi observada no terreno e numerados os principais problemas que envolviam não só o modo operatório dos colaboradores, como o próprio funcionamento das máquinas pertencentes à linha. As etapas pelas quais o material é submetido na linha em questão encontram-se representadas na Figura 14, onde é possível distinguir a intervenção humana das etapas executadas por máquinas. De realçar que esta linha já se encontrava a operar a três turnos.



Figura 14 – Etapas do processo da linha de tratamento de superfície

Na segunda etapa - otimização - iniciou-se por abordar os constrangimentos observados nas máquinas. Acontecia que, consoante o tipo de material em curso – *bottom layer* ou *top layer* – os parâmetros no túnel de secagem, isto é, a velocidade do tapete e a temperatura teriam que ser ajustadas por tentativa/erro. A mudança de material era efetuada, em média, 10 vezes num turno, dada a necessidade de fornecer ambos os tipos de material em igual proporção para a etapa seguinte de colagem. Por cada alteração decorriam 15 min até que fossem devidamente definidos os parâmetros e atingido um ritmo de produção estável. Idealmente, os parâmetros dos equipamentos deveriam ser os mesmo para os vários produtos que passam na linha, eliminando por completo o tempo de mudança e ajuste. Com esse intuito, foram lançadas duas ações:

- Revisão do túnel de secagem por parte da equipa da manutenção. O túnel não atingia a temperatura que alegava no mostrador e, ainda mais importante do que a temperatura, a ventilação era insuficiente;
- Teste de outros rolos para a máquina de aplicação do diluente. Foi possível constatar que com o rolo usado na altura as placas ficavam com bastante diluente, o que dificultava uma posterior secagem célere. Diferentes tipos de materiais e durezas de rolo foram testados, de forma a aplicar apenas a quantia necessária para uma eficaz limpeza dos restos de plastificantes na superfície das placas.

Estas ações foram seguidas e executadas com sucesso, o que permitiu alcançar o cenário ideal de conservação das definições nos equipamentos consoante o material em questão. Otimizado o funcionamento das máquinas envolvidas no processo, seguiu-se a avaliação dos problemas observados no modo operatório. Para reduzir o tempo do processo sem que seja necessário investir em equipamento adicional, dever-se-á optar por iniciativas como: realizar atividades em paralelo, alterar a sequência das atividades e reduzir interrupções (Chase and Jacobs 2014).

Acontece que, sempre que se mudava de palete, fazia parte das tarefas dos colaboradores que operavam na linha a preparação da palete seguinte, que consistia em tirar o invólucro e cartões de proteção. Depois esperavam que o empilhador viesse colocar a palete preparada no suporte à entrada e retirar a palete pronta à saída. O abastecimento da máquina de aplicação com diluente acontecia da mesma forma, por um colaborador alocado à linha.

Um dos primeiros passos foi a criação de um sistema de dupla palete como representado na Figura 15. Desenhou-se um carrinho ergonómico (apresentado no ANEXO C), para possibilitar uma maior autonomia dos colaboradores em relação ao empilhador e reduzir as paragens no gargalo. Para além disso, as tarefas referidas anteriormente - preparação da palete e abastecimento de diluente - passam a ser realizadas por parte do elemento que conduz o empilhador, o qual vai priorizar o abastecimento da linha de tratamento de superfície em detrimento da colagem 9.



Figura 15 – Sistema da dupla palete na linha de tratamento de superfície

Inicialmente existia um diferencial de velocidade dos tapetes entre a máquina de aplicação de diluente e o túnel de secagem, o que implicava o abastecimento de placas excessivamente espaçadas, de forma a não haver posterior sobreposição entre elas. Por si só, esta situação tinha um impacto elevado na produtividade, resultando numa perda de cerca de 25%.

Realizou-se um esforço no sentido de formar os operadores no novo modo operatório e garantir um elevado enfoque no aumento da cadência.

Por forma a sustentar as melhorias implementadas e a redefinição do novo modo operatório, recorreu-se a ajudas visuais, marcações no terreno e normas, que indicam ao colaborador como proceder, o que esse encontra exemplificado na Figura 16.



Figura 16 – Medidas implementadas no terreno para o fluxo *Hydro*

Numa terceira etapa – subordinação – revisitaram-se as tarefas a montante e a jusante do gargalo, de forma a garantir que a cadência e fluxo da linha são sustentadas. Nomeadamente, foi reforçada a importância de abastecimento e recolha de material da linha de tratamento de superfície em vez da colagem 9 ou outra linha.

Fluxo *Digital Printing*

O fabrico da família de produtos *Digital Printing* é finalizado na unidade fabril AF3 onde, atualmente, também são produzidas outras famílias, nomeadamente a *Authentica* e o LVT. O *Kobetsu Kaizen* teve início com a análise da família DP. Contudo, rapidamente se constatou a impossibilidade do estudo de uma secção que faz parte de um todo e, por este motivo, escalou-se o âmbito do KK para AF3 na generalidade. Até porque as restantes famílias aí produzidas também têm registado valores de *lead-time* superiores aos objetivos.

Tabela 5 – Plano de ações do KK de AF3

	Problema Encontrado	Ação Definida	Estado
1	Elevada taxa de rejeição de ladrilhos	Implementar nova linha de tratamento de superfície agregada à DP	Finalizado Semana 20
2	Falta de capacidade das colagens	Diminuição tempos de prensagem na linha da cola Instalação do 3º turno – Cola 6/7/8	Finalizado Semana 23
3	Falta de visibilidade sobre necessidades de mercado	Comunicação Comercial-Logística-Produção	Em curso Mensalmente
4	Frequentes alterações ao plano de produção	Definir novo método de alocação de encomendas	Finalizado Semana 15
5	Excessiva mão-de-obra ocupada no Verniz 4	Finalização da automatização da linha para ladrilhos	Em decisão
6	Falta de flexibilidade no envernizamento de *Authentica* 1200	Adaptação da linha de envernizamento HRV	Em decisão
7	Sobreocupação Corte Final 5	Eliminação de artigos com biselado pintado Separação da linha de corte em corte + embalagem	Em decisão

As principais ações levantadas encontram-se apresentadas na Tabela 5 e resultaram da análise do diagrama de *Ishikawa* da Figura 11. De realçar que as ações 1 e 2 já se encontravam planeadas por parte da organização, enquanto que as ações 5, 6 e 7 correspondem a investimentos de elevada envergadura, que envolvem alterações estruturais de linhas e que derivaram, maioritariamente, da introdução da nova coleção da família DP em AF3. Já as ações 3 e 4 são parte integrante do projeto desenvolvido e que ainda serão abordados.

4.1.2 Normalização

A indústria tem vindo a ser marcada pela mudança de paradigma que consiste em adotar um conceito de especialização flexível em vez de produção em massa, por forma a capacitar as organizações de uma resposta mais eficiente às exigências de mercado. Como referido no capítulo 3, a empresa em estudo não é exceção e, para lidar com esta nova realidade, onde o *mix* de produtos fabricados é mais diversificado e a mão-de-obra é responsável por um maior leque de tarefas distintas, iniciou-se um processo de normalização das tarefas críticas nas linhas das áreas produtivas.

A divisão do trabalho e especialização é defendida por muitos, nomeadamente Smith (2009), como uma estratégia para obtenção de benefícios económicos. Ao focar as capacidades dos trabalhadores em funções específicas e limitadas, verifica-se o fenómeno representado pela curva de aprendizagem, onde, com a repetição do processo, se adquirem maiores eficiências na sua execução. No entanto, a especialização dos trabalhadores não suporta a atual realidade da empresa e não permite a sua sustentabilidade e sucesso futuro.

Por outro lado, e de acordo com Preenen et al. (2015) a flexibilidade interna do trabalho, isto é, as práticas que promovem um aumento da aptidão dos operadores para execução de diferentes tarefas, impacta positivamente a sua produtividade e o processo de inovação da empresa. Isto por estimular a autonomia do operador, aumentar o sentido de responsabilidade e ampliar as oportunidades para desenvolvimento e aplicação de novas ideias.

Apesar dos benefícios da primeira abordagem, esta não suporta as necessidades por parte da organização. Contudo, a frequente alteração da composição das equipas naturais nas várias linhas das unidades fabris também não é o cenário desejável, pela introdução de elevada irregularidade na execução de processos e necessidade frequente de formação. Por este motivo, e com o intuito de suportar a flexibilidade necessária sem comprometer o desempenho da organização e qualidade dos produtos, iniciou-se um processo de normalização de tarefas que permite:

- Definição de modos operatórios. Frequentemente, a causa para a variância na execução de tarefas tem origem na inexistência de uma forma *standard* de o fazer ou a existência de uma forma ineficiente de o fazer;
- Maior autonomia e polivalência. Os colaboradores passam a ter à sua disposição diretrizes de como proceder, o que permite reduzir a dependência e aumentar a produtividade;
- Garantia de estabilidade e consistência dos processos. Ao definir nas normas a forma mais fácil, simples e segura de realizar determinada tarefa, possibilita-se um aumento na qualidade e garantia de ausência de erros;
- Maior facilidade de controlo. Depois de estabelecido o método normalizado de execução de tarefas, o líder de equipa tem maior facilidade em detetar desvios e a gestão dos conhecimentos da equipa.

A implementação teve início com um *mindmap* onde os colaboradores listavam todos os processos críticos e tarefas associadas que realizam nas suas linhas, como por exemplo:

arranques de linha, atividades de manutenção preventiva e autocontrolo. De seguida, a equipa prioriza as tarefas a normalizar numa matriz que tem como principais eixos o impacto e a facilidade de normalização, como representado no ANEXO D. Definidas as tarefas que maiores contributos terão quando normalizadas, procede-se à escolha do tipo de norma mais adequado, como ajudas visuais, normas de inspeção, *one-point-lesson*, *checklist*, entre outras. Um exemplo de norma realizada para a linha de Corte Final 4 de tarefas de autocontrolo encontra-se na Figura 17.



