

APLICAÇÃO LEAN MANUFACTURING NA REDUÇÃO DO TEMPO DE RESPOSTA NO SETOR DE ENERGIAS RENOVÁVEIS

TIAGO JESUS GONÇALVES
dezembro de 2021

APLICAÇÃO *LEAN MANUFACTURING* NA REDUÇÃO DO TEMPO DE RESPOSTA DE UMA EMPRESA NO SETOR DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS

Tiago Jesus Gonçalves

2021

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

isen

P.PORTO

APLICAÇÃO *LEAN MANUFACTURING* NA REDUÇÃO DO TEMPO DE RESPOSTA DE UMA EMPRESA NO SETOR DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS

Tiago Jesus Gonçalves

Estudante n.º 1160361

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação do Professor Doutor João Augusto de Sousa Bastos.

2021

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

isen

P.PORTO

AGRADECIMENTOS

Ao meu amigalhaço, Vô, com eterna gratidão.

RESUMO

O presente projeto surge no âmbito da unidade curricular Projeto/Dissertação/Estágio, enquadrada no 2º ano do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP). Como tal, e por necessidade, aliaram-se verticalmente diferentes e diversas matérias que compõe a Engenharia e Gestão Industrial (*Lean*, planeamento da produção e logística, estudo do trabalho, desenho APC, programação, i4.0 e gestão de empresas e projetos) com o objetivo da construção de um revigorado sistema mais completo, robusto e capaz de responder aos objetivos definidos. Alinhado com o posicionamento estratégico da organização, o objetivo geral (*Goal*) passa pelo desenvolvimento e implementação de uma estratégia que, por recurso aos princípios e ferramentas *Lean Manufacturing* (seja gestão de projeto [PDCA], de análise [VSM], ou de implementação [5S, gestão visual, SW, Kaizen, Kanban e Poka-yoke]), permitisse reduzir, no mínimo, para 4 semanas o tempo médio de resposta aos pedidos dos clientes de equipamentos domésticos AQS, oferecido por uma empresa no setor das energias renováveis, a ENERGIE.

Mais tarde a motivação/validade do problema que fundamenta o objetivo, vem a ser investigada, na análise do processo, por recurso a diversas metodologias: análise concorrencial do mercado, avaliação da procura e correlação à capacidade produtiva, VSM, estudo dos tempos e métodos de trabalho. Diversas foram as causas raiz e desperdícios identificados como principais responsáveis pela construção do problema real.

A estratégia seguida para o presente trabalho é integralmente detalhada e sobre a forma de uma imagem (de autoria própria) condensada através da visão exposta que clarifica: “Porque se faz?”, “O que se quer fazer?” e “Como se vai fazer?”.

O processo de análise facilita a seleção das ferramentas, princípios e matéria das ações mais adequadas para as causas raiz identificadas. Problemas específicos estes que foram agrupados por área de melhoria, para uma melhor gestão dos procedimentos de intervenção. Sendo que, cada proposta de melhoria é planeada, concretizada e monitorizada por recurso à ferramenta de melhoria contínua, o ciclo PDCA.

O encadeamento do cronograma à conclusão da presente dissertação, explica que o momento de término deste projeto dita que a resposta possível à questão de investigação tenha que ser de carácter previsional. De uma forma qualitativa, nomeadamente pela recolha do *feedback* no *gemba*, os resultados gerados são um sucesso e é extremamente clara a eficácia da implementação geral de uma cultura *Lean* e de aperfeiçoamento sistemático pela melhoria contínua. Contudo, existe um défice quanto aos objetivos quantitativos propostos. Como elucidado na fase de análise, desejar um tempo médio de resposta de 4 semanas de calendário é equivalente à necessidade de verificar a sua redução em 23% e aumentar a capacidade média produtiva diária em 30%. A recolha final dos ganhos dita um aumento da capacidade em 22,5% (desvio de 7,5% face ao objetivado), o que apenas garante um tempo médio de resposta na ordem das 4,2 semanas. Apesar de não ser suficiente, a sustentabilidade dos objetivos delineados e a eficácia da estratégia *Lean* construída é comprovada pela análise estatística dos resultados gerados que garantem a tendência progressivamente positiva associada ao fator de capacidade.

Palavras chave: Energias Renováveis, Tempo de Resposta, Estratégia de Intervenção, Cadeia de Abastecimento, *Lean Manufacturing*, Desperdício

ABSTRACT

This project comes from the curricular unit Project/Thesis/Internship, framed in the second year of the Master's Degree in Engineering and Industrial Management at ISEP. For that reason, and by necessity, vertically different and diverse subjects that compose Engineering and Industrial Management (Lean, production planning and logistics, work study, computer aided drawing, programming, i4.0 and management of business and projects) were combined to build a renewed system, more complete, robust and able to respond to the defined objectives. Aligned with the organization's strategic positioning, the goal involves the development and implementation of a strategy that, by using Lean Manufacturing principles and tools (either project management [PDCA], analysis [VSM], or implementation [5S, visual management, SW, Kaizen, Kanban and Poka-yoke]), would reduce, to 4 weeks the average lead time to the customer requests for DHW equipments, offered by a company in the renewable energy sector, ENERGIE.

Later, the motivation/validity of the problem that provides the main objective is investigated, in the analysis of the process, using several methodologies: competitive market analysis, demand assessment and correlation to productive capacity, VSM, study of times and methods of work. Several were the root causes and waste identified as the main responsible for the construction of the real problem.

The strategy followed for this work is fully detailed and in the form of an image (own authorship) condensed through the exposed vision that clarifies: "Why to do it?", "What is wanted to do?" and "How will it be done?".

The analysis process facilitates the selection of the tools, principles and the content of actions that are most appropriate for the identified root causes. These specific problems were grouped by area of improvement, for a better management of the intervention procedures. Each improvement proposal is planned, implemented and monitored by using the continuous improvement tool, the PDCA cycle.

The chaining of the schedule to the conclusion of this thesis explains that the end moment of this project dictates that the possible answer to the research question has to be a forecast. In a qualitative way, particularly by collecting feedback from the shop floor, the results generated are a success and the effectiveness of the general implementation of a Lean culture and systematic excellence through continuous improvement is extremely clear. However, there is a gap in relation to the proposed quantitative targets. As explained in the analysis phase, desiring an average lead time of 4 calendar weeks is equivalent to the need to verify its reduction by 23% and increase the average daily production capacity by 30%. The final collection of gains shows an increase in the capacity of 22.5% (7.5% deviation from target), which only guarantees an average lead time of around 4.2 weeks. Although not enough, the sustainability of the outlined objectives and the effectiveness of the Lean strategy built is proved by the statistical analysis of the results generated that guarantee the progressively positive trend associated to the capacity factor.

Keywords: Renewable Energy, Lead time, Intervention Strategy, Supply Chain, Lean Manufacturing, Waste

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE TABELAS	XI
LISTAS DE SIGLAS E SÍMBOLOS	XIII
1. INTRODUÇÃO	17
1.1. Contextualização	17
1.2. Objetivos	18
1.3. Metodologia	18
1.4. Calendarização	20
1.5. Estrutura do documento	20
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	22
2.1. Enquadramento histórico da filosofia <i>Lean</i>	22
2.2. <i>Lean Manufacturing</i>	23
2.3. Valor e a eliminação do desperdício	26
2.3.1. Fontes de desperdício	26
2.3.2. Os sete desperdícios	27
2.4. Ferramentas <i>Lean Manufacturing</i>	28
2.4.1. <i>Value Stream Mapping</i>	28
2.4.2. <i>Kaizen</i>	32
2.4.3. Mecanismo <i>Poka-yoke</i>	35
2.4.4. Gestão Visual.....	36
2.4.5. <i>Standard Work</i>	37
2.4.6. Metodologia 5S	40
2.4.7. Sistema <i>Kanban</i>	41
3. CASO DE ESTUDO	45
3.1. Apresentação da empresa e produtos	45
3.2. Descrição do processo.....	53
3.3. Análise do processo.....	62
3.3.1. Dados e registos que identificam os problemas	74
3.3.2. Sumário dos problemas identificados.....	83
3.4. Visão	84
3.5. Aplicação da metodologia <i>PDCA</i>	87
3.5.1. Fluxos logísticos internos (A)	87
3.5.2. Processos (B)	93
3.5.3. Planeamento (C).....	106
3.5.4. Informação (D)	122
3.5.5. Organização (E)	125
3.5.6. Aprovisionamentos/ Materiais (F)	129

3.6. Considerações	153
4. CONCLUSÕES.....	157
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	159
APÊNDICE A	163

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Cronograma do projeto de investigação 2020/2021	20
Figura 2 - A casa Lean/TPS (Liker, 2004)	25
Figura 3 - Exemplo de diagrama VSM (Rother & Shook, 2003).....	29
Figura 4 - Ciclo PDCA	34
Figura 5 - Diagramas Standard Work (Productivity Press Development Team, 2002)	38
Figura 6 - Sinergia entre o SW e a melhoria contínua (Sá, 2019).....	39
Figura 7 – Etapas do estudo do trabalho e implementação do SW (Gonçalves M. A., 2017).....	40
Figura 8 - Matriz para cálculo dos parâmetros de gestão de stocks (Pereira, 2019)	43
Figura 9 - O organograma ENERGIE	46
Figura 10 - O Business Model Canvas ENERGIE.....	46
Figura 11 - Gráfico de barras das quantidades vendidas por classe funcional (2019).....	48
Figura 12 - Gráfico de barras do nº de referências por classe funcional (2019).....	48
Figura 13 - Gráfico circular das quantidades vendidas por classe funcional (2019).....	48
Figura 14 - Gráfico de barras do volume de vendas por modelo (2019)	49
Figura 15 - Termoacumulador e grupo termodinâmico.....	50
Figura 16 - Sistema assemblado.....	50
Figura 17 - Ciclo de funcionamento Bomba de Calor AQS.....	51
Figura 18 - Ciclo de funcionamento Termodinâmico AQS	52
Figura 19 - SPLIT e MONOBLOC.....	52
Figura 20 - ECO e ECOTOP.....	53
Figura 21 - Layout geral do complexo ENERGIE	53
Figura 22 - Layout da Linha AQS.....	54
Figura 23 - Máquina de Teste Hidráulico, teste de cuba e seu esvaziamento.....	54
Figura 24 - Bobines para Enrolamento, enrolamento do condensador e movimentação final.....	55
Figura 25 - Armazenamento das chapas, mesa de clinchagem e stock intermédio	55
Figura 26 - Tratamento do condensador, aplicação de espumas e encamisar	56
Figura 27 - Máquina de Injeção, conformador e processo de injeção.....	56
Figura 28 - Termoacumulador por detalhar.....	57
Figura 29 - Processo de montagem do GT ao termoacumulador para formação do sistema.....	57
Figura 30 - Ligações elétricas efetuadas no termoacumulador	57
Figura 31 - Máquina de Vácuo e Carga de Gás e máquina de Teste Elétrico.....	58
Figura 32 - Aplicação de autocolantes, etiquetagem e processo de limpeza	58
Figura 33 - Embalamento do sistema.....	58
Figura 34 - Secção de Fabrico do GT	59
Figura 35 - Fluxograma do sistema Linha AQS & Fabrico do GT	60
Figura 36 - Terminal ERP de produção.....	61
Figura 37 - Documento de ordem de fabrico	61
Figura 38 - Descrição das operações por PT, na Linha AQS	66
Figura 39 - Template para as anotações dos tempos cronometrados.....	67
Figura 40 - Registo excel dos dados de cronometragem recolhidos	68
Figura 41 - Análise estatística dos tempos registados mediante PT, por variante	69
Figura 42 - Representação do estado atual do sistema Linha AQS & Fabrico do GT.....	72

Figura 43 - Folha excel para rastreamento de números de série	73
Figura 44 - Análise estatística da capacidade produtiva em 2019	74
Figura 45 - Disposição dos materiais nas mesas de trabalho utilizadas para o Fabrico do GT	75
Figura 46 - Ferramenta utilizada para o planeamento da Linha AQS	80
Figura 47 - Matriz de competências da Linha AQS.....	81
Figura 48 - A visão do projeto apresentada sobre a forma de uma casa.....	85
Figura 49 - Desenho em SolidWorks da rack dinâmica idealizada	88
Figura 50 - Dimensionamento técnico da rack dinâmica.....	89
Figura 51 - Rack dinâmica no gamba ENERGIE.....	90
Figura 52 - Dimensionamento alternativo da altura prateleiras.....	90
Figura 53 - Materialização das furações que possibilitam uma maior mobilidade das prateleiras.	91
Figura 54 - Comparação das distâncias entre o PT e as 2 zonas de armazenagem alternativas	92
Figura 55 - Rack dinâmica com os utensílios de armazenagem	96
Figura 56 – Documento de agrupamento das MP's por caixas de armazenagem/grupos de tarefas, exemplo de armazenagem em caixa e rack completamente abastecida	96
Figura 57 - Norma para organização dos materiais na rack.....	97
Figura 58 - Rack totalmente abastecida junto ao PT a servir.....	97
Figura 59 - Exemplo de operações atómicas executadas no fabrico de um GT.....	98
Figura 60 - Grupos de tarefas definidos para o Fabrico do GT	98
Figura 61 - Associação das operações atómicas aos grupos de tarefas idealizados.....	98
Figura 62 - Associação das matérias primas aos grupos de tarefas idealizados	99
Figura 63 - Caixa de armazenagem	100
Figura 64 - Caixa de armazenagem para pequenos consumíveis	100
Figura 65 - SW do novo método de trabalho	101
Figura 66 - Comparação dos tempos de ciclo cronometrados para cada um dos métodos.....	102
Figura 67 - Comparação do WIP gerado entre os 2 métodos (Novo vs Tradicional)	103
Figura 68 - Disposição dos materiais junto ao PT pelo método tradicional.....	104
Figura 69 - Nova ferramenta idealizada para o planeamento do Fabrico do GT.....	107
Figura 70 - Documento do plano de produção para o Fabrico do GT.....	109
Figura 71 - Base de dados excel para registo das ordens de fabrico finalizadas no Fabrico do GT.	109
Figura 72 – Novo Espaço: Sala Obeya	111
Figura 73 - Formulário para proposta de soluções de melhoria.....	112
Figura 74 - Comparação dos tempos de ciclo associados aos equipamentos de 500L face aos restantes volumes.....	115
Figura 75 - Ferramenta idealizada para o escalonamento da produção por PT	116
Figura 76 - Nova ferramenta idealizada para o planeamento da linha AQS.....	117
Figura 77 - Falhas detetadas no excel utilizado para registo dos números de série	119
Figura 78 - Nova plataforma web para registo dos equipamentos fabricados.....	119
Figura 79 - Dashboard com indicadores produtivos	120
Figura 80 - Televisor utilizado para apresentação do dashboard no chão de fábrica	120
Figura 81 - Análise ABC aos sistemas alvo de estudo	123
Figura 82 - Gráfico de dispersão referente à análise ABC.....	124
Figura 83 - Cálculo dos parâmetros de gestão dos reaprovisionamentos para os PA.....	125
Figura 84 - Matriz de competências do Fabrico do GT	126
Figura 85 - Plano de formação global.....	126

Figura 86 - Plano de formação individual.....	128
Figura 87 - Matriz de competências renovada da Linha AQS	128
Figura 88 - SW da Task List diária para os supervisores de produção	130
Figura 89 - Correções manuais da O.F/ficha técnica.....	131
Figura 90 – Processo de correção da ficha técnica no ERP	131
Figura 91 - Gestão visual/StandardWork do procedimento de consumo das MP	132
Figura 92 - Gestão visual/StandardWork do procedimento face aos erros possíveis	133
Figura 93 - Análise estatística da procura em 2019 para cada SKU	135
Figura 94 - Cálculo dos parâmetros de gestão dos reaprovisionamentos para as MP	135
Figura 95 - Ferramenta idealizada para o cálculo das necessidades de compra	138
Figura 96 - Cartão Kanban	138
Figura 97 - Ferramenta de escala dinâmica	139
Figura 98 - Pino de sinalização	139
Figura 99 - Componentes que integram a ferramenta de gestão visual para o sistema Kanban ..	140
Figura 100 - Dados de reaprovisionamento por SKU definido.....	141
Figura 101 - Estante de armazenagem alvo de estudo	142
Figura 102 - Estado atual da estante objeto de estudo	142
Figura 103 - Estado posterior e melhorado da estante objeto de estudo	143
Figura 104 - Material obsoleto	144
Figura 105 - Diferentes e ineficientes ferramentas de codificação	144
Figura 106 - Novo cartão/etiqueta de identificação padrão.....	145
Figura 107 - Aplicação uniforme do novo cartão de identificação	145
Figura 108 - Sistema de codificação de localizações.....	146
Figura 109 - Identificação das localizações gerais.....	146
Figura 110 - O espaço coluna numa estante	147
Figura 111 - O espaço nível numa estante	147
Figura 112 - Identificação das zonas de armazenagem gerais.....	147
Figura 113 - Ferramenta idealizada para controlo das encomendas a fornecedores pendentes .	149
Figura 114 – Problemas identificados na zona de armazenagem antes da ação 5S.....	150
Figura 115 - Estado da zona de armazenagem após a ação 5S.....	151
Figura 116 - Tranche dos registos de produção entre Junho a Dezembro de 2020	154
Figura 117 - Análise estatística da capacidade produtiva entre Junho a Dezembro de 2020	155
Figura 118 - Análise estatística da capacidade produtiva entre Janeiro a Fevereiro de 2021.....	155
Figura 119 - Gráfico de linhas relativo às quantidades fabricadas em Fevereiro de 2021	155
Figura 120 - Linha de tendência das quantidades fabricadas no período análise de resultados ..	156
Figura 121 - Ferramenta dinâmica idealizada para análise das encomendas de clientes	156

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Os sete tipos de desperdícios	27
Tabela 2 - Modelos por tipo de solução.....	47
Tabela 3 - A classe funcional dos modelos.....	47
Tabela 4 - Modelos alvo de estudo	49
Tabela 5 - Distribuição do volume de vendas em 2019 pelos modelos em análise.....	49
Tabela 6 - Indicadores produtivos <i>AS-IS</i>	62
Tabela 7 - Indicadores produtivos <i>TO-BE</i>	62
Tabela 8 - Distribuição da procura por modelo efetiva registada em 2019	64
Tabela 9 - Previsão do estado futuro da distribuição da procura por modelo	64
Tabela 10- Variáveis a controlar por PT	68
Tabela 11 – Dados/Características produtivas por PT da Linha AQS	71
Tabela 12 - Classificação dos problemas identificados por área de melhoria	83
Tabela 13 - Contabilização dos problemas identificados por tipo de desperdício	84
Tabela 14 - Matriz para registo das propostas de melhoria	113
Tabela 15 - Tratamento estatístico da análise ABC.....	123
Tabela 16 - Os resultados mensuráveis, por área de melhoria.....	153

LISTAS DE SIGLAS E SÍMBOLOS

Lista de Siglas

5S	<i>Seiton; Seiri; Seiso; Seiketsu; Shitsuke</i>
AC	Aquecimento Central
APC	Assistido por Computador
AQS	Água Quente Sanitária
BdL	Bordo de Linha
BOM	<i>Bill of Materials</i> (Árvore do Produto)
C/O	<i>Changeover</i> (Tempo de Mudança)
CT	<i>Cycle Time</i> (Tempo de Ciclo)
EOF	Entrada de Ordem de Fabrico
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
GT	Grupo Termodinâmico
GUI	<i>Graphical User Interface</i>
i4.0	Indústria 4.0
ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
JIT	<i>Just in Time</i>
M.O	Mão de Obra
MM	Média Móvel
MP	Matéria Prima
O.F	Ordem de Fabrico
OEM	<i>Original Equipment Manufacturer</i>
OpL	Operador Logístico
P.Porto	Instituto Politécnico do Porto
PA	Produto Acabado
PDCA	<i>Plan – Do – Check – Act</i>
PE	Ponto de Encomenda
PP	Polipropileno
PT	Posto de Trabalho
QEE	Quantidade Económica de Encomenda
RH	Recurso Humano
RLS	Regressão Linear Simples
SGQ	Sistema de Gestão da Qualidade
SKU	<i>Stock Keeping Unit</i> (Unidade de Manutenção de <i>Stock</i>)
SOF	Saída de Ordem de Fabrico
SS	<i>Stock</i> de Segurança
TPT	<i>Throughput Time</i> (Tempo de Processamento)

VA	Valor Acrescentado
VSM	Value Stream Mapping
WIP	Work in Progress (Trabalho em processamento)

Lista de Símbolos

<i>kg</i>	massa	Quilogramas
Λ	símbolo matemático	e
Δ	diferença entre duas variáveis	delta
<i>m</i>	unidade de medida de comprimento	metro
<i>cm</i>	unidade de medida de comprimento	centímetros
<i>mm</i>	unidade de medida de comprimento	milímetros
<i>L</i>	unidade de medida de volume	litros
<i>h</i>	unidade de medida de tempo	horas
<i>min</i>	unidade de medida de tempo	minutos
<i>s</i>	unidade de medida de tempo	segundos

1. INTRODUÇÃO

O presente capítulo dedica-se à apresentação e enquadramento do problema alvo, à especificação dos objetivos, das fases temporais do plano de investigação e a clarificar a metodologia aplicada para o desenvolvimento e gestão do projeto, bem como a estrutura documental que sustenta toda a obra.

1.1. Contextualização

No passado, a ENERGIE viu-se obrigada a adaptar-se a uma nova envolvente de mercado, facto que motivou a formulação de uma revigorada estratégia competitiva. Assim, a empresa teve que precocemente e sem qualquer planeamento prévio de reagir à transformação (redimensionamento) do modelo de negócio e à entrada de novos concorrentes que condicionaram fortemente a organização do mercado nacional e internacional. Paralelamente, observou-se uma mudança do equilíbrio do mercado das energias renováveis com uma transição para um cenário de crescimento gradual. Esta tendência positiva expôs os diferentes concorrentes do mercado a pressões no sentido de ajustarem a capacidade de produção e o tempo de resposta às necessidades dos clientes.

No entender da empresa, a aposta na melhoria dos processos produtivos é o único caminho para se atingir um *lead time* competitivo em relação aos concorrentes diretos. Em média, o tempo de resposta destes concorrentes é 77% do atualmente praticado pela ENERGIE.

Esta realidade motiva com elevada urgência a implementação de ferramentas e metodologias de melhoria no processo produtivo com vista à redução do tempo de resposta médio aos pedidos de clientes.

Porquê que a ENERGIE, face à necessidade de aumento da sua capacidade produtiva, não enveredou por ações rápidas e de impacto mais imediato, como o aumento da M.O e respetivos equipamentos, mas delineou melhorar o seu desempenho e eficiência seguindo a filosofia de gestão *Lean Manufacturing*?

A gestão de negócios da empresa tem presente que o mercado das energias renováveis irá continuar a crescer até 2050. Essas convicções advêm do plano de sustentabilidade estabelecido pela Europa que tem como princípio máximo descarbonizar o planeta (APREN & CENSE, 2018). Assim sendo, é mais importante para a ENERGIE preparar o seu futuro através da criação de um sistema produtivo-logístico desprovido de desperdícios e cada vez mais flexível às necessidades do mercado, do que responder abruptamente e de uma forma mais ágil, remediando apenas de modo provisório a incapacidade que sente para responder ao crescimento da procura, verificado a partir do ano 2019, e continuando com processos muito pouco eficientes.

Além de que, o mercado do fabrico de equipamentos para AQS possui uma procura de detalhe, na medida em que o fator qualidade tem um grande peso na escolha do consumidor, por se atualmente existir a preocupação de que eletrodomésticos se enquadrem na decoração das habitações. Uma vez mais, os objetivos da ENERGIE alinham-se com os princípios *Lean Manufacturing* – foco na qualidade e nas necessidades dos clientes.

Olhar para o principal problema que o presente trabalho aborda como uma oportunidade a ser enfrentada por recurso às ferramentas *Lean*, parece à ENERGIE uma estratégia de progressão menos dispendiosa e mais robusta.

1.2. Objetivos

No mercado de produção de equipamentos para aquecimento de águas sanitárias tem-se observado, durante o 1º trimestre de 2020, uma procura consistente com tendência para estabilização. Observa-se, no entanto uma tendência por parte dos consumidores para privilegiarem o tempo de resposta nos seus pedidos. Com vista ao aumento da competitividade e adequação às expectativas do mercado, a empresa do setor de energias renováveis, objeto do presente estudo, identificou como prioritário a redução do tempo médio de resposta aos pedidos dos clientes de equipamentos domésticos AQS. Nesse sentido, o objetivo proposto neste trabalho, alinhado com o posicionamento estratégico da direção da empresa, foca-se na seleção e aplicação dos princípios do *Lean Manufacturing*, com vista à análise do presente processo, definição de uma estratégia de melhoria e aplicação das soluções.

A visão aponta como objetivo geral a redução do tempo médio de resposta ENERGIE, para os equipamentos AQS, de 5,2 para 4 semanas de calendário (diferença objetivo que resulta de análise de mercado), de forma a potenciar a vantagem competitiva e assegurar a possibilidade de se posicionar com as mesmas forças que os concorrentes diretos para explorar as mesmas oportunidades.

Sustentada também pela contextualização anteriormente exposta, a questão de investigação, que o presente trabalho procura resolver, é naturalmente: “Que estratégia, recorrendo a ferramentas *Lean Manufacturing*, permite reduzir para 4 semanas o tempo de resposta de uma empresa no setor das energias renováveis?”.

Comprometido com o processo *Lean* (redução dos desperdícios) e consistente com o elemento Questão de Investigação”, apresentam-se os objetivos específicos:

- Aumento do nível de produtividade inerente ao sistema de produção;
- Melhoria contínua do grau de eficiência dos processos produtivos;
- Eliminação e/ou minimização dos desperdícios;
- Garantir evitar equipamentos não conformes que são rejeitados.

1.3. Metodologia

Todos os pontos estruturais que asseguram este projeto foram desenvolvidos por recurso a princípios *Lean*:

- A gestão do projeto sustentou-se quase integralmente no ciclo *PDCA*. De forma a reforçar o processo de análise do problema e das questões a si ligadas, sentiu-se necessidade de trabalhar de forma híbrida e recorrer a dois dos 5w’s – “*What*” e “*Why*”.
- O *VSM* foi o motor da análise do processo e responsável pela tomada de consciente do ponto de partida (*AS-IS*).

- A implementação dos planos de resolução decorre por abordagem a ferramentas *Lean Manufacturing* tais como: *Kaizen*, *Poka-yoke*, *Gestão Visual*, *SW*, *5S* e *Kanban*.

Apresentam-se os passos seguidos para a resolução do problema/projeto, que através do *Lean*, permitirá transformar o problema do projeto em oportunidades enquadradas nas mais diversas áreas:

1º Passo: *What*

1.a - Clarificar o problema, dividindo-o em pequenas partes (Subcapítulo “Contextualização”)

1.b - Definir o objetivo e clarificar o pretendido

- Definição macro realizada anteriormente aos trabalhos de avaliação do processo (Subcapítulo “Objetivos”)
- Delineamento detalhado e ponderado face à realidade que uma análise do processo esclareceu (Subcapítulo “Visão”, desenvolvido em paralelo com o 2º passo)

2º Passo: *Why*

2.a - Recolha dos sintomas, observação real do problema, descrição das causas iniciais e problemas raiz (Subcapítulo “Análise do Processo”)

3º Passo: Ciclo *PDCA*

Utilizar o ciclo *PDCA* como corpo que estrutura toda a estratégia de intervenção do presente trabalho faz todo o sentido, na medida em que o projeto em questão apresenta um posicionamento que foi delineado exatamente com os mesmos valores pelos quais o ciclo *PDCA* foi criado: para resolução de problemas por recurso a uma abordagem sistemática, maioritariamente sustentada por ações de melhoria contínua.

Plan- Desenvolver as contramedidas

O planeamento das intervenções a implementar estabelece-se de modo a cumprir os objetivos inicialmente delineados e é consistente com todos os requisitos operacionais imprescindíveis para o cumprimento da visão proposta para o novo e reorganizado sistema produtivo ENERGIE.

Pretende-se criar sinergias sistemáticas entre todas as implementações instituídas, para que a melhoria contínua seja uma prática sustentada.

Após reconhecidos os pontos mais críticos ao longo de toda a cadeia de valor, é definida uma rede de intervenções que proporcionarão a melhoria contínua do desempenho do sistema.

Como detalhe do subcapítulo “Visão”, elabora-se um plano de melhoria, para cada problema anteriormente assinalado, identificam-se as linhas estratégicas a implementar (propostas de soluções) e que procuram-se obter resultados de acordo com os requisitos imperativos para a prossecução da visão estruturada.

Do –Executar e acompanhar as contramedidas

Para a implementação do plano de melhoria, desenvolvem-se mecanismos de suporte (e até capacidades), por recurso a ferramentas *Lean*, visando concretizar com eficácia considerável a política de investigação que o presente projeto assume.

Control- Avaliar o progresso e os resultados

A ação de monitorização dos resultados que esta fase nº 3 do projeto contempla gera uma grande quantidade de informação. Estando a informação registada e para que esta se torne útil, é verificada e analisada, considerando os resultados (vantagens e desvantagens) por estratégia de implementação.

Act- Registar, partilhar e padronizar

Ações corretivas por problema específico e para o âmbito macro que o presente projeto aborda.

1.4. Calendarização

Para o cumprimento e alcance de um dos domínios que compõe a ideologia dos objetivos (limitados no tempo), uma vez que os propomos de *SMART*, foi criado o cronograma da Figura 1, que resume sinteticamente a idealização das tarefas a executar sobre um referencial de tempo limitado:

Etapas	Duração	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
Iniciação	4M																		
Diagnóstico da situação atual (AS-IS)	3M																		
Especificação da Visão	3M																		
Planeamento	-																		
Desenho da solução futura (TO-BE)	3M																		
Execução	-																		
Implementação da solução futura (Working TO_BE)	7M																		
Monitorização, Controlo e Ação	2M																		
Elaboração do Relatório	15M																		

Figura 1 - Cronograma do projeto de investigação 2020/2021

A avaliação do cronograma é importante para que se perceba a incapacidade verificada na extração quantitativa de certos resultados, que só será possível a longo prazo e cujo seu término não se cruzou com período de escritura do presente trabalho.

1.5. Estrutura do documento

No capítulo 1 pode encontrar-se uma introdução à totalidade do trabalho composto, passando pela definição e enquadramento do problema, evidência dos objetivos e da pertinência da sua concretização, bem como pela identificação integral da metodologia de investigação, intervenção e gestão de projeto utilizada. No capítulo seguinte, o nº2, são observáveis os conceitos literários no âmbito do tema “*Lean Manufacturing*”, ou seja, contempla uma oportuna e aprofundada revisão bibliográfica que engloba todas as ferramentas e questões que a este tema estão ligadas, como o valor acrescentado ou o desperdício.

Procede-se no início do 3º capítulo a um retrato geral da empresa onde o projeto decorreu, apresentado os seus produtos, bem como os processos logísticos e produtivos. O 2º bloco desta parte engloba a investigação do problema geral e a aplicação de métodos de análise sobre o mesmo (*VSM*, estudo de tempos, *KPI*) seguindo-se o detalhe dos problemas específicos/causas raiz. Numa zona intermédia inclui-se a visão do projeto, com o principal intuito de com uma imagem resumir toda a estratégia do trabalho. A última parte desta secção exprime o empreendimento rigoroso do ciclo *PDCA* na implementação prática de cada uma das ações interventivas/proposta de melhoria das causas raiz, o que naturalmente também integra a avaliação dos resultados.

O quarto e último capítulo reúne as principais conclusões.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo apresentar-se-á o enquadramento teórico do presente projeto, procurando abordar a filosofia *Lean*, consolidando os seus princípios, metodologias e ferramentas que serão a estrutura fundamental para estudar e clarificar o problema (*AS-IS*), desenhar e implementar a estratégia de intervenção (*TO-BE*) e analisar reactivamente os resultados do trabalho.

2.1. Enquadramento histórico da filosofia *Lean*

No início do século XX, eram os sistemas de produção nos países ocidentais que venciam mundialmente, eram estes os únicos capazes de lançar para o mercado produtos com baixos custos. A *Ford Motor Company*, produtora automóvel, acompanhada pela *General Motors* foi uma das entidades mais marcantes na época no que a este contexto diz respeito. Sustentando as suas metodologias nas teorias do “Fordismo” e “Taylorismo”, que defendiam os princípios da padronização de atividades, monitorização de tempos e fundamentalmente, da produção em massa (Kanigel, 1997). Foram estes os valores, que seguidos por diversas unidades industriais do ocidente, permitiram reduzir os seus custos. Este tipo de sistemas apresentavam capacidades produtivas cada vez mais satisfatórias para a época, mas à mesma cadência restringiram a possível flexibilidade dos seus sistemas e a variedade de produtos que poderiam colocar à disposição dos clientes.

Nos anos 60 a 70 no mercado automóvel do Japão, embora aí já se pudessem encontrar alguns veículos fabricados por empresas americanas, começou a entender-se que as necessidades do cliente japonês não eram mesmas do americano e que por isso, os modelos de produção e gestão teriam de ser diferentes. O mercado tinha como necessidade a disponibilização de produtos diversificados. A descrita restrição de mercado interno aliada à falta de recursos que da 2ª Guerra Mundial resultou, impulsionou Eiji Toyoda, Taiichi Ohno e a Toyota em geral, a desenvolver um sistema de produção que fosse economicamente praticável dentro da realidade em que estavam inseridos, não era viável financeiramente satisfazer a necessidade do mercado, em ter variedade de produtos, segundo um sistema de produção em massa (Ohno, 1988). Assim surge, o modelo de gestão produtiva que posteriormente se designou: “*TPS - Toyota Production System*”.

O TPS foi desenvolvido segundo os seguintes princípios: pequenos lotes de produção, flexibilidade, diversidade de produtos a baixos custos, diminuição dos tempos de fabrico, mínimo desperdício, resposta rápida ao mercado, qualidade dos produtos e exceder as expectativas do cliente.

No início do século XXI, a Toyota já se afirmava mundialmente como a maior construtora automóvel com resultados melhores e mais eficientes do que aqueles alguma vez obtidos pelas entidades ocidentais. Pelo facto de se ter provado os superiores benefícios do novo modelo organizacional de produção, o *TPS*, em relação ao sistema de produção em massa, dado conseguir com menos recursos produzir mais bens, este passou ao longo dos anos a ser copiado em várias empresas, inicialmente por todo o Japão e mais tarde chegou a enraizar-se mesmo nas indústrias americanas (Ohno, 1988).

No início dos anos 80, James Womack e a sua equipa mergulharam num projeto que estudou a Toyota e a filosofia de gestão que com elevado desempenho fundou. Contudo, apenas em 1990 surge a obra tangível deste trabalho de investigação, o livro “*A Máquina que Mudou o Mundo*”.

Este que se tornou a fonte escrita onde pela primeira vez na história se ergue o termo “*Lean*”, que na época visou inicialmente atribuir uma designação que permitisse globalizar a filosofia, descentralizá-la das suas origens (Japão) para diminuir o preconceito que as outras indústrias tinham em adotar um conceito que crava no seu nome a designação de uma empresa possivelmente concorrente (Toyota). Veio-se ainda a perceber que um dos maiores objetivos desta nova denominação era caracterizar da melhor maneira e numa só palavra o modelo de gestão TPS, aludindo ao caminho mestre para atingir os objetivos e respeitar os princípios que este defende: mínimo desperdício (Womack, Jones, & Roos, 1990).

2.2. *Lean Manufacturing*

Em tradução bruta, o termo *Lean* transforma-se em “magro” ou “enxuto”. Uma vez que, a conceção deste modelo organizacional resume-se a fazer mais com menos recursos (pressuposto da eficiência e produtividade). Apesar de esta ideologia ter surgido primitivamente para uma comparação direta com o sistema de produção em massa, não deixa de ser bastante explicativa do conceito do mínimo desperdício (Womack, Jones, & Roos, 1990). Provou-se até aos dias de hoje que implementar a metodologia num processo ou empresa é instituir um estado magro (*Lean*), ou seja, é desenvolver um sistema que só consome os recursos exatamente necessários, processa os bens ou serviços na medida exata (quantidade e tempo certo) que é pedida pelo cliente, associado ao preço apropriado e aos menos custos possíveis. Todo este tipo de processamento que é exigido pelo *Lean*, só é possível garantido que não existam desperdícios ao longo de toda cadeia de valor. O conceito de valor e desperdício serão mais aprofundados no próximo subcapítulo.

O *Lean* é uma metodologia de pensamento, gestão e ação que assenta numa procura continuada e incessante em reduzir os desperdícios ao longo de toda a cadeia de valor, aplicando as suas ferramentas sempre suportadas pelos princípios que defende, para eliminar as atividades que não acrescentem valor ao produto ou serviço.

Em suma, a essência *Lean* baseia-se na simplificação de todos processos visando aumentar a sua eficiência, através do envolvimento de todos os colaboradores que trabalham permanentemente num ambiente de compromisso para com a melhoria contínua. O objetivo mestre da presente cultura é procurar constantemente melhorar qualquer atividade, da maneira que melhor permitir maximizar o valor que o cliente está à espera (expectativa), percecione e consome: qualidade, prazos de entrega/tempo de resposta, etc. A melhoria dos processos e operações passará por conseguir minimizar os desperdícios inerentes, recorrendo apenas aos recursos estritamente necessários (Pinto, 2014).

A melhoria dos processos, através da implementação *Lean*, não pode ser pura e simplesmente uma aplicação bruta das ferramentas *Lean* mais adequadas para os problemas evidenciados. Se assim o for, o sucesso do projeto estará comprometido à partida. *Lean* também assenta nas pessoas, e por isso, a implementação *Lean* tem de ser em primeiro lugar um processo de mudança filosófica, há que garantir existir uma alteração das práticas e dos pensamentos, a cultura e os seus princípios têm que ficar enraizados no ambiente/dinâmica da empresa e principalmente na mente dos colaboradores. Os benefícios da cultura *Lean* só podem verificar-se caso a implementação das suas ferramentas seja um processo sustentado pelos princípios corretos e num ambiente de procura constante pela melhoria, em qualquer lugar, a qualquer hora, por qualquer um (Suzaki, 2010).

Lean é uma *framework* com focalização nos seguintes princípios (Womack & Jones, 1996):

- **Especificar Valor**

Fornecer valor para o cliente é um dos mais fundamentais objetivos de uma organização. A sustentabilidade do sucesso de qualquer empresa depende desta premissa. Contudo, o valor correto que deve ser fornecido é exatamente aquele que o cliente criou expectativa e formou as suas necessidades. Para obter este conhecimento há que existir um estudo prévio do consumidor e esmiuçar o seu conceito de valor: Que ambições têm ao nível da qualidade do serviço/produto? Que perspectiva conjecturou em torno do tempo de resposta que lhe será oferecido?

- **Desenhar a cadeia de valor e eliminar as atividades com desperdícios inerentes**

Não há como definir uma visão e um projeto de melhoria sustentável, prevendo a eliminação de desperdícios, sem que o primeiro passo seja o da identificação do estado atual de toda a cadeia de valor. Caso contrário, seria um trabalho sustentado em dados quase abstratos. O desenho da cadeia de valor (desde as matérias primas ao produto acabado) é o ponto de partida indispensável para se obtenha um objeto de representação fiável a partir do qual e de forma tangível se possam identificar as atividades que acrescentam valor aos olhos do cliente e as que não acrescentam (desnecessárias ou não).

- **Promover o fluxo de materiais e informação nas etapas que criam valor**

Incluindo não só a transformação física de bens, mas também o processamento informacional, ambos os processos devem ser estáveis e acima de tudo apresentar um fluxo contínuo, sem estrangulamentos. É fundamental que numa fase prévia se assegure que os processos sejam desprovidos de etapas que não acrescentem valor e que o fluxo se desenrolará sobre processos livres de desperdícios.

- **Garantir um sistema “puxado” pela procura**

Satisfazer em todas as medidas as necessidades dos clientes, não significa operar mais do que aquilo que ele deseja. Significa sim, fornecer um bem com a qualidade, na quantidade, no período estritamente expectado. Caso contrário, estar-se-ia a criar etapas e um trabalho em excesso que não é valorizado pelo cliente.

- **Procura sistemática pela perfeição**

Deve ser criado um sistema que opere num ambiente de procura constante pela perfeição do produto/serviço final, suportado por metodologias de melhoria contínua que se desenvolvem segundo um princípio de persecução e reestruturação infinita de atividades sem desperdícios.

O estudo *TPS/Lean* é na literatura frequentemente apresentado sob a forma de uma casa porque a partir de uma simples imagem consegue-se uma cobertura e perceção global de todo o enquadramento da filosofia (Liker, 2004).

Cada uma das três grandes secções da casa possuem funções singulares e são interdependentes:

Fundações: Princípios e metodologias (análise/intervenção) base, fundamentais para a estabilidade e sustentabilidade de todo o sistema;

Pilares e estrutura central: Ferramentas executadas segundo os princípios anteriormente enraizados, que são utilizadas para a resolução/melhoria dos problemas/processos, permitindo conduzir de uma forma contínua atingir os objetivos desejados;

Telhado: Objetivos específicos.

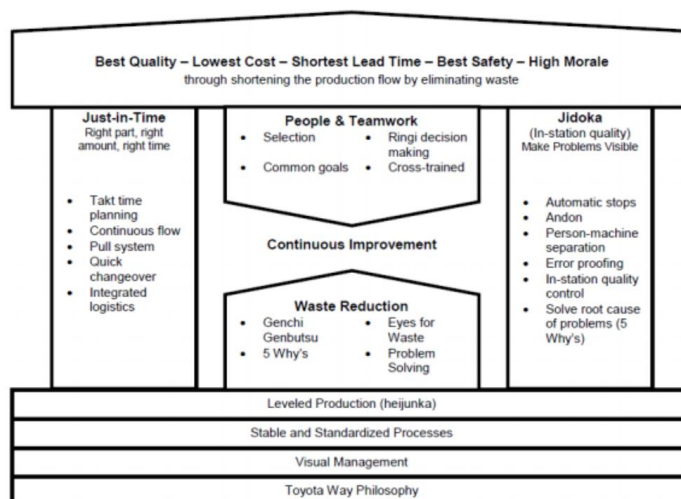


Figura 2 - A casa Lean/TPS (Liker, 2004)

Pelo facto do conceito *Lean* ter nascido na indústria automóvel, é natural que os seus princípios e ferramentas estivessem ainda muito vinculados ao contexto produtivo e que a primeira vertente que deste tenha surgido seja o *Lean Manufacturing*. Uma vertente que se ocupa fundamentalmente do ambiente fabril. Esta metodologia de gestão da produção *Lean*, adapta-se às áreas produtivas e tem como metas a construção de fluxos de fabrico desprovidos de etapas sem valor (desprovidas de desperdícios), a produção de produtos de qualidade a baixos custos, a minimização do tempo de resposta ao cliente, assegurar a flexibilidade (ao nível dos lotes de fabrico), mais produtividade e eficiência (menos recursos, mais *outputs*), sempre em paralelo com um compromisso geral (em todas as áreas por todos os colaboradores) de melhoria contínua (*Kaizen*) (Feld, 2000).

Contudo, com o passar dos anos outros setores de mercado, especialmente o setor dos serviços, sentiram a necessidade de experienciar os benefícios já justificados da filosofia *Lean*. Assim, surge a necessidade de estabelecer a denominação para uma filosofia de gestão geral e sem nenhuma vinculação individualizada a alguma área de atividade, que pudesse com pequenas alterações adaptar-se às características de qualquer setor: o *Lean Thinking*.

O *Lean Thinking* trata no fundo as convicções mais puras e descentralizadas que nasceram do *TPS* e continua a consistir na filosofia de gestão *Lean*, sustentada pelos mesmos princípios de persecução sistemática pela eliminação do desperdício e potenciação máxima de valor aos olhos do cliente (Womack & Jones, 1996).

Esta dissertação aborda maioritariamente e profundamente o *Lean Manufacturing*, mas para procedimentos que se demonstraram mais logístico-administrativos do que produtivos, teve de se sustentar numa filosofia híbrida que procura criar sinergias entre os 2 conceitos (*Manufacturing* e *Thinking*).

2.3. Valor e a eliminação do desperdício

A *performance* e vantagem competitiva de uma empresa dependem sempre da sua capacidade em cumprir o objetivo de gerar valor acrescentado (*outputs >> inputs*)!

Acrescentar valor sustentável é definir um produto específico, a um preço próprio, numa quantidade exata e a um determinado tempo. Acrescentando, inequivocamente, que as expectativas dos seus clientes devem ser totalmente correspondidas. O cliente deve ser servido apenas no momento exato e com o conteúdo específico que pediu, nem mais, nem menos. Ser *Lean* é conseguir criar valor, pelo consumo mínimo ou na medida extremamente necessária dos recursos e geração das saídas com os atributos e nas condições precisamente desejadas pelo cliente.

Entender o conceito de valor não é suficiente, há que acoplar-se um processo de mapeamento do fluxo de valor que claramente reconheça os pontos críticos (onde ocorrem desperdícios) a eliminar e distinga as atividades de valor acrescentado. O fluxo mencionado (vertente física e de informação) deve partir dos *inputs* (humanos, materiais e capitais) e terminar nos *outputs* (produtos ou serviços). O fluxo deve ser melhorado para que apenas contenha os estágios que realmente acrescentam valor, garantindo que estes fluem sem paragens, esperas ou qualquer outro dos sete tipos de desperdícios que nos subcapítulos que se seguem serão ilustrados (Carvalho, 2008).

2.3.1. Fontes de desperdício

Não se deve esquecer que *Lean* é um método de gestão que conduz os processos sobre a rota da perfeição. Uma vez que, eliminar os desperdícios é um trabalho contínuo sem fim à vista.

Uma atividade que não agrega valor ao produto/serviço é uma etapa que é e contém desperdícios, ou seja, trata-se de um período, ação, ou matéria consumida, pela qual o cliente não está disposto a pagar, por não ser sua necessidade. Ou seja, se o cliente não está disposto a pagar o acréscimo de custo que a execução de determinada atividade tem no produto/serviço, então essa tarefa não acrescenta valor. O empreendimento da força de trabalho só deve existir para a transformação de matérias primas em produto acabado, ou seja, para atividades valorizadas pelo cliente, ou para aquelas que não acrescentado valor são inevitavelmente necessárias para a exequibilidade das tarefas de VA (Womack & Jones, 1996).

A relação entre os conceitos de valor e desperdício, pode entender-se da seguinte maneira: uma prática que consuma recursos e não crie valor, é um desperdício. Os diversos atos isolados que correspondem a exercícios podem organizar-se pelas seguintes categorias (Imai, 1997):

Mura: Consiste numa irregularidade e inconsistência da carga e qualidade de trabalho. A experiência dita que *Mura* origina *Muda* (atividades que não acrescentam valor). A requisição inconstante dos recursos humanos e maquinaria resultam de uma procura aleatória dos produtos que fabricam (efeito *Hockey stick* e *Bullwhip*).

Muri: Intensidade de trabalho a um ritmo superior à capacidade máxima produtiva, provoca cansaço dos recursos humano e sobrecarga dos equipamentos. Ocorre devido ao *Muda* e ao *Mura*. Muitos podem ser os fatores de origem de *Muri*, tais como: operações inábeis, falta de formação dos colaboradores ou falta de ferramentas de *Standard Work* (ferramenta analisada de forma profunda mais à frente).

Muda: Qualquer atividade que gere desperdício (não adicione valor) cuja subtração dos seus outputs aos inputs é menor que zero (negativa).

2.3.2. Os sete desperdícios

Como se já tem vindo a interpretar, todo o conteúdo (forma, quantidade, qualidade), recursos consumidos (materiais, máquinas, M.O, espaço) e/ou condições (tempo de resposta, preço) em que o produto/serviço foi disponibilizado, forem superiores ao mínimo necessário para acrescentar valor, então é desperdício, ou seja, é *Muda*. Este tipo de atividades que merecem ser alvo de oportunidade de melhoria, podem ser identificadas pelos seguintes sete tipos de desperdícios, apresentados na tabela nº1 (Ohno, 1988):

Tabela 1 - Os sete tipos de desperdícios

Classe	Possíveis causas para a ocorrência do desperdício
Defeitos	Produto fora da especificação
Sobre produção	Produção mais do que é necessário para atender o cliente (ou com acentuada antecedência)
Espera	Tempo de espera para materiais, pessoas, equipamentos ou informações
Transporte	Transporte de materiais/produto que não agrega valor
Movimentação	Movimento de pessoas que não agrega valor
Sobre processamento	Esforço de produção que o cliente não valoriza
Inventário/Stock	Excesso de inventário de matéria-prima

Ao longo dos anos, um outro nível de desperdício tem vindo a ser associado à pirâmide raiz: subutilização das aptidões e vocação dos colaboradores.

Dado o contexto de implementação do presente projeto e por se tratar de uma classe associada a algum abstratismo deve dar-se especial atenção ao tema dos desperdícios de movimento e transporte.

Grande parte das atividades de fabrico englobam diversas operações de movimento desnecessárias. Ou seja, em quase todas as situações se o processo for repensado para executar as mesmas operações, mas anulando todos os movimentos desnecessários e minimizando os necessários, o objetivo final será igualmente cumprido, num menor tempo de ciclo, com menos desperdícios de movimento e/ou transporte e menor desgaste físico do operador. As estratégias de atuação sobre movimentos e/ou transportes excessivos podem passar por diversas metodologias dependendo do contexto real: redesenho do layout fabril ou das zonas de armazenagem, instituição ou alteração dos utensílios de transporte de materiais adequados, desorganização dos produtos e ferramentas nos postos de trabalho, mudança ou normalização dos métodos de trabalho e procedimentos logísticos e formação dos colaboradores (Pinto, 2009).

Por Frank e Lillian Gilbreth surge a filosofia da economia de movimentos que pretende estudar para simplificar todos processos que incluem mobilização desnecessária, visando aumentar a eficiência

no trabalho. Como objetivos específicos esta cultura apresenta: anulação dos desperdícios de movimento que não acrescentam valor ao produto, redução da fadiga dos colaboradores e potenciar a sua motivação, diminuição dos tempos de ciclo e custos operacionais (Kanigel, 1997).

2.4. Ferramentas *Lean Manufacturing*

2.4.1. *Value Stream Mapping*

O *Value Stream Mapping* (mapeamento da cadeia de valor) é um bom ponto de partida para as empresas que precisam de estabelecer um plano bem estruturado para a melhoria da produtividade do sistema produtivo ou do serviço que detêm. Uma vez que, permite analisar o fluxo material e informativo, percorrido desde o pedido do cliente ao fornecedor até a entrega ao consumidor final, expondo todos os passos executados no sistema e identificando os desperdícios inerentes, tendo em conta a melhoria contínua. Este método de aplicação *Lean*, permite identificar as atividades que acrescentam valor aos olhos do cliente, as que não acrescentam valor, mas são necessárias e as desnecessárias. Através desta análise algarada ao mapa é possível redefinir o fluxo, mas com redução dos desperdícios (Rother & Shook, 2003).

Como objetivo geral esta ferramenta visual simples propõe-se a projetar todo fluxo de valor, evidenciado a fonte e os tipos de desperdício nele presentes, para posteriormente propor melhorias estruturadas que visem a idealização de um processo estável e inerente a um fluxo contínuo capaz de produzir o que cliente quer, no momento em que quer e por um custo adequado ao valor que está disposto a pagar (Belokar, Kumar, & Kharb, 2012).

Em termos práticos, a referida análise da cadeia de valor desenvolve-se sobre uma ilustração previamente estruturada do estado atual/visão de todos os componentes relevantes cujo seu trabalho e interação dinâmica, compõe o sistema global. Assim, este desenho inclui representações gráficas dos:

- Processos/zonas de trabalho, armazenagem, fornecimento, departamentos e responsáveis técnicos ou instituições exteriores
- Cadências de fabrico, entrega ou gestão
- Sentidos de movimento dos fluxos de material ou informação
- Indicadores de trabalho, capacidade, carga, inventário ou *WIP*

Estes elementos podem ser observados através de símbolos/ícones e servem para definir situações ou processos específicos envolvidos.

