



**DUARTE DE
CASTRO ALVES**

**DIMENSIONAMENTO E OTIMIZAÇÃO DE UM FLUXO
PRODUTIVO NA INDÚSTRIA CORTICEIRA**



**DUARTE DE
CASTRO ALVES**

**DIMENSIONAMENTO E OTIMIZAÇÃO DE UM FLUXO
PRODUTIVO NA INDÚSTRIA CORTICEIRA**

Relatório de projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre no Mestrado Integrado de Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica do Doutor Rui Borges Lopes Professor do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro.

o júri

presidente

Doutora Helena Maria Pereira Pinto Dourado e Alvelos
Professora Auxiliar, Universidade de Aveiro

Doutor Pedro Sanches Amorim
Professor Auxiliar, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Doutor Rui Jorge Ferreira Soares Borges Lopes
Professor Auxiliar, Universidade de Aveiro

agradecimentos

Quero agradecer ao professor Rui Borges Lopes, pela qualidade, disponibilidade e apoio demonstrado enquanto orientador deste projeto. Gostava também de agradecer a confiança depositada em mim pela empresa que me acolheu, pela ajuda dos profissionais da mesma, por toda a motivação e autonomia por eles me transmitida. Agradecer a oportunidade de poder integrar diferentes desafios e diversas áreas que me permitiram desenvolver capacidades fora da minha zona de conforto.

Um especial obrigado ao excelente profissional Gil Dias por todo o conhecimento que foi partilhando comigo ao longo do projeto e pelo seu contributo para o meu crescimento a nível pessoal e profissional. Sem esquecer ainda os agradecimentos ao João Ferreira e ao Ricardo Domingues, dois outros excelentes profissionais que me ajudaram em todos os momentos deste projeto, mostrando sempre uma grande disponibilidade.

Aos meus pais, ao meu irmão e aos meus amigos quero agradecer por todo o apoio que sempre demonstraram para comigo, pois sem eles não teria conseguido ultrapassar todos obstáculos e desafios que este projeto me foi colocando.

palavras-chave

Melhoria Contínua, *Lean*, *Kaizen*, TFM, VSM, *Software Arena*.

resumo

As condições atuais do mercado no setor corticeiro, bem como o poder de compra dos clientes, provocaram uma necessidade de redução no preço de venda dos produtos. Portanto, para manter o lucro, as empresas precisam de aumentar a eficiência, a eficácia e reduzir os custos com a produção.

Este projeto foi desenvolvido numa empresa que pretende aumentar a produção anual de rolhas de cortiça, sem que isto altere a qualidade e a eficiência dos seus processos.

Este estudo tem como objetivo: o dimensionamento de espaços e a melhoria de um fluxo de produção.

Um *layout* e um dimensionamento bem definido e balanceado permite reduzir os desperdícios, conseguindo alcançar a excelência das operações, mantendo a qualidade e se possível, reduzindo o tempo de ciclo.

Para o dimensionamento da Unidade Industrial, foram utilizadas ferramentas do *Total Flow Management* que permitem o nivelamento da produção, melhoria do fluxo entre setores e ainda, o mapeamento do atual fluxo, procurando possíveis melhorias nos processos.

Para fundamentar as ideias e implementações propostas foi necessário recorrer a um modelo de simulação computacional, no *software Arena*.

A implementação de medidas ao nível dos 5S, gestão visual, sistema *Kanban*, sistema de gestão *Kaizen* e VSM, possibilita a eliminação de desperdícios e consequente melhoria do fluxo produtivo. Através da implementação das práticas de melhoria contínua é possível que a empresa aumente o seu nível de qualidade, reduzindo tempos, custos e aumentando o valor para o cliente.

É esperado que após o desenvolvimento deste projeto, todas as medidas implementadas, e aqui explicadas, sirvam de modelo para futuros trabalhos ou estudos, visto que, estes apresentam consequências de sucesso resultantes da prática das filosofias *Lean* e *Kaizen*. Além disso, poderá ser um ótimo objeto de apoio para futuros estudos sobre dimensionamento de um *layout* e melhoria de fluxos.

keywords

Continuous Improvement, Lean, Kaizen, TFM, VSM, Software Arena.

abstract

The current market conditions in the cork sector, as well as the purchasing power of customers, caused a need to reduce the sale price of the products. Therefore, in order to maintain profit, companies need to increase efficiency, effectiveness and reduce production costs.

This project was developed in a company which intends to increase the annual production of cork stoppers, without changing the quality and efficiency of its processes.

This study has as objective: the dimensioning of spaces and the improvement of a production flow.

A well-defined and balanced layout and dimensioning allows to reduce waste, achieving excellence in operations, maintaining quality and, if possible, reducing cycle time.

For the dimensioning of the factory, Total Flow Management tools were used, which allow the leveling of production, improvement of the flow between sectors and also, the mapping of the current flow, looking for possible improvements in the processes.

To support the proposed ideas and implementations, it was necessary to use a computer simulation model in the Arena software.

The implementation of measures at the level of 5S, visual management, Kanban system, Kaizen management system and VSM, makes it possible to eliminate waste and consequently improve the production flow. Through the implementation of continuous improvement practices it is possible for the company to increase its quality level, reducing times, costs and increasing the value for the customer.

It is expected that after the development of this project, all the measures implemented, and explained here, will serve as a model for future works or studies, since these present successful consequences resulting from the practice of the Lean and Kaizen philosophies. In addition, it can be a great support object for future studies on dimensioning a layout and improving flows.

Índice:

1. Introdução	1
1.1 Caraterização do Projeto	1
1.2 Objetivos do projeto	2
1.3 Metodologia	2
1.4 Estrutura do documento	4
2. Estado de Arte	7
2.1 Ferramentas <i>Lean</i> e Sistema de Gestão Kaizen	7
2.1.1 VSM	8
2.1.2 5S/Gestão Visual/ <i>Gemba</i>	9
2.1.3 <i>Kanban</i>	11
2.1.4 Mudanças	11
2.1.5 <i>Kaizen</i> - Sistema de Gestão Kaizen	12
2.2 <i>Total Flow Management</i>	14
2.2.1 Estabilidade Básica	14
2.2.2 Fluxo na Produção	15
2.2.3 Fluxo de Logística Interna	20
2.2.4 Fluxo na Logística Externa	25
2.2.5 <i>Supply Chain Design</i> (SCD)	26
2.3 Simulação	27
3. Contextualização do Problema	29
3.1 Amorim Cork	29
3.2 Vasconcelos & Lyncke	29
3.3 Rolhas	30
3.4 Processo produtivo	31
3.4.1 SVE	31
3.4.2 Lavação/Revestimento	31
3.4.3 Estufa Rosa	32
3.4.4 Escolha Eletrónica	32
3.4.5 Embalagem/Expedição	33
3.5 Outros processos	33
3.5.1 Acabamentos mecânicos	33
3.5.2 Estufa de secagem	34
4. Caso Prático – Vasconcelos & Lyncke (VL)	35
4.1 Estado Inicial	35
4.2 Dimensionamento e otimização de um fluxo de produção	36
4.2.1 VSM	37
4.2.2 Simulação Arena	40
4.2.2.1 <i>Run Setup</i>	40
4.2.2.2 Modelo de Simulação	41
4.2.2.3 Análise do relatório de dados	44
4.2.3 Capacidade Produtiva	48
4.2.4 Gestão do Pessoal	50
4.2.5 <i>Layout</i> e fluxo de produção	51
4.2.6 Logística Interna	55
4.3 Melhoria Contínua	57
4.3.1 <i>Kaizen/Cork+</i>	58

I. Indicadores de Produção	59
II. Eliminação de Mudas	60
III. <i>Kamishibai</i>	61
IV. Projetos A3	62
V. Indicadores Gerais	63
VI. 5S/Gestão Visual	64
VII. Normas e normalização de tarefas	67
VIII. <i>Kanban</i>	69
5. Conclusão	73
5.1 Limitações	74
5.2 Trabalho futuro	75
Referências Bibliográficas	77
Anexos	81

Índice Figuras:

Figura 1 - Pilares do Total Flow Management	3
Figura 2 - Benefícios do Lean Thinking	7
Figura 3 - Simbologia VSM	8
Figura 4 - Tipos de desperdício	11
Figura 5 - Kaizen Management System	13
Figura 6 - Pilares do TFM	14
Figura 7 - Tipos de layout	17
Figura 8 - Bordo de linha	18
Figura 9 - Empilhador vs Mizusumashi	22
Figura 10 - Ciclo de Abastecimento	23
Figura 11 - Nivelamento	24
Figura 12 - Push vs Pull	25
Figura 13 - Value Stream Mapping	26
Figura 14 - Simbologia Software Arena	28
Figura 15 - Padrões de lavação	32
Figura 16 - Novo pavilhão L em obras	36
Figura 17 - VSM atual	38
Figura 18 - Run Setup	41
Figura 19 - Alguns processos do modelo de simulação	42
Figura 20 - Bloco Process	42
Figura 21 - Bloco Resource	43
Figura 22 - Number Out	44
Figura 23 - Waiting Time por processo	45
Figura 24 - Contadores	47
Figura 25 - Pavilhão V	53
Figura 26 - Pavilhão L	53

Figura 27 - Pavilhão Y (VL atual).....	54
Figura 28 - Futuro Layout da VL.....	55
Figura 29 - Quadro Cork+ (Supervisão).....	59
Figura 30 - Indicador de produção da EE.....	60
Figura 31 - Registos de Kamishibai.....	62
Figura 32 - Projetos A3 (expansão da VL).....	63
Figura 33 - Diagrama de espinha de peixe (A3 da expansão da VL).....	63
Figura 34 - Indicadores Gerais.....	64
Figura 35 - Indicador da manutenção.....	64
Figura 36 - Cestos para sobras.....	65
Figura 37 - Placas de rolhas em curso.....	65
Figura 38 - Identificação canos escolha eletrónica.....	66
Figura 39 - Quadro de planeamento.....	66
Figura 40 - Organização e limpeza dos postos de trabalho e do geral.....	66
Figura 41 - Norma para Programas de Escolha em SAP.....	68
Figura 42 - Norma de manutenção 1º nível na EE.....	69
Figura 43 - Sistema Kanban na produção.....	70
Figura 44 - Kanban de materiais não cortiça.....	70
Figura 45 - Kanban de recados.....	71

Índice Tabelas:

Tabela 1 - 5S.....	9
Tabela 2 - Comparação entre Método Tradicional vs Mizusumashi.....	22
Tabela 3 - Resultados por Entidade.....	44
Tabela 4 - Taxas de utilização dos recursos.....	46
Tabela 5 - Capacidade por processo.....	49
Tabela 6 - Nº funcionários previsto.....	50
Tabela 7 - Perda de produção e financeira.....	57

Índice Anexos:

Anexo 1 – Processo produtivo VL.....	81
Anexo 2 – VSM atual.....	82
Anexo 3 – Legenda das representações do VSM.....	83
Anexo 4 – Modelo de simulação computacional (VL).....	84
Anexo 5 – Ficha de melhoria de uma eliminação de Muda.....	85

Acrónimos:

APCOR - Associação Portuguesa da Cortiça
EE - Escolha Eletrónica
ERP - *Enterprise Resource Planning*
FIFO - *First In First Out*
HST - Higiene e Segurança no trabalho
JIT - *Just-in-Time*
KMS - *Kaizen Management System*
MES - *Manufacturing Execution System*
ML - Milheiro (mil rolhas)
MRP - *Material Requirement Planning*
OEE - *Overall Equipment Efficiency*
QCD - Qualidade, Custo e Serviço
SAP - Sistema, aplicativos e produtos para processamento dados
SCD - *Supply Chain Design*
SMED - *Single Minute Exchange of Die*
SR – Super Rosa
SWIP - *Standard Work Inventory Processes*
TC - Tempo de Ciclo
TCA - *Tricloroanisole*
TCM - *Total Change Management*
TFM - *Total Flow Management*
TK - *Takt Time*
TPM - *Total Productive Maintenance*
TPS - *Toyota Production System*
TQM - *Total Quality Management*
TSM - *Total Service Management*
UI - Unidade Industrial
UN - Unidade de Negócios
VL - Vasconcelos & Lyncke
VSD - *Value Stream Design*
VSM - *Value Stream Mapping*
WIP - *Work in Progress*

1. Introdução

Neste capítulo é feita a introdução ao documento, onde serão expostos pontos como uma caracterização do projeto, os objetivos propostos para o mesmo e ainda a metodologia adotada.

1.1 Caracterização do Projeto

Atualmente, Portugal é o líder mundial na área da produção e transformação da cortiça, exibindo uma indústria sólida e firme. O setor corticeiro apresenta uma importância inegável ao nível de várias dimensões como, por exemplo, a sustentabilidade ambiental e a economia.

Este setor tem presenciado uma grande evolução e todos os anos consegue bater recordes seja eles ao nível das exportações ou ao nível dos lucros. A APCOR (Associação Portuguesa da Cortiça) afirma que são produzidas 40 milhões de rolhas por dia em Portugal. Em Portugal 63% equivale à quota de exportações no setor da cortiça e essas, destinam-se a mais de 100 países em todo o mundo.

Existe atualmente um grande crescimento da indústria corticeira quer a nível nacional quer mundial, crescimento esse acompanhado e também desenvolvido pelo grupo Amorim. Ao longo do tempo a competitividade tem vindo a aumentar, com um aumento da capacidade de produção e com o preço do milheiro a ser cada vez mais baixo, muito por culpa das alternativas que têm surgido. Esta competitividade tem levado a que todas as empresas do ramo procurem evoluir e melhorar as suas condições, as produções e a qualidade dos seus processos.

O trabalho apresentado neste documento realiza-se no âmbito do estágio curricular onde estou inserido, mais concretamente na Unidade Industrial, Vasconcelos & Lyncke (VL), com os principais temas deste projeto a serem:

- Dimensionamento de espaços;
- Melhoria dos fluxos;
- Balanceamento dos fluxos do processo produtivo;
- Implementação de ferramentas *Lean*;
- Aumento da capacidade de produção da Vasconcelos & Lyncke.

Com o aumento da produção e consequentemente dos stocks da Vasconcelos & Lyncke torna-se imperativo o aumento da capacidade instalada desta Unidade. É necessária uma expansão a nível de espaços da mesma, para que consiga desta forma acompanhar o crescimento da fábrica.

Os problemas atuais são:

- *Layout* desajustado;
- Falta de espaço para stocks;
- Limitação de produção a 220 milhões por ano;
- Produção, em proporções superiores às dimensões atuais da Unidade;
- Falta de meios e regras no transporte entre setores geram uma perda de tempo no percurso por parte dos operadores no fluxo atual;
- Zonas de stock existentes nos setores estarem desajustadas ao número de máquinas e às quantidades de produção atuais;
- Diferenças de capacidade entre os vários setores;
- Não existe um balanceamento correto;
- Esquecimento da área da melhoria contínua, com consequências na eficiência dos processos e do fluxo.

1.2 Objetivos do projeto

Como consequência das limitações e com o objetivo de produzir quase o dobro, cerca de 380 milhões por ano, serão construídos novos pavilhões para esta Unidade Industrial. O principal objetivo será implementar um novo *layout* e um novo fluxo produtivo, com base nas novas dimensões que a Unidade irá apresentar.

Para atingir os objetivos será adquirido um conhecimento profundo sobre o processo produtivo atual, realizado um estudo para o projeto de expansão, assim como uma análise à reestruturação do *layout* e dos fluxos atuais, com consequência direta no dimensionamento de áreas de produção.

Simultaneamente, durante a realização deste projeto foram realizadas tarefas diárias na empresa, como controlos de produção, controlos de manutenção, gestão da energia na VL, diversas interações com o SAP e, ainda, a gestão dos processos de melhoria contínua, ou seja, todos os processos que aumentam a eficiência, eficácia e qualidade da empresa, através da eliminação dos desperdícios.

A implementação de ferramentas *Lean* e *Kaizen* será muito importante na contribuição para o aumento de produção, para a expansão e para a melhoria do fluxo da Unidade Industrial.

1.3 Metodologia

O início deste projeto começou com a procura de conhecimento sobre o funcionamento da empresa e o seu processo produtivo. Foi realizada uma

investigação para compreensão da situação inicial, do contexto e dos problemas associado.

As ferramentas de melhoria contínua implementadas na VL e apresentados neste documento tiveram como base a análise de casos de estudo, de artigos e livros que abordam filosofias Lean e a gestão Kaizen.

Com o objetivo de minimizar os desperdícios, de aumentar o valor do produto e melhorar a eficiência dos processos e do fluxo de informação, foram planeadas e tomadas ações para eliminar tudo aquilo que não acrescenta valor à empresa ou ao produto. Portanto, foram utilizadas ferramentas de melhoria contínua como os 5S, a Gestão Visual, a eliminação de Mudanças, a orientação *Gemba*, o VSM (*Value Stream Mapping*), o *Kanban* e o sistema de gestão *Kaizen*.

Para o dimensionamento desta unidade, incluído a definição do layout e do fluxo produtivo foram sendo implementados os conhecimentos teóricos, resultantes das pesquisas feitas relativos a casos de estudo e situações idênticas, onde foi utilizado o *Total Flow Management* (TFM) como pilar. Além disso foi realizada um modelo de simulação do futuro pretendido para esta Unidade industrial.

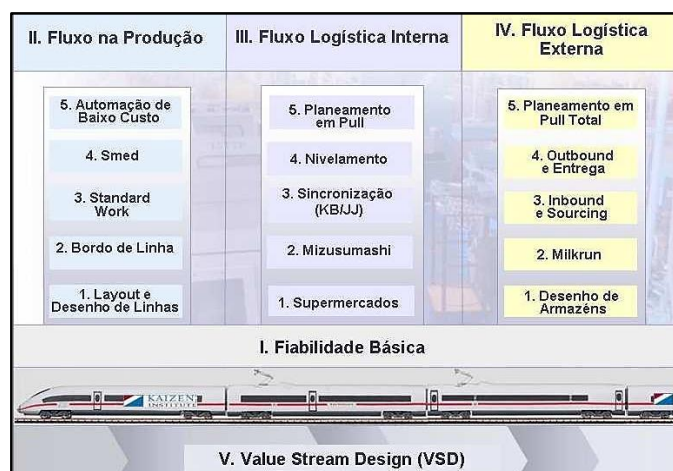


Figura 1 - Pilares do Total Flow Management

O TFM também foi utilizado como pilar na definição da logística interna da VL, com o intuito de garantir um fluxo contínuo ao nível da produção e da logística interna.

Para complementar e compreender quais os pontos críticos a melhorar, utilizou-se o *Value Stream Mapping* para certificar o processo de *Lead Times* e stocks reduzidos, bem como de custos e movimentações minimizados.

Como suporte para a definição do fluxo produtivo e do *layout* recorreu-se ao *software* Arena para fazer uma simulação do futuro fluxo produtivo da Unidade Industrial, testando várias hipóteses para a sua otimização.

Todas as implementações, medidas e ações que foram tomadas ou executadas ao longo deste projeto foram sendo analisadas, avaliadas e controladas de forma quantitativa e qualitativa.

O estudo quantitativo diz respeito a medições objetivas, isto é, transforma as informações recolhidas em números por meio de técnicas estatísticas de forma a analisar a da resolução problema. O estudo qualitativo procura analisar realidades mais complexas e difíceis de medir e que, portanto, não podem ser quantificadas.

Estas duas abordagens parecem ser incompatíveis face às diferenças da sua essência, no entanto, segundo, Baraldi e Cifalinò (2015), estes sugerem que a combinação de ambas as pesquisas, quantitativa e qualitativa, permite uma análise mais apropriada e aprofundada da realidade, prevenindo eventuais posições reducionistas resultantes do estudo qualitativo.

Para o controlo e pesquisa deste projeto foi recorrido essencialmente a um método qualitativo, embora várias situações também foram examinadas quantitativamente.

Assim, tendo em conta o conhecimento adquirido pelas pesquisas feitas, as ferramentas decorrentes desse processo foram adaptadas à Unidade Industrial assim como à complexidade do problema em causa.

1.4 Estrutura do documento

Este documento encontra-se dividido em 5 grandes capítulos, sendo que os mesmos estão organizados de forma a facilitar a sua compreensão quer no contexto teórico quer no contexto prático.

No 1º capítulo é apresentado o projeto, isto é, encontra-se uma caracterização do mesmo, identificando também os seus objetivos e ainda, uma explicação breve da metodologia utilizada.

De seguida, no capítulo 2 é realizada uma contextualização do problema inicial, através de uma descrição do mais geral para o mais específico, começando pela empresa como um todo, depois da Unidade Industrial onde foi realizado este projeto, passando pela descrição do processo produtivo e acabando no estado inicial da empresa, na altura do início do projeto.

No 3º capítulo é mostrado todo o conhecimento teórico, ou seja, é feita uma revisão bibliográfica que suporte todas as implementações que foram realizadas ao longo do projeto, bem como as propostas e ideias para o futuro desta Unidade.

No capítulo 4 é exibido todo o trabalho prático realizado relativo ao projeto da expansão. Inclui as seções relativas ao VSM, simulação em Arena, estudos de capacidade, de espaços, de *layout* e de fluxo. Apresenta ainda a seção da melhoria contínua.

Por último, no capítulo 5 são apresentadas as várias conclusões em relação ao projeto, incluindo limitações e apreciações para futuras investigações.

2. Estado de Arte

Nesta seção são apresentadas as ferramentas que irão sustentar as implementações propostas e analisadas neste projeto, bem como as referências bibliográficas seguidas como suporte teórico para o projeto. Pertencendo este projeto ao domínio da melhoria contínua, do dimensionamento de um novo *layout* e melhoria de um fluxo produtivo, a procura pela excelência e otimização é fundamental para assegurar bons resultados futuros.

2.1 Ferramentas *Lean* e Sistema de Gestão Kaizen

Lean consiste numa filosofia focada na eliminação de desperdícios. O conceito *Lean Production* teve a sua origem na empresa Toyota no fim da segunda Guerra Mundial através da implementação do *Toyota Production System* (TPS), segundo Monden (1984). Segundo Ohno, T. (1988) o objetivo do TPS consistia em aumentar a produtividade na produção de automóveis, reduzindo os custos, através da eliminação de qualquer tipo de desperdício.

