



Universidade de Aveiro
Ano 2022

**ÂNGELA FILIPA
VIANA DE LIMA**

**MELHORIA DE PROCESSOS NA INDÚSTRIA AUTOMÓVEL:
LANÇAMENTO DE UM PROJETO *LEAN* ATRAVÉS DO *DMAIC***



Universidade de Aveiro
Ano 2022

**ÂNGELA FILIPA
VIANA DE LIMA**

**MELHORIA DE PROCESSOS NA INDÚSTRIA AUTOMÓVEL:
LANÇAMENTO DE UM PROJETO *LEAN* ATRAVÉS DO *DMAIC***

Projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica da Doutora Ana Luísa Ferreira Andrade Ramos, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro

Dedico este trabalho à minha família, por todo o apoio incondicional, e a todos os membros da *Renault Cacia* envolvidos, pela excelente integração e auxílio.

o júri

presidente

Prof. Doutor José António de Vasconcelos Ferreira
Professor associado da Universidade de Aveiro

vogais

Prof. Doutor Luís Carlos Ramos Nunes Pinto Ferreira (arguente)
Professor coordenador da Universidade de Aveiro

Prof. Doutora Ana Luísa Ferreira Andrade Ramos (orientadora)
Professora auxiliar da Universidade de Aveiro

agradecimentos

O presente trabalho não teria sido possível sem o incentivo de muitas pessoas.

Agradeço, então, à empresa *Renault Cacia* por me entregar este projeto e permanecer, durante todo o meu percurso, a apoiar-me e auxiliar-me com todos os recursos necessários. Um agradecimento especial ao Engenheiro João Gonçalves, por me amparar durante toda a integração na empresa e me assistir em todos os assuntos fundamentais para a realização do presente trabalho.

À minha orientadora Professora Ana Luísa Ramos, por me assistir em tempos de maior necessidade.

Á minha família pelo suporte emocional e financeiro que me ofereceram de uma forma tão humanitária e altruísta. Todo o meu percurso académico só foi possível graças às oportunidades que me presentearam.

palavras-chave

Lean Six Sigma, melhoria contínua, Gestão de Projetos, *KPIs*, DMAIC, Valor Acrescentado, Desperdício

resumo

Atualmente, o país encontra-se numa crise pós COVID-19 onde, devido a forças externas as organizações procuram, cada vez mais, aumentar a eficiência da produção e diminuir os desperdícios nos processos. A filosofia *Lean* é a resposta a este dilema, incrementando melhorias contínuas com reduzido custo monetário.

O presente projeto consiste no lançamento de um projeto *Lean* no edifício de Tratamentos Térmicos da Renault Cacia, cujas etapas estão estruturadas de acordo com a metodologia **DMAIC**. O foco principal é procurar otimizar integralmente o edifício, concentrando-se em quatro vertentes distintas – Processo, Transporte, Gestão e Energia.

- **Define**: afixação de objetivos e agendamento da reunião *kick-off*, que integra toda a equipa envolvente;
- **Measure**: recolha dos dados do terreno (Maquete de Colaboradores e de AGVs, Fluxo Físico e Taxa de Ocupação dos Postos e dos AGVs);
- **Analyse**: seminário *Lean* para identificação da situação inicial, dos seus desperdícios, da situação ideal e da situação alcançável, assim como um plano de ações que permita a empresa atingir esta última.
- **Improve**: colocar em prática o plano de ações;
- **Control**: seguimento e controlo das medidas, em conjunto com o balanço do projeto.

A implementação das melhorias identificadas proporcionará benefícios para a empresa a médio e longo prazo, tendo em conta os prazos correspondentes das ações e a longevidade dos seus ganhos. É possível atingir um decréscimo de 22% dos equipamentos ativos, 10% na mão de obra efetiva, 21% no NVA dos colaboradores e, por fim, a diminuição da cotação ergonómica em três postos vermelhos críticos. Por outro lado, em termos de sustentabilidade, existe uma potencialidade de redução de 67% da energia e dos gases do edifício, mais concretamente, poupando por ano 8,7 GWh de eletricidade.

Por fim, o caso prático permite também alertar os envolventes para todos os desperdícios e anomalias de um determinado local, antes ignoradas e suprimidas pelos encargos diários. As definições das situações indicadas promoverão uma mentalidade *Lean* e motivarão as partes interessadas em se empenharem para continuamente aproximar a realidade desse cenário. Resumidamente, a possível aplicação desta metodologia em outros contextos industriais traduz não só a versatilidade, como enfatiza a importância deste projeto.

keywords

Lean Six Sigma, Continuous Improvement, Project Management, KPIs, DMAIC, Added Value, Waste

abstract

Currently, the country is experiencing a post-COVID-19 crisis, in which firms are increasingly striving to improve production efficiency and decrease waste in processes as a result of external influences. The Lean concept is the answer to this conundrum, as it promotes continual improvement at a lower cost.

This case study entails the implementation of a Lean project at the Renault Cacia Thermal Treatments facility, with stages organized using the **DMAIC** methodology. The major goal is to maximize the building's efficiency by concentrating on four unique aspects: Process, Transportation, Management, and Energy.

- **Define:** establish objectives and hold a kick-off with the entire team;
- **Measure:** collect data (Employees and AGVs Model, Physical Flow and Occupancy Rate of Stations and AGVs);
- **Analyze:** Lean seminar to identify the original situation, waste, ideal situation, and feasible scenario, as well as an action plan;
- **Improve:** implement the action plan;
- **Control:** monitoring and control the measure, finalizing with the project balance.

The firm will gain in the medium and long term from the execution of the identified changes, taking into consideration the corresponding terms of the actions and the lifespan of their earnings. It is feasible to obtain a reduction of 22% in active equipment, 10% in effective workforce, 21% in employee NVA, and, lastly, a reduction in the ergonomic rating in three essential red posts. On the other hand, in terms of sustainability, the building's energy and gas consumption may be reduced by 67 percent, saving 8.7 GWh of electricity each year.

Finally, the practical case also makes it possible to alert the surroundings to all waste and anomalies in a given location, previously ignored and suppressed by the daily charges. In fact, the descriptions of the aforementioned scenarios will encourage a Lean mindset and push all parties involved to work hard to make this scenario a reality. In conclusion, the potential for this technique to be applied in numerous industrial situations demonstrates not just its adaptability, but also the significance of this study.

Índice

1. Introdução	13
1.1. Relevância	13
1.2. Motivação e Contextualização	14
1.3. Apresentação da Empresa.....	16
1.3.1. Grupo <i>Renault</i>	16
1.3.2. <i>Renault Cacia</i>	17
1.4. Objetivos	19
1.5. Metodologia	19
1.6. Estrutura do Documento.....	21
2. Enquadramento Teórico.....	23
2.1. Gestão de Projetos	23
2.1.1. Indicador-Chave de Desempenho.....	23
2.2. Metodologia <i>Six Sigma</i>	24
2.2.1. Ciclo <i>DMAIC</i>	25
2.3. Filosofia <i>Lean</i>	28
2.3.1. Desperdícios (7+1).....	32
2.3.2. Método 5s	33
3. Análise da Situação Inicial	36
3.1. Contexto da Linha.....	36
3.2. Esquema Geral do Edifício.....	38
3.3. Dados de Base	39
3.4. Organização do Trabalho	42
3.5. Meios de Movimentação e Acondicionamento	45

4. Caso Prático: Lançamento de um projeto <i>Lean</i> através do <i>DMAIC</i>	46
4.1. Fase “Definir”	46
4.2. Fase “Medir”	48
4.2.1. Maquete de Colaboradores e Cartografia dos AGVs	48
4.2.2. Fluxo Físico	48
4.2.3. Taxa de Ocupação dos Postos	49
4.2.4. Taxa de Ocupação dos AGVs	51
4.3. Fase “Analisar”	52
4.3.1. Análise dos Diagnósticos	54
4.3.2. Definição da Situação Atual e Alcançável	57
4.3.3. Definição da Situação Ideal	61
4.3.4. Plano de Ações	63
4.4. Fase “Melhorar”	63
4.5. Fase “Controlar”	63
4.5.1. Balanço Geral	63
4.5.2. Balanço dos Indicadores-Chave de Desempenho	67
5. Conclusões.....	69
5.1. Principais Contributos e Valor Acrescentado do Projeto.....	69
5.2. Propostas de Trabalhos Futuros	70
6. Referências.....	71
7. Anexos.....	75

Índice de Figuras

Figura 1 - Constituição dos recursos da Renault Cacia, adaptado de (Renault Cacia, 2021)	17
Figura 2 – Planta de localização com a divisão da Renault Cacia	18
Figura 3 - Resumo da metodologia de um projeto Lean através do DMAIC	21
Figura 4 - Diversidade de peças dos TTH	36
Figura 5 - Esquema geral do edifício TTh.....	38
Figura 6 - Exemplo da base rolante dos carros de produtos acabados	44
Figura 7 - Maquete de colaboradores do Tratamento Térmico	48
Figura 8 - Modelo da situação atual, atingível e ideal	53
Figura 9 - Gráfico com a taxa de ocupação e não ocupação dos postos	54
Figura 10 - Recorte do fluxo físico (dupla lavagem da coroa)	56
Figura 11 - Recorte do fluxo físico do transporte de peças da Navette	56
Figura 12 - Recorte do fluxo físico da lavagem inicial da PK6.....	57
Figura 13 - Recorte do fluxo físico do controlo "Sopro"	57
Figura 14 - Consumo energético 2022 da Renault Cacia	66

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Processo "Seis passos para o Six Sigma" da Motorola, adaptado de (Dahlgaard & Dahlgaard-Park, 2006).....	25
Tabela 2 - Peças provenientes das linhas da Peça Branca.....	37
Tabela 3 - Gama de fabricação do Pinhão Louco 6ª - PK.....	39
Tabela 4 - Gama de fabricação da Árvore Primária - JT4.....	40
Tabela 5 - Gama de fabricação da Árvore Secundária - JT4	40
Tabela 6 - Gama de fabricação da Árvore Secundária MAR - JT4.....	40
Tabela 7 - Gama de fabricação dos Pinhões Loucos de 2ª, 4ª, 6ª e Pinhão Fixo 4ª e 6ª - JT4.....	40
Tabela 8 - Gama de fabricação dos Pinhões Loucos de 1ª, 3ª, 5ª, MAR e Pinhão Fixo 3ª e 5ª - JT4	41
Tabela 9 - Gama de fabricação da Coroa do Diferencial - JT4 e DB35.....	41
Tabela 10 - Gama de fabricação das Coroas e Pinhões AEQ.....	41
Tabela 11 - Horário de trabalho de referência	42
Tabela 12 – Distribuição de operadores.....	43
Tabela 13 - Meios de movimentação e acondicionamentos de acordo com a diversidade de peça	45
Tabela 14 – Indicadores-Chave de Desempenho do projeto	47
Tabela 15 - VA/NVA dos postos dos fornos.....	49
Tabela 16 - VA/NVA dos postos da granalhagem.....	50
Tabela 17 - VA/NVA dos AGVs.....	51
Tabela 18 - Custos associados aos consumos de energia e gases dos fornos TTh	64
Tabela 19 - Consumo de gases (Ml) por diversidade de forno	67
Tabela 20 - Balanço dos KPIs do projeto (processos internos e sustentabilidade)	68
Tabela 21 - Balanço dos KPIs do projeto (gestão administrativa e financeira)	68

Lista de Acrónimos e Abreviaturas

AEQ	Árvore de Equilibragem
AGV	<i>Automated Guided Vehicle</i>
AP	Árvore Primária
APW	<i>Alliance Production Way</i>
AS	Árvore Secundária
ASH	Árvore Secundária Alta
CA	Chefe de <i>Atelier</i>
CDC	Caderno de Encargos
CUET	Chefe de Unidade Elementar de Trabalho
DPU	Departamento de Projetos Fábrica
Ec	Espessura Convencional
FJPPC	Ficha de Jalonamento Modificações Processo Progresso Contínuo
GN	Gás Natural
IT	Instruções de Trabalho
JIT	<i>Just In Time</i>
KPI	<i>Key Indicator Performance</i>
LUP	Lista Única de Problemas
MAL	Máquina de Lavar
MOD	Mão-de-Obra Direta
PAEQ	Pinhões de Árvore de Equilibragem
PB	Peça Branca
PDCA	<i>Plan Do Check Act</i>
PF	Pinhão Fixo
PL	Pinhão Louco
PN	Peça Negra
PSFP	<i>Pilotage et Suivi des Flux de Pieces</i>
TPS	<i>Toyota Production System</i>
TTh	Tratamentos Térmicos
UET	Unidade Elementar de Trabalho
UC	Unidade de Contenção
UCM	Unidade de Corpo de Montagem
UM	Unidade de Manutenção
VA / NVA	Valor Acrescentado / Valor Não Acrescentado
WIP	<i>Work In Progress</i>

1. Introdução

O presente capítulo descreve o âmbito do projeto desenvolvido no contexto da unidade curricular de Dissertação/Projeto/Estágio pertencente ao Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial (MIEGI) na Universidade de Aveiro. O estágio foi realizado na empresa *Renault Cacia*, mais especificamente, no DPU.

1.1. Relevância

Segundo a Comissão Europeia, a União Europeia apresenta a liderança como o supremo produtor mundial de veículos a motor. Desta forma, é compreensível a extrema relevância deste setor, tanto na prosperidade da Europa, como também na empregabilidade de um elevado número de postos de trabalho (FCT, 2020). A extrema competitividade dentro da área automóvel impulsiona, cada vez mais, a procura pelo conhecimento mais aprofundado e a inovação dos produtos assim como das tecnologias integradas.

Sem exceção, em Portugal este setor é reconhecido como “um dos mais dinâmicos e inovadores da economia nacional”, completando 2,7% do emprego e manifestando um total de 28 mil empresas. A nível nacional atinge um volume de negócios de cerca de 24 mil milhões de euros e contribui com 4% do PIB e 21% do total das receitas fiscais. Relativamente às exportações, os veículos automóveis e os seus respetivos componentes possuem uma contribuição forte neste aspeto, chegando a representar 19,8% do universo de produtos (FCT, 2020).

Recentemente, emerge uma revolução no que toca às exigências dos clientes e valores do meio envolvente perante este tipo de indústria. Este setor, agora em franca transição, integra novos atores e desafios que impulsionam uma constante intangível - a velocidade da mudança. Posto isto, as empresas são obrigadas a movimentarem-se em conjunto com o mercado, criando filosofias que facilitem esta transfiguração.

Citando Ricardo Lopes, Diretor de *Marketing* da *Renault* Portugal: "aquilo que nos reservam os próximos cinco anos é muito mais do que aquilo que nos reservaram os últimos cinquenta.". De facto, o motor da mudança de qualquer indústria é, ultimamente, o consumidor. Pelo que, o rumo a tomar será decidido, obrigatoriamente, pelo simples ato de ouvir o cliente, as suas curiosidades, exigências e impaciência - "A indústria tem de se centrar no consumidor,

porque é ele que está cada vez mais conectado e não o carro. Este será um novo *device*" (APDC, 2019).

Atualmente, o país encontra-se a atravessar um caminho de recuperação económica após a situação pandémica causada pelo vírus COVID-19. Os últimos balanços da Direção-Geral da Saúde indica uma subida nos casos de Portugal, o que propicia um ambiente de receio e preocupação. De tal forma que, em resposta à situação de calamidade, novas medidas entrarão em vigor, o que poderá significar um período de *lay-off* ou teletrabalho (Jornal de Negócios, 2021).

Simultaneamente, o setor automóvel sofre outro impetuoso impacto quando se depara com um segundo percalço – a falta de componentes. Este, segundo múltiplas previsões, perdurará durante algum tempo. As origens desta adversidade vêm, segundo a Associação de Fabricantes para a Indústria Automóvel, da falta de semicondutores. Sem estes, existe um efeito em cascata, que origina a falta de *chips* para as linhas e, em consequência, posicionam uma barreira na necessidade de outras componentes também utilizados na montagem de veículos (AFIA, 2022).

Naturalmente, a crise da falta de componentes é pública e obriga o setor automóvel a retrain a produção e as fábricas a operarem sob limitações extremas ao nível da cadeia de abastecimento. O *CEO* da *Renault*, Luca de Meo, manifesta-se incrédulo ao prever que o reportado "problema estrutural" permanecerá até 2022, intensificando as tensões existentes e futuras, independentemente do eventual retorno da capacidade de produção (Petiz, 2021).

De facto, todos estes fatores externos intensificam a volatilidade do setor automóvel, o que origina uma elevada necessidade de otimizar os processos já existentes nas empresas. Desta forma, através da implementação de medidas de melhoria contínua e de standardização, a organização é capaz de aumentar a margem de lucro dos produtos, enquanto acrescenta valor ao cliente. Nestas alturas é muito importante haver a capacidade de aumentar o rendimento da produção sem, de facto, expender de muitos recursos monetários. Somente as empresas que se permanecerem competitivas e resilientes através de uma filosofia de minimização de desperdícios é que perduraram perante estes inconvenientes.

1.2. Motivação e Contextualização

O projeto será desenvolvido, durante um período de oito meses, na empresa *Renault Cacia*, pertencente ao Grupo *Renault*, que se foca na produção de órgãos e componentes automóveis. Esta empresa pertence ao setor automóvel e está integrada na aliança *Renault-Nissan-Mitshubishi*, estando encarregue da montagem de bombas de óleo e de caixas de velocidades, assim como a fabricação dos respetivos componentes necessários.

Como já foi referido anteriormente, no setor automóvel o mercado encontra-se saturado de grandes empresas que reforçam a necessidade de estabelecer uma vantagem competitiva, com o intuito de manterem uma posição líder. Desta forma, existe uma crescente necessidade de agilizar e estandardizar processos, consequentemente reduzindo custos operacionais ao mesmo tempo que se aumenta os índices de produtividade.

Relativamente ao ambiente de produção, é considerável afirmar que todas as organizações apresentam uma elevada existência de desperdício nos processos. No entanto, as empresas devem procurar reduzi-lo ao máximo através de incrementais melhorias contínuas que, idealmente, usufruem de um reduzido custo monetário face ao aumento do rendimento que lucram.

A filosofia *Lean* fornece práticas com o objetivo de criar processos simplificados e de alta qualidade, que produzam produtos acabados dentro dos requisitos do cliente, com pouco ou nenhum desperdício (Shah & Ward, 2003). Os princípios desta filosofia envolvem a identificação do valor do cliente, a gestão do fluxo de valor, o desenvolvimento da capacidade do fluxo de produção, o uso de sistemas pull e a busca por perfeição. Desta forma, pretende-se reduzir ao máximo o desperdício em todo o sistema de produção (Shah & Ward, 2003; Yamamoto & Bellgran, 2010). No entanto, este pensamento, baseado no *Toyota Way*, é severamente mais profundo, envolvendo uma transformação cultural de quem o aplica (Yamamoto & Bellgran, 2010).

A Renault Cacia rapidamente identificou uma área que experienciava escassa aplicação desta mentalidade, contribuindo negativamente em várias vertentes para a empresa. O elevado número de peças e fluxos correspondentes tornavam o edifício de Tratamentos Térmicos um local crítico e insatisfatório perante o olhar minucioso da organização. Os colaboradores, engenheiros e técnicos que operavam no local reportam baixo nível de eficiência, com perdas tanto a nível de produção, como também ambiental. Falta de gestão visual, de estados de referência 5s, de estandardização de processos, otimização de fluxos e desperdício de energia são apenas alguns dos problemas facilmente observados no terreno.

1.3. Apresentação da Empresa

1.3.1. Grupo *Renault*

“Em 2022, 100% dos veículos do Grupo *Renault* estarão conectados nos principais mercados e 15 modelos oferecerão diferentes níveis de autonomia. O Grupo também se tornará um fornecedor de soluções de mobilidade para todos (*Renault, 2021*).”

O grupo internacional *Renault* é um famoso construtor automóvel presente em vários segmentos do mercado apresentando propostas de modelos citadinos, familiares, médios e executivos. Em 1898, a multinacional francesa iniciou a sua atividade tendo sido fundada pelos irmãos *Louis, Marcel e Fernand Renault* (*Guia do Automóvel, 2021*).

O foco deste grupo assenta na rápida expansão internacional através do estabelecimento de sinergias com diversas marcas, tais como a *Dacia*, a *Renault Samsung Motors*, a *Alpine* e a *LADA*. Desta forma, torna-se possível não só responder aos principais desafios tecnológicos do futuro, como também estabelecer e manter o pensamento estratégico de incentivo de crescimento rentável da empresa (*Renault, 2021b*).