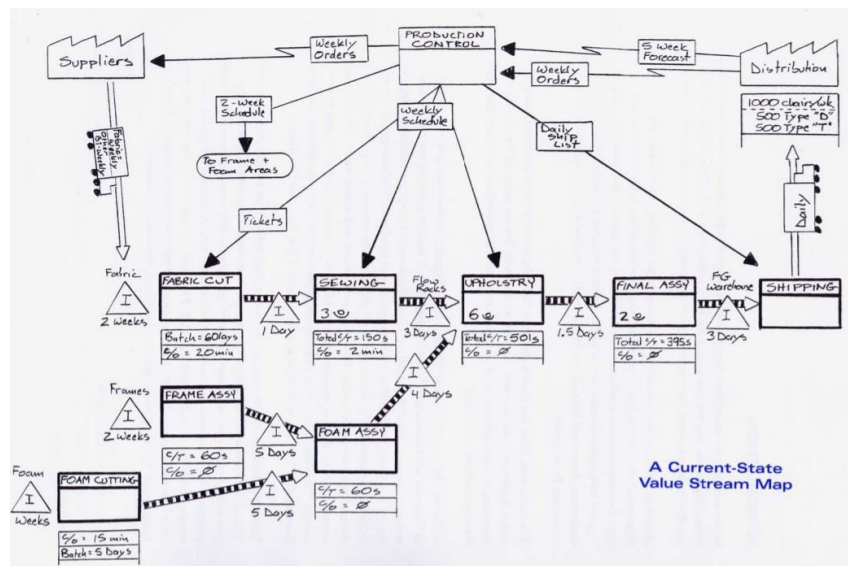


Figura 3 - Exemplo de diagrama VSM (Rother & Shook, 2003)

Deve referir-se que existem diversos passos anteriores ao esboço de mapa que serão cruciais para a consistência do mesmo. Tais como, a escolha de uma equipa com competências diversificadas (engenharia, qualidade, produção, etc.) para a execução do projeto e a recolha profunda das métricas e dados mais relevantes (poderá incluir longos trabalhos de cronometragem e outras medições).

No final da sua estrutura, este instrumento permite a projeção de um plano de ações de melhoria, atuando como ferramenta de apoio à metodologia *Lean*.

Apesar de através da sua filosofia de sempre (foco nos fluxos e na interação entre os processos) não ter qualquer resistência à análise de sistema mais complexos, quando se trata de processos globais não repetitivos, ou há necessidade de considerar produtos/serviços que não seguem um fluxo padrão, as suas potencialidades ficam comprometidas e agrava ainda mais a sua dificuldade em materializar os benefícios diretos das melhorias propostas (Khaswala & Irani, 2001).

2.4.1.1. Métricas *Lean*

As métricas/indicadores, num contexto de análise da cadeia de valor, são fundamentais para a quantificação do desempenho dos processos e identificação dos desperdícios. É com base nestas medidas que, de um modo sustentado, podem ser tomadas decisões sobre ações a implementar, para melhoria da *performance* ao nível da eficácia, eficiência, capacidade produtiva, entre outros.

O processo de avaliação de uma métrica bem definida e medida, sendo consistente, permite extrair informações importantes e concluir eficazmente acerca dos parâmetros a melhor para atingir melhores resultados.

Dado o projeto em questão estar vocacionado para a vertente *Lean Manufacturing* a especificação seguinte apresenta especial foco nos indicadores de operação:

Tempo de Ciclo (*Cycle Time - CT*)

Trata o período de tempo que, num determinado processo, decorre entre a finalização de uma peça até ao momento em que finda o fabrico da peça seguinte/consecutiva

(Rother & Shook, 2003). O tempo de ciclo de um sistema de produção será igual ao do posto de trabalho que está associado ao tempo de ciclo máximo (maior tempo de processamento). Esta zona designa-se por *bottleneck* ou estrangulamento.

Takt Time

Resulta da divisão da quantidade da procura pelo tempo laboral disponível, para um determinado artigo, num determinado período. A partir do resultado deste cociente obtêm-se a cadência que deve marcar o passo da produção (Feld, 2000). Produzir em excesso ou a um ritmo inferior irá sempre originar desperdícios. Podendo incorrer, no caso da sobreprodução, em custos de armazenagem desnecessários ou, no caso de o tempo de ciclo do sistema ser inferior ao *Takt Time*, numa resposta insuficiente face às expectativas do cliente.

Este é o indicador mestre para poder garantir um fluxo de produção ideal: puxado pela procura.

Tempo de Processamento (*Throughput Time - TPT*)

O tempo necessário para que uma unidade de produto atravessasse o sistema produtivo na sua totalidade, desde o ponto de partida até à sua extração final como produto acabado.

Tempo de Mudança (*Changeover - C/O*)

O tempo que decorre desde se verifica a paragem da máquina para o processo de mudança/reconfiguração até que se retoma a atividade da mesma e se obtenha a primeira peça aceitável segundo os padrões de qualidade.

O *SMED* (*Single Minute Exchange of Die*), é uma ferramenta ideológica formalizada por Shigeo Shingo no Japão entre os anos de 1950 e 1960 e visa essencialmente a redução do tempo de setup de máquinas ou de linhas de produção. O engenheiro da *Toyota* não aceitou a tese de que o método mais eficaz para a redução dos custos associados à paragem da máquina era produzir em lotes de elevadas dimensões. Assim, defendeu que o único caminho para a redução do número de unidades por lote seria minimizar o espaço temporal associado às mudanças. Se estas atividades, não podendo ser ultrapassadas, representassem escalas de tempo reduzidas, a quantidade ótima por lote iria ser menor e consequentemente os custos se reduziriam. A designação *SMED* surgiu através do objetivo de reduzir os tempos de setup para os dígitos "únicos", ou seja, menos de 10 minutos (McIntosh, Owen, Culley, & Mileham, 2007).

Trabalho em Processamento (*Work in Progress/Process - WIP*)

Corresponde ao número de unidades que, em determinado momento, se encontram a ser processadas no sistema produtivo.

Garantir um fluxo produtivo contínuo (cadência constante) também depende de uma manutenção própria do *WIP* existente (Liker, 2004). Deve ser continuamente assegurado que a quantidade mínima de trabalho em progresso definida é mantida, para evitar tempos ociosos e disrupções do fluxo.

Tempo de resposta (*Lead time*)

Tempo que dista entre a entrada do pedido do cliente até à disponibilização do produto ou serviço requerido.

Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Com origem no *TPM - Total Productive Maintenance*, Seiichi Nakajima criou o OEE. Este indicador que inspira à melhoria contínua, surge da necessidade de controlar a eficiência de unidades produtivas (máquinas, linhas, célula ou fábricas) e padronizar essa avaliação. Naturalmente, vários podem ser os desperdícios que contribuem negativamente para o decréscimo da eficiência, e por consequência do OEE, de uma determinada unidade produtiva, organizando-se pelos seguintes domínios: desperdícios de disponibilidade (paragens não planeadas), velocidade (défice de ritmo de fabrico face à capacidade nominal) e qualidade (geração de produto inconforme) (Nakajima, 1988). O OEE é capaz de ilustrar, por recurso à quantificação, todas as ocorrências que não acrescentam valor ao artigo obtido num determinado processo de fabrico.

O OEE, unidade percentual, mede a eficiência de uma unidade produtiva e do seu respetivo processo pela multiplicação consecutiva dos 3 seguintes indicadores (Nakajima, 1988):

Disponibilidade

Período útil de operação.

Eficiência

Rácio da capacidade produtiva real/efetiva comparativamente à nominal.

Qualidade

Relação de eficácia quanto aos produtos de qualidade gerados face à totalidade produzida. Esta métrica deve ser sistematicamente analisada e continuamente alvo de melhoria.

Produtividade e Eficiência

A produtividade é positiva sempre que se extrai o resultado máximo a partir do esforço mínimo. O menor esforço não significa pouca atividade laboral, mas sim a utilização dos recursos extramente necessários (Porter, 1985).

Assegurar a eficiência de um processo requer conduzir a sua execução, com restrito consumo dos recursos mínimos (tempo, custos de produção/serviço), a atingir os resultados estabelecidos, que devem conter requisitos bem definidos (Drucker, 1967).

A produtividade está mais focada para a vertente da força/capacidade de produção.

A produtividade e a eficiência dedicam-se ao processo e à comparação dos recursos consumidos para execução do mesmo face aos objetivos definidos, neste âmbito.

Eficácia

Ser eficaz é atuar de forma a atingir exatamente os objetivos propostos. Conceito que não considera o processo ou os recursos que este consome, mas que exclusivamente relaciona os resultados finais obtidos com aqueles que eram esperados (Drucker, 1967). Apresenta foco na qualidade do produto/serviço final gerado, na satisfação das necessidades do cliente, descorando a estratégia operacional seguida para o caminho percorrido até lá.

2.4.2. Kaizen

Tal como o *Lean*, também a metodologia de melhoria *Kaizen* é originária do Japão. Truncado e traduzindo à letra esta denominação, obtemos o seguinte: *Kay* (mudar) + *Zen* (para melhor). O valor básico do conceito defende o envolvimento de todos os colaboradores na promoção da melhoria contínua em todas as áreas, em qualquer período temporal. A filosofia *Kaizen* consiste numa estratégia de mudança cultural implementada por recurso a atividades de melhoria contínua, tendo como objetivo máximo a procura pela perfeição de um determinado processo (Imai, *Kaizen: The Key To Japan's Competitive Success*, 1986). Esta visão da busca pela excelência, traduz-se operacionalmente em processos mais eficientes, com índice mínimo de desperdícios, produtos de qualidade, resultados produtivos, menor tempo de resposta e baixos custos.

O *Kaizen* assegura a reação corretiva e eficiente aos problemas que se tenham de enfrentar no *Gemba*, mas também orienta para o autodidatismo das equipas, na medida em que sugere uma cultura de procura constante de aspetos de melhoria. Deste modo, o *Kaizen* não é apenas uma solução para os problemas produtivos, mas é em 1º lugar uma ideologia de recolha e análise de dados e por último, uma metodologia de avaliação sistemática do efeito das ações de melhoria.

O presente conceito prevê o insucesso de todas as ações de análise e melhoria que não contemplem um trabalho prévio de formação de equipas e inspiração para a mudança (alteração da cultura). A mudança dos hábitos tradicionais/diários é o passo mais importante a dar, antes de se experimentar a resolução de qualquer problema. O estado de mudança não prescreve a alteração total dos métodos atuais, mas incita principalmente a que cada colaborador participe ativamente pensando e se auto questionando regularmente sobre a adequabilidade e o valor acrescentado de todas as atividades que desempenha ou dos processos que executa. Capacitando-os de que sempre que necessário sejam autónomos na resolução dos problemas e na definição de uma melhor maneira de atuar, por recursos às ferramentas de melhoria contínua mais adequadas.

Este meio estratégico para implementação de projetos de melhoria contínua não é complexo e a sua execução não requer custos elevados. Trata um estado de pensamento que tal como no processo de análise desdobra os processos na sua globalidade em pequenas operações complementares para uma análise gradual e detalhada, também na fase de implementação as suas ações são parciais, sucintas e continuadas. Inevitavelmente, os resultados obtêm-se a longo prazo, mas geralmente estão associados a grandes benefícios (Singh & Singh, 2012).

Kaizen é uma abordagem intimamente ligada ao chão de fábrica (*Gemba*, o local real onde se encontram os problemas e se gera valor) e a duas ferramentas de implementação chave: 5S e gestão visual. Tem como princípios máximos a normalização e a apresentação clara da informação. Trata um conceito que encoraja o trabalho em equipa, a inclusão de todos os colaboradores e a

persecução conjunta de pequenos passos no sentido da melhoria contínua para eliminação do desperdício. Assim, todos estes métodos existem e servem para apoiar os trabalhos executados nos eventos *Kaizen* (Imai, 1997).

Kaizen diário é uma atividade que apoia a gestão da mudança e implementa na prática a cultura de melhoria contínua através do trabalho em equipa. Trata-se de um evento de curta duração, que reúne equipas específicas para análise e discussão de temas e problemas bem delineados, tais como: estudo dos problemas do dia anterior, avaliação de indicadores e redefinição dos objetivos, verificação do estado de trabalhos em progresso, planeamento de ações corretivas, acompanhamento do plano de trabalhos futuro, discussão de temas gerais entre chefias ou apresentação de novas ideias e projetos.

Esta iniciativa é sobre equipas, a mudança cultural, de pensamento e comportamento de cada um, vocacionando para a melhoria contínua, é sobre a autonomia do colaborador e a melhoria diária dos processos. Impulsiona uma gestão conjunta de melhoria sustentada e é aconselhável que se realize no *Gemba*. Caso não seja possível, por razões de segurança, área útil ou falta de zonas para disposição das ferramentas de informação necessárias, é perfeitamente aceitável que se recorra a uma sala o mais próxima possível do chão de fábrica. É recorrente a utilização de uma sala *Obeya*, que se trata de um espaço amplo e com boas dimensões, que visa albergar reuniões de equipas para gestão de projetos de melhoria e/ou resolução de problemas que motiva a um ambiente de trabalho colaborativo (análise, planeamento e decisão) e entreajuda. O espaço não deverá conter grande mobiliário para:

- Facilitar a comunicação entre todos, minimizar a formalidade das reuniões *standard*, não promover o excesso de comodismo nos intervenientes e alavancar a proatividade, dinamismo e vontade para a mudança (“discussão de pé”).
- Garantir que existem espaços suficientes desimpedidos para fixação de ferramentas de gestão visual, para clarificar e consolidar os indicadores ou outros dados que sustentem as ações dos projetos.

Na indústria produtiva, para além de projetos de melhoria contínua e *brainstorming*, este tipo de salas começam cada vez mais a ser exploradas pelas empresas para ações de controlo e acompanhamento *on time* da situação de produção, coordenação de ações corretivas ou resolução imediata de problemas urgentes do dia-a-dia (Jusko, 2016).

A sala *Obeya* pelos seus inúmeros benefícios, desde fortificar o trabalho de equipa até agilizar a resolução de problemas, é um dos fatores mais preponderante no caminho que as empresas percorrem para atingir as metas dos seus projetos.

2.4.2.1. Ciclo PDCA

O ciclo *PDCA* (*Plan – Do – Check – Act*) é uma ferramenta de suporte aos processos de melhoria contínua. Contudo, o seu conceito consegue fornecer uma excelente perceção sobre os valores que a melhoria contínua defende. Trata-se de um processo evolutivo, gradual e que tal como qualquer outra metodologia de melhoria contínua deve ser repetido infindavelmente num processo de busca constante pelo sucesso/perfeição (Scyoc, 2008).

Apesar de na literatura ser recorrente apresentar o ciclo *PDCA* com designação alternativa de ciclo de Deming, foi Walter A. Shewart, que nos anos 30, criou o conceito. Edwards Deming foi o autor responsável pela propagação global da metodologia a partir dos anos 50, que mais tarde veio a ser adotado, por diversas industriais que se espalham por todo o mundo, no exercício de ações de melhoria contínua (Pinto, 2009).

Este método de gestão é estruturado por 4 iniciativas básicas que mapeiam o caminho para a melhoria contínua:

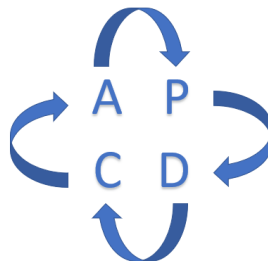


Figura 4 - Ciclo PDCA

- **Planear (P)**

Definição do plano de ação sustentado por um trabalho prévio: de identificação dos resultados negativos, definição do problema real, estabelecimento da meta a atingir, detalhe do problema e análise do processo e exposição das causas raiz. O sucesso do plano de ação depende da solidez do trabalho prévio descrito. O plano desenhado é o culminar de todo o processo anterior, as intervenções que este irá compreender deverão ser adequadas para a resolução das causas origem do problema interpretado e devem estar orientadas para a resolução da meta estabelecida.

- **Desenvolver (D)**

Implementação prática do plano de intervenção definido a partir da implementação dos princípios e metodologias enquadradas e execução das ferramentas propostas, nas áreas de melhoria delineadas.

O recurso “pessoas” é fundamental para o sucesso da 2ª etapa do ciclo. A apresentação, formação e orientação prévia de todos os colaboradores integrantes para os detalhes do plano de ação (objetivos, princípios e métodos) deve ser assegurada. Seguir-se-á a execução prática.

- **Controlar (C)**

A atividade de controlo deve verificar-se em duas diferentes fases:

- Durante o processo de implementação, efetuar uma fiscalização recorrente de forma preventiva, para garantir que o caminho percorrido é aquele que foi visionado;
- Finda a execução das iniciativas, recolher e avaliar os resultados obtidos.

- **Atuar (A)**

Atuar corretivamente face às características dos resultados alcançados que se mostraram insatisfatórios, mantendo a visão nas metas inicialmente definidas. Paralela padronização das atividades que resultaram nos benefícios esperados. Ponto de partida para repetição do ciclo *PDCA*.

A sua utilização deve ser constante, pode orientar qualquer iniciativa de melhoria contínua e é ampla na medida em que se adequa tanto à resolução de problemas como a concretização de novos projetos.

2.4.3. Mecanismo *Poka-yoke*

O *Poka-yoke* é um método/prática à prova de erro, é um conceito estratégico que contempla o desenho do processo de forma evitar que este alguma vez seja executado erroneamente. A sua finalidade geral é garantir que a possibilidade de surgirem defeitos no produto/serviço/objetivo final seja nula, através da execução de um processo criado para ser isento de erros (Shingo, 1989).

Desenvolvido por Shigeo Shingo, esta metodologia de melhoria atua corretiva (na fase de implementação) e preventivamente (durante a continuação das suas funções) sobre o tipo de desperdício dos defeitos e por consequência o retrabalho. Será a sua capacidade em desenhar procedimentos que permitam impedir, sinalizar e comunicar os erros durante a execução do processo, que evitará a existência de defeitos no bem que é entregue ao cliente. A implementação deste tipo de sistemas em fases anteriores do processo diminui a necessidade de tempos despendidos em operações finais de controlo de qualidade e diminui os custos associados a produtos não conformes (Suzaki, 2010).

Geralmente as técnicas utilizadas, apesar de adequadas ao problema específico, são bastante simples e extremamente eficazes. A etapa mais complexa passa pela seu processo de idealização que prevê um primeiro estado de análise intensiva do histórico de problemas causados e causas raiz. Tal como no âmbito da melhoria contínua, o mecanismo *Poka-yoke* também deve considerar englobar todos os colaboradores intervenientes, uma vez que a experiência dos mesmos (por ex.: a partir de um *brainstorming*) é determinante para o sucesso da 1ª fase de análise referida.

A título de exemplo, de forma a materializar o sistema em questão, um *Poka-yoke* conhecido por todos é o cabide inserido na parte traseira da porta do WC individuais. Este posicionamento (antigo erro do processo) planeado do cabide foi inicialmente instituído como política nas estações de serviço, de forma a cessar com o constante esquecimento por dos utilizadores dos seus casacos. Estando o cabide, invariavelmente, em frente ao utilizador assim que este saí do WC, não há maneira de não visualizar o seu casaco. Assim, a probabilidade do defeito de esquecimento reduz drasticamente.

A nível industrial, podemos referenciar o caso de um operador cometer determinado erro no processo que comprometeria a qualidade do artigo, o que fará que o *Poka-yoke* implementado para a máquina para que o defeito não se prolongue ou seja eliminado.

Como vemos, um *Poka-yoke* nem sempre é apenas um utensílio, mas sim um procedimento estratégico que atua sobre a origem do problema.

2.4.4. Gestão Visual

Trata-se de uma metodologia de apresentação informativa revigorada, tem como princípio simplificar as informações mais relevantes e apresentá-las da forma mais clara possível, no local mais apropriado para o contexto em causa. A execução efetiva dos princípios desta metodologia potenciará a eficiência operacional dos processos e a motivação dos colaboradores (Eaidgah, Maki, Kurczewski, & Abdekhodae, 2016). A correta gestão visual sustenta com eficácia a execução dos processos, permitindo por exemplo diminuir significativamente o tempo despendido dos operadores em atividades de procura (de informações ou materiais). A gestão visual é concretizada pela execução das funções de dispositivos/mecanismos de controlo, sinalização e informação. Estes elementos visuais devem estar estruturados de maneira que qualquer pessoa retenha toda a informação que apresenta num “piscar de olhos”.

Vocacionados para a cultura *Lean*, teremos cada vez mais capacidade para visualizar que nas mais diversas atividades do dia-a-dia estão frequentemente presentes técnicas de gestão visual, o que indica a sua adequabilidade de aplicação a qualquer área. Esta prática de gestão tanto está orientada para a gestão de operações como para a normalização fabril, pode suportar as decisões dos gestores de topo como também orienta o trabalho dos operários (Pinto, 2009). Os setores de atuação são tão diversos quanto os contextos específicos: sinalizar problemas, evitar erros, manter a organização dos postos de trabalho, controlar e comparar resultados, comunicar estados de trabalho ou qualidade, gerir *stocks*, etc.

No processo de criação de um sistema de gestão visual existem diversas partes cruciais, é vital que numa fase inicial toda a informação recolhida seja triada e tratada, de forma a obter para a apresentação apenas a informação mais relevante. Deve, posteriormente e perante a realidade em questão, ser considerada a forma e meios de apresentação visual (gráficos, imagens, sinaléticas, marcas, sinais sonoros, instruções de trabalho padronizado) mais adequados (de interpretação imediata e intuitiva) para os quais a informação necessária escolhida deve ser transformada. Criar as condições de apresentação visual mais apropriadas é a única maneira de otimizar a capacidade do utilizador em absorver a máxima quantidade de informação, no menor espaço de tempo. Por si só, os dados estando num formato visual mais simplificado (ex.: passados de uma tabela para um gráfico) já estimulada a motivação para reter mais informação e mais rapidamente.

Mais uma vez, para materializar o conceito de gestão visual, avalie-se o seguinte caso utilizado por grande parte das indústrias: um *dashboard* com indicadores de desempenho estando exposto para todos segundo uma cultura de gestão visual (considerando o tamanho dos dados mestre, cores de diferenciação, gráficos análise dinâmica, histórico para ponderação/comparação e *layout* apelativo), torna os objetivos a atingir muito mais claros e disponíveis para qualquer colaborador que o observar. Outras atividades, como a gestão de projetos pode ser sustentada por esta metodologia: controlo de tarefas e responsabilidades, constituição de equipas de trabalho, etc.

No Japão surgiu um dos primeiros instrumentos de gestão visual mais completos: “Sistema/Quadro Kamishibai Industrial”. Este quadro tinha como principal objetivo a gestão de um projeto de equipa e suas tarefas associadas. A partir de um quadro, onde se colocam cartões por colunas, sendo que cada cartão é uma operação e cada coluna corresponde a um período (diário, semanal, mensal). Cada cartão existente é uma obra repleta de mecanismos visuais, por recurso a diferentes cores, símbolos e utilizando as 2 faces do mesmo, consegue-se sinalizar o tipo de tarefa, o seu estado de execução e o resultado gerado. Sendo que qualquer pessoa, da mesma forma, pode compreender

visualmente todas as informações necessárias sobre a situação em que o projeto da equipa se encontra, em qualquer momento. Ainda pode ser observada a sequência de operações e o *modus operandi* em caso de inconformidades (Correia, 2018).

Este tipo de sistema facilita a comunicação entre a equipa, informa sobre o sucesso gerado em cada tarefa, comunica sobre a necessidade de ações corretivas, muda a cultura de gestão, promove autonomia os interveniente, desenvolve dinamismo no ambiente de trabalho, motivando para a melhoria contínua.

Como já referido a gestão visual trabalha em sinergia com outras ferramentas *Lean*. Pode apoiar o desenvolvimento de mecanismos *Poka-yoke* (numeração, letras, símbolos e cores) de forma a evitar o erro humano e o tempo despendido em retrabalho (*Andon*). Será ainda útil para garantir o cumprimento dos princípios 5S (*Shadow boards* e *Kaizen foam*). Permite ainda combater o desperdício dos movimentos e transporte pela normalização da localização dos materiais e ferramentas, evitando mobilização para procuras desnecessárias. Ao nível do planeamento também poderá ser crucial, pois ao expor claramente o *status* dos trabalhos, permitirá uma rápida reação corretiva (Suzaki, 2013).

2.4.5. *Standard Work*

O *Standard Work* é uma ferramenta que estabelece e padroniza as operações de forma sequenciada e cronometrada para cada operador, para assim estes executarem os processos da melhor forma e pela ordem correta. Permite definir como as operações devem ser efetuadas num determinado posto de trabalho, para que os operadores saibam o padrão de execução, evitando a aleatoriedade e minimizando a variabilidade (*mura*) dos métodos aplicados para a mesma tarefa. Esta ferramenta *Lean* permite assim documentar as melhores práticas atuais para o desenvolvimento de determinada processo. Esta formalização das informações uniformiza os métodos de trabalho para evitar desvios na execução e potenciar a qualidade do produto ou serviço (Emiliani, 2008).

Um diagrama *Standard Work* apresenta normalmente as seguintes informações:

- Especificação do trabalho (descrito o modo operativo a utilizar)
- Sequência de operações
- Tempo de ciclo normalizado, *Takt Time*, *WIP*
- Ferramentas e consumíveis necessários por tarefa
- Procedimentos/informações de segurança e EPI obrigatórios
- Especialização/ Responsável
- Informações de procedimento em caso de anomalia

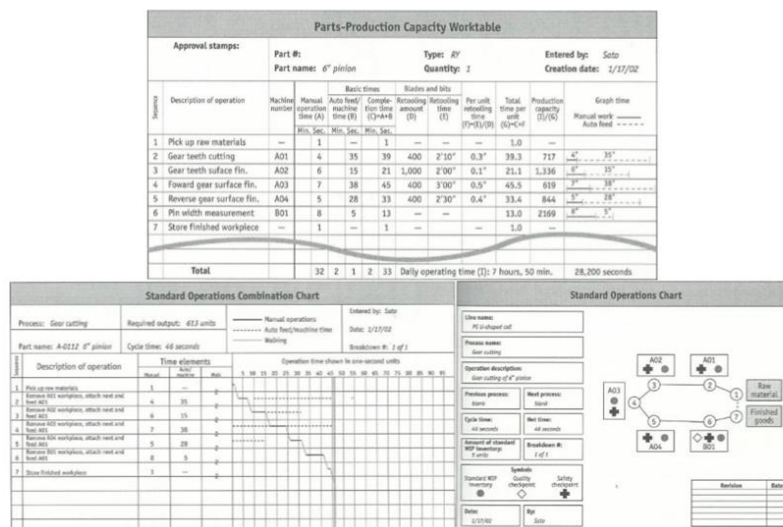


Figura 5 - Diagramas Standard Work (Productivity Press Development Team, 2002)

Esta ferramenta de formação, inteiramente dedicada para os técnicos de operação, permite aumentar os seus conhecimentos sobre a execução do trabalho e é fator de motivação/satisfação, sempre que estes consideram que a implementação melhorou a sua operação diária.

A informação apresentada deve ser prática e utilizável, podendo muitas vezes ser estruturada pelas diretrizes da gestão visual. O nível descritivo das tarefas deve ser aceitável e compreendido por qualquer executante. Sendo que se deve aprimorar o grau de especificação e simplificação descritiva para que as tarefas sejam compreendidas por qualquer pessoa que não esteja familiarizada com o contexto industrial em causa.

Esta orientação do trabalho, no contexto de empresa, visa maximizar o desempenho e obter superior eficiência, a partir da redução do desperdício em cada operação. Como benefícios individuais pode apresentar (Productivity Press Development Team, 2002):

- Previne a execução de atividades com desperdícios e diminui tempo de ciclo;
- Economia de movimentos e esforço pelos operadores;
- Aumento da eficiência na utilização dos recursos;
- Minimização da probabilidade de ocorrência de erros;
- Menor aleatoriedade no método de execução da mesma tarefa (pelo mesmo ou entre trabalhadores);
- Diminui o tempo de resposta;
- Adequabilidade para melhoria do SGQ no âmbito ISO;
- Integração de novos colaboradores e maior facilidade na aprendizagem de novas operações;
- Polivalência e menor risco perante assiduidade;
- Reduz o stress no local de trabalho.

Note-se que qualquer definição detalhada de um modelo de trabalho padrão não é uma norma de trabalho estática, é sim um método que se adequa ao nível ótimo de trabalho exigido aos trabalhadores e máquinas em determinado período, mas que deve diariamente ser questionado e matéria para melhoria contínua. O trabalho padronizado constitui a linha de base e suporte de alavancagem para o *Kaizen* (Sá, 2019).

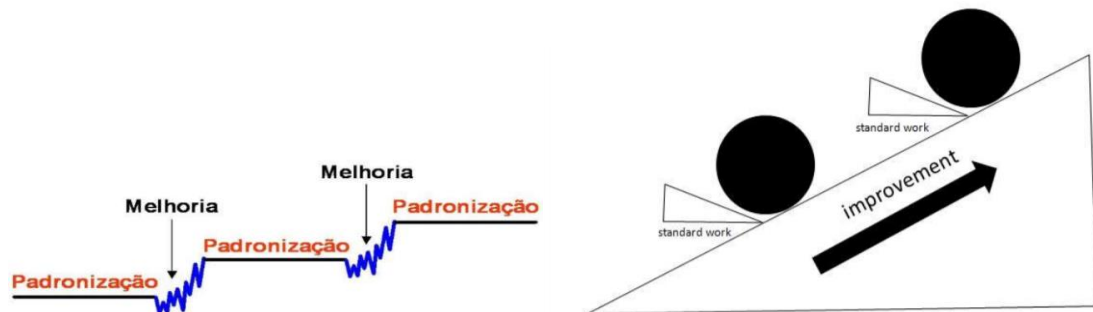


Figura 6 - Sinergia entre o SW e a melhoria contínua (Sá, 2019)

À medida que o método padrão é melhorado, o novo padrão de execução da operação torna-se a linha de base para novas melhorias, e assim por diante. Melhorar o trabalho padronizado é um processo sem fim (Monden, 1998).

A qualidade das técnicas documentadas nesta ferramenta exige um trabalho prévio de estudo ou análise das melhores práticas atuais para o desenvolvimento de determinada operação. Para que se entenda, o instrumento *Standard Work* é o último passo do procedimento concepção do trabalho.

Ou seja, até que se verifique a aplicação do *Standard Work* as 2 seguintes etapas têm de estar anteriormente finalizadas (Gonçalves M. A., 2017):

1. Estudo do trabalho

Por observação direta, avaliação crítica e registo detalhado de todos os parâmetros e características envolvidas nos métodos de execução *AS-IS* (operações, movimentos, ferramentas, ergonomia, exigências fisiológicas e comportamentais). Focado nos procedimentos de trabalho, inclui o estudo dos tempos e das ações de operação.

Entre ambas as fases prevê-se questionar sistematicamente a adequabilidade do método operacional vigente, identificar atividades que não acrescentam valor e propor novos cenários alternativos.

2. Formulação dos métodos

Idealização (*TO-BE*) de métodos de trabalho menos exaustivos, mais simples e económicos, a partir da correção dos desperdícios identificados na etapa anterior. Para especificação das atividades aperfeiçoadas, deve verificar-se uma eliminação prévia dos trabalhos improdutivos e não fundamentais (processos não balanceados, sequência de operações ineficiente, uso de máquinas e ferramentas inadequadas, movimentações duplicadas, percursos desnecessariamente longos e PT projetado erradamente a nível ergonómico).

Segue-se a implementação de teste e a avaliação dos resultados (*P-D-C-A*).

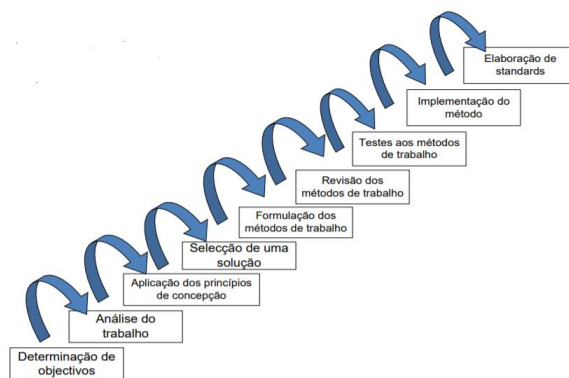


Figura 7 – Etapas do estudo do trabalho e implementação do SW (Gonçalves M. A., 2017)

2.4.6. Metodologia 5S

Os 5S tratam uma metodologia utilizada para a estruturação das condições mais adequadas nos espaços de trabalho: organização, limpeza, disciplina e segurança.

Os ganhos que resultam da sua implementação (processos e colaboradores mais eficientes e melhor ambiente de trabalho) são fundamentais verificarem-se antes da implementação maior parte das restantes técnicas *Lean*. A sustentabilidade da implementação de um projeto *Lean* depende, na maior parte dos casos, da eficácia dos resultados 5S. Este motivo aliado à facilidade/simplicidade da utilização da ferramenta são as consequências principais para a extrema frequência com que esta é recorrida, tornando-a a mais comum e referida. O ambiente de trabalho que possibilita criar, além de permitir minimizar desperdícios (tempos e distâncias percorridas em tarefas de procura), é benéfico para o sucesso das restantes ferramentas *Lean*, que nesta zona possam estar em operação: facilita a evidência e a deteção visual dos dispositivos *Poka-yoke*; diminui stress de todos os colaboradores, contribuindo para que, todos os dias, estejam motivados para a melhoria contínua (Liker, 2004).

Este processo que imperativamente deve ser gradual é um dos princípios mais essenciais para a estruturação do *Kaizen*. A execução dos 5 passos que estabelece, além de gradual e sequencial, deve ser sistemática. O conceito 5S, com aplicabilidade possível em qualquer local de trabalho, defende que a análise e melhoria do processo deve contemplar este conjunto de 5 ações (Pinto, 2009):

1. *Seiri* (organização) – Retirar do espaço de trabalho os itens obsoletos e deixar apenas o que se analise ser extremamente necessário.
2. *Seiton* (arrumação) – Definir um lugar para cada material para organizá-los materiais da forma mais eficiente possível: considerando/classificando o fluxo que percorrerão e a sua frequência de utilização.
3. *Seiso* (limpeza) – Definir regras para a limpeza de todo o espaço, de forma a garantir visibilidade e eliminação da confusão.
4. *Seiketsu* (normalização) – Estabelecer os padrões (por vezes por recurso a outras ferramentas *Lean*, como a Gestão Visual) mais adequados e necessários para a manutenção do estado de ordem no local.

5. *Shitsuke* (autodisciplina) – Assegurar a continuidade sistemática do processo normativo, formando os colaboradores intervenientes e auditando o sistema implementado.

2.4.7. Sistema *Kanban*

Originalmente, pela mente de Taiichi Ohno na *Toyota*, o sistema *Kanban* surge como ferramenta de solução a problemas produtivos, nomeadamente, à sobreprodução. Mais tarde, as suas potencialidades começaram transversalmente a ser utilizadas no processo de gestão de stocks, tal como se verifica no presente caso de estudo.

A mudança do domínio de atuação, não altera em nada o objetivo operacional da ferramenta: regular os fluxos de material através do aumento da eficácia dos fluxos de informação.

No âmbito produtivo, controla para que se fabrique exatamente no momento e o conteúdo que o cliente requer e no contexto logístico contraria a possibilidade de roturas de stock pela sinalização visual, sistemática e ágil/instantânea das necessidades de reposição. Ao longo da cadeia de abastecimento, os benefícios deste sistema de baixo custo continuam a existir, além de alinhar perfeitamente os níveis de *stock* e o momento de encomendas a fornecedor com a cadencia a que as MP são consumidas, permite uma gestão visual clara e rápida das encomendas pendentes, em progresso (quadro *Kanban*). Este fator capacita para um maior controlo e seguimento dos pedidos a fornecedor e seus tempos de resposta.

Na prática, o *Kanban* visa principalmente evitar as roturas ou excesso de *stock* desenvolvendo um sistema de controlo e sinalização das necessidade de aprovisionamento extremamente simples e eficaz, recorrendo às metodologias da gestão visual. Paralelamente, irá promover a autonomia dos colaboradores, na medida em que serão eles a gerir o seu próprio trabalho segundo os sinais que visualizarem no sistema. A implementação deste sistema requererá uma prévia formação das partes interessadas orientando para o espírito disciplinar necessário e para uma cultura de melhoria continua procurando desperdícios durante a utilização da metodologia (Gross & Mcinnis, 2003).

O termo *Kanban* significa registo, mas *Kanban* não é apenas um cartão é um sistema cíclico cujo bom funcionamento depende do sucesso de um conjunto de ferramentas que operam colaborativamente e das pessoas que dinamizam o fluxo de informação:

Ferramenta de sinalização

O início do ciclo *Kanban* verifica-se com a emissão de um sinal que informe o utilizador da necessidade reaprovisionamento.

Segundo a filosofia *Lean*, é aconselhável recorrer-se à gestão visual para desenvolver e implementar os mecanismos que sinalizarão continuamente os níveis de stock (sistema de cores em altura ou limite, escala colorida ajustável, método das 2 caixas, etc). Dependendo do tipo de artigo armazenado (forma, volume, etc), as características da ferramenta de sinalização deverão ser apropriadamente adaptadas. Devendo permitir uma análise rápida e identificação instantânea da informação que destaca.

Assim que for identificado visualmente, pela ferramenta de sinalização, que o nível de *stock* se encontra no ou abaixo do ponto de encomenda, o utilizador responsável deverá retirar o cartão *Kanban* da zona onde se encontra fixo, junto ao artigo a que está associado, e movimentá-lo para a “Caixa de encomendas a fornecedor por emitir”.

Cartão *Kanban*

Como elemento chave do mecanismo, especificamente neste contexto dos reaprovisionamentos de MP e componentes, o tipo de “Cartão *Kanban*” a utilizar é de requisição. A movimentação de um cartão destes para a caixa/contentor de encomendas por efetuar, sinaliza visualmente e pretende comunicar, a um 2º nível, a necessidade de encomendar determinado artigo ao fornecedor.

Um cartão representa uma determinada referência de artigo, deve encontra-se junto à localização onde o *stock* deste *SKU* é armazenado e apresentá-lo logisticamente com os possíveis seguintes dados (Ohno, 1988):

- Código (*SKU*) e descrição;
- Fornecedor preferencial;
- Tempo de aprovisionamento médio;
- Ponto de encomenda;
- QEE;
- *Stock* mínimo;
- Artigos associados.

Caixa de encomendas a fornecedor por emitir

O responsável logístico pelo lançamento das encomendas fará o tratamento daquelas que se encontram neste contentor, segundo a periodicidade que for mais adequada para o funcionamento eficaz do respetivo sistema. Após a encomenda se encontrar do lado do fornecedor, o “Cartão *Kanban*” de requisição deverá ser colocado e mantido no “Quadro *Kanban*”, até à chegada do material respetivo.

Quadro *Kanban*

O “Quadro *Kanban*” albergará todos os cartões que estão associados a encomendas pendentes de entrega, poderá ser organizado de várias formas (por família de produtos, ordenação vertical por data de encomenda, etc) e deverá estar junto à zona de receção de materiais. Pois, assim que a encomenda a que de determinado cartão *Kanban* diz respeito chegar a armazém, este material deverá ser colocada na sua definida localização bem como o cartão *Kanban* que o requereu e acompanha. Este posicionamento do elemento visual permitirá um maior controlo ao operador logístico no processo de 1ª inspeção à entrada e deteção de falhas do fornecedor.

O “Quadro *Kanban*” é mais um mecanismo de gestão visual que permite uma sucinta análise das encomendas que aguardam receção e com alguns recursos extra, pode ajudar a controlar o tempo de espera da encomenda para posteriormente agir em conformidade junto do fornecedor.

Deve notar-se que o preenchimento imperfeito de um qualquer parâmetro que pertença ao cartão *Kanban* irá condicionar toda a eficiência do sistema de reaprovisionamento. Tome-se como exemplo o fator “Ponto de encomenda”: para que a sua definição permita uma gestão ideal do momento em que deve ser lançada a necessidade de encomenda, é imprescindível que esta se sustente num trabalho prévio de desenvolvimento de um sistema de controlo de *stocks*.

A gestão de *stocks* não só é crítica para o sistema *Kanban*, como também para o sucesso os resultados gerais da organização (valores de custo mínimos, fluxo de abastecimento contínua, competitividade). Inicialmente, há que definir as políticas de aprovisionamento que assegurarão o funcionamento do sistema logístico. Verificam-se duas metodologias estocásticas base possíveis de adotar (Roldão, 1993):

- **Sistema de revisão periódica**, que impõe uma verificação do nível de *stock* a uma periodicidade fixa, obrigando a realizar encomendas com uma quantidade irregular e exponenciando a probabilidade de rotura de *stock*;
- **Sistema de revisão contínua**, que trata o modelo praticado na ENERGIE e define que o controlo das quantidade em *stock* seja contínuo. Este método prevê, que para o mesmo artigo, sempre que a quantidade em *stock* atinga o nível/ponto de encomenda (s), se lance uma encomenda com uma quantidade fixa.

O ponto de encomenda incube-se de manter o nível de *stock* necessário para satisfazer a procura (D) durante o período de aprovisionamento (L).

$$s = \bar{D}_L + SS_L$$

O *stock* de segurança (SS) funciona como fonte de salvaguarda perante todas as possíveis variações ao nível da procura e do prazo de reposição, sendo que será tanto maior quanto maior for a instabilidade de qualquer um dos dois fatores. Suportar o custo de posse do *stock* de segurança é quase sempre necessário para prevenir as situações de ruturas de *stock* durante o período de risco (prazo de aprovisionamento/*lead time*). O cálculo do *stock* de segurança pode ser simplificado pela consideração do fator nível de serviço (Z). O nível de serviço estabelece a probabilidade de não se verificarem roturas de *stock*. Este parâmetro pode ser gerado através da distribuição normal, mas geralmente na indústria são utilizados valores entre 90 e 95% (Gonçalves J. F., 2010).

$$SS_L = Z \sigma_{DL}$$

Como se tem vindo a explicitar, as variáveis utilizadas para o dimensionamento dos parâmetros de gestão de *stocks*, podem assumir diferentes estados, dependendo do contexto em que o sistema logístico se encontre. Por esta razão, o processamento do sistema de revisão contínua adapta-se do seguinte modo:

	Prazo de reposição Constante	Prazo de reposição Variável
Procura Constante	$\bar{D}_L = DL$	$\bar{D}_L = D\bar{L}$ $SS_L = ZD\sigma_L$
Procura Variável	$\bar{D}_L = \bar{D}\bar{L}$ $SS_L = Z\sigma_D\sqrt{\bar{L}}$	$\bar{D}_L = \bar{D}\bar{L}$ $SS_L = Z\sqrt{\sigma_D^2\bar{L} + \bar{D}^2\sigma_L^2}$

Figura 8 - Matriz para cálculo dos parâmetros de gestão de *stocks* (Pereira, 2019)

3. CASO DE ESTUDO

O capítulo nº3 contempla a apresentação da empresa em que o projeto se desenvolveu, os produtos que fabrica e comercializa, o sistema produtivo objeto de análise, o detalhe dos problemas identificados durante o processo de análise, o estabelecimento da visão e o percurso de implementação das proposta de melhorias que define. Finda com a sumarização avaliatória dos resultados globais.

3.1. Apresentação da empresa e produtos

A ENERGIE é uma PME portuguesa criada em 14 de outubro de 1981, na Póvoa de Varzim, com o capital inicial de 500.000 escudos. A empresa, de géneses marcadamente familiar, foi constituída com o objetivo de fabricar e comercializar sistemas e equipamentos à base das energias renováveis. Como todas as suas congéneres enfrentou enormes dificuldades para vingar, e só a persistência, a vontade e a motivação foram os fatores que a colocam hoje no patamar do mercado, destacando-se a sua liderança de mercados pela marca ENERGIE e tem vindo a desenvolver uma adequada estratégia de crescimento por via da expansão dos negócios, com uma rede nacional de instaladores independentes e rede internacional de distribuidores (ENERGIE - EST, 2017).

Missão: “A nossa missão é continuar a conquistar e alcançar uma posição de destaque nos novos mercados em todo o mundo e atuar de forma socialmente responsável na comunidade global.”

Visão: “Acreditamos que através do desenvolvimento de tecnologias inovadoras e processos eficazes encontraremos as soluções necessárias para enfrentar os desafios do futuro, tornando dessa forma o planeta economicamente mais estável, através de um integral aproveitamento dos recursos naturais.”

Princípios:

- Procura da Excelência, produzindo com a máxima qualidade e a maior eficiência de Recursos;
- Aposta contínua na inovação de produtos, de processos e ligação ao mercado e Consumidores.

As instalações e equipamentos da ENERGIE-EST foram planeados de forma a dar resposta à atividade desenvolvida pela empresa, conferir uma atuação mais eficiente e eficaz na atuação dos colaboradores de forma a contribuir para a satisfação das necessidades dos seus clientes bem como, potenciar uma evolução sustentada face às necessidades e perspetivas dos mesmos.

Quer ao nível das infraestruturas quer do ambiente de trabalho são proporcionadas condições adequadas e que se ajustam às necessidades detetadas para implementação, manutenção e melhorias da capacidade de potenciar a satisfação dos clientes e cumprimento dos seus requisitos.

Organograma Geral

As funções dos vários órgãos da empresa encontram-se descritas no organograma que se segue. Documento este que é elaborado por área funcional, envolvendo os respetivos Responsáveis de Departamentos.

Cada um dos setores/departamentos ilustrados englobam distintas responsabilidades afetas a todos os colaboradores que se encontram envolvidos na gestão e supervisão de atividades que influenciam a qualidade dos produtos e dos serviços.

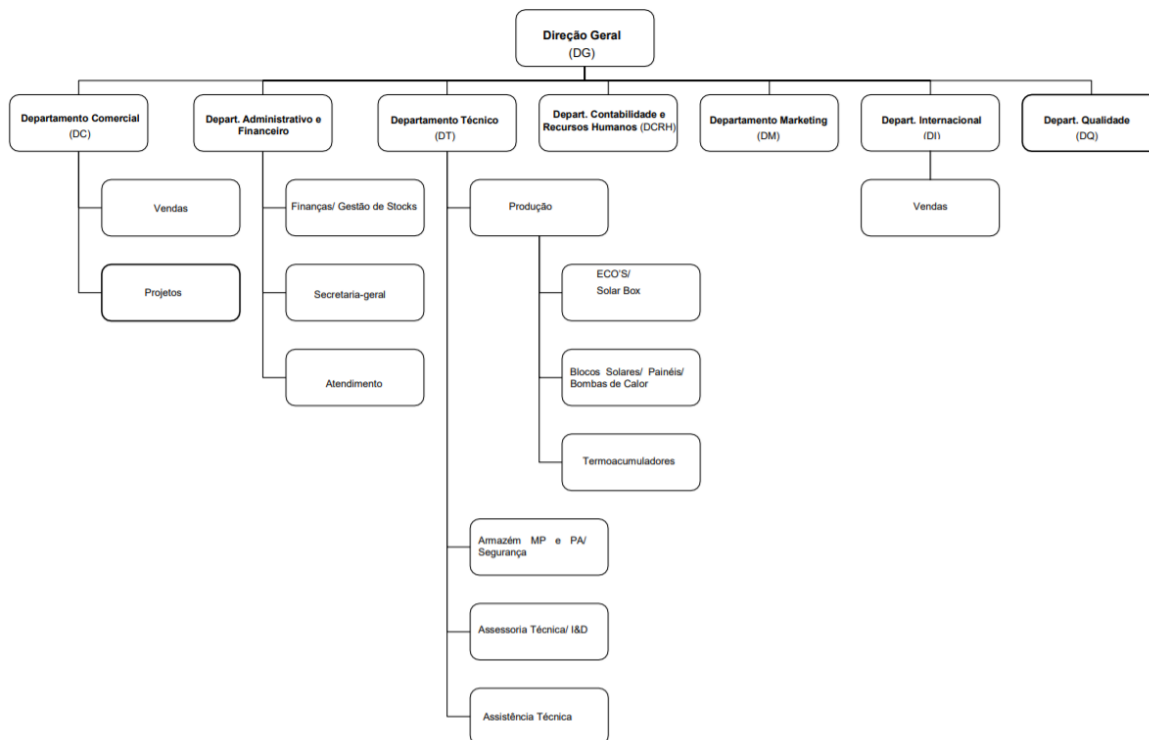


Figura 9 - O organograma ENERGIE

Modelo de negócio

Sobre a forma de um diagrama *Business Model Canvas* é possível, de um modo sintético, avaliar o modelo de negócio da ENERGIE. Abaixo se pode observar a apresentação desta ferramenta potencialmente abrangente e que faz gerar de forma sustentada uma filosofia de ação direcionada para a melhoria contínua:

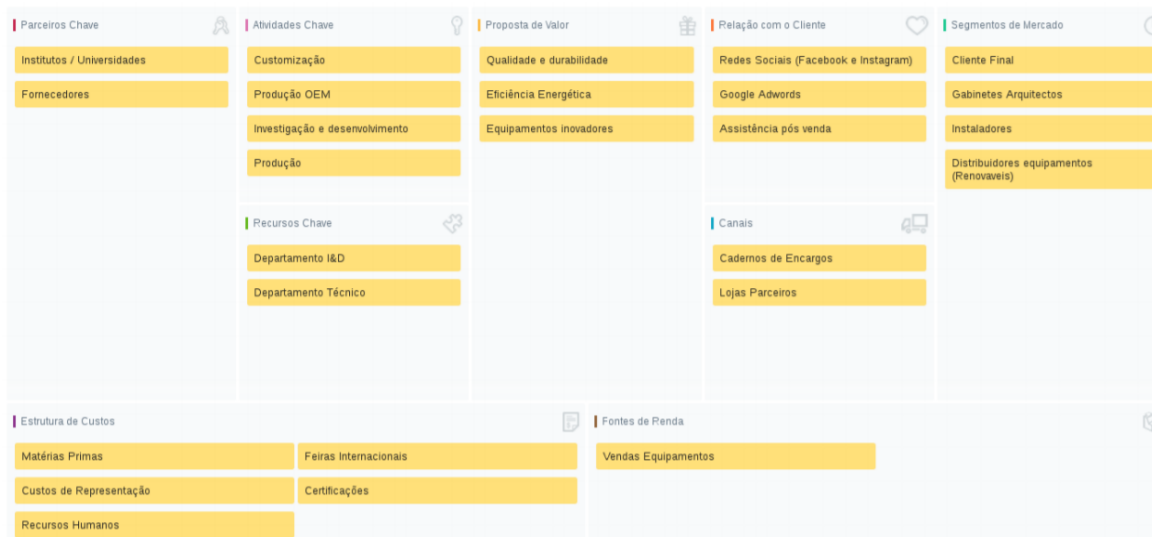


Figura 10 - O Business Model Canvas ENERGIE

Produtos fabricados

Em 1990, a ENERGIE patenteou um leque de equipamentos de energias renováveis, nomeadamente sistemas solares termodinâmicos e bombas de calor para produção de Água Quente Sanitária (AQS), climatização e piscinas.

Os equipamentos ENERGIE chegam aos diversos pontos do globo por 2 vias alternativas: ou pelos pequenos distribuidores que realizam a venda direta ao consumidor final ou por distribuidores OEM que geralmente apresentam estruturas e carteiras de cliente de grande dimensão, possuem marca própria e tem para com a ENERGIE fechados cotratados mais rígidos, com normas de fabrico, entrega e compra rigidamente estabelecidas.

Os equipamentos de energias renováveis referidos apresentam adequabilidade de instalação a uma gama diversa de setores domésticos e não só: hotéis, unidades de saúde, complexos desportivos e industriais.

Os conceitos de fiabilidade e conforto, prometidos pela ENERGIE, são garantidos pelos 12 modelos de produtos que a seguinte tabela agrupa por tipo de solução: bomba de calor ou sistema solar termodinâmico.