Segundo Womack e Jones (1996), *Lean Production* é um sistema de produção inovador que concilia os benefícios do sistema de produção artesanal com o sistema de produção em massa, tentando evitar os custos elevados do primeiro e a rigidez do segundo. Este, evoluiu para uma filosofia ou um pensamento, o *Lean Thinking* que segundo Womack e Jones (1996), tem como princípios:

- 1) Valor
- 2) Cadeia de Valor
- 3) Fluxo contínuo
- 4) Sistema *Pull*
- 5) Procura da Perfeição

Segundo T. Melton (2005), o *Lean Thinking* tem como objetivo a procura constante pela eliminação de todo o desperdício, identificando-o, gerando uma melhoria contínua na organização e criando valor para o cliente.

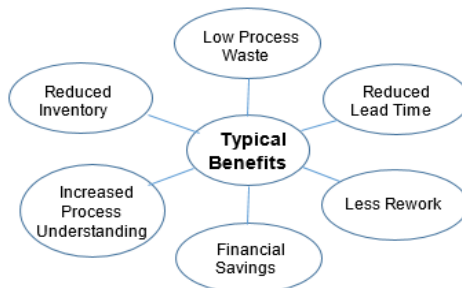


Figura 2 - Benefícios do *Lean Thinking*

A procura pela melhoria contínua não é fácil, e portanto, as empresas necessitam de metodologias que as conduzam e lhes sirvam como orientação para a alcançar. De entre as várias ferramentas presentes na filosofia *Lean* serão abordadas:

- VSM;
- Gestão Visual;
- *Gemba*;
- 5S;
- *Kanban*;
- Eliminação de Mudanças;
- *Kaizen*.

Estas são algumas das ferramentas que conduzem uma empresa a um pensamento *Lean* e que nos mostram como alcançar a melhoria contínua.

2.1.1 VSM

Segundo Rother e Shook (2003), o mapeamento do fluxo de valor é uma ferramenta que representa de forma visual todas as fases envolvidas nos fluxos de material e informação, seguindo o fluxo de valor, permitindo analisar e verificar aquilo que, efetivamente, agrega valor, desde o fornecedor ao consumidor.

O VSM permite um processo de observação e compreensão do atual estado da produção e através do desenho de um mapa dos processos, tornar-se a base para o *Lean Thinking* e para todos os processos de melhoria contínua.

Segundo Chen L. e Meng B. (2010), o VSM agrega, ainda, informações importantes como o lead time, o takt time ou o cycle time que permitem identificar oportunidades de melhoria. Estes, defendem que o VSM ajuda-nos a compreender onde estamos (estado atual) e para onde queremos caminhar (estado futuro).

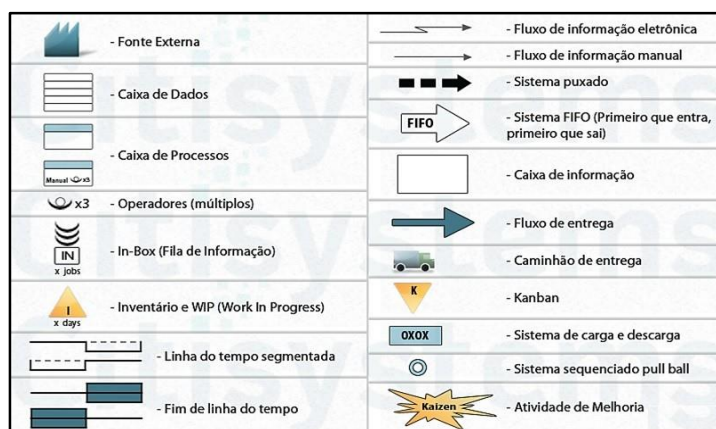


Figura 3 - Simbologia VSM

Posteriormente, pode ser desenhado um mapa do estado futuro, ou seja, da forma ideal ou de como a produção se deve realizar.

2.1.2 5S/Gestão Visual/*Gemba*

Os 5S são uma ferramenta bastante utilizada e importante no pensamento *Lean*. Esta ferramenta nasceu no Japão, numa altura em que era necessária ajuda na reconstrução do país no pós-guerra. Os 5S são uma ferramenta que ordena, gere e limpa a área de trabalho através da eliminação dos desperdícios.

Segundo Hirano H. (1993) e, também defendido por Moreira S. (2011), os principais objetivos desta ferramenta são: melhorar a qualidade do produto ou serviço e melhorar o ambiente de trabalho. Consequentemente, esta, melhora a qualidade de trabalho dos funcionários, simplifica as ações, maximiza a utilização dos recursos disponíveis, reduz os gastos, reduz os desperdícios, otimiza o espaço físico, reduz os acidentes e melhora as relações humanas. Os 5S encontram-se detalhados na tabela 1.

Tabela 1 - 5S

SEIRI	Triagem	O objetivo é separar o útil do inútil, eliminando o desnecessário.
SEITON	Organizar	Tem como objetivo organizar tudo, para que seja facilmente localizado por qualquer pessoa.
SEISO	Limpeza	O objetivo é conservar um ambiente limpo, eliminando as possíveis causas da sujidade.
SEIKETSU	Normalizar	Tem como objetivo criar um ambiente de trabalho que seja favorável à saúde e higiene, assim como definir normas de trabalho.
SHITSUKE	Disciplina	O objetivo é fazer dos 5S uma rotina ou hábito, isto é, transformar os 5S num estilo de vida.

Uma utilização correta dos 5S conduz a uma melhoria nas condições de trabalho, a uma maior motivação dos trabalhadores no aumento da sua produtividade e a uma redução quer do desperdício quer do tempo de inatividade não programado quer do stock em processo.

Os 5S permitem:

- Melhoria do fluxo de processo;
- Tempos de *setup* reduzidos;
- Tempos de ciclo reduzidos;
- *Lead Time* reduzido;

- Espaço de trabalho limpo;
- Mais espaço;
- Menos acidentes;
- Menos desperdício de tempo de trabalho.

A gestão visual é uma ferramenta que permite facilitar a colaboração, a comunicação e a resolução de problemas entre diferentes categorias de funcionários dentro de uma organização, sejam eles engenheiros ou operadores.

Quando se aplica a gestão visual, uma das metodologias *Lean*, o objetivo é que qualquer pessoa consiga entender uma situação e reagir de forma rápida, precisa, apropriada e de forma autónoma (Simas A., 2016).

Segundo Eppler e Platts (2009), a gestão visual pode ser inspiradora para os operadores que passam a sentir-se importantes e parte integrante na obtenção dos objetivos de uma fábrica.

A gestão visual apresenta formas ilimitadas, uma vez que os recursos visuais, apenas são orientados com o intuito de facilitar e tornar mais acessível as várias informações. O uso de fotografias, diagramas e representações visuais dos processos são algumas das formas mais acessíveis de conseguir que os funcionários entendam o que se pretende.

Para Taiichi Ohno (1988), a melhor forma de detetar desperdícios é no terreno que é um método conhecido como *Gemba*. Segundo Imai (2012), para se perceber se uma tarefa acrescenta valor ao cliente ou não, é necessário perceber o objetivo, a importância e se os métodos utilizados são os adequados.

Segundo Taiichi Ohno (1988), as soluções são baseadas em opiniões e não apenas, em informação real, uma vez que os resultados alcançados podem ser diferentes dos objetivos realmente desejados. Este, ficou conhecido por ter desenhado no chão da fábrica um círculo (conhecido como círculo de Ohno) de forma a que os gestores observassem a partir daquele local as linhas de produção da fábrica. Com este exercício, foi possível identificar desperdícios.

Conforme o *Gemba*, existem dois modos que permitem mudar as rotinas dos trabalhadores. Embora não seja tão usual, uma delas, consiste em alterar de forma drástica o *layout* da fábrica, obrigando-os a trabalhar doutra maneira. A outra forma, consiste no treino das novas melhorias implementadas até que estas se tornem a rotina dos trabalhadores.

O *Kamishibai* é uma das ferramentas que pode ser usada no *Gemba* e permite que todos os funcionários da fábrica observem e estejam conscientes de tudo

aquilo que acontece no chão de fábrica. Esta, é uma ferramenta com origem na cultura japonesa, cujo, o percurso definido na norma para a sua realização permite acompanhar todas as melhorias realizadas no *Gemba*, assim como, identificar no terreno os problemas e desperdícios.

2.1.3 Kanban

O *Kanban* é mais uma ferramenta com origem japonesa e significa cartão visual ou registo. Este, é usado para controlar e gerir os stocks, a produção e o reabastecimento de componentes ou matérias-primas. Funciona como uma ordem de produção ou controlo visual da produção.

Segundo Monden (1990), o *Kanban* é uma ferramenta que ordena o trabalho, define a forma de produção, o método de transporte e o local entrega. Em suma, um sistema *Kanban* permite controlar as necessidades de produção na quantidade, no local e no momento certo (Junior M. e Filho M., 2010).

Segundo Lemos A. (1999), o *Kanban* foi desenvolvido com o intuito de balancear o fluxo produtivo e de melhorar a produtividade. Este autor, também defende que o *Kanban* se regula por um sistema *Pull*, onde as necessidades de produção são definidas em função dos clientes e dos *inputs* do mercado.

Por norma, o *Kanban* aparece sob a forma de uma placa retangular, contudo, podem aparecer sob forma de sinais de luzes, caixas ou até locais com marcações.

Esta ferramenta permite que as necessidades de reposição sejam identificadas visualmente e que a burocracia seja eliminada (Moreira S., 2011).

2.1.4 Mudanças

Segundo Rother M. e Shook J. (2003), uma Muda corresponde a todas as ações que não acrescentam valor para o cliente, isto é, valor que o cliente não está disposto a pagar.



Figura 4 - Tipos de desperdício

Segundo Coimbra E. e o *Kaizen Institute* (2009), existem sete tipos de Mudanças:

1.Excesso de produção: Representa a produção de algo que não acrescenta valor para o cliente.

2.Pessoas paradas: Tem como causas a espera de informação ou o cansaço. Estes tempos de espera influenciam o Lead Time.

3.Transporte de materiais: Transporte de materiais entre processos é uma situação que gera um aumento de custos e tempo, no entanto, é muitas vezes necessário.

4.Stock de informação ou materiais: Consiste em informação/material armazenado que não é utilizado. Aumenta o espaço ocupado e esconde problemas efetivos. Informação a mais gera desperdício de tempo e stocks de informação.

5.Sobre-processamento: Processos desadequados ou complexos, levam a ineficiências, esforço extra de trabalho, má utilização dos recursos e desmotivação.

6.Excesso de movimentação: Movimento não representa trabalho. Muitas vezes, os movimentos em excesso, existem por *layouts* mal definidos, seja desde distâncias a equipamentos, informação ou pessoas com quem temos de interagir.

7.Erros ou defeitos: Consequências de documentação incorreta, de falta de informação transmitida a um colaborador e falhas nos processos.

Para Elnamrouty K. e Abushaaba M. (2013), a maior parte das ações que ocorrem numa fábrica são Mudanças ou desperdícios.

2.1.5 Kaizen - Sistema de Gestão Kaizen

Esta metodologia foi criada por Masaaki Imai em 1950 e, segundo o autor, a base do termo Kaizen, de origem japonesa, é muito simples: “*Kaizen* significa melhorar e aperfeiçoar”. Segundo Imai M. (1994), esta abordagem de melhoria contínua, focalizada na eliminação de desperdícios promove a evolução de uma organização.

Segundo Brunet A. e New S. (2013), o termo *Kaizen* é contínuo, isto é, procura a qualidade e eficiência numa linha infinita, é de natureza incremental, aumenta o valor do produto e é participativo, ou seja, inclui todos os funcionários da empresa, melhorando a sua qualidade de trabalho. *Kaizen* está profundamente associado ao QCD (Qualidade, Custo e Serviço).

Segundo Cierna H. e Sujova E. (2016), para garantir o uso adequado do Kaizen no fluxo total da empresa foi então criado o KMS (*Kaizen Management System*) que é uma combinação de várias ferramentas e técnicas *Kaizen*.

O KMS é composto por 4 pilares principais:

TFM: *Total Flow Management*: metodologia de criação de fluxo *Pull* na produção e na cadeia de valor, eliminando desperdício;

TPM: *Total Productive Maintenance*: o objetivo é aumentar a performance dos equipamentos, através do envolvimento dos trabalhadores do chão de fábrica;

TQM: *Total Quality Management*: relativo ao controlo da qualidade da gestão e a uma estratégia que procura a diferenciação através da otimização da organização;

TSM: *Total Service Management*: relativo à eliminação de desperdícios nos sistemas de apoio à produção.

Além destes 4 pilares, por vezes recorre-se a um 5º pilar:

TCM: *Total Change Management*: através do seu pensamento diferente, funciona como apoio à Mudança.



Figura 5 - Kaizen Management System

Com estes pilares, procura-se maximizar o valor do cliente e minimizar os desperdícios, tentando gerar processos com necessidade de menos esforço humano, menos tempo e menos investimento.

A envolvimento dos funcionários, aproveitando da sua criatividade, a configuração de todos os processos, a tolerância zero a erros, a utilização eficaz dos equipamentos e a abordagem de gestão QCD são aspeto fundamentais (Cierna H. e Sujova E., 2016).

Contudo, entre estes pilares, somente o *Total Flow Management* irá ser analisado de forma detalhada, sendo que é o que mais interessa para o projeto, assim como, o fato de os restantes pilares ultrapassarem o domínio do mesmo.

2.2 Total Flow Management

Segundo Coimbra E. (2013), o *Total Flow Management* é um modelo de gestão que possibilita a implementação de conceitos de melhoria contínua numa organização, assim como ao longo da cadeia de abastecimento. Este, foi definido por Coimbra E. (2013), como fundamental na melhoria do fluxo do processo e na eficiência da cadeia, apoiando-se nas ferramentas de eliminação de desperdícios.

Segundo Gonçalves A. (2006), as habituais atividades da produção e logística, assim como as atividades do fluxo de informação encontram-se aqui incluídas. Segundo E. A. Coimbra e *Kaizen Institute* (2009), este modelo é composto, tal como podemos ver na figura seguinte, por 5 pilares:

- Estabilidade Básica;
- Fluxo na Produção;
- Fluxo na Logística Interna;
- Fluxo na Logística Externa;
- *Value Stream Design*.

O seu objetivo é reduzir os custos, aumentar a produtividade, assim como, aumentar os níveis de satisfação do consumidor/cliente.

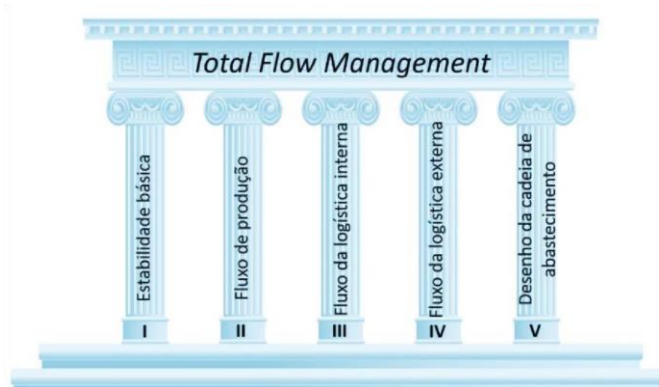


Figura 6 - Pilares do TFM

2.2.1 Estabilidade Básica

Antes de uma empresa desenvolver melhorias mais focadas, como por exemplo, a implementação de uma filosofia *Lean*, é indispensável garantir previamente uma estabilidade básica, de modo a que a sua implementação ocorra com sucesso. Esta é garantida pelos 4 M:

Manpower: está relacionado, sobretudo, com as pessoas, as suas competências, a pontualidade e a responsabilidade dos funcionários. Também a capacidade de trabalhar em equipa é fundamental para o bom funcionamento de uma organização.

Material: tem como objetivo a existência de poucas ruturas de stock, maior facilidade de acesso ao ponto de utilização e evitar falhas no abastecimento de peças, com base em problemas logísticos.

Machine: refere-se à necessidade de ter poucas avarias ou paragens não planeadas das máquinas, de forma a reduzir os tempos de *setup*, os tempos de manutenção das máquinas, de reprocessamento e, ainda, evitar lotes incompletos. Um bom indicador para analisar a taxa de utilização das máquinas é o *Overall Equipment Efficiency* (OEE). Devem ser realizadas, diariamente, análises às perdas mais significativas, definindo ações corretivas ou preventivas.

Method: todos os processos devem estar normalizados e deve-se garantir uma gestão boa e eficaz. Este aspeto pode influenciar a qualidade do produto final, devido à possibilidade de existir uma grande variabilidade na produção.

Estes princípios permitem obter uma supervisão da situação atual, relativamente à fiabilidade e deve-se agir de forma adequada sempre que os níveis definidos não estejam assegurados. Portanto, devem ser estabelecidos critérios de avaliação para os níveis de fiabilidade destes quatro princípios.

2.2.2 Fluxo na Produção

Este pilar tem como objetivo criar um fluxo de produção que permita melhorar o sistema produtivo. Para tal, é importante:

1. Definir um *layout* e linhas de produção que sustentem a filosofia da empresa;
2. Desenhar bordos de linha que facilitem o acesso aos componentes;
3. Criar um *standard work* que uniformize o trabalho;
4. Implementar SMED (para diminuir tempos de *setup*);
5. Desenvolver uma automação de baixo custo.

Segundo Coimbra E. (2013), o desenho do *layout* e o desenho de linhas é usado para se alcançar o *one-piece-flow*, isto é, redução do tamanho dos lotes, sempre que possível. Os bordos de linha procuram obter flexibilidade e eficiência na produção. A normalização do trabalho procura a eficiência da movimentação e das operações dos trabalhadores. O SMED (*Single Minute Exchange of Die*) procura alcançar a flexibilidade dos *setups*. Por fim, a automação de baixo custo é utilizada

para que a movimentação dos trabalhadores seja mais eficiente, auxiliando os mesmos em tarefas complexas.

Segundo Coimbra E. (2009), estas ferramentas têm como objetivo a diminuição dos desperdícios, referidos na secção 2.1.4, com o intuito de aumentar a produtividade, aumentar a qualidade e diminuir os custos.

I. Layout e linhas de produção

Neste pilar, o objetivo é otimizar a produção, através da eliminação de operações sem valor acrescentado e focar nas operações de valor acrescentado, tentando alcançar o *one-piece-flow*, sempre que seja possível.

O *layout* tem uma grande influência quer na redução de desperdícios dos processos quer no aumento da flexibilidade, assim como no aumento da produtividade. Atualmente, existem quatro tipos de *layout*:

- *Layout* por produto;
- *Layout* funcional;
- *Layout* de posição fixa;
- *Layout* em células.

Segundo Jones R. e George M. (2008), o *layout* por produto, consiste em organizar as máquinas por produto, para que cada operação necessária para produzir um determinado produto seja executada em áreas de trabalho com uma sequência fixa. Por norma, neste contexto, os operadores encontram-se “fixos” nessa área de trabalho e o produto é movimentado para a área seguinte, e assim sucessivamente. Se no passado, o *layout* por produto, apenas era considerado eficiente para produções em série, atualmente, através das linhas de montagem modulares e controladas por computadores, este, também se tornou eficiente para produções em quantidades menores ou lotes mais pequenos.

Segundo Jones R. e George M. (2008), na existência de um *layout* por processo, as áreas de trabalho são autónomas e o produto vai para qualquer setor que seja necessário, de forma a realizar a operação seguinte. O *layout* por processo, geralmente, é adequado a Unidades onde se produz consoante as encomendas, sistema *Pull*, sendo elas, adequadas às necessidades de cada cliente. Este é o *layout* mais utilizado no setor corticeiro para que as diferentes equipas de trabalho possam produzir diversos tipos de rolhas. Um *layout* por processo tem como principal vantagem, a flexibilidade necessária para alterar um produto. Contudo, essa flexibilidade, geralmente, reduz a eficiência devido ao seu custo de produção mais elevado.

No *layout* com posição fixa, segundo Jones R. e George M. (2008), o produto mantém-se numa área fixa ao longo do tempo. Cada um dos componentes do produto são produzidos em áreas de trabalho isoladas e transportadas para uma área onde será feita a montagem final. Este tipo de *layout* está a ser cada vez mais usado para equipas independentes e com maior poder de decisão. Um *layout* com posição fixa, geralmente é usado em produtos complexos e com montagem complexa ou em produtos grandes que sejam difíceis de movimentar de uma área de trabalho para outra.

Segundo Stevenson W. (2012), no *layout* em células, as áreas de trabalho encontram-se agrupadas em células que produzem produtos com necessidades idênticas. Uma das vantagens deste tipo de *layout* é o facto, de as áreas de trabalho se encontrarem próximas umas das outras, facilitando a movimentação de material entre eles. Para a organização das células necessitam de ser identificadas as famílias de peças que serão produzidas, e de seguida, as células devem ser montadas por família. Este tipo de *layout* baseia-se em trabalho de cooperação ou em equipas de pessoas para uma determinada família de produção.

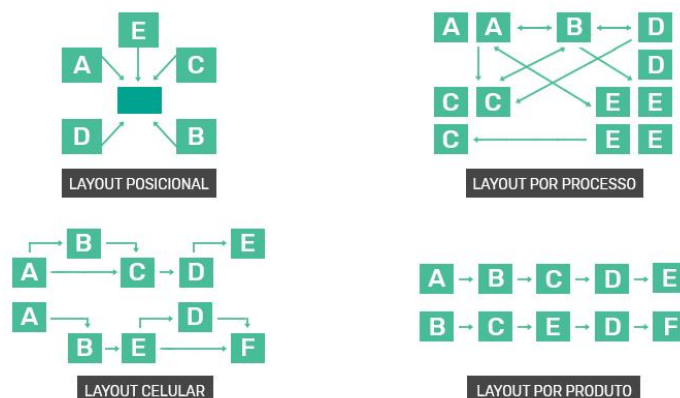


Figura 7 - Tipos de *layout*

II. Bordo de Linha

Segundo Coimbra E. (2009), faz parte das tarefas da logística interna fornecer o material, na quantidade certa, com a qualidade certa, no momento certo e no local onde o material é preciso. Segundo Gonçalves A. (2006), o bordo de linha é o local onde um operador vai buscar os materiais que precisa para efetuar uma operação. O bordo de linha é, portanto, o ponto de ligação entre a produção e a logística interna.

A situação ideal é que os materiais estejam à frente do operador a uma distância máxima de um braço, permitindo desta forma minimizar um Muda que é o do

excesso de movimentações, neste caso, de pessoas e de materiais. O objetivo é o operador realizar movimentos mais curtos e em menos tempo.