De momento, a marca *Renault* é intitulada, em termos internacionais, como um dos maiores grupos da indústria automóvel e afirma a sua posição como líder de vendas em Portugal. A crescente globalização exigiu que a empresa adotasse uma resposta adequada à vasta diversidade de potenciais clientes. Desta forma, é possível destacar a grande heterogeneidade de escolha de produtos que a gama possui, desde pequenos citadinos como o *Twingo*, o *Clio*, ou o elétrico *Zoe*, a familiares médios como o *Mégane*, ou executivos como o *Talisman* e, por fim, *SUVs* e monovolumes de pequena e média dimensão, como o *Captur*, o *Kadjar*, o *Kaoleos*, a *Grand Scénic* e a *Espace* (*Guia do Automóvel, 2021*).

Em 2016, a aliança realizada com os construtores japoneses, – *Nissan* e *Mitsubishi* –, permitiu intensificar a cooperação entre as três marcas envolvidas e, dessa forma, desenvolver uma gama de veículos elétricos. A *Alliance 2022*, denominação da sinergia instituída, permitiu à empresa atingir o título de líder na produção de carros elétricos, mantendo-se equiparável às maleáveis imposições determinadas pelo mercado. Esta associação foi de extrema importância devido à mudança crescente dos valores populacionais para uma vida sustentável com maior consciencialização ambiental (*Renault, 2021a*).

Atualmente, a *Renault* comercializa os seus produtos para 134 países diferentes e estima-se que, em 2019, beneficiou de vendas aproximadas de 3,8 milhões de veículos (*Renault, 2021b*).

1.3.2. Renault Cacia

A *Renault Cacia* é uma fábrica automóvel que pertence ao Grupo *Renault* e, tal como o nome indica, está localizada em Cacia, Aveiro. Estas instalações ocupam uma superfície total de 397.693 m² e uma área coberta de 111.485 m² num dos maiores centros industriais de Portugal (*Renault Cacia, 2021*). A sua excelente posição geográfica permite que esta possua um esquema de distribuição otimizado e uma facilidade de vários fluxos, não só de pessoas como também de equipamentos (*Renault, 2021b*).

O portefólio de clientes deste afiliado é constituído por um aglomerado de fábricas *Renault* e *Nissan* as quais centralizam a sua atividade na montagem de veículos e respetiva mecânica. Por este motivo, são comercializados produtos para países como Espanha, França, Roménia, Turquia, Eslovénia, Brasil, Chile, Marrocos, Africa do Sul, Irão e Índia (*Renault, 2021b*).

A *Renault Cacia* não só proporciona emprego a 1 196 colaboradores, como oferece quase 2 000 empregos diretos e outros tantos indiretos, contemplando simultaneamente mais de 25 tecnologias diversas (*Renault Cacia, 2021*).

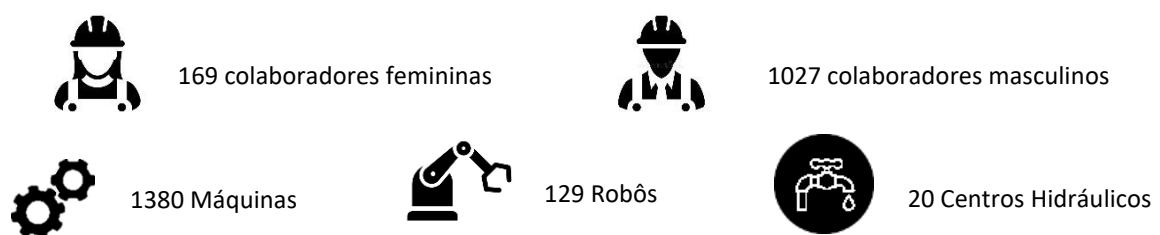


Figura 1 - Constituição dos recursos da Renault Cacia, adaptado de (*Renault Cacia, 2021*)

Desde 11 de Novembro de 1981 que a fábrica desenvolve a sua principal atividade no âmbito da produção de órgãos e componentes automóveis. Atualmente, é fabricado, a partir de peça bruta, três modelos de caixas de velocidades (JT4, DB, ND), incluindo todos os seus respetivos componentes. Além disso, também produz diversos componentes mecânicos que se destinam aos motores.

A unidade fabril é o maior fornecedor mundial de bombas de óleo do Grupo *Renault*, com uma produção que excede as 40 000 000 unidades. É de destacar, ainda, que é a única do grupo

responsável por fabricar a caixa JT4, presente no modelo *Renault Clio*, *Captur* e *Mégane*, assim como os *Dacia Sandero* e *Duster*. Por sua vez, a produção anual deste produto atinge as 600 mil unidades (Cruz, 2021).

Posto isto, é compreensível o destaque da produção de caixas de velocidades, sendo classificada como a melhor a nível mundial do construtor francês. Parafraseando José Vicente de Los Mozos “em cada *Renault* que circula no mundo existe pelo menos um componente fabricado em Cacia” (Santos, 2021). Para além disso, o Diretor Geral de Portugal e Espanha, mencionou que “Com um volume de negócios de 213 milhões de euros em 2020, a *Renault Cacia* é uma das maiores empresas exportadoras do país. É a segunda maior unidade industrial de construtores de automóveis, em Portugal, em número de colaboradores, tendo mais de 1100 pessoas que asseguram uma mão de obra qualificada” (Santos, 2021).

De facto, as instalações fabris da *Renault Cacia* são consideradas bastante extensas. A figura abaixo apresentada ilustra a planta de localização da instalação mencionada. No que diz respeito à fabricação, esta é composta por dois grandes departamentos, os quais estão ainda divididos em seis *ateliers* distintos, da seguinte forma:

- Departamento Caixas Velocidade – constituído pelos *ateliers* 1,2 e 5;
- Departamento Componentes Mecânicos – constituído pelos *ateliers* 3,4 e 6.

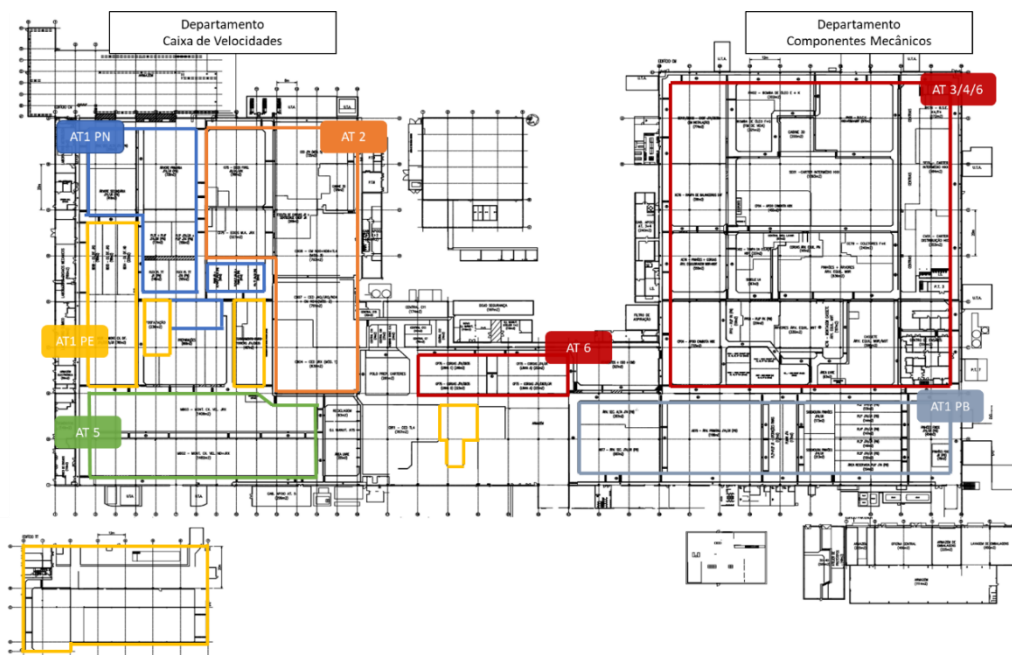


Figura 2 – Planta de localização com a divisão da Renault Cacia

O *Atelier 1* é constituído pelo *Atelier* Peça Branca (AT1 PB), *Atelier* Peça Negra (AT PN) e *Atelier* Processos Especiais (AT PE). O presente trabalho é sobre este último, que se dedica ao tratamento térmico de todas as peças provenientes do *Atelier 1* Peça Branca, do *Atelier 4* e do *Atelier 6*.

1.4. Objetivos

Segundo uma finalidade de promover a melhoria contínua como pensamento estratégico, a organização em questão esquematizou um projeto que assenta na implementação da filosofia *Lean* em todo o chão de fábrica. Para a empresa, o cenário *WTB – Want to Be* – é a concretização de uma instalação totalmente estandardizada onde se atingem objetivos traçados e otimizados relativamente ao mecanismo de processos, transporte e gestão.

Posto isto, todos os departamentos reúnem-se periodicamente para definir em conjunto diretrizes estratégicas relativamente a cada seção da fábrica, alinhadas com o cenário ideal. É neste sentido que se baseia o presente documento.

O objetivo do corrente trabalho consiste no lançamento de um projeto *Lean* no edifício TTh da *Renault* Cacia, cujas etapas estão estruturadas de acordo com a metodologia *DMAIC*. O foco principal é procurar otimizar integralmente o edifício, incidindo em quatro vertentes distintas – Processo, Transporte, Gestão e Energia.

Como consequência, pretende-se cultivar a mentalidade de melhoria contínua nas empresas, ao demonstrar uma implementação simplista num caso prático inserido na indústria automóvel.

1.5. Metodologia

A metodologia utilizada para lançar o projeto *Lean* no edifício de Tratamentos Térmicos tem por base o ciclo *DMAIC*. Como tal, o procedimento será dividido por fases, as quais seguirão sequencialmente as várias etapas da ferramenta *standard*.

Numa primeira instância, na etapa **definir**, foram fixados os objetivos do projeto que, perante a visão da empresa, consistem na redação de uma carta de compromisso. Este documento é estabelecido pela organização e, na sua essência, compreende os tópicos subsequentes:

- Identificação do(s) processo(s);
- Motivo de escolha do(s) processo(s);

- Identificação do(s) KPI(s);
- O(s) marco(s) de previsão do projeto;
- A equipa e integrantes.

De seguida, agendou-se o *kick-off*, uma reunião que engloba toda a equipa e partes interessadas, com o intuito de marcar o lançamento do projeto e sensibilizar os intervenientes para a importância do mesmo. Neste foi apresentada a carta de compromisso previamente redigida, enfatizando os objetivos estipulados de forma a recolher o *feedback* dos participantes sobre os mesmos, reajustando-os de acordo com as sugestões expostas.

A etapa **medir** consistiu no conhecimento do cenário atual do edifício, o que pode ser alcançado através de *gemba walks*, visitando o chão da fábrica e observando, documentando e inspecionando todo o meio envolvente, assim como as pessoas integrantes. Adicionalmente, é crucial a interação com o CUET e com a equipa, uma vez que são entidades responsáveis pelo setor em questão. Por sua vez, a análise documental pode ser adquirida de três formas distintas: através dos registos armazenados no local; através dos arquivos presentes no *sharepoint* da empresa; e através dos *softwares* que auxiliam a produção. No entanto, o diagnóstico concreto consistiu na recolha de dados quantitativos no terreno juntamente com a equipa pré-definida e com assistência dos recursos da empresa (*apps, tablets, PCs*). Nesta etapa foram levantadas as seguintes informações:

- Maquete de Colaboradores e Cartografia dos AGVs;
- Fluxo físico do processo;
- Taxa de ocupação dos postos;
- Taxa de ocupação dos AGVs.

Na fase **analisar** foi realizado um seminário de dois dias com o propósito de partilhar de ideias, apresentar sugestões e disputar as medições previamente recolhidas. Em conjunto, os participantes debateram acerca dos resultados do terreno definindo os problemas predominantes atuais, assim como o cenário ideal e a situação possível alcançar. Por fim, através de *brainstorming*, foi construído o plano de ações, documento responsável por reduzir ou eliminar os inconvenientes, aproximando o contexto atual ao concretizável.

Na fase **melhorar** o plano de ações foi posto em prática, através do seguimento e controlo das medidas propostas. Por norma, esta animação é feita semanalmente pelo chefe *Lean* de departamento e monitorizada pelos CUETs da seção do *atelier*. Tal atividade é realizada através

da aplicação cíclica do *PDCA* e do consequente balanço deste ciclo. Adicionalmente, durante esta fase de monitorização, devem-se identificar pequenos ajustes adicionais ao esquema inicial, sempre com o intuito de perseguir a otimização máxima dos processos.

Por fim, na fase **controlar** realizou-se o balanço do projeto que, posteriormente, será apresentado ao diretor da fábrica e a todos os intervenientes. Nesta etapa é fundamental a participação do departamento *APW* na documentação das mudanças aplicadas, na standardização dos processos modificados e na prestação de assistência na aplicação de mecanismos de gestão visual em falta.

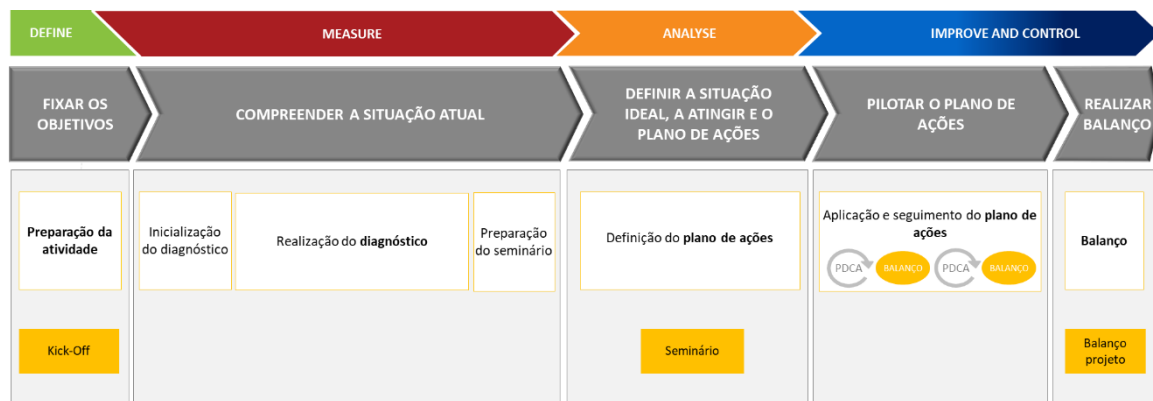


Figura 3 - Resumo da metodologia de um projeto *Lean* através do DMAIC

1.6. Estrutura do Documento

O presente documento encontra-se composto por cinco capítulos predominantes que, por sua vez, apresentam-se igualmente repartidos em múltiplas subdivisões. Como consequência, estes serão estruturados, de forma sintética, em seguida:

Capítulo 1

O primeiro capítulo refere-se a todo o âmbito do projeto em questão. Inicialmente é relatada a relevância do setor automóvel para o país, seguindo-se a motivação e contextualização que justifica a escolha do projeto e garante que este apresenta significância e relevância tendo em conta o estado nacional na atualidade. Adicionalmente, é apresentada a empresa acolhedora,

introduzindo-se primeiramente o Grupo *Renault* e, posteriormente, o contexto operacional da *Renault Cacia*. Por fim, são expostos os objetivos e a metodologia do projeto.

Capítulo 2

O segundo capítulo visa o enquadramento teórico dos tópicos abordados ao longo do presente documento, onde são destacados três seções relevantes. Primeiramente, é introduzido o conceito Gestão de Projetos e, logo após, encontra-se a definição de *KPIs*. A segunda seção diz respeito ao *Six Sigma* e, dentro deste tema, a metodologia *DMAIC*. Por último, é exposto o *Lean*, os seus propósitos, princípios, estrutura e, além disso, são destacados os desperdícios *Lean* e a ferramenta 5s.

Capítulo 3

O terceiro capítulo expõe todas as particularidades referentes à situação inicial do processo produtivo decorrente no edifício TTh, de forma que, no caso prático, sejam compreensíveis todos os problemas identificados.

Capítulo 4

Por sua vez, o quarto capítulo será apresentado o caso prático na sua totalidade e devidamente dividido nas respetivas fases da metodologia *DMAIC*: Definir; Medir; Analisar; Melhorar; controlar.

Capítulo 5

Por fim, o quinto capítulo submete todas as propostas de melhoria e resultados que sejam relevantes apresentar, seguindo-se as conclusões do projeto com os principais contributos e valor acrescentado do projeto e as propostas de trabalhos futuros.

2. Enquadramento Teórico

2.1. Gestão de Projetos

O projeto é constituído por uma série de atividades e tarefas que consomem determinados recursos para, no fim, atingir um objetivo específico (Munns & Bjeirmi, 1996) num prazo de tempo pré-determinado (Atkinson, 1999). Vários estudos empíricos afirmam que a eficácia de uma empresa depende, em grande parte, do sucesso dos seus projetos (Milosevic & Patanakul, 2005), o que enfatiza a importância da sua gestão. Ao utilizar estruturas e recursos organizacionais existentes e ao aplicar um conjunto de ferramentas e técnicas, o gestor deve ser capaz de realizar com êxito os objetivos da empresa (Munns & Bjeirmi, 1996).

Teoricamente, o “triângulo de ferro” é um triângulo que possui nas suas vertentes os seguintes critérios de sucesso: custo, qualidade e tempo (Atkinson, 1999). No entanto, uma série de variáveis e fatores, por vezes incalculáveis, afetarão a capacidade de atingir esses objetivos. E, o que é certo é que o próprio gestor desempenha o maior papel nesta conquista e cabe a este conseguir controlar e coordenar estes imprevistos com a devida prevenção (Atkinson, 1999).

De facto, devido aos diversos aspetos do projeto, vários autores divergem nos modelos e *frameworks* que desenvolvem (Lalic et al., 2021). Porém, nas empresas desenvolvidas e integradas numa indústria de alta velocidade, a gestão de projetos padronizado é encorajado e reconhecido como uma estratégia favorável (Milosevic & Patanakul, 2005).

2.1.1. Indicadores-Chave de Desempenho

Os *KPIs* são uma das mais importantes ferramentas de medição de desempenho utilizadas para avaliar a *performance* real da empresa e dos projetos, monitorizando-os e estabelecendo estratégias satisfatórias de melhoria (Chan & Chan, 2004; Cristea & Cristea, 2021). Desta forma, os *Key Performance Indicators* são definidos como técnicas de gestão que permitem a medição do sucesso atual e futuro de qualquer organização (Graham et al., 2015).

Os responsáveis podem e devem apoiar-se nestas medidas para avaliar o progresso em direção ao objetivo específico e pré-determinado, informando os *stakeholders* da progressão e detetando possíveis desalinhamentos entre a situação real e a planeada (Cristea & Cristea, 2021). Algumas características inerentes a estes indicadores são:

- **Consistentes:** não devem de entrar em conflito com outras medidas de desempenho (Graham et al., 2015) e devem ser específicos para cada processo específico a ser avaliado (Cristea & Cristea, 2021), uma vez que se concentram em aspetos críticos de produtos ou resultados (Chan & Chan, 2004).
- **Relevantes:** devem apoiar os objetivos organizacionais estratégicos (Graham et al., 2015), apenas utilizando um número limitado e controlável. O seu uso em excesso pode consumir quantidades substanciais de tempo e recursos (Chan & Chan, 2004).
- **Específicos e Ponderados:** identificando os desperdícios em diversas áreas da empresa (Cristea & Cristea, 2021). Para além disso, os *KPIs* devem ser quantificáveis, precisos e o seu significado deve ser devidamente compreendido por todos da organização (Graham et al., 2015).
- **Sistemáticos:** pois devem ser medidos com frequência, refletindo as prioridades atuais e, potencialmente, sofrendo alterações e refinamentos para representar também as futuras (Chan & Chan, 2004; Graham et al., 2015).
- **Elementares:** simples em design, fáceis de atualizar e acessíveis a todos os intervenientes ou partes interessadas (Chan & Chan, 2004).

Atualmente, relativamente ao setor da manufatura, estudos revelam que as empresas focam-se especialmente na satisfação do cliente e na confiabilidade de entrega do produto (Cristea & Cristea, 2021).

2.2. Metodologia *Six Sigma*

O *Six Sigma* é uma metodologia devidamente estruturada com foco na redução da variação, na medição de defeitos e na melhoria da qualidade de produtos, processos e serviços (Gijo et al., 2011). Nos anos 1980, foi desenvolvida pelo engenheiro *Bill Smith* da *Motorola* com o intuito de melhorar a qualidade (Snee, 2010). Citando o *Pyzek*, o *Six Sigma* difere de outras iniciativas de qualidade no sentido em que aumenta tanto o valor do cliente, como a eficiência dos processos. Tal permitiu que a *Motorola* ganhasse 15 biliões de dólares durante onze anos (Sunder, 2014) o que ficou denominado como “os seis passos para o *Six Sigma*”.