Tabela 2 - Modelos por tipo de solução

Sistema Solar termodinâmico	Bombas de calor
BLOCO SOLAR TERMODINÂMICO	X30
BLOCO SOLAR ULTRA	THERMOBOX
BLOCO SOLAR ULTRA PLUS	SPLIT
ECO	MONOBLOC
ECOTOP	EVOTERM COMBI 3-13
SOLARBOX	INVERTER

Apesar do objetivo a que se propõem os diversos modelos ser comum (promover a máxima eficiência e poupança) a sua classe funcional, isto é, a função para a qual foram desenhados pode muitas vezes não ser a mesma. Passa-se a expor para todo e qualquer modelo, que pertença ao catálogo de soluções ENERGIE, a sua associação à respetiva classe funcional:

Tabela 3 - A classe funcional dos modelos

Modelo/Família	Tipologia	Classificação Funcional
SPLIT	Bomba de Calor	Bomba de Calor AQS
MONOBLOC	Bomba de Calor	Bomba de Calor AQS
X30	Bomba de Calor	Bomba de Calor AQS + AC
INVERTER	Bomba de Calor	Bomba de Calor AQS + AC
BLOCO SOLAR ULTRA PLUS	Sistema solar termodinâmico	Geotermia
THERMOBOX	Bomba de Calor	Geotermia
EVOTERM COMBI 3-13	Bomba de Calor	Geotermia
ECO	Sistema solar termodinâmico	Termodinâmico AQS
ECOTOP	Sistema solar termodinâmico	Termodinâmico AQS
SOLARBOX	Sistema solar termodinâmico	Termodinâmico AQS
BLOCO SOLAR TERMODINÂMICO	Sistema solar termodinâmico	Termodinâmico AQS + AC
BLOCO SOLAR ULTRA	Sistema solar termodinâmico	Termodinâmico AQS + AC

As cinco classes funcionais, anteriormente mencionadas e que a ENERGIE debita para o mercado, traduziram-se no ano de 2019 nos seguintes valores e proporções:

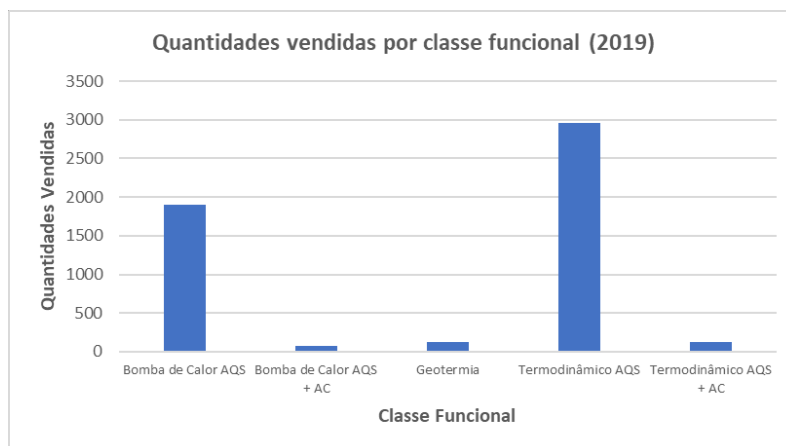


Figura 11 - Gráfico de barras das quantidades vendidas por classe funcional (2019)

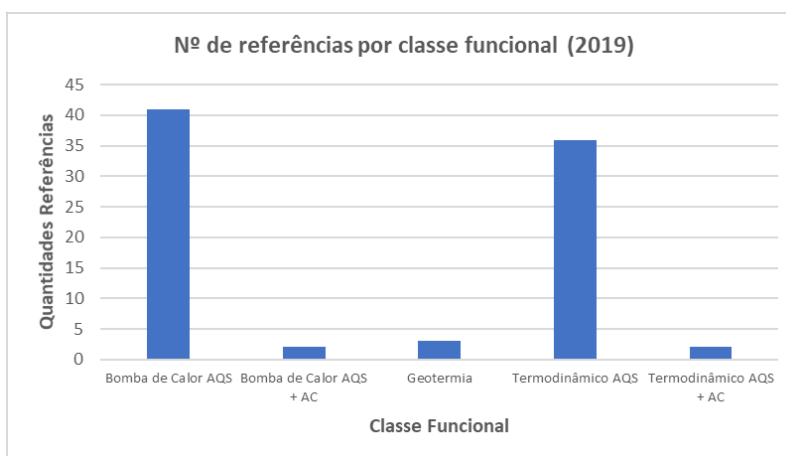


Figura 12 - Gráfico de barras do nº de referências por classe funcional (2019)

O projeto a desenvolver foi alinhado para que se reorganize o sistema produtivo de **equipamentos domésticos de AQS**. Tal solução de artigos que fazem compor exclusivamente as 2 seguintes classes de funcionalidade: “Bomba de calor AQS” e “Termodinâmico AQS”. Assim se percebe que será, exclusivamente, sobre as duas classes mencionadas que o presente projeto direcionará todo o seu esforço e desenvolvimento. As 74 referências de artigos que compõe as duas classes alvo de análise, da presente dissertação, representaram, no passado ano, 94% do volume de vendas global.

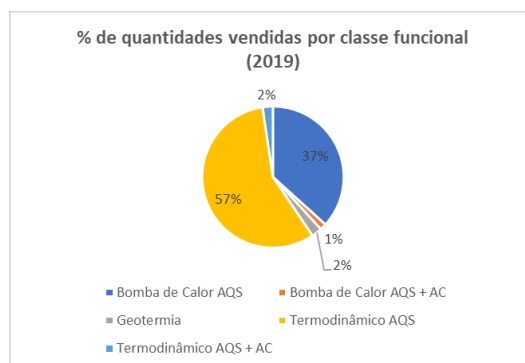


Figura 13 - Gráfico circular das quantidades vendidas por classe funcional (2019)

Passam-se a apresentar os modelos (por classe) que servirão de base e linha de desenvolvimento para todos os posteriores projetos de abordagem aos pensamentos *Lean*:

Tabela 4 - Modelos alvo de estudo

Modelo/Família	Classificação Funcional
SPLIT	Bomba de Calor AQS
MONOBLOC	Bomba de Calor AQS
ECOTOP	Termodinâmico AQS
ECO	Termodinâmico AQS

Para os mesmos modelos acima delineados (englobando todas as referências fabricadas: stock, OEM e encomendas customizadas), segue-se a distribuição do volume de vendas (por quantidade) referente ao ano de 2019:

Tabela 5 - Distribuição do volume de vendas em 2019 pelos modelos em análise

Modelo	Quantidade (Und.)	Quantidade (%)
SPLIT	560	13%
MONOBLOC	1346	30%
ECOTOP	1526	34%
ECO	1038	23%
Total	4470	100%

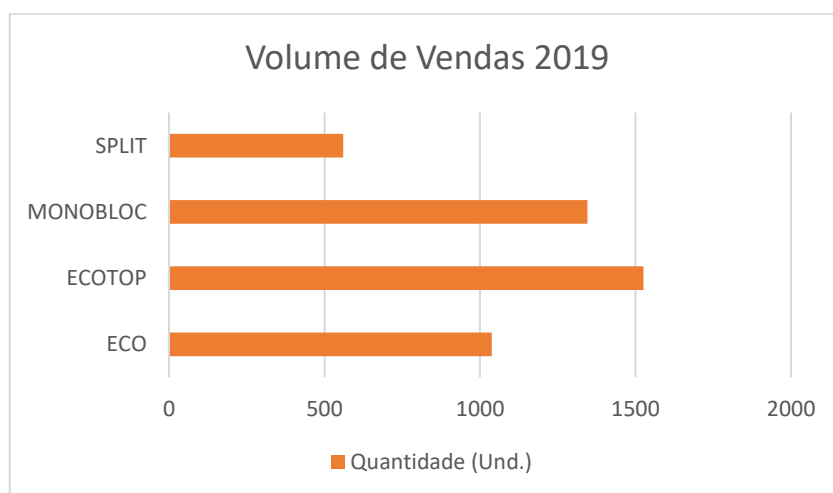


Figura 14 - Gráfico de barras do volume de vendas por modelo (2019)

Atente-se que apesar do modelo “SolarBox” ser um artigo do tipo termodinâmico e de função AQS (Classificação funcional: “Termodinâmico AQS”) não será alvo de análise pois é um item vendido de forma singular que não ingressa no sistema de produção sobre o qual presente projeto se debruça. Referia-se, contudo, que, as 3 referências SolarBox são representativas de 8% do volume de vendas em 2019 (397 unidades).

Todos os 4 modelos objetos de estudo são constituídos e apenas funcionam pela interligação de 2 mecanismos principais: o termoacumulador e o grupo termodinâmico. Sendo que o termoacumulador é produzido na secção de fabrico Linha AQS e o grupo termodinâmico no Fabrico do GT, à exceção do modelo SPLIT que inclui um grupo termodinâmico não fabricado na ENERGIE. Consoante o modelo, o posicionamento, componentes e princípio de funcionamento do grupo termodinâmico no sistema varia, podendo ou não ser necessário integrar um utensílio extra (tal como um painel termodinâmico no caso do ECO/ECOTOP).

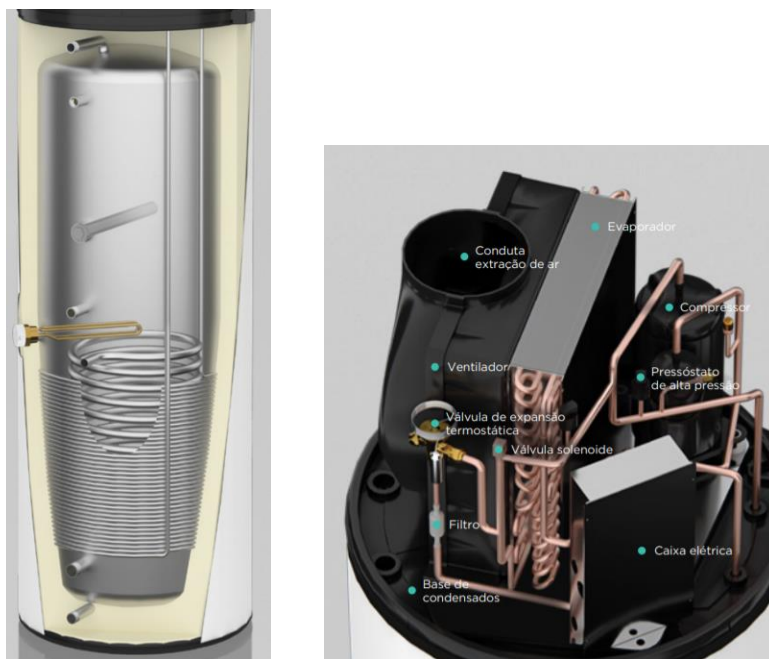


Figura 15 - Termoacumulador e grupo termodinâmico

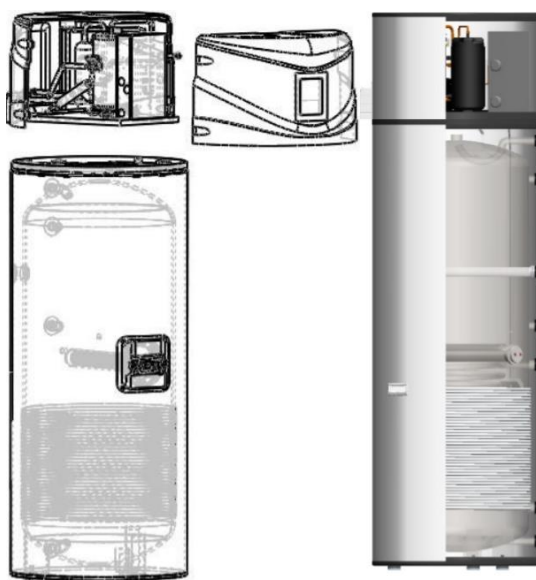


Figura 16 - Sistema assembled

O termoacumulador é constituído por um depósito em aço inox, isolado termicamente por poliuretano de alta densidade, circundado por um tubo de alumínio como forma de condensador e que ao qual se acopla um resistência, um termostato e um ânodo. O conjunto de componentes que formam o GT podem ser observados na figura 15. O componente evaporador encontra-se no GT apenas no caso dos modelos bomba de calor, sendo que nos termodinâmicos o processo de evaporação é assegurada por um painel termodinâmico localizado no exterior.

O termoacumulador é responsável pela acumulação da água e o GT pelo funcionamento do ciclo termodinâmico/trabalho sobre o fluido frigorigéneo que fará as trocas térmicas com o ambiente pelo evaporador ou painel e com a água através do condensador. O termoacumulador pode conter um depósito com 100, 160, 200, 250, 300 ou 500 litros.

Passam-se a especificar os diferentes princípios de funcionamento por classe funcional:

Bomba de Calor AQS – SPLIT/MONOBLOC

A bomba de calor utiliza o ar do meio ambiente para aquecer a água sanitária. O fluido frigorigéneo existente na bomba de calor executa um ciclo termodinâmico, que permite a transferência de energia do ar do meio ambiente para a água, presente no termoacumulador.

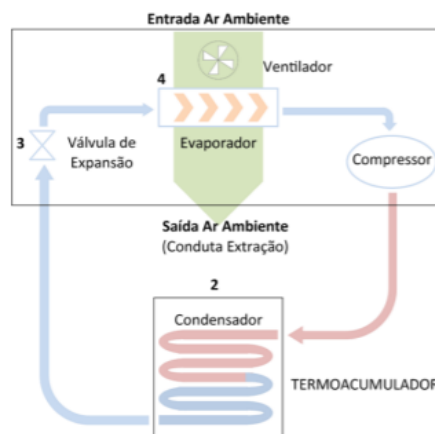


Figura 17 - Ciclo de funcionamento Bomba de Calor AQS

1. O fluido frigorigéneo é comprimido no compressor de alta eficiência, elevando a sua pressão e temperatura;
2. No condensador (sem contacto direto com a água) a energia calorífica presente no fluido frigorigéneo é transmitida à água presente no termoacumulador;
3. O fluido condensado (alta pressão) passa pela válvula de expansão que é responsável pelo alívio da pressão no mesmo;
4. O fluido absorve energia calorífica do meio ambiente através da passagem pelo evaporador com ação de um ventilador.

Termodinâmico AQS – ECOTOP/ECO

O Sistema Solar Termodinâmico também é um equipamento baseado no princípio de refrigeração por compressão - princípio de Carnot. O painel termodinâmico, que é o principal componente, colocado no exterior assegura a captação da energia sobre:

- Radiação solar direta e difusa;

- Ar exterior, por convecção natural;
- O efeito do vento (quase sempre existente);
- Água da chuva.

A diferença de temperatura provocada pelos agentes externos anteriores, garante que o fluido frigorigéneo ecológico se evapore no interior do painel.

A ausência de vidro no painel termodinâmico permite aumentar as trocas térmicas por convecção.

Após a passagem pelo painel, o fluido é aspirado pelo componente mecânico do grupo termodinâmico, o compressor, o qual lhe eleva a sua temperatura e pressão, que é por sua vez transmitida ao circuito de água através de condensador (tubo de alumínio em volta do depósito).

Antes do R134a regressar ao painel solar é necessário que ocorra um estrangulamento, ou seja, através de uma válvula de expansão termostática a pressão é reduzida e o fluido atinge novamente o seu estado líquido, completando assim o ciclo.

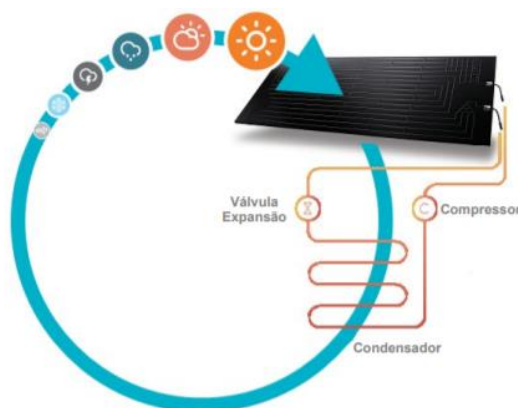


Figura 18 - Ciclo de funcionamento Termodinâmico AQS

Passam-se a ilustrar as diferentes estruturas assumidas por modelo:



Figura 19 - SPLIT e MONOBLOC

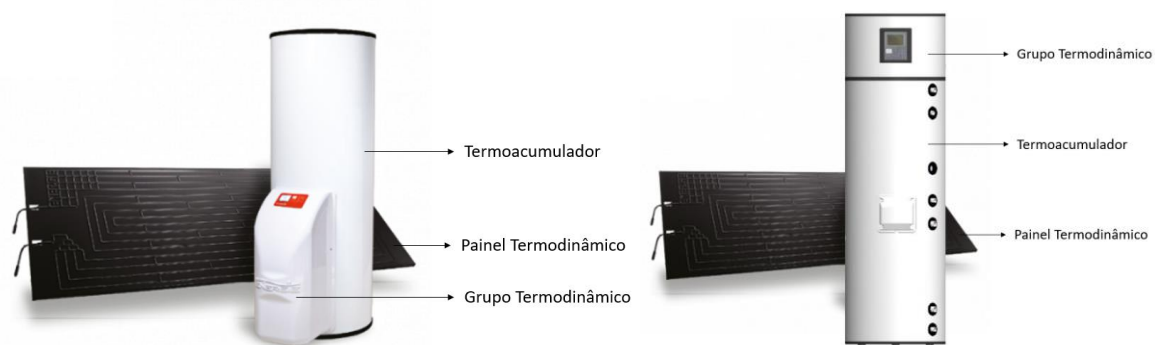


Figura 20 - ECO e ECOTOP

3.2. Descrição do processo

O complexo da ENERGIE está dividido em 3 grandes pavilhões, sendo que o de produção alberga 4 secções principais de fabrico:

Pavilhão nº1 - Unidade Produtiva/Fábrica

Secção nº1 – Linha AQS

Secção nº2 – Fabrico do GT

Secção nº3 – Fabrico de Blocos e Geotermia

Secção nº4 – Fabrico de Painéis

Pavilhão nº2 - Armazém de Matéria Prima e Componentes

Pavilhão nº3 - Armazém de Produto Acabado

Como já explicado, por razões de gestão do projeto e alinhamento com o posicionamento estratégico, ao nível produtivo, os esforços do presente trabalho não se alargam às secções de fabrico número três e quatro.

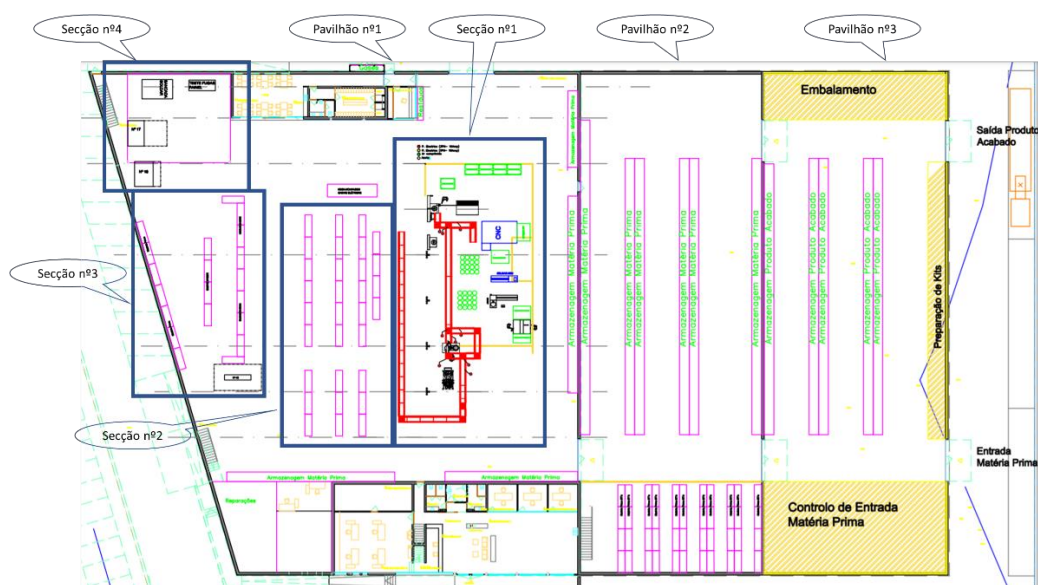


Figura 21 - Layout geral do complexo ENERGIE

A Linha AQS está dividida em 2 centros de trabalho: o “Termoacumuladores” que se dedica ao fabrico total do termoacumulador (desde o PT1 ao PT5) e o “Montagem do GT e Embalamento” que compreende o acoplamento do GT ao termoacumulador e o embalamento do sistema (do PT6 ao PT10).

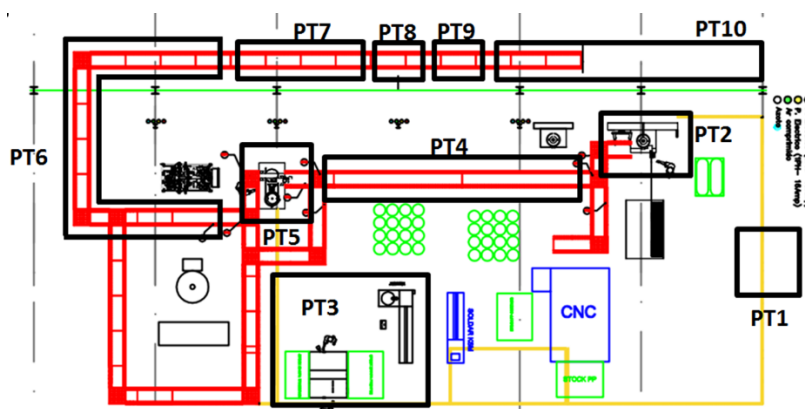


Figura 22 - Layout da Linha AQS

Segue a definição das atividades executadas por cada posto de trabalho da Linha AQS:

PT1 – Teste Hidráulico

Os depósitos são testados hidráulicamente a uma pressão de 10 bar que contempla o seu enchimento total com água, um estágio de 5 minutos à pressão com simultânea inspeção visual das fugas e o esvaziamento do mesmo. Regra geral, o teste de estanquicidade é feito em simultâneo para 2 tanques em paralelo.

Anteriormente, à inspeção/controlo de qualidade deve ser aplicado no tanque o ânodo de magnésio e a respetiva resistência.



Figura 23 - Máquina de Teste Hidráulico, teste de cuba e seu esvaziamento

PT2 – Enrolamento

Verifica-se o enrolamento, em volta do depósito anteriormente testado, do tubo de alumínio onde se realizara a condensação fluído.

A fixação desta serpentina de tubo ao tanque é da responsabilidade de uma massa térmica, que propositadamente possui características adequadas para potenciar as trocas térmicas entre o fluído que passa no condensador e a água acumulada no interior do depósito.

Ainda neste posto se aplica o fundo da estrutura do termoacumulador e os seus três “pés” de suporte.



Figura 24 - Bobines para Enrolamento, enrolamento do condensador e movimentação final

PT3 – Preparação de chapa

Formação da camisa/estrutura lateral do termoacumulador, através da união entre uma chapa frontal e uma traseira. O processo de união verifica-se após clinchar e prensar a emenda entre chapas.

A última etapa da operação exige um tratamento de rebordo das arestas superiores e inferiores da camisa, para que esta seja capaz de se acomodar ao copado inferior e ao superior.

A preparação de capacetes (para ECOTOP e MONOBLOC) também é executada exatamente da mesma forma acima descrita.



Figura 25 - Armazenamento das chapas, mesa de clinchagem e stock intermédio

PT4 – Encamisar e trabalhos auxiliares

Tratamento mecânico do condensador, verificação de fugas no mesmo, colocação de espumas de isolamento no depósito e nas suas conexões, aplicação da estrutura anteriormente preparada, do copado superior e das tampas de acabamento necessárias.



Figura 26 - Tratamento do condensador, aplicação de espumas e encamisar

PT5 – Injeção

Aplicação manual dos elementos de fixação e suporte à injeção.

Fecho das portas para conformação do termoacumulador e injeção de poliuretano entre o depósito e a face interior da camisa.



Figura 27 - Máquina de Injeção, conformador e processo de injeção

PT6 – Pós-Injeção

Eliminação manual de todos os utensílios de fixação secundários que restarem (fita-cola, etc), remoção de aparas de poliuretano que possam ter vertido e limpeza total do termoacumulador.



Figura 28 - Termoacumulador por detalhar

PT7 ao PT10 – Montagem do GT e Embalamento

Acoplação do grupo termodinâmico ao termoacumulador, o que exige a ligação entre tubos de alumínio (do termoacumulador) e de cobre (do GT), pelo cravar dos mesmos e abocardar/fixar com anéis de alumínio. Carga de azoto para verificação de fugas na referida união, selagem da mesma com manga termo retrátil (PT7).



Figura 29 - Processo de montagem do GT ao termoacumulador para formação do sistema

Realização das ligações elétricas, vácuo ao sistema, carga do fluido frigorígeno (PT8) e teste elétrico (PT9).



Figura 30 - Ligações elétricas efetuadas no termoacumulador



Figura 31 - Máquina de Vácuo e Carga de Gás e máquina de Teste Elétrico

Última limpeza e pinturas de retoque, aplicação de autocolantes, etiquetas de características e expedição, agregação de acessórios e manuais e por fim, embalagem com esferovites e caixa de cartão (PT10).



Figura 32 - Aplicação de autocolantes, etiquetagem e processo de limpeza



Figura 33 - Embalamento do sistema

A secção Fabrico do GT apenas dispõe de mesas fixas livres e de ferramentas e máquinas móveis. Pelo que, nesta zona não existem postos de trabalho fixos. Cada espaço de uma mesa possui um grupo termodinâmico e por cada lugar, por cada grupo são executadas todas as operações necessárias, repetidamente. Não existe uma zona exata para cada operação. Em todas as zonas são executadas todas as operações. Assim sendo, esta secção não pode ser dividida por centros de trabalho, nem por postos de trabalho, ainda que possua diferentes operações que tem de ser executadas segundo uma sequência definida:

1. MCC - Montagem do ventilador (com complementar isolamento), do suporte de ventilador e do evaporador
2. PB - Preparação da base, montando na mesma o conjunto acima indicado com a inclusão do compressor
3. IST - Instalação e soldadura da tubagem (prevê aplicação de pressostatos e válvula solenoide)
4. CTI - Corte integral (e externo) dos isolamentos
5. CLI - Aplicação/cola dos isolamentos (cada um por base, isolando as tubagens)
6. CA - Carga de azoto
7. PCE - Preparação (externa) da caixa elétrica
8. LE - Realização das ligações elétricas
9. VPC - Verificação das pressões de carga
10. VACG - Vácuo e Carga de Gás
11. TE - Teste elétrico



Figura 34 - Secção de Fabrico do GT

A gama ECO não contempla a 1ª operação pois o seu evaporador é assumido pela forma de um painel, que é fabricado numa outra secção fora do âmbito do estudo.

Note-se que qualquer referência que pertença a um dos 4 modelos de estudo, tem de passar por todas as etapas do fluxograma abaixo, que representa na totalidade o fluxo operacional do sistema Linha AQS & Fabrico do GT. À exceção do modelo SPLIT que, como já explicado, pelas particularidades de obtenção do respetivo grupo termodinâmico, no centro de trabalho “Montagem do GT e Embalamento” nenhum grupo lhe é acoplado e apenas são realizadas as operações subsequentes.

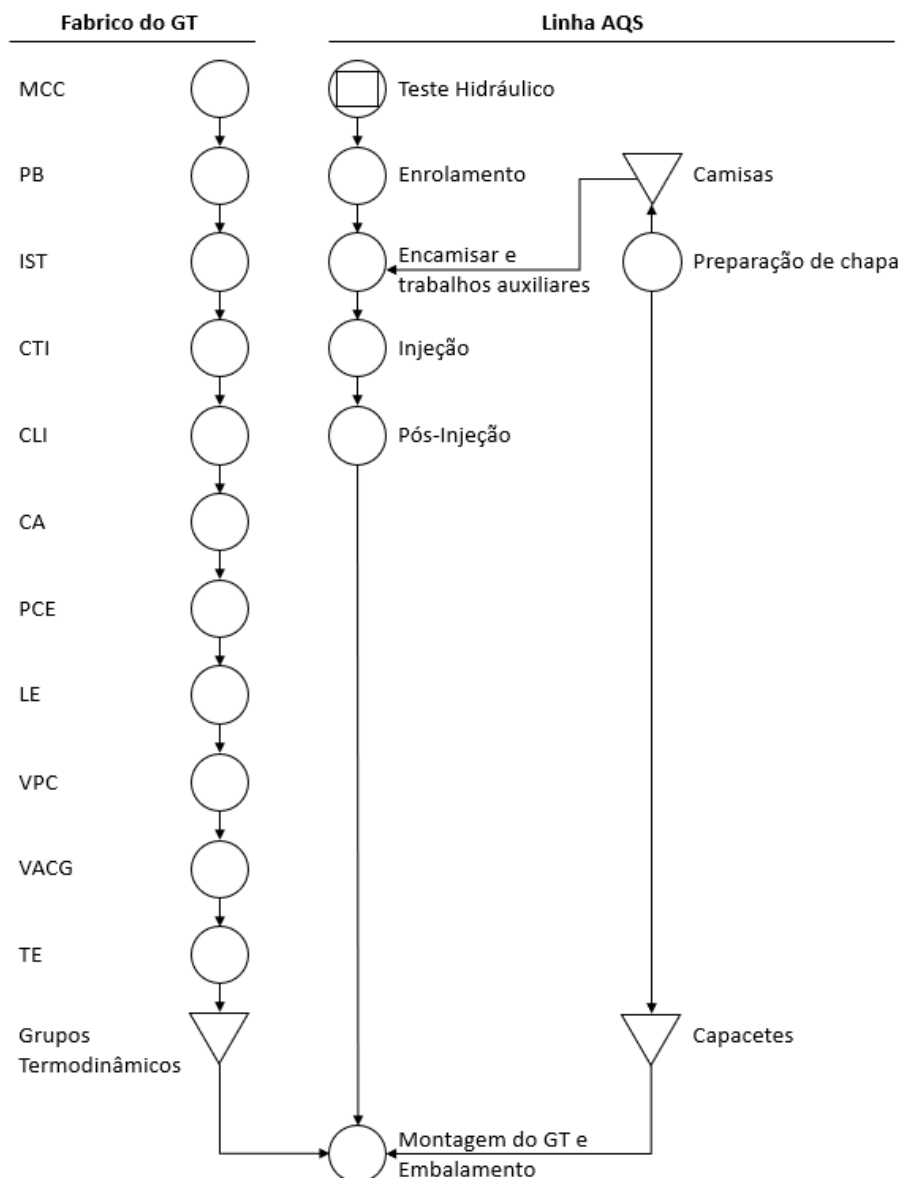


Figura 35 - Fluxograma do sistema Linha AQS & Fabrico do GT

O número de operadores por posto de trabalho pode ser observado pelo VSM exposto no próximo capítulo.

Quanto aos fluxos de informação, a maior parte dos dados são recolhidos, tratados e enviados pelo sistema de gestão ERP Primavera v9. O principal responsável pelo caminho percorrido pela informação entre o chão de fábrica e o ERP é a aplicação “Mf - Manufacturing” da Primavera. Albergada em 2 terminais na zona produtiva, é o recurso que permite despoletar os registos de fabrico a partir de cada O.F, que compreendendo o modelo de artigo, a ficha técnica e a quantidade a produzir, apresentada aos operadores orientações sobre os trabalhos a executar.



Figura 36 - Terminal ERP de produção

O tratamento no terminal de uma O.F permite realizar as saídas/consumos de stock das MP utilizadas (documento SOF), dar entrada virtualmente em armazém do produto acabado (documento EOF) e registar diários de trabalho. Este tipo de procedimentos serão detalhadas pelos documentos de gestão visual apresentados na resolução do Problema F1.

ENERGIE EST, LDA. 29/07/2020 | 1/4

Ordem de Fabrico

Ordem de Fabrico Nº: 2000589.00

Produto: DCS001-SPLIT - DEPOSITO INOX 500LTS - SPLIT

Qtid a produzir: 3

Tempo Previsto: 3:15

Observações: sanitop

Datas: Início: 29-07-2020 00:00:00
Previsto: Fim: 29-07-2020 00:00:00

Real: Início:
Fim:

Entrega: 29/07/2020

ENC Nº: Cliente:

Operações

Operação: OP. TESTE HIDRA - TESTE HIDRAULICO

Centro de Trabalho: CT.HIDR - TESTE HIDRAULICO

Tempo Previsto: 0:00

Tempo de Mão de Obra: 0:00

Tempo Preparação: 0:00

Componentes

Material	QtdUnitaria	QtdPrevista	
ANODO MALTADO	ANODO MAGNESIO 33x500mm - 1 1/4 - NAO INSPECIONAL	1,00	3,00
DA45Q-4UJ	DEPOSITO INOX 450LTS 1/2 ISOLAMENTO	1,00	3,00
TANGUINLOCK	LOCTITE 577 (loctite) - SELANTE ROSCAS	0,01	0,03
BAINHA-2P	BAINHA INOX AÇO 316L 2 "	1,00	3,00

Operações

Operação: OP.ENROLAMENTO - ENROLAMENTO

Centro de Trabalho: CT.ENROLAM - ENROLAMENTO

Tempo Previsto: 0:00

Tempo de Mão de Obra: 0:00

Tempo Preparação: 0:00

Componentes

Material	QtdUnitaria	QtdPrevista	
CHAPAFUNDO D630	FUNDO D630	1,00	3,00
MASSA870237	MASSA CONDUTORA P/ DEPOSITOS 870/237	1,00	3,00

Figura 37 - Documento de ordem de fabrico

3.3. Análise do processo

A tendência positiva da procura no mercado que o tempo expôs até então, e que atualmente (2020) se encontra em fase de estabilização, dita que a procura pelo produto ENERGIE tenha crescido de tal forma que complexificou a capacidade de resposta em tempo ideal às necessidades dos clientes. Paralelamente, a imersão gradual, mas constante, da empresa num ambiente de extrema competitividade tem obrigado usualmente a urgências e metodologias de produção que não se regem pela qualidade que se pressupõe como ideal. Estas práticas discutíveis são a gênese de desperdícios (alvo de principal eliminação para o presente trabalho) que estrangulam e limitam que o fluxo de valor contínuo possa ter uma cadência que satisfaça os clientes no período que lhes é desejável. O *lead time* de 5,2 semanas, assegurado pela ENERGIE, que é consequência de uma série de fatores que em nada fazem beneficiar a sua relação com o mercado e respetivos clientes:

- Atrasos nas entregas de produto acabado (face à data anunciada no ato de encomenda);
- Perda de encomendas ou concursos para concorrentes nacionais e internacionais.

Um sintético estudo de mercado permite-nos perceber que a maioria dos concorrentes nacionais (ex: Aquafer e Aquecinox) e internacionais (ex: Baxi e Ariston) estão a combater na linha da frente distribuindo os seus produtos em aproximadamente 4 semanas após a encomenda do cliente. A posse deste poderoso dado quantitativo forçou uma reunião com a administração da ENERGIE e seus representantes comerciais para que, olhando para os **dados históricos** e a partir da **noção de prospecção de mercado**, pudéssemos projetar uma visão do cenário (*TO-BE*) de produção a desenhar (ainda que moderado, é representativo de aumento de 30% da capacidade produtiva):

Tabela 6 - Indicadores produtivos AS-IS

Dados de produção 2019	
Qntd. produzida/ ano (Uds)	4423
Qntd. produzida média diária (Uds)	20
Horário útil laboral (Min)	510
Takt Time (Min)	25.5
Lead time (Semanas)	5.2

Tabela 7 - Indicadores produtivos TO-BE

Cenário - Crescimento produtivo de 30%	
Qntd. produzida/ ano (Uds)	5749
Qntd. produzida média diária (Uds)	26
Horário útil laboral (Min)	510
Takt Time (Min)	19.6
Lead time (Semanas)	4

Sendo, como referido, que a administração fixou a norma que o sistema produtivo ENERGIE deve igualar a concorrência respondendo a qualquer pedido num prazo de 4 semanas, porquê fixar o *target* de uma capacidade de fabrico diário nos 26 sistemas (termoacumulador e GT)?

Tendo em consideração os dados históricos, no ano 2019, a procura média mensal do mercado aos equipamentos ENERGIE foi de 478 unidades de sistema. A prospeção de mercado dita que o pico da procura foi atingido no ano de 2019 e que agora está em fase de estabilização (ou seja, será **equivalente no ano 2020**).

Deve referir-se que não há previsão que o atual o calendário laboral da ENERGIE de 225 dias úteis (aprox. 18,9 dias/mês) se alargue, não querendo a administração recorrer a horas extra ou implementar mais turnos de trabalho.

$$\begin{aligned} \text{Procura média mensal estabilizada} - \text{Capacidade produtiva média mensal} \\ = \text{Défice de resposta no período de 4 semanas (1 mês)} \end{aligned}$$

No ano de 2019, em média por mês ficaram por produzir 110 unidades de sistema para que se respondesse em 4 semanas a todos os pedidos:

$$478 - 368 = 110 \text{ unidades}$$

Por dia, o anterior déficit traduz-se em aproximadamente 6 unidades diárias:

$$\frac{110 \text{ unidades mensais}}{18,9 \text{ dias}} = 5,82 \text{ unidades}$$

As 110 unidades (défice médio mensal) correspondem, na atual produtividade do sistema ENERGIE, às 1,2 semanas extra que a ENERGIE quer ver eliminada no seu *lead time*:

$$\text{Capacidade média mensal (2019)} = 368 \text{ unidades} = 1 \text{ mês} = 18,9 \text{ dias}$$

$$\text{Défice médio mensal (2019)} = 110 \text{ unidades} = 0,3 \text{ mês} = 5,67 \text{ dias}$$

$$\text{Lead time atual} = 18,9 + 5,67 = 24,57 \text{ dias} = 5,2 \text{ semanas}$$

A ENERGIE não pretende que estas 110 unidades deixem de se somar à sua procura, mas sim que deixem de ser déficit e que passem a ser englobadas na capacidade produtiva mensal.

Caso a capacidade de fabrico atual some diariamente 6 unidades (défice diário apresentado acima), então:

$$\text{Capacidade média mensal (2020)} = 491 \text{ unidades}$$

$$\text{Défice médio mensal (2020)} = -13 \text{ unidades} = 0,5 \text{ dias}$$

$$\text{Lead time futuro} = 18,4 \text{ dias} < 4 \text{ semanas}$$

As 13 unidades mensais que serão produzidas “a mais” poderão ser utilizadas para produzir stock e/ou para amortecer acomodar pequenos pedidos (regra geral são nacionais) irregulares e urgentes.

Pelas duas tabelas anteriores, entende-se que garantir um *lead time* de 4 semanas (**reduzir cerca de 30% o atual *lead time***), ajustando o seu tempo de resposta ao garantido pela concorrência direta, exige possuir um sistema capaz de debitar anualmente no mínimo 5749 unidades, segundo um *takt time* que se limita nos 19.6 minutos.

A variante de prospecção de mercado, muito bem assente na filosofia comercial ENERGIE, permite chegar a conclusões relativamente à distribuição da procura estimada sobre os 4 modelos de equipamentos:

Tabela 8 - Distribuição da procura por modelo efetiva registada em 2019

Distribuição da procura 2019	
Modelo	Distribuição (%)
ECO	23%
ECOTOP	34%
MONOBLOC	30%
SPLIT	13%

Tabela 9 - Previsão do estado futuro da distribuição da procura por modelo

Cenário – Futura distribuição da procura	
Modelo	Distribuição (%)
ECO	19%
ECOTOP	29%
MONOBLOC	34%
SPLIT	18%

Esta informação, caso se mostre verídica e considerando que o presente projeto reorganizará o sistema produtiva tendo por base os presentes dados, traduzir-se-á num ganho de eficiência significativo.

Certamente se entenderá, pela análise até então apresentada, que caso algum dos PT apresente um tempo de ciclo (CT) superior a 19.6 minutos a atual linha de produção deixará de ser adequada para o sistema idealizado (de um aumento da capacidade de produção em 30%).

Passa-se à aplicação de 3 diferentes metodologias de análise do processo que se complementam, mas que tem como propósito a avaliação de diferentes indicadores:

a) Recolha e análise de tempos de produção

Imprescindivelmente para que o presente projeto prossiga de forma sólida e sustentado por dados precisos é necessário que se avalie a premissa anteriormente exposta: caso algum dos PT apresente um tempo de ciclo (CT) superior a 19.6 minutos a atual linha de produção deixará de ser adequada para o sistema idealizado (de um aumento da capacidade de produção em 30%).

A metodologia de avaliação, percecionada como evidentemente adequada, tratou-se de um processo de conhecimento dos tempos de trabalho (cronometragem regressiva) por posto de trabalho avaliando: tempos de ciclo, tempos de *setup* e de mudança. Esta atividade de

monitorização de tempos, executada durante 4 meses, visou objetivos ainda mais amplos, tais como:

- Análise do desempenho dos colaboradores (estimação da eficiência);
- Avaliação contínua e trabalhos de melhoria (no *Gemba*) dos métodos e processos de trabalho (por comparação prática de métodos);
- Planeamento das necessidades ótimas de força de trabalho;
- Sequenciamento preciso das ordens de produção (planeamento da produção);
- Desenho preciso de *VSM* e outras ferramentas de avaliação do fluxo de valor dos equipamentos;
- Identificar e distinguir atividades que não acrescentam valor (desperdícios).

Todos os objetivos descritos, tendo sido realmente efetivados, permitiram que mais à frente se apresente os resultados que os mesmo produziram sobre a forma de: análise crítica de problemas gerais inerentes à linha, agrupados por fonte de desperdício e uma identificação de oportunidades de melhoria.

Previamente ao trabalho em campo de monitorização de tempos através de cronómetro foi necessário fazer uma descrição e separação das tarefas mensuráveis por posto de trabalho (curtas em duração, mas suficientemente longas para que possam ser cronometradas):

OPERAÇÕES POR POSTO DE TRABALHO	
	
Operações PT Teste Hidráulico (PT1)	
0	Transporte de palete de 8 tanques do armazém exterior para PT Teste hidráulico
1	Desfazer conjunto de tanques sobre palete (separar tanques)
2	Preparação dos tanques (aplicação bainhas resistência, ânodos e tacos), teste de íman e ligação do sistema
3	Enchimento completo dos tanques e controlo visual de fugas
4	Inspeção com recurso ao tato/toque de fugas
5	Despejo completo da água nos tanques
6	Retirar manguéis do sistema + Esvaziar manualmente os restos de água ainda presentes nos tanques
7	Transporte dos tanques para PT Enrolamento e regresso ao PT Teste Hidráulico
Operações PT Enrolamento (PT2)	
0	Procedimentos de preparação para enrolamento (transporte do tanque, manuseamento do condensador)
1	Enrolamento (trabalho de máquina + operador)
2	Máquina transporta tanque para posição final alta
3	Preparação final do tanque (aplicação da base e pés) e transporte para próximo PT
4	Regresso da agarra da máquina à posição inicial
Operações PT Preparação de Chapa (PT3)	
0	Clinchar
1	Prensar
2	Rebordar extremidade superior
3	Set up - Troca de ferramenta
4	Rebordar extremidade inferior
Operações PT Encamisar e Trabalhos Auxiliares (PT4)	
0	Trabalhos auxiliares até encamisar o tanque (preparação do condensador, colocação de espumas e tubos e envolvimento do tanque em filme)
1	Encamisar (colocação de "camisa", aplicação da base de condensados e gola)
2	Aplicação de elementos de fixação e fita colas para o processo seguinte de injeção de poliuretano
Operações PT Injeção (PT5)	
0	Conformação
1	Injeção do poliuretano
2	Expansão/Solidificação do poliuretano
3	Retirar elementos de fixação (pratos, chapa nas conexões)
Operações PT Pós-Injeção (PT6)	
0	Acabamentos (retirar fita colas, aplicar tampas, etc)
1	Preparação dos tubos, eliminar aparas de poliuretano e outros processos suplementares
Operações Montagem (PT7)	
Operações Montagem de Grupo Termodinâmico (PT7.1)	
0	Transporte de lote (igual à OF ou igual à capacidade máxima da mesa de transporte) de grupos termodinâmicos até PT Montagem Grupo Termodinâmico
1	Transporte dos grupos termodinâmicos da mesa de transporte até topo dos termoacumuladores
2	Fixação dos grupos termodinâmicos (aparafusar), extrair azoto e encaixe dos tubos
3	Inspeção visual de fugas (recurso a sabão e azoto)
4	Aplicação das capas e passagem de cabos para parte central do termoacumulador
5	Realização das ligações elétricas (inclui a preparação da tampa p/caixa elétrica e sua respetiva etiqueta)
6	Preparação (aplicação isolamentos) e montagem das flanges
Operações Carga de Gás/Vácuo (PT7.2)	
0	Preparação da máquina e seus acessórios e aplicação ao grupo termodinâmico
1	Realização do vácuo
2	Carga de Gás
3	Retirar todo o sistema anteriormente aplicado ao grupo termodinâmico
Operações Teste Elétrico (PT7.3)	
0	Transporte até PT Teste Elétrico dos capacitores
1	Preparação para fixação dos capacitores nos termoacumuladores e processos de acabamentos
2	Isolamento dos displays
3	Aparafusar dos capacitores aos termoacumuladores
4	Realização do Teste Elétrico e aplicação dos displays
Operações Embalamento (PT7.4)	
0	Acabamentos ao termoacumulador completo
1	Aplicação de tampa traseira
2	Colagem de etiquetas (inclui medições)
3	Aplicação dos autocolantes
4	Limpezas e pinturas ao termoacumulador e passagem do mesmo para palete
5	Transporte de caixas de cartão (desde o seu respetivo local de armazenamento) e sua preparação respetiva (corte à medida)
6	Transporte de esferovites desde do seu respetivo armazém (recurso a empilhador)
7	Transporte de caixas de acessórios
8	Embalamento (aplicação de esferovite e caixas de cartão)

Figura 38 - Descrição das operações por PT, na Linha AQS

Para além do cronómetro digital foi necessária uma outra ferramenta que auxiliou e preencheu os requisitos mínimos de uma cronometragem de qualidade: *template* de anotações de tempos.

FOLHA DE TEMPOS								
Posto de trabalho:		Montagem				Tarefa inicial:		
Hora de Início:						Tarefa final:		
Hora de fim:						Data:		27/01/2020
Produto:		MONOBLOC (280 L - DC280IX-MON-RA19006-B-OF.072)				Nº Total OP:		5 (Sérgio Neves; Sérgio Terroso; Miranda; João Teixeira; Marcelo Eusébio)
Atividade	Tipo de At. (T-D-O-I-A)	Produto/Família	Lote (p)	Tempo		1 OP?	Nº OP	Comentário
7.0	T	MON						
7.1	T	MON	6	00:03:05			3	
7.2	O	MON	6	00:22:28			1	
7.3	O	MON	6	00:15:52			1	
7.4	O	MON	6	00:04:01			1	
7.5	O + I	MON	6	00:05:49			1	
7.6	O	MON	6	00:04:50			1	
7.7	O	MON	6	00:27:07			2	
7.8	O	MON	1	00:07:56			1	
7.9	O	MON	6	03:36:20			1	Operação que pode ser efetuada antes ou após o teste de vácuo, não é uma precedência das seguintes operações, só tem de ser garnatida antes do embalamento

Figura 39 - Template para as anotações dos tempos cronometrados

Cada cronometragem tem direito ao preenchimento de um *template* tal e qual o acima apresentado. O exposto *template* contempla diversos parâmetros que têm como objetivo auxiliar uma posterior análise e normalização dos dados obtidos (ex.: nº operadores globais e por tarefas, descrição dos operadores, lote de produção e tipo de atividade: movimentação, inspeção, operação, etc.). Atente-se que a soma dos tempos na coluna “Tempo” (no formato “h:min:s”) dará origem a um tempo global por modelo em determinado posto de trabalho que será inserido na análise global de tempos que irá mais à frente ser apresentada.

A qualidade que se pressupõe para o presente trabalho reúne-se essencialmente na capacidade de cobrir (por recurso à cronometragem) todas as variantes que em cada artigo podem fazer variar o tempo de ciclo por posto de trabalho. Isto é, cada artigo terá eventualmente umas determinadas características técnicas que singularmente farão alongar ou estreitar o tempo de ciclo em determinado posto de trabalho. Por exemplo, o princípio de trabalho do posto “Enrolamento (PT2)” é enrolar à volta da cuba (tanque) um comprimento específico de tubo de alumínio (tecnicamente definido). Pelo que se entende, que quanto maior o comprimento de tubo enrolado, maior será o tempo de ciclo presente no posto de trabalho. Neste caso, a variante que se deve cobrir para tal posto de trabalho é: comprimento do tubo de alumínio. Ou seja, devem ser cronometrados os tempos afetos aos mais diversos comprimentos de tubos de alumínio existentes.