Para além da situação referida, deve-se também, utilizar caixas de pequenas dimensões que possibilitem a presença de pouco material, mas de todos os materiais necessários, acabando por minimizar o stock no bordo de linha e aproveitando o espaço disponível ao máximo.

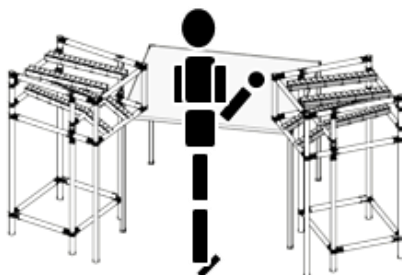


Figura 8 - Bordo de linha

Considera-se, atualmente, a existência de dois tipos de abastecimento:

- a) *Abastecimento em “Caixa Cheia/Vazia” ou “2 Caixas”*: neste caso, apenas é abastecido um tipo de peça/material;
- b) *Abastecimento em Sequência*: aqui podem ser abastecidos vários tipos de peça, mas numa sequência.

Por exemplo, em abastecimento em sequência, se num determinada local fossem abastecidos os materiais A, B e C, seria possível encontrar caixas organizadas da seguinte forma: A, B, B, C, A.

Em abastecimento “2 caixas”, pelo contrário apenas conseguiríamos encontrar A, A, A, A ou B, B, B, B.

Para concluir, segundo Coimbra E. (2013), um bom desenho do bordo de linha deve incluir os seguintes critérios:

- A localização dos materiais deve minimizar a movimentação dos operadores;
- A localização dos materiais e dos contentores deve minimizar o movimento dos operadores logísticos no abastecimento;
- O tempo necessário para alteração dos componentes de um produto para outro deve ser praticamente nulo;
- O processo de decisão de reabastecer deve ser instantâneo e intuitivo.

III. *Standard Work*

Segundo Ohno T. (1998), o *Standard Work* está relacionado com a normalização das áreas de trabalho ou processos. O *Standard Work* deve corresponder às melhores condutas, procedimentos e sequências de trabalho para cada processo e cada funcionário. Para Labach (2010), a normalização do trabalho consiste numa sequência de produção bem definida e que inclui, as tarefas e operações atribuídas aos operadores que são balanceadas conforme o Takt Time.

A normalização de tarefas gera uma estabilidade fundamental para o bom funcionamento dos processos e permite uma maior facilidade de aprendizagem e execução dos mesmos. O objetivo do *Standard Work* consiste em reduzir a variabilidade.

Para Taiichi Ohno (1998), uma boa normalização consiste em:

- Definir os objetivos de melhoria;
- Estudar o trabalho a normalizar;
- Melhorar esse trabalho;
- Normalizar o trabalho;
- Treinar operadores.

Segundo Taiichi Ohno (1998), a normalização dá poder e responsabilidade aos colaboradores, fazendo com que aqueles que estejam ligados ao processo contribuam com ideias, gerando uma maior eficiência de produção e uma redução dos defeitos de qualidade, de erros e acidentes.

IV. *SMED (Single Minute Exchange of Die)*

O SMED é uma ferramenta que foi desenvolvida por Shigeo Shingo, cujo seu objetivo é a redução dos tempos de *setup* das máquinas.

Segundo Shingo (1989), a diminuição do tempo de *setup*, irá fazer com que as taxas de utilização das máquinas aumentem. Esta, é portanto, uma metodologia que contribui para a eliminação de desperdícios, assim como para uma melhoria da capacidade de produção da máquina e da sua qualidade.

Este defende a existência de 3 pontos cruciais na implementação do SMED:

- Separar o *setup* interno do *setup* externo;
- Converter o *setup* interno em externo;
- Agilizar a operação de *setup*.

O *setup* interno está relacionado com as atividades que são realizadas durante o funcionamento da máquina e o *setup* externo com as atividades enquanto a máquina está parada. Para Shingo (1989), é importante analisar que atividades externas podem estar a ser, erradamente, consideradas internas e transformá-las em externas.

V. Automação de Baixo Custo

A automação de baixo custo procura a automatização das áreas de trabalho sem a necessidade de grandes investimentos, através de ferramentas simples e práticas, otimizando a performance dos colaboradores, como, o exemplo de E. Coimbra (2013), para se usar tapetes que transportem o material utilizando a gravidade. Este tema, não será abordado detalhadamente, por não existir uma implementação futura relacionada com o mesmo.

2.2.3 Fluxo de Logística Interna

Neste pilar estão incluídas as metodologias usadas para a otimização do fluxo de material e da informação na logística interna.

A logística interna tem como objetivo entregar o material necessário, na quantidade e qualidade certa, no momento certo e no local certo para que se minimize o inventário, o tempo de espera e o tempo de movimentações.

Segundo Coimbra E. (2013), a logística interna envolve todas as movimentações no interior de uma fábrica, assim como todo o fluxo de informação relacionado com ordens de fabrico. Segundo Sarmiento A. (2012), para a criação de um fluxo de materiais é necessário:

1. Criação de Supermercados;
2. Implementação de um comboio logístico entre processos;
3. Implementação do sistema *Kanban*;
4. Nivelamento de produção;
5. Planeamento *Pull*.

I. Supermercados

Um supermercado é uma zona de armazenamento de materiais que apresenta:

- Localização fixa para cada referência de material;
- Zona de acesso facilitado para o *Picking*;

- Gestão Visual;
- Política FIFO (*First-In-First-Out*).

Os supermercados estão relacionados com o conceito de *Pull Flow* que defende que todas as ordens de fabrico são geradas pelo consumo de material. Este é um conceito que será, posteriormente, detalhado.

Segundo Gross e McInnis (2003), os supermercados são zonas de armazenamento de materiais que se encontram perto da sua zona de utilização na produção, para serem usados assim que necessários. Estes, minimizam os custos de movimentação, ajudam no controlo visual, aceleram o fluxo de material e eliminam o excesso de movimentações.

Os stocks dos supermercados podem ser repostos ou analisados com base em dois sistemas: o de revisão contínua e o de revisão periódica.

Segundo Stevenson W. (2012), na revisão contínua, o stock é controlado sempre que um item é retirado, sendo que o intervalo entre os momentos da encomenda é variável e a quantidade a encomendar sempre a mesma. Por outro lado, no sistema de revisão periódica, o stock é controlado em intervalos de tempo definidos e periódicos e as quantidades encomendadas são flexíveis.

O stock de segurança existe com o objetivo de evitar uma rutura de stock por força da variabilidade da procura.

II. *Mizusumashi*

Segundo Coimbra E. (2013), o *Mizusumashi* consiste num operador logístico que está responsável pelo reabastecimento dos materiais e componentes, assim como, pelo fluxo de informação, com uma rota e um ciclo fixo.

No passado, a logística interna das empresas era realizada por operadores que usavam empilhadores ou carros de transporte, sempre que existia uma necessidade ou informação. Portanto, funcionavam como uma espécie de táxi, isto é, recebiam a informação e deslocavam-se até ao material que era necessário transportar, acabando por voltar à origem.

Hoje em dia, existe o *Mizusumashi* que consiste em reabastecer somente o material necessário, com a quantidade necessária e no momento certo, numa política de *just-in-time*. O *Mizusumashi* move-se sob a forma de um comboio logístico, percorrendo uma rota que passa por todos os pontos de uma só vez, onde possa existir material para transportar. É possível ver na tabela 2 uma comparação entre o tipo de logística mais tradicional e o *Mizusumashi*.

Tabela 2 - Comparação entre Método Tradicional vs Mizusumashi

Método Tradicional	Mizusumashi
• Mais rápido	• Mais eficiente
• Excesso de movimentações e maior perda tempo	• Menos desperdício em movimentações e tempo
• Rota variável	• Rota definida
• Ciclo variável	• Ciclo fixo
• Mais material parado	• Menos material parado

Caso o reabastecimento de material não funcione corretamente a eficiência da produção vai ser afetada (Ichikawa H., 2009). Assim, o principal intuito do *Mizusumashi* é eliminar as tarefas que não acrescentem valor e que são realizadas pelos operadores, colocando as mesmas numa só pessoa.

Segundo o *Lean Institute* (2008), os pedidos de materiais são feitos através de *Kanbans* nos locais que avisam sobre os materiais a entregar na próxima rota.

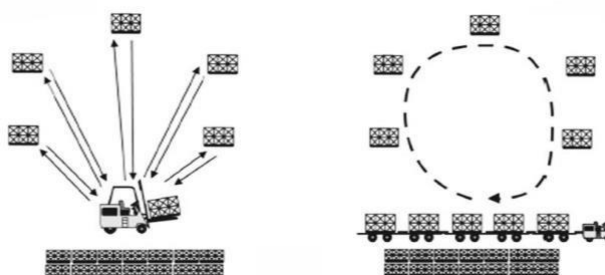


Figura 9 - Empilhador vs Mizusumashi

Na figura acima observamos que o empilhador se desloca a cada ponto com apenas um contentor, de acordo com os pedidos que recebe, sendo a capacidade do empilhador, um dos aspetos que limita os locais até onde se pode deslocar. Por outro lado, o *Mizusumashi* desloca-se a todos os sítios de uma só vez, tendo um percurso definido e com uma capacidade variável, conforme as necessidades.

III. Sincronização

Está relacionada com uma seção anteriormente abordada, uma vez que muita da sincronização existente nas empresas ocorre com base nos *Kanbans*.

Segundo E. A. Coimbra e *Kaizen Institute* (2009), é um processo onde sistemas de informação visual indicam quando e a quantidade que um operador deve produzir, transportar ou o momento e as quantidades de material a entregar.

Segundo Gross e McInnis (2003), este é um processo que permite diminuir o inventário porque tem como requisito o cálculo dos valores de produção reais, eliminando a produção e as movimentações em excesso. Para os autores referidos, para se conseguir uma sincronização dos processos é necessário ter postos de trabalho disciplinados, tempos de ciclo reduzidos e ainda, procedimentos de produção normalizados.

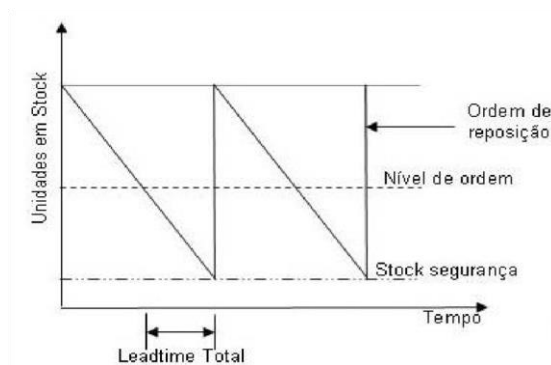


Figura 10 - Ciclo de Abastecimento

O stock de segurança, tal como o nome indica, funciona como uma segurança para o stock, ou seja, assim que o stock atinja uma determinada quantidade previamente definida, uma ordem é lançada para que o stock nunca entre em rutura. Essa ordem é lançada pelo *Kanban* que sai do supermercado e vai para o fornecedor ou outro posto de trabalho.

IV. Nivelamento (*Heijunka*)

Nesta seção vamos explicar este conceito e quais as vantagens de nivelar uma produção, isto é, produzir diversos padrões de um produto misturadas, por exemplo, para três padrões A, B e C, produzir pela ordem ABCABC e não AABBBCC.

Segundo Black J. e Hunter S. (2003), o nivelamento envolve as atividades que permitem sequenciar as linhas de produção sem que o fluxo produtivo pare por falta de material. Com a nivelação da produção procura-se aliviar:

- **Consumo de materiais:** reduzindo o efeito de uma distorção da procura efetiva ao longo da cadeia de abastecimento;
- **Carga de trabalho:** permitindo que as linhas trabalhem com grupos fixos e normalizados e consequentemente, oferece um melhor balanceamento da linha.

O objetivo do nivelamento é eliminar os processos gargalo das linhas de produção. O *Heijunka* ajusta o ritmo da produção consoante a instabilidade do mercado, estimulando a produção de lotes pequenos e minimizando a presença de stock

entre setores. Um processo gargalo é, aquele processo que apresenta um tempo de produção superior aos outros processos, causando uma espera nos restantes. O ideal seria que todos os processos tivessem o mesmo tempo e capacidade de produção. Este tipo de produção nivelada é a melhor solução, mas nem sempre pode ser realizada pelas empresas devido à variação da procura.

Uma forma de estabilizar um fluxo de produção é utilizando ferramentas *Kaizen*, como é o caso do sistema *Kanban*.

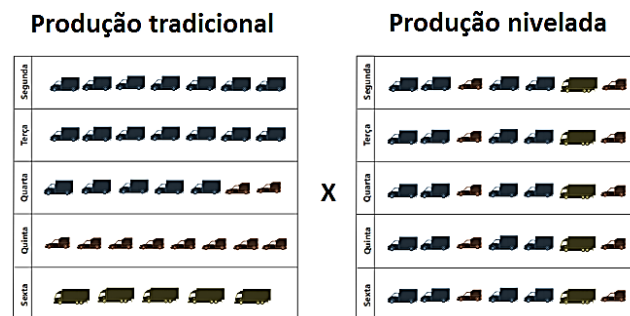


Figura 11 - Nivelamento

V. Planeamento *Pull Flow*

Segundo Coimbra E. (2013), o TFM desenvolve o conceito *Pull Flow* na cadeia de abastecimento, onde as encomendas são definidas pelo cliente com base nas suas necessidades. Este conceito permite, portanto, uma resposta mais rápida às encomendas, uma redução dos stocks e ainda evita a sobreprodução.

Segundo Gonçalves A. (2006), o modelo *Pull Flow* é um modelo bastante distinto do modelo tradicional, o *Push* que era usado com mais frequência no passado.

a) No ***Push Flow***, são feitas previsões da procura que servem como *input* ao MRP (*Material Requirement Planning*) que explode as necessidades de produto final em todos os componentes e matérias-primas.

Aqui os materiais são “empurrados” para o processo seguinte, com base em previsões. Contudo, este modelo apresenta vários problemas, como:

- Previsões erradas, devido à instabilidade da procura;
- Difícil sincronização da produção em todas as fases operatórias;
- Fluxo de informação complexo, pois as ordens de produção são enviadas para todos os processos necessários para produzir esse produto;
- Produção em grandes lotes;
- Longos *Lead Times*;
- Pouco ou nenhum fluxo existente.

b) No **Pull Flow**, as ordens de produção são geradas pelo consumo, isto é:

- O cliente final consome produtos do armazém de produto acabado;
- Quando o stock de produto acabado atinge o nível de reabastecimento, uma ordem de produção é enviada ao processo anterior. Aí é retirado o material necessário para responder à ordem do processo a montante e é reposto os produtos no armazém de produto acabado;
- Utiliza o *Kanban* e os supermercados para ligar os diversos processos;
- Aplica a política JIT;
- O conceito de repor o consumo estende-se do armazém de produto acabado até ao armazém de matérias-primas, assim como aos fornecedores externos.

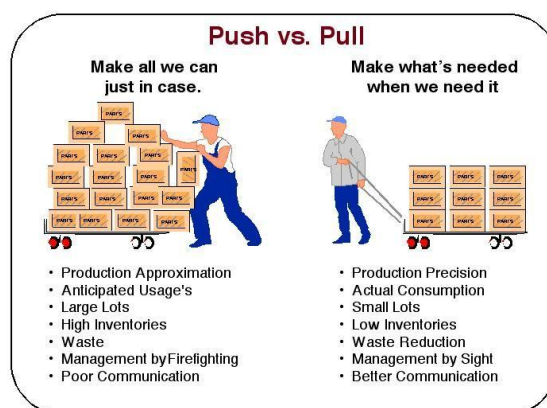


Figura 12 - Push vs Pull

Este conceito permite estar menos dependente das previsões, uma melhor sincronização das várias operações, um fluxo de informação simplificado, produção em pequenos lotes, *Lead Times* mais curtos e a menos desperdícios.

2.2.4 Fluxo na Logística Externa

Segundo Coimbra E. (2009), o objetivo deste pilar é desenvolver um fluxo de materiais que procure reduzir os tempos de entrega e que procure a fiabilidade nos fornecedores e com os clientes, ou seja quer na receção de matéria-prima ou na expedição do produto acabado. Para atingir estes objetivos é necessário:

- Implementação de um planeamento logístico em *Pull*;
- Criação de fluxos entre os fornecedores e a empresa;
- Criação de fluxos entre a empresa e os clientes;
- Implementação do sistema *Milk Run* (sistema de entrega e recolha de material no mesmo momento) entre fornecedores e clientes;

- Projetar armazenamento em função do volume, peso e taxa de rotação.

Contudo, uma vez que ultrapassa o âmbito do projeto, este pilar não vai ser detalhado neste documento.

2.2.5 Supply Chain Design (SCD)

Nesta seção vamos falar um pouco mais do VSM e do VSD, uma ferramenta já abordada anteriormente, mas desta vez incorporando-a no contexto do TFM. O SCD possibilita a interpretação e compreensão do estado atual através do VSM e projetar o estado futuro através do VSD.

Segundo Rother e Shook (1999), a utilização do VSM procura criar uma linguagem uniforme e normalizada que seja entendida por todos. Além disso possibilita uma visão geral dos processos, assim como da origem dos desperdícios.

Posteriormente ao VSM, é delineado o VSD que é um mapeamento daquilo que se deseja que a cadeia de valor seja no futuro. Após estes mapeamentos, devem ser definidas as zonas ou áreas que serão possíveis de ser melhoradas.

Para Rother e Shook (1999), uma empresa deve definir a sua produção consoante a procura do cliente, de forma a evitar desperdícios e assegurar os prazos de entrega. Portanto, é essencial e indispensável definir o ritmo da cadeia de valor, através do cálculo correto do tempo de ciclo e do *Takt Time*.

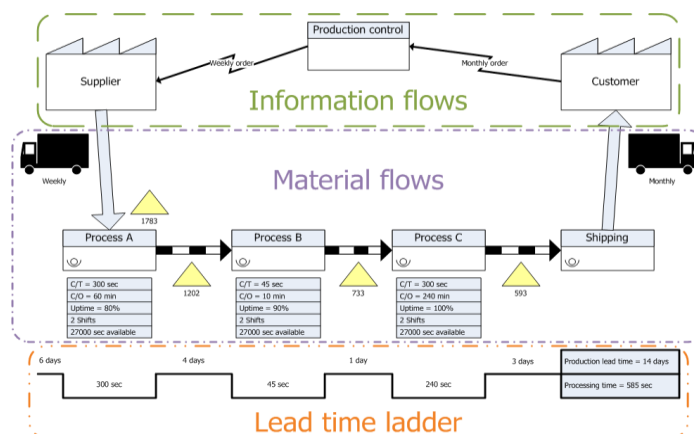


Figura 13 - Value Stream Mapping

a) Tempo de Ciclo

O tempo de ciclo (TC) corresponde ao tempo necessário na produção de cada peça. Quando existem operações com tempos de execução distintos, o gargalo,

neste caso, é a máquina mais lenta e é esta que determina o tempo de ciclo. O gargalo pode ser um recurso, máquina ou processo. Este, define a capacidade produtiva de uma fábrica, uma vez que é ele quem limita a capacidade de produção.

b) *Takt Time*

O *Takt Time* (TK) consiste no ritmo de produção que é necessário para satisfazer uma determinada procura. Segundo Monden (1984), o *Takt Time* espelha o ritmo a que um produto deve sair de uma determinada linha de produção.

O TK corresponde à divisão do tempo de trabalho diário de uma operação pelo número de peças necessárias num dia. No cálculo do tempo de trabalho diário não são tidas em conta as paragens não programadas.

$$TAKT\ TIME = \frac{\text{Tempo de trabalho dário}}{N^{\circ} \text{ Peças produzidas por dia}}$$

Segundo Rother e Shook (1999), os processos devem ser flexíveis de forma a que o *Takt Time* não seja apenas um conceito ou teoria. As empresas devem planear a produção com base na variação do TK e adequar o TC à procura do mercado. Quando uma operação numa linha de produção tem um tempo de ciclo maior que o *Takt Time*, isto leva a um atraso na entrega do pedido ao cliente.

2.3 Simulação

Segundo Kelton W. D. (2000), a simulação consiste numa ferramenta de apoio para tomadas de decisão, utilizando modelos para representar um determinado sistema real em estudo ou para pressupor o comportamento de algo que não existe. A simulação permite, portanto, analisar o desempenho de um sistema. Numa simulação devem ser tidas em conta, todas as variáveis que influenciem o sistema.

Existem dois tipos de simulação: contínua e discreta. Na contínua, as variáveis estão em constante mudança ao longo do tempo. Na discreta as variáveis mudam de forma abrupta num determinado momento.

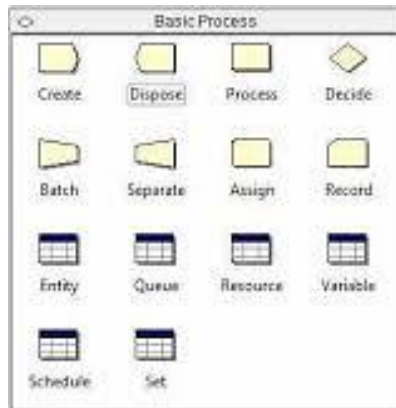


Figura 14 - Simbologia Software Arena

Estes modelos de simulação são utilizados para a análise de filas, análise de linhas de produção, stocks, fluxos de produção, sistemas de logística interna e Lead Times. A simulação pode contribuir, significativamente, para a melhoria de processos ou resolução de problemas.

As desvantagens dos modelos de simulação é que podem ser difíceis de construir e conduzem a resultados com menor precisão que os modelos analíticos.

Com os avanços da tecnologia computacional, a simulação computacional tem ganho popularidade e tornou-se uma ferramenta muito poderosa para o controlo, gestão, planeamento ou o projeto de vários sistemas, devido à capacidade de modelar comportamentos dinâmicos e sistemas cada vez mais complexos.

Segundo Takus D. e Profozich D. (1997), o Arena é um *software* constituído por um ambiente gráfico de simulação que possui recursos de modelagem de processos, de animação, análise estatística e análise de resultados. Este, foi desenvolvido pela *Rockwell Automation* e, atualmente, é o *software* de simulação mais usado no mundo.