Em termos de comparação, o processo de melhoria da qualidade da *Motorola* e os cinco princípios da produção *Lean* pode parecer, à primeira vista, que não existe grandes diferenças. No

entanto, caso existam desigualdades, estas parecem residir especialmente no terceiro e quarto princípio do *Lean* (Dahlgard & Dahlgard-Park, 2006):

Tabela 1 - Processo "Seis passos para o Six Sigma" da Motorola, adaptado de (Dahlgard & Dahlgard-Park, 2006)

Produção (produtos fabricados)	Não Produção (Administração/Escritório/Serviço)
Identificar os requisitos físicos e funcionais do produto	Identificar o produto criado ou o serviço fornecido
Determinar as características críticas dos produtos	Identificar o cliente e determinar o que este precisa para ficar satisfeito. Nota: Não conseguir satisfazer os requisitos do cliente é um defeito.
Distinguir, para cada característica, se esta é controlada por uma peça, processo ou ambos	Identificar as necessidades dos fornecedores e clientes, de modo a fornecer produtos/serviços que satisfaçam o último.
Determinar, para cada característica, o alcance máximo	Definir o processo (mapeamento)
Determinar, para cada característica, a variação do processo	Transformar o processo à prova de erros e eliminar desperdícios (em esforços e atrasos)
Se capacidade do processo $C_p < 2$, deve-se redesenhar materiais, produtos e processos, conforme necessário	Garantir melhorias contínuas ao medir, analisar e controlar o processo melhorado (estabelecer medições de qualidade e tempo de ciclo e metas de melhoria).

Mundialmente, esta metodologia rapidamente ganhou popularidade em todos os setores de serviço, apesar da sua origem puramente industrial. Atualmente, o *DMAIC* é o método mais comum entre empresas para as melhorias de processos através da gestão *Six Sigma* (Sunder, 2014).

2.2.1. Ciclo *DMAIC*

O *DMAIC* é um ciclo de melhoria composto por cinco etapas e, por norma, é utilizado para melhorar, otimizar e estabilizar processos de negócio. Esta ferramenta é maioritariamente

empregue com o intuito de coordenar projetos *Six Sigma* (Gejdoš, 2015). No entanto, pode ser aplicada como *framework* para outras aplicações de melhoria (Bhuiyan & Baghel, 2005).

→ **Definir:** em primeiro lugar, a primeira fase desta metodologia pretende definir as oportunidades (Bhuiyan & Baghel, 2005) que, no fundo, corresponde à definição do problema que existe atualmente (Gejdoš, 2015). Assim, é corretamente identificado o processo ou produto a ser melhorado neste ciclo (Dahlgaard & Dahlgaard-Park, 2006). De seguida, é importante articular outros aspetos igualmente relevantes, como o scope do projeto (Gijo et al., 2011; Gejdoš, 2015), o objetivo em termos de requisitos do cliente (Gijo et al., 2011), os potenciais recursos e até o cronograma de alto nível do projeto (Gejdoš, 2015). Numa primeira instância, de modo a resolver qualquer problema na metodologia SS, é fundamental formular uma equipa de elementos associados ao processo (Gijo et al., 2011), procurando esclarecer fatos e definir todos os aspetos acima indicados (Bhuiyan & Baghel, 2005).

→ **Medir:** o objetivo desta etapa é definir, de forma objetiva, o estado atual. Este é extremamente útil uma vez que fornece uma base à identificação do cenário de melhoria a alcançar (Gejdoš, 2015). Posto isto, é necessário efetuar um levantamento da *performance* do processo (Bhuiyan & Baghel, 2005), medindo o desempenho atual, recolhendo e comparando dados e, conseqüentemente, ajustando os problemas/metabolismos (Taner et al., 2007). Adicionalmente, é útil, do ponto de vista do processo, identificar todas as atividades críticas para os requisitos do cliente e desempenho da qualidade, ou seja, aquelas que realmente contribuem para a satisfação do cliente (Dahlgaard & Dahlgaard-Park, 2006). O gestor do projeto desempenha um papel extremamente importante nestas atividades, podendo este realizar a recolha de dados ou, alternativamente, transferir esta função para um outro membro do projeto (Sunder, 2014). No entanto, toda a equipa deve definir o que medir e como o efetuar (Gejdoš, 2015).

→ **Analisar:** esta fase visa determinar as causas-raiz dos problemas ou ineficiências do processo. Assim, torna-se viável desenvolver atividades de melhoria, ou seja, hipóteses, a implementar para corrigir as fontes de desperdícios identificadas e melhorar o processo (Ruben et al., 2017; Taner et al., 2007). Durante este procedimento, é relevante assinalar as lacunas ou restrições inerentes a cada ação de melhoria, caso existam (Taner et al.,

2007). Na verdade, existem inúmeras ferramentas a utilizar, como a análise de Pareto, o Diagrama de Causa-Efeito, os Cinco Porquês, o *Brainstorming*, ou até o uso de Dados Estatísticos (Kumar et al., 2006). No entanto, é responsabilidade da equipa do projeto identificar as adequadas à situação exposta. Ultimamente, o objetivo corresponde à correta identificação, validação e seleção da origem do desperdício, para posteriormente um plano de boas práticas ser implementado e a ineficiência ser eliminada (Gejdoš, 2015).

- **Melhorar:** de seguida, é necessário melhorar o processo através da identificação, do teste e da implementação das soluções possíveis (Gejdoš, 2015). Desta forma é possível medir e comparar os resultados, escolhendo as mais eficazes e padronizando essas mesmas soluções (Taner et al., 2007). Todas as ações devem ser monitorizadas e os seus resultados sejam devidamente registados (Ruben et al., 2017), auxiliando na descoberta de relações variáveis e tolerâncias operacionais (Kumar et al., 2006). Nesta etapa, como ferramentas de recurso, deve-se recorrer ao *DOE (Design of Experiments)*, *Brainstorming*, *Kaizen* e outras técnicas de melhoria de processos. Por fim, deve-se sempre efetuar uma análise de custo-benefício do projeto (Ruben et al., 2017).
- **Controlar:** nesta fase, a sustentabilidade das melhorias deve ser preservada através da documentação e da standardização, o que cria uma descrição clara das mudanças (Ruben et al., 2017). Estas devem ser comunicadas a todos os colaboradores envolvidos durante o processo de implementação e, caso necessário, deve ser desenvolvido um fluxograma que descreva claramente o papel e as tarefas de cada indivíduo após a instalação das melhorias (Ruben et al., 2017). Adicionalmente, é necessário avaliar a necessidade de fornecer formação aos colaboradores de forma que estes deem seguimento às modificações realizadas e mantenham as boas práticas no posto de trabalho. O grande desafio é a preservação dos resultados alcançados devido a premissas como a mudança de emprego, a promoção/transferência de pessoas, a mudança de foco do indivíduo, entre outras (Gijo et al., 2011)... Adicionalmente, os mecanismos de Gestão Visual, o *TQM* e o *Poka Yoke*, são fundamentais, uma vez que fornecem um auxílio visual para controlar a entrada principal e variáveis de saída referentes a métricas operacionais e ambientais (Ruben et al., 2017). Nesta etapa são utilizados gráficos para controlo do processo, planos de monitorização e qualidade e são compartilhadas informações entre colaboradores para aumentar a aprendizagem dos mesmos (Gijo et al., 2011; Kumar et

al., 2006). Dependendo do resultado, pode ser necessário rever uma ou mais das fases anteriores (Dahlgaard & Dahlgaard-Park, 2006).

2.3. Filosofia *Lean*

Com a crescente globalização, o mercado automóvel tornou-se progressivamente mais competitivo, devido a forças ameaçadoras externas que promoviam a disputa pela liderança. Naturalmente, essa dinâmica articulou a busca por maneiras de reprimir o desperdício, ampliar a qualidade do produto e, por fim, preservar a competitividade da empresa.

O termo *Lean* foi introduzido, pela primeira vez, no livro “*The Machine That Changed the World*”, escrito por James P. Womack, Daniel T. Jones e Daniel Roos (J. P. Womack & Jones, 1997; Tyagi et al., 2015). No entanto, este conceito evoluiu de uma filosofia famosa – *Toyota Production System* (TPS) -, originada pelo engenheiro Taiichi Ohno na *Toyota Motor Japan*, durante a Segunda Guerra Mundial nos anos 1950, com o intuito de melhorar a competitividade da produção da empresa (Yeen Gavin Lai et al., 2019; J. P. Womack & Jones, 1997).

O propósito primordial do *Lean* é a redução de *muda*, palavra japonesa que significa desperdício, e este pode ser caracterizado como todas as atividades humanas que consomem recursos, mas não agregam valor reconhecido pelo cliente aos produtos e/ou serviços (J. P. Womack & Jones, 1997). Desta forma, todas os processos podem ser classificados tendo em conta as seguintes três categorias essenciais:

1. **Valor acrescentado:** são aquelas que realmente impulsionam o processo e que os clientes estão dispostos a pagar, ou seja, criam valor para o consumidor final (Rivera, 2020);
2. **Que não acrescentam valor, mas são necessárias:** são as atividades que não são “visíveis” ao cliente, nem impulsionam o processo, mas sem estas, a produção não seria possível (Tyagi et al., 2015);
3. **Desperdício:** todos os processos que elevam os custos operacionais, mas não adicionam valor ao cliente final (J. P. Womack & Jones, 1997) e, por essa mesma razão, devem ser devidamente identificadas e eliminadas (Tyagi et al., 2015).

É nesta última categoria que o *Lean* se foca. Desta maneira, quer seja através de uma mentalidade ou, por outro lado, através de um extenso sistema de ferramentas e técnicas, esta metodologia propiciará uma busca pela melhoria contínua ao transformar *muda* em valor. Este, tal como mencionado, é definido apenas pelo consumidor e pode ser medido pelo nível de eficiência com que o produto é entregue, tendo em conta o pedido do cliente e o tempo de entrega do produto (Tyagi et al., 2015).

A filosofia abordada não só se foca em melhorar processos a partir da remoção de *muda* (desperdício), como também elimina o *muri* (excesso/sobrecarga) e *mura* (inconsistência/irregularidade) dos processos (Yeen Gavin Lai et al., 2019). Posto isto, todas as práticas *Lean* tentam colmatar estes desperdícios e, para tal, podem ser distinguidos cinco princípios fundamentais segundo (J. P. Womack & Jones, 1997):

- 1) **Valor:** este apenas pode ser definido pelo cliente final e não pela organização. O valor é significativo apenas relativamente a um produto em específico, como um bem/serviço, que satisfaça as necessidades do consumidor, a um determinado preço e um determinado momento. Adicionalmente, aquando da produção, pode existir complexidade despropositada que convém ser delineada e eliminada (Yeen Gavin Lai et al., 2019, Rivera, 2020).
- 2) **Identificação e mapeamento do fluxo de valor:** o fluxo de valor corresponde ao conjunto de todas as ações necessárias à entrega com sucesso do produto ao cliente. A ausência de comunicação entre os diversos recursos (pessoas, máquinas...) pode originar a existência de passos duplicados no processo produtivo (Yeen Gavin Lai et al., 2019). Após a identificação do valor, a próxima etapa consiste em procurar se este está a ser criado ao longo do processo (J. Womack et al., 1991).
- 3) **Criar fluxo:** promover o fluxo entre as etapas que criam valor (Yeen Gavin Lai et al., 2019) e eliminar as interrupções ou desperdícios que possam afetar as etapas do processo de produção. Tal originará uma maior produtividade do fluxo, traduzida numa melhoria na qualidade, custos e serviço (Rivera, 2020).

- 4) **Produção Pull:** a produção é determinada pelo cliente, um pedido ativa a fabricação do produto (Yeen Gavin Lai et al., 2019), o que será mais intuitivo após a correção do fluxo, desprezando a produção com base em previsões de vendas a longo prazo (Rivera, 2020).
- 5) **Busca pela perfeição:** ciclo contínuo de melhoria que se resume à utilização do mínimo de recursos (como o esforço, energia, equipamento, tempo, espaço da instalação, materiais e capital) (J. P. Womack & Jones, 1997), recorrendo a técnicas e ferramentas Lean que auxiliem esse procedimento (Yeen Gavin Lai et al., 2019). A eliminação de resíduos é, desta forma, realizada de uma forma progressiva, tendo sempre em conta os recursos disponíveis da organização (Rivera, 2020).

A estrutura do sistema Lean é visualmente facilitada através da casa *TPS*, que representa os múltiplos pilares, fundamentos, princípios, técnicas e métodos (Rivera, 2020) que promovem a melhoria contínua no ambiente industrial, contribuindo para um aumento da eficiência e produtividade dos sistemas de produção (Yeen Gavin Lai et al., 2019).

→ **JIT:** sistema que produz e entrega os produtos no momento certo e nas quantidades certas. O *Just-in-Time* aproxima-se do *just-on-time* (no momento exato) quando as atividades *upstream* ocorrem minutos ou segundos antes das atividades *downstream*, originando um fluxo único. Os elementos principais relacionados com este conceito, que funcionam praticamente como pré-requisitos, são o fluxo, *pull*, trabalho *standard* e o *takt time* (J. P. Womack & Jones, 1997). É a ferramenta mais reconhecida do Sistema Toyota e encarrega-se de eliminar inventários desnecessários, tanto de *WIP* como de produto acabado, além de ser flexível o suficiente para se adaptar rapidamente às mudanças da procura (J. Womack et al., 1991).

→ **Jidoka:** criado por *Sakichi Toyoda*, no século XX, quando inventou os teares automáticos que, sempre que um fio se rompia, paravam instantaneamente. Esta descoberta permitiu que o operador fosse capaz de supervisionar muitas máquinas diminuindo o risco que estas produzissem grandes quantidades de tecido com defeito (J. P. Womack & Jones, 1997). *Jidoka*, é uma palavra de origem japonesa cujo significado assenta no controlo autónomo de defeitos, através de uma técnica baseada na incorporação de sistemas e dispositivos que atribuem às máquinas inteligência humana. Esta destreza proporciona a

capacidade de detetar a ocorrência de erros e incentivar a paragem instantânea da produção (Rivera, 2020; J. P. Womack & Jones, 1997). Desta forma, torna-se possível detetar, de uma forma mais fácil e eficaz, as causas dos problemas e pôr em prática a sua eliminação pela raiz, evitando que estes prossigam para as seguintes fases da produção. Este método faz parte do princípio do defeito zero, que previne esta transmissão. Caso os defeitos não forem corrigidos, ou a causa destes não seja descoberta, estes podem ser replicados, resultando tanto em retrabalhado como num aumento exponencial do custo (Stief et al., 2018). Por outro lado, caso sejam descobertos e eliminados, os processos *downstream* só receberam peças de boa qualidade e este é a meta a atingir (Dillinger et al., 2021).

- **Heijunka**: significa “produção nivelada”, ou seja, corresponde à técnica que procura planear e nivelar a produção tendo em conta a procura do cliente, em termos de volume e variedade, durante um determinado período de tempo, geralmente um dia ou turno de trabalho (J. Womack et al., 1991). A criação de uma “programação nivelada” encadeia os pedidos num padrão repetitivo, suavizando as variações que poderão existir no dia a dia, de forma a corresponder à procura total ao longo prazo. Este tipo de planificação é inevitável devido à capacidade finita e ao tempo de *setup* existentes nos processos tanto da empresa como dos seus fornecedores. De facto, a gestão prática desta ferramenta necessita um bom domínio dos efeitos da procura, de modo que estes sejam contabilizados corretamente e atendidos sem contratempos (Rivera, 2020).

- **Trabalho standard**: princípio projetado para criar um conjunto técnico comum de regras que propõe uma forma exemplar, simples e segura de realizar o processo (Stief et al., 2018; Rivera, 2020). Desta forma, descreve precisamente cada atividade de trabalho, especificando o tempo de ciclo, o *takt time*, a sequência, o inventário e os *standards* (J. P. Womack & Jones, 1997), evitando erros recorrentes e preservando o *know-how* da empresa (Rivera, 2020). De forma a construir conhecimento comum de um produto/serviço devem-se evitar desvios e ações indesejadas, cultivando uma mentalidade que incentiva a que todos sigam as regras. Uma ferramenta comum é os 5s que auxilia a alcançar ordem e limpeza no posto de trabalho, através da padronização do mesmo (Stief et al., 2018).

→ **Kaizen**: melhoria contínua e incremental de uma atividade para criar mais valor com menos *muda* (J. P. Womack & Jones, 1997). O objetivo deste conceito é identificar problemas ou oportunidades de melhoria que permitam a implementação de ações corretivas para a resolução desses mesmos problemas (Rivera, 2020).

2.3.1. Desperdícios Lean (7+1)

De forma a resultar num aumento de eficiência e eficácia dos processos, deve-se ter em conta a existência dos sete desperdícios originais, definidos por *Taiichi Ohno* (1912-1990) (Stief et al., 2018), tendo estes, mais tarde, sido expandidos para oito (Cifone et al., 2021):

1. **Excesso de produção**: fabricação de quantidades acima das requeridas, de produtos não necessários ou cuja ordem de fabricação não tenha sido dada pelo cliente final (Yeen Gavin Lai et al., 2019). O excesso de produção pode contribuir para custos monetários adicionais relativamente ao processo (como, por exemplo, de manuseio, inspeção, transporte para armazéns intermédios) e de armazenamento de produtos, o que, por sua vez, também ocupa espaço na empresa. Adicionalmente, esta prática pode resultar na ocultação de defeitos, uma vez que os problemas da qualidade são mais difíceis de identificar (Dillinger et al., 2021).
2. **Espera**: desperdício de tempo, existência de atrasos e inatividade/incapacidade de processar devido a razões imprevistas, resultando em processos ineficientes (Rivera, 2020).
3. **Transporte**: movimento desnecessário de materiais ou transporte de produtos não essenciais para o processo de produção (Yeen Gavin Lai et al., 2019).
4. **Excesso de inventário**: acumulação de stock de matérias-primas, materiais ou produtos acabados ou em fabricação (WIP) (Yeen Gavin Lai et al., 2019).
5. **Movimentos desnecessários**: movimentos de pessoas ou máquinas que não acrescentem valor (Rivera, 2020).

6. **Excesso de processamento:** etapas desnecessárias ou mais complexas do que o suposto, feitas durante a produção do produto. Reflete-se, também, na produção de elementos sem valor ou que não tenham sido requisitados pelo cliente (Yeen Gavin Lai et al., 2019);
7. **Defeitos:** produção de artigos defeituosos, com qualidade inaceitável ou de retrabalho, ou seja, produtos que necessitam de incorrer em processos de correção (Yeen Gavin Lai et al., 2019).
8. **Pessoas:** utilização errada de capital humano e das suas capacidades ou competências. Por exemplo, a indevida atribuição de cargos a pessoas com determinadas competências, falta de aposta na formação contínua dos trabalhadores ou o não envolvimento dos mesmos na resolução de problemas (Rivera, 2020).