Figura 17 – Norma de autocontrolo na linha Corte Final 4

Após execução, teste e validação das normas, é preenchido um plano de treino dos colaboradores, por forma a receberem formação no melhor método definido para as diversas tarefas. Segue-se a dinamização de um ciclo SDCA (*standardize-do-check-act*) que complementa o ciclo PDCA (*plan-do-check-act*) e, juntamente, constituem um pilar fundamental da cultura de melhoria contínua. Sempre que implementada uma melhoria - ciclo PDCA -, para que esta estabilize e seja garantida a sua adesão e sustentabilidade, surge uma necessidade de normalizar a alteração. Para isso, as equipas fazem uso do ciclo SDCA que foi implementado no quadro *Kaizen* Diário de equipa (quadro de apoio às equipas no controlo da sua atividade diária e no fomento da cultura e comportamentos de melhoria contínua) como demonstrado na Figura 18.

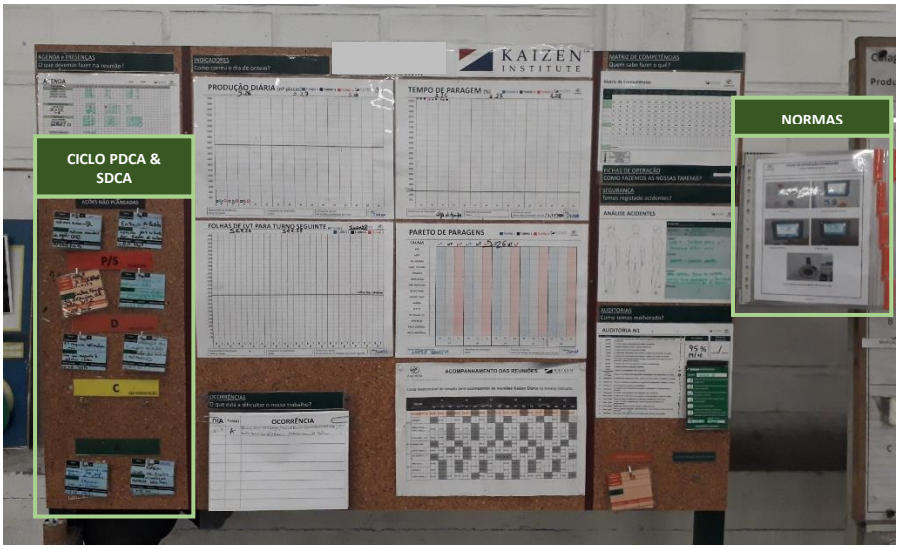


Figura 18 – Quadro Kaizen Diário da colagem 9

Todo o processo descrito foi realizado em conjunto com os operadores das linhas, obtendo-se desta forma o seu indispensável comprometimento e o conhecimento necessário para um processo de normalização que, efetivamente, acrescenta valor e auxilia a organização, numa base diária, não só a lidar com a sua atual necessidade de um maior grau de flexibilidade e saber por parte dos operadores, como auxilia na execução dos processos e tarefas *standard* ao estabelecer normas.

4.1.3 SMED

Como identificado na Tabela 2, o tempo registado para *setup* tem vindo a aumentar significativamente nos últimos 3 anos. De forma a reduzir o tempo de *setup* das áreas produtivas e promover flexibilidade na troca de produto sem impactar negativamente o desempenho, aplicou-se a metodologia SMED na linha de envernizamento HRV da seção Acabamentos Finais 2. Apesar de não se tratar da linha com maior percentagem de *setup* no tempo total de produção, o envernizamento HRV apresenta a maior frequência de mudanças, dada a variedade de acabamentos possíveis, e regista ser uma linha com elevada taxa de ocupação, pelo que qualquer ineficiência nesta linha tem uma grande influência no restante fluxo. A linha em estudo realizou 210 mudanças ao longo do ano de 2017, que totalizaram 143 horas.

Na linha de envernizamento HRV é possível a aplicação de 9 acabamentos distintos, o que origina 72 combinações possíveis de mudança de acabamento. Estas mudanças têm duração e complexidade significativamente diferentes, uma vez que diferem nas máquinas da linha em que há necessidade de intervir. A escolha do *setup* pelo qual se iniciou a aplicação da metodologia SMED passou pela análise e priorização daquele que apresenta maior dificuldade, duração média e frequência registada no decorrer do ano 2017. O *setup* selecionado foi a passagem do acabamento Mate 10R2 natural para WRT, que consiste na limpeza de 2 máquinas e a mudança de verniz em 3 máquinas diferentes. Este *setup* registava durações na ordem de 1h30, pelo que um primeiro objetivo será atingir os 50 min.

1. Mapeamento da situação inicial

Inicialmente, realizou-se o estudo da situação inicial, que passou pela observação do *setup* no terreno e realização de um vídeo para posterior análise mais pormenorizada da sequência e duração das tarefas. Esta análise contou com a intervenção de uma equipa multidisciplinar e permitiu identificar oportunidades de melhoria no método adotado, que revelou grande variabilidade e falta de sistematização. Para este estudo mapearam-se as tarefas executadas e registaram-se as redundâncias no fluxo de tarefas num diagrama de esparguete como representado na Figura 19, sendo que as principais dificuldades encontradas foram:

- Ausência de *standard* dentro e entre turnos nas tarefas realizadas;
- Tarefas externas desempenhadas com a máquina parada;
- MUDA (desperdício) de movimentação e espera;
- Tarefas associadas à manutenção preventiva semanal realizadas durante o *setup.*

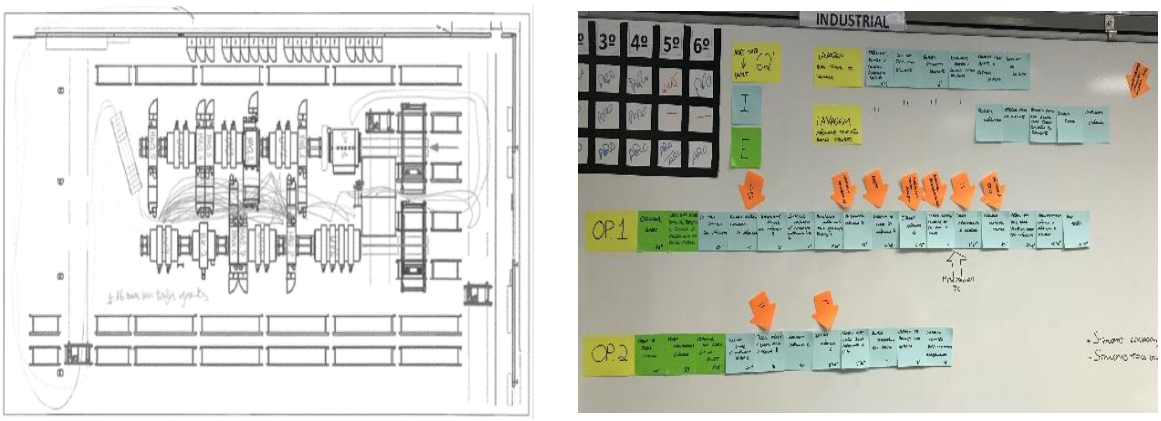


Figura 19 - Mapeamento da situação atual do *setup* Mate10R2 natural - WRT

2. Separação do trabalho interno do trabalho externo

O trabalho externo corresponde a aproximadamente 17% da duração do *setup* filmado. Nesta etapa, o objetivo é a redefinição da sequência das tarefas de forma a separar as tarefas passíveis de serem realizadas com a máquina em funcionamento daquelas que requerem a paragem do equipamento. A preparação do verniz é um exemplo de uma tarefa externa que poderá ser realizada anteriormente à paragem da linha para *setup*.

3. Conversão do trabalho interno em trabalho externo

Nesta etapa passou-se à análise das tarefas que até ao momento eram realizadas com o equipamento parado e que, com algumas melhorias e investimentos reduzidos, poderiam ser efetuados com o equipamento em funcionamento. Tarefas como colocar a máscara e as luvas, lavar as aparadeiras e o chão nas zonas envolventes são tarefas passíveis de serem realizadas com a linha a trabalhar, o que possibilita reduzir o tempo não produtivo da linha.

4. Otimização das operações internas

A otimização das tarefas que requerem obrigatoriamente que o equipamento esteja parado passou pelo ajuste do plano semanal de manutenção preventiva e garantia da sua execução, para eliminar a execução de tarefas dessa índole no decorrer do *setup*. O reajuste da sequência das tarefas internas permitiu eliminar as deslocações em excesso e o desenvolvimento de um resguardo para isolamento das máquinas de aplicação de verniz lavadas conduziu a uma redução significativa na duração do *setup*.

5. Otimização das operações externas

Com o intuito de reduzir ou eliminar o trabalho externo, asseguraram-se as seguintes ações: a criação de um kit de *setup* adequado à limpeza da máquina de aplicação e outro para a substituição de verniz, a organização do armazém de vernizes que facilita o acesso e recolha daqueles que são mais frequentemente utilizados, a garantia de todo o material necessário ao *setup* (ficou a cargo do departamento de Manutenção) em locais devidamente definidos e identificados.

6. Normalização e controlo dos processos

Por forma a sustentar as melhorias na execução do *setup* definidas anteriormente e facilitar a formação dos operadores, foi criado um modo operatório para a limpeza da máquina e um para a troca de vernizes que se encontra no ANEXO E, passível de aplicação nas restantes mudanças que se realizam na linha em estudo. Por este motivo, juntamente com a equipa, foram estipulados objetivos de duração de *setup* para as restantes combinações de mudanças de verniz, com o intuito de comprometer os operadores, facilitar a monitorização do progresso

e deteção de desvios. Por fim, para auxiliar na execução da mudança de acordo com o novo modo operatório, foram criadas ajudas visuais como as representadas na Figura 20.