Segundo Prado (2010), este *software*, é uma excelente ferramenta para fazer análises de *layouts* e fluxos produtivos, sejam esses estudos realizados a *layouts* atuais ou simulando *layouts* futuros. O Arena permite fazer um estudo ao dimensionamento de uma Unidade Industrial assim como da eficiência de linhas de produção, balanceamento, capacidade dos recursos e custos.

3. Contextualização do Problema

Neste capítulo é retratado o contexto do problema inicial. Inicia com uma apresentação da Corticeira Amorim e no seguimento, é feita uma descrição da Unidade Industrial que iremos abordar, a caracterização das rolhas e um descrição do processo produtivo desta mesma Unidade.

3.1 Amorim Cork

O Grupo Amorim é uma das maiores, mais empreendedoras e dinâmicas multinacionais portuguesas. A sua origem no negócio da cortiça, data em 1870, e hoje em dia, é líder destacado no setor corticeiro a nível mundial. O grupo detém uma posição sólida com empresas nos cinco continentes e nas diversas áreas.

Atualmente, o Grupo Amorim conseguiu ultrapassar fronteiras geográficas e mostrou a cortiça ao mundo, destacando-se em vários setores como por exemplo, o imobiliário, as telecomunicações e o turismo. O grupo desenvolveu um conjunto de produtos com um elevado valor acrescentado, antecipando-se às tendências do mercado e superando as expectativas das indústrias mais exigentes no mundo.

O grupo é constituído por 30 Unidades Industriais, 47 empresas de distribuição e está presente em mais de 20 países, distribuídos pelos vários continentes. Para tal, a Amorim Cork está organizada nas seguintes Unidades de Negócios:

- **Rolhas:** referente à produção de rolhas feitas de cortiça, apresentando um produto variado, inovador e de grande qualidade.
- **Revestimentos:** destina-se à produção de revestimentos para chãos e paredes em cortiça.
- **Aglomerados Compósitos:** granulados e aglomerados para os setores da construção e indústria.
- **Isolamentos:** destina-se à produção de isolamentos térmicos, antivibráticos e acústico, com utilizações variadas como aeroportos e edifícios.

3.2 Vasconcelos & Lyncke

A Vasconcelos & Lyncke, conhecida como VL, é uma das Unidades Industriais pertencentes ao grupo Amorim e é aquela que será estudada neste projeto. Esta, é uma Unidade que se encontra dentro da unidade de negócio das rolhas, sendo que, neste caso concreto, apenas trabalha com rolhas naturais. É uma Unidade de compra de rolhas naturais, ou seja, compra rolhas aos fornecedores locais e depois produz ou transforma-as para as enviar para as *sales* ou para o cliente.

Esta Unidade de pequena-média dimensão apresenta uma capacidade de produção anual de 220 milhões de rolhas, destinadas aos cinco continentes. Com este projeto de reestruturação do fluxo e dimensionamento de espaços, espera-se um aumento da produção anual para valores entre os 380 a 400 milhões.

3.3 Rolhas

A rolha continua a ser o produto mais famoso da indústria corticeira, o mais produzido e também, o mais exportado. Mais de 12 mil milhões de garrafas de vinho são vedadas por ano com cortiça.

Atualmente, existe uma grande variedade no que diz respeito às rolhas de cortiça. Existem vários tipos de rolhas consoante as necessidades. Entre os vários tipos de rolha temos: rolhas naturais, rolhas técnicas, rolhas multi-peça, rolhas capsuladas, rolhas aglomeradas, rolhas colmatadas e rolhas de champanhe. Na VL, apenas se trabalha com rolhas naturais, e portanto, o foco será este tipo de rolha.

Existem várias classes para as rolhas, isto é, estão classificadas como: Flor, Extra, Superior, 1ª, 2ª, 3ª, 4ª e 5ª, ordenadas desde a melhor classe para a pior, respetivamente. Relativamente às dimensões podem ser de diversos comprimentos, sendo os mais comuns: 54 cm, 49 cm, 45 cm, 38cm e 33cm e o diâmetro pode variar entre: 22 cm, 24 cm, 25 cm e 26 cm.

A rolha natural garante uma excelente conservação e harmonia dos diversos componentes, garantindo a qualidade do vinho. Apenas a rolha natural consegue adaptar-se corretamente às irregularidades do gargalo, proporcionando uma vedação perfeita, independente da dilatação ou contração do vidro que acontece devido à variação da temperatura ambiente durante os processos de transporte ou até no armazenamento.

A densidade, humidade, tratamento de superfície, força de extração, padrão visual e amostragem são os critérios que ajudam a medir a qualidade da rolha.

O TCA (*Tricloroanisole*) é um fungo que é responsável pelo odor desagradável nos vinhos. Uma das grandes batalhas do setor corticeiro é a erradicação do TCA. Contudo, o TCA não traz problemas à saúde e a sua perceção é diferente consoante o consumidor, o vinho e o momento em que este é consumido.

3.4 Processo produtivo

O processo produtivo da VL inicia-se com o planeamento de produção que é feito com base nas compras planeadas. Depois de as rolhas serem rececionadas, são enviadas amostras para o laboratório, para fazer um controlo das dimensões, dos níveis de humidade e do TCA.

3.4.1 SVE

Após a aprovação do laboratório, as rolhas seguem imediatamente para as máquinas de SVE para uma despistagem das rolhas que não vedam.

As SVE são máquinas que realizam um teste de pressão onde se fura a rolhas, e depois sob a pressão de ar nelas inseridas, se verifica se realmente o ar passa de um lado ao outro das rolhas ou tecnicamente falando, se estas vedam ou não.

Caso as rolhas não vedem, os vinhos serão contaminados por fungos e cheiros presentes no exterior e deixariam de contar exclusivamente com as propriedades que foram produzidas para este vinho.

Se por um lado as rolhas que vedam seguem a rota planeada, as rolhas que não vedam, passam a estar destinadas ao processo de devolução ao fornecedor.

3.4.2 Lavação/Revestimento

Após o processo das SVE as rolhas sofrem um processo de lavação ou revestimento.

Na lavação o objetivo é, além de, oferecer a lavação ou cor necessária, fazer com que as rolhas estejam “macias” e lubrificadas para que estas tenham facilidade de entrar no gargalo da garrafa e dar uma capa protetora que mantém de forma mais prolongada as características da rolha..



Figura 15 - Padrões de lavação

Revestimento consiste em, tal como o nome indica, dar um revestimento à rolha, isto é, uma espécie de película. Neste processo não se dá uma cor, mas sim um revestimento à rolha. Na VL existem dois tipos revestimento: Covercork e CLeanC.

Estas lavações e revestimentos são obtidas a partir da mistura de vários produtos químicos que são colocados num tambor de lavação, juntamente com as rolhas.

3.4.3 Estufa Rosa

Após o processo de lavação, as rolhas seguem para a estufa Rosa. A estufa Rosa é uma estufa, onde as rolhas estão sujeitas a temperaturas muito elevadas por longos períodos de tempo. As rolhas passam no processo da estufa Rosa com dois objetivos: o de reduzir os níveis de humidade das rolhas e o de reduzir os níveis de TCA, através das elevadas temperaturas a que as rolhas estão sujeitas.

Este é um dos processos mais importantes numa empresa do setor corticeiro, porque permite manter os níveis de TCA e humidades dentro dos limites definidos ou até reduzir, conseguindo, portanto, manter ou aumentar a qualidade das rolhas.

3.4.4 Escolha Eletrónica

Após passarem na estufa rosa, as rolhas sofrem um processo de escolha, neste caso, uma escolha eletrónica para separar as classes das rolhas, já referidas no ponto 3.3.

Neste processo as rolhas são analisadas, lidas, classificadas e separadas com recurso a várias câmaras, leds e lasers. As rolhas são separadas consoante a sua qualidade, isto é, tendo em conta a quantidade de fendas, buracos, cortes, defeitos, bichos e os poros quer nos topos quer nos corpos das rolhas.

Após a separação das classes das rolhas, estas são enviadas para os respectivos canos que vão depositar as rolhas nos carros correspondentes às classes.

3.4.5 Embalagem/Expedição

No final de todo o processo de produção que transforma uma rolha, esta segue para a fase final, isto é, a fase de embalagem e expedição. Embora sejam dois processos isolados um complementa o outro. Se um deles consiste em embalar as rolhas em sacos, o outro envia e trata de todo o processo burocrático de expedição para o cliente.

Relativamente à embalagem das rolhas, estas, depois de passarem por todos os processos planeados são contadas e embaladas em sacos de 5000 rolhas cada um. Aqui as paletes podem seguir dois caminhos: vão diretamente para o stock de expedição e prontas a enviar ao cliente ou vão para o stock, até que surja algum cliente com necessidade de rolhas com uma determinada especificação.

Durante este processo de embalagem são retiradas rolhas para amostra, de forma a estas serem analisadas pelo laboratório, antes de serem enviadas para o cliente, pois apesar de terem sido analisadas à entrada, existe uma probabilidade de 3% de existir um ponto de contaminação dentro da Unidade.

O processo de expedição consiste em nada mais do que o planeamento, todo o processo burocrático e o envio físico das rolhas para o cliente, incluindo o processo de carregamento dos camiões para que as rolhas sejam enviadas e transportadas.

3.5 Outros processos

Existem dois outros processos que embora utilizados em alguns casos, não fazem parte do processo produtivo fundamental da VL, mas são dois processos pelos quais as rolhas podem passar. Por não serem utilizados com muita frequência não foram considerados no processo produtivo nuclear.

3.5.1 Acabamentos mecânicos

Juntamente com o setor da lavação, este é um dos setores mais sujos, muito por culpa dos processos de polimento e topejamento aqui executados.

O processo de topejar consiste em retificar os topos das rolhas, conferindo-lhes as dimensões definidas pelo utilizador, ou seja, a máquina vai de certa forma cortar o comprimento das rolhas tendo em conta os parâmetros definidos.

O processo de polir consiste em desbastar superfícies irregulares com o intuito de tornar as rolhas mais definidas e também mais macias, algo que sente ao nível do tato se compararmos a mesma rolha antes e após o polimento.

3.5.2 Estufa de secagem

O processo de secagem, tal como o próprio nome indica serve para secar as rolhas, utilizando uma máquina que está em constante rotação, isto é, as rolhas são secadas a uma temperatura elevada, sob um movimento de rotação dentro da máquina, para que estas não colem umas nas outras.

Por vezes, devido à humidade presente no ar, as rolhas tornam-se húmidas e, portanto, são secadas. A humidade das rolhas é algo indesejado para os clientes pois desenvolve o TCA e pode contaminar posteriormente o vinho, gerando o cheiro característico do TCA. Portanto, as rolhas sofrem tratamentos que baixam esse valor do teor de humidade.

4. Caso Prático – Vasconcelos & Lyncke (VL)

O foco do capítulo seguinte será a implementação prática dos vários pontos relativos à melhoria contínua, anteriormente, abordados na revisão bibliográfica. Será também apresentado um VSM e uma simulação computacional realizada com recurso ao *software* Arena que permite auxiliar o dimensionamento da UI (Unidade industrial).

4.1 Estado Inicial

Nos primeiros momentos após o início do projeto nesta Unidade Industrial, deparei-me com vários problemas e situações que deviam claramente ser melhorados e revertidos. Problemas esses visíveis no funcionamento das máquinas, ao nível da melhoria contínua, ao nível do *layout*, do fluxo, da manutenção e da energia.

Num estudo feito logo no início do estágio, deparei com problemas nas máquinas, principalmente nas SVE, onde algumas delas não atingiam os objetivos de produção da empresa. Para justificação das várias paragens e não atingimento dos objetivos definidos foram relatados, entre outros, problemas como:

- O facto de apenas existir um operador por turno que faz várias tarefas ao mesmo tempo como: alimentar o silo, manutenção de 1º nível, controlo das máquinas e manuseio ou transporte de cestos/rolhas.
- Uma outra forte justificação é a resposta da manutenção, sendo que por vezes essa manutenção demora demasiado tempo a ser executada ou então o tempo de resposta da manutenção é elevado.

Com este estudo inicial encontramos vários problemas ao mesmo tempo, entre os quais do funcionamento das máquinas, ao nível da resposta da manutenção e ao nível do dimensionamento da Unidade, inclusive no número de funcionários.

Após uma análise e com um conhecimento mais profundo da Unidade, também se encontraram problemas de balanceamento, nivelamento e ao nível do fluxo.

No que diz respeito à melhoria contínua, no início deste projeto muitas melhorias eram necessárias, sobretudo para dar resposta a vários destes problemas:

- Carros perdidos: mistura de lotes e de classes;
- Dificuldade de comunicação entre setores;
- Estufa a trabalhar em períodos com custo energético elevado;
- Excesso de movimentos;
- Falta de ergonomia em alguns processos;

- Falta de espaço para stock de rolhas;
- Falta de política FIFO;
- Necessidade de reduzir os custos com a energia;
- Poucos funcionários na UI;
- Resposta lenta da manutenção às máquinas;
- Sobras espalhadas pela fábrica;
- Stock desorganizado;
- Stock em excesso.

Por fim, relativamente ao projeto de expansão da VL que, como já referido anteriormente, pretendia quase duplicar a sua capacidade de produção, no início deste projeto, pouco ou nada existia, apenas se começavam a ver os efeitos da construção de um novo pavilhão.

- Não estava definido o novo fluxo produtivo da VL;
- Não estava definido o novo *layout*;
- Não estava definido um novo fluxo de informação entre os vários setores.
- Não existia aquisição de máquinas para nenhum dos novos pavilhões;
- Não existia contratação de novo pessoal;
- Não existia qualquer estudo para definir o dimensionamento;
- Não existia formação dos funcionários atuais para as novas máquinas.



Figura 16 - Novo pavilhão L em obras

4.2 Dimensionamento e otimização de um fluxo de produção

Com o crescimento existente no setor corticeiro e mais concretamente da Amorim Cork, é importante que as Unidades Industriais do grupo acompanhem a evolução. Um dos casos mais visíveis dessa necessidade é a empresa em estudo, a Vasconcelos & Lyncke que foi uma empresa outrora de pequenas dimensões que

foi evoluindo ao longo do tempo e que chegou a um patamar onde necessita de novas infraestruturas, mais equipamentos, mais funcionários, mais qualidade e mais eficiência para acompanhar não só o seu próprio crescimento como o do setor.

Esta empresa possui atualmente dimensões que não são suficientes para acompanhar a sua capacidade produtiva, as quantidades de stock ou os níveis de produção que pretendem atingir a curto/médio prazo. Mesmo para a capacidade de produção atual, os espaços encontram-se desajustados e desnivelados e, portanto, é fundamental uma intervenção ao nível das infraestruturas da VL.

Com o objetivo de atingir em praticamente o dobro da capacidade produtiva instalada atual (passar de 220 para 380 milhões), a VL necessita de novas infraestruturas, equipamentos, aumento do número de pessoal e de algumas melhorias nos seus processos de produção, incluindo a definição de um novo *layout*, melhoria do fluxo produtivo, dimensionamento e balanceamento das linhas.

A implementação do SAP foi um dos grandes objetivos da empresa e alcançado com sucesso, permitindo a integração de todas as decisões, processos, movimentações, ou seja, tudo o que está relacionado com a empresa. O SAP engloba tudo num só espaço com acesso a todos os intervenientes de forma mais eficaz e simples. Esta implementação permitiu uma clara melhoria ao nível do fluxo de informação, aumentado consequentemente a eficiência dos processos.

Para este crescimento ou expansão da VL, um dos seus focos é a construção de dois novos pavilhões que permitam alcançar uma maior capacidade na Unidade.

4.2.1 VSM

Esta secção está destinada ao Value Stream Mapping desta Unidade, onde será apresentado e explicado todo o VSM da VL atual.

Para a realização deste VSM, foi reunida, por várias vezes, uma equipa constituída pelos líderes de área dos vários setores, um técnico do MES, o responsável pelo departamento da produção e pelo diretor industrial, de forma a que se conseguisse interligar as várias áreas e os vários setores.

O VSM, exposto na figura 17 e no anexo 2, aborda o processo produtivo das rolhas naturais, o único tipo de rolhas produzidas nesta Unidade.

Todos os processos da Unidade à data da realização deste VSM, foram detalhadamente investigados e analisados para que este mapeamento

representasse da forma mais realística possível o processo produtivo desta Unidade. A cronometragem de tempos, análise diária e profunda aos processos e cálculos para diversos indicadores, fizeram parte desse processo de investigação.

Com base neste mapeamento foram identificados os pontos negativos ou críticos e abordadas algumas melhorias a serem realizadas.

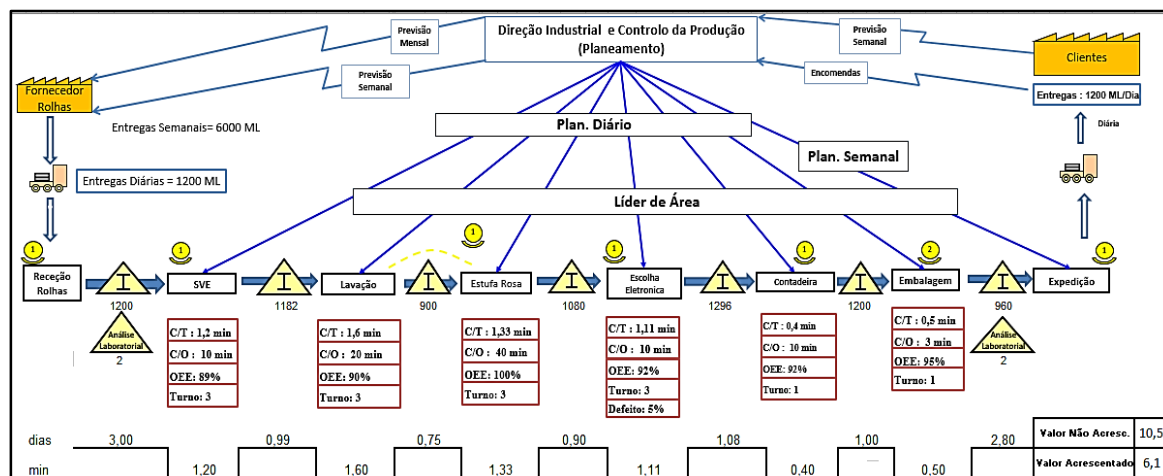


Figura 17 - VSM atual

Observando este VSM, é fácil de perceber que, independentemente de conhecermos a política da empresa, um dos seus objetivos é reduzir ou evitar o aumento de stock, pois esta Unidade procura enviar, diariamente, para os clientes a mesma quantidade de rolhas que compra e recebe dos fornecedores.

Um dos pontos que ocupa maior espaço temporal no processo produtivo desta Unidade é a análise laboratorial feita na recepção e antes da expedição. A análise laboratorial, realizada antes da expedição, ocorre devido a uma probabilidade de 3% de existir um ponto de contaminação das rolhas dentro desta Unidade, através de fungos presentes nas infraestruturas ou lotes comprados, por exemplo.

Neste mapeamento, foi utilizado um tempo disponível de 8 horas por turno e 24 horas por dia, uma vez que, na Vasconcelos & Lyncke existe uma política de revezamento, onde os operadores vão almoçar e têm pausas à vez, para que as máquinas nunca estejam sem ninguém no seu controlo.

É possível ver que o processo das SVE é um processo, onde o seu Cycle Time é o mesmo que o Takt Time deste processo produtivo, e portanto, encontra-se bem dimensionado e nivelado, contudo no caso da expansão será necessário um aumento do nº de máquinas. Além disto, este é o processo que apresenta uma OEE mais baixa, sendo necessário por exemplo, ajustar o nº de encomendas que

chegam por dia, ou fazer uma intervenção nas máquinas para que as paragens resultantes não sejam tão elevados.

Para o setor das SVE, como as máquinas não apresentam todas a mesma capacidade produtiva, o Cycle Time foi calculado através de uma média ponderada, uma vez que temos, cerca de, 30% das máquinas a produzir 72 ML/h e 70% a produzir 50 ML/h.

Ao nível da lavação, esta não só é o processo com o maior Cycle Time, como é o processo que apresenta uma menor capacidade produtiva. Portanto, este é um processo que deve ser profundamente analisado e revisto. Este problema poderia, no decorrer do processo de expansão, ser resolvido com a aquisição de máquinas, para que a capacidade produtiva deste mesmo setor aumente.

O processo Rosa é um processo com uma eficiência e taxa de utilização de 100%, no entanto, apresenta uma capacidade ligeiramente abaixo dos restantes processos, ou seja, tal como a lavação, encontra-se desnivelado do restante fluxo produtivo. Como este processo se encontra a trabalhar a 100% e a capacidade atual não é suficiente para satisfazer as necessidades dos restantes processos, será uma boa ideia aumentar a capacidade deste setor.

Por fim, a embalagem é um setor que apesar de ter uma boa taxa de utilização e de eficiência, não consegue responder às necessidades diárias, e portanto, é expectável que este problema seja resolvido com um aumento do nº de operadores, pois como é possível ver no VSM, este setor apenas funciona com 1 turno por dia e nesse mesmo turno, o nº de operadores não é suficiente para as necessidades.

Relativamente aos tempos de valor acrescentado e não acrescentado, existe um tempo muito superior para o valor não acrescentado, o que se traduz, numa diminuição do valor da eficiência do processo.

Podemos, ainda, retirar deste VSM que temos um *Lead Time* elevado e superior a 10 dias. Para este valor, contribui o facto de as rolhas estarem 2 dias em análise laboratorial na receção e mais 2 dias, no momento imediatamente anterior à expedição.

- **Eficiência do Processo:** 4%.

É, portanto, perceptível que está sujeito a bastantes melhorias não só ao nível do seu funcionamento e eficiência, como do dimensionamento e nivelamento.

- **Tempo de *Changeover*:** 1,6 horas.

Este estudo, mostra-nos que há algum trabalho a fazer nesta Unidade ao nível dos tempos para trocas de lotes, muito justificado pelo facto dos operadores

terem que se deslocar para ir buscar carros de rolhas. Este tempo iria diminuir significativamente com a implementação do *Mizusumashi* ou comboio logístico.

- **Takt Time:** 1,20 min

Com este tempo, o VSM mostra-nos que para satisfazer as necessidades dos clientes deveríamos produzir 1 ML de rolhas a cada 1,20 minutos, tendo em conta as 24 horas disponíveis por dia e a procura do cliente.