2.3.2. Método 5s

O 5S foi desenvolvido pela *Toyota* para eliminação do desperdício disfarçado na fábrica (Randhawa & Ahuja, 2017), mais precisamente, este consiste num método japonês de organização do espaço em questão (Veres et al., 2018). O método referido é considerado uma abordagem padrão que, tanto visa a limpeza dentro da organização, como auxilia a reduzir as atividades que não possuem valor acrescentado (Randhawa & Ahuja, 2017). Adicionalmente, é facilmente utilizado na prática, uma vez que possui uma excelente relação custo-benefício, maximizando a eficiência e a eficácia dos processos envolventes (Gapp et al., 2008). O método 5S inclui cinco fases:

- **Utilização** (Seiri): primeiro é fundamental distinguir claramente os bens/equipamentos que são precisos daqueles que não são, para os retirar e limpar o local de trabalho (Veres et al., 2018; Randhawa & Ahuja, 2017). Tudo isto exige esforço, organização e autodisciplina (Randhawa & Ahuja, 2017);
- **Organização** (Seiton): manter os bens/equipamentos necessários no seu sítio designado (Randhawa & Ahuja, 2017), ou seja, ordená-los, de forma sistemática, designando um local de fácil acesso ao operador onde podem ser facilmente retirados e devolvidos após o seu uso (Veres et al., 2018). O objetivo do corrente elemento é utilizar o espaço de forma económica através da priorização da necessidade e da importância. Durante este procedimento, é importante entender “quem”, “o quê”, “porquê”, “onde”, “quando” e “como”, relativamente a cada bem/equipamento. Os benefícios desta etapa

compreendem um processamento rápido, uma redução de erros, o acréscimo de disciplina e o aparecimento de ideias criativas conjuntamente com a elevação da moral dos colaboradores (Randhawa & Ahuja, 2017);

- **Limpeza** (Seiso): manter o espaço de trabalho e os equipamentos limpos (Veres et al., 2018; Randhawa & Ahuja, 2017), identificando irregularidades que possam surgir (Veres et al., 2018). Assim, nesta etapa são fundamentais três atividades - limpar, manter a sua aparência e usar medidas preventivas para a manutenção das duas primeiras (Randhawa & Ahuja, 2017). Posto isto, poeira, sujidade e resíduos são algumas fontes de desorganização, indisciplina, ineficiência, produção defeituosa e até motivos causadores de acidentes de trabalho (Veres et al., 2018).
- **Padronização** (Sheiketsu): consiste no ato de documentar e padronizar o método, utilizando procedimentos padronizados. Durante esta fase de implementação, a equipa desenvolve o procedimento operacional padrão para estabelecer as melhores práticas no local de trabalho (Randhawa & Ahuja, 2017). Estes devem ser comunicativos, claros e fáceis de entender (Veres et al., 2018) e, podem ser alcançados através da inovação e da gestão visual (Randhawa & Ahuja, 2017). A Gestão Visual tem sido vista como um mecanismo eficaz de melhoria contínua, uma vez que pode desempenhar um papel importante na produção, qualidade, segurança e atendimento ao cliente, identificando todos os aspetos do processo (por exemplo, através de etiquetas). Os benefícios da padronização incluem: baixo custo de manutenção e despesas gerais; fidelidade à organização; e aumento da eficiência do processo (Randhawa & Ahuja, 2017).
- **Disciplina** (Shitsuke): consiste em preservar, de forma contínua, os procedimentos anteriormente estabelecidos nos postos de trabalho (Veres et al., 2018). A partir deste controlo, torna-se possível estabelecer mudanças proativas no comportamento dos funcionários, indo de encontro ao significado da palavra "*Shitsuke*": enraizar nas pessoas a simples capacidade de executar algo da forma correta. Para além disso, também é papel importante realizar a monitorização da rotina diária, mantendo a autodisciplina e tornando esta prática um hábito ou cultura dentro da organização. Tudo isto, leva a benefícios como aumento da produtividade da mão de obra e produtos de qualidade sem acidente de trabalho. No entanto, o sucesso do 5S é condicionante pelo envolvimento holístico da gestão na auditoria 5S, pelo feedback sobre o desempenho desta técnica e,

por fim, pelo incentivo na participação no processo de implementação (Randhawa & Ahuja, 2017).

Caso esta for realizada de forma contínua, a implementação do método 5S em organizações releva um conjunto de vantagens. No geral, toda a ferramenta contribui para o aumento da eficácia e eficiência dos processos (Veres et al., 2018), para a organização do ambiente de trabalho, para a padronização do fluxo de trabalho, para a atribuição de responsabilidades aos funcionários e para o aumento da produtividade (Randhawa & Ahuja, 2017). Mais precisamente, cada etapa contribui maioritariamente para algumas vantagens, tais como:

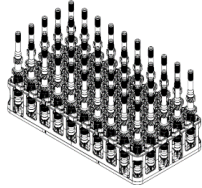
- **Utilização** (Seiri): maximização da eficiência e eficácia, ao reduzir a carga de trabalho das pessoas e, por fim, diminuição dos erros humanos através da simplificação de processos (Gapp et al., 2008);
- **Organização** (Seiton): diminuição de custos, prazos de entrega mais seguros, (Randhawa & Ahuja, 2017), maximização da eficiência e eficácia, ao reduzir a carga de trabalho das pessoas e, por fim, diminuição dos erros humanos através da simplificação de processos (Gapp et al., 2008);
- **Limpeza** (Seiso): diminuição de custos, prazos de entrega mais seguros (Randhawa & Ahuja, 2017), maximização da eficácia, ao contribuir para uma vida mais saudável, contribuição para a segurança e bem-estar, bem como o aumento da transparência (Gapp et al., 2008);
- **Padronização** (Sheiketsu): alta taxa de rentabilidade (Randhawa & Ahuja, 2017), maximização da eficácia, ao contribuir para uma vida mais saudável, contribuição para a segurança e bem-estar, bem como o aumento da transparência (Gapp et al., 2008);
- **Disciplina** (Shitsuke): alta diversificação do produto, alta taxa de rentabilidade (Randhawa & Ahuja, 2017), aumento do nível de moral, através da formação e educação dos colaboradores, que eleva a qualidade de vida e os padrões do trabalho. Durante esta fase, esta ferramenta pode, e deve, ser integrado com outros métodos japoneses de sabedoria de vida *Kaizen* (mudança para o melhor) e de *me-de-miru* (visual). Estes sistemas conjuntos denominam-se *me-de-miru kanri*, o que significa “sistema de controlo visual” (Gapp et al., 2008).

3. Análise da Situação Inicial

3.1. Contexto da Linha

Os processos em análise estão localizados no edifício de Tratamentos Térmicos da fábrica *Renault Cacia* (Edifício Caixas de Velocidade) e engloba as seguintes diversidades de peças:

Figura 4 - Diversidade de peças dos TTH

<p>Peça(s)/Órgão(s):</p> 	<p>Árvore Primária – JT4</p> <p>Árvore Secundária – JT4</p> <p>Pinhão Louco 1ª, 2ª, 3ª, 4ª, 5ª, 6ª, MAR – JT4</p> <p>Árvore Secundária MAR – JT4</p> <p>Pinhão Fixo 3ª, 4ª, 5ª, 6ª – JT4</p> <p>Pinhão Louco 6ª – PK</p> <p>Coroa do Diferencial – JT4 / DB35</p> <p>Pinhão e Coroa – Árvores de Equilibragem</p>
---	---

As linhas funcionam num princípio de fluxo *Pull*, ou seja, é o cliente que determina a necessidade de produção que, neste caso, é maioritariamente a linha de montagem de Caixas de Velocidades. Por conseguinte, o Técnico de Gestão da Produção elabora o Programa Diário de Fabricação tendo em conta não só o consumidor, assim como o *stock* de peças, e entrega uma cópia ao responsável do *atelier*.

O planeamento mencionado estabelece a produção previsional de todas as peças. No entanto, apesar deste documento estabelecer as linhas de orientação do que se deve produzir, o CUET é o único responsável por organizar a fabricação de forma que esta responda corretamente às necessidades entregues.

Numa fase inicial, as peças que chegam ao edifício TTh são de fabrico interno, provenientes do *atelier 1* de peça branca, do *atelier 4* e do *atelier 9*. O transporte destes órgãos são assegurados pelos meios indicados na tabela seguinte:

Tabela 2 - Peças provenientes das linhas da Peça Branca

Designação	Diversidade	UC	Quantidade de peças/ UC	UM	Quantidade de UC/ UM	Quantidade de peças/ UM
Coroa Diferencial	DB35	Pratos	55	Carro	3	165
Árvore Primária	JT4	Pratos	50	Carro	2	50
Árvore Secundária	JT4	Pratos	50	Carro	2	50
Pinhão Louco 1ª	JT4	Pratos	90	Carro	2	90
Pinhão Louco 2ª	JT4	Pratos	108	Carro	2	108
Pinhão Louco 3ª	JT4	Pratos	192	Carro	2	192
Pinhão Louco 4ª	JT4	Pratos	144	Carro	2	144
Pinhão Louco 5ª	JT4	Pratos	144	Carro	2	144
Pinhão Louco 6ª	JT4	Pratos	144	Carro	2	144
Pinhão Louco MAR	JT4	Pratos	108	Carro	2	108
Árvore Secundária Alta	JT4	Pratos	126	Carro	3	378
Pinhão Fixo 3ª	JT4	Pratos	198	Carro	1	198
Pinhão Fixo 4ª	JT4	Pratos	288	Carro	1	288
Pinhão Fixo 5ª	JT4	Pratos	352	Carro	1	352
Pinhão Fixo 6ª	JT4	Pratos	416	Carro	1	416
Coroa Diferencial	JT4	Pratos	55	Carro	1	165
Pinhão Louco 6ª	PK	Pratos	196	Carro	1	588
Coroa AEQ		Cestos	20	Carro		480
Pinhão AEQ		Cestos	12	Carro		264

A Tabela 2 indica que, por exemplo, a Coroa do Diferencial da diversidade DB35 é transportada num carro interno que possui 3 pratos, cada com 55 peças que, no total, perfaz 165 peças por veículo.

Após todas as operações do edifício, as peças são transportadas para as linhas de Peça Negra de acordo com o tipo de peça, mais concretamente, para a/o *Redressage*/Desempeno, a Fosfatação ou a Retificação.

3.2. Esquema Geral do Edifício

A figura abaixo apresentada ilustra o esquema geral do edifício dos TTh e delinea toda a sua respetiva composição, salientando-se apenas os espaços destinados à fabricação.

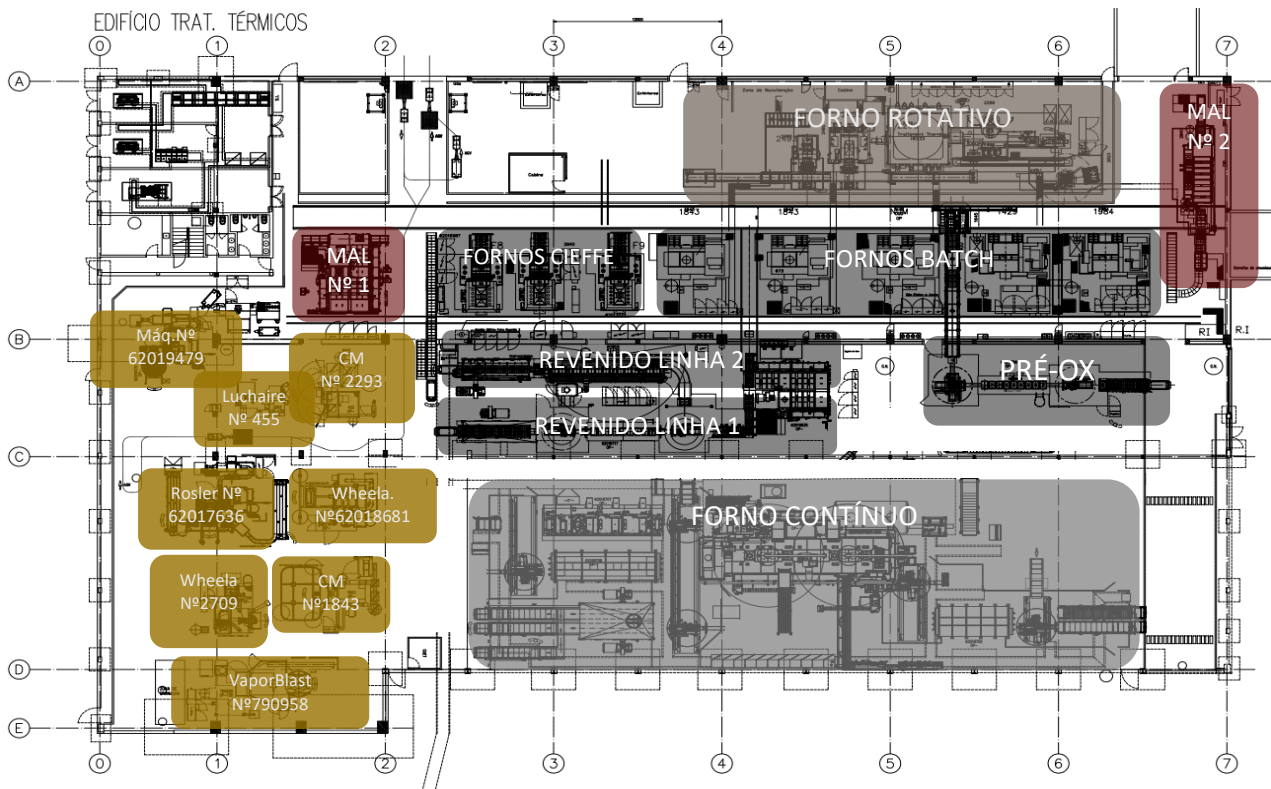


Figura 5 - Esquema geral do edifício TTh

No entanto, na sua integridade, existe uma zona social constituída pelas casas de banho, uma sala de refeições e um compartimento destinado a reuniões da UET. Para além dessa região, existe a zona UET que é formada por um espaço UET e uma cabine UET. No que toca à produção existe 3 linhas de fornos, nomeadamente:

- Linha 1 – Um forno Rotativo (Instalação contínua);
- Linha 2 – Um forno de Pré-Oxidação, oito fornos Auxiliares (cinco e três Cieffe) e duas filas de Revenidos;
- Linha 3 – Um forno Contínuo (Instalação contínua);

Embora todas as linhas acima mencionadas possuam máquinas de lavar integradas existem dois equipamentos adicionais, caso estas se apresentem ocupadas ou, em minoria das ocorrências, danificadas, que são: a máquina de lavar nº 1 e nº2.

A segunda seção fundamental à produção neste edifício é a granalhagem que, por sua vez, é constituída por 4 ilhas, exemplificando:

- Ilha 1 – Máquina nº 62019479 + Luchaire nº 455 + CM nº 2293;
- Ilha 2 - Wheelabrator nº 62018681 + Rosler nº 62017636;
- Ilha 3 - Wheelabrator nº 2709 + CM Nº 1843;
- Ilha 4 - VaporBlast nº 790958.

Primeiramente as peças são sujeitas ao tratamento térmico necessitando, por essa razão, de fornos indicados. De seguida são transportadas manualmente para a granalhagem, onde é efetuado a operação de limpeza e/ou pré-contrainte. Estes procedimentos não são obrigatórios, ou seja, uma peça pode só efetuar limpeza ou apenas pré-contrainte ou, caso necessário, os dois.

3.3. Dados de Base

As tabelas seguintes apresentam as gamas de fabricação das peças existentes na TTh, mais propriamente, especificam as máquinas em que os vários componentes executam determinado tipo de processos:

Tabela 3 - Gama de fabricação do Pinhão Louco 6ª - PK

Operação	Máquina	
	Nº	Designação
Lavagem na entrada dos TTh	2	Máquina de Lavar
Carbonitruração profunda e têmpera em óleo	672, 673, 674, 1429, 1984	Forno Batch
Lavagem e secagem	62018835	Máquina de Lavar Rosler
Granalhagem de Limpeza	455	Luchaire
Granalhagem Pré-Contrainte	2293	CM T10

Tabela 4 - Gama de fabricação da Árvore Primária - JT4

Operação	Máquina	
	Nº	Designação
Pré-Oxidação + Carbonitruração profunda + Têmpera em óleo + Lavagem + Revenido	62018705 - 62018708	Forno Contínuo
Granalhagem Pré-Contrainte	2709	Wheelabrator

Tabela 5 - Gama de fabricação da Árvore Secundária - JT4

Operação	Máquina	
	Nº	Designação
Pré-Oxidação + Carbonitruração profunda + Têmpera em óleo + Lavagem + Revenido	62018705 - 62018708	Forno Batch
Granalhagem Pré-Contrainte	790958	VaporBlast

Tabela 6 - Gama de fabricação da Árvore Secundária MAR - JT4

Operação	Máquina	
	Nº	Designação
Pré-Oxidação	62018705 - 62018708	Forno Pré-Oxidação
Carbonitruração profunda e têmpera em óleo	672, 673, 674, 1429, 1984	Forno Batch
	2940	Forno Ciefte
Lavagem e secagem	62018835	Máquina de Lavar Rosler
Revenido	62018745	Forno de Revenido
Granalhagem de Limpeza	62017636	Rosler

Tabela 7 - Gama de fabricação dos Pinhões Loucos de 2ª, 4ª, 6ª e Pinhão Fixo 4ª e 6ª - JT4

Operação	Máquina	
	Nº	Designação
Pré-Oxidação + Carbonitruração profunda + Têmpera em óleo + Lavagem + Revenido	62018705 - 62018708	Forno Contínuo
Granalhagem Limpeza e Pré-Contrainte	62019479	Limpeza e Pré-Contrainte

Tabela 8 - Gama de fabricação dos Pinhões Loucos de 1ª, 3ª, 5ª, MAR e Pinhão Fixo 3ª e 5ª - JT4

Operação	Máquina	
	Nº	Designação
Pré-Oxidação + Carbonitruração profunda + Têmpera em óleo + Lavagem + Revenido	62018705 - 62018708	Forno Contínuo
Granalhagem Pré-Contrainte	1843	CM

Tabela 9 - Gama de fabricação da Coroa do Diferencial - JT4 e DB35

Operação	Máquina	
	Nº	Designação
Pré-Oxidação	62018705 - 62018708	Forno Pré-Oxidação
Carbonitruração profunda e têmpera em óleo	672, 673, 674, 1429, 1984	Forno Batch
	2940	Forno Cieffe
Lavagem e secagem	62018835	Máquina de Lavar Rosler
Revenido	62018745	Forno de Revenido
Lavagem	1	Máquina de Lavar
Granalhagem de Limpeza	62017636	Rosler
Granalhagem de Pré-Contrainte	62018681	Wheelabrator

Tabela 10 - Gama de fabricação das Coroas e Pinhões AEQ

Operação	Máquina	
	Nº	Designação
Carbonitruração profunda + Têmpera em óleo + Lavagem + Túnel de Ventilação	2289, 2290	Forno Rotativo
Granalhagem de Limpeza	455	Luchoire
Granalhagem Pré-Contrainte	2293	CM T10

No forno Rotativo todas as etapas são automáticas, da seguinte forma: Forno, Têmpera, Montagem (colocar as peças nos cestos de transporte), Lavagem e Revenido. Igualmente, no forno Contínuo ocorre a Pré-Oxidação, Carbonitruração Profunda, Têmpera, Lavagem, Revenido diretamente.

Por outro lado, na linha dos fornos Auxiliares as peças são introduzidas no forno Pré-Oxidação e, de seguida, transitam para os fornos Batch ou Cieffe através de uma Navette (de transferência) empurrada pelo operador. Neste momento existe uma junção de fluxos, com a entrada direta dos Pinhões Loucos de 6ª PK, que são previamente lavados na MAL nº2. Após o tratamento térmico e têmpera, as coroas (DB35 e JT4) são descarregadas na MAL nº1, sempre com o apoio da mesma Navette, e as peças restantes seguem para o último posto, - o Revenido -, onde o transporte é automático desde a operação anterior.

De seguida, a descarga de todos os fornos é feita manualmente e os veículos prosseguem para a zona de *stock* da granalhagem. Atualmente, com as atualizações implementadas nas máquinas, estas são capazes de fabricar a maior parte das diversidades, salvo a exceção da Árvore Secundária que apenas pode ser maquinada na VaporBlast Nº 790958. No entanto, para mudar a produção é necessária uma mudança de ferramenta e, portanto, as tabelas acima da gama de fabricação demonstram a produção estabelecida pelo CUET.

3.4. Organização do Trabalho

Durante a semana, existe um total de três equipas: a da manhã (6h-14h); a da tarde (14h-22h); e a da noite (22h-6h). Idealmente, a fábrica devia possuir capacidade suficiente para não se considerar a necessidade operar ao fim de semana. No entanto, tal não acontece. Assim sendo, existe sempre a possibilidade de incluir uma equipa de fim de semana que seria no sábado (6h—18h) e outra no domingo (18h-6h). Na Tabela 11 estão explícitos estes horários e todos os tempos descontados da produção devido a manutenções preventivas, preventivas programadas, e reuniões.

Tabela 11 - Horário de trabalho de referência

Nº de equipas	Organização	Tempo de Abertura	Tempo de Preventiva + Reunião	Reunião UET / equipa	Tempo de preventiva programada / semana	Resultado
15	5 dias da Semana (3 equipas x 8 horas)	120 h	-1,75h	-0,75h	- 4,00 h	137,17 h
1	Sábado (1 equipa x 12 horas)	12h	-0,12h	-0,05h		
1	Domingo (1 equipa x 12 horas)	12h	-0,12h	-0,05h		

Um dos objetivos da *Renault Cacia* consiste em proporcionar condições favoráveis para que todos os operadores sejam capazes de conduzir um número cada vez maior de máquinas, focando-se principalmente em realizar as operações auxiliares, - autocontrolo, mudança das ferramentas, manutenção autónoma, entre outras.... De facto, é importante assegurar a otimização da organização de tarefas por operador, assim como a definição concreta das atividades que cada um executa, impedindo que ocorra inconvenientes que perturbem a produtividade da produção.