Procedimento: SUBSTITUIÇÃO DE VERNIZ	
1	DESLIGAR BOMBA
2	LIMPAR TUBO DE PESCA + COLOCAR NA NOVA TINA: TUBO DE PERCA + MANGUEIRA
3	RETIRAR TINA EM USO + COLOCAR LATA
4	LIMPAR MANGUEIRA DE ABASTECIMENTO
5	LIGAR BOMBA PARA COLOCAR NOVO VERNIZ EM CIRCULAÇÃO
6	VERIFICAR AUSÊNCIA DE CONTAMINAÇÃO NO NOVO VERNIZ
7	RETIRAR LATA COLOCAR NOVA TINA RM POSIÇÃO DE TRABALHO + COADOR

Procedimento: LAVAGEM DE MÁQUINA	
1	DESLIGAR BOMBA
2	LIMPAR TUBO DE PESCA + COLOCAR NUM BALDE COM DILUENTE
3	LAVAGEM COM DILUENTE
4	RETIRAR MÁQUINA PARA PROCEDER À LAVAGEM
5	ABRIR RAQUELETE
6	LAVAGEM DA RAQUELETE
7	COLOCAR ROLOS EM FUNCIONAMENTO PARA SE PROCEDER À LAVAGEM
8	LAVAR ROLO
9	ISOLAR ROLO
10	EMPURRAR MÁQUINA PARA POSIÇÃO DE DESCANSO
11	EXECUTAR LAVAGEM DA CALEIRA + BASE DE APOIO

Figura 20 – Ajudas visuais na linha de envernizamento HRV

4.2 Planeamento

Neste subcapítulo, é realizada a descrição da intervenção ao nível do modelo de planeamento, sumarizada na Figura 21. Numa primeira fase, foi facilitado um fórum de alinhamento da organização que permite o dimensionamento de recursos, análise e ajuste de desvios quer a nível de desempenho como de impacto de decisões estratégicas no âmbito operacional. Para suportar este estudo foi também criada uma ferramenta carga-capacidade. Numa segunda fase, e definido um contrato produção-logística com base no determinado no fórum de alinhamento, segue-se a gestão na base diária, para a qual foi desenvolvida uma ferramenta para alocação de encomendas e sequenciamento, considerando a duração de *setup* para a troca de artigo nas diversas linhas.

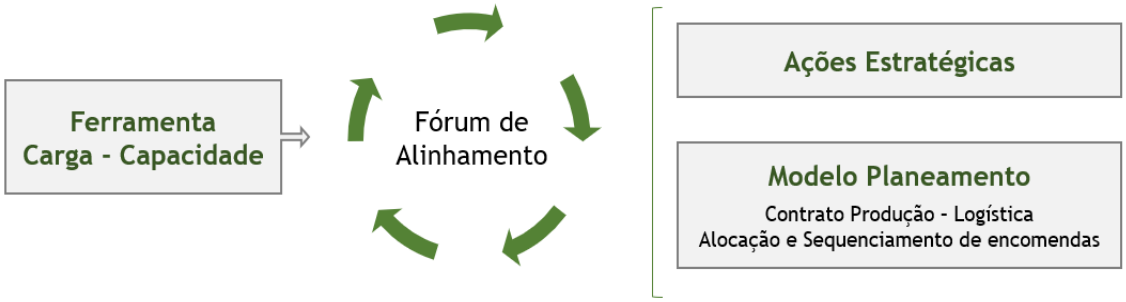


Figura 21 – Esquematização da abordagem ao planeamento

4.2.1 Planeamento Tático

Fórum de Alinhamento

O modo como as organizações gerem os seus recursos é visto como um fator fulcral para o sucesso da estratégia de longo prazo, o que deu origem e relevo ao termo *estratégia de operações*. O sucesso passa pela transparência nos diferentes níveis da organização e pela compreensão da estratégia de alto nível e experiência numa base diária. Esta partilha e comunicação contribui para que todos os elementos reúnam os seus esforços na mesma direção e sentido, rumo a um objetivo comum transversal à empresa (Stavrulaki and Davis 2010).

Dada a complexidade introduzida no leque de oferta da empresa e o seu impacto ao nível produtivo, é de extrema importância existir visibilidade das necessidades por parte do mercado e conhecimento das capacidades/limitações da esfera produtiva, para responder a essas mesmas necessidades. Por forma a obter um melhor alinhamento entre as expectativas de mercado e a componente operacional da organização, foi promovida a realização de um fórum, com uma frequência mensal, onde intervêm os seguintes departamentos-chave: Comercial, Logística e Produção. Posto isto, foi definido um *framework* que promove a análise da estratégia da esfera produtiva e como esta se relaciona com os mercados e as suas necessidades.

Etapa 1

Esta etapa passa por compreender a estratégia de posicionamento da organização no mercado, as perspetivas de evolução e estabelecer visão do mercado em termos de requisitos e necessidades do cliente. O departamento Comercial tem contacto direto com os mercados externos e internos onde a empresa está presente, pelo que esta é a entidade mais adequada para facilitar informações sobre a evolução de vendas por família, projetos adicionais previstos e tendências dos consumidores alvo. Com o contributo deste departamento é possível tornar a esfera do mercado mais transparente.

Etapa 2

Nesta etapa prevê-se a caracterização da realidade atual da organização e da sua prestação face aos objetivos internamente definidos, o que possibilita avaliar se a estratégia adotada pela empresa se encontra devidamente definida e alinhada em todas as áreas funcionais. Para facilitar esta análise, o departamento logístico fornece indicadores como: *lead-time*, nível de serviço, atual carteira de encomendas por família de produtos e eficiência produtiva.

Etapa 3

Esta etapa passa por avaliar a capacidade produtiva atual, as prioridades que têm vindo a ser estabelecidas e as maiores dificuldades e transtornos enfrentados na produção de determinados artigos, como duração de *setup*, máquinas a manípulos incapazes, entre outros. Para isso, o departamento de Produção providencia a capacidade produtiva das fábricas e possíveis constrangimentos e/ou melhorias esperadas no curto/médio prazo que impactam a capacidade.

COMERCIAL	LOGÍSTICA	PRODUÇÃO
PERSPETIVAS COMERCIAIS	ENCOMENDAS	CAPACIDADE
VENDAS ATUAIS	% DESVIO FACE A VENDAS	% DESVIO FACE A PERSPETIVAS
%CRESCIMENTO	FILA DE ESPERA	% DESVIO FACE A ENCOMENDAS
OUTROS INCREMENTOS	NÍVEL DE SERVIÇO	LIMITAÇÕES

Figura 22 – Principais inputs para o Fórum de Alinhamento

Com recurso à metodologia descrita e cuja abordagem se encontra esquematizada na Figura 22, promove-se uma discussão e debate puramente baseados em argumentos factuais, em vez de opiniões, o que origina uma necessária reflexão da estratégia a adotar. A reunião permite constatar e alinhar entre os vários departamentos dados como:

- Requisitos críticos do mercado que deverão ser suportados pela cadeia de valor;
- Desempenho real face a estes requisitos e razões para o desvio;
- Evolução expectável de necessidades de produção;
- Necessidades de mão-de-obra, recursos e alterações de equipamento;

- Limitações ao nível produtivo que deverão ser consideradas na oferta do *mix* de produtos.

Com estes dados, torna-se possível obter uma maior visibilidade a curto/médio prazo e facilita-se a tomada de decisão, tanto ao nível operacional como ao nível tático. A título de exemplo, segue-se a descrição de alguns problemas assinalados e ações despoletadas neste fórum:

I. A produção levantou o constrangimento que um determinado artigo cujas dimensões são significativamente diferentes do *standard* conduzia a um ajuste na linha de corte final 2 horas mais longo que o usual. Em 2017, ter-se-á registado este *setup* em 15 ocasiões distintas, o que totaliza 30h de *setup* adicional para um período de produção desse artigo de 70h. A análise de um possível reengenharia do artigo ficou à responsabilidade do departamento de gestão de produto e do departamento de Desenvolvimento e Inovação;

II. A logística realçou a frequência de encomendas com quantidades inferiores ao lote mínimo, o que implica um elevado *stock* de produto acabado constituído pelo que resta do lote mínimo e não faz parte da encomenda. Ficou clara a necessidade de contacto com as *Sales Units* e a sensibilização para este problema, procedendo ao bloqueio de encomendas com quantidades inferiores ao lote mínimo da família em questão;

III. O departamento Comercial realçou que a família *Digital Printing* irá sofrer uma alteração de acabamento para breve e, por este motivo, não deverá ser reforçada a produção desses artigos. Esta informação servirá como *input* para o contrato produção-logística que será referido ainda neste subcapítulo;

IV. Por forma a reduzir a complexidade que terá sido introduzida nas fábricas pelo aumento significativo do portefólio de oferta da empresa, surge a necessidade de estudar a rentabilidade dos produtos e revisitar o método de custeio, esta análise ficou ao cargo do departamento financeiro.

Ferramenta Carga-Capacidade

Para auxiliar quer a análise a realizar no fórum, quer a tomada de decisão num curto-médio prazo, foi criada uma ferramenta de simulação que permite avaliar o excesso ou escassez de capacidade nas diferentes linhas, quando considerada a alocação das encomendas firmes. Salienta-se que uma encomenda poder-se-á traduzir em uma ou múltiplas ordens de fabrico, consoante a encomenda é referente a um ou mais artigos distintos.

Partindo da lista de ordens de fabrico, cruzam-se os artigos com as gamas operatórias para obtenção das linhas pelas quais devem passar e as tarefas a realizar. De notar que, consoante a linha, o artigo e a tarefa em questão, as velocidades de produção são bastante distintas dos valores teóricos definidos e, por esta razão, foram utilizadas as cadências obtidas através do histórico de produção. O grau de fiabilidade destes dados é questionável, visto ocorrerem com frequência erros no registo de produções no sistema, o que despoletou um projeto de levantamento das gamas operatórias e respetivos tempos, a ser concretizado internamente pela empresa em estudo. Assim, seria possível fazer um planeamento preciso e atualizar as gamas operatórias (cerca de 30% já se encontravam obsoletas).