4.2.2 Simulação Arena

Nesta seção será analisado um modelo de simulação computacional realizado com recurso ao *software* Arena e que representa, o mais realisticamente possível, a futura VL, isto é, esta UI após a expansão. Esta simulação permite fazer analisar o fluxo, *layout*, filas de espera, taxas de utilização, capacidades de produção e linhas de produção que poderão ser reajustados após cada simulação.

Este modelo, apenas irá representar e analisar todos os processos de produção, ou seja, não inclui os processos de análise laboratorial.

O objetivo é criar um modelo de simulação que atingisse uma produção de 380 milhões de rolhas. Para se atingir os 380 milhões anuais, foi necessário se fazerem reajustes e várias replicações diferentes, até se otimizar os processos e o nº de recursos por processo. Os valores atingidos resultaram em parte de uma previsão, pois existe uma ideia da forma de trabalhar dos processos e estes, foram ajustados várias vezes, após cada uma das simulações realizadas.

Apesar de existir uma ideia prévia que o Super Rosa seria o nosso recurso gargalo, as várias simulações, vieram comprovar essa ideia. Portanto, como temos um recurso gargalo, com uma capacidade de produção diária de 1600 ML, apenas podemos receber na Unidade 1600 ML por dia, de forma a não acumular stock à entrada deste processo e ter rolhas em filas de espera enormes. Isto gera um limite na produção anual, porque $1600 * 227 \text{ (dias)} \cong 360 \text{ milhões}$.

Neste modelo iremos trabalhar com a unidade ML, ou seja, cada unidade ou rolha no modelo corresponde a 1ML (1000 rolhas). O fato deste modelo de simulação usar como unidade o ML, cria desvios nos valores e um erro percentual associado.

4.2.2.1 Run Setup

Para a configuração de uma replicação são necessários definir, o período de *warm-up*, comprimento da replicação, nº de horas por dia e a unidade de tempo que servirá para a base do modelo, neste caso, o minuto.

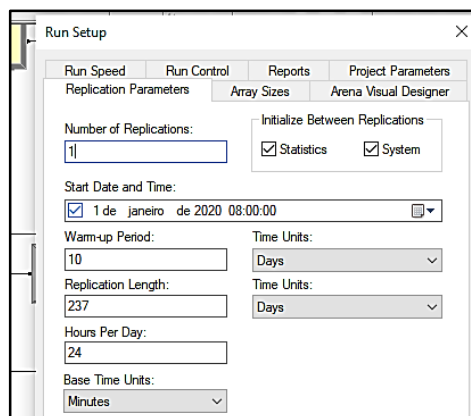


Figura 18 - Run Setup

O tempo de warm-up, corresponde ao período de aquecimento do processo, ou seja, não entra nos resultados da simulação, mas permite criar stock e que o fluxo já se encontre em funcionamento no instante de início da replicação. O tempo de warm-up está incluído no comprimento da replicação.

Como o tempo de simulação de cada replicação é bastante grande, apenas se irá recolher os resultados de uma replicação, visto que, os desvios tornam-se mais baixos quanto maior o comprimento da replicação.

O comprimento definido para esta replicação foram os 227 dias de trabalho planeados para 2020, mais os 10 dias de *warm-up*, totalizando 237 dias. Esta replicação funcionará durante 24h por dia, pois na VL, existe uma política de revezamento que permite que as máquinas estejam sempre a ser controladas.

4.2.2.2 Modelo de Simulação

O processo de realização de um modelo de simulação com recurso ao software Arena é bastante complexo e de difícil execução e apenas, após várias tentativas realizadas, se conseguiu obter um modelo que se encontra no anexo 4 que atingisse a produção desejada e que representasse, da melhor forma, a futura VL.

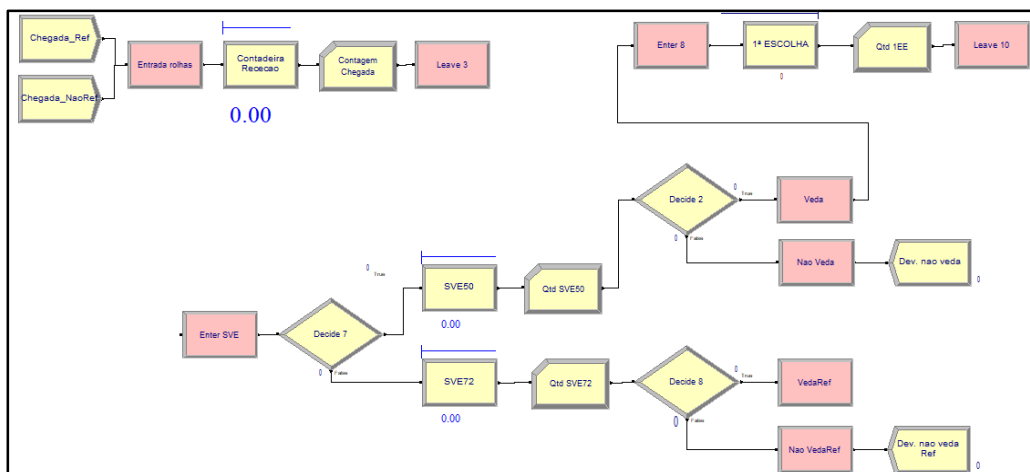


Figura 19 - Alguns processos do modelo de simulação

Os blocos cor-de-rosa são o *Station* e o *Leave*. O bloco *Station* permite definir um *delay*, na entrada das rolas num processo e o seu modo de entrada. O *Leave* define o modo como as rolas saem dum processo para outro, a rota e o *move time* que é o tempo que estas demoram a ser transportadas para o processo seguinte.

Neste modelo utilizou-se um *move time* com uma distribuição uniforme (0.05, 0.1) minutos para cada unidade transportada (1 ML), exceto no Super Rosa, onde o facto de trabalhar ao lote, necessita de uma distribuição uniforme maior (3, 5).

Os blocos retangulares amarelos dizem respeito ao bloco *Process* que irá definir a forma de funcionamento de um processo.

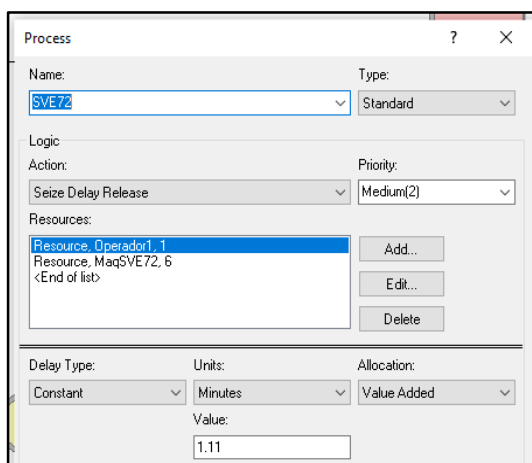


Figura 20 - Bloco Process

Cada processo possui recursos, sejam eles, máquinas ou operadores e possui um tempo de processamento por unidade. Neste caso, este processo tem um

tempo de processamento de 1,11 minutos e possui 2 recursos: Operador1 e MaqSVE72. Sendo que, o recurso MaqSVE72 será composto por 6 máquinas.

Além destes, contamos neste modelo com mais 4 blocos de representação do fluxograma: *Create*, *Dispose*, *Batch*, *Record* e *Decide*.

O bloco *Create* permite definir o nº de entidades que chegam, o intervalo de tempo que demora entre cada chegada de unidades, o momento da 1ª criação de entidade e o nº máximo de unidade que entram no sistema

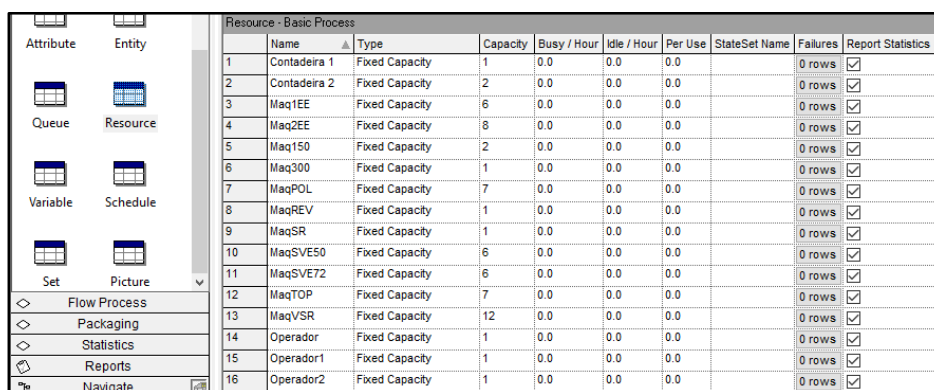
O *Dispose* encontra-se no fim de um processo ou do modelo e indica o fim de vida para as rolhas que lá entrarem. O *Batch* utiliza-se para formar lotes e nele define-se o tamanho do lote e se este será permanente ou temporário. O *Record* funciona como um contador que contabiliza o nº de unidades que passam neste bloco. O *Decide* utiliza uma condição para definir o futuro/rota das rolhas que nele passem.

Quanto aos blocos de dados, foram utilizados vários, entre os quais: *Entity queue*, *Resource*, *Transporter* e *Distance*.

O bloco *Entity* permite definir as entidades que serão simuladas num modelo e que neste caso, são as rolhas não referência e as rolhas referência, pois apresentam diferenças no fluxo, caso sejam de fornecedores referência ou não. Além disso, permite atribuir figuras às entidades e, eventualmente custos.

No bloco *Queue* é definida a política associada a cada fila de espera. Neste modelo utilizaram-se filas de espera com uma política FIFO.

O bloco *Resource* permite definir novos recursos, tipos de capacidade, qual a capacidade de cada recurso e, eventuais, custos. No caso do recurso MaqSVE72, este tem uma capacidade de 6, o que significa que este recurso consegue produzir 6 unidades de cada vez, justificado pela existência de 6 máquinas deste recurso.



Name	Type	Capacity	Busy / Hour	Idle / Hour	Per Use	StateSet Name	Failures	Report Statistics
1 Contadeira 1	Fixed Capacity	1	0.0	0.0	0.0		0 rows	<input checked="" type="checkbox"/>
2 Contadeira 2	Fixed Capacity	2	0.0	0.0	0.0		0 rows	<input checked="" type="checkbox"/>
3 Maq1EE	Fixed Capacity	6	0.0	0.0	0.0		0 rows	<input checked="" type="checkbox"/>
4 Maq2EE	Fixed Capacity	8	0.0	0.0	0.0		0 rows	<input checked="" type="checkbox"/>
5 Maq150	Fixed Capacity	2	0.0	0.0	0.0		0 rows	<input checked="" type="checkbox"/>
6 Maq300	Fixed Capacity	1	0.0	0.0	0.0		0 rows	<input checked="" type="checkbox"/>
7 MaqPOL	Fixed Capacity	7	0.0	0.0	0.0		0 rows	<input checked="" type="checkbox"/>
8 MaqREV	Fixed Capacity	1	0.0	0.0	0.0		0 rows	<input checked="" type="checkbox"/>
9 MaqSR	Fixed Capacity	1	0.0	0.0	0.0		0 rows	<input checked="" type="checkbox"/>
10 MaqSVE50	Fixed Capacity	6	0.0	0.0	0.0		0 rows	<input checked="" type="checkbox"/>
11 MaqSVE72	Fixed Capacity	6	0.0	0.0	0.0		0 rows	<input checked="" type="checkbox"/>
12 MaqTOP	Fixed Capacity	7	0.0	0.0	0.0		0 rows	<input checked="" type="checkbox"/>
13 MaqVSR	Fixed Capacity	12	0.0	0.0	0.0		0 rows	<input checked="" type="checkbox"/>
14 Operator	Fixed Capacity	1	0.0	0.0	0.0		0 rows	<input checked="" type="checkbox"/>
15 Operator1	Fixed Capacity	1	0.0	0.0	0.0		0 rows	<input checked="" type="checkbox"/>
16 Operator2	Fixed Capacity	1	0.0	0.0	0.0		0 rows	<input checked="" type="checkbox"/>

Figura 21 - Bloco Resource

Por fim, os blocos *Transporter* e *Distance* estão associados, pois ambos estão relacionados com a movimentação das entidades entre processos. O *Transporter* define o tipo de transporte, a velocidade e o nº de transportes. O bloco *Distance* permite definir as distâncias entre as estações ou os blocos *Station*.

4.2.2.3 Análise do relatório de dados

Após a simulação ter sido executado por completo, o *software* Arena exibe um relatório sobre os dados finais da simulação, por categoria ou geral, onde se incluem resultados do nº de unidades que entraram e saíram do sistema, tempos de espera, taxas de utilização, entre outros que podem ser personalizados. Este é na verdade um relatório, relativo, a indicadores de desempenho da simulação.

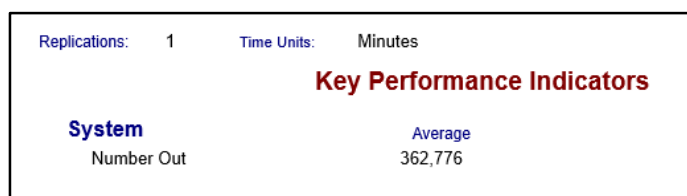


Figura 22 - Number Out

Como já tinha sido referenciado, devido a restrições no calendário de trabalho anual e devido ao recurso gargalo apenas ter capacidade para 1600 unidades por dia, esperava-se com a simulação atingir as 360 000 unidades.

a) Entidades

Na tabela 3 encontra-se o nº de entidades que entraram e saíram no sistema por entidade, o tempo médio que cada entidade esteve no sistema e o tempo de espera médio. De salientar que o tempo médio de movimentação das rolhas foi de 3,78 min, justificado pelos 5 minutos de movimentação necessários após o Super Rosa.

Tabela 3 - Resultados por Entidade

Entidade	Number IN	Number OUT	Total Time (média)	Wait Time (média)
Rolha_NaoRef	109 007	108 861	3 629 min	2 248 min
Rolha_Ref	254 421	254 142	3 735 min	2 357 min

Relativamente às entradas de rolhas no sistema, estas ocorrem a cada 1440 min (1 dia), com um máximo de 237 chegadas ao longo de replicação. A cada chegada, entram no sistema 480 unidades de Rolha_NaoRef e 1120 unidades de Rolha_Ref.

Estes valores justificam-se, porque se pretende que 70% das rolhas sejam de fornecedores de referência.

b) Tempo de Espera

A figura seguinte mostra-nos os dados relativos aos tempos de espera das rolhas em cada processo.

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
1ª Escolha.Queue	0.00	0,000000000	0.00	0.00
2ª Escolha.Queue	0.6714	0,022786291	0.00	6.4065
Batch 1.Queue	656.56	14,54053	0.00	1648.62
Contadeira Rececao.Queue	319.80	1,48203	0.00	639.60
Contadeiras Embalagem.Queue	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Lavacao.Queue	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Paletizacao.Queue	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Polimento.Queue	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Revestimento.Queue	2396.67	(Correlated)	0.00	4972.04
Super Rosa.Queue	178.66	(Insufficient)	0.00	313.53
SVE50.Queue	287.40	(Correlated)	0.00	574.85
SVE72.Queue	397.25	2,43092	0.00	794.54
Topejamento.Queue	45.5705	0,200868671	0.00	91.1814
VSR.Queue	607.60	2,68013	0.00	1215.20

Figura 23 - Waiting Time por processo

Após uma análise a estes valores, percebe-se que os pontos de maior relevância são os tempos de espera do Batch1, do Revestimento e do VSR. Existem outros tempos consideráveis, mas que não são tao relevantes e limitativos para o modelo, até porque isto, é o que realmente ocorre numa Unidade, as rolhas são abastecidas nas máquinas e esperam até entrarem realmente nos processos.

No Batch1, a razão é facilmente justificada, pois o *Batch* consiste no processo de formar lote antes do Super Rosa e, portanto, é necessário que juntem 1600 unidades para dar início ao processo. No VSR, este valor elevado, ocorre devido ao facto de ser o processo imediatamente a seguir ao Super Rosa, de onde as 1600 unidades são enviadas todas ao mesmo tempo para o processo VSR.

Por fim, no revestimento, onde o problema é mais crítico, o tempo é bastante elevado devido à capacidade do processo ser bastante reduzida e limitada. Contudo, devido a restrições financeiras, de espaço e com a possibilidade de esse revestimento ser feito fora da Unidade, não é possível a aquisição de máquinas.

c) Taxa de utilização

A taxa de utilização dos recursos é mais um dos indicadores de performance que o Arena fornece e que necessita de análise profunda e se encontra na tabela 4.

Tabela 4 - Taxas de utilização dos recursos

Recurso	Taxa de utilização (média)	Number scheduled	Min Valor	Max valor	Recurso	Taxa de utilização (média)	Number scheduled	Min Valor	Max valor
Contadeira 1	0,44	1	0	1	Operador	0,44	1	0	1
Contadeira 2	0,32	2	0	2	Operador1	0,86	1	0	1
Maq150	0,76	2	0	2	Operador2	0,53	1	0	1
Maq300	0,76	1	0	1	Operador3	0,35	1	0	1
Maq1EE	0,35	6	0	6	Operador4	1,00	1	0	1
Maq2EE	0,88	8	0	8	Operador5	0,84	1	0	1
MaqPOL	0,91	7	0	7	Operador6	0,91	0	0	1
MaqTOP	0,91	7	0	7	Operador7	0,91	0	0	1
MaqREV	1,00	1	0	1	Operador8	0,76	0	0	1
MaqSR	1,00	1	0	1	Operador9	1,00	0	0	1
MaqSVE50	0,53	6	0	6	Operador10	0,88	0	0	1
MaqSVE72	0,86	6	0	6	Operador11	0,32	2	0	2
MaqVSR	0,84	12	0	12	Operador12	0,26	4	0	4

Vários são os recursos que apresentam taxas de utilização baixas, no entanto, eles apresentam justificações válidas e resultaram de pequenas “falhas” no modelo.

Os recursos Contadeira1 e Contadeira2 encontram-se com baixos valores, mas com justificação válida. A Contadeira1, apenas funciona para contar as rolhas após a entrada na UI, o que acontece uma vez por dia, parando durante o resto do dia. Na Contadeira2, os valores encontram-se na verdade corretos, pois o processo onde este recurso está alocado, apenas funciona durante 1 turno (8h), e portanto, corresponde a 1/3 do dia. Sendo assim o valor 0,32 está ajustado à realidade.

A taxa de utilização do recurso Operador, teria que ser a mesma do recurso Contadeira1, pois este é o operador responsável por este processo e temos 1 operador para 1 recurso. Este recurso apresenta uma taxa baixa, no entanto, após a execução deste processo de contagem de rolhas à entrada, o operado realiza processos burocráticos e trabalha em SAP/MES no resto do turno ocupado.

O valor da taxa de utilização do recurso Maq1EE e Operador3 é a mesma, pois ambos estão igualmente dimensionados dentro do processo de 1EE. Este valor é baixo, porque o processo apresenta uma capacidade muito maior do que a necessária. As razões para tal, são o facto de as máquinas estarem montadas em linha, e portanto, temos 6 MaqSVE50 para 6 Maq1EE e, ainda, a necessidade de existirem máquinas de reserva, para eventuais avarias ou manutenção necessária.

Os motivos da taxa de utilização, de cerca, de 50% para os recursos MaqSVE50 e Operador2 são, em suma, as mesmas dos recursos, anteriormente abordados, visto que, apenas entra no processo SVE50 as rolhas da entidade Rolhas_NaoRef que, apenas, ocupam metade da capacidade do mesmo.

As taxas de utilização dos recursos Operador11 e Operador12, são semelhantes e rondam um terço do total, por um motivo já, anteriormente, referenciado. Estes recursos fazem parte dos processos de paletização e das contadeiras da embalagem, cujo, seu funcionamento ocorre, apenas em 1 turno, daí os valores à volta dos 30%.

Todos os restantes recursos encontram-se com taxas elevadas, e portanto, subentende-se uma UI bem dimensionada e, até, com espaço/tempo de manobra para que possíveis falhas ou avarias, não impeçam a obtenção dos objetivos definidos. Apenas os recursos MaqSR e Operador4 se encontram com uma taxa de utilização de 100%, e como tal, pertencem ao processo gargalo.

d) Contadores

O bloco Record, funciona como um contador que contabiliza o nº de rolhas/unidades que passaram nesse bloco. Esse bloco, por norma, encontra-se colocado, imediatamente, a seguir a um processo, para que este, registe o nº de rolhas que passaram no processo, imediatamente, anterior.

Count	Value
Contagem Chegada	363200.00
Qtd 1EE	103582.00
Qtd 2EE	344638.00
Qtd AM	345040.00
Qtd Contada Emb.	344638.00
Qtd Lavada	310598.00
Qtd Paletizada	344638.00
Qtd Revestida	34040.00
Qtd SR	227.00
Qtd SVE50	108960.00
Qtd SVE72	254240.00
Qtd VSR	345040.00

Figura 24 - Contadores

A quantidade de unidades que passou no contador do Super Rosa, é baixa, porque este processo funciona ao lote, e portanto, contou 227 lotes (1600ML/cada).

e) Desvios de Resultados e Soluções

O objetivo desta simulação era dimensionar a Unidade e perceber que reajustes eram necessários fazer no fluxo e no dimensionamento dos processos ou recursos de forma a atingir uma produção anual de 380 milhões.

Os dias 227 dias de trabalho planeados para 2020, já têm em conta as 3 semanas de férias em Agosto, da fábrica.

Contudo, com a existência de um recurso gargalo (Super Rosa), com uma capacidade de produção diária de 1600 ML, ao final dos 227 dias, apenas seria possível atingir cerca de 360 milhões ($227 \times 1600 = 360000$ ML) e foi isso que a simulação nos mostrou e validou ($\cong 363000$).

Para alcançar os 17000 ML em falta e atingir a produção anual desejada de 380 milhões, serão necessários ($17000 / 1600 = 10,6$), cerca de 11 dias. Portanto, são aqui propostas duas situações para se atingir os 380 milhões:

1. Trabalhar um sábado por mês, exceto em Agosto, sem mexer no calendário de trabalho planeado para 2020.
2. Apenas fechar a fábrica, por completo, durante 1 semana em Agosto, ao invés das 3 planeadas.

4.2.3 Capacidade Produtiva

O objetivo é aumentar a capacidade instalada na Unidade VL para 380 milhões e por essa razão será necessária a expansão e o dimensionamento da nova VL. Essa expansão é fundamental, pois as dimensões e os espaços da VL encontram-se desajustados face ao sentido para onde a empresa pretende caminhar.