Segue uma tabela que define por posto de trabalho as variantes que devem ser cronometras:

Tabela 10- Variáveis a controlar por PT

Variantes por Posto de Trabalho		
Posto de Trabalho	Variante	Valores da Variante
Teste Hidráulico	Volume da cuba	100, 120, 160, 200, 250, 280, 300, 500 (Litros)
Enrolamento	Comprimento do tubo de alumínio	1*38.5, 1*48, 2*24, 2*27.5, 2*29, 2*40, 1*55 (Nº voltas * Metros)
Preparação de chapa metálica	Modelo do artigo	ECO, ECOTOP, MONOBLOC, SPLIT
Encamisar e trabalhos auxiliares	Modelo do artigo	ECO, ECOTOP, MONOBLOC, SPLIT
Injeção	Diâmetro do artigo	580, 650 (Milímetros)
Pós-injeção	Volume da cuba	100, 120, 160, 200, 250, 280, 300, 500 (Litros)
Montagem	Modelo do artigo	ECO, ECOTOP, MONOBLOC, SPLIT

#	ARTIGO	MODELO	OPERAÇÃO	CARACTERÍSTICA	CARACTERÍSTICA VALOR	CARACTERÍSTICA DE A2 VALOR	TEMPO TOTAL	LOTE PRODUÇÃO	TEMPO UNIT	NOTAS	
1	DC5000X	ECO	PT1 – Teste Hidráulico	VOLUME	500 DIAMETRO	650	779	29	1	29	
2	MONOBLOCO300I	MONOBLOC	PT1 – Teste Hidráulico	VOLUME	300 DIAMETRO	580	695	22	2	22	
3	ECO2000-TOP-NWVG	ECOTOP	PT1 – Teste Hidráulico	VOLUME	200 DIAMETRO	580		18	2	18	
4	DC2500X-TOP-TRI-RAL9006	ECOTOP	PT1 – Teste Hidráulico	VOLUME	250 DIAMETRO	580	771	16	1	16	
5	SPLIT160I	SPLIT	PT1 – Teste Hidráulico	VOLUME	160 DIAMETRO	550		16	1	16	
6	SPLIT300I	SPLIT	PT1 – Teste Hidráulico	VOLUME	300 DIAMETRO	580		23	1	23	
7	DC2800X-MON-RAL9006-B	MONOBLOC	PT1 – Teste Hidráulico	VOLUME	280 DIAMETRO	650	72	20	1	20	
8	MONOBLOCO100ESM	MONOBLOC	PT1 – Teste Hidráulico	VOLUME	100 DIAMETRO	520	137	15	1	15	
9	DC5000X	ECO	PT2 – Enrolamento	COMPRIMENTO DO CONDENSADOR	55 VOLUME	500	152	10	1	10	
10	DC5000X	ECO	PT2 – Enrolamento	COMPRIMENTO DO CONDENSADOR	2*27.5 VOLUME	500	779	12	1	12	
11	DC200ESM	ECO	PT2 – Enrolamento	COMPRIMENTO DO CONDENSADOR	2*24 VOLUME	200	142	12	1	12	
12	DC300I-TOP	ECOTOP	PT2 – Enrolamento	COMPRIMENTO DO CONDENSADOR	1*48 VOLUME	300	726	11	1	11	
13	DC100I-TOP	ECOTOP	PT2 – Enrolamento	COMPRIMENTO DO CONDENSADOR	1*48 VOLUME	300	695	13	1	13	
14	ECO2000-TOP-NWVG	ECOTOP	PT2 – Enrolamento	COMPRIMENTO DO CONDENSADOR	1*48 VOLUME	200		12	1	12	
15	MONOBLOCO300I	MONOBLOC	PT2 – Enrolamento	COMPRIMENTO DO CONDENSADOR	1*48 VOLUME	300	690	13	1	13	
16	MONOBLOCO300I	MONOBLOC	PT2 – Enrolamento	COMPRIMENTO DO CONDENSADOR	1*48 VOLUME	300	161	11	1	11	
17	GEO	GEO	PT2 – Enrolamento	COMPRIMENTO DO CONDENSADOR	2*40 VOLUME	200	230	15	1	15	
18	ECO3000X	ECO	PT2 – Enrolamento	COMPRIMENTO DO CONDENSADOR	2*24 VOLUME	300	201	10	1	10	
19	MONOBLOCO100ESM	MONOBLOC	PT2 – Enrolamento	COMPRIMENTO DO CONDENSADOR	1*38.5 VOLUME	100	137	9	1	9	
20	DC5000X	ECO/SPLIT 500L	PT3 – Preparação de chapa metálica	MODELO	ECO/SPLIT 500L	VOLUME	500	779	8	1	8
21	ECO300I-TOP-NWVG	ECOTOP	PT3 – Preparação de chapa metálica	MODELO	TOP VOLUME	300	727	5	1	5	
22	ECO250I-TOP	ECOTOP	PT3 – Preparação de chapa metálica	MODELO	TOP VOLUME	250	677	4	1	4	
23	SPLIT300I	SPLIT	PT3 – Preparação de chapa metálica	MODELO	SPLIT VOLUME	300		5	1	5	
24	DC5000X	ECO	PT3 – Preparação de chapa metálica	MODELO	ECO VOLUME	500	152	5	1	5	
25	DC5000X	ECO/SPLIT 500L	PT4 – Encamisar e trabalhos auxiliares	MODELO	ECO/SPLIT 500L	VOLUME	500	152	25	1	25
26	DC5000X	ECO/SPLIT 500L	PT4 – Encamisar e trabalhos auxiliares	MODELO	ECO/SPLIT 500L	VOLUME	500	779	23	1	23
27	ECO300I	ECO	PT4 – Encamisar e trabalhos auxiliares	MODELO	ECO VOLUME	300	780	16	1	16	
28	MONOBLOCO300I	MONOBLOC	PT4 – Encamisar e trabalhos auxiliares	MODELO	MON VOLUME	300	695	18	1	18	
29	ECO300I-TOP-NWVG	ECOTOP	PT4 – Encamisar e trabalhos auxiliares	MODELO	TOP VOLUME	300	727	16	1	16	
30	ECO250ESM - P	ECO	PT4 – Encamisar e trabalhos auxiliares	MODELO	ECO VOLUME	200	234	18	1	18	
31	DC5000X	ECO	PT5 – Injeção	DIAMETRO	650 VOLUME	500	779	15	1	15	
32	DC5000X	ECO	PT5 – Injeção	DIAMETRO	650 VOLUME	500	752	17	1	17	
33	ECO2500X	ECO	PT5 – Injeção	DIAMETRO	580 VOLUME	250	672	17	1	17	
34	ECO300I	ECO	PT5 – Injeção	DIAMETRO	650 VOLUME	300	780	16	1	16	
35	MONOBLOCO300I	MONOBLOC	PT5 – Injeção	DIAMETRO	650 VOLUME	300	695	13	1	13	
36	ECO300I-TOP-NWVG	ECOTOP	PT5 – Injeção	DIAMETRO	650 VOLUME	300	727	12	1	12	
37	ECO250ESM - P	ECO	PT5 – Injeção	DIAMETRO	580 VOLUME	250	234	10	1	10	
38	ECO2500X	ECO	PT6 – Pós-injeção	VOLUME	250 DIAMETRO	580	672	10	1	10	
39	ECO250ESM - P	ECO	PT6 – Pós-injeção	VOLUME	250 DIAMETRO	580	234	4	1	4	
40	MONOBLOCO300I	MONOBLOC	PT6 – Pós-injeção	VOLUME	300 DIAMETRO	650	690	12	1	12	
41	ECO300I-TOP-NWVG	ECOTOP	PT6 – Pós-injeção	VOLUME	300 DIAMETRO	650	727	11	1	11	
42	DC2800X-MON-RAL9006-B	MONOBLOC	PT6 – Pós-injeção	VOLUME	280 DIAMETRO	650	72	10	1	10	
43	DC5000X	ECO	PT7 – Montagem grupo termodinâmico	MODELO	ECO VOLUME	500	199	32	1	32	
44	ECO2500X	ECO	PT7 – Montagem grupo termodinâmico	MODELO	ECO VOLUME	250	672	28	1	28	
45	MONOBLOCO300I	MONOBLOC	PT7 – Montagem grupo termodinâmico	MODELO	MON VOLUME	300	690	53	1	53	
46	ECO2000-TOP-NWVG	ECOTOP	PT7 – Montagem grupo termodinâmico	MODELO	TOP VOLUME	200		47	1	47	
47	ECO300I-TOP-NWVG	ECOTOP	PT7 – Montagem grupo termodinâmico	MODELO	TOP VOLUME	300	727	63	1	63	
48	DC2800X-MON-RAL9006-B	MONOBLOC	PT7 – Montagem grupo termodinâmico	MODELO	MON VOLUME	280	72	44	1	44	
49	ECO250ESM - P	ECO	PT7 – Montagem grupo termodinâmico	MODELO	ECO VOLUME	250	234	24	1	24	

Figura 40 - Registo excel dos dados de cronometragem recolhidos

Quando todas as variantes por PT estavam cobertas foi realizada a seguinte análise global, por recurso a tabelas dinâmicas, que contemplou os parâmetros/métricas que mais pertinentes pareciam para os objetivos particulares que o presente trabalho delineou na fase de planeamento de projeto:

Rótulos de Linha	Média de TEMPO- UNIT	Min de TEMPO- UNIT	Máximo de TEMPO-UNIT	Varp de TEMPO-UNIT	Amostra
PT1 – Teste Hidráulico	19,9	15	29	19,4	7
VOLUME	19,9	15	29	19,4	7
100	15,0	15	15	0,0	1
160	16,0	16	16	0,0	1
200	18,0	18	18	0,0	1
250	16,0	16	16	0,0	1
280	20,0	20	20	0,0	1
300	22,5	22	23	0,3	2
500	29,0	29	29	0,0	1
PT2 – Enrolamento	11,6	9	15	2,6	6
COMPRIMENTO DO CONDENSADOR	11,6	9	15	2,6	6
1*38,5	9,0	9	9	0,0	1
1*48	12,0	11	13	0,8	3
2*24	11,0	10	12	1,0	2
2*27,5	12,0	12	12	0,0	1
2*40	15,0	15	15	0,0	1
55	10,0	10	10	0,0	1
PT3 – Preparação de chapa metálica	5,4	4	8	1,8	3
MODELO	5,4	4	8	1,8	3
ECO	5,0	5	5	0,0	1
ECO/SPLIT 500L	8,0	8	8	0,0	1
SPLIT	5,0	5	5	0,0	1
TOP	4,5	4	5	0,3	2
PT4 – Encamisar e trabalhos auxiliares	19,3	16	25	11,9	4
MODELO	19,3	16	25	11,9	4
ECO	17,0	16	18	1,0	2
ECO/SPLIT 500L	24,0	23	25	1,0	2
MON	18,0	18	18	0,0	1
TOP	16,0	16	16	0,0	1
PT5 – Injeção	14,3	10	17	6,2	6
DIAMETRO	14,3	10	17	6,2	6
580	13,5	10	17	12,3	2
650	14,6	12	17	3,4	5
PT6 – Pós-Injeção	9,4	4	12	7,8	4
VOLUME	9,4	4	12	7,8	4
250	7,0	4	10	9,0	2
280	10,0	10	10	0,0	1
300	11,5	11	12	0,3	2
PT7 – Montagem grupo termodinâmico	41,6	24	63	172,8	7
MODELO	41,6	24	63	172,8	7
ECO	28,0	24	32	10,7	3
MON	48,5	44	53	20,3	2
TOP	55,0	47	63	64,0	2
Total Geral	17,7	4	63	146,7	24

Figura 41 - Análise estatística dos tempos registados mediante PT, por variante

O presente estudo de tempos não avaliou o posto de trabalho Fabrico do GT, uma vez que as suas características de produção permitem que o seu tempo de ciclo não possa limitar a capacidade de produção do sistema. Este posto é externo à linha de produção (Linha AQS) e rege-se por um método de fabrico do tipo “Batch Production”. É norma na ENERGIE que a produção dos grupos termodinâmicos (no posto Fabrico do GT), dependendo do lote, deva ser iniciada em média 5 dias anteriores ao momento planeado para a chegada dos termoacumuladores respetivos (na linha de produção) ao posto de trabalho “Montagem do GT”. Pelo que, aquando da chegada dos termoacumuladores à “Montagem do GT”, os grupos termodinâmicos respetivos já se devem

encontram disponíveis em bordo de linha para serem aplicados (sem obrigar a tempo de espera). Assim sendo, o Fabrico do GT, com trabalhadores exclusivos ao mesmo, idealmente em nada afeta a capacidade de produção do sistema que, assim sendo, depende exclusivamente da capacidade que a Linha AQS detém para debitar produtos acabados.

b) Visualização global do processo por recurso a VSM

Com alguma atenção, a partir da análise de tempos se formalizará o seguinte pensamento: todos os atuais postos de trabalhos da Linha AQS, que compõe a linha de produção em estudo, apresentam um tempo de ciclo médio (por operador) inferior ao *takt time* de 19.6 minutos, calculado para o sistema conseguir responder a um crescimento de 30%. Se assim o é, por que razão não consegue a linha neste momento assegurar já as 4 semanas de *lead time*?

Sabendo, deste modo, que hipoteticamente não é exigido reduzir os tempos de ciclo, o presente capítulo serve para, através de uma visão alargada de todo o sistema, identificar que desperdícios estarão então a estrangular e limitar o desejado fluxo estável de valor contínuo. Assim, numa segunda tentativa de encontrar os problemas ou pontos fracos inerentes ao processo, que serão oportunos de remover para que se criem as condições necessárias de resposta ao que o mercado exige à ENERGIE, utilizou-se o método de aplicação do *Lean Thinking*: o *Value Steam Mapping*. Considerou-se que o VSM seria o melhor ponto de partida para que se estabelecesse o plano estruturado de reorganização do novo sistema de produção. A presente ferramenta permite avaliar todo o fluxo de valor percorrido pela família de equipamentos em análise: “Bomba de calor e termodinâmicos AQS”.

O processo produtivo em análise é composto pelas seguintes 8 etapas:

- Teste Hidráulico, enrolamento, preparação de camisas metálicas/PP, encamisar e trabalhos auxiliares, injeção, pós-injeção, fabrico do GT e montagem do GT.

A procura por parte da carteira de clientes ENERGIE, exige que sejam efetuadas 2 expedições semanais em camiões, que transportam em média, por expedição, 60 unidades de equipamento. Contudo, atente-se que procura média diária satisfeita atualmente, como já exposto anteriormente, é de aproximadamente 20 equipamentos.

A avaliação quantitativa (e de cronometração – tempos de ciclo e preparação, projeto descrito no subcapítulo anterior) de cada um dos postos de trabalho descritos, possibilitou individualmente a declaração das seguintes informações:

Tabela 11 – Dados/Características produtivas por PT da Linha AQS

Atividades	Teste Hidráulico	Enrolamento	Preparação de Camisas	Encamisar e Trabalhos Auxiliares	Injeção	Pós-Injeção	Fabrico do GT	Montagem do GT
Tempo de Ciclo (min)	19.4	11.8	5.4	20	14.6	9.3	1636.7	41.6
Tempo de Preparação (min)	4.25	2	2.76	0	29.75	0	4.65	0
Distância Percorrida (metros)	13.92	13.85	14.16	7.14	7.59	7.54	9.12	19.77
Material em Espera para Processamento (unidades)	34	19	28	10	11	17	0	135
Operadores	1	1	2	3	1	1	3	4

Note-se que o processamento dos capacetes, no PT “Preparação de Camisas”, atualmente, acontece intermitentemente durante o fim de semana e é da responsabilidade dos supervisores. Pelo que, também evitando complexificar o *VSM*, não foi considerado no desenho do estado atual.

Deve referir-se ainda que, a distância percorrida (ida e volta) da Montagem do GT ao armazém de PA é de 31.32 metros. A avaliação do número de referências em stock, albergada pelo armazém de produto acabado, permitiu chegar a um valor de 328 unidades. Saiba-se que a ENERGIE labora num turno diário de 510 min durante 5 dias por semana. Perante toda a informação descrita, segue a elaboração do *Value Stream Mapping* do processo produtivo alvo de estudo:

Piece Flow - parece quase ilógico que os trabalhos em progresso (*WIP*) verificados na linha representem, habitualmente, 98.7% do *Throughput Time*. Assim, sobre dados quantitativos, se pode afirmar que estamos perante uma linha sem fluidez.

- Tempos de ciclo consideravelmente alargados
 - Os desperdícios relacionados com, por exemplo, os movimentos dos colaboradores podem já iniciar o levantamento da questão associada à necessidade/possibilidade de diminuição dos tempos de ciclo através de diversas técnicas (como a diminuição dos movimentos desnecessários) que resultam apenas de um olhar mais crítico para a quantidade de informação que o *VSM* ilustrado é capaz de exprimir. É certo e já informado que os tempos de ciclo inerentes aos postos que compõe o sistema produtivo não são limitadores de atingir a capacidade de produção objetivo (26 uds/dia) e idealmente puxada pelo mercado.

c) Análise da capacidade produtiva

A extração do presente indicador deve resultar do tratamento de uma base de dados do histórico de produção. Contudo, apensar de conter dados deficientes, a única fonte existente neste momento de avaliação, trata-se de um excel que é incrementado à medida que cada sistema é embalado apenas para questões de rastreamento de números de série e posterior validação de garantias.

CODIGO ARTIGO	MODELO	DATA	Nº DE SÉRIE	Nº CUBA	CARGA DE FLUIDO	MAQUINA SUPERIOR	OPERADOR
DHW500HP-GEO	DHW 500 HP GEO	08/01/2019	26034000006	diego	nd	nd	sergio
DHW500HP-GEO	DHW 500 HP GEO	08/01/2019	26034000007	diego	nd	nd	sergio
DHW500HP-GEO	DHW 500 HP GEO	08/01/2019	26034000008	diego	nd	nd	sergio
DHW500HP-GEO	DHW 500 HP GEO	08/01/2019	26034000009	diego	nd	nd	sergio
DC300IX-MON-RAL9006	AQUAFREE 300 L M1	11/01/2019	22307000366	diego	JOAO TEIXEIRA	13040000455	JOAO TEIXEIRA
DC300IX-MON-RAL9006	AQUAFREE 300 L M1	11/01/2019	22307000367	diego	JOAO TEIXEIRA	13040000456	JOAO TEIXEIRA
DC300IX-MON-RAL9006	AQUAFREE 300 L M1	11/01/2019	22307000368	diego	JOAO TEIXEIRA	13040000457	JOAO TEIXEIRA
DC300IX-MON-RAL9006	AQUAFREE 300 L M1	11/01/2019	22307000369	diego	JOAO TEIXEIRA	13040000458	JOAO TEIXEIRA
DC300IX-MON-RAL9006	AQUAFREE 300 L M1	11/01/2019	22307000370	diego	JOAO TEIXEIRA	13040000459	JOAO TEIXEIRA
DC300IX-MON-RAL9006	AQUAFREE 300 L M1	11/01/2019	22307000371	diego	JOAO TEIXEIRA	13040000460	JOAO TEIXEIRA
DC300IX-MON-RAL9006	AQUAFREE 300 L M1	11/01/2019	22307000372	diego	JOAO TEIXEIRA	13040000461	JOAO TEIXEIRA
DC300IX-MON-RAL9006	AQUAFREE 300 L M1	11/01/2019	22307000373	diego	JOAO TEIXEIRA	13040000461	JOAO TEIXEIRA
DC300IX-MON-RAL9006	AQUAFREE 300 L M1	11/01/2019	22307000374	diego	JOAO TEIXEIRA	13040000462	JOAO TEIXEIRA
DC300IX-MON-RAL9006	AQUAFREE 300 L M1	11/01/2019	22307000375	diego	JOAO TEIXEIRA	13040000463	JOAO TEIXEIRA
DC300IX-MON-RAL9006	AQUAFREE 300 L M1	11/01/2019	22307000376	diego	JOAO TEIXEIRA	13040000464	JOAO TEIXEIRA
DC300IX-MON-RAL9006	AQUAFREE 300 L M1	11/01/2019	22307000377	diego	JOAO TEIXEIRA	13040000465	JOAO TEIXEIRA
DC300IX-MON-RAL9006	AQUAFREE 300 L M1	11/01/2019	22307000378	diego	JOAO TEIXEIRA	13040000466	JOAO TEIXEIRA
DC300IX-MON-RAL9006	AQUAFREE 300 L M1	11/01/2019	22307000379	diego	JOAO TEIXEIRA	13040000467	JOAO TEIXEIRA
DC300IX-MON-RAL9006	AQUAFREE 300 L M1	11/01/2019	22307000380	diego	JOAO TEIXEIRA	13040000468	JOAO TEIXEIRA
DC300IX-MON-RAL9006	AQUAFREE 300 L M1	11/01/2019	22307000381	diego	JOAO TEIXEIRA	13040000473	JOAO TEIXEIRA
DC300IX-MON-RAL9006	AQUAFREE 300 L M1	11/01/2019	22307000382	diego	JOAO TEIXEIRA	13040000472	JOAO TEIXEIRA
DC300IX-MON-RAL9006	AQUAFREE 300 L M1	11/01/2019	22307000383	diego	JOAO TEIXEIRA	13040000471	JOAO TEIXEIRA
DC300IX-MON-RAL9006	AQUAFREE 300 L M1	11/01/2019	22307000384	diego	JOAO TEIXEIRA	13040000470	JOAO TEIXEIRA
DC250ESM	ECO 250 ESM	14/01/2019	21251000870	17415311	sergio	nd	sergio
DC250ESM	ECO 250 ESM	14/01/2019	21251000871	17415313	sergio	nd	sergio
DC250ESM	ECO 250 ESM	14/01/2019	21251000872	17415317	sergio	nd	sergio
DC250ESM	ECO 250 ESM	14/01/2019	21251000873	17415316	sergio	nd	sergio
DC250ESM	ECO 250 ESM	14/01/2019	21251000874	17415318	sergio	nd	sergio
DC250ESM	ECO 250 ESM	14/01/2019	21251000875	17415314	sergio	nd	sergio
DC250ESM	ECO 250 ESM	14/01/2019	21251000876	17415315	sergio	nd	sergio
DC250ESM	ECO 250 ESM	14/01/2019	21251000877	17414743	sergio	nd	sergio
DC250ESM	ECO 250 ESM	14/01/2019	21251000878	17414741	sergio	nd	sergio
DC250ESM	ECO 250 ESM	14/01/2019	21251000879	17414742	sergio	nd	sergio
DC250ESM	ECO 250 ESM	14/01/2019	21251000880	17414744	sergio	nd	sergio
DC250ESM	ECO 250 ESM	14/01/2019	21251000881	17414947	sergio	nd	sergio
DC250I-TOP	ECOTOP 250 I	14/01/2019	27252000191	diego	miranda	11090000283	joao teixeira
DC250I-TOP	ECOTOP 250 I	15/01/2019	27252000192	diego	miranda	11090000284	JOAO TEIXEIRA
DC250I-TOP	ECOTOP 250 I	15/01/2019	27252000193	diego	miranda	11090000285	JOAO TEIXEIRA
DC250I-TOP	ECOTOP 250 I	15/01/2019	27252000194	diego	miranda	11090000286	JOAO TEIXEIRA
DC250I-TOP	ECOTOP 250 I	15/01/2019	27252000195	diego	miranda	11090000290	JOAO TEIXEIRA
DC250I-TOP	ECOTOP 250 I	15/01/2019	27252000196	diego	miranda	11090000287	JOAO TEIXEIRA
DC250I-TOP	ECOTOP 250 I	15/01/2019	27252000197	diego	miranda	11090000289	JOAO TEIXEIRA
DC250I-TOP	ECOTOP 250 I	15/01/2019	27252000198	diego	miranda	11090000292	JOAO TEIXEIRA

Figura 43 - Folha excel para rastreamento de números de série

A referida imprecisão contemplada pelos dados analisados, reside no facto de que nem todos os dias no mês tenham sido registados, ou seja, por vezes os equipamentos fabricados em 2 dias diferentes são adjudicados/documentados na totalidade apenas a um dos dias. O desvio padrão dos registos puros é de 54% da média. Isto impossibilita que a análise dos parâmetros se obtenha a partir dos dados diários, mas sim da soma anual, a considerar o calendário ENERGIE de 225 dias laborais.

Por recurso à manipulação de tabelas dinâmicas estes foram os resultados obtidos para os sistemas fabricados, e que são objeto de estudo, em 2019:

Mês	Nº unidades Fabricadas
1	222
2	298
3	317
4	305
5	414
6	348
7	635
8	239
9	480
10	501
11	452
12	212
Total Geral	4423
Média Diária	19,7

Figura 44 - Análise estatística da capacidade produtiva em 2019

3.3.1. Dados e registos que identificam os problemas

A análise do VSM associada a um trabalho de campo de longa duração permitiu a identificação das variadas ineficiências que a seguir se apresentam. Isto é, as causas do problema máximo sobre o qual o presente projeto visa intervir (elevado tempo médio de resposta aos pedidos dos clientes de equipamentos domésticos AQS) são:

Problema A1: Procedimentos e unidades de armazenamento inadequadas às necessidades do Fabrico do GT

Pelo VSM anteriormente ilustrado poderá concluir-se que a frequência a que o Fabrico do GT debita as suas produções origina de um trabalho em progresso médio, a montante do “Montagem do GT”, na ordem das 122 unidades. Este WIP representa 6.1 dias e 20% do *throughput time*. Assim sendo, a grandeza associada aos valores apresentados ilustra a necessidade de redução dos mesmos. As problemáticas causadoras de um desequilíbrio na cadência de produção do Fabrico do GT, referentes às lacunas das metodologias de planeamento da produção, serão apresentadas posteriormente. Deste modo e para já olhar, resta-nos trabalhar sobre este WIP através de um plano de ação passivo. Ou seja, não objetivando diminuí-lo diretamente (a melhoria dos métodos de planeamento disso se irá encarregar) mas sim procurando acomodá-lo a uma realidade que é atual e certas vezes inevitável (por via dos avultados lotes que o mercado exige que se fabriquem). Muitas das vezes os lotes de grupos termodinâmicos (de 45, 72 unidades ou superiores) são fabricados e caso não sejam requisitados/consumidos pela linha de produção imediatamente após estarem disponíveis passam a ocupar espaço nas mesas de trabalho que poderia servir para o fabrico de novos grupos. Desta forma, a produção no Fabrico do GT passa a estar interrompida e limitada, não por falta de capacidade de MO ou indisponibilidade de MP mas sim por falta de espaço de trabalho. Deve notar-se que cada grupo termodinâmico parado à espera de ser consumido representa um custo de sensivelmente 0.4 €/mês, não contemplando os custos indiretos associados à incapacidade, por falta de espaço, de produzir unidades que estão a ser requisitadas pelo mercado.

O facto de os grupos termodinâmicos fabricados ficarem armazenados de modo intermédio, à espera de serem consumidos, sobre as mesas de trabalho fixas (incapazes de serem movidas facilitando o transporte dos grupos) origina ainda outro problema: cada operador terá inevitavelmente de carregar/transportar manualmente um grupo de cada vez até à “Montagem do GT” (linha de produção). Tal prática de abastecimento à linha para além de descorar todos os princípios ergonómicos é também consequência do seguinte facto: em média um colaborador percorre diariamente uma distância de 370 metros apenas para transporte manual de grupos

termodinâmicos até à linha de produção, o equivale a um dispêndio de sensivelmente 16 minutos de período laboral. Sinalize-se que em média um grupo termodinâmico pesa cerca de 35 Kg.

Problema A2: Políticas de abastecimento de materiais desajustadas no Fabrico do GT

Como já anteriormente foi dado a conhecer, o posto de trabalho Fabrico do GT consiste na montagem e transformação física de um conjunto de componentes pequenos. Sendo que, em média, o trabalho em progresso diário nesta estação ronda as 130 unidades. Compreende-se que o elevado número de componentes necessário para o fabrico de apenas um grupo termodinâmico (GT) faz aumentar a complexidade das práticas de abastecimento à linha. Contudo e sabendo que ao longo de uma mesa de trabalho os grupos termodinâmicos estão seguidamente dispostos na horizontal, o processo de abastecimento de materiais no presente posto rege-se pelo seguinte método: qualquer atividade singular (movimento, transporte, disposição de materiais, etc..) é sempre realizada 1 GT de cada vez.



Figura 45 - Disposição dos materiais nas mesas de trabalho utilizadas para o Fabrico do GT

Isto é, observe-se o exemplo da sequência de movimentos efetuada pelo operador, no decorrer dos processos de fabrico no referenciado PT:

- 1- Movimentar-se até ao armazém de MP para recolher uma caixa de parafusos estrela M6;
- 2- Voltar para a mesa de trabalho, percorrendo-a e dispondo por cada unidade de grupo 1 parafuso;
- 3- Voltar a levar a caixa para o armazém de MP;
- 4- Regressar para mesa de trabalho, percorrendo-a e aparafusando por GT (um a um) o parafuso deixado anteriormente;
- 5- Percorrendo a mesa de trabalho rodar cada unidade de GT 90º à direita;
- 6- Movimentar-se novamente até ao armazém de MP para recolher um rolo de isolamento;
- 7- Distribui por cada um dos GT's 35 cm do isolamento recolhido;
- 8- Devolve o rolo de isolamento ao armazém e regressa ao PT com o novo componente necessário.

Em suma:

- Os materiais são transportados **do armazém de MP até ao PT**, apenas no exato momento em que são precisos, uma referência de cada vez. O operador desloca-se até ao armazém sempre que o processo produtivo obriga a alternar a MP que este tem de utilizar.
- **Dentro do PT**, os materiais são distribuídos GT a GT. Ou seja, se o lote de fabrico for de 50 unidades de grupo, o operador terá de dispor a mesma referência de determinado parafuso, um a um pelas 50 unidades, e só depois regressa à 1ª unidade do lote de fabrico, para começar por unidade de GT (também uma a uma) a aparafusar o parafuso disposto anteriormente.

A sequência acima, representativa dos procedimentos de abastecimento, é autoexplicativa quanto à sua contrariedade face ao conceito da economia de movimentos. Contudo, para que se ilustre em termos quantitativos o peso ao nível da eficiência que o número de movimentos e transportes entre o armazém e o posto de trabalho e ainda dentro do posto acarreta, foi efetuado um trabalho simplista de cronometragem de tempos (para as 3 variantes de GT) onde se percebem claramente os níveis de desperdício que, neste local e a cada produção, se gera. A título de exemplo, numa produção de um lote de 45 unidades (variante BLAHITOP) que apresentou um tempo de ciclo de 29 horas e 56 minutos, aproximadamente 5% do CT (1 hora e 16 minutos) consistiu-se em transportes/movimentos realizados pelos operadores, que não acrescentaram valor algum.

Em suma, no “Problema A2” serão abordados os problemas de movimentação:

- Dentro do PT para transporte e disposição das MP's;
- Desde o armazém de MP até ao PT para transporte de MP's;

Problema B1: Método de trabalho que é fonte geradora de desperdícios de movimento no Fabrico do GT

A constatação pelo VSM que o tempo ciclo inerente ao Fabrico do GT é o que mais pesa em todo o sistema de produção (representando quase 40% do CT total) e uma avaliação no *Gemba* dos métodos de trabalho, fazem rapidamente compreender de que modo estes podem ser melhorados, reduzindo assim facilmente o tempo de ciclo apresentado como o necessário para a produção de um grupo termodinâmico.

O “Problema A2” foram abordados os desperdícios no transporte para o abastecimento de materiais entre o armazém de MP e o PT e também dentro do PT. Contudo, ao mesmo nível de ineficiência se posicionam os movimentos efetuados pelos operadores dentro do próprio posto de trabalho (tema abordado no presente “Problema B1”), para a execução das operações de fabrico/transformação (de valor acrescentado).

Conclui-se que a sequencialidade de movimentos para a repetição das mesmas tarefas operatórias, apresentada no método tradicional, represente uma grande cota das causas que contribuem para o alargamento do tempo de ciclo total, bem como para a limitação do rendimento dos colaboradores ao longo do período de trabalho (por desgaste/cansaço). Ora observe-se a seguinte sequência operatória, que ilustra o tradicional (vigente) método de trabalho:

- 1- Furação da base, uma a uma, por cada GT ao longo de toda a mesa de trabalho (“Problema B1”);

- 2- Voltar ao primeiro GT do lote (“Problema B1”);
- 3- Recolha no armazém de MP’s de caixa com porcas M6X10 (“Problema A2”);
- 4- Dispôr, um a um, por cada GT ao longo de toda a mesa de trabalho 4 porcas M6X10 (“Problema A2”);
- 5- Repor a caixa das porcas na sua localização de armazenagem e recolher os evaporadores (“Problema A2”);
- 6- Voltar ao primeiro GT do lote (“Problema A2”);
- 7- Colar os evaporadores, por GT, um a um, ao longo de toda a mesa de trabalho (“Problema B1”).

Ou seja, dentro do PT, os materiais são distribuídos e operacionalizados grupo a grupo. Como já apresentado, se o lote de fabrico for de 50 GT’s, se uma das tarefas atómicas presentes no processo de fabrico for aparafusar determinado parafuso ao GT, o operador irá aparafusar o determinado parafuso, um a um pelas 50 unidades de grupo, e só depois regressa à 1ª unidade do lote de fabrico, para começar por unidade de GT a realizar a próxima tarefa atómica.

Resumindo, o método de trabalho tradicional institui a execução de cada tarefa atómica repetidamente, sobre cada unidade de GT, uma de cada vez. Cada tarefa atómica é repetida, por cada unidade de GT disposta no PT sequencialmente, até que esta seja executada por todo o lote de unidades em fabrico. Só após essa execução total, o operador regressará à primeira unidade do lote (para iniciar a execução, novamente de unidade de GT em unidade de GT, da tarefa atómica seguinte).

Exemplo de parte da sequência de fabrico inerente ao método tradicional:

- 1- Operador inicia a execução da tarefa atómica T1 na unidade de GT1 e repete-a, por GT, até à unidade de GTn;
- 2- Operador regressa do GTn até ao GT1;
- 3- Operador inicia a execução da tarefa atómica T2 na unidade de GT1 e repete-a, por GT, até à unidade de GTn.

Saliente-se que é sensivelmente bissemanal, o registo da falta de stocks de GT’s disponíveis (incumprimento da cadência produtiva planeada para o Fabrico do GT), obrigando a constantes alterações de planeamento (caso a rotura seja identificada à priori) ou causando estagnação na linha onde se movimentam os termoacumuladores respetivos, que ficarão a montante da “Montagem do GT” até verem disponíveis os seus grupos termodinâmicos pertencentes.

Porém, em processo de planeamento, caso se respeite com segurança os tempos de ciclo para o Fabrico do GT, a capacidade da Linha AQS não será utilizada na sua totalidade pela incapacidade de resposta do Fabrico do GT. Assim sendo, o planeamento da Linha AQS está limitado na medida em que não tem liberdade para usufruir completamente da capacidade atualmente inerente a esta linha de produção (20 uds/dia, ainda que esta cadência não seja suficiente para atingir a redução de *lead time* a que o presente projeto se propõe). Ou seja, não adiantará que todos os restantes tópicos deste projeto sejam resolvidos com sucesso, conduzindo para o crescimento da capacidade produtiva inerente à linha em 30% (26 unidades/dia), se atualmente ainda com uma capacidade de fabrico inferior, já existe uma certa indisponibilidade para que o Fabrico do GT cumpra o ritmo imposto pela linha (quando esta recorre a toda a sua capacidade atual).

Em suma:

- Os problemas de movimentação **dentro do PT para execução das tarefas de transformação (valor acrescentado)** são abordados no presente “Problema B1”;

Problema C1: Inexistência de um planeamento singular para o Fabrico do GT e de associação ao fabrico dos termoacumuladores (planeamento Linha AQS)

Considera-se o planeamento de produção pouco desenvolvido e com severas lacunas.

Note-se que o posto de trabalho Fabrico do GT é externo à linha de produção e rege-se por um método de fabrico do tipo “*Batch Production*”. A produção dos grupos termodinâmicos (no posto Fabrico do GT), dependendo do lote, deve ser iniciada em média 5 dias anteriores ao momento planeado para a chegada dos termoacumuladores respetivos (na linha de produção) ao posto de trabalho “Montagem do GT”. Pelo que, aquando da chegada dos termoacumuladores à “Montagem do GT”, os grupos termodinâmicos respetivos já se devem encontrar disponíveis em bordo de linha para serem aplicados (sem obrigar a tempo de espera). Assim sendo, o Fabrico do GT, com trabalhadores exclusivos ao mesmo, é externo e idealmente em nada afeta a fluidez dos termoacumuladores na linha de produção.

Apesar desta regra dos 5 dias, anteriormente apresentada, estar estipulada já há mais de 5 anos, não passa de uma regra teórica e que não sustenta o planeamento, servindo apenas para apoiar a gestão mental que o supervisor responsável executa. É regular (com frequência média bissemanal) verificar-se que certos termoacumuladores, em linha, se encontram continuamente sem desenvolvimento (parados) a montante do posto de trabalho “Montagem do GT” ($\overline{WIP} = 13$ uds). Este acontecimento deve-se ao facto de se ter iniciado uma produção, na linha dos termoacumuladores, para a qual não irá existir posteriormente, no PT “Montagem do GT”, disponibilidade dos grupos termodinâmicos correspondentes. Ou seja, é lançada para a linha, uma produção de termoacumuladores cuja sua data de início não considerou/corresponde corretamente à data planeada de finalização para o fabrico dos grupos termodinâmicos, a si associados. Assim sendo, os termoacumuladores a montante da “Montagem do GT”, apenas voltarão a entrar no fluxo da linha de trabalho, assim que para eles estiverem satisfeitos os GT’s correspondentes.

Conclui-se que a falta de correlação ao nível do planeamento entre a da Linha AQS e o Fabrico do GT, surja pela inexistência de um planeamento pensado, parametrizado e documentado, para o Fabrico do GT” (como já se verifica para a Linha AQS). Sendo que, atualmente, tudo se reúne a um processo de alocação direta e sequencial que apenas depende do responsável de produção, que mentalmente e de forma isolada o elabora.

Problema C2: Planeamento pouco dinâmico e de lenta adaptação aos acontecimentos em tempo real

A falta de comunicação, já anteriormente identificada, é consequência que a produção siga, muitas vezes, um planeamento que se encontra desadaptado às ocorrências e irregularidades inesperadas que no dia-a-dia surgem. O atraso, sempre presente, na discussão da informação atualizada faz com que exista uma lenta reação aos desvios e que não haja a possibilidade de evitar desperdícios de grande dimensão.

Tomemos dois dos mais graves exemplos, que poderiam ser evitados caso os intervenientes responsáveis continuadamente, acompanhassem o desenrolar das situações das OF e comunicação *on time* e para todos os interessados dos materiais indisponíveis:

Bissemanalmente verificam-se produções que se encontram estagnadas na linha de produção (criando elevado WIP), por indisponibilidades dos materiais que estas requerem consumir, por exemplo:

- a. Caso exista uma rotura do stock de um respetivo autocolante que será aplicado no posto de “Montagem do GT e Embalamento”, as unidades que o requerem terão de aguardar até à sua chegada para puderem ser embaladas. Assim sendo ficarão estagnadas em espera ocupando um espaço por um período desnecessário e desorganizado o fluxo no posto de trabalho.
- b. Caso exista um atraso no fabrico dos GT’s que não possa ser absorvido pelo planeamento realizado, assim que os termoacumuladores respetivos atingirem o posto “Montagem do GT e Embalamento”, não tendo disponíveis os GT’s que especificamente são fabricados para seu consumo, ficarão a montante da “Montagem do GT” até verem disponíveis os seus GT’s pertencentes. Caso este atraso fosse informado com antecedência, passando a ser do conhecimento de todos os responsáveis, poder-se-ia alterar o planeamento evitando tal WIP.

Problema C3: Planeamento e associação de datas de início a ordens de produção segundo método pouco preciso e insustentável (para Linha AQS)

Nos dias que correm, a ENERGIE realiza o seu planeamento de produção para a Linha AQS com base apenas na ideia (não sustentada em dados históricos quantificáveis) de que o sistema debita em média diariamente 24 unidades.

Pelo que, o seu método de planeamento tradicional se baseia no seguinte:

- 1º - Definir a sequência das ordens de fabrico pendentes;
- 2º - Calcular o nº de unidades capazes de processar no mês = $24\text{uds}/\text{dia} * \text{Nº de dias do mês}$
- 3º - Agrupar para o determinado mês o conjunto sequenciado (no passo nº1) de ordens a executar, tendo por base a quantidade determinada no passo nº2 (define a última ordem de fabrico pendente que pode ser processada no respetivo mês).

Observe-se abaixo a atual ferramenta de planeamento para a Linha AQS que será reestruturada:

Prioridade	O.F	Descrição TermoAcumuladores	Qtd a prod.	Qtd OF	Qtd já prod.	Enrolam.	Injecção	Montag.	Notas
SETEMBRO 2020									
1	2000571	DA200HP-GEO-P	10	10	0				
2	2000597	DC250I-TOP-P	2	2	0				MODELO PLÁSTICO
3	2000619	DC300E-MON	2	2	0				MODELO PLÁSTICO
4	200627	DC160I-SPLIT-P	4	4	0				
5	2000572	DC500I	12	12	0				
6	2000593	DC500I-SPLIT	6	6	0				
7	2000578	DC500IX-SPLIT	6	6	0				
8	2000541	DC500IX-SPLIT	6	6	0				
9	2000573	DC300I	24	24	0				
10	2000576	DC300IX	12	12	0				
11	2000591	DC300I-SPLIT-P	6	6	0				MODELO PLÁSTICO
12	2000592	DC300IX-SPLIT-P	6	6	0				MODELO PLÁSTICO
13	2000538	DC250I-ECONOMIC-P	48	48	0				
OUTUBRO 2020									
1	2000503	DC500IX-MON-INS	8	10	2				
2	2000527	DC300I-SPLIT-P	4	4	0				

Figura 46 - Ferramenta utilizada para o planeamento da Linha AQS

Este procedimento que não associa datas de início por ordem de fabrico (apenas fornece de forma macro o bloco sequenciado de ordens que devem ser executadas no mês), promove a ideia de que esta gestão da produção não é rígida, controlada, não impe ritmo de fabrico, não define metas e muito menos busca atingi-las.

Além disso, que como já justificado, a capacidade diária da Linha AQS debitar 24 unidades diárias não corresponde à realidade. Sendo, que uma breve análise aos dados de registo de produção de 2019 fez perceber que a capacidade do sistema se resumia apenas a 20 unidades/dia. Apesar de este estudo nos ter já aproximado de um valor de capacidade mais exato, não deixa de ser histórico para uma indústria em constante mudança. Pelo que, tudo aponta para a carência de um planeamento que se baseie em tempos cronometrados por modelo e variante (trabalho já desenvolvido e presente no projeto apresentado). Só assim, será passível de mitigar a variabilidade que o assumir uma capacidade de fabrico igual para todos os distintos modelos provoca. Ou seja, será sempre muito díspar o tempo associado à realização de um teste hidráulico para um modelo de 100L e para um de 500L. Contudo, atualmente este tipo de parâmetros não são considerados nem absorvidos pela política de planeamento.

Outro defeito do planeamento efetuado para a Linha AQS consiste no facto de a capacidade atual que é assumida para cálculo do planeamento não contemplar uma percentagem que permita absorver ou diluir as urgências do dia-a-dia (raturas de stock, novas ordens de produção, ...), bem como o grau de eficiência dos colaboradores ao longo do dia (que nunca que se balizará nos 100%).

Problema F1: Políticas de gestão de stocks passivas e que promovem a indisponibilidade de matérias primas

Uma avaliação dos procedimentos, ações e rotinas logísticas sobre as atividades dos aprovisionamentos faz constatar um ambiente de passividade que não busca estudar os problemas bem como explorar as suas causas e efeitos. A falta de materiais necessários para produção (causa) é aqui exposta como uma das causas mais determinantes para o alargamento do trabalho em progresso (efeito).

Para que, se entenda a veracidade deste relacionamento de causa-efeito estipulado, passa a expor-se um exemplo dos vários acontecimentos mais usualmente verificados como característicos da linha de produção em análise:

Por diversas vezes é iniciada uma produção de equipamentos para a qual não existem certos componentes indispensáveis ao término de atividades (tendo os produtos, por estarem inacabados, de ser retirados da linha de produção e ficar a aguardar a chegada do material em falta). Este é apenas um dos efeitos (da falta de materiais), exemplo de tantos outros repletos de ineficiências prejudiciais para o fluxo produtivo. Contudo, porquê que se lança para a produção uma ordem para a qual não estão previamente satisfeitas as necessidades de materiais? É simples, regra geral e para aproximadamente para 60% das matérias primas, verifica-se uma discrepância entre o *stock* em armazém e o documentado no sistema de gestão empresarial ERP Primavera. Contudo, interessa realmente agora identificar a causa raiz do desfaseamento do stock real em relação ao registado no ERP Primavera: no momento de produção de determinado produto a ficha técnica respetiva deve ser sempre verificada pelos operadores e corrigida se necessário. Contudo, apuram-se com extrema frequência diversos erros de registo, tais como: quantidades erróneas e/ou componentes trocados (entre SKU's). Igualmente se pode aferir que as fichas técnicas se encontram subdesenvolvidas e/ou incompletas (artigos em falta ou alocação incorreta a postos de trabalho). Ainda a salientar a falta de conhecimento, por parte dos operários, das potencialidades e modo de funcionamento do terminal de trabalho (ferramenta a partir da qual são formalmente consumidas as matérias primas e geridas as ordens de fabrico).

Reconheça-se por fim que a eventual falta de materiais pode provocar um alargamento do *lead time*, descontextualizar todo planeamento, alargar o *WIP* e naturalmente incrementar exponencialmente todos os custos associados (encomenda urgente e custo intangível da mancha na imagem da marca perante cliente – disparidade entre prazo anunciado e prazo efetivo).

3.3.2. Sumário dos problemas identificados

Para obter uma visão integrada e perceber como gerir cada setor de intervenção, organizam-se e classificam-se por áreas de melhoria os problemas anteriormente identificados:

Tabela 12 - Classificação dos problemas identificados por área de melhoria

Fluxos logísticos internos (A)	Processos (B)	Planeamento (C)	Informação (D)	Organização (E)	Aprovisionamentos /Materiais (F)
A1: Procedimentos e unidades de armazenamento inadaptadas	B1: Desperdícios de movimento em método de trabalho	C1: Inexistência de planeamento para Fabrico do GT	D1: Carência de estudo das necessidades do mercado	E1: Interrupções da produção por falta de competências	F1: Políticas de gestão de stocks ineficazes
A2: Políticas de abastecimento de materiais desajustadas		C2: Planeamento pouco dinâmico			
		C3: Planeamento segundo método pouco preciso			

Na tabela acima apresentada, as problemáticas foram também agrupadas pelos tipos de desperdícios que diretamente provocam, através da sua cor de letra. Agregando os tipos desperdícios por cada um dos dois domínios em análise que estes influenciam (domínios já expostos anteriormente na avaliação do VSM):

- O extremo excesso de materiais em progresso (WIP) é influenciado por:
 - *Stocks (Cor verde)*
- Os tempos de ciclo consideravelmente alargados são influenciados por:
 - Transportes e movimentações (Cor azul escuro)
 - Esperas (Cor laranja)

A listagem do número de problemáticas identificadas é a seguinte:

Tabela 13 - Contabilização dos problemas identificados por tipo de desperdício

	Nº de Problemas
Extremo excesso de materiais em progresso (WIP)	5
<i>Stocks</i>	5
Tempos de ciclo consideravelmente alargados	5
<i>Transportes e movimentações</i>	3
<i>Esperas</i>	2
Nº Total de Problemas	9

Atente-se que o problema A1 é um problema híbrido ao nível dos desperdícios a que está associado. Assim de forma resumida se consegue perceber o que é importante, por setor, para o presente projeto enquanto agente de intervenção na ENERGIE.

3.4. Visão

Sendo que toda a estratégia de intervenção do presente trabalho se sustenta nos princípios da filosofia *Lean* e uma vez que a mesma é normalmente apresentada na forma de uma casa, faria todo o sentido explicitar a visão desta dissertação/projeto também segundo a forma de uma casa. Tal como é usado a casa para representar o carácter estrutural do *Lean*, também é fundamental que se entenda a importância de a visão do projeto estar bem estruturada: só se os princípios (fundações) do projeto forem consistentes é que poderemos ter uma posterior análise e intervenção sólida (pilares e estrutura central) sobre o processo e por fim obter os objetivos desejados (sótão).

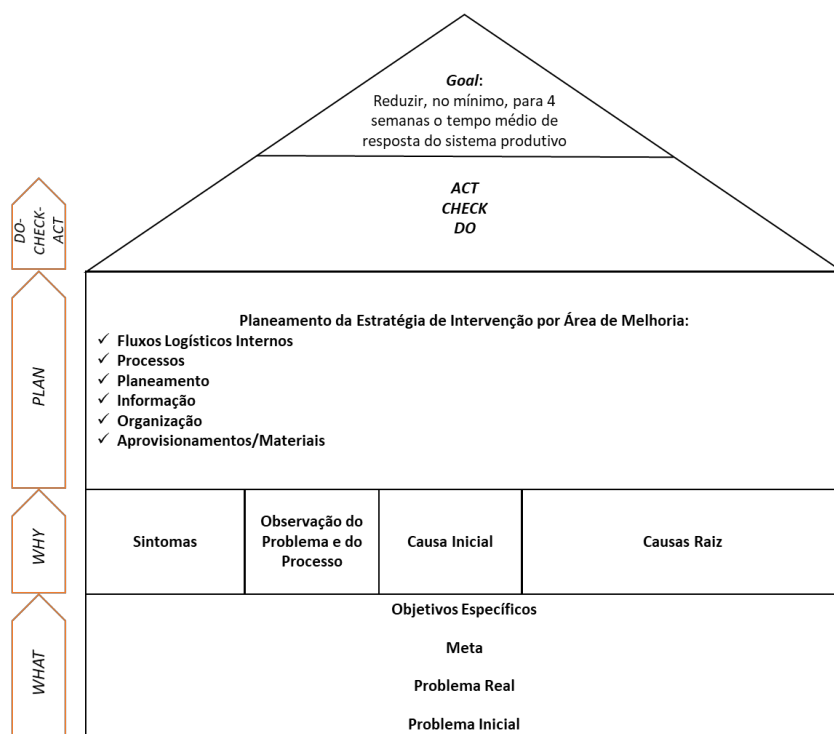


Figura 48 - A visão do projeto apresentada sobre a forma de uma casa

Problema Inicial:

Mudança do equilíbrio do mercado das energias renováveis com uma transição para um cenário de crescimento gradual - transformação do modelo de negócio e entrada de novos concorrentes que condicionaram fortemente a organização do mercado nacional e internacional.

Problema Real:

Capacidade insuficiente para garantir um tempo de resposta competitivo em relação aos concorrentes diretos.

Meta:

Com vista ao aumento da competitividade e adequação às expectativas do mercado é prioritária a redução do tempo médio de resposta aos pedidos dos clientes de equipamentos domésticos AQS. Nesse sentido e alinhado com o posicionamento estratégico da direção da empresa, o objetivo foca-se na seleção e aplicação dos princípios do *Lean Manufacturing*, com vista à análise do presente processo, definição de uma estratégia de melhoria e aplicação das soluções.

Objetivos Específicos:

Aumentar em 30% a sua capacidade produtiva para atingir um tempo de resposta de 4 semanas igualando os seus principais concorrentes.

Sintomas:

Atrasos nas entregas de produto acabado (face à data anunciada no ato de encomenda) e perdas de encomendas ou concursos para concorrentes nacionais e internacionais.

Observação do Problema e do Processo:

Através da observação do Gemba, recolha e análise de tempos de produção, visualização global do processo por recurso a *VSM* e avaliação dos indicadores de desempenho.

Causa Inicial:

Metodologias, processos e procedimentos produtivos e logísticos que são a gênese de desperdícios que estrangulam e limitam que o fluxo de valor seja contínuo.

Causas Raiz:

- Procedimentos e unidades de armazenamento inadaptadas;
- Políticas de abastecimento de materiais desajustadas;
- Desperdícios de movimento em método de trabalho;
- Inexistência de planeamento para Fabrico do GT;
- Planeamento pouco dinâmico;
- Planeamento segundo método pouco preciso;
- Carência de estudo das necessidades do mercado;
- Interrupções da produção por ociosidade;
- Políticas de gestão de stocks ineficazes.

Planeamento da Estratégia de Intervenção por Área de Melhoria:**Fluxos Logísticos Internos**

- Idealização, desenho, negociação e aquisição de *racks* dinâmicas para armazenamento e transporte dos grupos termodinâmicos;
- Criação de *kits* de abastecimento que resultam do agrupamento dos componentes, consumidos num GT, por grupos de tarefas.

Processos

- Planificação e teste de novo método de trabalho para o Fabrico do GT - procedimentos de fabrico por grupos de tarefas.

Planeamento

- Desenvolvimento de uma ferramenta de planeamento para gerir o fabrico dos grupos termodinâmicos;
- Criação de espaço próprio (Sala *Obeya*) destinado a reuniões simples (Kaizen diário) para acompanhamento *on time* do trabalho;
- Restruturação da metodologia de cálculo/escalonamento das ordens de produção (planeamento) feita para a Linha AQS.

Informação

- Análise logística dos dados históricos e cálculo dos parâmetros de gestão de stocks para contexto de classificação e aprovisionamento dos produtos acabados.

Organização

- Análise, identificação e correção dos aspetos críticos expostos pelas matrizes de competências.

Aprovisionamentos/Materiais

- Reestruturação dos métodos, procedimentos e ferramentas (gestão visual e entre outras) que sustentam o trabalho desenvolvido no departamento de logística.

3.5. Aplicação da metodologia PDCA

A direção ENERGIE, alinhada com o seu posicionamento estratégico, propôs que o presente projeto incorporasse a melhoria contínua para que esta filosofia comece a ser aplicável a todas as atividades e ações relevantes na organização, em particular neste trabalho, a toda o sistema de produção e sua cadeia logística anexa. No sentido de potenciar um espírito de melhoria contínua, a ENERGIE pretende iniciar o estabelecimento de metodologias de acordo com o ciclo PDCA. Pelo critério então apresentado deve ressaltar-se que o ciclo PDCA é a ferramenta de gestão que permite estruturar os passos que sustentam todo o projeto de desenvolvimento das estratégias de melhoria e intervenção.

Seguem as estratégias de intervenção (concretizadas de acordo com as 4 fases P-D-C-A) implementadas por problema e organizadas no presente capítulo por área de melhoria:

3.5.1. Fluxos logísticos internos (A)

3.5.1.1. Problema A1: Procedimentos e unidades de armazenamento inadequadas às necessidades do Fabrico do GT

Fase 1 – Plan

Idealização, desenho, negociação e aquisição de *racks* dinâmicas para armazenamento e transporte dos grupos termodinâmicos desde o Fabrico do GT até ao posto onde serão consumidos (“Montagem do GT”), evitando assim transportes manuais e excessivos que ao nível da ergonomia são condenáveis. A idealização destas unidades de armazenamento deve ponderar as características dos grupos a armazenar e que se perspetivam fabricar (para as dimensões e nº de prateleiras), bem como os requisitos ergonómicos e técnicos a que devem obedecer (peso máximo admissível, altura da pega, amplitude entre prateleiras, tipo de rodas e prateleiras amovíveis, etc).

Fase 2 – Do

Todas as problemáticas apresentadas podem integralmente ser eliminadas pela implementação de *racks* dinâmicas onde se armazenem, organizem e transportem os grupos termodinâmicos que serão consumidos pela linha de produção (todos menos os modelos ECO – BLA12G-1/BLA21G-2).



Figura 49 - Desenho em SolidWorks da rack dinâmica idealizada

O primeiro passo para o dimensionamento das *racks* dinâmicas é a recolha das dimensões (comp. * larg. * alt.) dos grupos termodinâmicos que nestas serão acomodados:

- MONOSUPERIORENERGIE – 44 * 60 * 44 (cm)
- BLAHI-TOP - 40 * 54 * 30 (cm)
- MIDEA – Ø60* 48 (cm)

Atente-se que se projetarmos as *racks* para acomodar o modelo de maiores dimensões, estas também conseguirão armazenar as unidades dos restantes modelos. O caso oposto, nunca permitiria acomodar todos os modelos existentes.

A idealização de *racks* com diferentes dimensões para acomodar modelos específicos não é vista com bons olhos dada a volatilidade das necessidades que o mercado (tanto o de compras como o de vendas) tem feito experienciar. Estes que as altas velocidades fazem variar em quantidade e tipologia os modelos que são fabricados (até tornando alguns obsoletos e exigindo a criação de novas variantes). Igualmente uma qualquer alteração técnica que implique uma variação nas dimensões da máquina, poderá colocar em causa e deitar por terra um estudo e projeção das unidades de armazenamento que representa custos avultados.

Na análise de projeção, o processamento das dimensões acima apresentadas verificou que dimensionando ou não as *racks* para o modelo de maior dimensão, não existiria um aumento ou redução na capacidade de armazenar os grupos nas *racks*. Ou seja, para o dimensionamento das *racks*, caso se quisesse excluir o modelo MIDEA (pela sua baixa rotatividade) teria que se dimensionar para o modelo de maiores dimensões dentro dos outros 2 restantes modelos: o MONOSUPERIORENERGIE (para poder acomodar pelos menos 2 modelos distintos nas *racks*). Contudo, verifique-se o seguinte:

- Para poder acomodar igualmente em comprimento 4 unidades de MONOSUPERIORENERGIE, a prateleira teria de contar com um comprimento de 176 cm, o que possibilitaria acomodar 3 unidades MIDEA tal como conseguimos por ter dimensionado as *racks* com referência no modelo MIDEA. Note-se que dimensionar com referência no MONOSUPERIORENERGIE e tentar acomodar, em comprimento, 4 unidades MIDEA implicaria um comprimento de 240 cm de prateleira, o que estaria limitado à partida pelo comprimento do corredor de circulação (2.4 metros) e ainda por questões ergonómicas na movimentação (dimensões e peso).

- Ao nível da largura o modelo MONOSUPERENERGIE iguala-se ao MIDEA.
- Mesmo projetando uma *rack* para a altura da MONOSUPERENERGIE, não seria alguma vez exequível acomodar mais um nível do que os 3 que foram definidos quando se teve como referência a altura MIDEA (exigiria que o último grupo fosse carregado pelo operador a 1.81 metros, seria algo crítico ao nível da ergonomia e poderia incrementar a taxa de acidentes de trabalho anual ENERGIE, que em 2019 registou que 4% dos operadores sofreram um acidente de trabalho).

Para corroborar o método de dimensionamento utilizado e apesar da rotatividade do modelo de maiores dimensões ser muito menor que os outros dois restantes, a administração definiu que era imprescindível que todos os modelos pudessem ser acomodados nas *racks*, não ocupando qualquer área do espaço de trabalho.

Um estudo do *layout* fez perceber que havia espaço disponível com folga para definir uma zona de posicionamento das mesmas. Assim sendo, não existiram grandes limitações ao nível das dimensões máximas, a não ser a largura dos corredores por onde estas terão de ser movimentadas (que se limitava nos 2.4 metros).