Com o conhecimento do prazo de entrega das encomendas, a sequência das etapas produtivas e a sua duração, é possível estimar a data de início de fabrico e, com base nessa data, reserva-

se capacidade das linhas necessárias. Assim, de uma forma simples, é possível obter uma representação gráfica das necessidades e permitir à empresa possíveis ajustes atempados, tanto de recursos como de investimentos. Esta análise, além de permitir despoletar ações com antecedência, poderá também estar na base do contacto com o cliente e negociação/ajuste de expectativas de prazo de entrega, quer seja no sentido de adiar por excesso de carga, como no sentido de adiantar para aproveitamento de disponibilidade. A interface representada na Figura 23 apresenta opções de *drill-down* de análise de capacidade consoante a semana e linha.

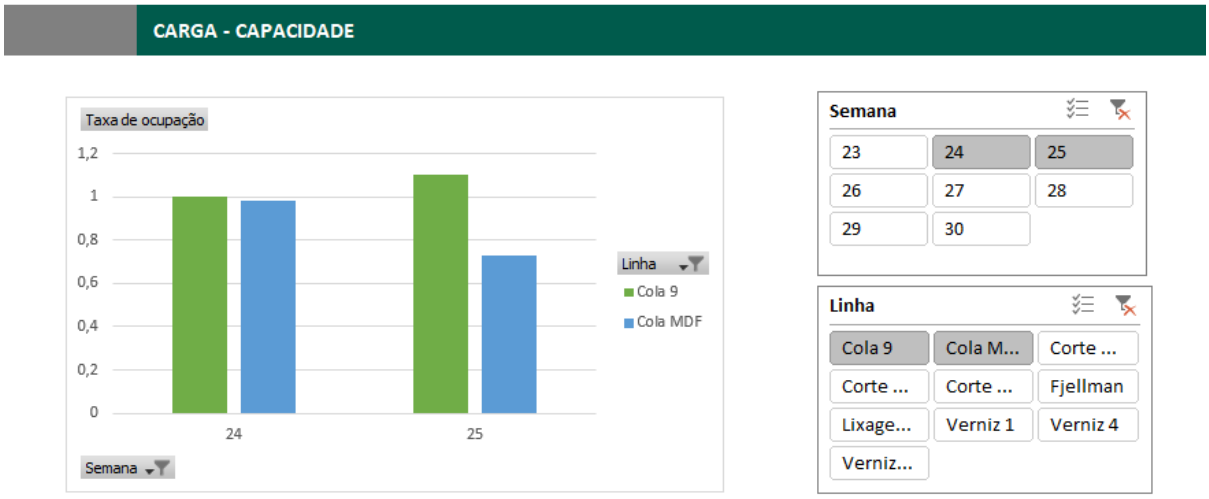


Figura 23 – Ferramenta Carga-Capacidade

A utilização do método de *backward scheduling* para esta simulação prende-se com o facto de se tratar de um método simples que não requer muitos pressupostos e restrições e, acima de tudo, por estar de acordo com a gestão de material que é realizada recorrendo a um MRP (*Material Requirements Planning*). Este alinhamento e coerência evitam iniciar séries de produção sem que esteja disponível o material necessário para a sua concretização, o que conduz a uma maior eficiência de produção.

Contrato produção-logística

Idealmente, com base nos recursos utilizados na produção dos diversos artigos e famílias e o respetivo lucro para a organização, seria possível definir o *mix* de produtos ótimo e que maximizasse o ganho. No entanto, esta abordagem apenas poderá ser aplicada com sucesso em estruturas de mercado monopolísticas, nas quais existe maior liberdade em alinhar a oferta e a quantidade com o que é mais conveniente para a organização. A empresa em análise encontra-se inserida numa estrutura de mercado de concorrência monopolística, onde se enquadram múltiplas empresas que competem com produtos ligeiramente diferenciados. Por este motivo, a empresa em estudo opta por uma estratégia de resposta às necessidades existentes e concentra os seus esforços para ir de encontro às tendências de mercado.

Com o intuito de suavizar os níveis de procura na produção e garantir capacidade de resposta rápida aos diferentes tipos de família de produtos, foi estabelecido um contrato entre a Produção e a Logística do volume de produção semanal para as diferentes famílias e nas várias unidades fabris. O acordo é revisto com a frequência necessária e tem por base o lado das necessidades (carteira de encomendas confirmadas, perspetivas comerciais e projetos futuros estipulados), assim como a vertente da capacidade produtiva (recursos disponíveis e disponibilidade das linhas e velocidades médias de produção).

Atualmente, para evitar os longos períodos de *setup* para troca de artigo, o planeamento agrega encomendas com características semelhantes, sem consideração pela data de entrega definida, o que impacta negativamente o tempo de resposta às encomendas. O contrato produção-logística vem contrariar esta tendência e estabelece compromissos de produção que estão nivelados com a capacidade da organização e permitem atingir essencialmente:

- Maior estabilidade produtiva que impacta positivamente a gestão dos recursos, supermercados e matérias-primas;
- Sistema de produção das várias famílias numa base frequente;
- Possibilidade de privilegiar as encomendas com prazos de entrega mais próximos e garantir o nível de serviço estipulado como objetivo.

4.2.2 Planeamento Operacional

No planeamento operacional foi criada uma ferramenta que procura estabelecer o plano de trabalho para uma semana, isto é, selecionar as encomendas a serem produzidas no decorrer dessa semana e, para cada unidade fabril, sequenciar as ordens nas várias linhas. O principal foco desta ferramenta desenvolvida em *Microsoft Excel* é, portanto, apresentar uma solução de planeamento que, numa primeira instância, prioriza as encomendas e depois maximiza a ocupação da linha gargalo. Trata-se de uma ferramenta simples e de fácil utilização para que seja possível ajustar ao longo do tempo e adaptar às necessidades da organização. Uma breve esquematização do funcionamento da ferramenta encontra-se representado na Figura 24. A ferramenta foi inicialmente implementada e testada para o planeamento da unidade fabril de Acabamentos Finais 1, exemplo de interfaces da ferramenta encontram-se no ANEXO F.

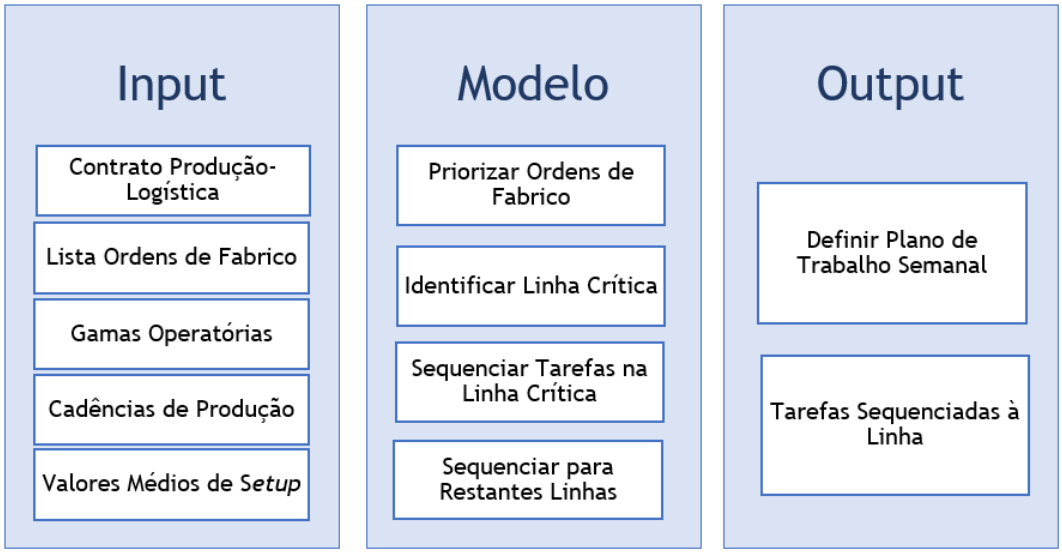


Figura 24 – Esquematização do funcionamento da ferramenta

Alocação de ordens de fabrico

Numa primeira instância, são selecionadas as ordens de fabrico a produzir numa semana. A priorização de encomendas tem por base a data de entrega acordada, duração de produção e o grau de importância atribuído ao cliente. Do fórum de alinhamento resulta uma grelha de criterização que deverá ser revista com a frequência necessária e estabelece as prioridades a serem tidas em conta. Para implementação deste novo modelo de planeamento, foi necessário restruturar o sistema de registo, para inclusão do campo da prioridade do cliente/encomenda.

Ao proceder à alocação das encomendas é necessário não só considerar o nível de prioridade atribuído às diversas encomendas, como também a proximidade da data de entrega definida.