Referentemente ao edifício TTh, a maquete de efetivos está distribuída da seguinte maneira:

Tabela 12 – Distribuição de operadores

Lista dos MODs e as suas respetivas operações
MOD Nº 1 – Forno Rotativo (AEQ)
MOD Nº 2 – Forno Pré-Ox + Fornos Batch & Cieffe + Transferência de Carros com Pratos Vazios
MOD Nº 3 – Forno Contínuo + Descarga do Forno Contínuo + Descarga do Revenido
MOD Nº 4 – Granalhadora Limpeza Nº 455 + Granalhadora Pré-Contrainte Nº 2293 (Ilha 1)
MOD Nº 5 – Granalhadora Limpeza e Pré-Contrainte Nº 62019479 (Ilha 1)
MOD Nº 6 – Granalhadora Limpeza Nº 62018681 + Granalhadora Pré-Contrainte Nº 62017636 (Ilha 2)
MOD Nº 7 – Granalhadora Limpeza CM Nº 1843 (Ilha 3)
MOD Nº 8 – Granalhadora Nº 2709 (Ilha 3)
MOD Nº 9 – Granalhadora Nº 790958 (Ilha 4)
TOTAL = 9 MODs

Mais concretamente, podemos concluir que estão definidos nove operadores para a globalidade do edifício, a acrescentar ao respetivo CUET da equipa. O operador nº 1, 2 e 3 são responsáveis por receber os carros internos na doca de entrada do edifício TTh, as quais são transportadas por um empilhador até o respetivo portão elevatório. A diversidade da peça define o forno apropriado e, conseqüentemente, o operador encarregue de transportar o carro. De seguida, é necessário efetuar a validação de Gálias, a qual é efetuada através de um posto informático, composto por um computador com ecrã e teclado. É de salientar que existe um posto para a linha 1 e outro para a linha 2 e 3, onde se procede à zipagem do código da peça

através de um *scanner*. Adicionalmente, cada forno possui uma localização adjacente dedicada a registos manuais, quer seja da fabricação quer seja da monitorização dos parâmetros. Mais concretamente, os colaboradores nº1, 2 e 3 realizam verificações frequentes das instalações, tal como os débitos de gás e de temperaturas (realizados no papel).

Por sua vez, o carregamento do forno Rotativo é efetuado peça a peça, enquanto nos outros é indexado os pratos que os carros transportam. O operador nº 2 é ainda responsável por efetuar a validação/gestão das cargas no sistema informático, o que define o forno Batch ou Cieffe livre para colocar as peças em questão. Após o tratamento térmico, os operadores registam o término da fabricação nos respetivos postos periféricos à saída e descarregam os pratos que surgem dos fornos para os carros, colocam-nos na zona de *stock* da granalhagem.

Na granalhagem é igualmente registado a validação de Gália com recurso a papel e caneta numa tabela previamente impressa e arquivada na respetiva capa. No que toca à fabricação, as máquinas são abastecidas manualmente pelo operador, que coloca peça a peça no equipamento e executa o mesmo movimento para evacuar. No entanto, no fim desta seção, as peças são colocadas em carros distintos. A gestão dos carros com pratos vazios é realizada pelo operador responsável pela última operação de cada tipo de peça, mais precisamente, o colaborador nº 4, 9, 8, 5 e 7.

De seguida é efetuada a declaração de produção, através do terminal do sistema informático PSFP onde introduz a referência do produto acabado/lote e o número de peças. Assim, com recurso ao sistema de informação, é impressa uma etiqueta Gália (ver Figura 6) por cada embalagem de produto acabado, que deverá ser afixada no local respetivo do carro. Todas os carros de produto acabado devem estar posicionados numa base rolante, permitindo que sejam abastecidas e recolhidas via AGV.



Figura 6 - Exemplo da base rolante dos carros de produtos acabados

Desta forma, no final do processo produtivo é possível engatar o carro ao transportador e acionar o avanço do mesmo. No entanto, caso o AGV não esteja posicionado na doca à espera o carro é colocado na área previamente definida para o *stock* de produto acabado.

3.5. Meios de Movimentação e Acondicionamento

Tabela 13 - Meios de movimentação e acondicionamentos de acordo com a diversidade de peça

Fluxo	Diversidade de Peças	Capacidade	Exemplo do Carro
Peça Branca > TTh (Forno Contínuo)	Árvore Primária Árvore Secundária Pinhão Louco 1ª, 2ª, 3ª, 4ª, 5ª, 6ª, MAR Pinhão Fixo 3ª, 4ª, 5ª, 6ª	2 Pratos (UC) 2 Pratos (UC) 2 Pratos (UC) 1 Prato (UC)	
Peça Branca > TTh (Forno Auxiliares + Batch e Cieffe)	Coroa - DB35 e JT4 Árvore Secundária MAR Pinhão Louco 6ª PK	3 Pratos (UC) 3 Pratos (UC) 3 Pratos (UC)	
TTh > Redressage / Desempeno/ Retificação	Árvore Primária Árvore Secundária Árvore Secundária MAR Coroa DB35 e JT4	Carro – 150 peças Carro – 50 peças Carro – 384 peças Carro – 165 peças	
TTh > Fosfatação	Pinhão Louco 1ª, 2ª, 3ª, 4ª, 5ª, 6ª, MAR Pinhão Fixo 3ª, 4ª, 5ª, 6ª	Carro de Fosfatação (Quantidade Variável)	

4. Caso Prático: Lançamento de um projeto *Lean* através do DMAIC

4.1. Fase “Definir”

Uma das boas práticas da *Renault Cacia* é a formalização de uma carta de compromisso no início de um projeto, que assegura à organização a contribuição do mesmo para o aumento da produtividade das instalações em causa, estando devidamente alinhado com as metas atuais da empresa. Tendo isto em mente, foi necessário preencher o documento, estabelecendo as vertentes do projeto e os *KPIs* que assistem à medição da *performance*, da situação antes e depois.

Posto isto, em concordância com a carta, os seguintes tópicos serão introduzidos:

1. Identificação do(s) processo(s);
2. Motivo de escolha do(s) processo(s);
3. Identificação do(s) KPI(s);
4. O(s) marco(s) de previsão do projeto;
5. A equipa e integrantes.

Em primeiro lugar, os processos correspondem às linhas existentes no edifício TTh, integrando as três linhas dos fornos e as quatro ilhas da granalhagem. Em segundo, a escolha da seção de lançamento do projeto consistiu na elevada dimensão em termos de quota que estes processos detêm na competitividade da empresa, dado que compreendem múltiplos fluxos de produção, mais precisamente, dezassete sequências. Obviamente que, como o edifício é pouco desenvolvido, é automaticamente visto como uma enorme oportunidade de desenvolvimento. Tudo isto contribuiu imensamente para a seleção do edifício.

Em terceiro lugar, a identificação dos *KPIs* é inquestionavelmente a alínea mais desafiadora. Para tal, e adaptando os passos de (Cortes et al., 2016), foram selecionados os três primeiros:

1. **Definição da Visão e Missão da fábrica pela gestão:** “Ser a referência nas fábricas mecânicas, a nível da Aliança, através da competitividade dos nossos produtos e excelência dos nossos colaboradores em termos de competência e forte adaptação às exigências do mercado (*Renault Cacia*, 2022).”
2. **Definição dos Requisitos pela administração:** Posicionar a Cacia como 1ª referência nas UCMs da *Renault*.

3. **Definição e mapeamento dos KPIs:** onde foram consideradas três categorias principais: gestão financeira e administrativa; processos internos; sustentabilidade. Desta forma, foram escolhidos 2 a 3 indicadores que mais adequados ao projeto em questão (Tabela 14).

Tabela 14 – Indicadores-Chave de Desempenho do projeto

Categorias	KPI
Gestão financeira e administrativa	<i>Payback</i>
	Ganhos
	Despesas
Processos internos	Nº de equipamentos ativos
	Nº MODs
	% de NVA
	Ergonomia (Nº de Postos Vermelhos)
Sustentabilidade	Quantidade de energia
	Quantidade de gases
	Nº de gases utilizados

Com o propósito de finalizar esta etapa, foi agendado e realizado um *kick-off* onde, em conjunto com os *stakeholders*, foi formalizado o lançamento do projeto em questão no devido setor. Por outras palavras, este agrupamento normaliza a divulgação da carta de compromisso, atenta os intervenientes para a proposta difundida e recolhe os respetivos *feedbacks*, em relação ao programa e, principalmente, relativamente aos KPIs.

4.2. Fase “Medir”

4.2.1. Maquete de Colaboradores e Cartografia dos AGVs

Esta fase é maioritariamente compreendida pela inicialização e realização do diagnóstico que auxilia o conhecimento da situação atual do edifício. Desta forma, a agregação das *gemba walks*, com a observação direta da situação, permitiu um levantamento da maquete de colaboradores do terreno (Tabela 12). De modo a elucidar a representação dos mesmos, em termos visuais, foi estruturada a figura seguinte:

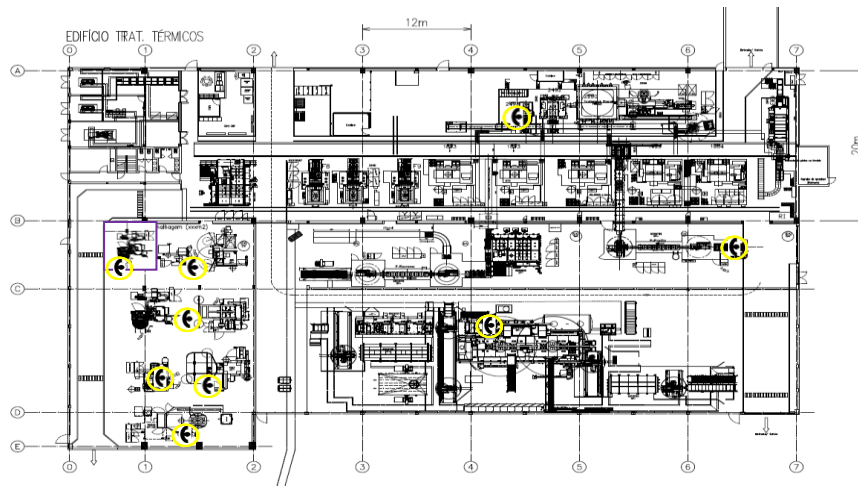


Figura 7 - Maquete de colaboradores do Tratamento Térmico

De seguida, foi recolhida as informações relativamente à cartografia dos AGVs. Estes veículos autónomos são responsáveis apenas pela execução de um dos fluxos externos, mais precisamente, efetivam o transporte de produtos acabados para diversos locais do edifício de Caixas de Velocidades e de carros vazios de volta os TTh (Anexo 1). É de salientar que existem, apenas dedicados ao fluxo em questão, um total de três AGVs que conseguem acoplar no máximo dois carros, quer sejam de produtos acabados ou de vazios.

4.2.2. Fluxo Físico

A última instância da análise direta compreendeu a elaboração de um fluxo físico detalhado do edifício em questão, tanto dos fornos (Anexo 2), como da granalhagem (Anexo 3). Dado que o conjunto de processos é consideravelmente complexo, considerou-se relevante

realizar um esquema que demonstrasse a sequência dos processos de todas as peças. É pertinente mencionar que a legenda está inserida no Anexo 4 e, adicionalmente, que todos os procedimentos que ocorrem sem a intervenção do homem estão delimitados por um retângulo exterior, maioritariamente correspondendo a instalações contínuas.

4.2.3. Taxa de Ocupação dos Postos

Por outro lado, foi efetuada a recolha da taxa de ocupação dos postos dos colaboradores dos fornos e da granalhagem, assim como dos AGVs que efetuam os fluxos externos. Inicialmente foi elaborado uma lista de operações que engloba todas as tarefas possíveis dos diversos cargos (Anexo 5).

As medições foram realizadas com recurso a uma aplicação da *Renault* denominada *NVA*, tendo sido realizado um *template* que englobasse todas as atividades previamente identificadas. De seguida, selecionaram-se apenas as pessoas com formação do funcionamento da *app*, mais concretamente, reuniu-se uma equipa de seis membros composta pela Ana Rita Rios (APW), a Ângela Lima (DPU), o Daniel Silva (Logística), o David Silva (DPU), o Elmano Pagaimo (Fabricação) e o Pedro Silva (Logística).

Por cada posto de trabalho foram realizados, no mínimo, duas observações distintas procedentes de duas pessoas diferentes com, pelo menos, uma hora cada. Desta forma, os dados foram recolhidos da *app*, sintetizados e averiguados, com recurso ao *Microsoft Excel*. O tempo de ocupação engloba todas as tarefas exceto a “Espera/Inatividade” e “Outros” que, por sua vez, constituem o tempo de não ocupação, por outras palavras, a inatividade. Posto isto, na Tabela 15 estão ilustrados os dados das três linhas de fornos.

Tabela 15 - VA/NVA dos postos dos fornos

Tarefas	MOD Nº 1	MOD Nº 2	MOD Nº 3
Controlar/registar	8%	13%	29%
Caminhar livre	2%	46%	23%
Operação manual	5%	4%	6%
Abastecer/evacuar	26%	10%	9%
Transportar carga	4%	7%	11%
Transportar vazios	0%	4%	6%
Caminhar com carga	0%	0%	1%

Manobras	1%	12%	3%
Espera/inatividade	48%	1%	6%
Outros	6%	5%	6%
VA	26%	10%	9%
NVA	20%	84%	79%
Ocupação	46%	94%	88%
Inatividade	54%	6%	12%

Do mesmo modo, a Tabela 16 apresenta os dados relativamente à Granalhagem. É de salientar que o *template* previamente elaborado foi utilizado para os dois setores e, no entanto, apesar de existirem operações com o mesmo nome, estas contêm uma descrição bastante diferente. Tal detalhe deve ser devidamente ponderado aquando da análise dos resultados.

Tabela 16 - VA/NVA dos postos da granalhagem

Tarefas	MOD Nº 4	MOD Nº 5	MOD Nº 6	MOD Nº 7	MOD Nº 8	MOD Nº 9
Controlar/registar	10%	4%	6%	7%	9%	1%
Caminhar livre	5%	9%	9%	3%	4%	2%
Operação manual	5%	2%	11%	21%	14%	20%
Abastecer/evacuar	49%	27%	52%	53%	39%	25%
Transportar carga	7%	11%	1%	1%	14%	1%
Transportar vazios	7%	13%	2%	4%	3%	2%
Caminhar com carga	0%	11%	1%	2%	4%	1%
Manobras	2%	0%	2%	4%	0%	1%
Espera/inatividade	6%	7%	13%	0%	12%	45%
Outros	9%	17%	4%	6%	0%	2%
VA	49%	27%	52%	53%	39%	25%
NVA	37%	50%	31%	41%	49%	28%
Ocupação	85%	76%	83%	94%	88%	53%
Inatividade	15%	24%	17%	6%	12%	47%

4.2.4. Taxa de Ocupação dos AGVs

Por fim, decorreu a medição de tempos dos AGVs que seguia a mesma racionalidade. No entanto, nestes veículos autónomos só é relevante considerar o tempo de ocupação e de inatividade, uma vez que todas as atividades que estes efetuam são logísticas. De modo a elaborar um *template*, as tarefas predefinidas pela equipa constituída por membros do departamento da logística para a análise foram as seguintes:

- Transporte maquinados: fluxo externo logístico de transporte entre duas linhas de produção distantes de carros carregados com peças;
- Espera na ilha: espera de carregamento no local indicado;
- Transporte vazios: fluxo externo logístico de transporte entre duas linhas de produção distantes de carros vazios;
- Espera na rampa: paragem numa interseção;
- Carregar brutos: fluxo externo logístico de transporte entre duas linhas de produção distantes de carros carregados com brutos;
- Outros: paragens, avarias...

As observações foram recolhidas igualmente com recurso a uma *app* da *Renault*, através da definição correta das tarefas a medir. Seguidamente, o Pedro Silva e o Daniel Silva juntaram-se e levantaram os resultados compilados na tabela a seguir.

Tabela 17 - VA/NVA dos AGVs

Tarefas	AGV Nº 1	AGV Nº 2	AGV Nº 3	Total
Transporte maquinados	36%	21%	40%	97%
Espera na ilha	29%	48%	37%	114%
Transporte vazios	18%	17%	13%	48%
Espera na rampa	2%	2%	2%	5%
Carregar brutos	11%	7%	4%	22%
Outros	5%	5%	3%	13%
Ocupação	67%	48%	60%	175%
Inatividade	32%	53%	40%	125%

4.3. Fase “Analisar”

A próxima etapa engloba a análise e reflexão conjunta sobre a realidade existente nos processos em causa. Para tal, a *Renault Cacia* estabeleceu a formalização de um seminário que envolvesse todos os intervenientes e todas as partes interessadas. Durante 2 dias é incentivado um *brainstorming* moderado através de uma agenda específica. A regra estabelecida afirma que os participantes devem ser repartidos por três grupos – Processo, Transporte e Gestão. No entanto, devido à forte natureza energética do edifício em questão, considerou-se pertinente a adição de um novo grupo – a Energia.

Em termos de **Processo**, é abordado predominantemente:

1. Organização das peças/máquina;
2. Questões técnicas relacionadas com as máquinas como, por exemplo, a mudança de ferramentas, os tempos de ciclo e as definições de procedimentos *standard* de funcionamento normal e alternativo;
3. Sistemas de controlo e de traçabilidade;
4. Tempos de ocupação dos postos, distribuídos em tarefas/ações específicas.

Em segundo lugar, o **Transporte** foca-se maioritariamente nos meios logísticos, analisando as seguintes características:

1. Gestão dos meios de transporte;
2. Movimentações de carros (auxiliares) maquinados e/ou vazios;
3. Tempo de ocupação dos AGVs, distribuídos em tarefas/ações específicas;
4. Equilíbrio entre a capacidade dos meios e a cadência das linhas.

Em terceiro lugar, a **Gestão** é responsável pela:

5. Formação aos colaboradores: análise de competências/função e elaboração/atualização dos quadros ILU, distribuição de equipas responsáveis pela melhoria contínua e pelo *Kaizen* do local;
6. Organização da maquete e *redesign* dos recursos e equipas de acordo com a taxa de ocupação dos postos;
7. Organização do espaço de trabalho;
8. Avaliações ergonómicas dos operadores.

Por fim, o último grupo explora a **Energia** do edifício, mais propriamente:

1. Quantidades de energias consumidas

2. Quantidade de gases utilizados nas linhas dos fornos;
3. Sistemas de tratamento dos gases, regulamentações e outras questões envolvidas...

O foco principal do seminário é o preenchimento das diferentes “caixas” que estão representadas na Figura 8 como quadrados. Todas as situações são compostas pelos resultados, mais concretamente, os *KPIs*, e pela descrição do cenário em causa. Normalmente quando a empresa pretende a otimização de um determinado indicador, as caixas dos resultados são logo preenchidas, assim como a descrição da situação atual, deixando a definição da concretizável ser manipulada de acordo com o objetivo organizacional. De seguida, após o preenchimento dessas caixas, deve-se determinar qual seria o arquétipo a aspirar do edifício, procedimento que envolve uma visão fictícia e ambiciosa do local.

A diferença entre a situação ideal e a atingível previsional é consequência das limitações não negociáveis da fábrica: máquinas não amovíveis, distância entre edifícios, tecnologia existente, máquinas obsoletas, custos económicos extensos.... Desta forma, a construção da primeira situação alcançável é, de facto, provisória, uma vez que têm em conta todas as limitações das instalações, mas não possui um compromisso definido pela organização. No entanto, esta permite obter, de uma forma ampla, objetivos concretizáveis que contrabalançam os definidos na situação atual com a ambição organizacional e restrições correntes.

Por último, a situação alcançável definitiva resulta do comprometimento dos intervenientes em conjunto com o cenário provisional previamente constituído. Tal, na prática, é feito instantaneamente no seminário assim que são definidas ações, atribuídos pilotos para as mesmas e estabelecidos prazos de efetuação.

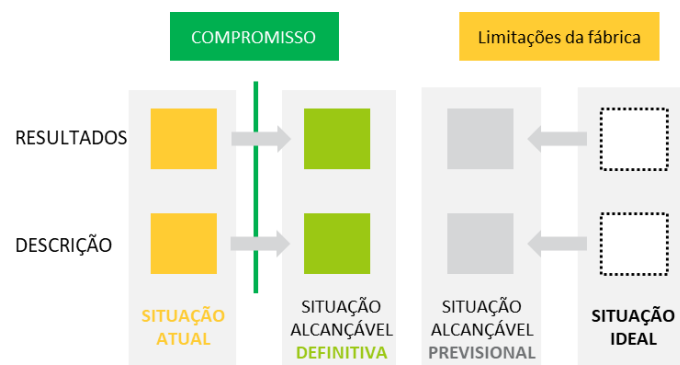


Figura 8 - Modelo da situação atual, atingível e ideal

Inicialmente é necessário proceder-se à descrição da situação inicial, para tal recorreu-se aos dados precedentemente recolhidos, o que permitiu a síntese dos mesmos e a consequente caracterização do sistema industrial corrente.

4.3.1. Análise dos diagnósticos

Análise VA/NVA dos Postos

Consequentemente, os diagnósticos foram analisados e, numa primeira instância, priorizou-se a análise VA/NVA dos colaboradores do TTh, a qual será sintetizada a seguir.