Além de uma expansão ao nível das infraestruturas é necessário ampliar a quantidade de máquinas na Unidade, pois só dessa forma será possível produzir praticamente o dobro no mesmo intervalo de tempo. Ao nível de maquinaria, se o objetivo da empresa é alcançar o dobro da capacidade instalada e produtiva, torna-se óbvio que será necessária a aquisição de novas máquinas. Além da aquisição de mais máquinas iguais às existentes, serão também adquiridos 2 novos tipos de máquinas, mais concretamente, máquinas de irradicação (VSR) e Super Rosas.

Estes, serão dois novos tipos de máquinas que irão ajudar e contribuir para uma melhoria na qualidade dos processos, e consequentemente, das rolhas, tendo o Super Rosa uma capacidade de desumidificação e de eliminação de TCA superior à estufa Rosa atual, enquanto as máquinas de irradicação contribuem para o processo de redução de TCA ou outros tipos de fungos.

O Super Rosa tem uma capacidade de produção de 1600 ML/dia e funciona em ciclos de 24 horas. Portanto, mesmo sem a existência de um modelo de simulação

computacional e conhecendo os restantes processos produtivos seria possível prever que os Super Rosas fossem o nosso recurso/processo gargalo.

Esta UI trabalha em 3 turnos de 8 horas cada e, portanto, para se atingir uma produção de 380 milhões de rolhas anuais, deve ser feito um dimensionamento das máquinas, de forma a obter-se uma taxa de rotação diária de 1600 ML.

Após os estudos feitos, incluindo o modelo de simulação, para definir o número de máquinas por setor, tendo em conta que é necessário um stock de rotação de 1600 ML por dia e o processo gargalo (Super Rosa) tem uma capacidade de 1600 ML/dia, chegou-se à conclusão de que o ideal seria que a capacidade futura prevista para a Vasconcelos & Lyncke fosse a proposta na tabela 5.

Tabela 5 - Capacidade por processo

Setor/Processo	Nº Máquinas	Produção cada máquina/turno	Produção por turno (ML)	Produção por dia (ML)
SVE (72 ML)	6	72 ML	$6 \times 72 = 432$	$432 \times 3 = 1296$ + $300 \times 3 = 900$
SVE (50ML)	6	50 ML	$6 \times 50 = 300$	
1ª EE	6	72 ML	$6 \times 72 = 432$	$432 \times 3 = 1296$
2ª EE	8	72 ML	$8 \times 72 = 576$	$576 \times 3 = 1728$
SVR	12	50 ML	$12 \times 50 = 600$	$600 \times 3 = 1800$
Rosa	1	360 ML	360	$360 \times 3 = 1080$
Super Rosa	1	---	---	1600
Lavação	2+1	150 ML+300ML	$2 \times 150 + 300 = 600$	$600 \times 3 = 1800$
Revestimento	1	20 ML	50	$50 \times 3 = 150$
Estufa Secagem	1	150 ML	150*	$150 \times 3 = 450$
Polimento	7	80 ML	$7 \times 80 = 560$	$560 \times 3 = 1680$
Topejamento	7	80 ML	$7 \times 80 = 560$	$560 \times 3 = 1680$

*Nota: apenas é permitido alocar uma estufa de secagem por turno. Cada revestimento tem um ciclo, aproximado, de 3 horas, o que dá uma produção por turno de 50 ML.

Os setores com uma produção diária abaixo dos 1600 ML por dia são setores que não são “obrigatórios” no fluxo produtivo, ou seja, setores onde nem sempre as

rolhas acabam por passar e, portanto, não necessitam de uma capacidade produtiva tão elevada. Nos setores mais importantes, a capacidade encontra-se ligeiramente superior à necessária para precaver situações de avarias ou necessidades de produção maiores.

A 1ª escolha é um dos processos onde a capacidade está abaixo dos 1600 ML por dia, pelo facto, de aqui neste processo de 1ª escolha apenas passarem as rolhas que entrem na Unidade provenientes de fornecedores não referência. Isto é, nesta Unidade, após a chegada das rolhas, faz-se sempre uma análise laboratorial e uma análise visual. Os fornecedores de referência são fornecedores que enviam as rolhas consoante as nossas amostras de referência e, portanto, como são fornecedores de confiança e que seguem as nossas normas de referência, as rolhas não necessitam de passar nesta 1ª escolha ou análise visual.

4.2.4 Gestão do Pessoal

Com esta previsão para o aumento da capacidade produtiva para 380 milhões anuais, não basta a aquisição de novas máquinas. Além desse aspeto fundamental é necessária a contratação de mais funcionários não só ao nível de operadores como ao nível administrativo, de escritório, de laboratório e engenheiros. Como tal, com base nos 3 turnos existentes nesta Unidade e do nº de funcionários atual, foi proposta a seguinte distribuição de funcionários, apresentada na tabela 6.

Tabela 6 - Nº funcionários previsto

Função	Nº atual	Nº Previsto	Nº Admissões
Fogueiros + Super Rosa	0	4	4
Receção/Logística	1	1	-
SVE + 1ª EE	3	6	3
AM	1	3	2
VSR	0	4	4
2ª EE	3	3	-
Lavação/Rosa	3	3	-
Embalagem	3	4	1
Expedição	1	1	-
Controlo Processo	1	1	-
Logística Interna	1	3	2
Manutenção/Afinador	0	1	1
Laboratório	3	3	-

SAP/MÊS	1	2	1
Diretor Industrial	2	2	-
Departamento de Compra	1	1	-
Comprador	1	1	-
Controlo Compra	1	1	-

No VSR e no Super Rosa, os operadores trabalham em turnos de 12 horas.

Além da contratação de pessoal para a produção e para os vários departamentos administrativos, deve ser feita a contratação de um técnico de manutenção que se encontre a full time na empresa de forma a reduzir os tempos de paragem das máquinas à espera de assistência técnica e de forma a ter um técnico com um conhecimento mais profundo dos processos e problemas da fábrica.

A manutenção dos equipamentos é, atualmente, feita por técnicos da Amorim Cork que se deslocam à VL sempre que necessário. Contudo, com o projeto de expansão da VL e consequente aumento do número de máquinas e de espaço, o objetivo passa por ter um técnico de manutenção a tempo inteiro que fique responsável por toda a manutenção desta Unidade Industrial.

A contratação de um técnico de manutenção seria um grande passo para o aumento da produtividade e eficiência, pois muitos dos problemas ao nível da produtividade e, consequentemente, com o não alcance dos objetivos de produção, prendem-se com o tempo de espera para resolução de avarias ou afinações.

4.2.5 Layout e fluxo de produção

O novo *layout* que aqui é proposto para a VL, foi pensado e realizado em conjunto com o engenheiro da obra, o diretor industrial, o diretor de operações, o engenheiro de processos e o engenheiro de produção da unidade. Este *layout* foi um projeto que foi sofrendo várias alterações ao longo do tempo, devido a diferentes ideias que foram surgindo de forma a torna-lo mais eficaz e o melhor possível para a Unidade. Para a definição desta nova proposta de *layout* foram tidos em conta aspetos como as dimensões dos pavilhões, as quantidades, dimensões e o funcionamento das máquinas, o fluxo de produção, a capacidade instalada atual e capacidade instalada pretendida para o futuro.

Muitas das indefinições e alterações que foram surgindo, aconteceram por culpa do desconhecimento prévio das dimensões e do funcionamento das novas máquinas que serão adquiridas, tal como, tempos de utilização, tempos de ciclo,

capacidades de produção, espaços para stocks de entrada e movimentações das rolhas para a entrada e para a saída das máquinas.

O *layout* aqui apresentado é um *layout* por processo, de forma a permitir uma maior flexibilidade dos processos e do fluxo, pois a produção das rolhas não segue sempre o mesmo fluxo nem é igual para todas.

O primeiro pavilhão (V) será o local para receção de rolhas e, conseqüentemente, o início do fluxo. As máquinas SVE e escolha eletrónica encontram-se localizadas na zona de receção, precisamente, para fazer uma eliminação dos não vedas por parte das SVE e uma 1ª escolha das rolhas por parte das máquinas de escolha eletrónica que se encontram ligadas em linha. Esta escolha acontece, pois nem todas as rolhas compradas pela Unidade são provenientes de fornecedores de referência, e portanto, como não seguem os padrões da amostra de enquadramento, é necessária fazer uma 1ª escolha das mesmas. Ou seja, apenas as rolhas de fornecedores não referência irão ser trabalhadas nessa 1ª escolha.

Estes processos além de stocks de entrada e saída das rolhas das máquinas, necessitam de um espaço para stock dos não vedas para, conseqüente, devolução dos mesmos aos fornecedores. Este pavilhão, será o local para stock de rolhas da receção, e portanto, como se pode prever, é necessário uma grande quantidade de espaço neste pavilhão para armazenar um grande nº de paletes.

De seguida as rolhas passam para o Super Rosa que se encontra nesse mesmo pavilhão da receção de rolhas, porque além de ser o momento seguinte do fluxo produtivo, o Super Rosa, também necessita de muito espaço para o seu stock de entrada e saída de rolhas, visto que, trabalha com 1600 ML de cada vez e este é o maior pavilhão, com bastante espaço.

Este pavilhão contará também, com uma ou duas contadeiras para contar as rolhas que cheguem à Unidade e as rolhas que não vedem. Também será neste pavilhão que se encontrará o gabinete de compras.



Figura 25 - Pavilhão V

Após saírem do processo do Super Rosa, as rolhas são transportadas para o pavilhão do meio (L), por intermédio de uma pista que se encontra numa zona mais exterior e junto ao Super Rosa.

No pavilhão do meio (L) encontram-se as VSR que são máquinas de irradiação, sobre as quais ainda não existe um conhecimento profundo sobre as suas dimensões, o funcionamento e as capacidades das mesmas e, então, ficam nesse pavilhão de forma mais isolada, de forma a existir maior flexibilidade de espaço e também para manter um fluxo unidirecional. Neste mesmo pavilhão, encontram-se as máquinas de topejar e de polir, pelas quais todas as rolhas passam após sair das VSR e do Super Rosa, devido a uma ligeira deformação das rolhas que ocorre nos processos anteriores. Apesar de ser um pavilhão de menores dimensões, é necessário garantir espaço para os stocks de entrada e saída das máquinas.



Figura 26 - Pavilhão L

O transporte das rolhas do pavilhão L para o de baixo (Y) será feito por uma rampa que se encontra entre os dois pavilhões. O pavilhão Y, corresponde ao pavilhão atual, onde além de mantermos as máquinas e processos já existentes, este, irá

sofrer uma pequena alteração de posicionamento da 2ª escolha eletrónica, de forma a ganhar espaço e organização quer para os stocks de entrada quer para os stocks de saída de rolhas das máquinas dos restantes processos.

O pavilhão Y será o que terá mais espaço livre, pelo facto, de aqui se encontrar o setor da embalagem e expedição e, portanto, necessitar de bastante espaço para stock de produto acabado, stock de expedição e ainda de uma zona de *picking*. Além disso, será aqui que ocorrerá os carregamentos dos camiões. Uma vez que é neste pavilhão que se encontra o processo de expedição será necessária a presença de duas contadeiras (com a possibilidade de mais 1 ou 2 suplentes).

Neste pavilhão existem, ainda, máquinas que fazem muito lixo ou que trabalham com químicos altamente corrosivos e reativos, ou ainda que necessitam de maior isolamento térmico e, portanto, devem-se situar em zonas mais isoladas, de forma a poderem ser melhor controladas, como são os casos do setor da lavação e revestimento e da estufa de secagem.

Estes processos estão desajustados face ao fluxo produtivo unidirecional por várias razões como a necessidade de isolamento de alguns setores e as restrições no orçamento. A movimentação destes setores para outras zonas da fábrica iria implicar gastos bastante elevados devido às características específicas destes processos e às estruturas já montadas para estes setores, como é o caso das fossas para depósito dos líquidos dos químicos, preparada para que todos os dias uma cisterna recolha esses produtos.

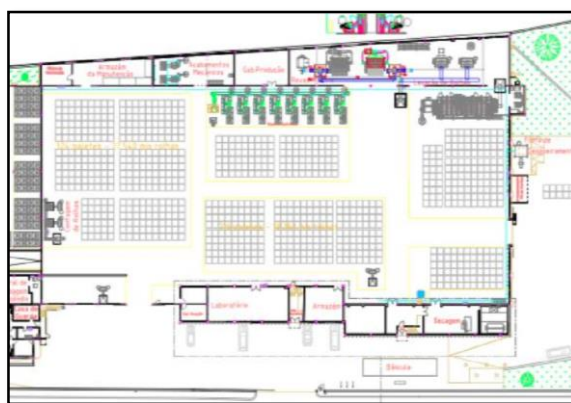


Figura 27 - Pavilhão Y (VL atual)

Com este *layout* é possível manter um fluxo unidirecional ao longo de quase todo o processo de produção, excetuando o caso da lavação/revestimento, onde as rolhas poderão ter que voltar para trás no fluxo de produtivo.

Caso exista a necessidade de mais espaço para stock, uma solução passa pela aquisição de *racks* em altura, para permitir uma maior capacidade de armazenamento, ao invés de investir na construção de mais pavilhões.

Com esta proposta pretendemos aumentar os espaços para stocks, facilitar o acesso aos mesmos, melhorar o fluxo de produção, facilitar as movimentações de cestos ou carros de rolhas, minimizar os tempos de movimentação das rolhas e o tempo das rolhas na fábrica ou até mesmo num setor. Esta proposta tem como consequências o aumento da capacidade e uma melhoria do fluxo produtivo.

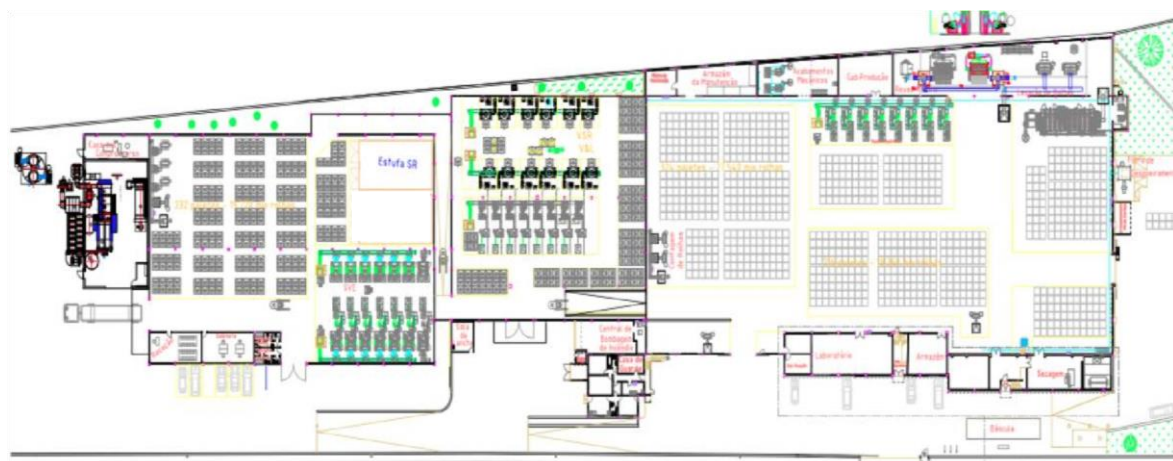


Figura 28 - Futuro Layout da VL

Para a definição deste *layout* apoiamo-nos na ferramenta *Total Flow Management* que nos ajudou a definir áreas de trabalho, bordos de linha, ajustes no fluxo, ajudou no balanceamento e na definição de este novo *layout*.

A implementação de ferramentas de melhoria contínua, apenas será possível após a conclusão das obras, contudo existem melhorias que têm sido feitas no pavilhão atual e outras que se encontram a ser preparadas para a expansão.

Para a definição desta proposta de *layout* contribuiu com grande importância o *software* arena, onde foi possível simular esta futura VL e redefinir alguns dimensionamentos quer de maquinaria quer de espaços, assim como, melhorar o fluxo produtivo e realizar o balanceamento, tendo em conta as restrições referidas.

4.2.6 Logística Interna

Está previsto no projeto de expansão da Vasconcelos e Lyncke, a implementação do Mizusumashi que consiste na existência de um operador responsável pela

logística interna ao nível do reabastecimento dos materiais e componentes, assim como, do fluxo de informação, através de uma rota fixa e com um ciclo fixo. É também conhecido, como comboio logístico.

Com a implementação do Mizusumashi, espera-se: uma redução do tempo de transporte de rolhas entre setores, uma redução do tempo perdido dos operadores de máquinas no transporte dessas rolhas, menos movimentações e mais eficiência no transporte, permitindo que os operadores de máquina ganhem esse tempo para produção de rolhas, ao invés de o gastarem no transporte de contentores.

Esta situação torna-se, ainda, mais importante se pensarmos na perspetiva da expansão, uma vez que, as distâncias para transporte de carros e, consequentemente, o tempo perdido pelos operadores será maior. Esta situação pode gerar uma redução dos níveis de eficiência e das taxas de utilização.

Atualmente, um operador da VL gasta cerca de 3 minutos em cada um dos momentos de transporte dos contentores de rolhas entre setores e cada operador faz esse transporte de contentores de rolhas, em média, 5 vezes por turno. Um dos casos mais evidentes desse desperdício de tempo por parte dos operadores de máquinas, acontece no setor da escolha eletrónica, onde apenas existe um operador por turno e que está responsável por 8 máquinas de produção. Essa perda de produção e prejuízo financeiro encontra-se exibido na tabela 5.

No caso da escolha eletrónica, após o processo de escolha, saem 15% de rolhas na classe acima, 70% na classe de consumo, 10% classe abaixo e 5% de repasse.

Sabendo que o preço médio de compra é 145 €/ML e que o processo de escolha incrementa uma valorização de 30 €/ML, considera-se que o preço de venda das rolhas após a escolha será de 175 €/ML.

Tabela 7 - Perda de produção e financeira

1 Operador	TEMPO PERDIDO	PRODUÇÃO PERDIDA (9 ML/Hora)	DINHEIRO (euros)
POR TURNO	3x5=15 min	2,25 ML	393,75 €
POR DIA	15x3=45 min	6,75 ML	1 181,25 €
POR MÊS	45x20(dias úteis)= 900 min	135 ML	23 625,00 €
POR ANO	45x227=10215 min	1532,25 ML	268 143,75 €

Esta, seria a perda de produção, caso a soma dos tempos de paragem das máquinas fosse 15 minutos por turno, enquanto o operador andasse a fazer o transporte dos carros de rolhas.

Conclui-se, portanto que está a ser desperdiçado muito tempo em transportes de de carros neste setor, quando se poderia estar a produzir por ano mais 1,5 milhões de rolhas ou a fazer qualquer outro trabalho nesse tempo. Tendo em conta, os gastos entre 900 a 1000 euros brutos por mês, mais os 2 subsídios e os encargos patronais (custo anual de 17500 euros), num operador para trabalhar no comboio logístico, o retorno ao final de um ano seria, ainda assim, bastante elevado. Esta solução apresenta um payback de cerca de 15 dias e, portanto, bastante rápido.

Num caso estimado, considerando que dos 15 minutos gastos por turno em transporte, apenas em 5 desses minutos as máquinas paravam por completo, a produção parava 3405 minutos/ano, com uma perda de produção de 457 ML anuais, gerando uma perda financeira de cerca de 80000 euros/ano. Aqui, o payback seria, cerca de, 50 dias.

4.3 Melhoria Contínua

A Vasconcelos & Lyncke, apesar de ser uma Unidade que já apresenta um nível bastante elevado no domínio da melhoria contínua e relativamente à organização estrutural e física, ainda apresenta situações, onde é possível aumentar a eficiência e eficácia de vários processos, bem como, reduzir a um nível mais profundo alguns desperdícios.

A melhoria contínua é algo que é possível fazer em qualquer empresa, em qualquer momento ou contexto que se encontrem e é independente do nível de melhoria continua que se encontre, isto é, a intervenção da melhoria contínua pode

ser mais superficial ou mais profunda consoante o contexto ou situação em que se encontre.

O mais difícil neste processo de implementação de melhoria contínua não é a eliminação de desperdícios, a melhoria dos fluxos de informação ou de processos, mas sim a manutenção dessa mesma melhoria contínua ao longo do tempo. Em suma, é mais difícil preservar uma melhoria contínua ao longo do tempo do que a sua implementação pontual num ou noutro processo ou situação.

4.3.1 *Kaizen/Cork+*

Dentro da melhoria contínua existe um programa, o Cork+ que está presente em todo o grupo Amorim, mas que neste caso se encontra adaptado à Unidade Vasconcelos & Lyncke. Na altura do início deste projeto, este programa encontrava-se esquecido e completamente desatualizado e, portanto, era necessário voltar a implementar ações de melhoria ajustadas à data atual, fazer atualizações às medidas tomadas anteriormente e voltar a fazer com que as tarefas diárias, semanais e mensais voltem a ser executadas. Este programa abrange, discute e controla tudo o que é a melhoria contínua da empresa.

Em cada setor existe um quadro com informação importante e que permite que a melhoria seja realmente contínua e que haja um acompanhamento e uma monitorização da mesma quer dos líderes de área quer dos próprios operadores. No entanto, esses quadros não estavam a ter qualquer efeito, pois não estavam atualizados nem a ser utilizados.

Este programa inclui fazer reuniões de *Kaizen* diárias com duração de 5 minutos, dirigidas pelo líder de área. Então definiu-se fazer reuniões, 5 minutos antes do início e do fim de cada turno, com o intuito de:

- Os operadores registarem num quadro de indicadores de produção aquilo que foi produzido pelas máquinas pelas quais estão responsáveis;
- Discutir eventuais melhorias a fazer nos setores;
- Fazer os pedidos de manutenção necessários;
- Para se debater aquilo que correu bem ou mal durante o turno;
- Fazer o planeamento de produção para o turno seguinte;
- Fazer a passagem de informação para o turno seguinte.

Com o reativar destas reuniões, notou-se claramente uma maior envolvimento e interesse por parte dos operadores na área da melhoria contínua, com eles próprios a darem sugestões para ações de melhoria e formas de melhorar o fluxo de

informação. O reatamento deste programa e a realização destas reuniões, também gerou um aumento não só de produtividade como de qualidade.