Assim sendo as *racks* dinâmicas foram projetadas tendo como referência as cotas máximas do modelo de maiores dimensões (MIDEA), as dimensões máximas dos corredores de circulação e a capacidade de transporte humano:

- Altura = 141 cm (30 cm para o pé + 3 níveis com 50 cm cada + 5.5 cm por prateleira)
- Comprimento = 180 cm (acomoda 3 grupos MIDEA ou 4 dos restantes modelos)
- Largura = 120 cm (acomoda 2 grupos)
- Nº níveis = 3

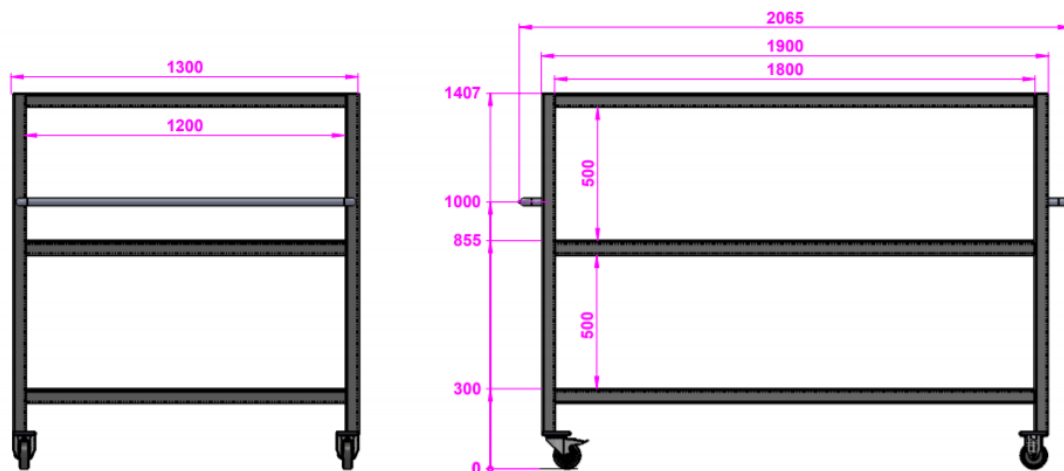


Figura 50 - Dimensionamento técnico da rack dinâmica

Capacidade de armazenamento:

- Nº grupos MONOSUPERIORENERGIE/*rack* = 24 unidades (8 por nível)
- Nº grupos BLAHI-TOP /*rack* = 24 unidades (8 por nível)
- Nº grupos MIDEA /*rack* = 18 unidades (6 por nível)



Figura 51 - Rack dinâmica no gamba ENERGIE

Pretendendo aumentar a flexibilidade das *racks* face às distintas tipologias de grupos que podem ter de vir a armazenar (tendo por base o historial na área da customização que a ENERGIE apresenta) e diminuindo a possibilidade de estas se tornarem obsoletas definiu-se que a prateleira central deveria ser móvel, tendo as barras laterais encaixes cujas cotas foram definidas à *priori*. Esta particularidade permitirá ajustar o nível da prateleira central perante as diferentes alturas que os grupos possam vir a assumir. Além do mais, tendo o grupo BLAHI-TOP uma altura de 30 cm, isto permitirá sempre que a *rack* albergar apenas este modelo, que na secção central se coloque mais uma prateleira e que se baixe a existente, permitindo acomodar numa só *rack* 32 unidades deste modelo, sem que se ultrapasse a altura original da *rack* de 141 cm e a capacidade máxima de armazenamento de 1000 Kg.

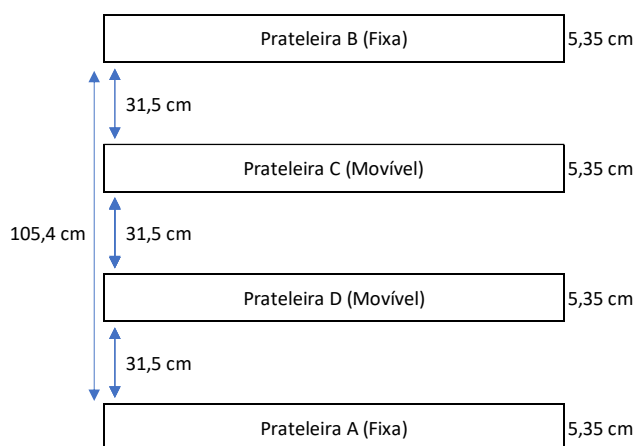


Figura 52 - Dimensionamento alternativo da altura prateleiras



Figura 53 - Materialização das furações que possibilitam uma maior mobilidade das prateleiras

No processo de *procurement* para fabrico das *racks* foram contactadas 2 empresas (FENTO e TOOLPATH) e foram recebidos os respetivos orçamentos. O binómio flexibilidade-preço era muito semelhante para ambas, contudo a administração ENERGIE pela longa parceria existente avançou para o presente projeto com a FENTO, assumindo um custo por *rack* de 1170€. Posteriormente tiveram que ser definidas algumas características das *racks* por forma a minimizar a dificuldade de movimentação destas unidades que terão de suportar até 960 Kg:

- Estrutura soldada tubo 50x50x4mm
- Sistema anti viragem nos quatro cantos
- 4 rodas rotativa 150mm de borracha
- Asas para manipulação na extremidade

Fase 3 – Control

Por ser possível aproximar os GT fabricados da Linha AQS, ou seja, poder colocar as *racks* dinâmicas junto à linha, o operador para o abastecimento da mesma (transporte manual de grupos termodinâmicos até à linha de produção) passará a deslocar-se menos 11 metros por GT que movimente e reduzirá em 57% o tempo que passa a exercer esforço físico para carregar GT's em média pesam 35 Kg.

Note-se que o operador passa de uma deslocação média por GT de 19 metros para 8 metros (ida e volta).

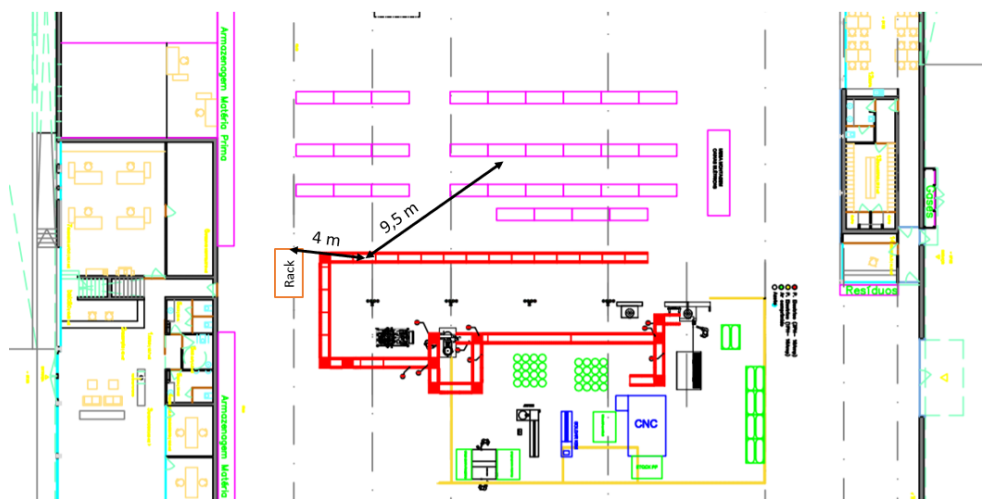


Figura 54 - Comparação das distâncias entre o PT e as 2 zonas de armazenagem alternativas

Fase 4 – Act

A dificuldade de movimentação das *racks* foi um dos maiores problemas encontradas durante o processo de utilização, por esse motivo tiveram que se tomar 2 ações corretivas:

- Substituição das rodas originais de borracha por rodas de nylon, visando diminuir o atrito com o piso da fábrica;
- Substituir 2 rodas rotativas por 2 fixas, ficando a *rack* no total com 2 rodas fixas com travão mais 2 rotativas sem travão, objetivando diminuir a flexibilidade de viragem desnecessária que obrigava o operador a um maior dispêndio de força para centrar a direção de movimento da *rack*.

3.5.1.2. Problema A2: Políticas de abastecimento de materiais desajustadas no Fabrico do GT

Fase 1 – Plan

Criação de *kits* de abastecimento/montagem que resultam do agrupamento dos componentes, consumidos num GT, por grupos de tarefas de fabrico (os componentes a serem utilizados num determinado grupo de tarefas, previamente congregados, corresponde a um *kit*). Os *kits* abastecerão o Fabrico do GT, sendo para lá transportados (e preparados) em *racks* dinâmicas (estantes móveis).

A idealização de *kits* de abastecimento com as MP's necessárias, organizadas por grupo de tarefas (a serem armazenados nas *racks* dinâmicas), visa a eliminação quase na totalidade das **movimentações para o transporte de materiais**, verificadas no método de abastecimento tradicional, das 2 seguintes categorias:

- **Movimentos entre o armazém de MP e o PT.** Esta eliminação será garantida pelo facto de as MP's, organizadas por grupos de tarefas (*Kits*), irem estar sempre disponíveis ao lado do operador (na *rack* dinâmica, como forma de bordo de linha), durante todo o período de fabrico.

O operador será responsável por, num período anterior ao início do fabrico, preparar e abastecer a *rack* dinâmica, com os *Kits* de montagem que incluem todos as MP's necessárias para a ordem de produção. Este ato de abastecimento prévio, tornar-se -à na única deslocação ao armazém de MP que o operador terá de fazer.

- **Movimentos dentro do PT.** Tradicionalmente serviam para a disposição das MP's pelas várias unidades de GT, uma a uma, presentes no PT. Esse tipo de atividades verificavam-se, porque os operadores não tinham um equipamento de suporte, junto ao PT, onde pudessem manter as MP's para fazer um consumo faseado das mesmas, enquanto realizavam as operações de transformação. Em alternativa, os operadores dispunham pelas unidades de GT, nas mesas do PT, a quantidade de MP somente necessária e deslocavam-se até ao armazém para devolver a embalagem da MP, com restante stock da mesma. Existindo as *racks* dinâmicas e os *Kits* de abastecimento que estas hospedarão, os operadores terão sempre “à mão”, e disponível instantaneamente, qualquer MP que necessitem, sem perda de tempo na sua procura ou transporte durante o ciclo de fabrico. A disposição dos componentes GT a GT deixará de existir, pois estes passarão a ser fornecidos e operacionalizados, por GT, em conjunto com outras referências (dependendo do grupo de tarefas pertencente). Continuar a dispor cada MP grupo a grupo, antes da sua operacionalização, tornaria impossível a aplicação do novo método de trabalho proposto no “Problema B1” (que prevê a operacionalização, numa só iteração, de mais do que uma MP num GT).

Fase 2 – Do, Fase 3 – Control e Fase 4 – Act

A abordagem das restantes fases do ciclo para o “Problema A2” será imputada no “Problema B1”. Isto porque as duas problemáticas dependem uma da outra, na medida em que se o “Problema A2” não for resolvido com sucesso, a resolução do “Problema B1”, nunca poderá consumir-se. Esta complementação de problemáticas será abordada com mais detalhe posteriormente (no “Problema B1”), mas pode avançar-se que o êxito do plano interventivo que visa abordar “A2” é imprescindível para que se verifiquem benefícios na resolução de “B1”.

3.5.2. Processos (B)

3.5.2.1. Problema B1: Método de trabalho que é fonte geradora de desperdícios de movimento no Fabrico do GT

Fase 1 – Plan

Reinventar o tradicional método de trabalho, atualmente em vigor no Fabrico do GT.

Planificação e teste (com recurso à implementação) de novo método de trabalho para o Fabrico do GT: procedimentos que privilegiarão o fabrico por grupos de tarefas. Ou seja, em cada iteração de trabalho será executado um grupo de tarefas (conjunto de tarefas atómicas), de uma só vez, por cada unidade de GT. Pelo que, o operador não irá executar em cada iteração de trabalho (como

atualmente em vigor) apenas uma tarefa atômica e só depois seguir para o próximo GT, mas sim em cada iteração de trabalho será imputado, por unidade de GT, um conjunto definido de tarefas atômicas (os mesmos grupos de tarefas pelos quais os *kits* de abastecimento serão preparados – idealizados no “Problema A2”).

Note-se que, só quando um conjunto/grupo de tarefas for terminado num GT é que o operador poderá repeti-lo para o próximo GT. Assim que terminada a execução do mesmo determinado grupo de tarefas para todas as unidades de GT do lote de fabrico, o operador iniciará o fabrico do grupo de tarefas seguinte, na mesma unidade de GT onde foi executada a última repetição do grupo de tarefas anterior (evitando, como o tradicional método exigia, regressar sempre à 1ª unidade de referência do lote, para iniciar a próxima tarefa atômica). Ou seja, a última unidade de GT para o grupo de tarefas “n” será a 1ª unidade para o grupo de tarefas “n+1”. Assim, o sentido de movimentação do operador será sempre oposto entre 2 grupos de tarefas sequenciais.

Exemplo de parte da sequência de fabrico revigorada, para os princípios tratados pelo novo método de trabalho:

- 1- Operador inicia a execução do grupo de tarefas (conjunto de tarefas atômicas) nº1 na unidade de GT1 e repeti-o, por GT, até à unidade de GTn.
- 2- Operador inicia a execução do grupo de tarefas nº2 na unidade de GTn e repeti-o, por GT, até à unidade de GT1.

Este método de trabalho será apoiado pelo abastecimento dos *kits*, que estarão organizados pelos mesmos grupos de tarefas aqui referenciados (“Problema A2”). A resolução do “Problema A2” tem como objetivo principal combater os movimentos, no transporte de materiais, entre o armazém de MP até ao PT Fabrico do GT e dentro do próprio PT. Porém, caso este problema não sejam resolvido com sucesso, a resolução do “Problema B1”, nunca será possível de se verificar. Ou seja, a resolução do “Problema B1” só será permitida se anteriormente o “Problema A2” for desenvolvido com sucesso. Além do seu objetivo principal, a resposta prévia ao “Problema A2” será vital para a sustentabilidade do novo método de trabalho (proposto no planeamento do “Problema B1”), que visa a diminuição de movimento dentro do PT Fabrico do GT, para atividades de transformação.

Na medida em que, o novo método de trabalho (desenvolvido no “Problema B1”) propõe executar em cada iteração um conjunto/grupo de tarefas atômicas. Contudo, para que o operador siga esse princípio, mas continue a evitar movimentos desnecessários dentro do PT, precisará de ter junto do PT (“ao seu lado”) disponível a qualquer momento, o grupo (*Kit* desenvolvido no “Problema A2”) de MP’s que são exigidas para a execução do determinado grupo de tarefas correspondente.

A reinvenção do tradicional método de trabalho permitirá melhorá-lo de forma significativa tornando assim o planeamento mais flexível, capaz de diminuir o *lead time* e responder transversalmente aos distintos pedidos do mercado. Em suma, assim se aumentará a cadência a que os grupos termodinâmicos se encontraram disponíveis para consumo por parte da linha de produção. Por consequência os termoacumuladores poderão ser colocados em fabrico mais rapidamente e chegar até ao cliente num menor espaço de tempo.

Fase 2 – Do

Para teste à implementação das novas metodologias de abastecimento (“Problema A2”) e fabrico (“Problema B1”) propostas, que dependentes uma da outra se complementam, foi realizada a seguinte experiência prática.

No dia 16,17 e 18 de novembro de 2020, a O.F nº 923, que correspondia ao fabrico de 24 unidades do modelo “MONOSUPERIORENERGIE”, foi escolhida para testar o novo método de abastecimento e de fabrico. Também para que se apresentasse, na prática e em tempo real, para todos os interessados as diferenças entre os 2 métodos (tradicional vs novo) e especialmente para que os principais intervenientes (operadores) pudessem experienciar (dando o seu *feedback*), as vantagens e desvantagens do novo método em comparação com o antigo, a referida O.F foi dividida em 2 partes iguais:

- 12 unidades regidas pelo método de fabrico tradicional
- 12 unidades processadas pelo novo método de fabrico

Foi selecionada a O.F 923 por contemplar a variante de GT com maior procura/frequência de fabrico e por considerar uma quantidade de unidades (24) que além de ser uma dimensão de lote próxima da média registada ao longo do ano de 2019 (para todas as variantes de GT), permitiria dividir em 2 partes iguais a experiência de comparação. A preparação desta experiência exigiu uma consciencialização dos operadores para o facto de não se tratar de uma competição (para que não alterassem o seu normal ritmo de trabalho) e do supervisor que não existia uma tentativa de desonrar o método de trabalho que por si, há mais de 13 anos, se encontrava implementada, mas sim que devemos constantemente, para qualquer processo, pensar sobre a sua melhoria contínua.

Cada um dos métodos foi conduzido por 1 operador exclusivo. Foi importante selecionar 2 RH com competências semelhantes.

Previamente, para suporte ao novo método de trabalho com o fornecimento dos *Kits* de montagem (Problema “A2”) foi necessária a preparação de 2 elementos:

- Rack dinâmica

A *rack* dinâmica é um equipamento de armazenagem móvel, onde serão colocados os kits de montagem. Esta será imprescindível durante toda a sequência de preparação ao abastecimento do PT, no ato (obrigatoriamente precedente ao de fabrico) de preparação e movimentação dos kits de montagem. Segue-se, a sequência do processo de abastecimento:

- 1- A *rack* dinâmica, albergando as caixas de armazenagem vazias, é transportada para o armazém de MP;



Figura 55 - Rack dinâmica com os utensílios de armazenagem

- 2- O operador, com o documento das MP's a depositar por caixas de armazenagem (por grupos de tarefas), percorrerá os locais de armazenagem correspondentes e fará as recolhas ao longo do armazém de MP.



Figura 56 – Documento de agrupamento das MP's por caixas de armazenagem/grupos de tarefas, exemplo de armazenagem em caixa e rack completamente abastecida

Para organização das caixas nas *rack*, definiu-se o seguinte princípio:

Cada prateleira da *rack* é dividida em 3 zonas na horizontal, cada zona correspondente a um grupo de tarefas distinto.



Figura 57 - Norma para organização dos materiais na rack

- 3- A rack dinâmica, uma vez contendo as caixas de armazenagem completas, é devolvida ao PT onde permanecerá junto ao operador ao longo de todo o ciclo de fabrico.

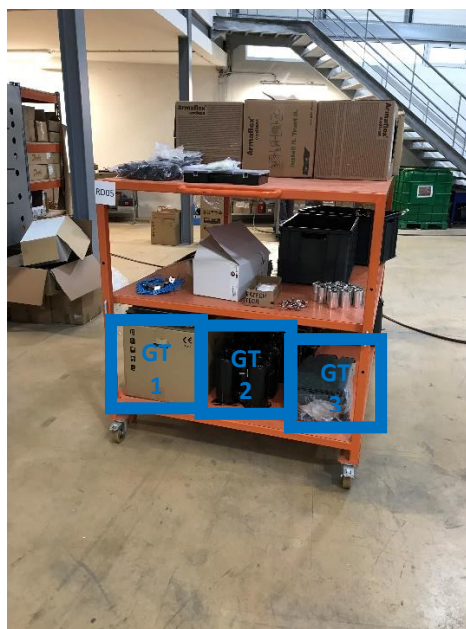


Figura 58 - Rack totalmente abastecida junto ao PT a servir

Na experiência da O.F 923, utilizaram-se as mesmas *racks* que foram idealizadas para o “Problema A1”. Isto para testar a possibilidade de estas serem adequadas também para servir o conceito de armazenagem que a resolução dos “Problemas A2 e B1” prevê. Uma vez que estes equipamentos foram desenvolvidos para armazenar os Grupos Termodinâmicos como PA, não seria descabido que, para um primeiro período de adaptação ao novo método de abastecimento, se utilizassem estes equipamentos para suporte de Grupos Termodinâmicos como MP (dado, representarem um peso igual e conterem os mesmos componentes, assemblados ou não).

- Kits de montagem

Um kit de montagem é uma ou mais caixas de armazenagem (imagem abaixo) recheadas de um conjunto de componentes que servirão exclusivamente um específico grupo de tarefas.

Para apoiar o operador tanto no processo de abastecimento, como no de fabrico é necessário formar os grupos de tarefas e adquirir caixas de armazenagem.

A formação dos grupos de tarefas seguiu a seguinte sequência:

Para delineamento do novo método de trabalho por grupos de tarefas

- Discriminação de todas as tarefas atômicas envolvidas no fabrico de um GT;

Iteração	Descrição da Operação
34	Aplicar 4 agarras na base para fixar o compressor
35	Isolar pipo na linha
36	Cortar isolamento para tubagem de compressão e expansão do compressor
37	Isolar tubagens de compressão e expansão do compressor
38	Expandir e aplicar a tubagem de compressão
39	Expandir e aplicar a tubagem de expansão
40	Soldar as uniões das tubagens de expansão e compressão ao compressor
41	Aplicar pressostato
42	Fixar as válvulas aos suportes (para condensador e painel)
43	Desapertar tampas das válvulas
44	Barrimento (limpeza interna das tubagens) com colocação do sistema à carga 48h
45	Fechar tampas das válvulas
46	Definir medida dos 2 tipos de isolamentos
47	Cortar isolamentos "DL - Suporte Grande" e "Válvula de Expansão - Suporte Pequeno"
48	Colar isolamentos "DL - Suporte Grande" e "Válvula de Expansão - Suporte Pequeno"
49	Aplicar isolamento "DL - Suporte Grande"
50	Aplicar isolamento "Válvula de Expansão - Suporte Pequeno"

Figura 59 - Exemplo de operações atômicas executadas no fabrico de um GT

- Organizar por grupos as tarefas atômicas, através da consideração do seu tipo de fabrico (montagem mecânica, isolamentos, ligações elétricas, ...).

GRUPO-TAR	Descrição do Grupo	Ordem
MCC	Montagem do ventilador (com complementar isolamento), do suporte de ventilador e do evaporador	1
PB	Preparação da base, montando na mesma o conjunto acima indicado com a inclusão do compressor	2
IST	Instalação e soldadura da tubagem (prevê aplicação de pressostatos e válvula solenoide)	3
CTI	Corte integral (e externo) dos isolamentos	4
CLI	Aplicação/cola dos isolamentos (cada um por base, isolando as tubagens)	5
CA	Carga de azoto	6
PCE	Preparação (externa) da caixa elétrica	7
LE	Realização das ligações elétricas	8
VPC	Verificação das pressões de carga	9
VACG	Vácuo e Carga de Gás	10
TE	Teste elétrico	11
CPE	Caixa pequena	-

Figura 60 - Grupos de tarefas definidos para o Fabrico do GT

Iteração	Descrição da Operação	Grupo de Tarefas
34	Aplicar 4 agarras na base para fixar o compressor	PB
35	Isolar pipo na linha	CLI
36	Cortar isolamento para tubagem de compressão e expansão do compressor	CLI
37	Isolar tubagens de compressão e expansão do compressor	CLI
38	Expandir e aplicar a tubagem de compressão	IST
39	Expandir e aplicar a tubagem de expansão	IST
40	Soldar as uniões das tubagens de expansão e compressão ao compressor	IST
41	Aplicar pressostato	IST
42	Fixar as válvulas aos suportes (para condensador e painel)	IST
43	Desapertar tampas das válvulas	CA
44	Barrimento (limpeza interna das tubagens) com colocação do sistema à carga 48h	CA
45	Fechar tampas das válvulas	CA
46	Definir medida dos 2 tipos de isolamentos	CLI
47	Cortar isolamentos "DL - Suporte Grande" e "Válvula de Expansão - Suporte Pequeno"	CLI
48	Colar isolamentos "DL - Suporte Grande" e "Válvula de Expansão - Suporte Pequeno"	CLI
49	Aplicar isolamento "DL - Suporte Grande"	CLI
50	Aplicar isolamento "Válvula de Expansão - Suporte Pequeno"	CLI

Figura 61 - Associação das operações atômicas aos grupos de tarefas idealizados

Para enchimento de cada caixa de armazenagem

- Discriminação de todas as matérias primas consumidas para o fabrico de um GT;
- Associar a cada referência de MP o grupo de tarefa (formado anteriormente acima) em que é consumida;
- Organizar as MP's por grupos de tarefas (formação de grupos de MP's) por caixas de armazenagem.

SKU	Consumo (Und.)	Tarefa
ISOLA-PJ125 - ISOLAMENTO COMP. PJ125	1	CU
ABRAC101X25P - ABRACADEIRA 101*2.5P	5	CPE
ABRAC200X35 - ABRACADEIRA 190/200x3.5	4	CPE
ANILHAM6-ABA-24X2 - ANILHA M6 ZINCADA ABA LARGA - 24X2	3	CPE
ANILHRTLHADA - ANILHA ZINC.M4-recartilhada	2	CPE
CASQUILHOSINOBOCO-8X6 - CASQUILHO SINOBLOCO - 8X30MM - INOX - HIGHLY	3	CPE
MG261-331D - BORNE 261-331 CINZA	1	CPE
MG261-334A - BORNE 261-334 AZUL	1	CPE
MG261-337V - BORNE 261-337 VERDE	1	CPE
MG261-361 - BORNE FINAL 261-361	1	CPE
PAFAR40ZINC - PARAFUSO M6*40 ZINC.- DIN 933	3	CPE
PARAFESTRELAM3.5*13 - PARAFUSO M3.5*13 ESTRELA - AUTOPERF. ZINC.	8	CPE
MANGA10FRIGO - MANGA ISOLAMENTO 9*10 FRIGO	2,93	CTI
MANGA79X28 - MANGA ISOLAMENTO 9*27 / 9*28	0,11	CTI
ADAPT3X2L80 - ADAPTADOR FA-3x2 L80	1	IST
DECAP25KG - DECAPANTE U-25 (KG)	0,015	IST
FILTRDML032S - FILTRO SECADOR 1/4 ODS - DML032S	1	IST
ORIFI1-RFK - ORIFÍCIO Nº1 - RFK	1	IST
PRESSMODELO - PRESSOSTATO BAIXA - ECO (NOVO MODELO)	1	IST
PRESSOLARBOX - PRESSOSTATO ALTA - ENER / SOLAR BOX	1	IST
TEC38 - TE DE COBRE 3/8	6	IST
TUCD3/8 - TUBO COBRE 3/8	2,44	IST
VALVCTUBO - VALV. CARGA C/ TUBO	4	IST
VALVEXPRFK - VALV. EXP. RFK-24023	1	IST
VALVSOL-FDF2.5A08 - VALVULA SOLENOIDE FDF2.5A08 - MONO	1	IST
VARETA COBRE - VARETA COBRE	1	IST
VARETA PRATA-5 - VARETA PRATA 5%	0,5	IST
BOBINA-FQA-55003 - BOBINA FQA-55003	1	LE
CABLAMONO - CABLAGEM MONO	1	LE
FIOF5VERM - FIO FV 0.75 VERM.	1,2	LE
TU20001011 - TUBO MACARRAO 10x11	1,12	LE
TU20001415 - TUBO MACARRAO 14x15	0,25	LE
TU200089 - TUBO MACARRAO 8x9	0,37	LE
EVAPOR-MONO - EVAPORADOR P/ BOMBA CALOR MONO	1	MCC
FP50205-00062 - FITA CINZA 3x10mm - P/ DEPOSITOS	2,212	MCC
ISOLAOLARBOX - ISOLAMENTO FLEXIBAND PRETO 3x25mm ADES. -SOLARBOX	1,5	MCC
SUPORTE-VENTILADOR - SUPORTE VENTILADOR	1	MCC
VENTIL-R2E190 - VENTILADOR R2E190RA2610	1	MCC
COMPR-GMCC-PJ125 - COMPRESSOR GMCC PJ125G1C KLIXON C/ COND. 25 MF	1	PB
CONDEMKA450 - CONDENSADOR MKA450 - 1.5uF - 450V	1	PB
PLASTICO-PP-3X1.5 - PLASTICO PP - 3000X1500	0,045	PB
CAIXAELE-ZINC-ECO2 - CAIXA ELETRICA ZINCADO P/ ECOTOP	1	PCE
CALHATEHALIT - CALHA 60x25 Tehalit (cx - 60mts) - PLASTICO	0,23	PCE
PASSAENER - PASSA FIOS M25 - ENER	3	PCE
PLACA.POTENCIA-MONO - PLACA ELETRONICA - POTENCIA/CONTROLADORA -MONO	1	PCE
SUPORT-CS0610 - SUPORTE CS-0610 - PCB - MONO	4	PCE
ABRAC-OBO-2037 - ABRACADEIRA OBO 2037 6-13	1	PCE
FUSIVS2010A - FUSIVEIS VIDRO 5x20 10A	2	TE
PLACA.DISPLAY-MONO - PLACA ELETRONICA - MONO - DISPLAY	1	TE

Figura 62 - Associação das matérias primas aos grupos de tarefas idealizados

Cada grupo de tarefa tem uma ou mais caixas de armazenagem que contêm exclusivamente os componentes que utiliza/consome.



Figura 63 - Caixa de armazenagem

As caixas de armazenagem devem ser o mais adequadas possível às particularidades dos componentes envolvidos no processo de fabrico do GT, ao nível da forma, dimensões e peso. Para isso, considerou-se que a caixa devia ser de plástico (por base em domínios ergonómicos), deveria ter duas pegas (uma por lateral) e as seguintes dimensões máximas (considerando um fácil manuseamento e tendo por base as dimensões do maior componente assembled num GT – para homogeneização dos suportes de abastecimento), comprimento de 60 cm, largura de 40 cm e altura de 40 cm.

A melhor opção no mercado (custo) que cumpre integralmente todos os requisitos para esta caixa de armazenagem (benefício) é disponibilizada pela “Plastipol” (modelo “EU-6441L”), por um preço de 12,6€/und.

Cada uma destas caixas conterá um retângulo de polipropileno branco (90mm por 199 mm) colado na sua parte frontal, onde será escrito o nº de O.F e a sigla do grupo de tarefas que esta caixa irá servir, que seguirá o mesmo conceito da etiqueta de identificação apresentado no “Problema F1”.

Nota: No ato de experiência ainda se possuíam só 3 caixas de armazenagem (amostras), pelo que não se pode utilizar caixas de armazenagem para a organização de todos os grupos de matérias primas nas *rack* dinâmica.

Tanto para componentes elétricos como para componentes muito pequenos (parafusos, porcas ou anilhas) foi idealizada uma caixa de armazenagem específica (forma o grupo de tarefas “CPE”) que será anexada à *rack* dinâmica:



Figura 64 - Caixa de armazenagem para pequenos consumíveis

Considera-se que seria um desperdício dispor este tipo de pequenos componentes (nas embalagens de fornecedor) nas caixas de armazenagem normais e que potenciará a facilidade manuseamento dos mesmos, contribuindo para uma melhor gestão do stock (na medida em que diminuirá a facilidade para os operadores deixarem cair/perderem estas MP's).

Por fim, com os *kits* de abastecimento preparados, faltava desenvolver uma ferramenta de SW (idealizando *template* para ser utilizado em todas as instruções de trabalho futuras) para apresentar a sequência que o novo método de trabalho por grupos de tarefas propõe (para apoio ao operador nesta 1ª execução de experiência):

Instrução de Trabalho - SW					ENERGIE
Processo de Fabrico de Grupo Termodinâmico					Página 1/1
Produto: MONOSUPERIORENERGIE-P		T/C: 113 min	Secção: Fabrico do GT		Nº de Operadores: 2
Operação O	Transporte T		Espera D	Controlo de Qualidade I	
Grupo de Tarefas	Nº Tarefa	Descrição da Tarefa	Tipo de Tarefa	Tempo (seg)	Imagem
1	1	Recolher da rack dinâmica e disposição sobre a mesa de trabalho dos seguintes materiais: FP50205-00062, ISOLARBOX e Caixa de Pequenos Componentes. (Nota: Todas as referências de MP's já estarão previamente preparadas, nas quantidades adequadas para o tamanho do determinado lote de fabrico, na rack dinâmica.)	T	10	
1	2	Isolar todas as arestas do evaporador (EVAPOR-MONO), aparafusar o ventilador (VENTIL-R2E190) ao suporte ventilador (SUPORTE-VENTILADOR).	O	497	
1	3	Assemblar os 3 artigos indicados na tarefa nº2.	O	213	
1	4	Continuar a realizar o grupo de tarefas nº1, repetindo as tarefas nº2 e nº3 sequencialmente, para cada uma das restantes unidades do lote de fabrico.	O	-	
2	5	Estando repetidas as tarefas nº2 e 3 para todo o lote de fabrico, o operador poderá dar início ao grupo de tarefas nº2. Furar uma base (PLASTICO-PP-3X1.5).	O	36	
2	6	Montar 1 dos conjuntos formados no grupo de tarefas nº1, numa das bases furadas anteriormente na tarefa nº5.	O	144	
2	7	Continuar a realizar o grupo de tarefas nº2, repetindo as tarefas nº5 e nº6 sequencialmente, para cada uma das restantes unidades do lote de fabrico.	O	-	
Obs.:					
Mod. 183.0	Edição nº 0	Elaborado por: Tiago Gonçalves			30/01/2021

Figura 65 - SW do novo método de trabalho

Fase 3 – Control

A preparação da *rack* dinâmica para abastecimento da O.F (no dia anterior ao início da produção respetiva) correspondeu a um período de 45 minutos.

A *rack* testada (inicialmente idealizada para armazenar GT como PA) mostraram-se, para um período de teste, também adequadas para este problema. Previamente, havia por parte da administração uma certa desconfiança sobre a capacidade ergonómica das *racks* perante as necessidades desta experiência, pela sua estrutura proponente e grandes dimensões.

Contudo, a *rack* dinâmica ficou significativamente lotada para o armazenamento das MP's que servem para o fabrico de 12 grupos termodinâmicos. Sabe-se pelos dados históricos que frequentemente o sistema de abastecimento irá ter de suportar lotes de fabrico maiores que apenas 12 unidades. Isto demonstra que as dimensões que a *rack* contém são realmente as necessárias e nunca exageradas. Além do mais, o operador por si só mostrou ser capaz de fazer a movimentação da *rack* sem qualquer constrangimento.

A *rack* foi inicialmente desenvolvida para suportar GT como forma de PA. Contudo, para este tipo de abastecimento, a *rack* suportará exatamente os mesmos componentes só que atómicamente (não assemblados) e em metade das suas quantidades (pelo que o peso a suportar não será um problema).

Tempos Registados

No decorrer da experiência foi realizado um trabalho de cronometragem que resultou na recolha dos seguintes tempos, por grupo(s) de tarefas, apresentado no formato “h:min”.

Sendo o único responsável pela condução da experiência na sua globalidade e tendo sido esta a 1ª iteração/tentativa de instituição de um novo método de trabalho, priorizei garantir que todos os detalhes eram executados como planeado, o que comprometeu um maior detalhe possível para a cronometragem. Numa 2ª experiência, será expectável a extração do tempo por cada tarefa, a identificação do tipo de tarefa, a medição das distâncias percorridas (fator de intervenção do presente problema) e o registo de observações relevantes por tarefa (ferramentas utilizadas, dificuldades encontradas e possíveis melhorias).

Grupo de Tarefas	Método A (Antigo)	Método B (Novo)	Diferença (Novo-Antigo)
MCC	01:55	02:32	00:37
PB	00:52	00:45	-00:07
IST CTI CLI CA	07:45	08:55	01:10
PCE LE	05:20	07:00	01:40
VPC VACG TE	03:08	03:30	00:22
Total	19:00	22:42	03:42

Figura 66 - Comparação dos tempos de ciclo cronometrados para cada um dos métodos

Inesperadamente, conclui-se que o tempo de ciclo no fabrico pelo novo método de trabalho foi superior 16% face à produção pelo método tradicional.

Contudo, é notório que na 2ª e na 5ª etapa de cronometragem, a diferença de tempo entre os 2 métodos apresenta uma tendência para a redução. Isto é indicativo que, nos casos em que o conteúdo operativo das tarefas a executar facilitou a adaptação do operador ao novo método de trabalho (nunca experienciado) a discrepância de tempo entre os 2 métodos tende para estabilizar. Assim sendo, aliado também à observação do fabrico no *Gemba* e ao feedback do operador executante, pode prever-se que mais repetições desta experiência, permitindo uma familiarização do operador às especificidades do novo método, irão potenciar os benefícios em termos quantitativos (temporais) no método reinventado. Estas repetições não são possíveis de desenvolver dentro do período de escrita do presente projeto

Em termos qualitativos (dados recolhidos pela observação do fabrico e sustentados no *feedback* do executante) analisam-se os seguintes domínios:

- **WIP**

O novo método de trabalho por evitar diretamente a execução de uma tarefa, de uma só vez, para todas as unidades do lote, permite garantir que a quantidade de material que se encontra em curso a cada momento, na zona de fabrico, é muito menor.

Enquanto numa 1ª fase, pelo novo método o operador acaba de montar um ventilador no suporte do ventilador, isolar um evaporador e fixar estas 3 unidades, formando o conjunto termodinâmico total do 1 GT, o operador pelo método tradicional ainda estaria concentrado apenas na primeira tarefa (montar o ventilador no suporte do ventilador) mas já teria repetido esta 1ª tarefa para as 12 unidades do lote.

Se pelo método antigo apenas quando estiverem 12 suportes de ventilador na mesa, se garante que 1 conjunto está concluído. Pelo novo método, quando 1 conjunto estiver concluído apenas ele se encontra sobre a mesa de trabalho. Sendo que, 1 conjunto, em largura, equivale a aproximadamente 2 suportes ventilador, só na primeira etapa diminui-se, a cada momento, em média 83% do espaço ocupado pelo WIP nas mesas de trabalho.

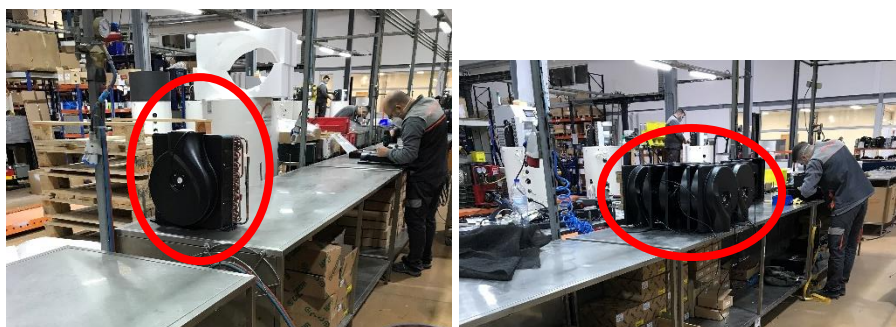


Figura 67 - Comparação do WIP gerado entre os 2 métodos (Novo vs Tradicional)

O novo método garante uma organização continua do posto de trabalho e desocupa o espaço de trabalho que operador necessita utilizar.

Por outro lado, é expectável que a longo prazo o novo método de abastecimento e fabrico resultem realmente no tempo de ciclo apresentado pelo PT (problema identificado no *VSM AS-IS*). Essa redução irá contribuir para a capacidade de uma resposta cada vez mais próxima dos princípios JIT e por isso poder-se-á minimizar o fator de segurança utilizado, ou seja, baixar a quantidade de WIP necessário a montante do PT “Montagem do GT e Embalamento”.

- **Método de disposição dos materiais junto ao posto**

Pelo método tradicional existem 2 maneiras para que o material seja transportado até ao PT:

- Próprio operador se desloca até ao armazém para recolher as MP's que não necessita de empilhar para realizar o seu transporte
- O supervisor vai percebendo a evolução do fabrico, ou por pedido do operador, recolhe os materiais no armazém de MP e posiciona-os junto ao posto de trabalho para que os operadores os vão utilizando.



Figura 68 - Disposição dos materiais junto ao PT pelo método tradicional

A 1ª metodologia já foi abordada ao longo do presente capítulo. A segunda, ilustrada pela figura 68, origina um bloqueio temporário dos caminhos de circulação, até que as MP's sejam consumidas.

O novo método agrupando, numa só ação de recolha, todas as MP's numa *rack* dinâmica que permanecerá junto ao PT, permite uma maior organização dos espaços na unidade fabril, evitar o cansaço do operador e do supervisor por movimentações repetitivas e constantes para o armazém de MP e um menor desgaste dos empilhadores.

Ao nível dos recursos de suporte ao operador considerou-se também que o kit constituído com os pequenos componentes, como porcas, parafusos e anilhas (“Pequena caixa”), foi extremamente importante não só na redução dos transportes, mas essencialmente para a minimização dos tempos de procura de MP's.

- **Método de execução prática das tarefas**

Contudo, a análise in loco do desempenho associado ao novo método de trabalho permitiu perceber que a tipologia de algumas tarefas que compõe os processos de fabrico dos GT's, não são totalmente compatíveis com esta ideologia da redução dos movimentos do operador.

Por exemplo, a natureza destas operações faz com que, se por um lado minimizamos as movimentações do operador englobando este tipo de tarefas dentro de um grupo de tarefas

exigindo que estas não sejam executadas apenas de uma só vez para todas as unidades, por consequência aumentamos (em superior proporção) os períodos de *setup*.

Ou seja, se instruímos que o operador não solde todos os GT's de uma só vez (método tradicional), mas que a operação de soldar esteja incluída dentro de um grupo de tarefas a executar por GT (novo método), o operador antes de soldar um GT terá de realizar um conjunto de n tarefas e logo após soldar o GT irá executar outro tipo de tarefas posteriores até poder voltar a executar a mesma operação de soldadura para o grupo termodinâmico seguinte.

Deste modo, o método reinventado está a apontar para que, para a mesma operação de soldadura, o operador tenha de fazer o *setup* do maçarico para cada um dos GT's que estiver a operar, já que fará a mesma operação de soldadura, não de uma só vez, mas entre a execução de outro tipo de tarefas.

Da mesma maneira que sempre que determinada tarefa (isolada dentro de cada grupo de tarefas, tal como a situação da soldadura) obrigue a utilizar uma ou mais ferramentas, o operador terá de procurar, recolher e operar a/as ferramenta/as tantas vezes quantas foram as unidades pertencentes ao lote de fabrico.

Assim sendo, o facto do tempo de ciclo inerente ao novo método de trabalho ter sido superior ao método tradicional, deve-se principalmente à exponenciação dos períodos de *setup*, aumento das atividades de procura, tarefas com alternância de ferramentas e redução do efeito potenciado pelas curvas de aprendizagem.

Resultado final tangível obtido:

O projeto piloto foi realizado segundo as condições padrão/médias.

No tradicional método de trabalho realizar uma tarefa atómica significava percorrer toda a mesa de trabalho e voltar ao ponto zero duas vezes, uma para dispor as MP's e uma segunda para executar a tarefa de transformação respetiva. As 2 vezes em que operador caminha de volta ao ponto zero apenas está a aumentar o seu cansaço pois exclusivamente caminha e não executa nenhuma atividade de valor acrescentado ou mesmo sem valor, mas necessária.

Contudo, o novo método impõe que operador tenha sempre ao seu lado e posso movimentar consigo ao longo da mesa de trabalho todas as MP's necessárias e dita que o operador para terminar um grupo de tarefas necessita apenas de percorrer toda a mesa de toda mesa de trabalho, uma só vez de ida, e que o seu caminho de volta ao ponto zero já servirá para executar um segundo grupo de tarefas.

Só desta maneira consegue diminuir-se em $\frac{1}{4}$ a distância média percorrida pelo operador.

A tudo isto acresce o facto de que pelo novo método de trabalho conseguimos reunir em média cerca de 62 tarefas atómicas em 11 grupos de tarefas. Ou seja, para fabrica um lote de GT's pelo antigo método tradicional o operador teria de percorrer em média a mesa de trabalho cerca de 248 vezes, mas pelo novo método o número de deslocações passa para 11 vezes. Em suma, apresenta-se um benefício de uma diminuição de 95% da distância percorrida pelos operadores.

Ora, se uma mesa de trabalho apresenta cerca de 12 metros, o operador passará a percorrer menos cerca de 2,84 Km por ordem de fabrico.

Fase 4 – Act

Pela problemáticas identificadas, o novo método deve ser repensado e adequado à realidade imposta pelos peculiares processos de fabrico dos GT's. Ou seja, as instruções de trabalho (que para documentação devem seguir o *template* anteriormente idealizado) para estes processos devem ser combinadas (intermediar o novo e o método tradicional) e atingir o equilíbrio de tal forma que, o princípio base seja o de operar por grupos de tarefa, GT a GT, por forma a minimizar os transportes (novo método proposto) mas orientado para que se opere de forma clássica sempre que as operações sejam do tipo *setup* ou exijam a troca de ferramentas. Este tipo de tarefas não serão assim incluídas em nenhum grupo de tarefas, mas formarão o seu próprio grupo.

A articulação das 2 abordagens permitirá iniciar o processo de minimização dos movimentos desnecessários (novo procedimento) mas continuar a garantir baixos tempos de *setup* e principalmente as capacidades dos efeitos proporcionados pelas curvas da aprendizagem ou repetibilidade consecutiva da mesma tarefa (método tradicional).

Novo método

Grupo de Tarefas n

Tarefa nº1 - Fixar tubagem de aspiração à base

Tarefa nº2 - Soldar válvula de expansão à tubagem de aspiração (*Setup* soldadura nº1)

Tarefa nº3 - Fixar tubagem de compressão à base

Tarefa nº4 - Soldar pressostato à tubagem de compressão (*Setup* soldadura nº2)

Novo método Redesenhado

Grupo de Tarefas n

Tarefa nº1 - Soldar válvula de expansão à tubagem de aspiração (*Setup* soldadura nº1)

Tarefa nº2 - Soldar pressostato à tubagem de compressão (*Setup* da soldadura já foi feito na tarefa anterior, o maçarico não foi desligado)

Grupo de Tarefas $n+1$

Tarefa nº1 - Fixar tubagem de aspiração e compressão à base

3.5.3. Planeamento (C)

3.5.3.1. Problema C1: Inexistência de um planeamento singular para o Fabrico do GT e de associação ao fabrico dos termoacumuladores (planeamento Linha AQS)

Fase 1 – Plan

O planeamento para a Linha AQS, apesar de se tratar de uma alocação sequencial das encomendas pela sua ordem de chegada, é muitas vezes restringido e trabalhado no sentido de responder aos requisitos dos seguintes fatores:

- Datas de entrega requisitadas por clientes específicos ou estipuladas em cadernos de encargos com entidades OEM;

- Janelas temporais inexcedíveis e capacidades associadas a cargas/contentores;
- Disponível do stock de MP usuais ou particulares;
- Mudança (de diâmetro) do conformador (estrangulamento).

Dada a complexidade já associada ao planeamento Linha AQS e sendo que o Fabrico do GT possui atualmente uma capacidade produtiva capaz de responder, aos dias de hoje, com folga à cadência a que os termoacumuladores chegam à “Montagem do GT”, a administração fixou 2 pontos para esta temática:

- A capacidade produtiva do “Fabrico GT” deve ser aumentada (ao nível da M.O) para responder à taxa de fabrico dos equipamentos AQS, sempre que necessário;
- O planeamento Linha AQS não deve contemplar no seu processamento os dados de fabrico dos GT’s, mas apenas o fator dos 5 dias, sobre os quais deve aguardar para ter disponíveis os GT’s correspondentes.

Ou seja, o planeamento Linha AQS, deverá preocupar-se o mínimo possível com o estado dos trabalhos no Fabrico do GT (taxa de ocupação, priorização dos pedidos, etc), considerando apenas que será sempre garantido que após os 5 dias desde o lançamento da ordem de fabrico, os GT’s estarão disponíveis no bordo de linha da “Montagem do GT”. Isto significa que terá de ser o instrumento de planeamento Fabrico do GT o único responsável por garantir uma correta correlação do fluxo de necessidades e entregas entre os 2 postos de trabalho.

Havendo assim que existir um instrumento próprio para gerir o processamento dos GT’s, é necessário criar de raiz uma ferramenta de planeamento singular para o “Fabrico de GT”, que verticalmente se corelacione ao nível da capacidade produtiva e do fluxo de informação com a Linha AQS.

Fase 2 – Do

Para este novo sistema de planeamento, procurando fazer a gestão das encomendas e o acompanhamento, controlo e monitorização do plano, mas acima de tudo desenvolver uma ferramenta de interligação, ao nível do fluxo produtivo, entre as 2 zonas de fabrico interdependentes, foi construída a seguinte folha excel:

Nº O.F.GT	Código Grupo Termodinâmico	Quantidade a Fabricar	Quantidade da O.F.GT	Quantidade Fabricada	Data de Início Planeada	Data de Entrega Planeada	Nº OF's AQS Associadas	Quantidades das OF's AQS	Observações	Stock Remanescente	Data de Início Efetiva
690	MONOSUPERIORENERGIE-P	18	18	0	11/06/2020	16/06/2020	70840214004028	1+4+10+1		2	08/06/2020
780	MONOSUPERIOR-MIDEA	24	24	0	02/06/2020	07/06/2020	753	24	MODELO PLÁSTICO 280IX	0	05/06/2020
711	MONOSUPERIOR-MIDEA-PIQ	12	12	0	25/06/2020	30/06/2020	699	12		0	25/06/2020
843	BLA12G-TOP-P	16	16	0	26/06/2020	01/07/2020	842	16	COMPRESSOR DANFOSS	0	
823	MONOSUPERIORENERGIE-P	8	8	0	02/07/2020	07/07/2020	809-853	6+2		0	
857	BLA12G-TOP-P	45	45	0	04/07/2020	09/07/2020	856	45	MODELO PLÁSTICO 200L	0	
650	BLAHI-TOP-LOW	54	54	0	04/07/2020	09/07/2020	643	54		0	
788	GRUPO SOLARBOX-2-R515-6	20	20	0	09/07/2020	14/07/2020	-	-		0	
790	BLA12G-1	20	48	28	24/07/2020	29/07/2020	-	-		0	
791	BLA12G-450	12	12	0	25/07/2020	30/07/2020	-	-		0	

Figura 69 - Nova ferramenta idealizada para o planeamento do Fabrico do GT

As colunas expostas no documento apresentam os seguintes teores:

- “ID” = Número iterativo atribuído a cada O.F, sequencialmente;
- “Nº O.F.GT” = Referência/código da O.F do GT;

- “Código Grupo Termodinâmico” = SKU do modelo de GT;
- “Quantidade a Fabricar” = Quantidade, parcial ou integral, a produzir de uma específica O.F, em determinado “ID”;
- “Quantidade Fabricada” = Quantidade pertencente a respetiva O.F, mas que pode ter sido já produzida numa fase anterior, ao “ID” agora planeado. Caso que é possível, em ordem de fabrico colocada em produção mais do que uma única vez, sendo a “Quantidade da O.F GT” fabricada faseadamente, em dispares momentos. A soma da “Quantidade a Fabricar” com a “Quantidade Fabricada” nunca, em alguma interação, pode exceder a “Quantidade da O.F”;
- “Nº OF's AQS Associadas” = Código das ordens de fabrico produzidas na Linha AQS que irão ser servidas;
- “Quantidades das OF's AQS” = Quantidade de termoacumuladores associados a cada uma das “OF's AQS”;
- “Stock Remanescente” = Nº de GT's que não foram consumidos pelas “OF's AQS” existentes, mas que ficarão já disponíveis para consumo imediato de novos pedidos que surjam, não tendo de aguardar os 5 dias de “Lead time”. O “Stock Remanescente” é superior a zero unidades sempre que a “Quantidade da O.F GT” for maior que a soma das “Quantidades das OF's AQS”.

A fórmula base de cálculo a estipular para o processamento desta ferramenta é:

$$\text{Data de Início Planeada} = \text{Data de Entrega Planeada} - \text{Lead Time}$$

A “Data de Entrega Planeada” é a data que foi determinada para a chegada dos termoacumuladores à “Montagem do GT”, requisitando a partir daí os seus GT's respeitante. Trata-se de uma data determinada e proveniente dos cálculos que produzem o planeamento Linha AQS.

O “Lead time” trata o período entre o momento em que o Fabrico do GT recebe o pedido de fabrico até o fabricar, tornando-o disponível para consumo pela Linha AQS. Este tempo de resposta é, em média, 5 dias de calendário por lote (problemas desta temática/definição desenvolvidos no capítulo “Trabalhos Futuros”). Devendo, num âmbito de cronometragem mais preciso, considerar (pela multiplicação), o tempo de ciclo, o fator de eficiência dos operadores (75%) e o coeficiente de segurança de 10% (proporcional à frequência atual a que a indisponibilidade dos GT's se tem vindo a registar, mas que com a partir da melhoria continua tenderá a ser adaptado).

A ferramenta apresentada, apesar de dever contar com um acompanhamento rigoroso, adaptação do seu conteúdo (sempre que necessário) e com uma metodologia de cálculo que integra fator de segurança, não tem como objetivo direto/principal absorver urgências ou irregularidades que surgindo possam afetar a harmonização do fluxo entre os 2 postos de trabalho (este domínio de desperdícios será abordado no “Problema C2”).