Isto é, idealmente, uma encomenda com prazo de entrega em 5 dias e prioridade nula deverá ser produzida anteriormente a uma encomenda que apresente uma elevada prioridade, mas um prazo de entrega alargado. Surgiu então a necessidade de definição de um índice que ponderasse as duas componentes, o cálculo do índice encontra-se representado na equação (4.1), onde o α e β representam o peso atribuído a cada componente.

$$Índice = -\alpha\ Prioridade + \beta\ CR \quad (4.1)$$

A primeira parcela é referente à prioridade definida em âmbito de fórum e que poderá ser definida numa escala de 0 a 3, sendo o 3 usado para as mais prioritárias. Já a segunda parcela trata-se do *critical ratio* – apresentado na equação 4.2 –, rácio que prioriza as encomendas a produzir tendo por base o tempo até à data de entrega e o tempo necessário de produção. Este rácio permite a priorização de forma a não serem registadas encomendas em atraso: uma medida da urgência de produção.

$$CR = \frac{Tempo\ até\ data\ de\ entrega}{Tempo\ de\ produção\ necessário} \quad (4.2)$$

O peso imputado a cada parcela incluída no Índice foi afinado após testes iterativos e simulações e poderá ser ajustado consoante a evolução das necessidades verificadas pela empresa. Por fim, as encomendas são ordenadas por ordem crescente do valor atribuído de Índice e são alocadas à semana em causa aquelas com menor Índice, até perfazer a quantidade de cada família definida no contrato produção-logística

Sequenciamento das ordens de fabrico

Definida e validada a capacidade das unidades fabris no âmbito do fórum de alinhamento, é possível identificar a linha gargalo, onde se irá sequenciar as ordens de fabrico. Dado o recente constrangimento de elevado número e crescente complexidade dos *setups*, é crucial a sequência de tarefas que minimiza este fator, para além de reduzir o *makespan*. A redução do *makespan* liberta capacidade da linha crítica para lidar com desvios na produção, realizar tarefas de manutenção autónoma e melhoria contínua ou mesmo iniciar produção para *stock*.

O *Traveling Salesman Problem* (TSP) trata-se de um problema clássico de otimização combinatória, no qual um vendedor quer visitar uma série de cidades e procura encontrar a menor rota para percorrer todas as cidades. Aplicando o TSP para o sequenciamento das encomendas, pretende-se a execução das diversas ordens numa sequência que minimize o tempo despendido em *setup*.

Neste caso, é aplicado a formulação mais simples do TSP na qual, dada a matriz com os tempos de *setup*, $s_{i,j}$, requeridos para a troca da produção entre as encomendas i e j , procura-se a sequência de permutações que minimiza o somatório dos *setup*, como formulado nas equações 4.3 e 4.4 seguintes:

$$minimizar \sum_i \sum_j s_{i,j} x_{i,j} \qquad \forall\ i,j \in E \quad (4.3)$$

$$sujeito\ a\ x_{i,j} \in (0,1) \qquad \forall i,j\ \in E \quad (4.4)$$

Após o sequenciamento na linha crítica, com recurso às gamas operatórias por artigo, é possível desdobrar o sequenciamento das encomendas para as linhas que precedem e antecedem a linha crítica, o que promove o fluxo e garante a subordinação da restante cadeia produtiva ao elemento crítico.

Como a metodologia descrita, atribui-se uma maior primazia à seleção das encomendas a responder, em detrimento da maximização da capacidade da linha crítica, mantendo desta forma o foco para a redução do *lead-time* e aumento do nível de serviço.

5 Conclusões e avaliação de resultados

A presente dissertação de mestrado constou na elaboração de um projeto de melhoria contínua para uma empresa que compete na indústria de pavimentos e revestimentos de cortiça, utilizando para isso metodologias e ferramentas *Lean*.

Num mercado fragmentado e altamente competitivo, a empresa tem vindo a aumentar o seu leque de ofertas por forma a responder às necessidades e tendências de mercado. A produção de uma abrangente variedade de famílias tem impactado negativamente indicadores como *lead-time* e produtividade. Essencialmente, a empresa requer, por um lado, uma maior flexibilidade em produzir diferentes famílias sem prejudicar o seu desempenho e, por outro lado, um modelo de planeamento mais eficiente. A implementação de ações de melhoria incidiu sobre as áreas operacionais do planeamento e produção.

Ao nível da produção, as melhorias implementadas na linha gargalo que limitava a produção da família *Hydro* – família de produtos que obteve grande recetividade e tem vindo a registar um crescente procura – resultaram em aumentos de produtividade de 30% o que teve impactos positivos na fila de espera. A Figura 25 mostra a evolução da produção e *lead-time*, sendo expectável que os níveis de produção venham a sofrer uma ligeira melhoria e posterior estabilização.

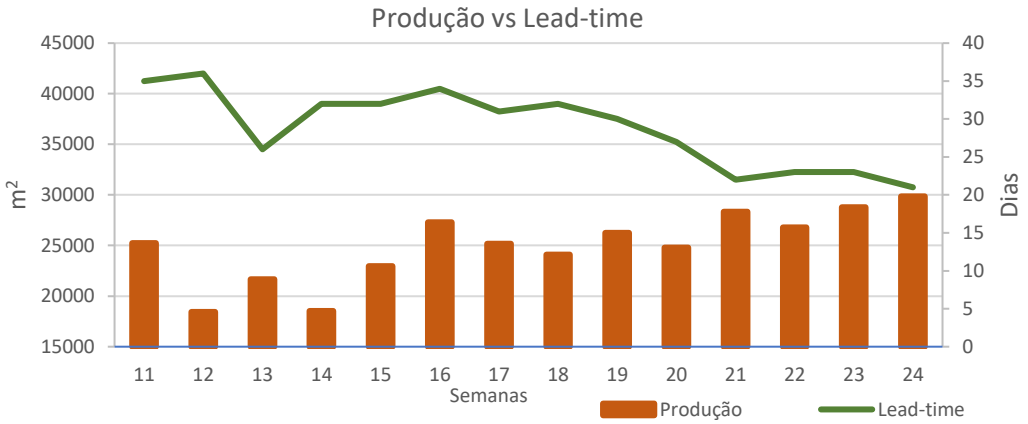


Figura 25 – Produção vs *Lead-time*: família *Hydro*

A normalização das tarefas críticas nas linhas produtivas auxiliou os colaboradores na execução de uma gama variada de tarefas de forma consistente, autónoma e com garantia de ausência de erros. A definição de modos operatórios surge também como uma ferramenta para controlo e deteção de desvios.

A implementação da ferramenta SMED permitiu reduzir a duração dos *setups* na linha de envernizamento HRV como é possível observar pela análise do gráfico da Figura 26. Desde o início de 2018, a duração média dos *setups* diminuiu em 13% face à média observada em

2017 e regista uma tendência decrescente, sendo expectável atingir o objetivo definido de 50 min.

De realçar que os valores apresentados se referem à mudança Mate10R2 natural – WRT contudo, os modos operatórios estabelecidos são passíveis de serem utilizados na maioria das restantes mudanças realizadas na linha. Ademais, não é possível estabelecer uma ponte direta entre a redução do tempo de *setup* e um consequente incremento na produção, dado que se registou um aumento do número de mudanças em 15%.

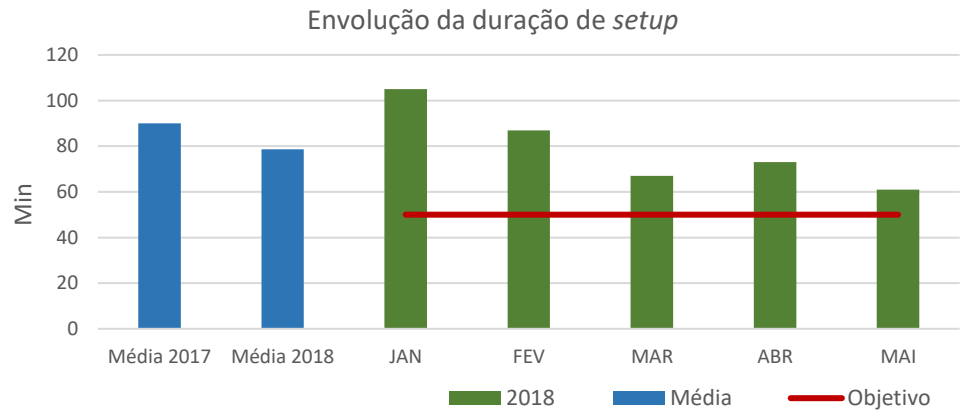


Figura 26 – Evolução da duração de *setup* no envernizamento HRV

Ao nível do planeamento tático, o fórum de alinhamento permitiu melhorar a comunicação e transparência entre os departamentos Comercial, de Logística e de Produção: perceber as expectativas de mercado, o desempenho da empresa e possíveis constrangimentos da esfera operacional.

Por um lado, permite desbloquear problemas mais disruptivos como descontinuar/alterar famílias de produtos cuja produção é desfavorável, bloquear encomendas superiores ao lote mínimo, reforçar turnos, entre outros. Tratam-se de ações não imediatas, que se encontram em curso e, por este motivo, não houve a possibilidade de quantificar os benefícios da sua total implementação.

Por outro lado, e também com recurso à ferramenta carga-capacidade, é possível ganhar visibilidade num curto-médio prazo das necessidades de produção, o que conduz a uma gestão de recursos mais eficiente por parte do planeamento, assim como a um comprometimento com datas de entrega realistas e gestão da expectativa do cliente por parte da equipa Comercial.

As necessidades de produção das várias famílias de produto e a capacidade produtiva servem de *input* para o contrato produção-logística, que é revisitado frequentemente e ajustado às novas exigências. Este contrato permitiu criar um modelo misto de produção nivelada que possibilitou suavizar a procura na esfera produtiva e estabelecer a produção de um *mix* de produtos numa base semanal e, deste modo, dar resposta à procura das diferentes famílias de produtos. A Figura 27 mostra a evolução das horas extras registadas enquanto que, a Figura 28 e a Figura 29 mostram a evolução positiva dos *lead-time* no decorrer de 2018.

Numa situação ideal não haveria horas extra, no entanto, as necessidades de mercado atuais ultrapassam a capacidade produtiva e a abertura de mais turnos para algumas linhas foi uma necessidade levantada no decorrer do fórum e que se encontra em curso. A definição da produção semanal de cada família, tendo em conta as restrições da produção, permitiu não só reduzir, como também e, principalmente, nivelar as horas extra. Analisando um período

homólogo, no ano de 2017 registou-se um desvio padrão nas horas extra de 127h enquanto que, em 2018, registou-se um desvio de 42h.