Além destas curtas reuniões, também passou a realizar-se, diariamente, uma reunião de 15 minutos no gabinete de produção, entre os responsáveis pelo departamento da produção, os líderes de área, um dos membros laboratório e o técnico de manutenção, onde são discutidos os resultados do dia anterior, assim como se debate outros assuntos definidos previamente pelo programa numa agenda, como o tema da HST, os indicadores de produção, lista de ações de melhoria, projetos, comunicados internos e comunicados do grupo.

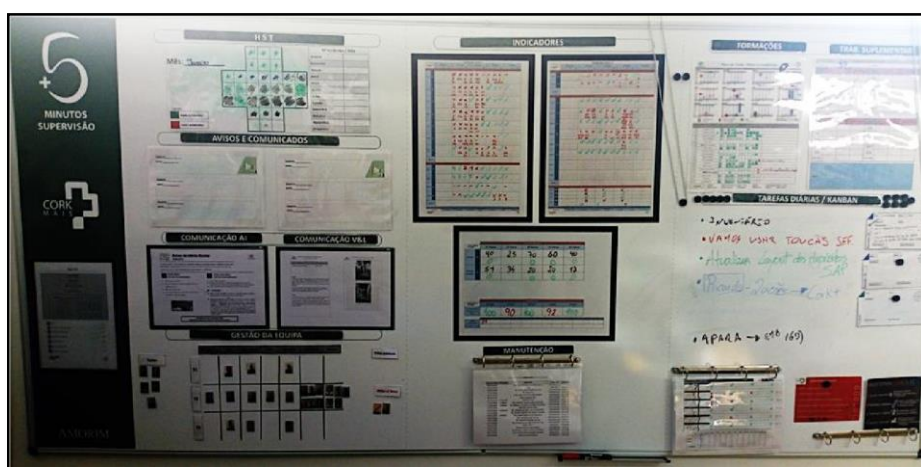


Figura 29 - Quadro Cork+ (Supervisão)

Relativamente ao quadro de supervisão, é constituído por várias ferramentas de apoio à melhoria contínua, incluindo várias que foram implementadas, atualizadas ou redesenhadas durante este projeto.

O objetivo deste quadro é compreender os erros que estão a ser feitos, analisar os indicadores e definir possíveis melhorias a ser feitas, para que seja possível aumentar a eficiência e eficácia dos processos, bem como fazer um controlo e gestão diária de todos os processos e da Unidade Industrial.

I. Indicadores de Produção

Os indicadores de produção são o motor e o foco deste quadro. Estes indicadores são muito importantes, pois permitem fazer uma avaliação à eficácia e eficiência da produção, das ações de melhoria a fazer e de tudo o que correu bem ou mal relativamente à produção no dia anterior. No entanto, não estavam a ser utilizados,

pois não apresentavam informação relevante e os operadores não estavam a registar os valores de produção.

São registados, diariamente, todos os valores das produções e comparados com os objetivos de produção definidos para cada máquina ou setor. Estes indicadores especificam a causa e tempo de paragem de todas as produções que estiverem inferiores relativamente ao objetivo de produção definido, de forma a fazer avaliações e comparações dessas mesmas.

Produção Escritório Electrónico						
	EE 1	EE 2	EE 3	EE 4	EE 5	EE 6
	72	72	72	72	72	72
1	77	76	75	76	77	76
2	72	72	72	69	72	75
3	76	76	77	77	77	77
4	77	76	75	78	79	76
5	72	73	66	76	75	56
6	67	70	70	67	74	74
7	78	72	67	67	78	74
8	76	75	76	72	75	74
9	77	75	76	77	77	77
10	78	78	77	77	79	76
11	75	74	75	73	75	77
12	79	78	78	74	77	78

Figura 30 - Indicador de produção da EE

Com estes indicadores redesenhados, esta ferramenta tornou-se a mais importante de todo o quadro e, todos os dias, é debatida e analisada a informação registada nos mesmos. Atualmente, é observado um aumento ao nível do empenho e até de competitividade entre os operadores para que nenhum deles fique abaixo da produção do outro. Isto gerou um aumento da produção em vários setores.

II. Eliminação de Mudanças

Dentro da definição clara da melhoria contínua e eliminação de defeitos, temos as Mudanças, tal como já abordado anteriormente. Todos os meses é feita uma eliminação de Mudanças e criadas fichas de melhoria, como é possível ver no anexo 5 que quantifiquem e demostrem a eliminação dessas mesmas Mudanças.

Como esta ferramenta estava um pouco esquecida e as eliminações de desperdícios realizadas eram residuais, decidiu-se definir um valor semestral que deveria ser atingido com os ganhos financeiros resultantes das Mudanças eliminadas.

Essa eliminação de Mudanças resulta de um plano de ações realizado por setor, em conjunto com os líderes de área, para identificar problemas e planejar eventuais ações de melhoria que contribuam para a melhoria da eficiência e eficácia dos processos. Também das reuniões Kaizen diárias, derivadas do programa, resultam sugestões de ações de melhoria.

Entre algumas das eliminações Mudanças realizadas durante este projeto temos, por exemplo:

- Sobras de PA da embalagem → Utilização de cestos para sobras da embalagem: **Movimentação de cargas**
- Uso de telemóveis → Utilização de telemóveis para os vários setores e chefes de área: **Movimentação de pessoas**
- Uso do *Kanban Flow* → Utilização de uma aplicação que permita a interação e visualização de tarefas a realizar entre os vários responsáveis das várias áreas e setores: **Movimentação de pessoas**
- Eliminação dos registos de produção da embalagem em papel → Extinção dos registos em papel: **Excesso de Informação**

III. *Kamishibai*

O *Kamishibai* é uma ferramenta utilizada como gestão visual e para a realização de auditorias internas. Para o reavivar desta importante ferramenta de melhoria contínua e de forma a criar um compromisso entre todos, foi implementada uma rota e uma agenda para todos os intervenientes.

Este, é uma ferramenta de melhoria contínua, onde todos os dias conforme uma agenda e uma rota definida, alternadamente, entre os líderes de área e os responsáveis pelos diversos departamentos, se responde a um conjunto de 6 perguntas e se regista o status atual dessas perguntas, isto é, se estão a ser realizadas corretamente ou não. Essas perguntas são, normalmente, referentes a processos de melhoria que estão em fase inicial de implementação ou relativas a ações ou processos que não estavam a ser realizados corretamente na fábrica.

O *Kamishibai* permite alertar os operadores da fábrica para o que está a ser mal feito e o que é preciso melhorar, através da visualização das perguntas e dos registos. Este, é um dos temas debatidos nas reuniões de *Kaizen* diário por setor,

e que permite colocar diariamente sob alerta, não só as chefias como todos os operadores dos vários setores.



Figura 31 - Registos de Kamishibai

O facto de esta ferramenta estar a ser utilizada e estar visível para os operadores, fez com que estes entendessem que as suas ações e os processos pelos quais estão responsáveis estavam a ser controlados, tornando-os mais alertas e responsáveis.

IV. Projetos A3

Os projetos A3 também já faziam parte do programa Cork+ e são um método para realizar grandes projetos, dividindo um macroprojecto em microprojectos.

Nos projetos A3 existe: uma seção para a definição do problema, uma outra para os objetivos do projeto, uma para a definição da situação inicial, um cronograma do plano de ações a implementar, um espaço para análise de causas e um plano de acompanhamento do projeto, com uma quantificação do mesmo.

Esta ferramenta tornou-se muito importante, pois durante o período deste projetos vários forem os projetos A3 realizados, entre os quais, o VSM do setor de expedição, o VSM do setor de receção, bem como um A3 para otimização de cada um dos setores e, ainda, um A3 muito importante e que vai ao encontro deste projeto que é o da expansão da VL, cujo objetivo é aumentar a sua capacidade instalada, melhorar os seus fluxos e criar um novo *layout* e mais ajustado às necessidades de espaço desta empresa.

Dentro deste espaço, foram implementados e criados alguns novos indicadores como os exemplos do indicador da manutenção, do indicador de comparação dos registos de produção manuais com os registos em MES ou de um quadro de produção acumulada por máquina, por setor e por semana.

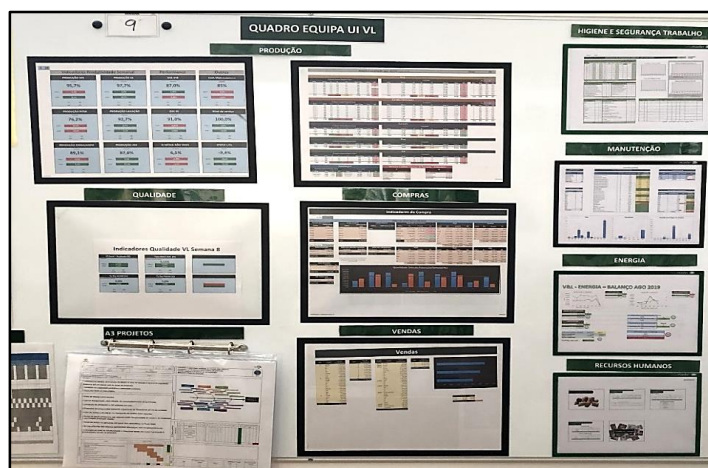


Figura 34 - Indicadores Gerais

Durante o período de realização deste projeto, constatou-se a existência de uma máquina que esteve 28 dias à espera da resolução do seu problema, causando grandes prejuízos financeiros à Unidade. Para tal, foi criado um indicador de manutenção, com recurso ao SAP e que nos mostra o nº de pedidos feitos e os tempos de paragens por setor, por máquina, por utilizador, por data e linhas de produção.

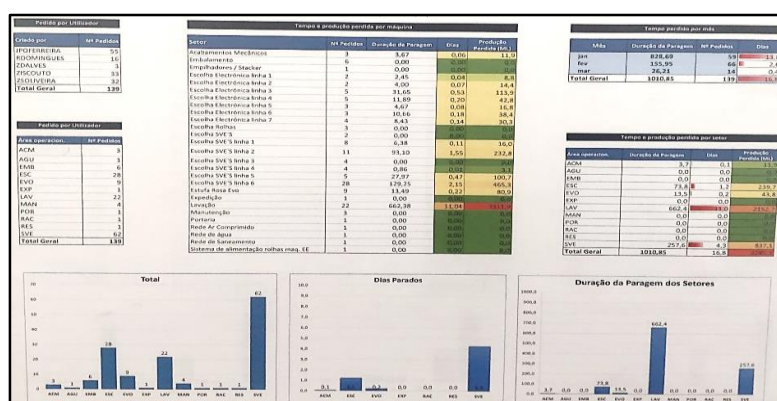


Figura 35 - Indicador da manutenção

VI. 5S/Gestão Visual

Apesar da Vasconcelos & Lyncke ser uma Unidade Industrial muito bem organizada e com um nível de melhoria continua bastante elevado, no momento do início deste estágio, foram observadas nesta Unidade alguns pontos de possível

melhoria a fazer. Dentro dos muitos momentos de implementação de melhorias ao nível dos 5S e gestão visual, realizados durante este projeto, destacam-se:

- Implementação de cestos bege para as sobras de embalagem (figura 29);
- Placas de identificação visual de quais as rolhas em curso nos vários setores (figura 30);
- Identificação dos canos de saídas das máquinas EE (figura 31);
- Criação de normas manutenção 1º nível para todos os setores;
- Melhoria do fluxo de informação, através da implementação de quadros de planeamento (figura 32);
- Redução de informação em excesso. Existiam várias placas por lote, e foram substituídas apenas por uma placa por lote com informação total do mesmo;
- Melhoria da gestão visual em geral da Unidade;
- Aumento do espaço para stocks;
- Limpeza e organização dos postos de trabalho (figura 33);
- Realização de um manual 5S;



Figura 36 - Cestos para sobras



Figura 37 - Placas de rolhas em curso



Figura 38 - Identificação canos escolha eletrônica

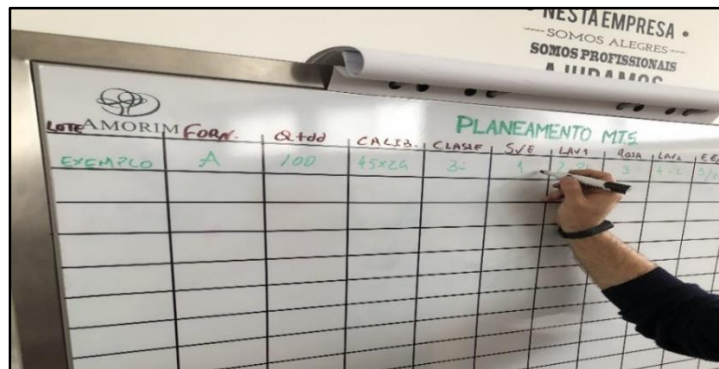


Figura 39 - Quadro de planeamento

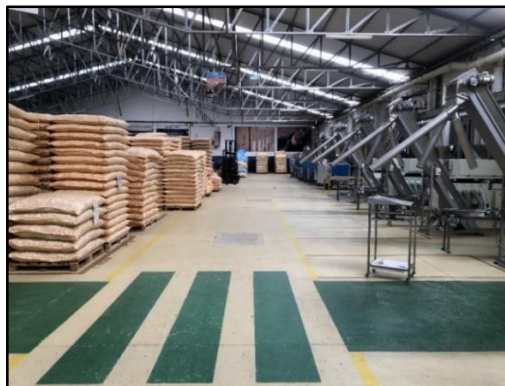


Figura 40 - Organização e limpeza dos postos de trabalho e do geral

No entanto, e apesar de possíveis aspetos de melhoria, é possível considerar que a Vasconcelos & Lyncke é uma empresa que se encontra num nível bastante interessante de melhoria contínua, com um baixo nível de desperdício de recursos e com métodos de trabalho, planeamento e de gestão da Unidade bastante eficientes e eficazes, não sendo por acaso, a atribuição, do prémio de melhor Unidade do grupo amorim, ao nível da melhoria continua, em 2019.

Para a manutenção destes níveis de melhoria continua e, sobretudo, de organização ao nível dos 5S e gestão visual, em muito, contribuem as auditorias

5S realizadas mensalmente e as auditorias internas que permitem que as medidas implementadas estejam sobre constante análise e avaliação.

Com a implementação do SAP e as obras de expansão existentes nesta Unidade, vários foram os métodos e formas de atuar que mudaram na empresa. Isto gerou a perda de alguns dos métodos e princípios de melhoria contínua que se encontravam implementados na Unidade.

VII. Normas e normalização de tarefas

A normalização de tarefas é uma ferramenta fundamental na implementação da melhoria contínua, pois possibilita a uniformização da informação e dos processos para toda a fábrica. Toda a Unidade passou a ir na mesma direção, com a mesma forma de trabalhar.

Este, era um dos pontos, onde a VL sentia a necessidade de melhorar e com a implementação do SAP e alteração na forma de executar de algumas das tarefas, foi essencial a normalização não só destas novas formas de execução de tarefas, como de todas as tarefas que, anteriormente, eram realizadas.

Esta normalização permitiu que todos tivessem conhecimento e facilidade quer de aprendizagem quer de execução das tarefas uns dos outros, caso houvesse necessidade, pois as normas mostram todo um processo detalhadamente.

Um exemplo de normalização é o caso da normalização dos programas de escolha, onde, após um brainstorming entre a equipa de trabalho da VL, durante o momento da implementação do SAP, surgiu a necessidade de alterar os nomes dos programas da escolha eletrónica e desta forma, já que havia essa necessidade de mudar, criou-se um código para cada programa de escolha, em que nele estivesse implementada alguma “inteligência”.

NORMA DE PROGRAMAS SAP DE EE	
Nº	Descrição
1	Calibre do Programa
2	Classe do Programa
3	Lavação do Programa
4	Código do Programa

Caso a descrição do programa apresente:
 "XXXX" = 1ª escolha
 "XXXX" = 2ª escolha

Exemplo:
 1E711 5424 Flor SLAV

1E711 5424 Flor SLAV

Figura 41 - Norma para Programas de Escolha em SAP

Para tal criou-se um código com 3 números onde cada um significa de forma individual, o calibre, a classe e o tipo de lavação do programa utilizado. Esses números estão listados e definidos por categoria, sendo que a sequência desses números representa um tipo de programa de escolha. Foi então necessária a criação de uma norma que uniformizasse toda essa informação e codificação quer para os líderes de área quer para os operadores das máquinas de escolha.

Entre a normalização de tarefas, muitas delas ocorreram devido à implementação do SAP e da necessidade de normalizar tarefas rotineiras para que todos os membros da equipa de trabalho da VL, conseguissem realizar qualquer uma das tarefas e se tornasse, ao mesmo tempo, mais fácil o processo de aprendizagem para aqueles que procuravam realizar uma nova tarefa em SAP.

A manutenção também foi um foco especial de ações de normalização, uma vez que as manutenções não estavam a ser feitas e existia alguma falta de organização e limpeza das áreas de trabalho. Portanto, era necessário passar essa informação aos operadores e controlar as mesmas, através de registos. A criação da norma de manutenção de 1º nível da escolha é exemplo disso mesmo.

Figura 42 - Norma de manutenção 1º nível na EE

A normalização de tarefas foi uma das áreas da melhoria contínua de maior foco, com muitas normalizações de tarefas a serem criadas para as várias áreas e processos, onde em muito contribuíram a normalização de processos de limpeza, organização e manutenção de 1º nível para os variados processos.

VIII. Kanban

Na Unidade Vasconcelos & Lyncke foram implementados três sistemas de *Kanban* para motivos e contextos diferentes.


- *Kanban* de produção;
- *Kanban* de materiais não cortiça;
- *Kanban* de recados/*Kaizen*.

O *Kanban* é uma ferramenta que coordena o trabalho através da definição da forma de produção, do método de transporte e do local entrega, podendo também funcionar para controlo visual da produção.

a) *Kanban* de produção

O primeiro, diz respeito ao *Kanban* de produção. Este é fundamental, para que o planeamento seja executado de forma correta e sem falhas.

No *Kanban* de produção temos informação importante, como: número de lote, quantidade, calibre, classe, estado de aprovação do laboratório, e depois colunas

AMORIM CORK					PRODUÇÃO					COR 	
Nº Lote			Calibre			Classe		LAV		CF	
Quantidade											
RECEÇÃO		Aguarda Decisão		Aprovado		Rejeitado					
Seq	Data Entrada	Setor		Data Fim							
		SVE				Não Veda					
		EE				Programa					
		AM				Pol			Top		

Este *Kanban* foi atualizado e redesenhado durante este projeto, com o objetivo de tornar a informação mais intuitiva e fácil de compreender e ao mesmo tempo, tornar o registo da informação no *Kanban* mais fácil e mais rápido que o anterior.

Já o segundo sistema *Kanban*, funciona, essencialmente, como uma forma de gestão de todos os materiais não cortiça que circulam e são utilizados pelos funcionários da Unidade. Neste caso, os funcionários fazem uma requisição do material pretendido neste *Kanban* e o responsável pelo armazém de material de não cortiça fica encarregue de entregar o respetivo material ao requisitante.



70

c) *Kanban* de recados/*Kaizen*

Relativamente ao terceiro e último tipo de *Kanban*, consiste em *Kanbans* de recados que estão presentes nos quadros *Kaizen* diário dos setores e são entregues aos líderes de área responsáveis pela reunião *Kaizen* pelos operadores. Em cada setor, existe um conjunto destes *Kanbans* para que os operadores escrevam o recado e o entreguem na reunião *Kaizen*.

Estes *Kanbans* foram implementados durante este projeto, com o objetivo de transportar informação entre o chão de fábrica e os líderes de área/direção industrial e que evita a perda de informação que vinha a ocorrer na Unidade.

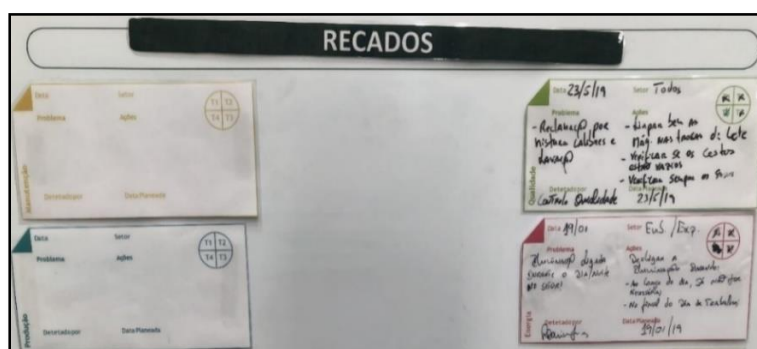


Figura 45 - *Kanban* de recados

Foram criados cartões com cores diferentes para as várias áreas dos recados como mostra a figura seguinte. Recados esses que podem ser por exemplo, informações sobre a produção ou pedidos de manutenção.

5. Conclusão

Para se analisar os resultados dos objetivos propostos inicialmente neste projeto de estágio, seria necessário que a expansão da Unidade e o dimensionamento da se encontrassem já realizados, isto é que tudo o que foi anteriormente proposto se encontrasse implementado. Apenas, após esse momento, seria possível fazer uma análise profunda e detalhada das consequências de todas as teorias propostas e se estas, tinham apresentado impactos positivos ou negativos na Unidade.

Uma vez que o objetivo do projeto consistia na expansão de uma Unidade Industrial, com um aumento da capacidade produtiva de 220 para 380 milhões de rolhas anuais, acredita-se que todas as teoria, ideias e estudos aqui apresentados neste documento, ajustam-se aos objetivos pretendidos e permite, no mínimo que a Unidade se encontre melhor prepara para esta expansão e para a pós-expansão.

A utilização do VSM para a compreensão do estado inicial da Unidade, assim como, a realização de um modelo de simulação computacional no *software* Arena para representação e análise da futura Vasconcelos & Lyncke foram dois momentos fundamentais para a realização deste projeto.

A realização do modelo de simulação foi um processo bastante complexo e de longa duração, no entanto, é apresentado um modelo com um nível de realismo bastante aceitável e onde se conseguiu atingir a produção desejada.

Ainda assim, é possível fazer uma comparação ao nível da melhoria contínua, entre o estado inicial e o estado atual. Relativamente à melhoria contínua, e em específico do programa Cork+, incluindo o *Kaizen*, as implementações realizadas e o reavivar deste programa do grupo Amorim tornou esta Unidade mais competente no processo deteção de eventuais erros ou defeitos. O fluxo produtivo e o fluxo de informação tornaram-se mais organizados, mais claros e objetivos.