A partir do *excel* apresentado extrai-se o documento abaixo, que semanalmente (salvo alterações urgentes) é fornecido aos supervisores competentes:

[illegible]

Figura 70 - Documento do plano de produção para o Fabrico do GT

Este documento permite planear as ordens de fabrico e ainda gerir as fases de trabalho, por recurso à seguinte gestão visual:

- Sombreado Branco – Ordem aguarda fabrico
- Sombreado Azul – Ordem em fabrico
- Sombreado Verde – Ordem disponível

Assim que cada iteração é entregue na sua totalidade à Linha AQS, estas são transferidas para o seguinte documento:

DATA DO PEDIDO	ARTIGO	QUANTIDADE	O.F.'s	DATA EFETIVA DE INÍCIO FABRICAÇÃO	DATA DE FIM FABRICAÇÃO	DATA DE ENTREGA EFETIVA	DATA DE ENTREGA PLANEADA	TEMPO DE RESPOSTA (DIAS)	TEMPO DE ARMAZENAMENTO (DIAS)	DURAÇÃO DO FABRICO (DIAS)	Δ ENTREGA EFETIV vs PLANEADA
11/06/2020	MONOSUPERIORENERGIE-P	10	20001881	16/06/2020	19/06/2020	19/06/2020	25/06/2020	8	0	5	-6
11/06/2020	MONOSUPERIOR-ENERGIE	13	20001883	16/06/2020	21/06/2020	22/06/2020	02/07/2020	10	0	5	-10
11/06/2020	MONOSUPERIOR-SOL-300	16	20004959	30/06/2020	04/07/2020	04/07/2020	14/07/2020	5	0	5	-10
04/07/2020	MONOSUPERIOR-SOL-300	16	20004959	03/07/2020	05/07/2020	05/07/2020	16/07/2020	4	0	4	-11
04/07/2020	MONOSUPERIOR-MEDIA	16	20004950	03/07/2020	07/07/2020	08/07/2020	18/07/2020	4	0	4	-12
08/07/2020	MONOSUPERIORENERGIE-P	32	20004966	10/07/2020	16/07/2020	16/07/2020	26/07/2020	7	0	6	-4
20/07/2020	MONOSUPERIORENERGIE-P	20	20004955	20/07/2020	24/07/2020	25/07/2020	29/07/2020	5	0	5	-4
20/07/2020	MONOSUPERIORENERGIE-P	2	20004950	20/07/2020	24/07/2020	24/07/2020	29/07/2020	5	0	5	-4
13/07/2020	MONOSUPERIORENERGIE	2	20005666	14/07/2020	17/07/2020	20/07/2020	20/07/2020	4	3	3	-3
13/07/2020	MONOSUPERIOR-100	8	20005566	14/07/2020	21/07/2020	23/07/2020	03/08/2020	8	2	7	-9
13/07/2020	BLAZIG-2	5	20005552	14/07/2020	17/07/2020	23/07/2020	02/08/2020	4	0	3	-11
13/07/2020	BLAZIG-TOP	12	20005552	14/07/2020	17/07/2020	24/07/2020	04/08/2020	7	4	0	-3
13/07/2020	MONOSUPERIOR-MEDIA-PKQ	12	20005553	14/07/2020	19/07/2020	26/07/2020	31/07/2020	6	7	5	-5
13/07/2020	BLAZIG-TOP	8	20005553	14/07/2020	18/07/2020	23/07/2020	02/08/2020	5	3	5	-4
24/07/2020	MONOSUPERIOR-SOL-300	16	20005552	03/07/2020	08/07/2020	08/07/2020	17/08/2020	14	6	0	-12
24/07/2020	GRUPO SOLARBOX	24	20005554	30/07/2020	04/08/2020	07/08/2020	11/08/2020	14	3	5	-4
21/07/2020	GRUPO SOLARBOX-2	12	20005800	30/07/2020	03/08/2020	07/08/2020	15/08/2020	13	4	4	-8

Figura 71 - Base de dados excel para registo das ordens de fabrico finalizadas no Fabrico do GT

A folha acima permite um rastreamento mais adequado das unidades e a criação de uma boa base de dados para exploração de dados ao nível da capacidade produtiva e procura por modelos, avaliem-se as informações poderosas (para a tomada de decisões) que deste documento resultam, apenas pela manipulação de dados triviais:

$$\text{Tempo de Resposta} = \text{Data de Fim Fabricação} - \text{Data do Pedido}$$

$$\text{Tempo de Armazenamento} = \text{Data de Entrega Efetiva} - \text{Data de Fim Fabricação}$$

$$\text{Duração do Fabrico} = \text{Data de Fim Fabricação} - \text{Data de Início Fabricação}$$

$$\Delta \text{Entrega Efetiva vs Planeada} = \text{Data de Entrega} - \text{Data de Entrega Planeada}$$

Para que estes dados existam há que assegurar um compromisso muito elevado ao nível do seu registo.

Fase 3 – Control

O documento elaborado, estando já a ser utilizado com frequência diária no seio do departamento da produção, conseguiu satisfazer inteiramente três necessidades primordiais:

- Clarificar e poder ser analisado a qualquer momento, quais ordens de fabrico AQS, cada grupo termodinâmico irá satisfazer;
- Possibilitar que o responsável do Fabrico do GT perceba em que período concreto os GT's irão ser necessários, permitindo aumentar a eficiência da sua gestão sobre este posto de trabalho;
- Evidenciar para o responsável do centro dos Termoacumuladores o estado de fabrico dos GT's que serão requeridos, no posto de trabalho que sucede o último ponto da sua secção, adequando com base em dados concretos (estado e datas expostas no documento de planeamento do Fabrico do GT), sempre que necessário, o conteúdo dos equipamentos que coloca em linha, potenciando coincidir a data chegada dos seus termoacumuladores à "Montagem do GT" com o momento que os GT's correspondentes ficarão disponíveis. Sendo que, sempre que este verifique pelo planeamento do Fabrico do GT, que este tipo de alterações irão ser necessárias, poderá expô-las (numa das reuniões de *Kaizen* diário, na sala *Obeya* – projeto exposto no "Problema C2") ao responsável pelo Fabrico do GT, para confirmação da situação atraso dos GT's, face ao planeado, e para a definição partilhada de uma estratégia corretiva.

Esta ferramenta veio também facilitar a tomada de decisão sobre os recursos que estão afetos à secção e permitiu realmente observar uma melhoria no fluxo de fabrico da Linha AQS, pelo aumento da taxa de disponibilidade dos grupos termodinâmicos, promovendo a redução do tempo resposta do sistema, em boa percentagem através da diminuição drástica do WIP a montante da "Montagem do GT" (anteriormente originado pelo atraso na disponibilidade dos GT's).

Fase 4 – Act

Para este item não existem ainda resultados devido ao tempo disponível, para a continuação das atividades de verificação e posteriores melhorias de correção, não coincidirem com a escritura desta dissertação.

3.5.3.2. Problema C2: Planeamento pouco dinâmico e de lenta adaptação aos acontecimentos em tempo real

Fase 1 – Plan

Criação de espaço próprio (Sala *Obeya*) destinado essencialmente a reuniões simples (*Kaizen* diário) com os responsáveis da produção e planeamento, para acompanhamento do trabalho e desenvolvimento *on time* de ações corretivas sistemáticas sobre ciclos de implementação curtos. Também suportará sessões, apesar de com uma periodicidade mais alargada, de oportunidades de melhoria.

Fase 2 – Do

O espaço será criado numa sala que se encontra obsoleta no *Gemba*, dado tratar-se de um antigo laboratório de engenharia, agora abandonado por motivos de realocação deste departamento para outra zona da unidade. Não se prevê qualquer alteração, dado que a ENERGIE contém em stock um quadro branco magnético com 1 metro de altura por 2 metro de largura, e por esta ser a única ferramenta essencial para o funcionamento das atividades destinadas espaço, uma vez que as reuniões que aqui se desenvolveram serão rápidas e com todos os intervenientes de pé. Considera-se que no futuro poderão ser pensadas aquisições para o espaço (como por exemplo: mais quadros

brancos e secretárias altas, a aplicar nas restantes paredes, para escrita em pé), mas que para arranque deste espaço piloto é suficiente o seu estado de composição atual.



Figura 72 – Novo Espaço: Sala Obeya

Além do apoio às atividades de planeamento e gestão da produção, que se prevê serem as mais abordadas neste espaço, este local poderá ser usado para outras diversas ações dentro do âmbito sistema produtivo e inerente cadeia de abastecimento. Por exemplo, uma vez que a filosofia de melhoria contínua começa a propagar-se pelo sistema ENERGIE, será expectável que recorrentemente surjam novas ideias de melhoria e que se avaliem novos projetos. Todas as etapas, desde o estudo no desenvolvimento da implementação ao acompanhamento e controlo de resultados, de um qualquer projeto de melhoria, deverão ser executadas neste espaço, reunindo aqui todas as partes interessadas e seus intervenientes, desenvolvendo por fases as respetivas sessões de trabalho. Também em emergências em que rapidamente se devam reunir as pessoas chave para discutir e coordenar ações imediatas perante determinada barreira na organização, este será o espaço indicado. Como por exemplo:

- Problema de qualidade de produto que exija alteração técnica de produto e por consequência uma modificação do conteúdo do manual. Esta situação obrigará a uma coordenação entre a equipa de engenharia (definição de solução e escrita do conteúdo da nova instrução de trabalho e do novo manual), responsável de produção (fabricação do equipamento de acordo com a nova alteração), do departamento de *marketing* (alteração do manual e envio de nova edição para gráfica) e ainda do setor de compras (coordenação de encomendas antigas e lançamento de novas ordens para a edição mais recente do manual). Todos os intervenientes deverão estar presentes, planejar as várias ações e clarificar as várias implicações em cadeias definidas as soluções mais adequadas.

Ao nível do departamento da produção e de planeamento será instituído que todos intervenientes se reunirão neste espaço, 15 minutos antes do arrancar do turno de trabalho, para uma reunião *Kaizen* que servirá para discussão da situação do dia anterior, verificar o estado de trabalhos em progresso e a disponibilidade de materiais que possam comprometer as produções delineadas, seguimento do plano de trabalhos para o dia em vigor e uma breve análise/previsão para o dia seguinte (uma vez que algumas operações de trabalhos intermédios e pré-processamento de materiais precisa de constituir um stock intermédio com uma antecipação aproximadamente diária).

Para início de atividade das práticas de colaboração *Lean*, a decorrer frequentemente no espaço *Obeya*, efetuar-se à uma sessão de oportunidades de melhoria. Esta sessão de oportunidades de melhoria terá como objetivo a identificação de ações de melhoria que os seguintes intervenientes consideram críticas para resolução ou melhoria de alguma temática em geral na organização:

- Responsável de Melhoria Contínua (Líder da sessão)
- Supervisor do PT “Termoacumuladores”
- Supervisor do PT “Montagem do GT e Embalamento”
- Supervisor do PT Fabrico do GT
- Supervisor do armazém de MP e PA

Todos os colaboradores da organização serão incluídos neste processo, sendo distribuído por cada um deles, para que posteriormente façam chegar aos seus supervisores as suas ideias, o seguinte formulário:



ENERGIE
THERMODYNAMIC SOLAR ENERGY

Proposta de soluções de melhoria

No sentido de um processo de melhoria contínua do desempenho e qualidade da ENERGIE, a mesma considera de extrema importância ficar a conhecer as preocupações e opiniões de todos os seus colaboradores. Esta metodologia de conhecimento e otimização dos diversos métodos de trabalho tem como principal finalidade recolher e avaliar, sob a perspectiva dos seus colaboradores, teorias relativas a problemas presentes em qualquer posto de trabalho, que criem uma oportunidade de implementação de soluções adequadas. Podem ser identificados problemas/soluções de melhoria de toda a ordem e aplicáveis a qualquer contexto, como por exemplo: Organização e Limpeza dos Postos de Trabalho; Gestão de Operações/Pessoas; Informação Técnica; Registo da Produção; Movimentação de Material; Indicadores; Tecnologia da Produção; Layout.

As sugestões não têm que estar limitadas às atividades que o colaborador executa.

NOME: _____

POSTO DE TRABALHO	1 –	4 –
	2 –	5 –
	3 –	6 –
MELHORIA PROPOSTA	1 –	
	2 –	
	3 –	
	4 –	
	5 –	
	6 –	

Figura 73 - Formulário para proposta de soluções de melhoria

Os supervisores serão o seu próprio porta-voz e também dos colaboradores que lideram.

A partir do princípio base de que todas as ideias são válidas para discussão, cada uma das pessoas chave irá lançar as oportunidades de melhoria que previamente preparar e perceber como fundamentais, e uma a uma serão avaliadas entre a presente equipa na sessão. Caso se chegue a acordo quanto à sua adequabilidade, esta será registada e enquadrada por área de melhoria (coluna) e por centro de trabalho (linha), no quando que se segue:

Tabela 14 - Matriz para registo das propostas de melhoria

	Fluxos logísticos internos	Aprovisionamentos	Planeamento	Organização	Informação	Processos	Equipamentos	Layout
"Termoacumuladores"								
"Montagem do GT e Embalamento"								
Fabrico do GT								
Armazéns (P2 e P3)								

O objetivo contínuo desta sessão será que cada uma das oportunidades recolhidas sejam resolvidas consecutivamente e que em qualquer período esteja em desenvolvimento um projeto para implementação de uma das demais, até que todo o quadro se veja cumprido. Exigir-se-á agora um trabalho de priorização das ações para que se dê início aos trabalhos.

Para garantir que esta sala não se tornará obsoleta no futuro e tentando apresentar os benefícios da mesma para todos as pessoas chave, considerou-se de maior pertinência este tipo de 1ª sessão. Tentou-se incutir, através da cultura da melhoria contínua, a utilidade do espaço, o seu o intuito, funcionalidade e mais importante, apresentar provas de como esta os ajudará no dia-a-dia: contribuindo para a diminuição da sua fadiga mental e libertando-os para atividades menos operacionais.

É fundamental que as oportunidades sinalizadas sejam implementadas, na medida do possível, para que os colaboradores sintam que a sua opinião é levada em conta e que estas ações de melhoria não são uma perda de tempo, pelo contrário.

Fase 3 – Control e Fase 4 – Act

Para estes itens não existem ainda resultados devido ao tempo disponível de implementação não coincidir com a escritura desta dissertação, no entanto prevê-se a minimização de diversos desperdícios, dentro dos quais o mais diretamente ligado e identificado pelo VSM AS-IS: diminuição contínua da quantidade de WIP a montante do "Montagem do GT e Embalamento".

3.5.3.3. Problema C3: Planeamento e associação de datas de início a ordens de produção segundo método pouco preciso e insustentável (abordagem à Linha AQS)

Fase 1 – Plan

Idealização reestruturada da metodologia e ferramenta de cálculo/escalonamento das ordens de produção (planeamento) feita para a Linha AQS, orientado para que se sustente numa capacidade nominal (a considerar o desperdício variabilidade e a eficiência) e sustentada em tempos de fabrico. Este objetivo exige previamente uma análise aos indicadores históricos de produção e um trabalho

(de 4 meses) de cronometragem regressiva dos tempos de trabalho por posto de trabalho avaliando: tempos de ciclo, tempos de *setup* e de mudança.

Fase 2 – Do

Na descrição prévia do problema indicou-se que o planeamento era processado tendo por base uma **ideia** da capacidade de produtiva. Deve agora justificar-se que se trata apenas de uma ideia porque este indicador não surgiu de uma análise concreta e contínua dos dados produtivos históricos.

Por este motivo, em primeiro lugar havia que saber qual é a capacidade produtiva média da Linha AQS. Assim sendo, havia que procurar uma fonte por onde se pudesse extrair algum conteúdo histórico relativo a dados produtivos. Não havendo nenhum registo claramente visível em fábrica, nem por posto de trabalho, a única informação explorável tratava-se de um ficheiro *excel* que é incrementado sempre que cada equipamento é embalado (um registo de fabrico), cujo único objetivo é garantir a rastreabilidade dos números de série. Ainda que não seja atualizado em tempo real (problemas da falta de automatização) foi possível a partir de uma pequena análise reconhecer que a experiência que declarava um débito de 24 unidades na linha de produção estava errada por excesso em 4 unidades diárias. A referida análise foi já exposta neste documento no capítulo “Análise do processo”.

Sendo esta uma análise a dados históricos, que no *Gemba* pude verificar pessoalmente já terem sido afetados pelo impacto dos desperdícios registados ao longo do presente projeto, não se consideraria necessário de parametrizar as 20 unidades efetivas numa capacidade nominal (capacidade ajustada por fatores de segurança para absorver reduções inesperadas da eficácia e eficiência da linha).

Após estas avaliações à capacidade de fabrico, já possuímos valores mais exatos para sustentar o planeamento. Contudo, para que se reforce a importância de passar a realizar o planeamento da produção tendo exclusivamente por base os tempos de ciclo (trabalho de cronometragem e estudos de tempos já apresentado no capítulo “Análise do processo”), analise-se o seguinte: o tempo de atravessamento na Linha AQS de um equipamento ECO ou SPLIT de 500L será sempre 36% maior que a média registada para os restantes volumes. Sendo que, o facto de um equipamento possuir um volume de 500L tem influência nos seguintes centros de trabalho:

- Teste hidráulico – CT(ECO/SPLIT 500L) maior 38% que CT(restantes volumes)
- Preparação de chapa metálica – CT(ECO/SPLIT 500L) maior 40% que CT(todos os restantes modelos)
- Encamisar e trabalhos auxiliares – CT(ECO/SPLIT 500L) maior 29% que CT(todos os restantes modelos)

Rótulos de Linha	Média de TEMPO- UNIT	Min de TEMPO- UNIT	Máximo de TEMPO-UNIT	Varp de TEMPO-UNIT	Amostra
PT1 – Teste Hidráulico	19,9	15	29	19,4	7
VOLUME	19,9	15	29	19,4	7
100	15,0	15	15	0,0	1
160	16,0	16	16	0,0	1
200	18,0	18	18	0,0	1
250	16,0	16	16	0,0	1
280	20,0	20	20	0,0	1
300	22,5	22	23	0,3	2
500	29,0	29	29	0,0	1
PT2 – Enrolamento	11,6	9	15	2,6	6
PT3 – Preparação de chapa metálica	5,4	4	8	1,8	3
MODELO	5,4	4	8	1,8	3
ECO	5,0	5	5	0,0	1
ECO/SPLIT 500L	8,0	8	8	0,0	1
SPLIT	5,0	5	5	0,0	1
TOP	4,5	4	5	0,3	2
PT4 – Encamisar e trabalhos auxiliares	19,3	16	25	11,9	4
MODELO	19,3	16	25	11,9	4
ECO	17,0	16	18	1,0	2
ECO/SPLIT 500L	24,0	23	25	1,0	2
MON	18,0	18	18	0,0	1
TOP	16,0	16	16	0,0	1

Figura 74 - Comparação dos tempos de ciclo associados aos equipamentos de 500L face aos restantes volumes

A nova metodologia de planeamento deve considerar as duas seguintes fases:

1 – Escalonamento da Carga de O.F's por Postos de Trabalho

Deve ser previamente definida a sequência das O.F's pretendida (ponderada por diversos fatores: datas de entrega, capacidades de transporte, etc) e calculado o tempo de ciclo que cada uma delas irá ocupar por posto de trabalho (multiplicando a quantidade da ordem de fabrico pelo tempo de ciclo presente na base de dados de tempos cronometrados, apresentada no capítulo “Análise do Processo”). Claramente, o escalonamento deverá ser desenvolvido tendo por base que a capacidade horária efetiva nunca deverá ser excedida.

Deve ser utilizado o documento *excel* abaixo apresentado e já disponibilizado ao departamento de produção. Segue um exemplo de plano de escalonamento para o PT “Teste Hidráulico” (com uma capacidade horária efetiva de 345 min/dia, para uma eficiência considerada de 75%), na semana 36:

Escalonamento de Produção PT Teste Hidráulico 2020

-	01/set	02/set	03/set	04/set
O.F nº1	2000571	2000593	2000573	2000591
Qntd. O.F nº1	10	6	16	4
CT OF nº1 (min.)	90	87	180	45
O.F nº2	2000597	2000578	2000576	2000592
Qntd. O.F nº2	2	6	12	6
CT OF nº2 (min.)	16	87	135	68
O.F nº3	2000619	2000541	2000591	2000538
Qntd. O.F nº3	2	5	2	29
CT OF nº3 (min.)	23	73	23	232
O.F nº4	200627	2000573		
Qntd. O.F nº4	4	8		
CT OF nº4 (min.)	32	90		
O.F nº5	2000572			
Qntd. O.F nº5	12			
CT OF nº5 (min.)	174			
O.F nº6				
Qntd. O.F nº6				
CT OF nº6 (min.)				
O.F nº7				
Qntd. O.F nº7				
CT OF nº7 (min.)				
Carga Horária Utilizada (Max. 345 min)	335	337	338	345
Taxa de Ocupação	97%	98%	98%	100%

Figura 75 - Ferramenta idealizada para o escalonamento da produção por PT

Pode verificar-se que em qualquer dia da semana 36, o escalonamento da produção submete o “Teste Hidráulico” a uma taxa de ocupação sempre superior a 97% (considerando a capacidade efetiva atual, acima mencionada, afetada por uma eficiência que é a consequência de todos os desperdícios a abordar no presente trabalho).

Numa primeira abordagem, apenas pelo escalamento deste PT já se conseguirá definir a data de início prevista por O.F, a importar para o planeamento. Como é natural, o escalonamento dos restantes postos é imprescindível para coordenação de todo o fluxo de trabalho e análise da capacidade utilizada e exequibilidade no cumprimento das datas de entrega.

2 – Documentação do Plano de Produção

Preenchimento do novo instrumento de planeamento para a Linha AQS (ficheiro Excel) com os seguintes novos dados, que num período anterior ao presente trabalho não existiam:

- Data de Início Planeada – Dia já definido no passo anterior, pelo escalonamento do PT “Teste Hidráulico”.
- Nesta reestruturação da ferramenta de planeamento foi incluída a coluna “O.F GT” – Esta que realiza a associação direta ao planeamento Fabrico do GT, indicando sempre que necessário a OF para a qual foi fabricado o grupo termodinâmico que deve ser utilizado.

Para não estar tudo retido no conhecimento do supervisor, que não é garantido estar sempre presente e cria dependência na capacidade das ações por parte dos colaboradores que dirige, incluiu-se as seguintes colunas:

- Reserva - Define o destino da O.F. Ou seja, se os equipamentos servirão encomendas de cliente ou stock. É um parâmetro de máxima importância para a criação das etiquetas de

características, que na maior parte das vezes gera dúvidas no operador (obriga a procurar pela fábrica o supervisor para ser esclarecido) por não ter clara esta informação, que varia de O.F para O.F.

- Língua do manual para evitar que o supervisor tenha de desperdiçar tempo na procura desta informação no departamento comercial/administrativo e evitar que o operador presuma este conhecimento errando.

A coluna de prioridade deixa de existir, uma vez que a sequência de produção é clara pela ordem das linhas no plano ("ID").

Numa primeira fase piloto, não se considera imediatamente necessário existir planos de produção por PT pois trata-se de uma linha de produção contínua do tipo *push* em que todas as unidades seguem sempre o mesmo caminho e passam por todos os postos de trabalho. Exceto o "Teste Hidráulico", que sendo 1º PT da linha é responsável por iniciar todas produções (necessita de conhecer bem o planeamento), todos os outros PT fabricam aquilo que lhes é empurrado. O controlo de produção a ser feito nos restantes postos passará por uma metodologia mais macro: a diferença entre a capacidade esperada e a efetiva sempre que seja maior ou menor que 5 unidades, será necessário apurar as causas e definir ações corretivas.

ENERGIE PLANO DE TRABALHOS PRODUÇÃO SEMANA 29 - SEMANA 33											
ID	Nº O.F AQS	Código Termoacumulador	Reserva	Língua do Manual	Quantidade a Fabricar	Quantidade da O.F	Quantidade Fabricada	Data de Início Planeada	Data de Entrega Planeada	Nº O.F GT	Notas
SETEMBRO											
434	2000571	DA200HP-GEO-P	ENER	PT	10	10	0	01/set	-	-	
435	2000597	DC250I-TOP-P	2x USOL	EN	2	2	0	01/set	-	598	MODELO PLÁSTICO
436	2000619	DC300E-MON	STOCK	PT	2	2	0	01/set	-	620	MODELO PLÁSTICO
437	2000627	DC160I-SPLIT-P	STOCK	PT	4	4	0	01/set	-	-	
438	2000572	DC500I	1x SERGIE + 11x STOCK	FR	12	12	0	01/set	-	-	
439	2000593	DC500I-SPLIT	DR	PT	6	6	0	02/set	07/set	-	
440	2000578	DC500IX-SPLIT	1x SATP + 5x TRIENE	1x PT + 5x IT	6	6	0	02/set	7 a 9 Set	-	
441	2000541	DC500IX-SPLIT	SOL	PT	6	6	0	02/set	7 a 8 Set	-	
442	2000573	DC300I	2x SERGIE + 22x STOCK	2x FR+ 22x PT	24	24	0	02/set	-	-	
443	2000576	DC300IX	4x LP + 12x STOCK	PT	12	12	0	03/set	-	-	
444	2000591	DC300I-SPLIT-P	STOCK	PT	6	6	0	03/set	-	-	MODELO PLÁSTICO
445	2000592	DC300IX-SPLIT-P	SATP	PT	6	6	0	04/set	10 a 11 Set	-	MODELO PLÁSTICO
446	2000538	DC250I-ECONOMIC-P	CALOR	PT	48	48	0	04/set	-	539	

Figura 76 - Nova ferramenta idealizada para o planeamento da linha AQS

Fase 3 – Control

Este novo método de planeamento, ao implementar a previsão de datas de início, específicas por ordem de fabrico, permitiu um controlo muito mais estreito e preciso sobre as datas de entrega para as encomendas de cliente.

Passando agora a registar no instrumento de planeamento estes 2 novos indicadores, a data de início de fabrico prevista e a data de entrega definida, um simples acompanhamento do estado da produção permitirá perceber se são necessárias alterações (e de que tipo) ou não para cumprir as datas de entrega estipuladas. Estes indicadores serão igualmente importantes para tornar do conhecimento/visível para todos os interessados os períodos limite de fabrico, e não ficar retido apenas para a pessoa que recebe informações diretas do cliente (comercial ou administrativo), mas que não tem influência direta na gestão da produção. Além dos supervisores de produção que

passam a saber sempre que existam datas de entregas estipuladas, também foi fundamental para responsável do armazém de PA, que poderá agora facilmente planejar a sua carga de trabalhos diária tendo por base esta nova ferramenta que lhe indica as cargas que terá de preparar para cada dia.

A coluna “OF.GT”, fazendo a interligação direta ao planeamento “Fabricao GT” (desenvolvido no Problema C1), é no fundo um mecanismo *Poka-yoke*, pois permite sempre que um termoacumulador chega ao PT “Montagem do GT”, que o operador se desloque até à *rack* dinâmica (desenvolvido no Problema A2) tendo a clara ideia, sem qualquer hipótese para erro qual o GT, dos vários que se encontram nas *racks*, que deve recolher.

Assim se correlaciona a resolução de três problemas com objetivos específicos e diferentes, mas com um único objetivo geral, reduzir o tempo de resposta aos pedidos dos clientes.

Considera-se que a automatização da ferramenta de escalonamento da carga de trabalhos, para uma associação vertical aos tempos de ciclo e controlo da capacidade máxima, não se justifica. Uma vez que, o objetivo será passar a executar este processamento no ERP Primavera, utilizando ao máximo os recursos que disponibiliza. O foco deverá ser sempre uma integração vertical e digital de todo as informações necessárias para a gestão da produção. Este projeto piloto de escalonamento não foi iniciado já no ERP pois a organização encontra-se em fase de implementação da nova versão nº10, na qual as características do módulo de produção são significativamente diferentes, o que iria exigir uma dupla adaptação dos conteúdos na base de dados. Ou seja, a visão da ENERGIE é iniciar um novo processo de gestão das OF's por sistemas (conjunto de componentes) e organizar o seu planeamento em consonância com este modelo, mas pelo trabalho de processamento prévio (criação de novos artigos e fichas técnicas) que o uso destas novas potencialidades da v10 irá exigir, não faria sentido explorar um processo de planeamento que dentro em breve irá ser substituído.

Fase 4 – Act

O indicador da capacidade média diária em produzir sistemas, apesar de não ser utilizado como fator mestre para o cálculo do planeamento, trata uma oportunidade de melhoria. As 20 unidades, nunca antes analisadas matematicamente, mas agora declaradas como capacidade média diária em vigor tratam o único indicador mestre que sustenta algumas decisões ao nível de planeamento, mas também de vendas e gestão de topo. Contudo, o processo de resolução do presente problema permitiu-nos descobrir que só existe uma única fonte de informação de onde é possível analisar a capacidade produtiva, mas que se trata de uma base de dados cujos registos são instáveis: o operador não faz os registos em tempo real (previamente, por escrita manual, acumula o registo dos dados de fabrico num papel e só ao fim do dia ou no próximo é que faz a transição para a base de dados excel). Trata-se de um processo muito pouco automatizado que potencia o erro humano. As consequências desta metodologia de registo já foram especificadas na “Análise do processo”.

Outro problema que compromete a precisão dos dados históricos, são as informações, como datas ou a indicação da O.F que por diversas razões ficavam por preencher ou são completadas erradamente. Tratando-se de uma plataforma mais automatizada, nenhum sistema pode ser registado sem todos os campos obrigatórios terem sido preenchidos com as características adequadas.

DC250ESM	ECO 250 ESM	14/01/2019	21251000873	17415316	sergio nd	sergio	12
DC250ESM	ECO 250 ESM	14/01/2019	21251000874	17415318	sergio nd	sergio	12
DC250ESM	ECO 250 ESM	14/01/2019	21251000875	17415314	sergio nd	sergio	12
DC250ESM	ECO 250 ESM	14/01/2019	21251000876	17415315	sergio nd	sergio	12
DC250ESM	ECO 250 ESM	14/01/2019	21251000877	17414743	sergio nd	sergio	12
DC250ESM	ECO 250 ESM	14/01/2019	21251000878	17414741	sergio nd	sergio	12
DC250ESM	ECO 250 ESM	14/01/2019	21251000879	17414742	sergio nd	sergio	12
DC250ESM	ECO 250 ESM	14/01/2019	21251000880	17414744	sergio nd	sergio	12
DC250ESM	ECO 250 ESM	14/01/2019	21251000881	17414947	sergio nd	sergio	12
DC250I-TOP	ECOTOP 250 I	14/01/2019	27252000191	diego	miranda	11090000283	joao teixeira
DC250I-TOP	ECOTOP 250 I	15/01/2019	27252000192	diego	miranda	11090000284	JOAO TEIXEIRA
DC250I-TOP	ECOTOP 250 I	15/01/2019	27252000193	diego	miranda	11090000286	JOAO TEIXEIRA
DC250I-TOP	ECOTOP 250 I	15/01/2019	27252000194	diego	miranda	11090000288	JOAO TEIXEIRA
DC250I-TOP	ECOTOP 250 I	15/01/2019	27252000195	diego	miranda	11090000290	JOAO TEIXEIRA
DC250I-TOP	ECOTOP 250 I	15/01/2019	27252000196	diego	miranda	11090000287	JOAO TEIXEIRA
DC250I-TOP	ECOTOP 250 I	15/01/2019	27252000197	diego	miranda	11090000289	JOAO TEIXEIRA
DC250I-TOP	ECOTOP 250 I	15/01/2019	27252000198	diego	miranda	11090000292	JOAO TEIXEIRA
DC250I-TOP	ECOTOP 250 I	15/01/2019	27252000199	diego	miranda	11090000291	JOAO TEIXEIRA
DC250I-TOP	ECOTOP 250 I	15/01/2019	27252000200	diego	miranda	11090000285	JOAO TEIXEIRA
DC250I-TOP	ECOTOP 250 I	15/01/2019	27252000201	diego	miranda	11090000293	JOAO TEIXEIRA
DC250I-TOP	ECOTOP 250 I	15/01/2019	27252000202	diego	miranda	11090000294	JOAO TEIXEIRA

Figura 77 - Falhas detetadas no excel utilizado para registo dos números de série

Estando este registo histórico de produção associado a uma grande incerteza, e objetivando continuar a incutir outras culturas no chão de fábrica como a gestão visual e a indústria 4.0, considera-se oportuno que de forma corretiva se altere a plataforma de registo e se aplique um televisor com um *dashboard* dinâmico na fábrica.

Assim, disponibilizou-se a seguinte nova plataforma *web* para o registo de produção:

Novo Registo | 18-05-2021

Nº de série:

Artigo:

Descrição:

Nº Cuba:

Máquina superior:

Assemblagem:

Parte elétrica:

Carga de fluido:

Embalamento:

Registo:

Ordem Fabrico:

Observações:

Registos

Registos dos equipamentos produzidos para um determinado dia.

Nº SÉRIE	ARTIGO	DESCRIÇÃO	Nº CUBA	Nº MÁQUINA SUPERIOR	ASSEMBLAGE	DATA
2210100142	DC1808M MON	DISPOSITO 100 ENALTADO - RY MONOBLOCO	020	1301000762	2106001.03	24-05-2021
2210100143	DC1808M MON	DISPOSITO 100 ENALTADO - RY MONOBLOCO	020	1301000778	2106001.03	24-05-2021
2210100144	DC1808M MON	DISPOSITO 100 ENALTADO - RY MONOBLOCO	020	1301000776	2106001.03	24-05-2021
2210100145	DC1808M MON	DISPOSITO 100 ENALTADO - RY MONOBLOCO	020	1301000773	2106001.03	24-05-2021
2210100146	DC1808M MON	DISPOSITO 100 ENALTADO - RY MONOBLOCO	020	1301000765	2106001.03	24-05-2021
2210100147	DC1808M MON	DISPOSITO 100 ENALTADO - RY MONOBLOCO	020	1301000764	2106001.03	24-05-2021
2210100148	DC1808M MON	DISPOSITO 100 ENALTADO - RY MONOBLOCO	020	1301000766	2106001.03	24-05-2021

Figura 78 - Nova plataforma web para registo dos equipamentos fabricados

A plataforma de registo tem como benefícios:

- Só permite registos com a data do dia em vigor
- Permite um controlo visual *on time* e sistemático (os operadores não deixarão para amanhã o registo senão o velocímetro, visível por todos no pavilhão, não incrementará)
- Possui campos de preenchimento obrigatório
- Integração com o ERP, com preenchimento de campos automático

- Armazenamento direto no servidor
- Trabalho por objetivos definidos e expostos para todos

Note-se que se extraiu do registo de números de série em 2019, um desvio padrão efetivo de cerca de 30% da média, o que corrobora a falta de ritmo/passo produtivo marcado por objetivos definidos e posteriormente controlados.

Os dados anteriormente registados, a cada minuto, sofrerão um tratamento gráfico e estatístico para serem apresentados no seguinte *dashboard*:

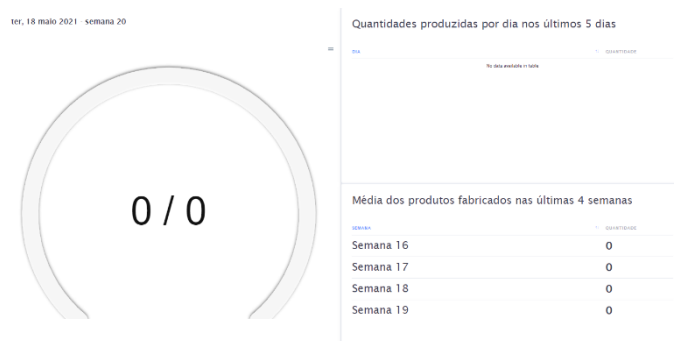


Figura 79 - Dashboard com indicadores produtivos

O algarismo do lado direito da barra, circundada pelo velocímetro, indicará o objetivo a atingir por dia (é parametrizável).

Para tornar os dados visíveis desde qualquer local do *Gemba* este será apresentado num televisor situado no meio da pavilhão número 1.



Figura 80 - Televisor utilizado para apresentação do dashboard no chão de fábrica

Através desta ferramenta será possível:

- Verificar a autenticidades das 20 unidades de capacidade efetiva e ajustar já o planeamento à realidade exata, caso necessário;
- Acompanhar ao longo do tempo a evolução da capacidade efetiva (principalmente face ao impacto das implementações que o presente projeto impõe), adaptando o planeamento sempre que exigido;
- Expor visualmente, “para todos” as discrepâncias face ao planeado e atuar sobre as causas da falha com ações corretivas. Em *backoffice* deverão ser registadas as causas que tenham afetado a capacidade quando esta considerar uma discrepância superior ou inferior 30% face à planeada;

- Análise com precisão de indicadores produtivos que permitirão definir adequados planos de ação.

Assim se garante um sistema de registos fidedigno, mas mais do que isso, começa a instalar-se no chão de fábrica um espírito de melhoria contínua. A empresa “Microregio” foi responsável por materializar informaticamente as ideias delineadas.

Este registo deve ser predominante apenas numa primeira fase de adaptação (da gestão e operadores) a estas novas ideias de melhoria contínua. Servirá essencialmente para controlar a produção (cumprimento dos objetivos), testar e avaliar a importância dos indicadores (influência no chão de fábrica, ao nível cultural e do comprometimento dos RH em trabalhar com mais eficiência), definir o tipo de informações que devem ser monitorizadas e expor para todos os interessados os problemas. Contudo, a presente ferramenta continua a só fornecer informações sobre o processo de embalamento dos artigos (perdem-se dados úteis sobre parâmetros ao nível da qualidade, tempos e quantidade, referentes ao restantes postos de trabalho na Linha AQS). Em suma, esta primeira etapa foi um ótima preparação para a mudança de culturas e garantia de que a 2ª etapa não será uma “automação do caos”.

Numa segunda fase, estando instalado na cultura da organização este tipo de conceitos deve seguir-se para mecanismos de controlo e registo ainda mais automatizados e ainda mais orientados para a indústria 4.0. Esta implementação de uma estratégia digital servirá para materializar os princípios da indústria 4.0 nas operações produtivas ENERGIE: troca de informação entre os equipamentos e o ERP, monitorização sistemática/*on time* dos equipamentos objeto de estudo para extração dos dados de relevo e digitalização contínua da informação útil no chão de fábrica (integração vertical de todos os equipamentos & comunicação global ao ERP).

O processo base deve pautar-se pelos seguintes passos:

1. Análise do nível de maturidade digital (estado tecnológico e de sensorização dos equipamentos, princípios de funcionamento, meios de intra comunicação existentes)
2. Definição das oportunidades de melhoria, dos dados e variáveis a controlar, das metodologias/fluxos de informação e recursos necessários (*interfaces GUI*, desenvolvimentos na automação ou no *ERP*, protocolos de comunicação) para constituir a arquitetura futuro
3. Especificação dos cenários de intervenção alternativos (*retrofitting*, aquisição de novos equipamentos, instalação de PLC's mestre ou mecanismos de monitorização em 2º plano, etc)
4. Implementação de projeto piloto para teste
5. Integração vertical de todo o sistema

O objetivo inicial foi aumentar a visibilidade dos processos.

3.5.4. Informação (D)

3.5.4.1. Problema D1: Carência de prospeção/estudo das necessidades do mercado que sustente a metodologia de produção para stock

Fase 1 – Plan

Análise logística dos dados históricos extrapolando os elementos de maior relevo para contexto de projeções e classificação dos produtos acabados, por recurso a uma análise ABC e tendo por base as quantidades vendidas. Não descorando que as atividades ao nível da tomada de decisão continuem a suportar-se paralelamente a partir de elementos comerciais que clarifiquem o estado e as necessidades de mercado (pequena análise de mercado já apresentada anteriormente, mas que complementa a resolução do presente tópico, na qual ainda se desenvolveu uma prospeção da variação da procura por modelo em 2020).

É com bons olhos que se percebe que a problemática mencionada pode ser resolvida através do seguinte procedimento: numa primeira etapa através de uma análise ABC, para que se analisem as referências de PA que devem ser geridas por recurso a stock (para diminuir os custos de armazenagem dos artigos que são produzidos para stock inapropriadamente) e em segundo lugar pela implementação de um sistema *Kanban* que permitirá visualmente identificar as necessidades de reposição evitando alargamentos *do lead time* de restituição de stock que atualmente (e com elevada regularidade) contribuem para uma rotura de stock que inibe uma capacidade de resposta que se pressupõe como ideal.

Fase 2 – Do

Para que a partir da realidade histórica e sobre dados quantitativos se extrapole a importância (necessidade do esforço de gestão) associada a cada artigo ENERGIE (fabrico para stock), foi desenvolvida a seguinte análise ABC que cimeta o seu fundamento no fator crítico: volume de vendas de 2019 (quantidade).

Referência	Quantidade anual vendida (Uds)	Quantidade vendida anual cumulativa (Uds)	Percentagem cumulativa da quantidade vendida anual (%)	Percentagem cumulativa de artigos (%)	Classe
DC250ESM-P	206	206	10%	3%	A
DC300IX-MON-P	187	393	20%	7%	A
DC160I-SPLIT-P	182	575	29%	10%	A
DC250I-SPLIT-45-P	134	709	36%	13%	A
DC300I-P	120	829	42%	17%	A
DC200I-MON-45-P	115	944	48%	20%	A
DC250I-TOP-45-P	111	1055	54%	23%	A
DC200I-TOP-45-P	86	1141	58%	27%	A
DC100ESM-MON	75	1216	62%	30%	A
DC250IX-MON-45-P	75	1291	65%	33%	A
DC500I	71	1362	69%	37%	A
DC300I-MON-P	56	1418	72%	40%	A
DC300IX-SPLIT-P	53	1471	75%	43%	A
DC200IX-MON-45-P	46	1517	77%	47%	A
DC250I-MON-45°-P	45	1562	79%	50%	A
DC300ESM-P	45	1607	82%	53%	B
DC250I-45-P	40	1647	84%	57%	B
DC500I-SPLIT-P	40	1687	86%	60%	B
DC300I-TOP	37	1724	87%	63%	B
DC300I-SPLIT-P	36	1760	89%	67%	B
DC300IX-P	36	1796	91%	70%	B
DC500IX-SPLIT-P	32	1828	93%	73%	B
DC200ESM-P	31	1859	94%	77%	B
DC250IX-P	25	1884	96%	80%	C
DC500IX	20	1904	97%	83%	C
DC250IX-TOP	18	1922	98%	87%	C
DC100ESM-TOP	17	1939	98%	90%	C
DC200IX-TOP	16	1955	99%	93%	C
DC250IX-SPLIT-P	15	1970	100%	97%	C
DC300IX-TOP	1	1971	100%	100%	C
TOTAL	1971				

Figura 81 - Análise ABC aos sistemas alvo de estudo

Como se compreenderá a análise ABC incidirá apenas sobre as referências que podem ser produzidas para stock (produtos ENERGIE, excluindo equipamentos OEM e/ou customizados) e restritamente sobre os modelos que serão alvo de investigação (já anteriormente mencionados): Eco, EcoTop, Monobloc e Split.

Tabela 15 - Tratamento estatístico da análise ABC

Classe do artigo	% Cumulativa de quantidade anual	Nº Referências	% Referências
A	79%	15	50%
B	94%	8	27%
C	100%	7	23%
Total		30	100%

Modelo	Classe A	Classe B	Classe C
ECO	3	4	2
ECOTOP	2	1	4
MONOBLOC	7	0	0
SPLIT	3	3	1
Total	15	8	7

Pela análise ABC consegue-se perceber que as referências de maior importância, compreendidas no portefólio de artigos classe A, cuja tendência de procura obriga a que o seu controlo de stock (quantidades e datas de reaprovisionamento) seja mais frequente e cuidado são:

DC250ESM-P
 DC300IX-MON-P
 DC160I-SPLIT-P
 DC250I-SPLIT-45-P
 DC300I-P
 DC200I-MON-45-P
 DC250I-TOP-45-P
 DC200I-TOP-45-P
 DC100ESM-MON
 DC250IX-MON-45-P
 DC500I
 DC300I-MON-P
 DC300IX-SPLIT-P
 DC200IX-MON-45-P
 DC250I-MON-45-P

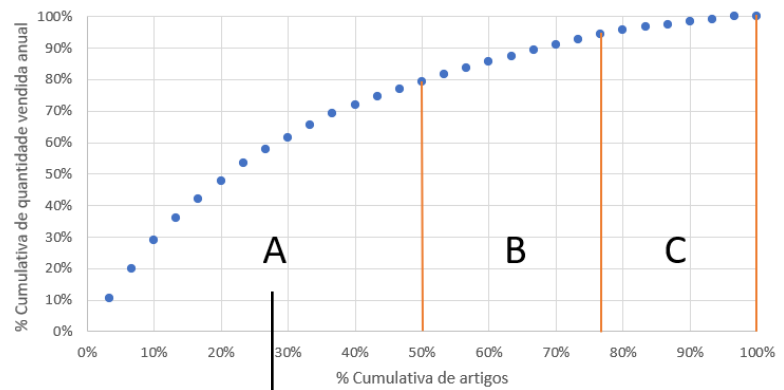


Figura 82 - Gráfico de dispersão referente à análise ABC

Naturalmente, os artigos de maior consumo (classe A) acima apresentados deverão ser aqueles que devem ser geridos por *Kanban* para um controlo mais estreito e reiterado.

Contudo, para os artigos de classe B e C (reunindo-se num único grupo de controlo) admite-se uma gestão de reaprovisionamento por recurso ao ERP, considerando um controlo mais automático.

A definição do funcionamento do sistema *Kanban* a implementar será feita no “Problema F1”, mas deverá ser também aplicado para o controlo de stock dos produtos acabados, tal como a presente resolução propõe, objetivando agilizar o reaprovisionamento destes artigos.

No entanto, qualquer uma das ferramentas que seja utilizada (sistema *Kanban* ou ERP) não terá sucesso sem que previamente se calculem (nunca antes desenvolvido na ENERGIE) os parâmetros de gestão de stocks. Estas informações são imprescindíveis para o bom funcionamento dos sistemas e para que a partir destes se tomem decisões: quando encomendar (PE) e quanto encomendar (SS, QEE).

Em primeiro lugar há que declarar que para ambos os casos o controlo de stocks será assegurado por **sistema de revisão contínua** que verificará continuamente o nível de stock de um artigo até que este atinja o PE e exija o lançamento de encomenda interna de produção (no caso dos produtos acabados). As particularidades descritas do sistema exige o seguimento das seguintes metodologias de cálculo. Deve considerar-se que o sistema de produção ENERGIE possui um **prazo de reposição constante** e que **a procura dos artigos é variável**.

$$PE = (Média da Procura * Prazo de Reposição) + SS$$

$$SS = Constante Normal Padrão * Desvio Padrão da Procura * \sqrt{Prazo de Reposição}$$

Considerando a base da unidade mês, um nível de serviço de 95%, um prazo de reposição de 5.2 semanas de calendário (atual *lead time* ENERGIE que é o principal alvo do presente projeto) e dados da procura relativos às vendas apenas do ano 2019 (empresa inserida em mercado de rápida movimentação afetado frequentemente por períodos de volatilidade) estes foram os resultados extrapolados para os parâmetros de gestão dos reaprovisionamentos ao nível dos produtos acabados:

Referência	Média da procura (Und.)	Desvio padrão da procura (Und.)	Lead time (Mês)	Z (NS-95%)	Stock de Segurança (Und.)	Ponto de encomenda (Und.)
DC300I-P	19	7	1,452	1,645	14	42
DC200I-MON-45-P	11	7	1,452	1,645	14	31
DC250I-TOP-45-P	11	10	1,452	1,645	21	37
DC250I-SPLIT-45-P	10	8	1,452	1,645	17	32
DC160I-SPLIT-P	9	8	1,452	1,645	16	30
DC500I-P	8	4	1,452	1,645	9	22
DC300I-SPLIT-P	7	4	1,452	1,645	8	19
DC300I-MON-P	7	6	1,452	1,645	11	22
DC250IX-MON-45-P	7	9	1,452	1,645	18	29
DC100ESM-MON	7	9	1,452	1,645	18	28
DC300ESM-P	6	4	1,452	1,645	8	17
DC200I-TOP-45-P	6	8	1,452	1,645	16	25
DC250I-MON-45-P	6	4	1,452	1,645	8	17
DC300IX-P	5	2	1,452	1,645	5	13
DC300IX-SPLIT-P	5	6	1,452	1,645	12	20
DC250I-45-P	5	2	1,452	1,645	5	13
DC500I-SPLIT-P	5	3	1,452	1,645	6	14
DC250ESM-P	5	6	1,452	1,645	13	20
DC500IX-SPLIT-P	4	3	1,452	1,645	7	14
DC200IX-MON-45-P	4	6	1,452	1,645	12	18
DC300I-TOP	3	4	1,452	1,645	8	13
DC200ESM-P	3	3	1,452	1,645	6	11
DC250IX-45-P	3	3	1,452	1,645	6	10
DC500IX-P	2	1	1,452	1,645	3	7
DC300IX-MON-P	2	2	1,452	1,645	4	7
DC250IX-TOP-45	2	3	1,452	1,645	6	9
DC100ESM-TOP	2	1	1,452	1,645	3	6
DC250IX-SPLIT-45-P	2	2	1,452	1,645	4	7
DC200IX-TOP-45-P	1	3	1,452	1,645	6	9

Figura 83 - Cálculo dos parâmetros de gestão dos reaprovisionamentos para os PA

Fase 3 – Control

Para este item não existem ainda resultados devido ao tempo disponível de implementação não coincidir com a escritura desta dissertação, no entanto prevê-se a minimização de diversos desperdícios, dentro dos quais o mais diretamente ligado e identificado pelo VSM AS-IS: redução sistemática, mas a longo prazo, da quantidade em stock de referências de baixa rotação no armazém de PA de baixa rotação e normalização do conteúdo em stock mais adequado.

Fase 4 – Act

Com mais tempo disponível, de forma a continuar a persecução da excelência no âmbito da resolução acima apresentada, propõe-se o seguinte: parametrização do fator QEE que não foi considerado prioritário pela administração, dada a sua definição tradicional múltiplos produtivos por modelo, avançar com estudos de previsão (RLS, MM) para precisar a tendência da procura e reavaliação dos artigos inerentes a desvio padrões exagerados.

3.5.5. Organização (E)

3.5.5.1. Problema E1: Interrupções da produção por falta de competências

Fase 1 – Plan

Elaborar matrizes de competências por secções de trabalho definindo as qualificações exigidas pelas mesmas. Análise e identificação dos aspetos críticos (extrema dependência) que as mesmas possam clarear. Estabelecimento, em conformidade, de um plano de ação de formação (ponderado no tempo e na necessidade).

Fase 2 – Do

A presente dissertação tem como alvo de estudo duas principais secções de trabalho: Linha AQS e Fabrico do GT. Contudo, no subcapítulo “Análise do Processo”, apenas foi avaliado o risco de dependência das competências dos operadores para a Linha AQS. A exclusão do Fabrico do GT na apresentação do problema deveu-se ao facto de que a sua matriz de competências demonstra a existência de uma equipa polivalente que possui para qualquer uma das suas tarefas/operações pelo menos 3 operadores diferentes com a mesma competência para as executar.

MATRIZ COMPETÊNCIAS									
		Operadores com Competência							
		André Lima	Pedro Santos	Bruno Morim	Carlos Maia	Bruno Oliveira	Catarina Oliveira	José António	Miguel Paraisvas
OPERAÇÕES									
0	Processos suplementares de preparação da base de suporte à totalidade dos componentes		X	X	X	X	X	Δ	●
1	Aplicação do compressor e dos diversos elementos “de frio” (tubagens)	X	X	X	X	X	X	Δ	●
2	Realização de carga de azoto para verificação de fugas (teste de qualidade)	X	X	X	X	X	X	Δ	●
3	Isolamento das tubagens	X	X	X	X	X	X	Δ	●
4	Atividades de processamento completo da parte elétrica		X	X	X	Δ	Δ	Δ	●
5	Soldadura por abrasagem	X	X	X	X	X	X	Δ	●

LEGENDA	●	Supervisor
	Δ	Em aprendizagem
	□	Temporário
	X	Permanentes
Nota: Os supervisores encontram-se apenas ocasionalmente nos PT para os quais estão indicados como operadores atuais.		