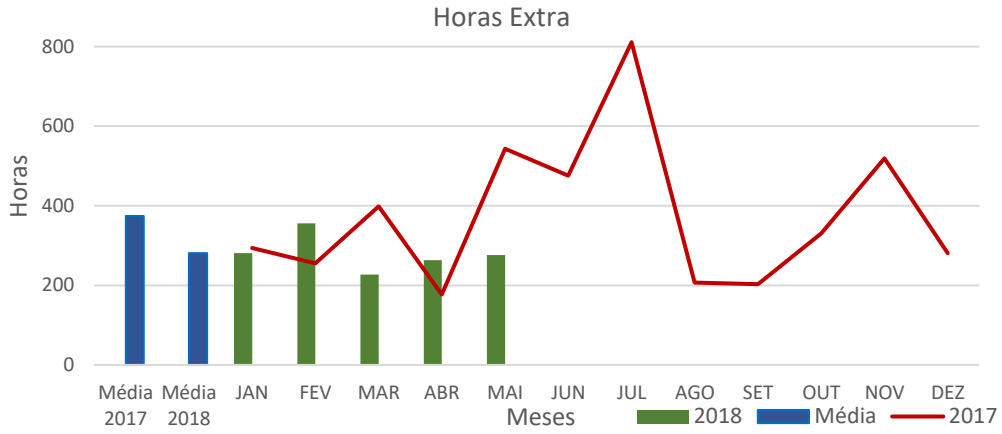


Figura 27 – Horas extra nas áreas produtivas

O contrato produção-logística, ao acordar numa base semanal a produção das diferentes famílias oferecidas pela empresa, conduziu a redução dos *lead-time*, como é passível constatar na Figura 28 e na Figura 29. Na família de produtos *Digital Printing*, no mês de maio, foi instalada uma linha de limpeza que veio completar o fluxo da nova impressora, o que implicou duas semanas de paragem da produção para instalação e testes. Inevitavelmente, o *lead-time* da nova coleção da família DP foi influenciado e sofreu um aumento. Relativamente às famílias LVT, *Authentica* e *CorkStyle*, os valores de *lead-time* têm vindo a reduzir e é possível identificar uma tendência decrescente. De realçar que, como o *lead-time* é um indicador vulnerável a fatores externos, um pico de procura fora do comum influencia forçosamente os tempos de resposta.

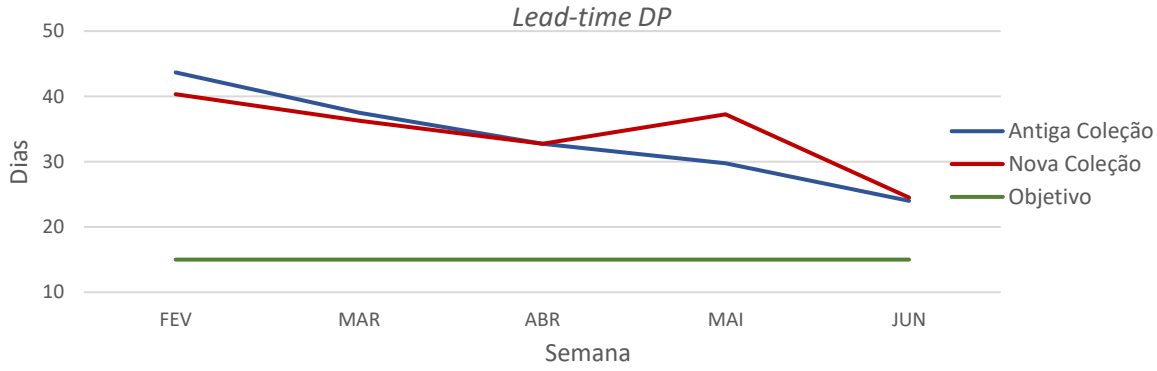


Figura 28 – *Lead-time* família DP

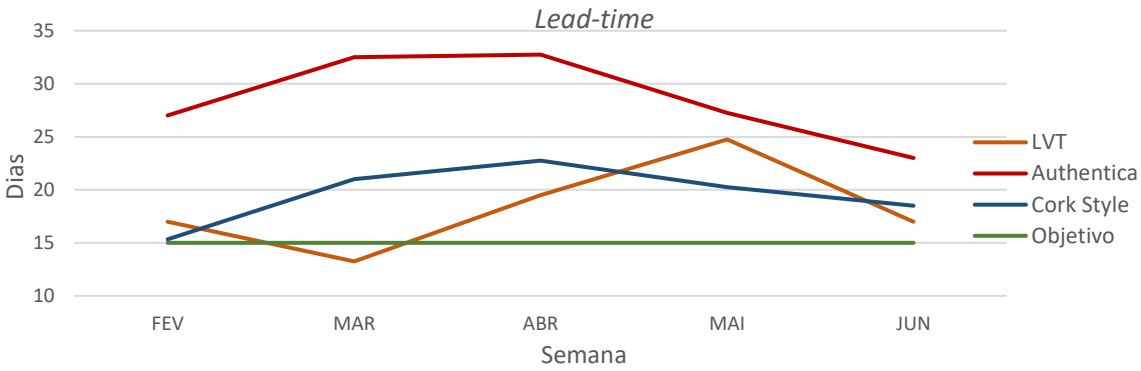


Figura 29 – *Lead-time LVT, Cork Style e Authentica*

Ao nível do planeamento, a introdução de um novo modelo que realiza a alocação de encomendas à semana, tendo como primeiro objetivo a priorização daquelas com um período de entrega mais próximo, e a sequenciação na linha crítica que promove a redução do *makespan*, permitiu uma melhoria no nível de serviço, o que constitui uma vantagem competitiva imprescindível no mercado atual. Foi possível constatar uma melhoria no OTIF em algumas famílias em 2 p.p., justificada também pelo o alinhamento do departamento Comercial e estabelecimento de datas de entrega realistas e de acordo com a capacidade produtiva.

O projeto desenvolvido contou com a presença de uma equipa multidisciplinar, cuja colaboração mostrou ser indispensável à sua evolução e sucesso. Constatou-se que o envolvimento da equipa no desenho e implementação de soluções garante, à partida, o seu comprometimento no projeto.

Concluindo, uma eficiente implementação e complementaridade das principais ferramentas aplicadas ao nível da produção – SMED e normalização – e ao nível do planeamento – fórum interdepartamental e modelo misto de produção nivelada – é essencial para sustentar o posicionamento da empresa no mercado. Sem um planeamento que permita dar resposta à procura pelas várias famílias e uma esfera produtiva preparada para assegurar a flexibilidade requerida, não seria sustentável a presente estratégia da empresa no longo prazo.

6 Propostas de trabalho futuro

No decorrer do presente projeto foi possível constatar que a empresa em estudo atravessa uma fase de falta de identidade. De forma a fazer face à concorrência, foi desenvolvendo um portfólio gradualmente mais diversificado que abrange múltiplos segmentos do mercado dos pavimentos e dificulta a progressão e assertividade em qualquer um deles.

Inicialmente, sugere-se a definição clara de uma estratégia de negócio que identifique como criar uma vantagem competitiva sustentável, seja essa a competição por liderança em custos, diferenciação ou mesmo o enfoque num determinado perfil de clientes, linha de produtos ou alcance geográfico.

Dado que as instalações fabris e o equipamento não são recursos passíveis de mudanças céleres, é de extrema importância que o planeamento estratégico não atribua demasiado ênfase ao posicionamento na indústria e fatores externos, em detrimento das suas capacidades e recursos internos. Neste caso, em que a empresa já se encontra estabelecida, a formulação da sua vantagem competitiva deverá permitir alavancar as suas vantagens internas e desta forma, alcançar uma esfera operacional alinhada com a estratégia.

Para que consiga alterar o atual paradigma de adoção de um papel passivo de resposta à procura, dever-se-á aplicar a estratégia STP (*Segmentation, Targeting and Positioning*) por forma a construir um plano de marketing direcionado e adotar uma estratégia de comunicação que influencia a procura. O STP consiste numa abordagem de três passos: realizar a segmentação do mercado e identificar os diferentes grupos de consumidores; seleção dos segmentos mais atrativos e suportados pelas capacidades da empresa; desenvolver um marketing *mix* adequado ao segmento selecionado e, desta forma, adquirir uma maior estabilidade na oferta de produtos.

Por fim, um reforço na monitorização do desempenho da empresa é importante para que seja possível, de uma forma transparente, ter conhecimento do progresso e possíveis desvios e, deste modo, atuar atempadamente sobre estes. Para isto, é necessário a obtenção de dados fiáveis e o acompanhamento de indicadores chave que possibilitem a extração de informação relevante, algo de que a empresa carece atualmente.

Referências

APCOR (2017/18). "Anuário de Cortiça 2017/18 " http://www.apcor.pt/wp-content/uploads/2017/12/Boletim_Estatistico_APCOR_17_18.pdf.

Ahmed, Pervaiz K., Ann Y. E. Loh, and Mohamed Zairi. 1999. "Cultures for continuous improvement and learning." *Total Quality Management* 10 (4-5):426-434. doi: 10.1080/0954412997361.

Bell, E., and J. Davinson. 2013. "Visual management studies: empirical and theoretical approaches." *International Journal of Operations and Production Management* 15 (2):167-184.

Buxey, G. 2005. "Aggregate planning for seasonal demand: reconciling theory with practice." *International Journal of Operations & Production Management* 25 (11):1083-100. doi: 10.1108/01443570510626907.

Chase, R., and F. R. Jacobs. 2014. *Operations and Supply Chain Management with Connect* McGraw-Hill Education.

Coimbra, E. 2013. *Kaizen in Logistics & Supply Chains*: McGraw-Hill Education Europe.

Future, Market Research. 2018. "Global Flooring Market Research Report - Forecast to 2022."