Efetivamente, o gráfico da taxa de ocupação dos postos permite visualizar, de forma direta, o contraste entre a ocupação e a inatividade de cada um dos operadores. Para além disso, a taxa de ocupação pode ser composta por tarefas com valor acrescentado e valor não acrescentado. Desta forma, a esquematização destas vertentes é particularmente relevante para uma perceção superficial da realidade do terreno, expondo o tempo total que o operador contribui verdadeiramente para a peça/produto.

De facto, a primeira perceção do gráfico deve consistir na procura de grandes discrepâncias como, por exemplo, a existência de uma diferença significativa na taxa de ocupação e não ocupação entre dois operadores. Caso tal aconteça, o gestor deve pormenorizar as tarefas individuais e compreender se estas podem ser reorganizadas, de forma a equilibrar a carga de trabalho. No entanto, não é o caso dos TTh.

Durante o seminário, a Figura 9 foi discutida com o intuito de auxiliar a identificação de problemas existentes e evidenciar possíveis benefícios resultantes que contribuam para a libertação do tempo total ocupado em cada posto num turno.

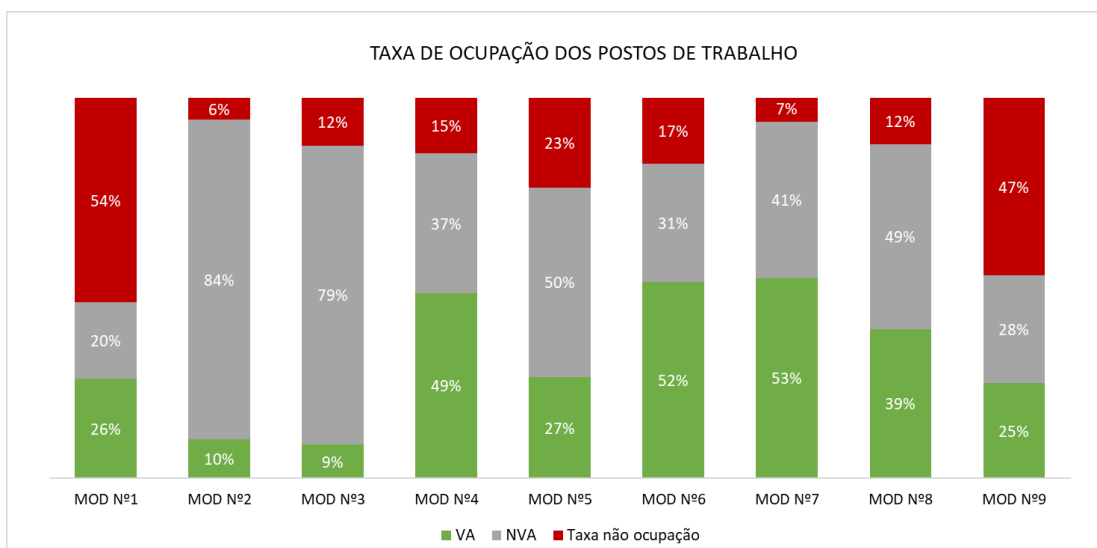


Figura 9 - Gráfico com a taxa de ocupação e não ocupação dos postos

Percorrendo o gráfico, é possível verificar que o primeiro colaborador possui 54% de tempo de inatividade, ou seja, permanece metade do turno de trabalho, por volta de quatro horas, sem realizar atividades que impactem direta ou indiretamente a fabricação. Durante as observações concluiu-se que o forno Rotativo possui produção muito esporádica, uma vez que os processos anteriores enviam peças de forma irregular. Por outras palavras, a PB remete pouca quantidade de veículos durante um longo intervalo de tempo para a instalação contínua. Tudo isto levava a que o forno tivesse de permanecer ligado à espera e, conseqüentemente, o operador responsável permanecesse inativo ou a executar atividades secundárias à fabricação. Para além disso, a inatividade deste posto pode ser muito mais significativa do que o demonstrado, uma vez que se escolheu realizar a análise numa altura de chegada de peças.

No forno, os dois operadores seguintes revelam taxas de ocupação substanciais e, no entanto, maior parte representam atividades que não acrescentam valor. Visto que, tal como foi referido, o abastecimento dos fornos é realizado através da indexação dos pratos do carro no tapete de entrada e o resto é automático até à saída. Adicionalmente, segundo a Tabela 15, é possível destacar que as funções mais predominantes que contribuem para esse resultado são “Controlar/Registar” e “Caminhar Livre”.

Na granalhagem, é plausível constatar que existe uma maior percentagem de VA do que nas linhas dos fornos. No entanto, o NVA continua significativo e consiste predominantemente em operações manuais e deslocações dos colaboradores (ver Tabela 16).

Por fim, é credível assumir que, num turno completo, existe espera/inatividade no valor de 138% o que ultrapassa os 100% então, à partida, poderia incentivar à remoção de um operador. No entanto, devido a normas de segurança, é estipulado por lei que cada forno deve dispor de um vigiante. Assim sendo, o NVA desses operadores podem ser otimizados, mas as atividades deles não podem ser realocadas e, por essa razão, a inatividade total a considerar é de 83%, correspondentes somente aos operadores da granalhagem.

Análise VA/NVA dos AGVs

Os AGVs estão aproximadamente 114% do tempo à espera do produto no local indicado, 5% do tempo a aguardar em cruzamentos e 13% do tempo em avarias, troca de bateria, entre outros... Desta forma, existe um desaproveitamento destes veículos autónomos em 132%. Este valor é significativo, pelo que estes diagnósticos devem ser transferidos para a equipa responsável pela implementação destes veículos autónomos na Logística. É importante que estes redesenhem

os fluxos de uma forma simples e otimizada, diminuindo, obviamente, o desaproveitamento indicado.

Análise do Fluxo Físico

Durante a percepção do fluxo físico realizado dos fornos (Anexo 2) e da granalhagem (Anexo 3), foram detetadas algumas adversidades dissimuladas que ergueram questões sobre o funcionamento atual do edifício. Em primeiro lugar, na linha dos fornos auxiliares observou-se uma dupla lavagem das coroas (Figura 10), este procedimento não está englobado no processo total transformativo documentado das peças e, por esta razão, levantou questões sobre a causa da sua origem.

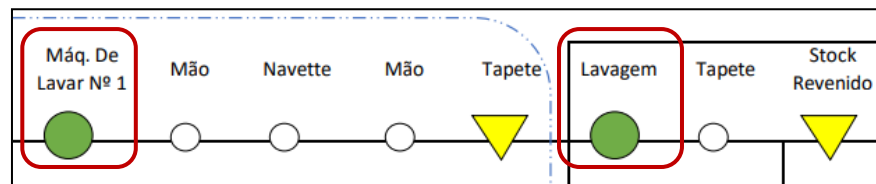


Figura 10 - Recorte do fluxo físico (dupla lavagem da coroa)

Na mesma linha foi possível verificar três meios de transporte juntos que ocorria devido à avaria da Navette que não colocava as cargas automaticamente nos tapetes. Por esta razão o operador necessitava de utilizar a sua própria força para as posicionar, o que se converte na sequência de movimentação da figura a seguir:

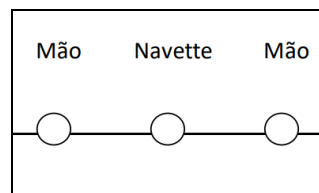


Figura 11 - Recorte do fluxo físico do transporte de peças da Navette

Relativamente ao pinhão PK6, foi verificada uma lavagem logo à entrada do edifício TTh, o que não estava de acordo com o correto procedimento, posto isto, a anomalia devia ser verificada para que a causa fosse identificada e combatida.

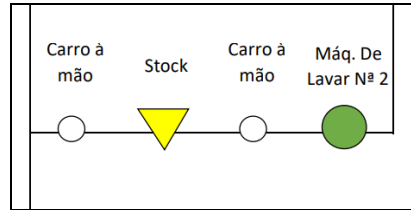


Figura 12 - Recorte do fluxo físico da lavagem inicial da PK6

Na zona da granalhagem, atentou-se apenas para um controlo adicional “Sopro”, efetuado pelo operador, tal como se pode verificar pelos movimentos manuais antes e depois, representados por um círculo preenchido a branco (Figura 13). Este procedimento devia ser exercido pela máquina anterior e não pelo colaborador, que o executava através de uma pistola pirotécnica de ar comprimido.

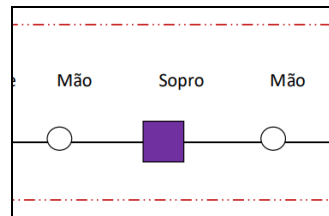


Figura 13 - Recorte do fluxo físico do controlo "Sopro"

O objetivo é que, com todas as informações, a equipa seja capaz de expor dificuldades e interligar, posteriormente, as melhores soluções tendo em conta os dados recolhidos. Como consequência, é possível não só otimizar a *performance* total dos operadores, como potencialmente reduzir os processos que não acrescentam valor ao produto.

4.3.2. Definição da Situação Atual e Alcançável

Após a interpretação de todos os dados levantados, foi realizado um *brainstorming* com o intuito de identificar eventuais problemas existentes. Para tal, todos os intervenientes escreveram um desperdício/problema por *post-it*, anteriormente distribuídos, com letra maiúscula, legível e descrevendo factualmente o problema. É importante salientar que, nesta fase, o grupo está à procura de identificar as adversidades e não soluções.

Seguidamente, todos os intervenientes reuniram-se para descrever, através dos problemas identificados e descritos na situação atual, qual seria a situação ideal e,

eventualmente, a situação que poderá ser concretizável através de um plano de ações a curto a médio prazo.

Reorganização dos fluxos das peças

A situação alcançável consiste no tratamento térmico de quase todas as peças no forno Contínuo, exceto as coroas (JT4 e DB35) e os pinhões AEQ. O foco foi aumentar a taxa de ocupação da instalação incessante e, ao realocar o PK6 e a ASH, torna-se possível diminuir consideravelmente o número de fornos Batch & Cieffe necessários. Mais concretamente, prevê-se que seja possível desligar três fornos Batch, mantendo o quarto em *standby* e operando com um Batch e com três fornos Cieffe.

No caso do forno Rotativo, com a remoção das coroas AEQ, é possível apenas ligar o equipamento 1 dia/semana e proceder ao tratamento térmico das peças nessa altura. Para que isto seja possível, foi necessário envolver e alertar o fornecedor e o cliente, de forma que estejam em concordância com o novo modo de funcionamento.

Adicionalmente, todas as lavagens são retiradas e interrompidas, uma vez que é uma etapa adicional que, na teoria, não é necessário ao processo. A necessidade das MALs remete para a ineficiência dos equipamentos face à geometria das peças (coroas) ou até para a incompetência dos processos anteriores (PK6).

Por fim, de forma a balancear macroprocessos, começar-se-á a reavivar e reimplementar a zona *Kanban*, que se encontra neste momento ativa, mas ineficaz. A realidade demonstra que a PB, os fornos e a granalhagem possuem capacidades bastante distintas e, por essa razão, existe sempre uma falta de *stock* precedente aos fornos. Tal é um problema, uma vez que o forno Contínuo é uma instalação incessante. Assim, torna-se necessário o envolvimento da logística para redefinição dos parâmetros.

Ergonomia

Segundo a análise M2E, o edifício TTh contém três postos vermelhos nos fornos e um na granalhagem (Anexo 7). Na avaliação ergonómica, existem muitos fatores que se deve ter em consideração, como o peso dos carros e a frequência de transporte do mesmo.

A utilização de carros internos com 3 pratos (UC), quando os mesmos se encontravam cheios, era extremamente desafiadora, principalmente os carros das coroas com 165 peças. A existência de carros com apenas 1 prato resultava em maior número de transportes necessários. Desta forma, considerou-se necessário uniformizar o número de UCs para dois em todos os meios

de transporte. Assim, por um lado, os deslocamentos serão mais fáceis e, por outro, o número de manipulações e esforço necessário será menor.

Por fim, o mecanismo de transferência semiautomático dos fornos Batch e Cieffe – Navette –, encontrava-se não operacional, o que levava a que o operador nº 2 colocasse os pratos manualmente. Esta tarefa não é de todo moderada e exige uma elevada quantidade de esforço, o que agrava ainda mais a avaliação ergonómica do posto. Tudo isto revela o valor em efetuar uma análise de causa-efeito e perceber a razão por detrás do não funcionamento do equipamento para que, na situação futura, este opere corretamente.

Sistemas de Traçabilidade e de Controlo de Parâmetros

Durante a análise VA/NVA, foi rapidamente identificado a quantidade extrema de fichas de controlo e registos que os operadores do TTh efetuam. Somente nos fornos existem, em cada linha, registos de Parâmetros de Controlo e fichas de Seguimento de Cargas que, no início são automáticos (GoPro) e, no fim são manuais.

Durante o seminário, o departamento técnico alertou para o facto de o forno Contínuo possuir um sistema de traçabilidade integrado. Claramente que, se caminhamos para o tratamento de maior parte das peças neste equipamento, é credível que este sistema seja explorado para colmatar a existência de registos manuais.

No entanto, este caso não resolve a existência de controlo de parâmetros que assenta em normas de segurança da fábrica, obrigando o operador a verificá-los uma vez que os escreve. Assim sendo, ficou encarregue pelo CA verificar a possibilidade de eliminar os registos e ativar uma sinalização luminosa. Esta situação não é, de todo, a mais favorável porque obriga o operador a deslocar-se até a esse ponto e desativar o alarme, mas reduz o tempo que este passava a anotar.

Por outro lado, na granalhagem também existem registos manuais em cada máquina e, no fim, a zipagem automática através de GoPro. Neste caso, não existe nenhuma solução imediata uma vez que as granalhadoras não possuem o mesmo nível de automatização dos equipamentos anteriores.

Equipamentos

O edifício TTh é um dos mais antigos da *Renault* Cacia. Do mesmo modo, maior parte dos equipamentos são antiquados e obsoletos, estando o seu íntegro funcionamento comprometido

pela difícil programação dos autómatos. Naturalmente que, quando existem avarias nos mesmos, o intuito é de arranjar outra solução mais rápida e conveniente.

Atualmente, as granalhadoras de pré-contrainte da ilha 3 e 4 não asseguram a ausência de granalha nas peças, o que resulta numa etapa adicional para o colaborador, que é o sopro manual da peça através de pistolas pirotécnicas de ar comprimido. Posto isto, uma das ações será alocar horas dos recursos humanos internos, ou seja, dos automatistas, com o intuito de que estes colmatem esta adversidade através de programação.

Fluxos logísticos externos

Atualmente, os fluxos de saída dos carros vazios internos, provenientes da granalhagem, são efetuados através de um empilhador, assim como a chegada de carros internos cheios da PB. O segundo caso não é muito problemático, uma vez que o equipamento não entra dentro do edifício TTh. No entanto, o segundo já o é. De modo a recolher os carros, o empilhador entra brevemente no edifício, o que vai de encontro com o *WTB* da fábrica. Deste modo, alertou-se a logística para este acontecimento, com o intuito que se reúnam, estudem e desenvolvam soluções viáveis que eliminem a intervenção humana.

Posto de trabalho e chão da fábrica

Uma das maiores dificuldades será realmente cultivar um *mindset Lean* nas pessoas que integram o edifício em questão. Uma rápida *gemba walk* ao local é suficiente para verificar a desorganização do espaço envolvente e a não utilização de gestão visual. Este tópico deve ser o menos dispendioso de aplicar e, ao mesmo tempo, o mais difícil de preservar a longo prazo.

Neste assunto, definiu-se que tanto os postos de trabalho, como o chão da fábrica, devem permanecer limpos, organizados e de acordo com o princípio do trabalho *standard*. Desta forma, proceder-se-á à definição dos estados de referência e da gestão visual, integrando a participação dos operadores. Estes auxiliarão na compreensão da realidade e, através da sua participação, pretende-se que desenvolvam uma mentalidade 5s, que promoverá a preservação do posto.

Energia

Atualmente, os fornos existentes utilizam diferentes gases para a criação de atmosfera, mais propriamente, o propano e o gás natural. De forma a uniformizar este processo e colmatar

os custos de aquisição e tratamento, considerou-se relevante utilizar apenas o último. Para além disso, teve-se em conta algumas ideias de economia de energia, como o reaproveitamento do calor proveniente da dissipação do óleo dos fornos para aquecimento do banho de máquinas de lavar.

Por último, a não monitorização individualizada de gases esconde, por vezes, desperdícios que ocorrem nos equipamentos e prejudicam ações de melhorias que, por vezes, poderiam economizar recursos à fábrica. Dito de outro modo, não é eficiente usufruir de fornos não monitorizados. Por esta razão, deve-se aplicar contadores de gases em cada equipamento, de forma que estes sejam possível de controlar individualmente.

4.3.3. Definição da Situação Ideal

Reorganização dos fluxos das peças

Idealmente, o fluxo de peças no TTh consistiria no tratamento térmico de toda a diversidade no forno Contínuo, retirando e desligando todos os equipamentos cairiam em desuso. No entanto, tal não é possível atualmente uma vez que, devido a parâmetros técnicos, a instalação contínua não é capaz de produzir a “receita” necessária às coroas (JT4 e DB35), nem é capaz de gerir a diversidade de modo a produzir uma têmpera a frio apenas para a coroa AEQ.

Ergonomia

De modo a eliminar todos as questões ergonómicas, a aspiração será a aplicação de um sistema de transporte (tapetes, AGVs...) que realizará deslocamentos sem qualquer intervenção humana. Para além disso, todas as estruturas dos carros estariam em bom estado de utilização e otimizadas, de forma a minimizar o número de manipulações e o esforço.

Sistemas de Traçabilidade e de Controlo de Parâmetros

O sistema de traçabilidade seria totalmente automático, sem registos manuais e sem duplicação de dados e de softwares. De tal forma que toda a interação humana seria minimizada e, conseqüentemente, também seriam os seus erros associados.

Por outro lado, o controlo de parâmetros seria realizado pelo sistema automático do forno Contínuo, apenas alertando o operador num caso de emergência, através da combinação de uma sinalização luminosa e de um som respetivo.

Equipamentos

Os equipamentos seriam atuais e automáticos, com 100% de disponibilidade própria e zero avarias. Para além disso, deviam estar corretamente parametrizados e ligados ao SAM, com mudanças de ferramenta com controlo totalmente integrada. Os abastecimentos e descargas seriam automáticas e as linhas existentes seriam simuladas em ferramenta informática para otimizar o sistema industrial desde o arranque (AGVs, paletes, meios, organização). Após uma intervenção numa máquina, o tempo de ciclo é medido e comunicado, sendo alterado em toda a documentação técnica.

Fluxos logísticos externos

De acordo com o *WTB* fábrica, os fluxos externos deviam estar sincronizados com as linhas de produção e efetuados por *AGVs* monitorizados em tempo real, anomalias identificadas e tratadas (remotamente).

Posto de trabalho e chão da fábrica

De forma a atingir uma das metas da *Renault Cacia* - ser a fábrica referência a nível de segurança e 5s -, todos os colaboradores teriam de possuir um *mindset* de melhoria contínua, refletido no seu posto de trabalho. Em resumo, todo o edifício TTh estaria organizado e limpo segundo a filosofia 5s e com aplicação de gestão visual, segundo a frequência e quantidade de utilização dos materiais.

Mais concretamente, poder-se-ia afirmar que o arquétipo seria a visão de um local organizado por diversidade de peças, com estados de referência que delineavam o *stock* máximo e mínimo e com ordenamento e quantidade de objetos formalizados, através de etiquetagem e de práticas *Lean*, como os quadros de sombra.

Energia

Em termos energéticos, a *Renault Cacia* tem em prática um projeto denominado “Plano Descarbonização”, que pretende alcançar neutralidade carbónica até 2030. Até essa data, todas

as emissões da fábrica devem ser reduzidas em 50%, o que permite ao grupo *Renault* permanecer entre os três principais fabricantes globais com melhor desempenho em termos de emissões de GEE.

4.3.4. Plano de ações

Com o compromisso de toda a fábrica, foi elaborado um plano de ações que visa envolver a equipa ao atribuir responsabilidade e determinar limites temporais para cada tarefa (Anexo 6). A partir deste momento, é da responsabilidade de cada um desempenhar o seu dever e contribuir para a implementação da melhoria contínua no sector pretendido, aproximando a situação inicial da concretizável.

4.4. Fase “Melhorar”

Desta forma, conforme os prazos das ações estas vão sendo aplicadas no terreno. Durante esta fase é importante ter em conta ferramentas de melhoria contínua que nos possibilitam a análise mais profunda da realidade implementada. Para tal, a *Renault* recorre ao ciclo do *PDCA*, como metodologia de resolução de problemas, e a listas LUP, como plano de ações, que compilam as tarefas a implementar por *atelier*. Este nível de aplicação é maioritariamente realizado a nível do departamento de fabricação, maioritariamente o CUET ou, se o caso for mais complexo e complicado, o CA.