Figura 84 - Matriz de competências do Fabrico do GT

Como já estudado no subcapítulo “Análise do Processo”, a matriz de competências para a Linha AQS dita que existem 3 postos de trabalho (“Teste Hidráulico”, “Enrolamento” e “Injeção”) com alto risco de dependência face às competências dos operadores afetos. Uma vez que, apenas um colaborador possui capacidades para execução das tarefas do respetivo posto. Ou seja, se em qualquer um destes 3 postos o operador afeto não possa comparecer ao trabalho, não existe, além do supervisor, outro colaborador capaz de dar continuidade às funções. Esta extrema dependência exponencia drasticamente a possibilidade da paragem iminente da linha de produção “AQS”. Assim sendo, há que agir preventiva e corretivamente, e executar o plano de formação idealizado para os 3 postos críticos:



PLANO DE FORMAÇÃO

Pág: 1 / 1

Ano: 2020

Nº	Ação de Formação	Destinatários	Cronograma												Responsável	Observações
			JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ		
1	Controlo de qualidade das cubas por recurso a teste hidráulico a 10 bar	André Ribeiro e Hugo Lopes										X			David Fonseca	
2	Enrolamento do condensador	André Ribeiro e Paulo Matos										X			David Fonseca	
3	Conformação do termoacumulador e injeção de poliuretano	Rafael Barreto e José Silva											X	X	David Fonseca	

Figura 85 - Plano de formação global

Planos de formação individuais



Relatório de Formação

Formando: André Ribeiro e Hugo Lopes

Ação de Formação: Controlo de qualidade das cubas por recurso a teste hidráulico a 10 bar

PROGRAMA DE FORMAÇÃO/TREINO

Atividade	Duração		Responsável	Avaliação da Eficácia			
	Início	Fim		Prazo	Eficaz	Não Eficaz	Justificação
Associação e aplicação das bainhas/resistências, colocação de ânodos e vedantes;	Semana 41	Semana 42	David Fonseca				
Manipulação dos controladores digitais e mecânicos afetos ao equipamento;	Semana 42	Semana 44					
Encher e esvaziar tanques;	Semana 42	Semana 44					
Verificação de fugas;	Semana 42	Semana 44					



Relatório de Formação

Formando: André Ribeiro e Paulo Matos

Ação de Formação: Enrolamento do condensador

PROGRAMA DE FORMAÇÃO/TREINO

Atividade	Duração		Responsável	Avaliação da Eficácia			
	Início	Fim		Prazo	Eficaz	Não Eficaz	Justificação
Associação do número de metros de condensador por modelo de artigo;	Semana 41	Semana 42	David Fonseca				
Avaliação, definição e programação das medidas de trabalho do braço de manipulação por modelo de cuba;	Semana 41	Semana 42					
Atividade de <i>setup</i> (programação dos dados de enrolamento e posicionamento do tubo de alumínio);	Semana 42	Semana 44					
<i>Changeover</i> do prato de suporte;	Semana 42	Semana 44					
Manipulação dos controladores digitais e mecânicos afetos ao equipamento, para barramento da massa térmica e enrolamento paralelo do tubo de alumínio;	Semana 42	Semana 44					



Relatório de Formação

Formando: Rafael Barreto e José Silva

Ação de Formação: Conformação do termoacumulador e injeção de poliuretano

PROGRAMA DE FORMAÇÃO/TREINO

Atividade	Duração		Responsável	Avaliação da Eficácia			
	Início	Fim		Plano	Exec	Notas	Justificação
Associação das cargas de injeção por modelo de artigo;	Semana 49	Semana 49	David Fonseca				
Aplicação dos elementos de fixação;	Semana 47	Semana 50					
Manipulação dos controladores digitais e mecânicos afetos ao equipamento: movimentação do prato superior e portas laterais, controlo do temporizador, programação das cargas;	Semana 47	Semana 50					
Disparo/injeção e solidificação do poliuretano;	Semana 47	Semana 50					
Changeover das portas laterais por diâmetro: 580/650mm;	Semana 50	Semana 51					

Figura 86 - Plano de formação individual

Fase 3 – Control

Como era expectável, uma vez tratando-se de processos de fácil aprendizagem, todos os operadores em qualquer um dos 3 programas de treino foram avaliados como eficazes. Pode assumir-se que a Linha AQS inicia o ano 2021 com um risco muito menor ao nível dependência das competências dos operadores, garantido que para qualquer um dos postos de trabalho existem pelo menos 3 operadores devidamente formados e capazes para sem qualquer dificuldade executar na íntegra as funções necessárias. Podemos comprová-lo pela atualização da matriz de competências:

MATRIZ DE COMPETÊNCIAS 2021											
			Operadores com Competência								
			David Fonseca	Hugo Lopes	José Silva	Paulo Matos	André Ribeiro	Jorge Canossa	Paulo Marques	Rafael Barreto	Miguel Parais
POSTO DE TRABALHO											
PT1 – Teste Hidráulico			●	x		x	x				
PT2 – Enrolamento			●			x	x	x			
PT3 – Preparação de chapa			●	x	x		x	x	x		
PT4 – Encamisar e trabalhos auxiliares			●	x	x		x		x		
PT5 – Injeção			●		x		x		x		
PT6 – Pós-Injeção										●	x
PT7 – Montagem grupo termodinâmico										●	x

LEGENDA	●	Supervisor
	Δ	Em aprendizagem
	□	Temporário
	x	Permanentes

Nota: Os supervisores encontram-se apenas ocasionalmente nos PT para os quais estão indicados como operadores atuais.

Figura 87 - Matriz de competências renovada da Linha AQS

Além do mais, neste momento qualquer operador inerente à Linha AQS encontra-se completamente formado para exercer funções em pelo menos 2 postos de trabalho diferentes, sendo que em setembro de 2020 existiam 3 operadores que apenas se encontravam especializados em apenas 1 PT. Este objetivo de promoção da criatividade e conhecimento dos operadores ao pelos diversos postos de trabalho surgiu para combater um dos 7 desperdícios *Lean*: “Talento não utilizado”.

Fase 4 – Act

Para este item não existem ainda resultados devido ao tempo disponível, para a continuação das atividades de verificação e posteriores melhorias de correção, não coincidir com a escritura desta dissertação.

3.5.6. Aprovisionamentos/ Materiais (F)

3.5.6.1. Problema F1: Políticas de gestão de stocks passivas e que promovem a indisponibilidade de matérias primas

Fase 1 – Plan

Retificação, com envolvimento técnico da engenharia, da ficha técnica inerente a cada referência. Definição de políticas e atribuição de responsabilidades para as atividades de controlo e registo dos parâmetros dos aprovisionamentos por parte dos operadores. Criação de ferramentas de gestão visual e *standard work* responsáveis por especializar qualquer colaborador no funcionamento dos terminais que gerem as movimentações de *stocks* (englobando ações técnicas para resolução de erros).

Implementação de sistema de codificação das localizações, criação de cartões de identificação e reorganização das unidades de armazenagem (5S). Classificação ABC das MP's segundo o seu valor de uso para suporte ao cálculo, por SKU, dos parâmetros de gestão de stocks mais adequados (PE, Smin, QEE, etc...). Instituição de ferramentas e métodos de gestão de stocks, alinhados com o planeamento, através de um sistema *Kanban* com ferramenta de sinalização visual (escala gradual) ajustável pelos operadores logísticos, que além de contemplar os parâmetros de aprovisionamentos anteriormente calculados, permite atualizar em tempo real os *stocks*, sempre que são efetuadas movimentações (recorrer-se-á a um sistema de cores para controlo do nível de *stock*).

Fase 2 – Do

Uma das causas para as falhas identificadas nas fichas técnicas é a carência relativa à codificação técnica e descritiva dos materiais, que os operadores atualmente responsáveis pela manutenção das fichas técnicas apresentam. Esta será minimizada a partir dos cartões de identificação que serão uniformemente impostos em toda a fábrica e armazéns anexos (melhoria apresentada abaixo neste capítulo – 5S). Ainda assim, considera-se necessário alterar/atribuir a responsabilidade de correção das fichas técnicas aos 2 supervisores de produção (um do centro de trabalho “Termoacumuladores” e o outro competente pela “Montagem do GT” e pelo Fabrico do GT), que são aqueles que possuem um conhecimento técnico necessário, sólido e experienciado para verificação da *BOM* por todas as variantes de equipamentos existentes (será exigido também um renovado e significativo envolvimento da engenharia neste processo, que atualmente é nulo ou

mínimo). Para controlar que esta melhoria se mantém, será padronizado na “Task List” diária (abaixo apresentada) destes responsáveis de produção que durante 45 minutos do seu dia se dedicarão à verificação e correção das fichas técnicas, presentes nas OF’s, dos equipamentos fabricados ao longo do dia: eliminando os componentes que estejam em excesso, inserindo os omissos, emendando as quantidades por consumo e invertendo os SKUS trocados erroneamente. Esta padronização promove que o supervisor não se envolve demasiado nos problemas operacionais (de fabrico) do dia-a-dia podendo comprometer a sua rotina em temas logístico-administrativos.

Lista de Tarefas do Dia-a-Dia						
Plano diário de atividades dos Supervisores de Produção						
Responsáveis pelas Secções de Trabalho: Fabrico do Grupo Termodinâmico, Termoacumuladores, Montagem do GT e Embalamento					Página 1/1	
					Nº de Supervisores: 3	
Período do dia	Nº Tarefa	Descrição da Tarefa	Hora de início	Hora de Fim	Observações	
Manhã (08:15-13:00)	1	Participação em reunião Kaizen, na sala Obeya, organizada pelo departamento da produção e de planeamento.	08:15	08:30	A reunião Kaizen, organizada pelo departamento da produção e de planeamento, servirá para discussão da situação do dia anterior, verificar o estado de trabalhos em progresso e disponibilidade de materiais que possam comprometer as produções delineadas, seguimento do plano de trabalhos para o dia em vigor e uma breve análise/antecipação do próximo dia.	
	2	Operacionalização do terminal no chão de fábrica para fecho das OF's finalizadas e que aguardam o seu fecho na caixa de armazenamento respetiva.	10:30	11:10	Os supervisores deverão dar entrada dos produtos acabados em stock para o armazém A2 e realizar o consumo das MP's inerentes às O.F's a fechar (Mod. 182.0 e Mod. 184.0).	
Tarde (13:30-17:00)	3	Controlo dos níveis de stock das matérias primas através do sistema Kanban.	14:00	14:30	Os supervisores deverão monitorizar o estado das ferramentas de gestão visual que controlam o nível de stock das MP's, consumidas nos postos que estes supervisionam. Caso em determinada MP o nível do ponto de encomenda tenha sido atingido, o supervisor em causa deverá fazer a movimentação do cartão Kanban de modo a que seja lançada a devida encomenda.	
	4	Verificação e/ou correção das fichas técnicas, presentes nas OF's, dos equipamentos fabricados ao longo do dia.	15:30	16:15	Se existirem devem ser corrigidos os seguintes erros na fichas técnicas: quantidades erróneas, componentes trocados (entre SKU's), artigos em falta ou alocação incorreta a postos de trabalho.	

Obs.:			
Mod. 185.0	Edição nº 0	Elaborado por: Tiago Gonçalves	30/10/2020

Figura 88 - SW da Task List diária para os supervisores de produção

O período temporal atribuído a este processo pode e deve ser minimizado através dos efeitos da curva da aprendizagem e até esporadicamente tornar-se quase nulo (a ação de verificação nunca poderá desaparecer), pelo simples facto de que assim que as BOM estiverem totalmente corretas só serão corrigidas caso se verifiquem novas alterações (para atualização) ao produto ou introdução de novos modelos.

Os supervisores deverão fazer a correção da ficha técnica diretamente na folha de cada O.F. e no final entregá-la ao Gestor de Produção (como já acontece atualmente para validação de números de série e consumos de MP's), para que este faça refletir estas correções no ERP alterando definitivamente a ficha técnica na base de dados.

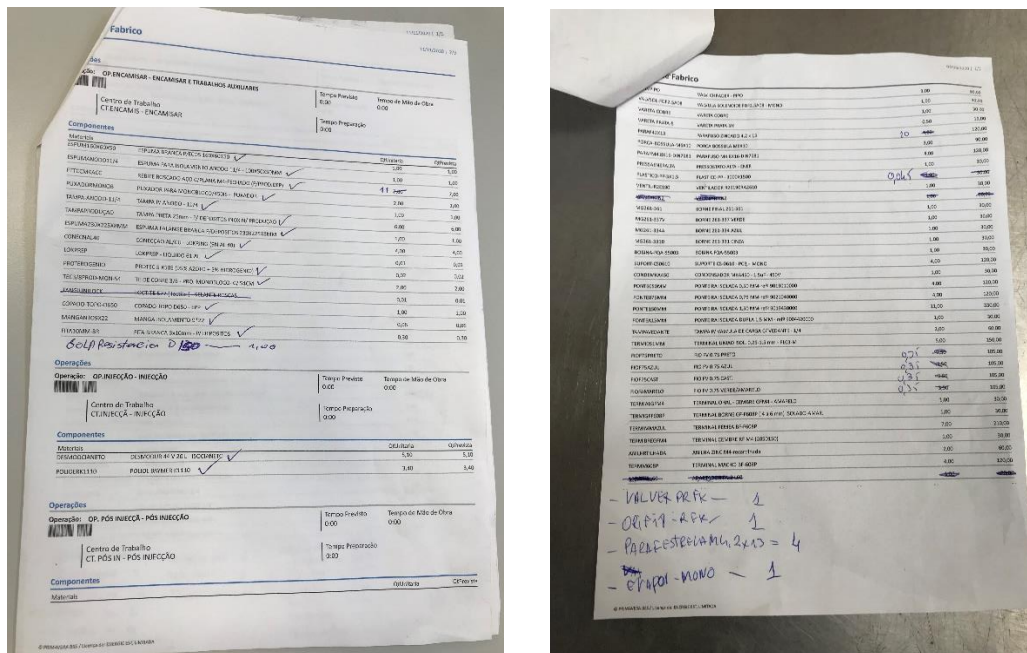
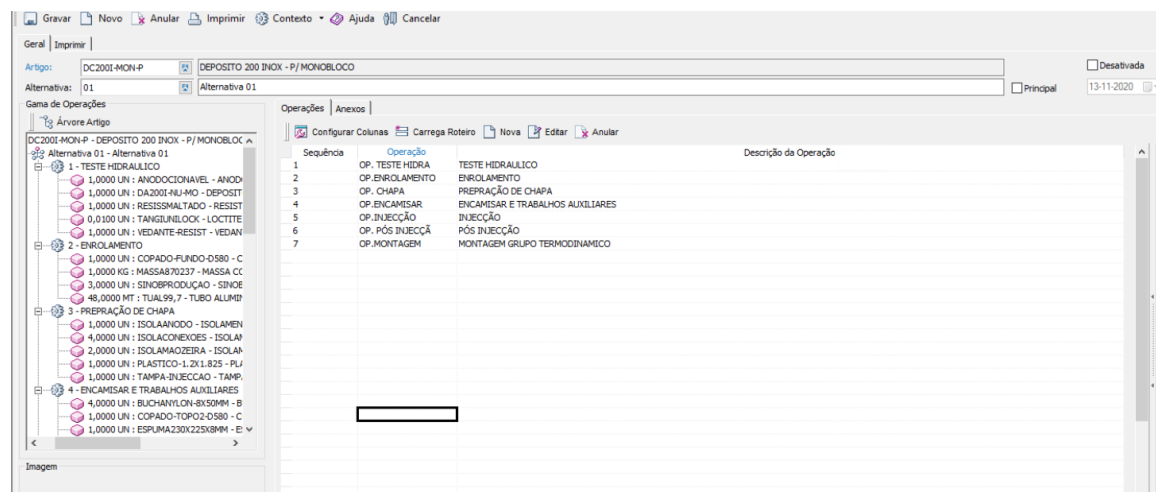


Figura 89 - Correções manuais da O.F./ficha técnica



Sequência:

4

Operação:

OP. ENCAMISAR

ENCAMISAR E TRABALHOS AUXILIARES

Dados Gerais

Componentes

Ferramentas e Moldes

Anexos

Componente	Descrição	Quantidades	Unidade	Qtd. Por	Qtd. Alt.	Un. Alt.	Desperdício	Consumo por Excesso	Fórmula Qtd.	...	Fórmula Descr.	...
ESPLUMA160X50X50	ESPLUMA BRANCA P/ECOS 160X50X50	1,0000	UN	1,0000	0,0000	UN	0,0000					
ESPLUMANOCOD11/4	ESPLUMA PARA ISOLAMENTO ANOCOD 11/4 - 1/2	1,0000	UN	1,0000	0,0000	UN	0,0000					
FTTCOM4ACC	REBITE ROSCADO AÇO C/PLANA M4-FECHAD	7,0000	UN	1,0000	0,0000	UN	0,0000					
PUXADORMONO8	PUXADOR PARA MONOBLOCO/45015 - PUXAC	2,0000	UN	1,0000	0,0000	UN	0,0000					
TAMPA-ANOCOD-11/4	TAMPA P/ ANOCOD - 11/4	1,0000	UN	1,0000	0,0000	UN	0,0000					
TAMPAAPRODUÇÃO	TAMPA PRETA 25mm - P/ DEPOSITOS INOX N/	6,0000	UN	1,0000	0,0000	UN	0,0000					
ESPLUMA230X225X8MM	ESPLUMA FALANGE BRANCA P/DEPOSITOS 230	1,0000	UN	1,0000	0,0000	UN	0,0000					
CONEXVAL40	CONEXÇÃO ALICU - LOKRING (3/4 AL 40)	4,0000	UN	1,0000	0,0000	UN	0,0000					
LOKPREP	LOKPREP - LÍQUIDO 61 AL	0,0100	UN	1,0000	0,0000	UN	0,0000					
PROTEGEROGENIO	PROTEC 5 X505 (95% AZOTO + 5% HIDROGE	0,0200	KG	1,0000	0,0000	KG	0,0000					
TEC3/8PROD-MON-54	TE DE COBRE 3/8 - PRO - MONOBLOCO - C/ 54	2,0000	UN	1,0000	0,0000	UN	0,0000					
TANGILINLOCK	LOCTITE 577 (loctite) - SELANTE ROSCAS	0,0100	UN	1,0000	0,0000	UN	0,0000					
COPADO-TOPO-D650	COPADO TOPO D650 - EPP	1,0000	UN	1,0000	0,0000	UN	0,0000					
MANGANTO9X22	MANGA ISOLAMENTO 9"22	0,0600	MT	1,0000	0,0000	MT	0,0000					
FITA10MM-BR	FITA BRANCA 3x10mm - P/ DEPOSITOS	0,3000	MT	1,0000	0,0000	MT	0,0000					

Figura 90 – Processo de correção da ficha técnica no ERP

Caso não exista uma certa sensibilidade e saber preciso relativo à operacionalização dos terminais, onde os operadores fazem a gestão dos consumos de materiais, poderão gerar-se problemas ao nível de stock que em efeito dominó criarão problemas graves ao longo de toda a cadeia de valor (aprovisionamentos, processo produtivo, ...). De forma a potenciar o *know-how* dos operadores neste tema, foram organizadas 3 sessões de esclarecimento (uma por equipa/centro de trabalho: “Termoacumuladores”, “Montagem do GT” e Fabrico do GT), de 30 minutos cada. Em todas essas sessões recorram-se a 2 ferramentas de gestão visual. Estas que remetem para o *StandardWork*, ainda que não assumam os seus formatos convencionais, dado ser um procedimento extremamente adaptado à realidade ENERGIE que exige um esclarecimento muito detalhado por passo operativo. Contudo, nestes documentos garantiram-se as diretrizes da gestão visual, usando um *layout* de documento apelativo e que desperta curiosidade mesmo numa leitura transversal. Ferramentas estas que respetivamente definem os melhores passos a seguir para consumo das MP inerentes a determinada O.F e abordam ainda o modo a proceder perante todos os erros possíveis:

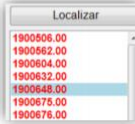


Modo de Proceder – Início e Término de Ordem de Fabrico (O.F)

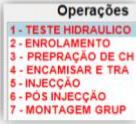
Início de O.F

Janela Geral

- Selecione o Nº OF em questão (A)
 - Ex: 1900506.00
- Definir a operação a desenvolver (B)
 - Ex: Teste Hidráulico
- Escolha o seu nome de utilizador (C)
- Introduza o código de acesso (D)
- Prima o ícone “Início” (E)



A



B



C



D



E

Término de O.F

Janela Geral

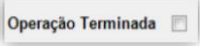
- Selecione o Nº OF em questão
 - Ex: 1900506.00
- Definir a operação a desenvolver
 - Ex: Teste Hidráulico
- Escolha o seu nome de utilizador
- Introduza o código de acesso
- Prima o ícone “Fim” (F)



F

Janela Quantidades

- O último colaborador de cada operação deverá colocar “✓” no campo “Operação Terminada” (G)

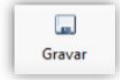


G

Nota: Os colaboradores afetos à operação “Montagem” não deverão colocar “✓” em campo algum.

Janela Saída de Artigos

- Prima o ícone “Gravar” (H)



H

Mod. 184 RO 07/05/2020

É fundamental que no início e fim do dia de trabalho se proceda ao início e término da O.F (em curso), respetivamente.

Figura 91 - Gestão visual/StandardWork do procedimento de consumo das MP



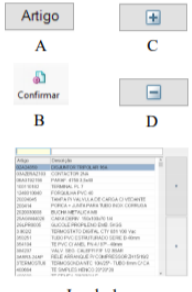
Janela Saída de Artigos

Adicionar artigo em falta

- Pressionar o botão "Artigo" (A)
- Escolher na base de dados (Janela 1) o artigo pretendido e pressionar sobre a linha em que o mesmo se encontra
- Selecionar o ícone "Confirmar" (B)
- Apertar o botão "Mais" (C), que se encontra acima da primeira tabela (Amarela)
- Pressionar, na primeira tabela (Amarela), sobre a linha em que se encontra o artigo introduzido
- Premir o ícone "Mais" (E) que se encontra na barra direita de ferramentas (Janela 3)
- Indicar a quantidade consumida correspondente (Janela 2)
- Efetivar o "Enter" (F)

Remover artigo em excesso

- Carregar sobre o artigo em causa na primeira tabela (Amarela)
- Pressionar o ícone "Menos" (D), que se encontra acima da anteriormente referida tabela



Janela 1



Janela 2



Janela 3

Alterar quantidades / Substituição de artigo

1. Seguir os passos de "Remover artigo em excesso"
2. Continuar seguindo os passos de "Adicionar artigo em falta"

* No caso de pretender alterar as quantidades de um determinado artigo (erradas na ficha técnica) é necessário que o remova e posteriormente o volte a inserir (ajustando nesse momento a quantidade consumida).

Mod. 184 R0 09/06/2020

É fundamental que no início e fim do dia de trabalho se proceda ao início e término da O.F (em curso), respetivamente.



Modo de Proceder Perante Erros e Avisos do Software

Erro:

- Erro de rede



Causa:

- Falha na ligação

Procedimento a executar:

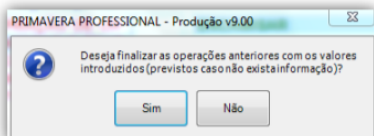
- Após surgir a caixa de texto que apresenta o erro, deve deixar a aplicação encerrar automaticamente (não premir qualquer elemento)
- Selecionar duas vezes o ícone do Software presente no ambiente de trabalho



- Proceder ao início ou término da OF (segundo o método indicado no documento ao lado apresentado)

Aviso:

- Finalizar as operações anteriores com os valores introduzidos (previstos caso não exista informação)?

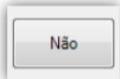


Causa:

- Tentativa de término de operação cuja sua anterior ainda não foi devidamente iniciada

Procedimento a executar:

- Deve premir o botão "Não" e de seguida o "OK"



- Comunicar o acontecimento ao respetivo supervisor

Mod. 184 R0 07/05/2020

É fundamental que no início e fim do dia de trabalho se proceda ao início e término da O.F (em curso), respetivamente.

Figura 92 - Gestão visual/StandardWork do procedimento face aos erros possíveis

Como se entenderá, os benefícios ao nível do consumo de materiais idealizados pelas ferramentas de gestão visual apresentadas, só produzirão os seus efeitos a médio longo prazo. Contudo, o controlo do nível de stock é um tema de grande urgência pelas ineficiências brutais que o seu desvio pode implicar (produtiva e financeiramente), um qualquer erro de consumo desregulará inevitavelmente o nível de stock, impondo que as ferramentas de gestão dos aprovisionamentos idealizadas não poderão alguma vez obter o sucesso desejado, por exemplo: caso o consumo de determinada MP seja feita nas quantidades erradas, o stock registado em sistema ficará incontornavelmente díspar à realidade. Sendo que isto poderá decorrer de uma *BOM* errada ou de uma má operacionalização no terminal para consumo dos materiais. Com isto, tanto os parâmetros de gestão de stocks a extrapolar (PE, SS, ...) não serão bem aplicados, como a futura ferramenta de controlo de encomendas irá passar a supervisionar encomendas inexatas e imprecisas.

Por todas as razões apresentadas, define-se que num estado futuro (*TO-BE*) a responsabilidade de consumo passará inteiramente para os supervisores e os operadores terão apenas que fazer a picagem do seu registo de trabalho (controlo dos tempos de operação para custeio da M.O).

Contudo, mesmo para os supervisores objetiva-se que os consumos passem a ser 100% automáticos. Ou seja, a partir da anterior implementação da correção das fichas técnicas e da atual definição dos fluxos logísticos, atingimos um patamar de consistência em que deixará de ser necessário os supervisores replicarem as alterações da ficha técnica no terminal de consumos, apenas consumindo automaticamente a *BOM* que já de forma prévia foi corrigida e carregada em sistema. Assim sendo, para que neste procedimento de trabalho não se saltem ou troquem etapas fundamentais, garantindo a sustentabilidade do fluxo de operação a ser religiosamente seguido tal como foi desenhado, foi elaborada procedimento inserido no Apêndice A “Fluxo de operações logísticas para consumo de Matérias Primas”.

Além da até então descrita discrepância do nível de *stock* existem outros 3 domínios problemáticos que conduzem à rotura de *stocks* para os quais se deve também apresentar soluções, em forma de resumo:

- a) É problemático não haver sido alguma vez desenvolvido um trabalho de determinação, por referência, dos vários parâmetros que apoiam as decisões no processo de gestão de stocks. Ou seja, por avaliação de dados históricos (necessidades, *lead time*, etc), extrapolar o stock de segurança, o ponto de encomenda e a quantidade económica de encomenda.

Sustentado num **sistema de revisão contínua**, considerando que os fornecedores em média apresentam um **prazo de reposição constante** e que **a procura dos artigos é variável**, estas foram as metodologias de cálculo aplicadas:

- $PE = (Média da Procura * Prazo de Reposição) + SS$
- $SS = Constante Normal Padrão * Desvio Padrão da Procura * \sqrt{Prazo de Reposição}$

Previamente foi necessário definir individualmente para cada um dos fornecedores o tempo de resposta que garantem.

Os movimentos (saídas por mês) avaliados foram relativos à procura no ano 2019:

Referência	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total	Média	Desvio Padrão
GOLA RESISTENCIA	735	620	539	21	860	253	601	385	1129	458	844	247	6692	558	296
GOLA RESISTENCIA-120	337	588	70	138	65	135	140	294	492	324	531	297	3411	284	173
TAMPA-V-P2	32	106	1063	139	112	237	349	145	54	86	1225	256	3804	317	381
BORNEXPENER	4	1	3	4	2	5	7	0	5	0	1	6	38	3	2
CABOROLADOR	4	1	3	4	2	5	7	0	6	0	1	6	39	3	2
CABOROLADOR-HT	124	37	105	34	42	95	37	31	153	159	29	68	914	76	47
CABO-S90CONN000	75	18	21	15	20	15	89	21	29	42	14	66	425	35	25
TAMPA-V-P2	32	106	1063	139	112	237	349	145	54	86	1225	256	3804	317	381
CAPOTREF580	96	393	36	150	416	49	27	0	119	144	243	194	1867	156	131
COMPR-XHV0181P	12	0	8	11	1	2	2	0	4	3	14	8	65	5	5
COMPR-XHV0251P	48	7	12	10	18	14	4	12	13	4	1	15	158	13	12
COMPR-XHV0382P-230V	4	11	2	10	5	9	8	18	13	7	2	21	110	9	6
COMPR-XHV0382P-400V	5	0	0	0	1	0	11	3	4	2	1	4	31	3	3
CONEC-UPCOCQ010K	2	3	4	0	0	2	3	2	1	26	3	8	54	5	7
CONEC-UPCA001DM0	43	15	45	17	20	43	21	19	61	44	11	60	399	33	17
CONTRXPENER	5	1	3	4	2	5	9	0	57	0	1	7	94	8	15
ESFEROVITE640*110X200MM	140	140	634	51	1043	1305	561	142	807	344	615	417	6199	517	375
COPADO-FUNDO-D580	2	124	304	0	90	28	195	256	555	705	673	1107	4039	337	335
COPADO-TOPO-D580	2	128	220	0	46	16	198	212	336	572	352	1955	4037	336	515
DISPLINGLES	1	1	1	0	0	0	1	1	12	0	1	3	21	2	3
DRIVER-ED3015A	9	0	7	6	5	10	1	0	4	11	9	4	66	6	4
DRIVER-ED3020A	21	54	10	9	33	15	14	28	39	11	9	62	305	25	17
DRIVER-ED3022B	2	0	0	0	1	0	16	1	5	9	1	2	37	3	5
LAMP-PGD1000FW0	45	18	21	15	50	15	34	11	42	47	69	33	400	33	17
OLEOERL32H	6,3	2,4	4,2	2,4	1,2	4,2	6	1,2	3	2,3	2,4	14,4	50	4	3
POWER-PSD1018400	1	1	0	0	0	1	2	6	0	1	0	2	14	1	2
PRESS-SPKT0033P0	34	3	4	0	0	2	3	2	32	2	2	8	92	8	12
PRESS-SPKT0086R0	75	18	21	15	20	55	19	22	58	47	43	42	435	36	19

Figura 93 - Análise estatística da procura em 2019 para cada SKU

Para um nível de serviço de 95%, tomemos como exemplo as referências abaixo para analisar os resultados extrapolados ao nível dos parâmetros de gestão dos reaprovisionamentos:

Referência	Média da Procura (Und.)	Desvio Padrão da Procura (Und.)	Lead Time (Dias)	Stock de Segurança (Und.)	Ponto de Encomenda (Und.)
GOLA RESISTENCIA	558	296	30	480	1020
GOLA RESISTENCIA-120	284	173	30	281	557
TAMPA-V-P2	317	381	30	617	924
BORNEXPENER	3	2	25	4	7
CABOROLADOR	3	2	25	4	0
CABOROLADOR-HT	76	47	25	70	132
CABO-S90CONN000	35	25	25	38	67
TAMPA-V-P2	317	381	30	617	924
CAPOTREF580	156	131	30	212	363
COMPR-XHV0181P	5	5	60	11	22
COMPR-XHV0251P	13	12	60	27	53
COMPR-XHV0382P-230V	9	6	60	14	32
COMPR-XHV0382P-400V	3	3	60	8	13
CONEC-UPCOCQ010K	5	7	25	11	15
CONEC-UPCA001DM0	33	17	25	26	53
CONTRXPENER	8	15	25	23	30
ESFEROVITE640*110X200MM	517	375	21	508	858
COPADO-FUNDO-D580	337	335	21	454	683
COPADO-TOPO-D580	336	515	21	697	925
DISPLINGLES	2	3	25	5	7
DRIVER-ED3015A	6	4	60	9	20
DRIVER-ED3020A	25	17	60	40	90
DRIVER-ED3022B	3	5	60	11	17
LAMP-PGD1000FW0	33	17	25	26	53
OLEOERL32H	4	3	60	8	17
POWER-PSD1018400	1	2	25	3	4
PRESS-SPKT0033P0	8	12	25	17	24
PRESS-SPKT0086R0	36	19	25	28	0

Figura 94 - Cálculo dos parâmetros de gestão dos reaprovisionamentos para as MP

- b) Pela alta complexidade que o estado logístico ENERGIE começa a assumir dia após dia, emerge o fator, que dos vários, é admitido como o mais crítico e impactante para os desperdícios logísticos que têm sido expostos: o Gestor logístico não emite a encomenda a fornecedor pois essa necessidade não é identificada, por motivos de erros de stock, deficiência de parametrizações no sistema ERP, entre outros.

Os erros de stock já se encontram a ser resolvidos pelos projetos de correção das fichas técnicas e ajuste das metodologias de consumo das MP's (ambos apresentados no início da presente problemática), bem como os parâmetros de gestão dos reaprovisionamentos já foram calculados no tópico anterior. Contudo, há que melhorar continuamente o processo dos reaprovisionamentos, procurando outras problemáticas que possam fazer com que as necessidades de encomenda não sejam identificadas ou que as encomendas sejam lançadas tardiamente.

Nesta fase de crescimento, a estrutura ENERGIE ainda não possui capacidades para garantir uma análise das necessidades de compra (por recurso ao cálculo de necessidades do ERP) tão frequente quanto seria necessária. Por este motivo, há que garantir que nos períodos de maior

afluência de trabalho exista uma ferramenta que permita uma análise rápida das necessidades de compra e que estejam ordenadas pela sua importância.

O objetivo desta ferramenta é ordenar as matérias primas e componentes por prioridade de encomenda. Para isto, foi criado o “Fator Crítico” que resulta da soma de 4 fatores secundários:

FTP (Fator Tipo Produto)

Classifica, por tipo de produto (família), a gravidade associada à sua rotura de *stock*. Sendo exceção única, a classificação máxima para este fator é o nível 3. Dada a centena de famílias de produto identificadas, considerou-se que seria melhor reduzir o espetro de níveis de classificação para diminuir a probabilidade de uma classificação desproporcional.

De salientar que a formulação do presente fator exigiu um trabalho prévio da criação de famílias de produto e associação às diversas referências.

Ex.: Nível 1 para parafusos ou anilhas e nível 3 para compressores ou estruturas.

FTE (Fator Tempo Entrega)

Classifica o tempo de entrega que o fornecedor garante para determinada referência, desde o momento da encomenda.

$$FTE = \begin{cases} 1, & \text{Tempo de Entrega} \leq 7 \text{ dias} \\ 2, & \text{Tempo de Entrega} \leq 14 \text{ dias} \\ 3, & \text{Tempo de Entrega} \leq 31 \text{ dias} \\ 4, & \text{Tempo de Entrega} > 31 \text{ dias} \end{cases}$$

FSA (Fator Stock Atual)

Classifica a quantidade de *stock* atual acrescido às quantidades pendentes face à quantidade reservada em O.F's planeadas, mas ainda não fabricadas.

$$\text{Razão de Stock} = \frac{\text{Stock Atual} + \text{Quantidade Encomendada Pendente}}{\text{Quantidade Reservada}}$$

$$FSA = \begin{cases} 1, & \text{Razão de Stock} > 1,3 \\ 2, & \text{Razão de Stock} \leq 1,3 \\ 3, & \text{Razão de Stock} \leq 0,7 \\ 4, & \text{Razão de Stock} \leq 0,4 \end{cases}$$

A “Quantidade Reservada” diz respeito à quantidade de determinada referência que já está associada a O.F's pendentes e planeadas (que serão consumidas no futuro).

$$\text{Stock Útil} = \text{Stock Atual} - \text{Quantidade Reservada}$$

A “Quantidade Encomendada Pendente”, trata a quantidade de determinada referência que está encomenda, mas ainda não foi entregue pelo fornecedor.

Percebe-se que com 3 fatores anteriores o “Fator Crítico” apenas iria estar a ponderar o estado atual e as necessidades do presente. Tendo como princípio que a gestão dos reaprovisionamentos deve olhar para o histórico e prever o futuro, foi criado o “FP - Fator Prospeção”:

$$\text{Razão de Prospeção} = \frac{\text{Ponto de Encomenda}}{\text{Stock Atual} + \text{Quantidade Encomendada Pendente}}$$

$$FP = \begin{cases} 1, \text{Razão de Prospeção} < 0,4 \\ 2, \text{Razão de Prospeção} < 0,7 \\ 3, \text{Razão de Prospeção} < 1 \\ 4, \text{Razão de Prospeção} \geq 1 \end{cases}$$

Tal como o “Fator Crítico”, quanto maior o nível associado a cada fator, maior será a prioridade de encomenda para determinada referência de artigo.

Esta ferramenta ainda é capaz de definir objetivamente se é necessário ou não fazer uma encomenda, caso a “Quantidade a Encomendar” seja positiva, zero ou negativa. Nos casos em que se verifica a necessidade de encomenda, este *excel* ainda propõe a quantidade a encomendar:

$$\begin{aligned} \text{Quantidade a Encomendar} \\ &= [\text{Quantidade Reservada} \\ &\quad - (\text{Stock Atual} + \text{Quantidade Encomendada Pendente}) \\ &\quad + \text{Stock de Segurança}] \end{aligned}$$

$$\text{Se Quantidade a Encomendar} \leq 0 \Rightarrow \text{Encomenda Revista} = 0$$

$$\begin{aligned} \text{Se Quantidade a Encomendar} > 0 \wedge \text{Quantidade a Encomendar} > QEE \\ \Rightarrow \text{Encomenda Revista} = \text{Quantidade a Encomendar} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Se Quantidade a Encomendar} > 0 \wedge \text{Quantidade a Encomendar} < QEE \\ \Rightarrow \text{Encomenda Revista} = QEE \end{aligned}$$

Perceba-se que existem dados cuja sua presença neste *excel* é imprescindível para o cálculo dos parâmetros até então descritos. Ou seja, há informações atualizadas e provenientes do ERP Primavera que têm de estar presentes e sempre atualizadas, tais como: “Stock Atual”, “Ponto de Encomenda”, “Stock de Segurança”, “QEE” “Quantidade Reservada”, “Quantidade Encomendada Pendente”. Em parceria com a empresa “Microregio” desenvolveu-se a capacidade de a ferramenta conter ligação ao ERP Primavera e poder atualizar os dados mencionados a qualquer momento.

Artigo	Stock Actual	Ponto Encomenda	Razão Stock	Razão Prospeção	Quantidade Reservada	Quantidade Encomendada Pendente	Prazo Entrega (Dias)	FTP (Fator Tipo Produto)	FP (Fator Prospeção)	FTE (Fator Tempo Entrega)	FSA (Fator Stock Atual)	FC (Fator Crítico)	Quantidade a Encomendar	Encomenda Revista	Stock de Segurança	QEE
TUAL99,7	47361	40249	4,55	0,16	53904	197750	45	2	1	4	1	8	-150958,20	0	28914	39454
MONOBSUPERIOR-250	92	331	2,00	3,60	46	0	90	3	4	4	1	12	285,00	285	200	100
COMPRESSORFASICOZH75	4	16	4,00	4,00	1	0	60	3	4	4	1	12	13,00	13	12	6
RESIS9211	24	34	24,00	1,42	1	0	60	3	4	4	1	12	11,00	11	30	10
TACDACHO12	211	254	1,42	0,23	785	900	8	2	1	2	1	6	-72,00	0	222	300
OLEOERL32H	12	50	6,67	4,17	2	0	60	1	4	4	1	10	38,80	50	30	50
PLACA.CONTROLADOR	141	80	2,04	0,07	560	1000	30	3	1	3	1	8	-501,00	0	100	200
BASE20X150MM	140	37	3,82	0,02	560	2000	30	3	1	3	1	8	-1543,00	0	13	500
ESPUM40X230X250MM	380	219	2,11	0,16	654	1000	21	2	1	3	1	7	-507,00	0	209	500
PRESSOARBOX	158	295	14,58	0,14	148	2000	75	3	1	4	1	9	-1715,00	0	500	1000
PLACA.DISPLAY	346	80	2,40	0,06	560	1000	30	3	1	3	1	8	-706,00	0	100	200
PLASTICO-1,5X2	201	150	0,29	0,75	699	0	30	3	3	3	4	13	648,00	648	200	200
DA300EMON-NJ	40	100	6,67	2,50	6	0	30	3	4	3	1	11	66,00	66	38	24
EVAPOR-MONO	182	400	5,54	0,59	123	500	90	3	2	4	1	10	-159,00	0	300	500
PLACA.POTENCIA.MONO-V1	141	0	5,21	0,00	123	500	30	3	1	3	1	8	-518,00	0	300	300
VARETA.PRATA	240	216	3,24	0,59	113	126	15	1	2	3	1	7	-37,20	0	204	732
RESSICA2200W	68	70	2,62	1,03	26	0	30	3	4	3	1	11	28,00	200	60	200
MASSA870237	939	726	2,01	0,77	468	0	30	3	3	3	1	10	255,00	1022	537	1022,4
VALVOMACHO	1454	600	2,22	0,24	1130	1050	40	2	1	4	1	8	-774,00	0	500	2000
MONOBSUPERIOR-MIDEA	56	149	4,87	0,57	54	207	0	3	2	1	1	7	-60,00	0	200	250
LOKPREP	19,85	16	1,15	0,81	17	0	30	2	3	3	2	10	13,36	13	5	10
VENTIL-RZE190	172	250	2,86	0,71	123	180	40	2	3	4	1	10	21,00	180	200	180
BARRAR+BC	55	83	55,00	1,51	1	0	30	1	4	3	1	9	29,00	29	56	10
MANGAX6FRIGO	851,495	129	2,13	0,15	400	0	30	2	1	3	1	7	-322,86	0	106	500

Figura 95 - Ferramenta idealizada para o cálculo das necessidades de compra

Porém, pondo de lado a ferramenta acima apresentada, existem artigos que mesmo através do ERP a sua gestão é demasiado complexa. Geralmente porque os seus movimentos não são feitos de forma unitária, mas sim por caixa ou palete. Para este tipo de referências, dando prioridade àquelas que através de uma análise ABC pertencem à classe A, propõe-se a implementação do sistema *Kanban* para apoio ao controlo dos seus reaprovisionamentos.

O primeiro passo passou pela criação de um cartão *Kanban*, este que é o elemento chave do sistema e responsável pela condução das informações ao longo de todo fluxo:

Descrição: COMPRESSOR COPELAND XHV0251P-9E9-582		Código: COMPR-XHV0251P	
		Lead Time (dias): 40	
Dimensões: (MM)	Ponto de encomenda: 24		
Localização: P2-E09-H2	Quantidade de encomenda: 11		
 COMPR-XHV0251P			



Figura 96 - Cartão Kanban

Cada cartão *Kanban* (etiqueta metálica colada em retângulo de PP com 90mm por 101mm) estará fixado com velcro na prateleira que alberga o artigo a controlar, invariavelmente à direita do cartão de identificação respetivo (ferramenta idealizada a apresentar no fim do presente problema) e à esquerda da escala visual apresentada em seguida. O cartão *Kanban* conterá as seguintes informações sobre cada referência:

- Código, descrição e dimensões;
- Localização;
- Tempo de reaprovisionamento;
- Ponto de encomenda;
- Quantidade a encomendar.

O cartão *Kanban* funcionará como ferramenta que sinaliza uma requisição.

Passemos à definição dos passos que devem compor ciclo *Kanban* a implementar na ENERGIE:

- 1- Seguindo a metodologia descrita na *Task List* (Mod. 185.0), apresentada no início do presente capítulo, os supervisores ao monitorizarem as ferramentas de gestão visual que controlam o nível de stock das MP's, caso o nível do ponto de encomenda tenha sido atingido, o supervisor em causa deverá fazer a movimentação do cartão *Kanban* para a caixa de produtos a encomendar junto ao posto do Gestor Logístico, de modo a requerer o lançamento da devida encomenda.

Contudo, há que previamente desenvolver a ferramenta de gestão visual que manterá atualizado a quantidade de stock e que sinalizará a necessidade de encomenda. Tratar-se-á de uma chapa retangular (100*199 mm), que será fixada na prateleira à direita do cartão *Kanban*, com tantos degraus/espacos quanto o número máximo de lotes de movimentação/armazenagem para o artigo (fórmula de cálculo irá ser elucidada na apresentação do projeto piloto). Ou seja, a ferramenta de gestão visual assumirá um aspeto de escala dinâmica/regulável.

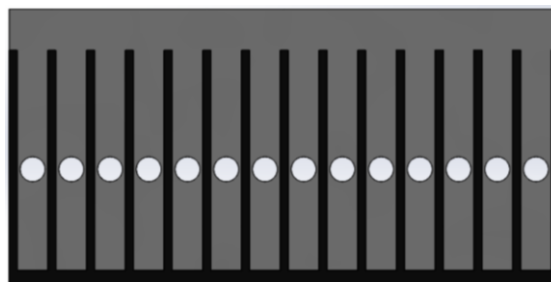


Figura 97 - Ferramenta de escala dinâmica

Os lotes de movimentação são um dos pontos mais fulcrais a dominar. Dada a particularidade dos artigos que a ENERGIE quer ver geridos, os lotes a movimentar poderão estar armazenados em caixas, paletes ou rolos. Dependendo do tipo de artigo, cada degrau da escala visual corresponderá a uma caixa, uma paleta ou um rolo.

Se o stock máximo de um artigo for de 10 caixas, o operador apenas irá poder movimentar para o *Gemba* no máximo essas mesmas 10 caixas até que o artigo seja reaprovisionado. Por consequência, a escala visual terá também no máximo 10 espaços. Como referido, um espaço na escala visual corresponde a 1 lote de armazenagem físico (1 caixa, 1 paleta ou 1 rolo, dependendo do modo de armazenagem do artigo). Sempre que 1 lote de armazenagem for movimentada é imprescindível que o pino na escala visual também diminui uma posição/degrau. Ou seja, se 1 caixa for retirada do espaço de armazenagem e levada para o posto de trabalho, será obrigatório que o pino também seja movido 1 espaço para a esquerda.

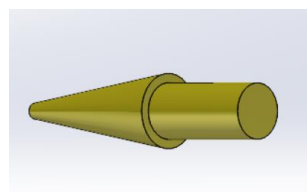


Figura 98 - Pino de sinalização

A ENERGIE possuirá diferentes escalas que poderão apresentar entre 2 até 15 espaços. Para continuar a maximizar a flexibilidade e diminuir o número de escalas necessárias, a barra vermelha será do tipo íman e deverá ser fixada na localização do ponto de encomenda. Sempre que o supervisor verificar que o pino, em determinada escala visual, se encontrar à esquerda da barra vermelha deverá movimentar o cartão *Kanban* para a caixa de produtos a encomendar.

O sistema de gestão visual foi já desenhado por recurso ao software *SolidWorks*:

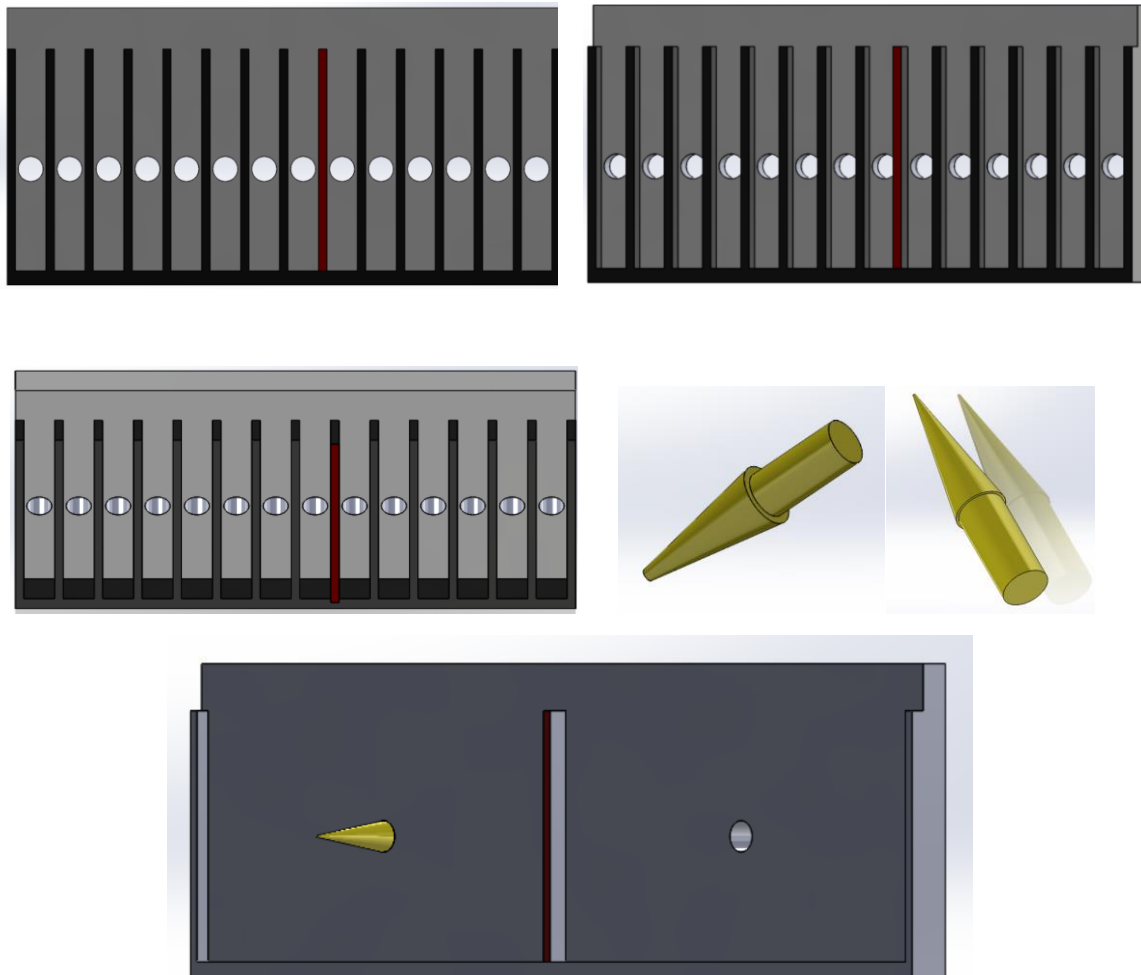


Figura 99 - Componentes que integram a ferramenta de gestão visual para o sistema *Kanban*

- 2- Após o Gestor Logístico despoletar as encomendas requeridas pelos cartões *Kanban*, segundo os parâmetros de gestão de stocks calculados no presente capítulo, o cartão deverá ser movimentado para a caixa de produtos encomendados que se encontrará junto à zona de receção de material. Para que assim quando a encomenda for rececionada, o operador armazene o material e recolque o cartão *Kanban* respetivo na localização de armazenagem definida.

O número de cartões *Kanban* que estão arquivados, em determinado momento, na caixa de produtos encomendados terá de ser igual ao número de linhas da ferramenta que se apresenta em seguida. Ambas as ferramentas visam controlar as encomendas pendentes, embora a segunda permita uma gestão mais digital e dinâmica com rastreabilidade, estando mais vocacionada para enfrentar o aumento contínuo da complexidade logística.

Iniciação de 1º teste ao sistema *Kanban*

Por norma e principalmente para a execução de um projeto piloto, é preferencial que o sistema *Kanban* faça a gestão de artigos cujo prazo de entrega não seja demasiado longo. Por esta razão, selecionam-se os 6 artigos abaixo para um projeto piloto.

Alguns artigos apresentam um tempo de reaprovisionamento maior do que o desejável, mas foi quase inevitável. Uma vez que se pretendia que para o projeto piloto se analisassem mais do que 5 referências e que todas estivessem próximas (preferencialmente na mesma prateleira), objetivando causar maior impacto visual e despertar o interesse de todos aqueles que terão de usar este sistema de controlo. Naturalmente, as referências objeto de estudo estando todos numa só zona do armazém facilita a monitorização constante dos avanços do projeto piloto.

Naturalmente, teve que existir um trabalho prévio de recolha das informações mais relevantes que estão presentes na figura seguinte:

Referência	Média da procura (Und.)	Desvio padrão da procura (Und.)	Lead time (Dia)	Ponto de encomenda (Und.)	QEE	Quantidade por Lote de Armazenagem (Und.)	Nº máximo de Lotes de Armazenagem (Caixa, Paleta, Rolo)
CABOI5500I	184	237	15	361	400	100	4
TERMOBIPOLAR	294	257	20	530	1000	80	13
TERMOBIPOLAR-1500	341	168	20	443	1000	80	13
VALV1225MM	143	169	40	502	1000	85	12
VALV425MM	414	293	40	1081	2000	144	14
VALVSOL-FDF2.5A08	414	332	40	1155	2000	230	9

Figura 100 - Dados de reaprovisionamento por SKU definido

O “Nº Máximo de Lotes de Armazenagem” define o número máximo de graus que a escala visual terá de possuir. Ou seja, para a “VALVSOL-FDF2.5A08” até que se verifique o próximo reaprovisionamento, o operador só terá no máximo 5 caixas para movimentar e por consequência apenas conseguirá descer 5 graus a escala visual do artigo.

$$N^{\circ} \text{ Máximo de Lotes de Armazenagem} = \frac{QEE}{\text{Quantidade por Lote de Armazenagem}}$$

O primeiro entrave à implementação ocorreu logo na análise física ao stock da 1ª referência de teste (VALV1225MM). Uma vez que, os seus lotes de armazenamento em caixas não eram uniformes. Existiam caixas com 72, 85 e 92 unidades. Pelo que, o fornecedor (SHANUA) foi contactado para se estabelecer que as caixas têm de ser padronizadas para um número definido de 85 unidades.

Só assim poderemos garantir, que cumprimos o facto de cada grau da escala visual corresponder à mesma quantidade de movimentação.

Provisoriamente para a experiência piloto, as caixas foram rearranjadas para uniformizar as quantidades.