Grand View Search (2016) "Commercial Flooring Market Analysis By Product" https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/commercial-flooring-market

Goldratt, E. M., and J. Cox. 1984. *The Goal : A Process of Ongoing Improvement*: North River Press.

Market Research Future (2018) "Global Flooring Market Research Report - Forecast to 2022" https://www.marketwatch.com/story/global-industry-research-on-flooring-market-forecasting-5-cagr-with-the-forecast-by-2022-2018-05-17

Institute, K. (2017). Manual KMS.

Ohno, T. 1988. *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*.

Olhager, J. 2010. "The role of the customer order decoupling point in production and supply chain management." *Computers in Industry* 61 (9):863-8. doi: 10.1016/j.compind.2010.07.011.

Preenen, P. TY.;, R.; Vergeer, K.; Kraan, and S.; Dhondt. 2015. "Labour Productivity and innovation performance : The importance of internal flexibility practices." *Economic and Industrial Democracy*:1-23. doi: 10.1177/0143831X15572836.

Russel, R. S., B. W. Taylor, C. Ignacio, and V. Navneet. 2014. *Operations Management: Creating Value Along the Supply Chain*. Canadian Edition ed.
Smith, A. 2009. *Wealth of Nations*.

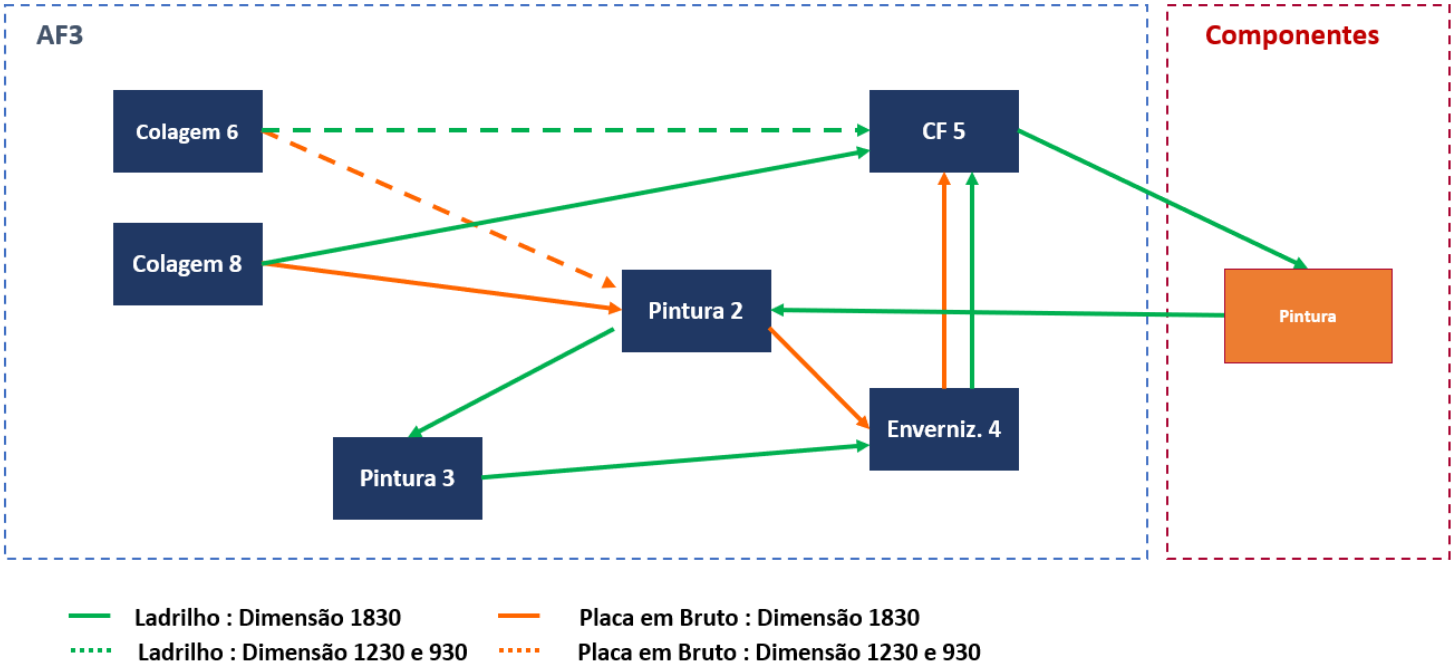
Shingo, S. (1985). A Revolution in Manufacturing: The SMED System, Productivity Press, Cambridge, MA; 1985.

Stavrulaki, E., and M. Davis. 2010. "Aligning products with supply chain processes and strategy." *International Journal of Logistics Management* 21 (1):127-51. doi: 10.1108/09574091011042214.

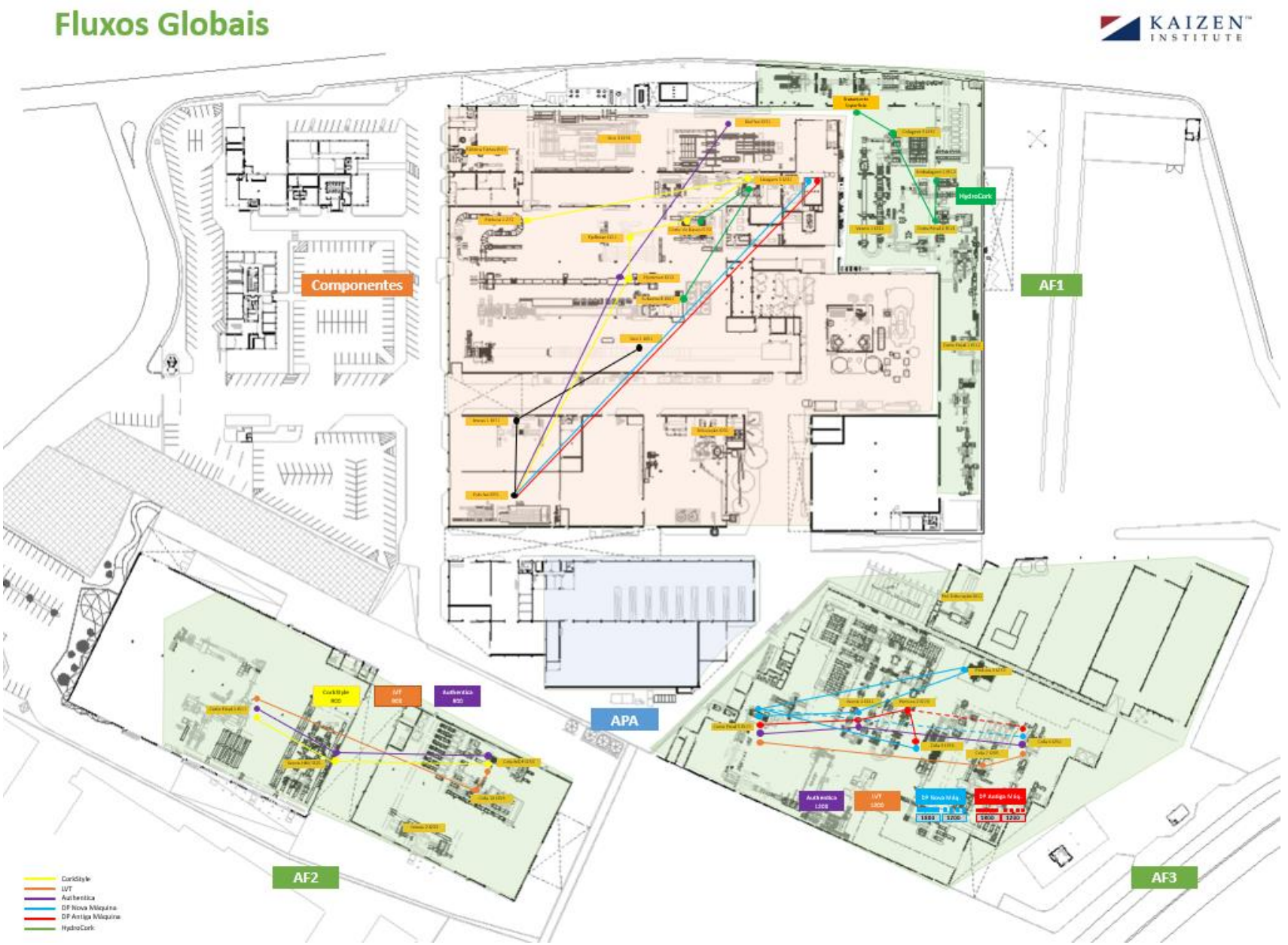
Tezel, A., L. Koskela, and P. Tzortzopoulos. 2016. "Visual management in production management: a literature synthesis." *Journal of Manufacturing Technology Management* 27 (6):766-99. doi: 10.1108/JMTM-08-2015-0071.

Tyagi, S., X. Cai, K. Yang, and T. Chambers. 2015. "Lean tools and methods to support efficient knowledge creation." *International Journal of Information Management* 35 (2):204-214.