Num momento inicial, o programa Cork+ e a melhoria contínua estavam um pouco abandonados. No entanto, o reavivar e o ajuste deste programa, mostrou uma evolução clara ao nível da melhoria contínua da Unidade, evidenciando um elevado grau de motivação por parte dos operadores, na ajuda à melhoria dos processos e na obtenção dos próprios objetivos de produção, com uma grande competitividade entre os vários operadores, com o objetivo de serem aqueles que registam valores de produção mais elevados entre os vários turnos e setores. A limpeza, organização e manutenção de 1º nível feita nas máquinas são pontos, onde essa melhoria é claramente evidente a olho nu.

Todas as medidas implementadas e referidas, anteriormente, na secção 4.3, permitiram um aumento da produtividade e uma melhoria do fluxo produtivo da Unidade. Estas mostram consequências diretas no alcance dos objetivos de produção diários, uma maior eficiência nos processos, tempos mais curtos, uma diminuição do stock e ainda um maior grau satisfação por parte do cliente.

Este nível elevado, permite ao mesmo tempo que a Unidade se encontre preparada para a expansão que vai acontecer, mostrando a sua competência para manter a organização, a produtividade e um crescimento contínuo nesta Unidade.

Tendo em conta que o objetivo deste projeto era o dimensionamento da Unidade e o melhoramento de um fluxo produtivo, penso que o objetivo do ponto de vista teórico foi bem conseguido e justificado, e portanto, espera-se que do ponto de vista prático, a implementação das várias propostas abordadas tenha repercussões positivas para a empresa e que todos os objetivos sejam atingidos com sucesso.

5.1 Limitações

A principal limitação encontrada na realização deste projeto foi a duração proposta para a realização do mesmo. O tempo para a realização deste projeto, não foi suficiente para que existissem implementações práticas de todas as ideias e estudos realizados. Portanto, a inexistência de resultados e uma análise aos mesmos, deixa no ar uma possibilidade de insucesso de alguns pontos.

Uma outra limitação encontrada foi a variabilidade deste setor industrial, isto é, as variáveis numa unidade industrial de produção de rolhas estão em constante mudança e não existem números exatos para, por exemplo, tamanhos dos lotes (variam diariamente), o que torna o processo de dimensionamento mais difícil.

Isto acontece, muito por culpa da variabilidade do mercado de venda e de compra, pois uma unidade de compra está sempre dependente dos fornecedores e a quantidade de rolhas que entra na Unidade nem sempre é a desejada.

Por fim, uma das limitações encontradas e que acontece por culpa da falta de tempo, prende-se com a inexistência de quantificação dos impactos financeiros com a expansão, o layout, o dimensionamento e o fluxo proposto. Isto, era algo que poderia ter sido implementado no modelo de simulação, mas a falta de informação e de tempo na UI, não permitiu a realização de cálculos nesta área.

Estas limitações associadas tornam o processo de modelação do sistema desta Unidade muito complexo e imprevisível, levando a desvios nos valores e a um grau de incerteza maior. A análise dos resultados práticos do dimensionamento e das implementações planeadas poderia permitir analisar e, posteriormente, ajustar.

5.2 Trabalho futuro

Como perspectivas para o futuro, e tendo em conta que o tempo de duração deste projeto não foi suficiente para a observação de resultados práticos das propostas de implementação apresentadas, acredita-se existir dois pontos de ligeira preocupação no dimensionamento e na melhoria do fluxo: o espaço para stocks proposto não ser suficiente e a necessidade de estender os níveis do programa de melhoria contínua e da organização do atual pavilhão aos futuros pavilhões.

A implementação de um sistema de *racks*, dimensionadas de acordo com o espaço e a taxa de rotatividade que a Unidade procura, poderá ser alvo de uma futura investigação, de forma a compensar uma possível falta de espaço. Acredita-se que seria uma resolução com um nível de investimento aceitável e recomendável para o contexto futuro da Unidade.

Para a necessidade de estender os princípios, medidas e melhorias implementadas aos restantes espaços da Unidade, certamente existirá a necessidade de fazer um projeto que procure ajustar as melhorias, medidas e princípios implementadas anteriormente às novas dimensões da VL, de forma a que os níveis de melhoria contínua e de organização se mantenham com a expansão. O programa Cork+, terá também as suas consequências e será necessário um ajuste geral ao programa específico da VL.

Referências Bibliográficas:

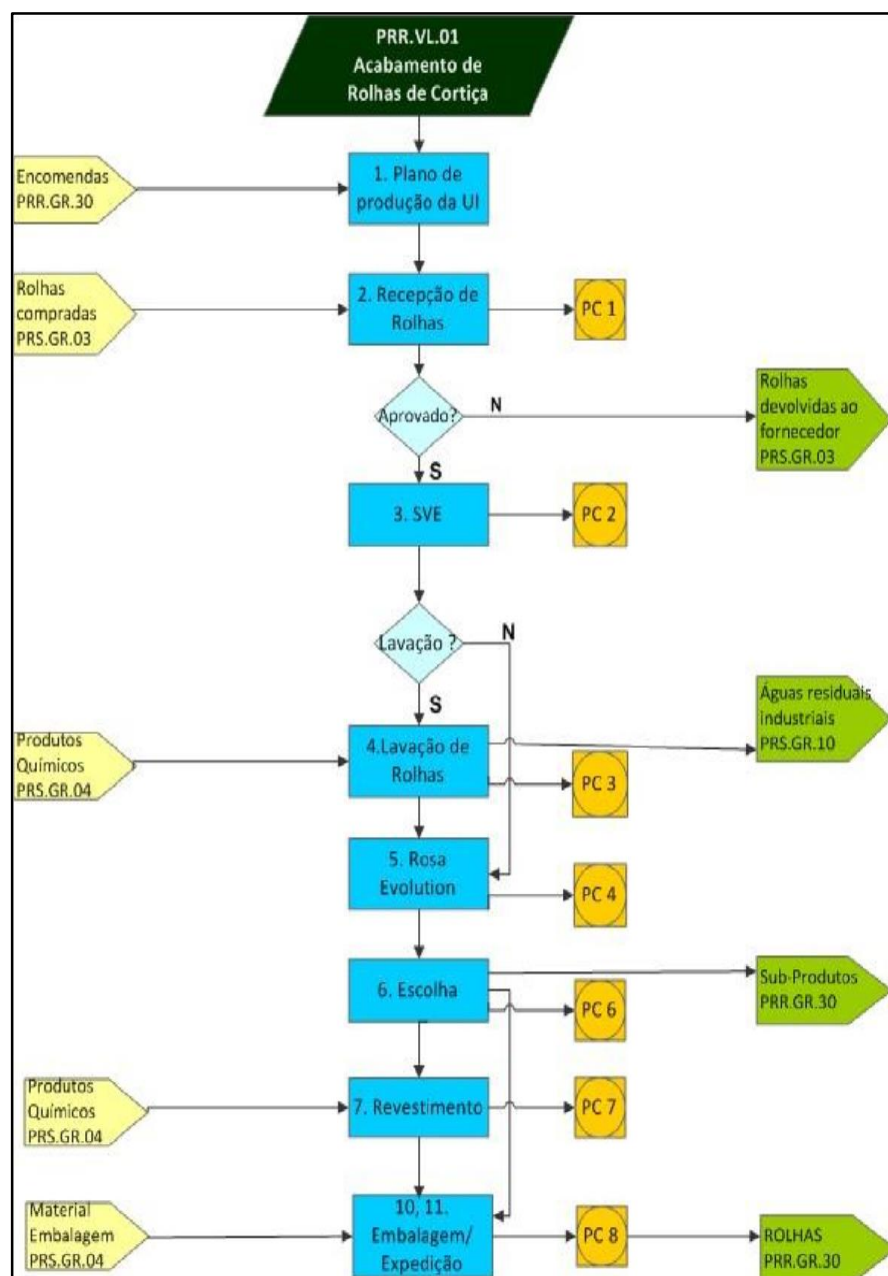
- (APCOR, Associação Portuguesa da Cortiça, 2018)
- Al-Aomar, R. A. (2011). Applying 5S LEAN Technology: An infrastructure for continuous process improvement. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 59, 2014-2019.
- Banzato, E. (2001). Integrando *layout* com movimentação de materiais. <http://www.guialog.com.br/ARTIGO217.htm> em, 27, 03-09.
- Baraldi, S., & Cifalinò, A. (2015). Delivering training strategies: the balanced scorecard at work. *International Journal of Training and Development*, 19 (3), 179-198.
- Bauer, M., & Vicek, K. (2012). Kaizen Way to Lean and flexible Enterprise. *BizBooks, Czech Republic*.
- Black, J. T., & Hunter, S. L. (2003). Lean manufacturing systems and cell design. *Society of Manufacturing Engineers*.
- Brunet, A. P., & New, S. (2003). Kaizen in Japan: an empirical study. *International Journal of Operations & Production Management*.
- Chen, J. C., Li, Y., & Shady, B. D. (2010). From Value Stream Mapping toward a Lean/sigma continuous improvement process: an industrial case study. *International Journal of Production Research*, 48 (4), 1069-1086.
- Chen, L., & Meng, B. (2010). The application of Value Stream Mapping based Lean Production System. *International Journal of Business and Management*, 5 (6), 203.
- Cierna, H., & Sujova, E. (2016). Application of modern QMS – Kaizen Management System. *MM Science Journal*, 1456-1464.
- Coelho, A. I. M. B. (2017). Total Flow Management: Aplicabilidade a uma empresa do setor metalomecânico (Master's thesis).
- Coimbra, E. A. (2009). Total management flow: Achieving excellence with Kaizen and Lean supply chains. *Kaizen Institute*. Implementation of *Kanban* technique within the Total Flow Management model.
- Coimbra, E. A. (2013). Kaizen in logistics and supply chains. *New York, NY: McGraw-Hill Education*.
- De Freitas Filho, P. J. (2001). *Introdução à modelagem e simulação de sistemas: com aplicações em Arena*. Visual Books.
- Elnamrouty, K., & Abushaaban, M. S. (2013). Seven wastes elimination targeted by Lean manufacturing case study "gaza strip manufacturing firms", 1 (2).
- Eppler, M. J., & Platts, K. W. (2009). Visual strategizing: The Systematic use of visualization in the strategic-planning process. *Long Range Planning*, 42 (1), 42-74.
- Félix, J. P. R. B. (2013). Uma Metodologia Kaizen para a Gestão de Equipas Operacionais.
- Gonçalves, A. M. F. D. V. (2006). Total Flow Management na indústria no Instituto Kaizen.

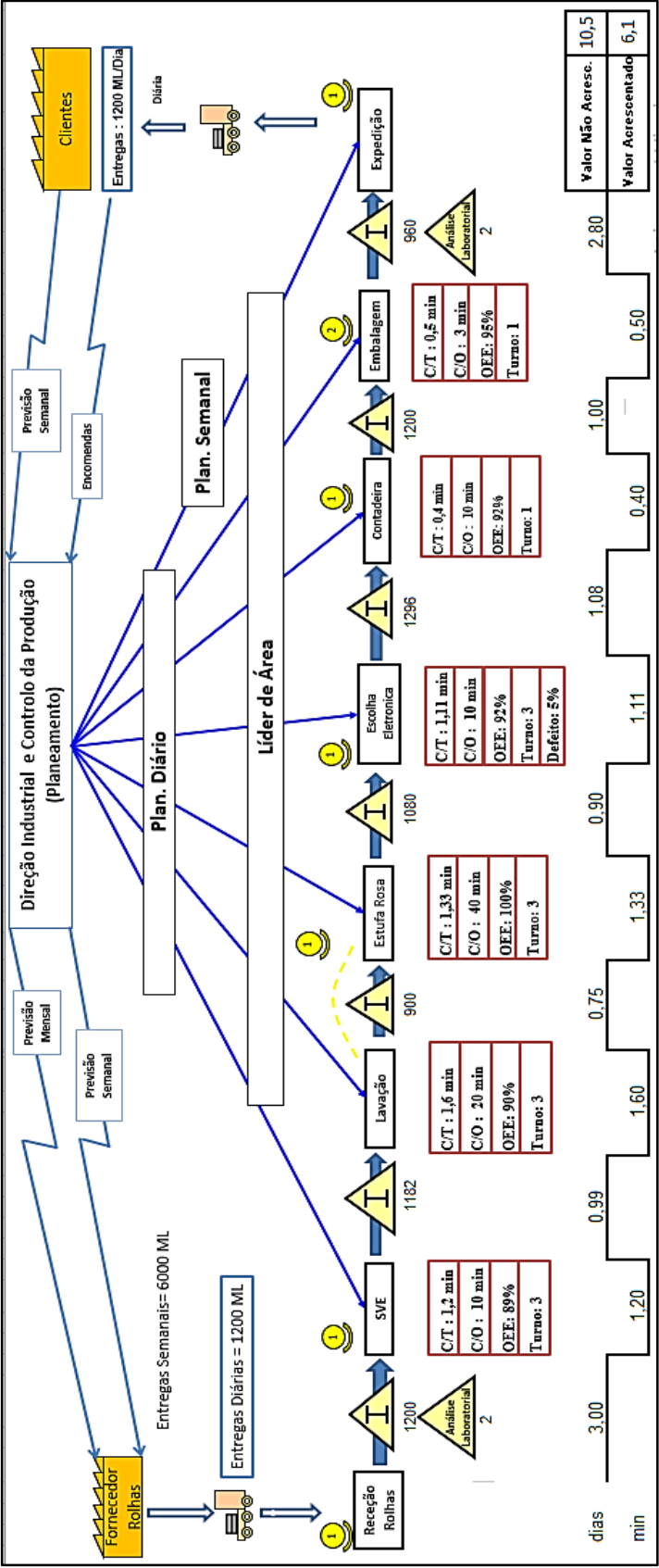
- Gross, J. M., & McInnis, K. R. (2003). *Kanban made simple: demystifying and applying Toyota's legendary manufacturing process*. Amacom.
- Gupta, S., & Jain, S. K. (2013). A literature review of Lean manufacturing. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 8 (4), 241-249.
- Hirano, H. (1995). 5 pillars of the visual workplace. *CRC Press*.
- Ichikawa, H. (2009, December). Simulating an applied model to optimize cell production and parts supply (Mizusumashi) for laptop assembly. In *Proceedings of the 2009 Winter Simulation Conference (WSC)* (pp. 2272-2280). IEEE.
- Imai, M. (1994). Kaizen: a estratégia para o sucesso competitivo. *Imam*.
- Imai, M. (2014). Gemba Kaizen: uma abordagem de bom senso à estratégia de melhoria contínua. *Bookman Editora*.
- John, B., & Jenson, J. E. (2013). Analysis and simulation of factory layout using ARENA. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 3 (2), 1-8.
- Jones, G. R., & George, J. M. (2008). Administração contemporânea. AMGH Editora.
- Junior, M. L., & Godinho Filho, M. (2010). Variations of the *Kanban* system: Literature review and classification. *International Journal of Production Economics*, 125(1), 13-21.
- Kelton, W. D. (2002). *Simulation with ARENA*. McGraw-hill.
- Labach, E. J. (2010). Using standard work tools for process improvement. *Journal of Business Case Studies (JBSCS)*, 6 (1).
- Lage Junior, M., & Godinho Filho, M. (2008). Adaptações ao sistema *Kanban*: revisão, classificação, análise e avaliação. *Gestão & Produção*, 15 (1), 173-188.
- Law, A. M., Kelton, W. D., & Kelton, W. D. (2000). *Simulation modeling and analysis* (Vol. 3). New York: McGraw-Hill.
- Lemos, A. C. D. (1999). Aplicação de uma metodologia de ajuste do sistema *Kanban* em um caso real utilizando simulação computacional.
- Lillrank, P. M., & Kanō, N. (1989). Continuous improvement: quality control circles in Japanese industry (No. 19). *Center for Japanese Studies University of Michigan*.
- Machado, J. A. D. J. R. (2008). Total Flow Management na indústria.
- Maia, L. C., Alves, A. C., & Leão, C. P. (2011). Metodologias para implementar Lean Production: Uma revisão crítica de literatura.
- Manos, A. (2007). The benefits of Kaizen and Kaizen events. *Quality Progress*, 40 (2), 47.
- Melton, T. (2005). The benefits of Lean manufacturing: what Lean Thinking has to offer the process industries. *Chemical engineering research and design*, 83 (6), 662-673.
- Mendonça, A. G. F. (2009). Normalização de fluxos produtivos: criação de fluxo numa linha de montagem final.
- Monden, Y. (1984). Sistema Toyota de produção. *São Paulo: IMAM*, 141.

- Monden, Y. (1990). El sistema de producción de Toyota. Macchi,.
- Moreira, S. P. D. S. (2011). Aplicação das ferramentas Lean: caso de estudo.
- Myerson, P. (2012). Lean supply chain and logistics management. *New York, NY: McGraw-Hill*.
- Ohno, T. (1988). Toyota production system: beyond large-scale production. *crc Press*.
- Paranhos Filho, M. (2016). Gestão da produção industrial. Editora Ibplex.
- Pegden, C. D., Sadowski, R. P., & Shannon, R. E. (1995). Introduction to simulation using SIMAN. *McGraw-Hill, Inc*.
- Prado, D. (2010). Usando o Arena em simulação. *Belo Horizonte: INDG Tecnologia e Serviços Ltda*.
- Rother, M., & Shook, J. (2003). Learning to see: Value Stream Mapping to add value and eliminate Muda. *Lean Enterprise Institute*.
- Sarmiento, A. L. P. (2012). Implementação de um comboio logístico para melhoria da eficiência do abastecimento de componentes (Doctoral dissertation).
- Shingo, S. A study of the Toyota Production System from an industrialengineering viewpoint. 1989. *Japan Management Association*, 107.
- Shingo, S., & Dillon, A. P. (1989). A study of the Toyota production system: From an IndustrialEngineering Viewpoint. *CRC Press*.
- Silva, L. M. F., Pinto, M. D. G., & Subramanian, A. (2007). Utilizando o *software* Arena como ferramenta de apoio ao ensino em engenharia de produção. *Anais do XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção*.
- Simas, A. F. L. (2016). Gestão Visual em Sistemas Lean: Metodologia de Uniformização (Doctoral dissertation).
- Singh, J., & Singh, H. (2013). Continuous Improvement Strategies: An Overview. *IUP Journal of Operations Management*, 12 (1).
- Stevenson, W. J. (2012). Operations management. *McGraw-Hill/Irwin*.
- Takus, D. A., & Profozich, D. M. (1997, December). Arena software tutorial. In *Proceedings of the 29th conference on Winter simulation* (pp. 541-544).
- Teixeira, J., Schoenardie, R., Garcia, L., Merino, E., & Paladini, E. (2012). Gestão visual: uma proposta de modelo para facilitar o processo de desenvolvimento de produtos. In *Conferência Nacional de Integração do Design, Engenharia e Gestão para Inovação* (Vol. 2, pp. 1-9).
- Thomaz, L. J., & de Genaro Chiroli, D. M. (2016). Melhoria Da Produtividade Através Do Mapeamento Do Fluxo De Valor. *Trabalhos de Conclusão de Curso do DEP*, 11 (1).
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). Beyond Toyota: how to root out waste and pursue perfection. *Harvard business review*, 74 (5), 140.

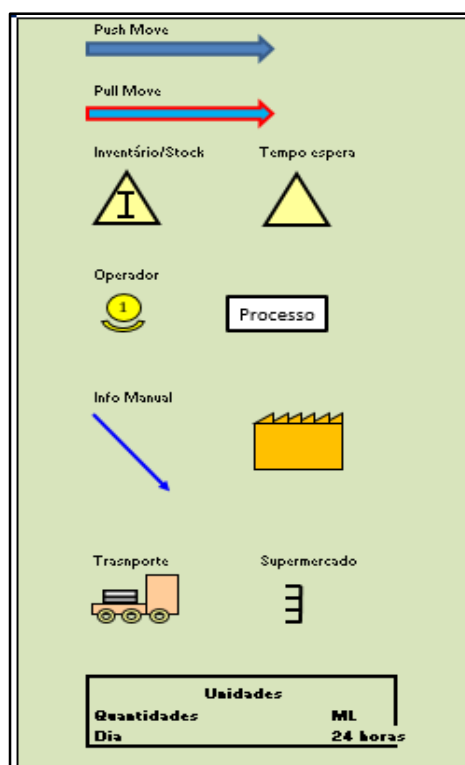
Anexos:

Anexo 1 – Processo produtivo VL





Anexo 3 – Legenda das representações do VSM



Anexo 5 – Ficha de melhoria de uma eliminação de Muda

2019	Ação: Utilização de telemóveis Data: 1/09/2019 Equipa: LN / GD / DA / JF / RD Responsável da Equipa: Gil Dias e Duarte Alves	
1. PROBLEMA (CASO) <ul style="list-style-type: none"> Deslocação de pessoas de setor em setor. Perdas de tempo de 1h por semana em deslocações para comunicar com os outros setores. Perdas de tempo de trabalho no respetivo setor Dificuldade de organização de tarefas e de trabalho ao deslocar as pessoas para um outro setor. 	4. ANTES <ul style="list-style-type: none"> Existia uma perda de tempo em deslocações entre setores de 1h/semana, consequentemente 4h/mes. Desorganização de tarefas e não havia uma orientação das mesmas em conjunto. Dificuldades de comunicação 	
2. CAUSA <ul style="list-style-type: none"> Falta de meios de comunicação diretos (exemplo: Telemóveis). Falta de meios de comunicação rápidos. Distância entre gabinetes dos vários setores. Necessidade de comunicação frequente para resolução de problemas frequentes. Existência de várias pessoas responsáveis por diversos setores e gabinetes. 	5. DEPOIS <ul style="list-style-type: none"> Disponibilização de mais 1h por semana para realização de tarefas/trabalhar, e consequentemente 4h/mês. Melhor organização de tarefas e orientação das mesmas em conjunto com os outros setores. Melhor comunicação e mais rápida. Eliminação de 1 muda. 	
3. SOLUÇÃO (CONTRAMEDIDA) <ul style="list-style-type: none"> Aquisição de um telemóvel para o responsável do setor 2. 	QUANTIFICAÇÃO <ul style="list-style-type: none"> 260 €/ano 	MANUTENÇÃO <ul style="list-style-type: none"> Anual