Apenas pela preparação do projeto piloto percebeu-se que iniciar a implementação do sistema *Kanban* sem uma aplicação precedente dos 5S, seria “automatizar o caos”. O bom funcionamento do sistema *Kanban* só poderá ser sustentado se anteriormente for posta em implementação a base do *Kaizen* (melhoria contínua), os 5S. Foi assim levada a cabo uma leve ação de 5S e executado o seguinte conjunto de atividades para a reestruturação dos espaços de armazenagem, onde se localizam os materiais que poderão ser geridos pelo sistema *Kanban*. A contexto de exemplo, os dois primeiros passos foram especificamente executados numa estante de armazenagem que se

Na solução futura, para além da resolução dos problemas anteriormente identificados, o processo de alocação das localizações segue as seguintes regras de armazenagem:

1ª - Referências de alta rotação (tipo A) a concentrarem-se nos níveis mais baixos e vice-versa;

2ª - Organização macro de acordo com a família de produto:

Limitado a verde – Alumínios

Limitado a roxo – Materiais elétricos

Limitado a vermelho – Válvulas e filtros para refrigerante

Limitado a azul – Tampas e isolamentos

Limitado a amarelo – Elementos de cobre

Limitado a laranja – Equipamentos de água

Obviamente que foi necessário um equilíbrio de ponderação sempre que o peso, volume ou formato do artigo fosse decisivo para alocação idealizada. Assim se apresenta o estado de armazenagem *TO-BE* da unidade em análise:

	A.0	A.1	A.2	B.0	B.1	B.2	C.0	C.1	C.2	D.0	D.1	D.2	E.0	E.1	E.2
N4									SPARE-DA100ESM-R	ISOL-210X500-MONO					
N3	KITPPAINEIS	ALUMIPEQUENO	ALUMIOGRANDE	AROS80	AROS60	PLACAOLARBOX	PLACAECO-SUBS	CABLAMONO100	GRELHA-MONO	ISOLA-PI125	ISOLA-PI125	ESPUMA-MONO200XRAL9006	PERMUX34&16	BOMBAZRS15/4-3	BOMBAZRS15/6
N2	VALVEXPRFK	VALVCMACHO	VALVEXPTN2	FILTRODN3055	TERMOBIPOLAR-1500	TERMOBIPOLAR-1500	TERMOBIPOLAR	CABOISS001	CHAPA155X100	TAMPAPLASTICA-240X15-VTD	CHAPA175X180X170-ECOTOP	TAMPA-DISPLAY-D580	UNIAOANTEDEP	TUBOC18MM	TUBOC20MM
N1	VALVSOL-PDF2.5A08	VALV1225MM	VALV3825MM	VALV425MM	SISTAG21G	CONDEBOUFSC	PLACA.CONTROLADOR	DISTR2SAIDAS	TEC3/8PROD	TEC3/8PROD-MON-54	TAMPA-V-P2	TAMPAFL-TM	DEPOS032LTS	DEPOS032LTS	DEPOS049LTS

Figura 103 - Estado posterior e melhorado da estante objeto de estudo

Todos os materiais, na medida do possível e segundo a regra da frequência de movimentação, foram colocados ao nível mais baixo possível, dado existirem vários espaços vagos na estante. Por consequência, vários artigos com baixo nível de consumo, tal como a “PLACAOLARBOX”, tiveram que previamente subir de nível na *rack*.

Após a total reorganização da estante, aconselha-se que num futuro próximo os espaços vagos venham a ser preenchidos pelas referências de maior consumo, dentro daquelas que se encontram em armazém e cujas características sejam adequadas para este espaço. Excluindo outros fatores limitativos (formato do artigo ou secção de consumo), naturalmente esta reorganização garantiu que as referências que se encontram em armazém apresentam menor frequência de movimentação do que as que estão presentes na estante em análise, que se localiza no pavilhão de fabrico. Assim sendo, é adequado que as referências em armazém venham a preencher os lugares vagos no nível mais alto da estante. Este tipo movimentação já foi, como forma de exemplo, realizado para o “TEC3/8PROD-MON-54” que se veio agrupar aos artigos da sua família, que se encontravam no nível mais baixo. Não havendo limitações de forma ou peso e só por haver um lugar vago no nível mais baixo (nunca violando a 1ª regra de armazenagem para atingir a 2ª), por se ter eliminado uma referência obsoleta (“TAMPAFL”), foi possível localizar o artigo junto aos seus “familiares” (2ª regra de armazenagem definida).

Aproveitando o trabalho realizado na idealização do sistema *Kanban*, foram utilizados os stocks máximos para dimensionamento dos espaços necessários por referência. Sendo que, por vezes

existiam referências cujas unidades anteriormente ocupavam desnecessariamente diferentes e distantes espaços e que posteriormente foram agrupadas apenas numa única localização (tal como o “TUBOC18MM”).

3ºS - Limpar

A única falha a salientar trata material elétrico obsoleto e recipientes de armazenagem em cartão vazios que se encontravam a ocupar totalmente o primeiro espaço da coluna A no nível mais baixo da presente estante.

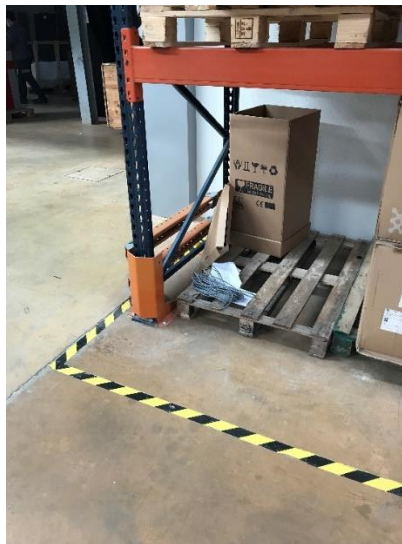


Figura 104 - Material obsoleto

4ºS - Normalizar

Sem grande precisão, é possível afirmar que 90% dos materiais armazenados não estão identificados, o que exponencia os tempos de procura e *picking*. Sendo que os que estão, a identificação é escrita manual, sobre o recipiente de armazenagem ou não existem informações suficientes ou claras.



Figura 105 - Diferentes e ineficientes ferramentas de codificação

Visando também a homogeneização das ferramentas de identificação, criou-se o seguinte cartão/etiqueta de identificação a aplicar para todas as referências, fixando-o na barra da prateleira onde se localizar, que possui as seguintes informações:

Descrição: TERMOSTATO SEGURANÇA BIPOLAR - 1500mm	Código: TERMOBIPOLAR-1500
	Localização: P1-E14-B2
Código de barras:  TERMOBIPOLAR-1500	

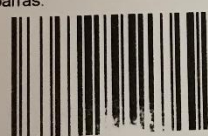
Descrição: BLOCO TERMODINAMICO 40 - ZH11	Código: BL40
	Localização: P1-E03-J3
Código de barras:  BL40	

Figura 106 - Novo cartão/etiqueta de identificação padrão



Figura 107 - Aplicação uniforme do novo cartão de identificação

Para que agora possamos guardar, gerir (administrativamente e em armazém) no ERP e procurar as referências pelas localizações que lhes foram atribuídas, garantindo assim um conceito

disciplinar que não permita voltar ao anterior estado desordem, é necessário que se desenvolva e institua um sistema de codificação para as localizações (identificando - também fisicamente - pavilhões, estantes, bordos de linha, colunas e níveis). Este estado organizativo possibilita ainda espremer o desperdício inerente aos transportes executados pelo operador logístico, por exemplo quando reaprovisiona nas estantes um material rececionado.

Para a ENERGIE e em detrimento daquelas que são as suas particularidades de armazenamento de materiais, com características de forma tão diferentes entre si, segue o sistema de codificação para localizações a padronizar:



Método de Codificação do Sistema de Localizações

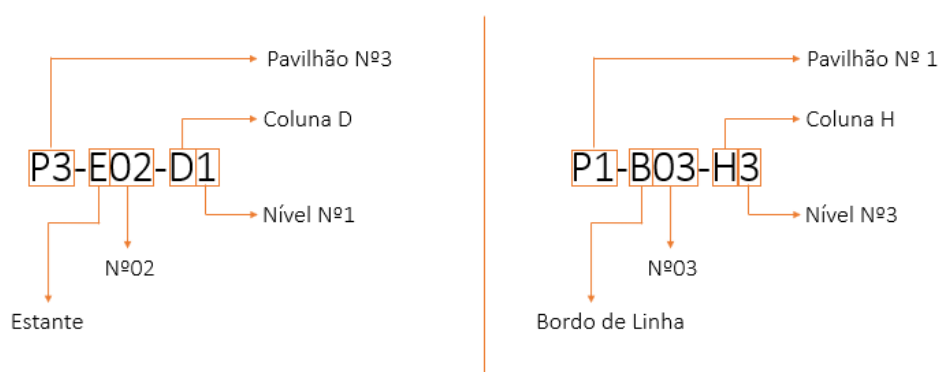


Figura 108 - Sistema de codificação de localizações

Existem 3 diferentes pavilhões que compõe a unidade industrial que albergam um total de 15 estantes.

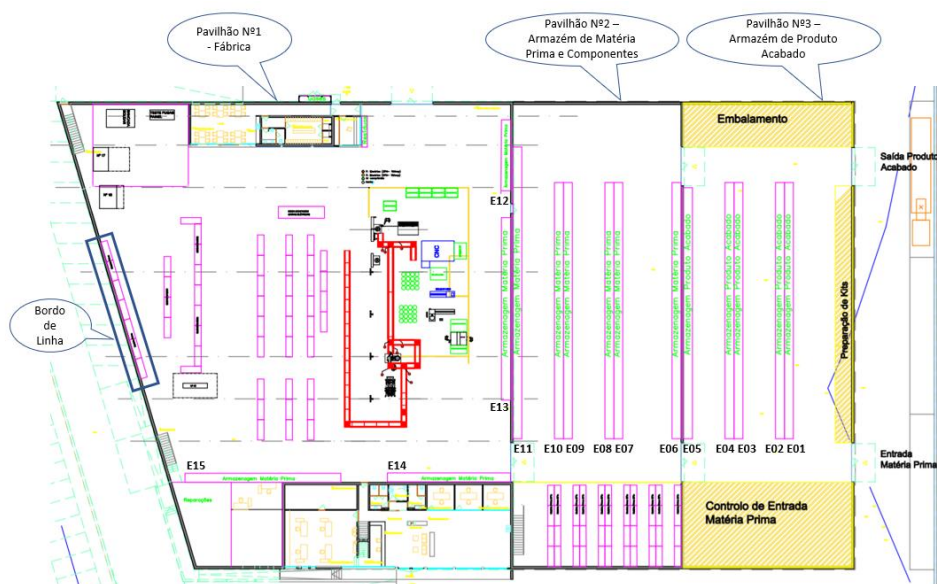


Figura 109 - Identificação das localizações gerais

As colunas codificam-se da seguinte maneira: a coluna “A”, estando de frente para a estante, é sempre aquela que está mais à esquerda possível.

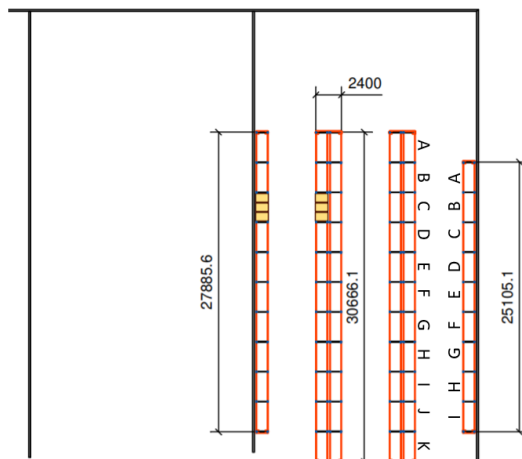


Figura 110 - O espaço coluna numa estante

O nível 1 será aquele que está assente no chão de fábrica/armazém e adicionar-se mais um nível sempre que se sobe mais uma prateleira na estante.

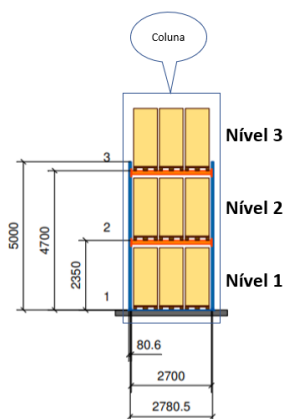


Figura 111 - O espaço nível numa estante

O primeiro passo para a implementação do sistema de codificação apresentado, passou pela identificação dos espaços macro (pavilhões e estantes) e micro (colunas).



Figura 112 - Identificação das zonas de armazenagem gerais

5ºS - Sustentar

Como 1º passo para manter os 5S como cultura de trabalho, procurou-se garantir o máximo envolvimento dos supervisores logísticos e de produção na implantação do projeto piloto 5S, até então descrito. Durante todo o processo o maior objetivo foi tornar extremamente claro de que forma manter esta filosofia de organização irá ajudar cada um dos intervenientes no seu dia-a-dia, responsabilizando-os pelo facto de que o projeto e a manutenção da normalização estabelecida dependem maioritariamente deles e do seu comprometimento. Englobar todo e qualquer interveniente nesta ação prática tornou-se importante para que exista um conhecimento coletivo das regras básicas e rotinas operacionais *standard* necessárias para a subsistência desta cultura 5S.

Num próximo trabalho serão estudadas e estabelecidas as rotinas de auditorias e reuniões *Kaizen* (a realizar na sala *Obeya* projetada anteriormente) para abordar questões 5Se definir implementações preventivas e corretivas.

- c) O 3º elemento que exponencia a possibilidade da rotura de stocks trata a inexistência de ferramentas para controlo das encomendas a fornecedores pendentes. Isto é não existe nenhum mecanismo que sustente uma fiscalização e acompanhamento das encomendas a fornecedor através de uma comparação dos prazos de entrega previstos com a data atual. Assim sendo, os fornecedores alongam as entregas para a data que melhor lhes convier sem serem supervisionados. Sabendo que o sistema de cálculo das necessidades de materiais está aproximadamente parametrizado para o *lead time* que foi definido na fase contratual com o fornecedor, sempre que este não for respeitado, imergimos num estado de rotura de stock.

Havendo já no momento definido um responsável para a análise das encomendas a fornecedor pendentes, conclui-se que o insucesso da sua atividade surge pela quantidade e complexidade de referências que se encontram em movimentos logísticos constantes. O atual alto volume de encomendas diárias torna ingerível o sistema de aprovisionamentos em vigor que, sendo arcaico, não está integrado e não permite uma demonstração conjunta de todos as encomendas pendentes, bem como dos fatores intrínsecos a cada uma delas: referência, estado e data de lançamento da encomenda, data de entrega prevista e anunciada.

A ferramenta de gestão visual que se propõe a cobrir todas as lacunas apresentadas, tem como objetivos:

- Supervisão e fiscalização do estado das encomendas pendentes: conhecendo quais e em que período os materiais serão entregues (data prevista ou anunciada pelo fornecedor), e agindo preventiva e corretivamente (abordando os fornecedores) sempre que necessário ou que existam riscos elevados.
- Prevenção de atrasos face às datas estipuladas sobre as quais todo o planeamento logístico e produtivo depende e está assente, atuando sempre que necessário em caso de atraso (acompanhamento restrito do processo de reaprovisionamento);

Saliente-se que o sistema de gestão ERP é limitado ao nível de cálculo de parâmetros e não consegue apresentar um mapa com semelhante detalhe e suficientemente completo para uma análise clara e responsiva face à necessidade de controlo do dia-a-dia.

O presente mapa que permitirá uma análise atualizada do estado das encomendas pendentes foi desenvolvido em parceria com a “Microregio” (parceiro Primavera da ENERGIE) que garantiu

ligação da ferramenta excel ao ERP Primavera para manter os dados atualizados a qualquer momento.

O documento está capacitado de todos os parâmetros necessários para que o utilizador possa analisar a informação da forma mais pertinente possível com enfoque no indicador chave:

$$\text{Atraso na Entrega (dias)} = \text{Data Atual} - \text{Data de Entrega Anunciada}$$

Se o parâmetro “AtrasoEntrega” for positivo significa que o prazo de entrega previsto já foi ultrapassado.

Para facilitar a consulta do utilizador, recorreu-se à gestão visual:

- Encomenda Sombreado Vermelho – Atraso ≥ 1 dia (Para abordagem corretiva ao fornecedor)
- Encomenda Sombreado Amarelo – Atraso ≥ 0 dias $\wedge \leq 3$ dias (Para abordagem preventiva ao fornecedor)
- Encomenda Sombreado Verde – Atraso ≥ 4 dias

A realçar que a “DataEntregaAnunciada” resulta da adição à “DataEncomenda” do tempo de resposta *standard* do fornecedor. Exceto nos casos em que fornecedor confirma especificamente uma data prevista, esta passa a substituir a data proveniente de cálculo.

Artigo	TipoDoc	Serie	NumDoc	DataEncomenda	DataEntregaAnunciada	Quantidade	QuantParcialmenteEntregue	QuantPendentes	Entidade	Nome	AtrasoEntrega
ANODOCIONAVEL	ECF	2020	1728	17/12/2020	25/01/2021	2000	0	0	2000	2200406 EZAL MG Sp. z.o.o. Sp.k.	12
ANODOSMALTADO	ECF	2021	42	11/01/2021	20/01/2021	500	0	0	500	2200406 EZAL MG Sp. z.o.o. Sp.k.	17
ANODOSMALTADO	ECF	2020	1728	17/12/2020	25/01/2021	500	0	0	500	2200406 EZAL MG Sp. z.o.o. Sp.k.	12
ANODOSMALTADO	ECF	2021	107	22/01/2021	01/02/2021	500	0	0	500	2200406 EZAL MG Sp. z.o.o. Sp.k.	5
AUTO-40X26-P	ECF	2021	119	25/01/2021	24/02/2021	30	0	0	30	2200562 VALVER IBERICA - UNIPESOA, LDA	-18
AUTO-MONO7-100	ECF	2021	151	01/02/2021	16/02/2021	100	0	0	100	2200472 OFERTA IMPAR - C.B. PUBLICITARIOS, LDA (VILARTE)	-10
AUTO-MONO7-100	ECF	2021	143	28/01/2021	12/02/2021	50	0	0	50	2200472 OFERTA IMPAR - C.B. PUBLICITARIOS, LDA (VILARTE)	-6
BAINHA114X41CM	ECF	2020	1675	10/12/2020	09/01/2021	25	0	0	25	2200532 JOPAPER, LDA	-28
BAINHA114X41CM	ECF	2021	13	11/01/2021	10/02/2021	200	100	100	100	2200556 ENCOSTA GEOMETRICA ALUMINIOS, UNIP LDA	-4
BAINHA-2P	ECF	2021	2	05/01/2021	04/02/2021	100	50	50	50	2200556 ENCOSTA GEOMETRICA ALUMINIOS, UNIP LDA	2
BASE20X150MM	ECF	2021	31	11/01/2021	20/01/2021	2000	0	0	2000	2200299 RIBAEMBAL - IND. E COM. EMBALAGENS, LDA	17
BASER0416	ECF	2021	152	01/02/2021	09/02/2021	500	0	0	500	2200491 I'FACTOR DIFERENCIAL, LDA	-3
BOMBASTRATOSPARA25-19 V	ECF	2021	177	04/02/2021	06/03/2021	20	0	0	20	2200248 WILDO PORTUGAL, LDA	-28
BORNETWIDU-35/2	ECF	2021	117	25/01/2021	02/02/2021	300	0	0	300	2200491 I'FACTOR DIFERENCIAL, LDA	4
CABLA-ECOTOP-EVCO	ECF	2021	32	11/01/2021	31/01/2021	100	0	0	100	2200497 FASINCO - FAB. INTERRUPT. E COMUT. ELETRICOS, SA	6
CABLAMECO250	ECF	2021	32	11/01/2021	31/01/2021	1000	0	0	1000	2200497 FASINCO - FAB. INTERRUPT. E COMUT. ELETRICOS, SA	6
CABLA-SPLIT	ECF	2021	32	11/01/2021	31/01/2021	1000	0	0	1000	2200497 FASINCO - FAB. INTERRUPT. E COMUT. ELETRICOS, SA	6
CABONC-SOS-015B1	ECF	2020	1703	11/12/2020	20/01/2021	100	0	0	100	2200452 PROSISTAV - PROJETOS E SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO, LDA	17
CAIXA2ATAMPAS	ECF	2021	31	11/01/2021	20/01/2021	1000	0	0	1000	2200299 RIBAEMBAL - IND. E COM. EMBALAGENS, LDA	17
CAIXA2ATAMPAS	ECF	2021	99	22/01/2021	08/02/2021	650	0	0	650	2200217 JOSE NEVES & Cº, LDA	-2
CAIXALE-ZINC-ECO2	ECF	2020	1672	04/12/2020	01/01/2021	1000	0	0	1000	2200555 TOOLPATH SOLUTIONS, LDA	36
CAXAM-GEO-ELITE	ECF	2021	126	26/01/2021	09/02/2021	12	0	0	12	2200435 ELECTROMECHANICOS VIEIRO S.A.	-3
CAXAM-GEO-ELITE	ECF	2021	126	26/01/2021	25/02/2021	12	0	0	12	2200435 ELECTROMECHANICOS VIEIRO S.A.	-19
CAIXA-THERMOBOX	ECF	2020	1672	04/12/2020	01/01/2021	60	0	0	60	2200555 TOOLPATH SOLUTIONS, LDA	36
CAPOTREFS80	ECF	2021	45	11/01/2021	20/01/2021	500	97	403	2200426 FORMA 3D - PLASTICOS E MONTAGENS, LDA	17	
CAPOTREFS80	ECF	2021	108	22/01/2021	01/02/2021	500	0	0	500	2200426 FORMA 3D - PLASTICOS E MONTAGENS, LDA	5
CARTAO-220X170X70	ECF	2021	178	04/02/2021	01/03/2021	1000	0	0	1000	2200486 CARTONAGEM S. TIAGO, SA	-23
CASQ25X14	ECF	2021	160	02/02/2021	10/03/2021	24	0	0	24	2200163 SANITOP - MATERIAL SANITARIO, LDA	-4
CASQ1AT1/2X1/4	ECF	2021	21	11/01/2021	20/01/2021	100	0	0	100	2200163 SANITOP - MATERIAL SANITARIO, LDA	17
CASQUEM28X1	ECF	2020	1765	30/12/2020	07/01/2021	100	96	4	2200163 SANITOP - MATERIAL SANITARIO, LDA	30	

Figura 113 - Ferramenta idealizada para controlo das encomendas a fornecedores pendentes

Fase 3 – Control

Apesar da ferramenta “Fator Crítico” ter sido inicialmente idealizada para uso apenas nos períodos de maior urgência, atualmente o departamento logístico utiliza-a diariamente. Todos consideram que a leitura de uma linha neste *excel* significaria antigamente dezenas de cliques e diferentes janelas abertas no ERP Primavera, para se analisar a mesma informação. Além do mais, toda a informação necessária está agora transversalmente agrupada num só local e, tal como no ERP Primavera, esta informação está atualizada.

A visita final ao espaço de armazenagem alvo de estudo, após findada a implementação 5S, serviu para mostrar os resultados obtidos e assegurar que cada elemento da equipa reconhece o aumento de eficiência no local de armazenagem e garante o hábito na execução destas atividades todos os dias e em qualquer lugar.

Num ambiente de reflexão os intervenientes, partilharam que a redução dos tempos de procura (pela normalização) e recolha (pela organização, dada a frequência de movimentação) naquela

estante, já se começam a notar e que utilizam esse tempo livre para outras oportunidades de melhoria que vão sendo identificadas nas reuniões *Kaizen*. Esta última afirmação, para além de ilustrar o sucesso da implementação 5S, mostra principalmente que a cultura de melhoria contínua começa a instituir-se na ENERGIE e a ser valorizada pelos seus responsáveis. Em termos qualitativos, a satisfação ao nível da organização sistemática também é transversal:

Antes



Figura 114 – Problemas identificados na zona de armazenagem antes da ação 5S

Após



Figura 115 - Estado da zona de armazenagem após a ação 55

O redimensionamento e a reestruturação deste espaço de armazenagem permitiram aumentar em 70% o seu espaço livre. Neste momento, a estante contém 13 espaços vagos que irão ser preenchidos com novas referências. A passagem destas referências, presentes no armazém de MP, para uma estante que se encontra no pavilhão de fabrico, permitirá minimizar as distâncias percorridas para o transporte das mesmas até à zona de produção.

Fase 4 – Act

A proposta do sistema *Kanban* está inserida, no presente projeto, num problema relacionado com as matérias primas e componentes. Contudo, como já mencionado, este sistema deverá ser numa próxima fase aplicado para a gestão dos reaprovisionamentos dos produtos acabados pertencentes à Classe A (como já abordado no “Problema D1”).

Será uma oportunidade de melhoria reduzir o número de transporte a que as ordens de fabrico estão sujeitas no seu ciclo de vida enquanto presentes no chão de fábrica.

A quantidade de papel utilizado no fluxo de informações de fabrico também é algo a ser trabalho, tendo como via de solução a digitalização do chão de fábrica (i4.0), talvez pelo desenvolvimento de um BI de Produto que pudesse ser lido numa *GUI*.

Como apresentado, o sistema *Kanban* foi completamente planeado e idealizado, contudo o início de implementação do mesmo não coincidiu com a escritura desta dissertação. Contudo, haverá mais tarde que se encontrar um fornecedor com capacidade técnica e flexibilidade para produção das escalas visuais idealizadas.

Será igualmente imprescindível desenvolver um procedimento (a enquadrar no SGQ) de modo a normalizar o ciclo *Kanban* proposto para o sistema logístico ENERGIE. Também dar formação para clarificar as normas/passos operacionais que sustentarão o funcionamento do sistema, ao nível dos fluxos de informação, movimentação dos materiais e controlo das ferramentas de gestão (cartão *Kanban* e seus equipamentos de arquivo, escala sinalizadora, etc).

3.6. Considerações

Na tabela nº16, podem ser considerados os resultados tangíveis obtidos pela ação sobre os problemas específicos:

Tabela 16 - Os resultados mensuráveis, por área de melhoria

Área de Intervenção	CHECK
Fluxos logísticos internos (A)	A1 - Diminuição de 57% do tempo em que o operador passa a exercer esforço físico para carregar manualmente GT's
Processos (B)	B1 (+A2) - Diminuição em 95% a distância média percorrida por um operador que labore no Fabrico do GT B1 - Só na primeira etapa do processo, diminuição, a cada momento, de em média 83% do espaço ocupado pelo WIP nas mesas de trabalho
Aprovisionamentos/Materiais (F)	F1 - Aumentado em 70% o espaço livre de uma estante de armazenagem

Naturalmente, de um projeto fundamentado pela cultura *Lean* resultam diversos ganhos intangíveis, cuja quantificação é complexa e muitas vezes imprecisa, mas que assumem uma importância pelo menos igual à dos acima detalhados. Estes resultados incorpóreos serão aprofundados na conclusão, mas passam pelo enraizar de um ambiente de melhoria contínua:

- Redução progressiva da quantidade de WIP a montante do “Montagem do GT e Embalamento” (A2, B1 e Problemas C);
- Menor frequência de desvios face ao planeado (Problemas C);
- Maior comunicação entre equipas (C1 e C2);
- Fluxos de informação mais eficazes no âmbito de planeamento (C1 e C3);
- Trabalho a ritmo controlado e por objetivos definidos (C3);
- Diminuição, no armazém de PA, da quantidade em stock de referências de baixa rotação e normalização do conteúdo em stock mais adequado (D1);
- Minimização dos períodos despendidos em atividade de pergunta e procura (B1, C1, C3 e F1);
- Eficácia nos métodos para evitar erros e retrabalho (C1 e C3);

- Controlo sistemático à garantia das necessidades dos clientes (C3 e D1);
- Maior organização nos PT e caminhos de circulação (B1 e F1);
- Motivação contrária ao “Sempre se fez assim!” (C2);
- Equipas formadas para reaplicação de metodologias de gestão de informação e processos: cálculo parâmetros para gestão de stocks, 5S, etc (D1 e F1);
- Posse de novos procedimentos e mecanismos que garantirão eficazmente evitar a rotura de stocks e atingir a excelência logística: fichas técnicas atualizadas e completas, parâmetros para gestão de stocks metodologicamente calculados, sistema *Kanban*, ferramentas de gestão visual, “*Task List*” por funções (SW) e ferramentas customizadas, face às particularidades ENERGIE, para cálculo de necessidades e controlo de encomendas (D1 e F1);
- Minimização do risco de desperdícios/perdas causadas pelas paragens não planeadas, advindas da falta de assiduidade e competências. Para qualquer um dos postos de trabalho existem agora pelo menos 3 operadores devidamente formados (E1).

Este tipo de resultados são confirmados pelo feedback recebido no *gemba* e pela constatação do acolhimento por parte das chefias de produção de um olhar para os problemas operacionais como oportunidades de resolução *Lean*.

Para a compreensão do tema que se seguirá é importante ter como base o cronograma apresentado no início desta dissertação.

Perante as necessidades dos clientes avaliadas no início de 2020 com base no histórico de 2019, a visão propunha como objetivo fundamental o cumprimento de uma capacidade produtiva de 26 unidades. Uma vez que a procura se mantém estabilizada desde 2019, a adequabilidade da visão está confirmada.

Contudo, esta tem sido a evolução deste indicador mestre que sintetiza o sucesso do objetivo global do projeto e expõe a aproximação aos indicadores alvo (como já fundamentado, tempo de resposta de 4 semanas = capacidade produtiva média diária de 26 unidades):

Durante o período de implementação, entre Junho a Dezembro de 2020, conseguimos extrair um capacidade média diária de 23 unidades.

REGISTOS PRODUÇÃO / ENERGIE 2020											
CODIGO ARTIGO	MODELO	DATA	Nº DE SE	Nº CURA	MÁQUINA SUPERIOR	ASSEMBLAGEM	PARTES ELÉCTRICAS	CARGA DE FLUXO	TESTE ELÉCTRICOS	EMBALAGEM	REGISTO
DC250ESM-P	ECO 250 ESM-P	06/01/2020	71251000001	19438704	nd	nd	SERGIO NEVES	SERGIO NEVES	SERGIO NEVES	JOAO TEIXEIRA	1900799
DC250ESM-P	ECO 250 ESM-P	06/01/2020	71251000002	19438704	nd	nd	SERGIO NEVES	SERGIO NEVES	SERGIO NEVES	JOAO TEIXEIRA	1900799
DC250ESM-P	ECO 250 ESM-P	06/01/2020	71251000003	19438704	nd	nd	SERGIO NEVES	SERGIO NEVES	SERGIO NEVES	JOAO TEIXEIRA	1900799
DC250ESM-P	ECO 250 ESM-P	06/01/2020	71251000004	19438704	nd	nd	SERGIO NEVES	SERGIO NEVES	SERGIO NEVES	JOAO TEIXEIRA	1900799
DC250ESM-P	ECO 250 ESM-P	06/01/2020	71251000005	19438704	nd	nd	SERGIO NEVES	SERGIO NEVES	SERGIO NEVES	JOAO TEIXEIRA	1900799
DC250ESM-P	ECO 250 ESM-P	06/01/2020	71251000006	19438704	nd	nd	SERGIO NEVES	SERGIO NEVES	SERGIO NEVES	JOAO TEIXEIRA	1900799
DC250ESM-P	ECO 250 ESM-P	06/01/2020	71251000007	19438704	nd	nd	SERGIO NEVES	SERGIO NEVES	SERGIO NEVES	JOAO TEIXEIRA	1900799
DC250ESM-P	ECO 250 ESM-P	06/01/2020	71251000008	19438704	nd	nd	SERGIO NEVES	SERGIO NEVES	SERGIO NEVES	JOAO TEIXEIRA	1900799
DC250ESM-P	ECO 250 ESM-P	06/01/2020	71251000009	19438704	nd	nd	SERGIO NEVES	SERGIO NEVES	SERGIO NEVES	JOAO TEIXEIRA	1900799
DC250ESM-P	ECO 250 ESM-P	06/01/2020	71251000010	19438704	nd	nd	SERGIO NEVES	SERGIO NEVES	SERGIO NEVES	JOAO TEIXEIRA	1900799
DC250ESM-P	ECO 250 ESM-P	06/01/2020	71251000011	19438704	nd	nd	SERGIO NEVES	SERGIO NEVES	SERGIO NEVES	JOAO TEIXEIRA	1900799
DC250ESM-P	ECO 250 ESM-P	06/01/2020	71251000012	19438704	nd	nd	SERGIO NEVES	SERGIO NEVES	SERGIO NEVES	JOAO TEIXEIRA	1900799
DC250ESM-P	ECO 250 ESM-P	06/01/2020	71251000013	19438704	nd	nd	SERGIO NEVES	SERGIO NEVES	SERGIO NEVES	JOAO TEIXEIRA	1900799
DC250ESM-P	ECO 250 ESM-P	06/01/2020	71251000014	19438704	nd	nd	SERGIO NEVES	SERGIO NEVES	SERGIO NEVES	JOAO TEIXEIRA	1900799
DC250ESM-P	ECO 250 ESM-P	06/01/2020	71251000015	19438704	nd	nd	SERGIO NEVES	SERGIO NEVES	SERGIO NEVES	JOAO TEIXEIRA	1900799
DC250ESM-P	ECO 250 ESM-P	06/01/2020	71251000016	19438704	nd	nd	SERGIO NEVES	SERGIO NEVES	SERGIO NEVES	JOAO TEIXEIRA	1900799
DC250ESM-P	ECO 250 ESM-P	06/01/2020	71251000017	19438704	nd	nd	SERGIO NEVES	SERGIO NEVES	SERGIO NEVES	JOAO TEIXEIRA	1900799
DC250ESM-P	ECO 250 ESM-P	07/01/2020	71252000001	19438704	nd	nd	SERGIO NEVES	SERGIO NEVES	SERGIO NEVES	JOAO TEIXEIRA	1900686
DC250ESM-P	ECO 250 ESM-P	07/01/2020	71252000002	19438704	nd	nd	SERGIO NEVES	SERGIO NEVES	SERGIO NEVES	JOAO TEIXEIRA	1900686
DC250ESM-P	ECO 250 ESM-P	07/01/2020	71252000003	19438704	nd	nd	SERGIO NEVES	SERGIO NEVES	SERGIO NEVES	JOAO TEIXEIRA	1900686
DC250ESM-P	ECO 250 ESM-P	07/01/2020	71252000004	19438704	nd	nd	SERGIO NEVES	SERGIO NEVES	SERGIO NEVES	JOAO TEIXEIRA	1900686
DC250ESM-P	ECO 250 ESM-P	07/01/2020	71252000005	19438704	nd	nd	SERGIO NEVES	SERGIO NEVES	SERGIO NEVES	JOAO TEIXEIRA	1900686
DC250ESM-P	ECO 250 ESM-P	07/01/2020	71252000006	19438704	nd	nd	SERGIO NEVES	SERGIO NEVES	SERGIO NEVES	JOAO TEIXEIRA	1900686
DC250ESM-P	ECO 250 ESM-P	07/01/2020	71252000007	19438704	nd	nd	SERGIO NEVES	SERGIO NEVES	SERGIO NEVES	JOAO TEIXEIRA	1900686
DC250ESM-P	ECO 250 ESM-P	07/01/2020	71252000008	19438704	nd	nd	SERGIO NEVES	SERGIO NEVES	SERGIO NEVES	JOAO TEIXEIRA	1900686
DC250ESM-P	ECO 250 ESM-P	07/01/2020	71252000009	19438704	nd	nd	SERGIO NEVES	SERGIO NEVES	SERGIO NEVES	JOAO TEIXEIRA	1900686

Figura 116 - Tranche dos registos de produção entre Junho a Dezembro de 2020

Mês	Nº unidades Fabricadas
6	393
7	419
8	331
9	404
10	463
11	489
12	502
Total Geral	3001
Nº de Dias em Análise	128
Média Diária	23,4

*(15 dias de inatividade geral - férias)
*(recomeço de atividade - falta de ritmo)

Figura 117 - Análise estatística da capacidade produtiva entre Junho a Dezembro de 2020

No processo de análise de resultados, entre Janeiro e Fevereiro de 2021, a média assentou nas 24,5 unidades (aumento da capacidade produtiva em 22.5%), o que corresponde a um tempo de resposta extrapolado de 4,2 semanas, ou seja, uma redução do *lead time* em 19%.

Mês	Nº unidades Fabricadas
1	429
2	526
Total Geral	955
Nº de Dias em Análise	39
Média Diária	24,49

*(recomeço da atividade anual + 2 dias de inventário)

Figura 118 - Análise estatística da capacidade produtiva entre Janeiro a Fevereiro de 2021

Sendo que, no último mês de análise, com 20 dias e aliado às economias de escala (sequência de fabrico de grandes lotes da mesma referência) se atingiu um pico de 42 unidades e se regulou uma média de 26,3 unidades.

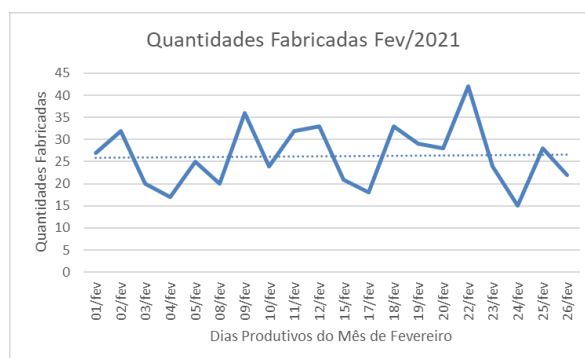


Figura 119 - Gráfico de linhas relativo às quantidades fabricadas em Fevereiro de 2021

A avaliação do indicador foi novamente realizada por recurso ao excel de registos dos números de série, cuja consistência de registo tem melhorado significativamente, após uma formação que se seguiu posteriormente ao trabalho de análise do processo. Apresentando em 2020 um desvio padrão de apenas 13% da média.

Como superior responsável da gestão produtiva e tendo acompanhado integralmente todo e qualquer evento que tenha ocorrido no *gemba*, posso garantir por recurso que nenhum outro fator, alteração ou projeto, que não seja este que se apresenta, possa ter tido força suficiente para garantir um incremento da capacidade média produtiva de 22,5%.

Este incremento, comparativamente ao que a visão estipulou (aumento em 30% da capacidade produtiva, equivalente à redução em 23% do *lead time*), ainda não é suficiente para garantir um tempo de resposta competitivo, as 4 semanas. Contudo, é progressivamente notória a tendência positiva (pelo declive) associada a este fator, durante o período global do trabalho (9 meses) desde o início das ações de implementação (Junho de 2020) até ao término do projeto (Fevereiro 2021).

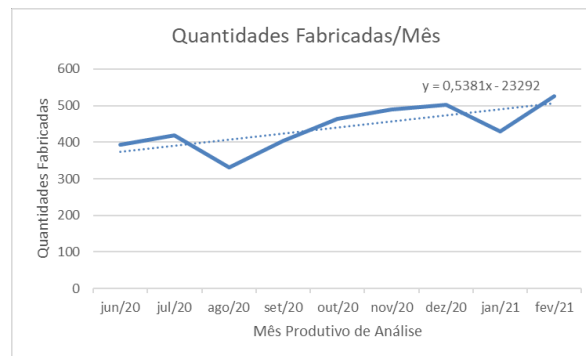


Figura 120 - Linha de tendência das quantidades fabricadas no período análise de resultados

Numa fase introdutória, houve que provar a validade da ideia que pairava na organização sobre o período de tempo de resposta (5,2 semanas) que era assegurado. Tal como neste capítulo se volta a repetir, esse processo de validação foi inevitavelmente feito de uma forma indireta, através de cálculos de capacidade-procura, uma vez que não existiam registos históricos que permitissem avaliar o tempo médio de resposta de uma forma objetiva.

Contudo, esta fase de epílogo merece a apresentação de dados concretos e a constatação direta dos resultados obtidos. Desse modo foi criado o documento apresentado abaixo, que além de servir (ao nível das encomendas de cliente satisfeitas) para apresentação do registo histórico do binómio “Data de receção da encomenda - Data de entrega da encomenda” (*Lead time*), permitirá também comercial e produtivamente fazer um acompanhamento muito mais restrito da situação das encomendas de cliente pendentes. Contribui-se com esta ferramenta para continuar a enraizar a ENERGIE na cultura *Lean*, que fundamenta a importância da satisfação das necessidades da cliente.

Artigo	Cliente	País	Zona							
FILTRAR										
Artigo	Descrição	Cliente	ID Encomenda	Data Encomenda	Data Entrega	Quantidade Enc.	Pendente	Valor	País	Zona
MONOBLOCO100ESM	BOMBA DE CALOR AQUAPURA MONOBLOC 100 ESMALTADO		2055	29/12/2020		128	128		Portugal	Zona Norte
MONOBLOCO200I	BOMBA DE CALOR AQUAPURA MONOBLOC 200 INOX		2055	29/12/2020		24	24		Portugal	Zona Norte
MONOBLOCO250I	BOMBA DE CALOR AQUAPURA MONOBLOC 250 INOX		2055	29/12/2020		12	11		Portugal	Zona Norte
MONOBLOCO250IX	BOMBA DE CALOR AQUAPURA MONOBLOC 250 INOX C/ SERP		2055	29/12/2020		6	6		Portugal	Zona Norte
THERMO200-8.12	AQUAPURA THERMOBOX 200 - 8.12		1968	14/12/2020		1	1		Portugal	Zona Norte
DC100I-TOP-NWIG	DEPOSITO INOX 100LTS - TOP - NWIG		1906	04/12/2020		1	1		Itália	Itália
DC300I-TOP-NWIG	DEPOSITO INOX 300LTS - TOP - NWIG		1906	04/12/2020		3	3		Itália	Itália
INVERTER8-12	BOMBA DE CALOR INVERTER - 8/12 - 230V		1893	03/12/2020		1	1		Portugal	Zona Centro
INVERTER8-12	BOMBA DE CALOR INVERTER - 8/12 - 230V		1824	20/11/2020		2	1		Portugal	Zona Norte
DC250ESM	DEPOSITO ESM. 250LTS C/ COND. ALUMINIO NO EXTERIOR		1767	12/11/2020		1	1		Nová Zelândia	Nová Zelândia
BLA12G-ECO100	BLOCO TERMODINAMICO SC12G - TOP - ECO 100		1728	09/11/2020		2	2		Itália	Itália
BLA12G-TOP	BLOCO TERMODINAMICO SC12G - TOP - COM 1 PAINEL		1728	09/11/2020		15	9		Itália	Itália
MONOBLOCO300EX	BOMBA DE CALOR AQUAPURA MONO C/SERP 300 IN ENERGIE		1714	05/11/2020		2	2		Polónia	Polónia

Figura 121 - Ferramenta dinâmica idealizada para análise das encomendas de clientes

As informações, como os dados das encomendas, clientes, artigos, país e zonas podem ser avaliadas por recurso a filtros avançados e mantêm-se sempre atualizadas a partir do ERP, por recurso a *MySQL Queries* deste tipo:

```
select z.zona, z.descricao
from zonas as z
where z.zona in(select zona from clientes where clientes.pais in ('PT','ES'))
```

4. CONCLUSÕES

Este capítulo final compreende o conjunto de conclusões tecidas relativamente ao trabalho desenvolvido.

Para a implementação das intervenções, verificadas no presente projeto, recorreram-se a quase todas as metodologias que compõe a base da casa *Lean*. É lógico que assim se tenha passado, uma vez que se trata de um ambiente produtivo-logístico que até ao início do presente projeto nunca teve contacto com conceitos para redução do desperdício. Assim sendo, houve que previamente implementar os princípios básicos visando continuamente construir um sistema capaz de no futuro garantir a sustentabilidade de soluções mais ambiciosas.

A consolidação dos princípios básicos passou por percorrer o *Gemba*, analisar os porquês (*What, Why*), aplicar os 5S, gestão visual, trabalho padronizado, introduzir eventos Kaizen (conduzidos na sala *Obeya*) e paralelamente estimular a mudança cultural (vontade das pessoas em querer mudar).

Finalizado este conjunto de procedimentos, seguiu-se um 2º estágio onde foram abordados com alguma consistência duas ferramentas que apoiam a manter erguidos cada um dos dois pilares da casa *Lean*: *Kanban* e *Poka-yoke*.

O posicionamento estratégico da ENERGIE especifica a curto prazo o início de um processo de digitalização do chão de fábrica (i4.0). Alinhando com esse objetivo, o presente projeto permitiu, findas as 2 grandes etapas anteriormente descritas, garantir quase integralmente (estando sempre dependente de ações de verificação e correção contínua) que apresentar a este sistema produtivo-logístico os primeiros níveis de maturidade de uma i4.0 já não será o mesmo que procurar automatizar o caos.

Outra das razões que corrobora a conveniência de ter sido o *Lean Manufacturing* a filosofia que suportou a condução de todo o projeto é porque esta cultura também não é uma finalidade, mas sim uma estratégia. A finalidade e objetivo de investigação do presente trabalho sempre foi desenvolver a estratégia de implementação mais adequada para a eficaz redução do tempo médio de resposta.

O objetivo da filosofia *Lean* é satisfazer as necessidades exatas do cliente, promovendo a excelência ao nível da qualidade e dos prazos de entrega. No presente projeto estudou-se previamente que a expectativa de um cliente que recorre ao mercado dos equipamentos AQS é ver as suas necessidades satisfeitas num período máximo de 4 semanas. Assim, sendo o presente trabalho caminhou segunda uma estratégia assente nos princípios da filosofia *Lean* e recorreu às suas ferramentas, para alcançar o tempo de resposta objetivo, através da minimização dos desperdícios que detetou ao longo da cadeia de valor. Garantir as 4 semanas de prazo de entrega é o valor que a ENERGIE especificou e necessita de continuar a caminhar para fornecer aos seus consumidores.

O estudo da filosofia *Lean* ajuda a compreender a naturalidade de não se ter obtido ainda exatamente o objetivo desejado para o presente projeto. A melhoria contínua não é um processo imediato que atinge resultados instantâneos, é um caminho longo e gradual que se tem de percorrer. Há que voltar a “fazer rodar” o ciclo *PDCA*, segundo a mentalidade de uma procura sistemática pela excelência.

O presente projeto, ainda que o tenha executado, não servirá apenas para a redução de desperdícios (do tipo movimentos, etc..) mas será muito mais importante para garantir que se começa a incutir na ENERGIE uma cultura de melhoria contínua em que qualquer recurso humano começa a ouvir sobre estes conceitos de aperfeiçoamento diário, a pensar e olhar para os procedimentos como alteráveis, podendo questionar a qualquer hora os seus benefícios, pensar de maneira diferente e saber que existe uma hipótese muito considerável de administração o querer ouvir abertamente, estando disposta a instituir todos as novas ideias que de alguma maneira melhorem o sistema.

Apesar do objetivo geral - redução do tempo médio de resposta para um período efetivo de 4 semanas - não ter sido integralmente concluído, existe uma tendência de crescimento (já exposta quantitativamente) da capacidade produtiva, demonstrada por um sistema que o presente projeto tornou capaz de trabalhar a partir de atividades de melhoria que sejam contínuas, no sentido da perfeição (corroborado pelos resultados qualitativos). Assim, neste momento de finalização de projeto, a resposta à questão de investigação, apesar de positiva, não pode ser efetiva, mas apenas provisional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APREN & CENSE. (2018). *Eletricidade Renovável no Sistema Energético Português até 2050*. Lisboa, Portugal: APREN – Associação Portuguesa de Energias Renováveis.
- Belokar, R. M., Kumar, V., & Kharb, S. S. (Julho de 2012). An Application of Value Stream Mapping In Automotive Industry: A Case Study. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*, 1(2), 152-157.
- Carvalho, D. (2008). Human limitations on waste detection: an experiment. *Business Sustainability*. Ofir.
- Correia, V. (2018). Material de Apresentação - UC "Análise e Optimização de Processos". *Gestão Visual*.
- Drucker, P. F. (1967). *The Effective Executive : The Definitive Guide to Getting the Right Things Done*. New York: HarperCollins.
- Eaidgah, Y., Maki, A. A., Kurczewski, K., & Abdekhodaee, A. (2016). Visual management, performance management and continuous improvement. *International Journal of Lean Six Sigma*, 7(2), 187-210. doi:10.1108/IJLSS-09-2014-0028
- Emiliani, M. L. (2008). Standardized work for executive leadership. *Leadership & Organization Development Journal*, 29(1), 24-26. doi:10.1108/01437730810845289
- ENERGIE - EST. (2017). Manual de Gestão da Qualidade. 9, 8-9. Póvoa de Varzim.
- Feld, W. M. (2000). *Lean Manufacturing: Tools, Techniques, and How to Use Them*. Florida: CRC Press.
- Gonçalves, J. F. (2010). *Gestão dos Aprovisionamentos* (2ª ed.). Porto: Publindústria.
- Gonçalves, M. A. (2017). Material de Apresentação - UC "Produtividade e Estudo do Trabalho". *Introdução ao Estudo do Trabalho*.
- Gross, J. M., & Mcinnis, K. R. (2003). *Kanban: Made Simple. Demystifying and Applying Toyota's Legendary Manufacturing Process*. New York: Amacom.
- Imai, M. (1986). *Kaizen: The Key To Japan's Competitive Success*. New York: McGraw-Hill.
- Imai, M. (1997). *Gemba Kaizen: A Commonsense Approach to a Continuous Improvement Strategy*. New York: McGraw-Hill.
- Jusko, J. (2016). Obeya: The Brain of the *Lean* Enterprise. *IndustryWeek*, 22-24.
- Kanigel, R. (1997). *The One Best Way*. New York: Penguin.
- KhaSWala, Z. N., & Irani, S. A. (2001). Value Network Mapping (VNM): Visualization and Analysis of Multiple Flows in Value Stream Maps. *Proceedings of the Lean Management Solutions Conference* (pp. 1-18). St. Louis: The Ohio State University.

- Liker, J. K. (2004). *Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. New York: McGraw-Hill Education.
- McIntosh, R., Owen, G., Culley, S., & Mileham, T. (2007). Changeover Improvement: Reinterpreting Shingo's "SMED" Methodology. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 98-111.
- Monden, Y. (1998). *Toyota Production System: An Integrated Approach to JIT*. Georgia, U.S: Industrial Engineering & Management Press.
- Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM: Total Productive Maintenance*. Cambridge: Productivity Press.
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond large-scale production*. New York: Productivity Press.
- Pereira, M. T. (2019). Material de Apresentação - UC "Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento". *Gestão de Inventário*.
- Pinto, J. P. (2009). *Pensamento Lean: A filosofia das organizações vencedoras*. Lisboa: Lidel.
- Pinto, J. P. (2014). Introdução ao Pensamento Lean. *Pensamento Lean: A filosofia das organizações vencedoras*.
- Porter, M. E. (1985). *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. New York: The Free Press.
- Productivity Press Development Team. (2002). *Standard Work for the Shopfloor*. Portland, U.S: Taylor & Francis Inc.
- Roldão, V. (1993). Programação da Produção e Gestão de Materiais. *Revista Portuguesa de Gestão*.
- Rother, M., & Shook, J. (2003). *Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate MUDA*. MA USA: Lean Enterprise Institute.
- Sá, J. C. (2019). Material de Apresentação - UC "Sistemas Avançados de Produção". *Lean Management*.
- Scyoc, K. V. (2008). Process safety improvement-Quality and target zero. *Journal of Hazardous Materials*, 159(1), 42-48.
- Shingo, S. (1989). *A Study of the Toyota Production System From an Industrial Engineering Viewpoint*. (A. P. Dillon, Trad.) Cambridge: Productivity Press.
- Singh, J., & Singh, H. (2012). Continuous improvement approach: state-of-art review and future implications. *International Journal of Lean Six Sigma*, 3(2), 88-111.
- Suzaki, K. (2010). *Metodologias Kaizen Para a Melhoria Contínua*. New York: Lean Op.
- Suzaki, K. (2013). *Gestão no chão de fábrica: Sustentando a melhoria contínua todos os dias*. Rio Meão: LeanOp Press.

Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. New York: Simon and schuster.

Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The Machine That Changed the World*. New York: Rawson Associates.

APÊNDICE A

Elaborado o procedimento “Fluxo de Operações Logísticas para Consumo de Matérias Primas”.

	PROCEDIMENTO DE TRABALHO Fluxo de Operações Logísticas para Consumo de Matérias Primas	Edição n.º 0 Data: 30.Out.20

1. Objetivo

Definir o melhor e único procedimento para execução das operações inerentes ao fluxo logístico, que deve ser seguido para o consumo das Matérias Primas associadas a determinada Ordem de Fabrico (O.F).

2. Modo de Proceder

2.1. Sequência Operatória

- 1) O Gestor de Produção, através do sistema ERP Primavera e de acordo com o planeamento da produção, cria, imprime e disponibiliza aos Supervisores de Produção as folhas de O.F necessárias.



- 2) Os Supervisores colocam estas ordens no chão de fábrica, para que estas corram o fluxo de fabrico chegando até aos operadores.
- 3) Assim que a ordem de fabrico respetiva está produzida, os Supervisores (segundo o *modus operandi* definido na *Task List* Mod. 185.0) anotam diretamente as correções necessárias na folha da O.F e entregam-na ao Gestor de Produção.