ANEXO A Fluxo Produtivo *Digital Printing*



ANEXO B
Fluxos dos polos produtivos



ANEXO C Fluxo *Hydro* – Sistema dupla palete

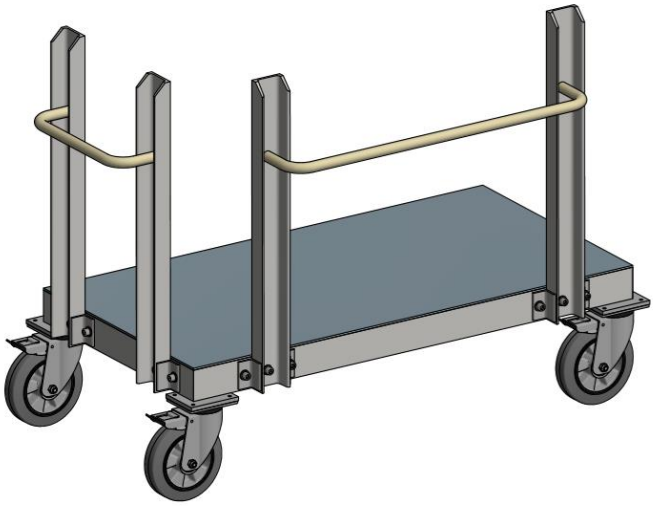


Figura C.1 – Desenho para o carro para a linha de tratamento de superfície



Figura C.2 – Carro utilizado para o sistema de dupla palete

ANEXO D *Mindmap* e Matriz de Priorização

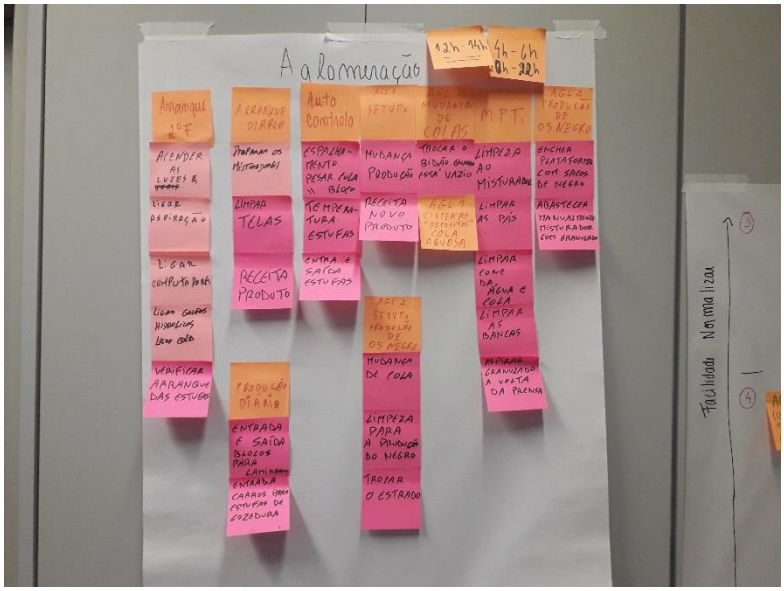


Figura D.1 – *Mindmap* para linha de aglomeração

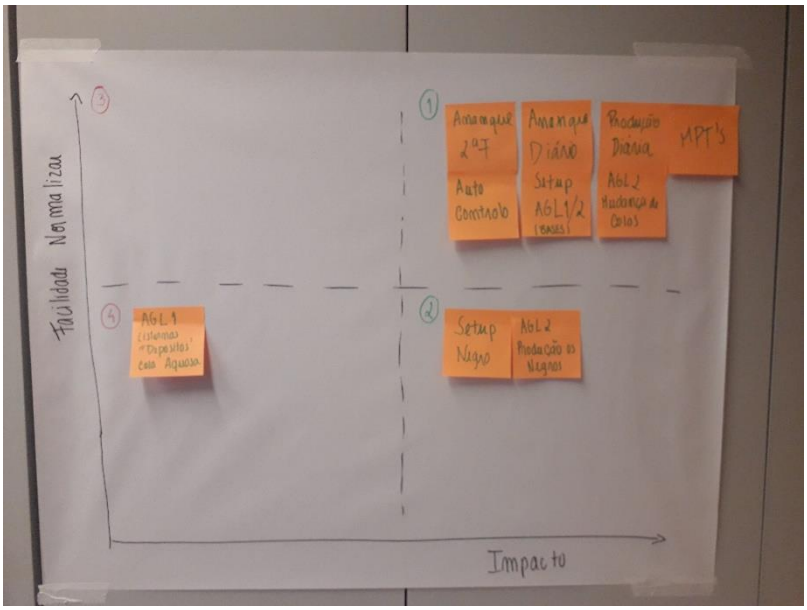


Figura D.2 – Matriz de priorização as tarefas da linha de aglomeração

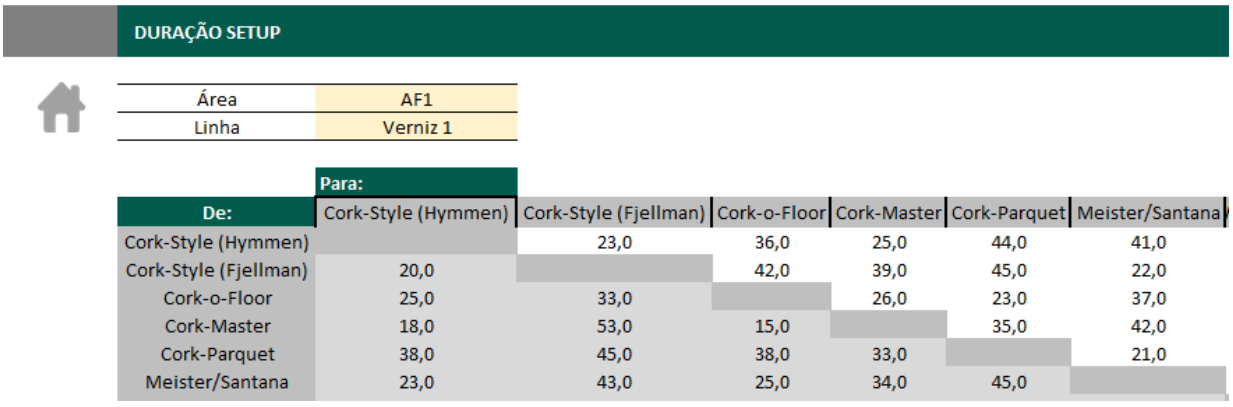
ANEXO E *Modos Operatórios: Envernizamento HRV*

Modo Operatório Mudança de Verniz							
Máquina: Verniz HRV							
Tarefas Externas Antes de Parar Máquina							
Nº	**Operador 1**	**Tempo Parcial**	**I/E**	**Nº**	**Operador 2**	**Tempo Parcial**	**I/E**
1	Colocar luvas	00:00:15	E	1	Parar e subir lixadora	00:00:45	E
2	Preparar kits de setup	00:01:00	E	2	Parar manipulador entrada	00:01:00	E
3	Desligar túneis, bombas verniz e tapetes à medida que as placas passam		E	3	Colocar máscara e luvas e esperar que acabe última palete	00:02:00	E
Tarefas Externas Antes de Parar Máquina							
Tarefas Internas - Máquina Parada							
Nº	**Operação**	**Tempo Parcial**	**I/E**	**Nº**	**Operação**	**Tempo Parcial**	**I/E**
1	Iniciar lavagem com diluente máquina 4	*00:01:00*	I	1	Inicia a lavagem da máquina 7	*00:01:00*	I
2	Trocar verniz na máquina 3	*00:04:00*	I	2	Trocar verniz da máquina 8	*00:04:00*	I
3	Finalizar lavagem e isolar máquina 4	*00:09:30*	I	3	Finalizar lavagem e isolar máquina 7	*00:09:30*	I
4	Preparar máquina 2 para arrancar produção	*00:04:00*		4	Trocar verniz da máquina 6	*00:04:00*	I
5	Preparar máquina 5 para arrancar produção	*00:04:00*	I	5	Preparar PC para gramagem	*00:00:30*	I
6	Ligar túneis e lixadora, do início para o fim	*00:05:00*	I	6	Juntar desperdícios em baldes	*00:07:00*	I
7	Testar uma placa para verificar a altura das máquinas	*00:02:45*	I	7	Lavar baldes no exterior	*00:07:00*	I
8	Tirar gramagem máquina a máquina e ajustar	*00:12:00*	I	8	Misturar vernizes para acabamento	*00:02:00*	I
9	Realizar teste de adesão	*00:02:00*	I				
10			I				
11			I				
12			I				
Tarefas Internas - Máquina Parada							
Tarefas Externas depois Arranque da Máquina							
Nº	**Operação**					**Tempo Parcial**	**I/E**
1	Lavar aparedeiras e chão em torno das máquinas restantes					00:03:00	E
2	Arrumar kits de setup					00:01:00	E
Tarefas Externas depois Arranque da Máquina							
Tempo Objectivo Mudança de Referência = 00:45:00 Teórico (Real: 50 min.)							
SMED - Verniz HRV - 2 OPERADORES							

ANEXO F Ferramenta Planeamento



Figura F.1 – Menu inicial da ferramenta de planeamento



	Para:					
De:	Cork-Style (Hymmen)	Cork-Style (Fjellman)	Cork-o-Floor	Cork-Master	Cork-Parquet	Meister/Santana
Cork-Style (Hymmen)		23,0	36,0	25,0	44,0	41,0
Cork-Style (Fjellman)	20,0		42,0	39,0	45,0	22,0
Cork-o-Floor	25,0	33,0		26,0	23,0	37,0
Cork-Master	18,0	53,0	15,0		35,0	42,0
Cork-Parquet	38,0	45,0	38,0	33,0		21,0
Meister/Santana	23,0	43,0	25,0	34,0	45,0	

Figura F.2 – Página para introdução da duração dos *setup*

SEQUENCIAMENTO

Área	AF1
Linha	Verniz 1

Tempo disponível por turno	8
Lanche	0,25
Eficiência	90%
Tempo líquido do turno	7,0
Hora início planeamento	2/7/18 0:00

	Das	Às
Turno 1	05:00	13:00
Turno 2	13:00	21:00
Turno 3	21:00	05:00

Referência	Quantidade a produzir	Tempo Estimado Líquido	Tempo Estimado Bruto c/ OEE	Hora início	Hora Fim Estimada Prod
Cork-Style (Hymmen)	13	2:40:00	02:57:47	2/7/18 0:00	2/7/18 2:57
Setup		00:25:00			2/7/18 3:22
Cork-Master	12	1:00:00	1:06:40	2/7/18 3:22	2/7/18 4:28
Setup		00:42:00			25/1/00 0:42

Figura 0.3 – Página com o sequenciamento de encomendas à linha