4.5. Fase “Controlar”

4.5.1. Balanço Geral

O plano de ações esquematizado possui limites temporais de curto a médio prazo de aplicação. Por esse motivo, existem custos ou ganhos impossíveis de determinar concretamente como, por exemplo, ações que contribuam para a ergonomia do posto de trabalho. Consequentemente, os itens imensuráveis serão mencionados brevemente durante o balanço por tópicos, mas não serão contabilizados nos indicadores. Adicionalmente, para efeitos de avaliações

económicas, todas as ações de melhoria serão consideradas tendo em conta a situação atual e dadas como finalizadas.

A obtenção da situação alcançável será extremamente benéfica para a *Renault Cacia*, tal pode ser verificado através do prognóstico seguinte:

Reorganização dos fluxos das peças

Uma das peculiaridades dos fornos é que, como se encontram a temperaturas extremamente elevadas, não podem ser desligados num curto intervalo de tempo, pois demoram até atingir de novo essas temperaturas. Para além disso, é relevante mencionar todos os recursos que estes consomem. A tabela seguinte demonstra o dispêndio concreto, por hora, de cada diversidade de forno.

Tabela 18 - Custos associados aos consumos de energia e gases dos fornos TTh

Forno	Preço (€/h)						Total
	Azoto	Metano	Gás Natural	Amoníaco	Propano	Eletricidade	
Rotativo	0,80 €	2,38 €	2,88 €	0,02 €		22,05 €	28,13 €
Batch	0,65 €	2,38 €		0,38 €	0,91 €	13,95 €	18,26 €
Batch *standby	0,65 €				0,29 €	13,95 €	15,89 €
Cieffe	0,35 €	1,36 €		0,38 €	1,82 €	9,45 €	13,35 €

Através do seminário, foi possível desligar três fornos Batch, manter um em *standby*, e desligar o forno Rotativo durante seis dias por semana. Desta forma, recorrendo à Tabela 18, estima-se que, numa base anual, se obtenha uma poupança de 684 814€ e, relativamente ao forno Rotativo, prevê-se a remoção de três MODs, que corresponde a um lucro de 75 000€/ano. No entanto, para a reorganização das peças, será necessário investir, no mínimo, 326 000€ em material refratário para a ASH e PK6. Em contrapartida, para o pinhão AEQ o preço ainda será consultado, mas pode-se contabilizar com, no mínimo, 200 000€.

A eliminação do excesso de processamento das peças, mais propriamente, da etapa adicional de lavagem, contribui com uma poupança de 91 600 € por ano, somente em energia elétrica.

Ergonomia

A uniformização dos carros internos TTh irá contribuir para a ergonomia dos postos. Segundo o Anexo 7, na situação atual existem 3 postos vermelhos que são diretamente afetados pelo esforço realizado. Posto isto, pode-se afirmar que este progresso favorecerá a movimentação dos carros, diminuindo os 20,7 kgf que os operadores exercem e colmatando as respetivas posições mencionadas.

Sistemas de Traçabilidade e de Controlo de Parâmetros

A eliminação de registos manuais no forno Contínuo apresenta vantagens na eliminação do NVA do operador responsável, libertando tempo para que este possa realizar outras operações que, de facto, acrescentem valor. Segundo a análise VA/NVA previamente transcrita, o colaborador nº 3 apresentava 29% de “Controlar/Registar”, o que totaliza em sensivelmente um terço do seu tempo de trabalho. O aumento da produção neste local resulta num acréscimo, na mesma proporção, na percentagem de registo e, por essa razão, estima-se que o NVA seja consideravelmente superior. Para além disso, a supervisão automática do forno Contínuo permitirá a redução do número de controlos de parâmetros, mais propriamente, a diminuição de 6% de NVA.

Em suma, existem ganhos no total de 35% que, somando à inatividade pré-existente de 83%, atingem um total de 118%, permitindo a retirada de um operador. Este terá de ser retirado da zona da granalhagem, uma vez que as operações removidas pertenciam maioritariamente a esse setor. No futuro, após a finalização da implementação das ações, será conveniente redistribuir tarefas e redesenhar a maquete de colaboradores.

Equipamentos

A instalação do sopro eficiente nas granalhadoras permitirá ao operador nº7 e nº8 desprezar a execução da operação manual com o auxílio da pistola de ar comprimido. Desta forma, o rendimento desta melhoria assenta na eliminação de 34% de NVA e no descarte do utensílio utilizado. Um seminário recente ao ar comprimido da fábrica estipulou que, uma pistola de ar comprimido consumia, em média, 58€/ano (Anexo 8). Consequentemente, a eliminação de dois destes instrumentos resultará num lucro de 116 €/ano.

Posto de trabalho e chão da fábrica

A integração de 5s e de gestão visual é extremamente difícil de quantificar. No entanto, é inquestionável que contribui positivamente para a ergonomia de determinados postos, para além de impactarem o tempo total de cada tarefa. Posto isto, o único exemplo mais concreto corresponde à aplicação dos estados de referência. Tal possibilitará reduzir o número de manipulações efetuadas pelos operadores que, entre toda a maquete de efetivos, corresponde a aproximadamente 25% de valor não acrescentado.

Energia

Em 2022, a *Renault Cacia* consome, em média, 65 GWh/ano de eletricidade, o que corresponde a 84% do consumo energético de toda a fábrica. Em termos de comparação, o *atelier TTh* é responsável por aproximadamente 20% desse valor (Figura 14).

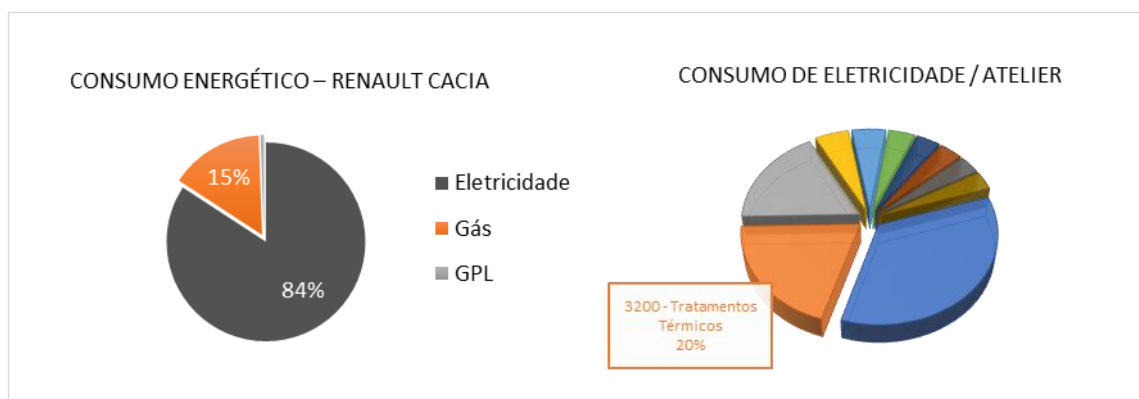


Figura 14 - Consumo energético 2022 da Renault Cacia

O cessamento dos fornos anteriormente mencionado contribui para uma poupança energética total de cerca de 8,7 GWh/ano, que corresponde a 13% do consumo de eletricidade da fábrica. Posto isto, pode-se afirmar que é possível economizar 67% da energia do *atelier*. Por outro lado, a interrupção das máquinas de lavar contribui com uma poupança de 1,01 GWh/ano, o que alcança 1,5% da eletricidade total consumida.

Em termos de gases, a Tabela 19 demonstra os consumos anuais em megalitros que cada diversidade de forno sucumbe. Posto isto, a situação concretizável contribui para um corte na

exploração de 0,5 MI de azoto, 310 MI de Metano, 108 GI de Gás Natural, 5,3 MI de Amoníaco e 7 MI de Propano.

Tabela 19 - Consumo de gases (MI) por diversidade de forno

Forno	Consumo anual (MI)				
	Azoto	Metano	Gás Natural	Amoníaco	Propano
Rotativo	0,103	66,349	163140	0,083	
Batch	0,083	66,349		1,314	1,759
Batch *standby	0,083				
Cieffe	0,771	37,913		1,314	3,527

No geral, é perceptível que os fornos Cieffe são bastante mais económicos do que os Batch, gastando aproximadamente menos 68% em eletricidade e menos 63% em gases. Pelo que, a decisão de encerrar os últimos e manter ativos os primeiros é vantajosa, em termos monetários.

4.5.2. Balanço dos Indicadores-Chave de Desempenho

Em suma, após todas as ações estarem devidamente executadas e finalizadas, o balanço do projeto TTh pode ser resumido através das tabelas abaixo indicadas.

Em primeiro lugar, serão mencionados os indicadores referentes aos processos internos e à sustentabilidade (Tabela 20). Estes, apesar de revelarem resultados bastantes promissores, não estão totalmente contabilizados devido à imensurabilidade de algumas melhorias. No entanto, nos processos internos, os melhores resultados correspondem à ergonomia e à diminuição do número de equipamentos ativos, com 75% e 22% de balanço, respetivamente. O valor menos significativo é o número de MODs, com uma queda de cerca de 10%. Por outro lado, é um *KPI* que a empresa valoriza bastante devido à sua poupança significativa, uma vez que um colaborador custa aproximadamente 25 000€ por cada ano empregue.

Relativamente à sustentabilidade, é notória o decréscimo da quantidade de energia e de gases, ambos com sensivelmente 67%. De facto, estas repercussões estão devidamente alinhadas com a visão de desenvolvimento ambientalista da organização.

Tabela 20 - Balanço dos KPIs do projeto (processos internos e sustentabilidade)

KPIs	Valor atual	Valor concretizável	Balanço
Nº equipamentos ativos	23	18	22%
Nº de MODs	40,5 MODs	36,5 MODs	10%
% de NVA	419 %	331 %	21%
Ergonomia	4 PV	1 PV	75%
Nº de gases utilizados	5	4	20%
Quantidade de energia	13 GWh/ano	4,3 GWh/ano	67%
Quantidade de gases	12,8 Gl/ano	4,2 Gl/ano	67%

Por fim, no que diz respeito aos indicadores de gestão financeira e administrativa, é de sublinhar o *payback* do portefólio de ações, ou seja, o tempo de retorno do investimento. Assim, este indicador traduz o período de tempo que levará à organização até obter o valor que investiu, ou seja, após 3 meses a empresa obterá o seus 526 000€ de volta e, a partir desse momento, a *Renault Cacia* coletará apenas lucro (Tabela 21).

Tabela 21 - Balanço dos KPIs do projeto (gestão administrativa e financeira)

KPIs	Valor
Payback	3 meses
Lucro	1 7000 930 €
Despesas	526 000 €

5. Conclusões

5.1. Principais Contributos e Valor Acrescentado do Projeto

O presente projeto permitiu um enorme progresso para o futuro do edifício TTh através da definição das metas a alcançar em termos de processo, transporte, *gestão* e energia. Uma das fases mais importantes é, sem dúvida, a análise realizada através do seminário, permitindo o agrupamento de vários membros de cada departamento especialistas nas linhas em causa. Através do *Brainstorming* de ideias e problemas, obteve-se um resultado que permitiu à equipa a elaboração de um plano de ações que contribuirá significativamente para a otimização do edifício.

A implementação das melhorias identificadas proporcionará benefícios para a empresa a médio e longo prazo nos indicadores anteriormente reportados. Além disso, a definição da situação alcançável promoverá a mentalidade e a motivação das partes interessadas em aproximar, cada vez mais, a realidade desse cenário. De facto, a metodologia utilizada é uma mais-valia, na medida em que facilmente pode ser aplicada a outros contextos industriais que procurem promover a melhoria contínua, de uma forma rápida e eficaz, e sem grandes formalizações ou impasses.

O vigente caso prático permite também alertar os envolventes para todos os desperdícios e anomalias de um determinado local, antes ignoradas e suprimidas pelos encargos diários. Através do seminário é formalizado um panorama aspiracional pretendendo-se sustentar uma mentalidade *Lean* e incentivar o espírito de equipa em torno deste raciocínio. Da mesma forma que o sucesso de uma empresa é alimentado pelo sucesso das pessoas que a constitui, a melhoria contínua e todo este projeto assenta na capacidade dos membros para o estabelecimento de uma trajetória de evolução. Portanto, é plausível afirmar que, mais uma vez, as pessoas são o centro de tudo.

Em suma, o atual documento revela os benefícios capazes de atingir só por reunir os especialistas e atentá-los para as oportunidades de crescimento. O objetivo ficou devidamente traçado e os potenciais resultados convenientemente assinalados, transferindo-se a responsabilidade para as mãos dos pilotos das ações. Estes possuem agora o dever de transformar o contexto corrente no que todos acreditam que é capaz de alcançar, obtendo assim o seu potencial máximo.

5.2. Propostas de Trabalhos Futuros

Futuramente, será benéfico realizar um acompanhamento no terreno, desenvolvendo a fase “Melhorar” e “Controlar” do projeto, de modo a estabelecer métodos de acompanhamento da realização das ações, como uma *app* de seguimento. Adicionalmente, será interessante o estabelecimento de *KPIs* para os membros envolventes no seminário, uma vez que incentivará os mesmos a desenvolver as tarefas e permanecer participantes e eficientes. De facto, o intuito seria que as pessoas se envolvessem nos projetos, sem qualquer tipo de incentivo. No entanto, a estipulação de indicadores de *performance* impulsionará os resultados para a fábrica e, no geral, será uma mais-valia para o aumento da competitividade da empresa.

Por fim, seria interessante desenvolver mais o segmento da análise dos diagnósticos, como o segmento do VA/NVA dos operadores e dos AGVs, definindo *standards* que permitissem o reconhecimento imediato de potenciais melhorias. Por exemplo, construir uma tabela de anomalias correspondentes a situações previamente reconhecidas que poderão ser replicadas no futuro.

6. Referências

- AFIA. (2022, January 18). *Arquivo de CRISE - AFIA*. <https://afia.pt/tag/crise/>
- APDC. (2019). *APDC - "O Futuro da Indústria Automóvel."* <https://www.apdc.pt/iniciativas/agenda-apdc/-o-futuro-da-industria-automovel->
- Atkinson, R. (1999). Project management: Cost, time and quality, two best guesses and a phenomenon, its time to accept other success criteria. *International Journal of Project Management*, 17(6), 337–342. [https://doi.org/10.1016/S0263-7863\(98\)00069-6](https://doi.org/10.1016/S0263-7863(98)00069-6)
- Bhuiyan, N., & Baghel, A. (2005). *An overview of continuous improvement: from the past to the present*. <https://doi.org/10.1108/00251740510597761>
- Chan, A. P. C., & Chan, A. P. L. (2004). Key performance indicators for measuring construction success. *Benchmarking: An International Journal*, 11(2), 203–221. <https://doi.org/10.1108/14635770410532624>
- Cortes, H., Daaboul, J., Le Duigou, J., & Eynard, B. (2016). ScienceDirect ScienceDirect Strategic Lean Management: Integration of operational Performance Indicators for strategic Lean management. *IFAC (International Federation of Automatic Control)*, 49(12), 65–70. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.07.551>
- Cristea, C., & Cristea, M. (2021). *KPIs for Operational Performance Assessment in Flexible Packaging Industry*. <https://doi.org/10.3390/su13063498>
- Cruz, F. (2021, October 28). *Com presença de PR. Renault Cacia comemora 40 anos de existência*. <https://www.turbo.pt/renault-cacia-pr/>
- Dahlgaard, J. J., & Dahlgaard-Park, S. M. (2006). *Lean production, six sigma quality, TQM and company culture*. <https://doi.org/10.1108/09544780610659998>
- Dillinger, F., Kagerer, M., & Reinhart, G. (2021). Concept for the development of a Lean 4.0 reference implementation strategy for manufacturing companies. *Procedia CIRP*, 104, 330–335. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.11.056>
- FCT. (2020). *A-Enquadramento dos setores e potencial estratégico da I&D*. http://europa.eu/rapid/press-release_IP-12-1187_pt.htm
- Gapp, R., Fisher, R., & Kobayashi, K. (2008). Implementing 5S within a Japanese context: An integrated management system. *Management Decision*, 46(4), 565–579. <https://doi.org/10.1108/00251740810865067>
- Gejdoš, P. (2015). Continuous Quality Improvement by Statistical Process Control. *Procedia*

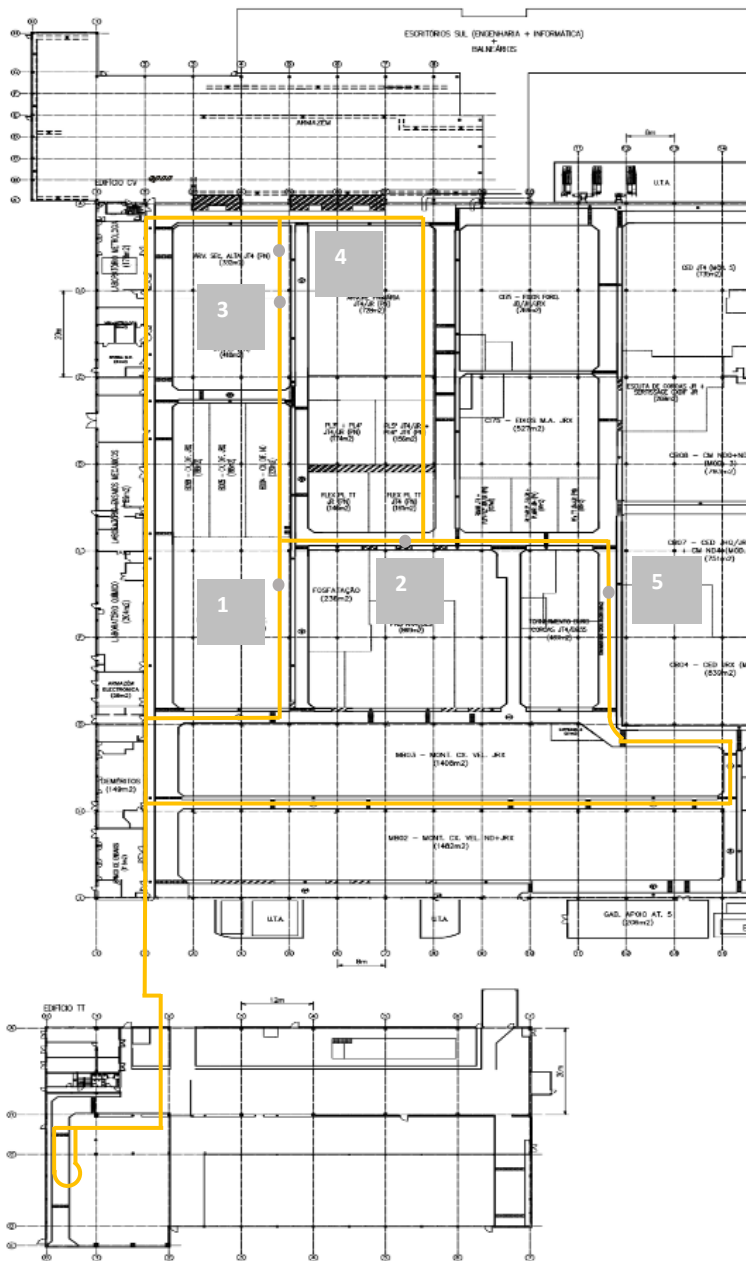
- Economics and Finance*, 34, 565–572. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(15\)01669-X](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(15)01669-X)
- Gijo, E. V., Scaria, J., & Antony, J. (2011). *Case Study Application of Six Sigma Methodology to Reduce Defects of a Grinding Process*. <https://doi.org/10.1002/qre.1212>
- Graham, I., Goodall, P., Peng, Y., Palmer, C., West, A., Conway, P., Mascolo, J. E., & Dettmer, F. U. (2015). Performance analysis of OFDM modulation on indoor broadband PLC channels. *Journal of Remanufacturing*, 5–10. <https://doi.org/10.1186/s13243-015-0019-2>
- Guia do Automóvel. (2021). *Renault, todos os modelos e versões: preços, motores e equipamentos por Guia do AUTOMÓVEL*. <https://www.guiadoautomovel.pt/marcas/renault>
- Jornal de Negócios. (2021, December 1). *Portugal regista mais 4.670 casos de covid-19 e 17 mortes nas últimas 24 horas - Coronavírus - Jornal de Negócios*. <https://www.jornaldenegocios.pt/economia/coronavirus/detalhe/portugal-regista-mais-4670-casos-de-covid-19-e-17-mortes-nas-ultimas-24-horas>
- Kumar, M., Antony, J., Singh, R. K., Tiwari, M. K., Perry, D., Kumary, M., Singhx, R. K., Tiwari, M. K., & Perry, D. (2006). Production Planning and Control Implementing the Lean Sigma framework in an Indian SME: a case study Implementing the Lean Sigma framework in an Indian SME: a case study. *Production Planning & Control*, 17(4), 407–423. <https://doi.org/10.1080/09537280500483350>
- Lalic, D. C., Lalic, B., Deli, M., Gracanin, D., & Stefanovic, D. (2021). How project management approach impact project success? From traditional to agile. *International Journal of Managing Projects in Business*, 1753–8378. <https://doi.org/10.1108/IJMPB-04-2021-0108>
- Milosevic, D., & Patanakul, P. (2005). Standardized project management may increase development projects success. *International Journal of Project Management*, 23(3), 181–192. <https://doi.org/10.1016/J.IJPROMAN.2004.11.002>
- Munns, A. K., & Bjeirmi, B. F. (1996). The role of project management in achieving project success. *International Journal of Project Management*, 14(2), 81–87. [https://doi.org/10.1016/0263-7863\(95\)00057-7](https://doi.org/10.1016/0263-7863(95)00057-7)
- Petiz, J. (2021, August 21). *Crise dos chips já chegou aos gigantes da indústria e ameaça 2022*. <https://www.jn.pt/economia/dinheiro-vivo/crise-dos-chips-ja-chegou-aos-gigantes-e-ameaca-entrar-em-2022-14051333.html>
- Randhawa, J. S., & Ahuja, I. S. (2017). 5S – a quality improvement tool for sustainable performance: literature review and directions. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 34(3), 334–361. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-03-2015-0045>
- Renault. (2021a). *A história do Grupo Renault - Grupo Renault*.

- <https://www.renaultgroup.com/groupe/histoire/>
- Renault. (2021b). *O Grupo Renault - Renault*. <https://www.renault.pt/o-grupo-renault.html>
- Renault Cacia. (2021). *PRESENTATION USINE CACIA*.
- Renault Cacia. (2022, February 9). *Política da qualidade da Renault Cacia*. <https://cdn.group.renault.com/ren/pt/cacia/2022/renault-politica-qualidade-2022.pdf>
- Rivera, A. (2020). *ESTUDIO DE LA IRRUPCIÓN DE LA INDUSTRIA 4.0 EN LA METODOLOGÍA LEAN MANUFACTURING* (Issue March).
- Ruben, R. Ben, Vinodh, S., & Asokan, P. (2017). Production Planning & Control The Management of Operations Implementation of Lean Six Sigma framework with environmental considerations in an Indian automotive component manufacturing firm: a case study Implementation of Lean Six Sigma framework with environmental considerations in an Indian automotive component manufacturing firm: a case study. *Production Planning & Control*, 28(15), 1193–1211. <https://doi.org/10.1080/09537287.2017.1357215>
- Santos, A. (2021). *Renault Cacia irá evitar a emissão de 1,8 mil toneladas de CO2 por ano - Autoportal*. <https://autoportal.iol.pt/sustentabilidade/fabrica/renault-cacia-ira-evitar-a-emissao-de-1-8-mil-toneladas-de-co2-por-ano>
- Shah, R., & Ward, P. T. (2003). Lean manufacturing: Context, practice bundles, and performance. *Journal of Operations Management*, 21(2), 129–149. [https://doi.org/10.1016/S0272-6963\(02\)00108-0](https://doi.org/10.1016/S0272-6963(02)00108-0)
- Snee, R. D. (2010). Lean Six Sigma-getting better all the time. *International Journal of Lean Six Sigma*, 1(1), 9–29. <https://doi.org/10.1108/20401461011033130>
- Stief, P., Dantan, J. Y., Etienne, A., & Siadat, A. (2018). A new methodology to analyze the functional and physical architecture of existing products for an assembly oriented product family identification. *Procedia CIRP*, 70, 47–52. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.02.026>
- Sunder, V. (2014). Lean six sigma project management-a stakeholder management perspective. *The TQM Journal*, 28(1), 132–150. <https://doi.org/10.1108/TQM-09-2014-0070>
- Taner, M. T., Sezen, B., & Antony, J. (2007). An overview of six sigma applications in healthcare industry. *International Journal of Health Care*, 20(4), 329–340. <https://doi.org/10.1108/09526860710754398>
- Tyagi, S., Choudhary, A., Cai, X., & Yang, K. (2015). Value stream mapping to reduce the lead-time of a product development process. *International Journal of Production Economics*, 160, 202–212. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.11.002>
- Veres, C., Marian, L., Moica, S., & Al-Akel, K. (2018). Case study concerning 5S method impact in

- an automotive company. *Procedia Manufacturing*, 22, 900–905.
<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.03.127>
- Womack, J., Jones, D., & Roos, D. (1991). *The Machine that Changed the World: The Story of Lean Production*.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1997). Lean Thinking—Banish Waste and Create Wealth in your Corporation. *Journal of the Operational Research Society*, 48(11), 1148–1148.
<https://doi.org/10.1038/sj.jors.2600967>
- Yamamoto, Y., & Bellgran, M. (2010). *Fundamental mindset that drives improvements towards lean production*. <https://doi.org/10.1108/01445151011029754>
- Yeen Gavin Lai, N., Hoong Wong, K., Halim, D., Lu, J., & Siang Kang, H. (2019). Industry 4.0 Enhanced Lean Manufacturing. *Proceedings of 2019 8th International Conference on Industrial Technology and Management, ICITM 2019*, 206–211.
<https://doi.org/10.1109/ICITM.2019.8710669>

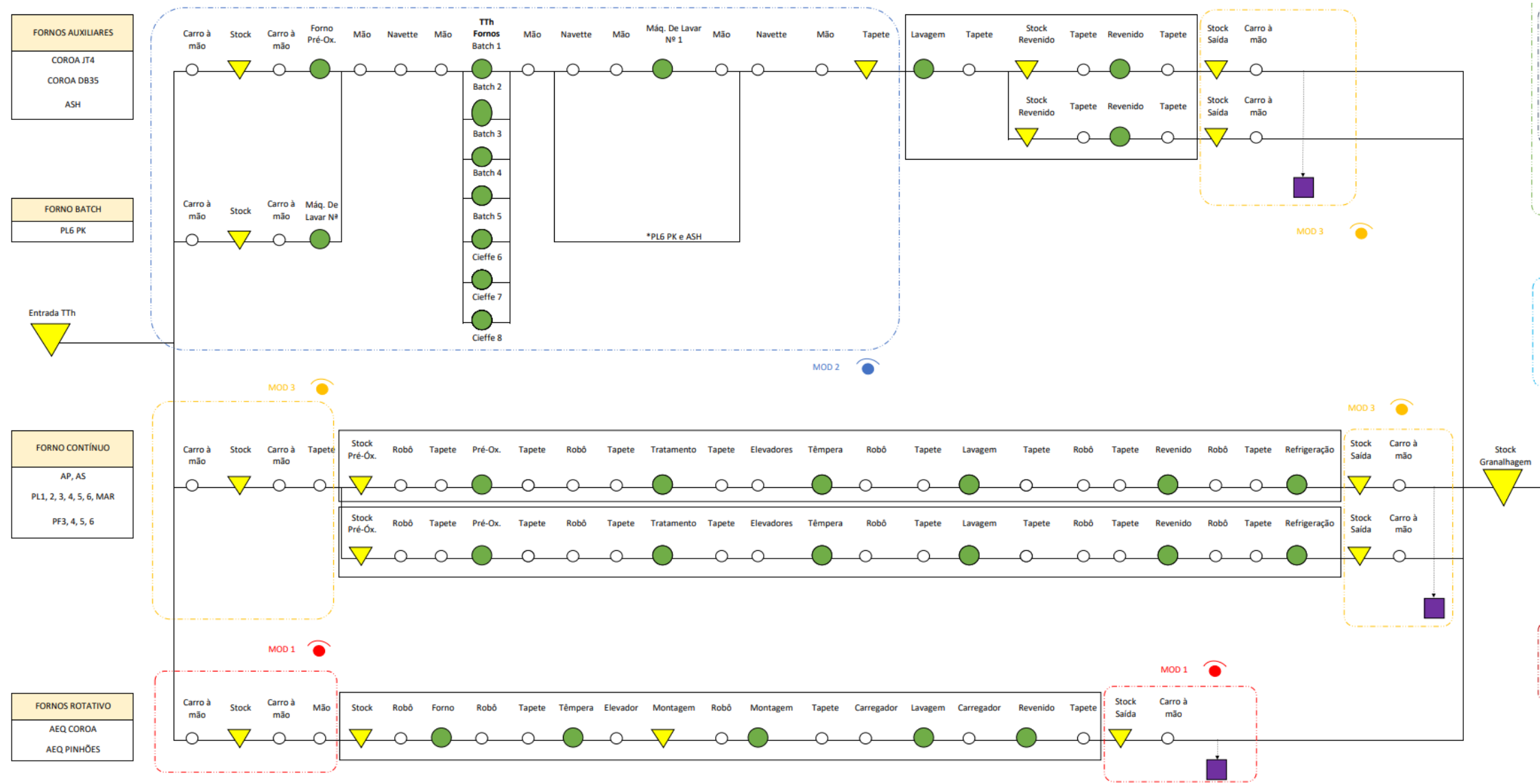
7. Anexos

Anexo 1 – Cartografia dos AGVs do fluxo externo de carros internos vazios ($TTh > PB$)

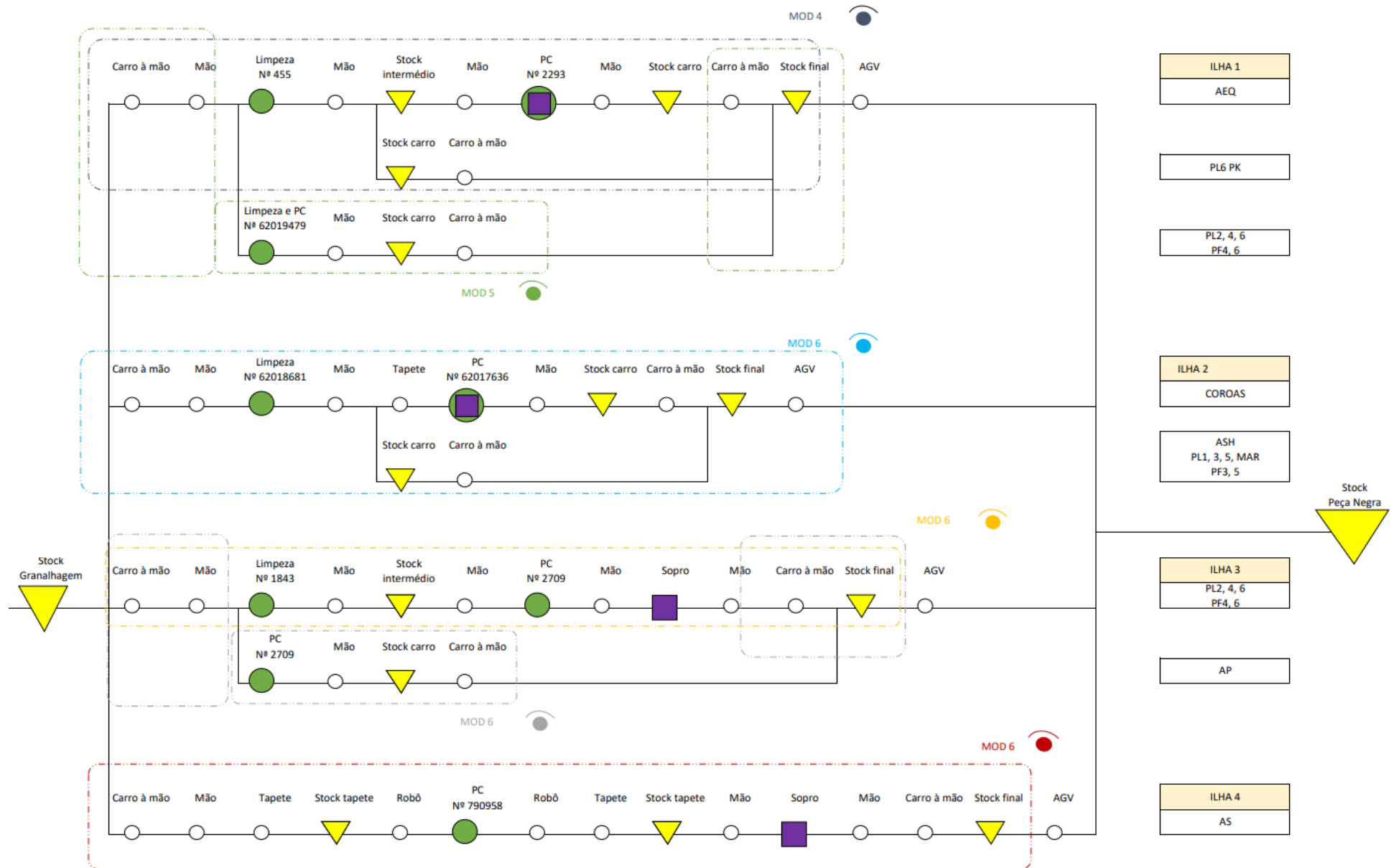


- 1 – Peças para Fosfatação
- 2 – Peças para Retificação
- 3 – Árvore Secundária
- 4 – Árvore Secundária Alta e Árvore Primária
- 5 – Peças para Torneamento Duro (Coroas)

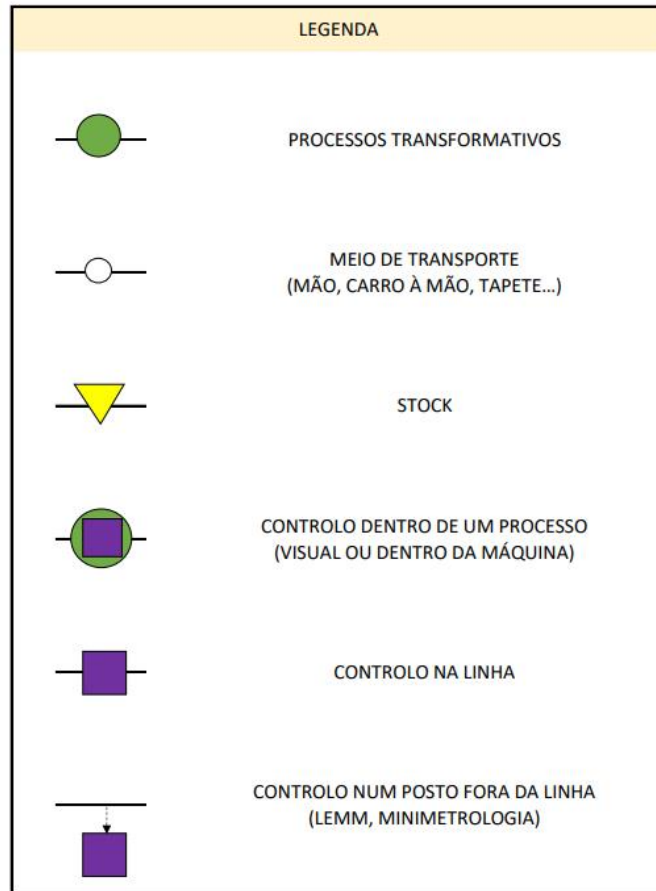
Anexo 2 – Fluxo Físico dos Tratamentos Térmicos (Fornos)



Anexo 3 – Fluxo Físico dos Tratamentos Térmicos (Granalhagem)



Anexo 4 – Legenda do Fluxo Físico dos Fornos e da Granalhagem



Anexo 5 – Tabela com as descrições das operações VA/NVA dos Fornos e da Granalhagem

Operação	Fornos	Granalhagem	Ocupação		Inatividade
	Descrição		VA	NVA	
Controlar/Registar	Registos manuais para controlo de parâmetros de processo e declaração início/fim produção	Controlos visuais das peças e registos manuais de início/fim produção		x	
Abastecer/Evacuar	Abastecimento e retirada (peça a peça) da máquina	Indexação e remoção dos carros, empurrando os pratos para dentro/fora do forno	x		
Caminhar c/ carga	Deslocamento do operador com peça na mão			x	
Caminhar livre	Deslocamento do operador sem peça/carro			x	
Transportar carga	Transporte de carros com peças			x	
Transportar vazios	Transporte de carros sem peças			x	
Espera/Inatividade	Espera pelo término da máquina				x
Operação manual	Calibrar/ajustar parâmetros	Sopro da peça com pistola pirotécnica de ar comprimido		x	
Manobrar	Pequenos ajustes ao carro para o colocar na posição correta			x	
Outros	Falar com os responsáveis (CUET e condutor de linha) ou realizar uma pausa (WC, fumar, comer)				x

Anexo 6 – Plano de Ações resultante do seminário TTh

SITUAÇÃO ATUAL						SITUAÇÃO ALCANÇÁVEL			SITUAÇÃO IDEAL
DESCRIÇÃO	CAUSA ORIGEM	AÇÕES A REALIZAR	ANÁLISE PENDENTE	PILOTO	PRAZO	DESCRIÇÃO	RESTRIÇÕES / DIFICULDADES	DESCRIÇÃO	
Dupla lavagem das coroas	Geometria das coroas causa acumulação de óleo de têmpera na mesma	Aplicar sistema para eliminar óleo da coroa	Dificuldades da implantação do sistema (Necessário retirar máquina de lavar)	J. Falque D. Lopes	dez/22	Lavagem da coroa apenas 1 vez após têmpera	Aplicar solução para eliminar óleo da coroa Dificuldades da implantação do sistema (Necessário retirar máquina de lavar)	Lavagem da coroa apenas 1 vez após têmpera	
Lavagem PK6 à entrada do TTh	Qualidade da lavagem NOK na PB	Garantir a lavagem unitária do PK6 na PB Realizar FJPPC e atualizar documentação	Confirmação da qualidade de lavagem PB	Hélder Silva D.Lopes Gil José	dez/22 dez/22	Eliminar lavagem PK6 e retirar a máquina de lavar	Garantir qualidade de lavagem PK6 PB	Eliminar lavagem PK6 e retirar a máquina de lavar	
Tratamentos dos PF nos Fornos Batch & Cieffe	Espessura convencional (Ec) no limite máx de tolerância	Fazer evoluir IT crabot PL1 Rever "receita" / programa para garantir qualidade		Gil José J.Durão T.Castelão C.Costa	mar/22 mar/22	Tratar PF no Forno Contínuo	Dificuldade em estabelecer a "receita" exata	Tratar PF no Forno Contínuo	
Baixa taxa de atividade do Forno Contínuo	Peças com qualidade comprometida passaram a ser tratadas nos outros fornos existentes	Transferir atividade do Forno Rotativo e dos Batch para Forno Contínuo	Ensaiai ASH c/ montagens AP/AS Investimento montagem ASH: 50 peças/prato => 66 pratos x 3630 Eur => 240 Keur Investimento 33 carros: 33 Keur	C.Costa E.Pagaimo	mar/22	Tratar ASH, PK6 e PAEQ no Forno Contínuo	Necessário investimento elevado PK6 não faz revenido, é necessário retirar peças antes do revenido, ou seja, é necessário fazer evoluir programa do Forno Contínuo para que as peças saem antes	Tratar todas as peças no Forno Contínuo	
		Verificar necessidade de investimento de carros específicos para Forno Contínuo	Ensaiai PK6 c/ montagens PL4 Investimento montagem PK6: 72 peças/prato => 23 pratos x 1770 Eur => 41 Keur Investimento 12 carros: 12 Keur	C.Costa E.Pagaimo	mar/22				
		Validar ASH / PK6 e PAEQ no FC	Validação PAEQ com BE	J. Durão G. José	dez/22				
Diferença entre o TCY PB / Forno Contínuo / Granalhagem		Definir stock min/máx de peças para o Forno Contínuo	Realizar benchmark e análise custo / benefício	L. Monteiro	mai/22	Sincronização do TCY da PB, Forno Contínuo e Granalhagem Kanban	Investimento em embalagens: 1) Refratário + carros 2) Necessário MOD dedicado	Sincronização do TCY da PB, Forno Contínuo e Granalhagem Kanban	
		Criar condições para gerir stock PB (Kanban) => Necessário carros com material refratário		N. Almeida C. Goulão	mai/22				
		Respeitar programa de maquinação PB		S. Almeida J. Pinho	mai/22				
Funcionamento do Forno Rotativo 7 dias/semana	Forno Rotativo trabalha à cadência da PB (produção escassa e irregular)	Concentração da produção AEQ da PB em 1 ou 2 dias da semana	Alinhamento dos fornecedores e clientes	D.Lopes	dez/22	Tratar AEQ em 1 dia da semana	Risco de não validação (têmpera a frio)	Tratar AEQ no Forno Contínuo	
		Realizar stock PB e ter embalagens para stock (cestos e contentores)	Confirmar quantidade de cestos necessário e existentes	L. Monteiro M.Ferreira	dez/22				
Transporte manual dos carros nas linhas dos fornos (carros cheios PB - TTh)		Estudar automatização do fluxo	Custo de implementação da solução	J. Gonçalves L. Monteiro	dez/22	Transporte automático dos carros cheios PB - TTh		Transporte automático dos carros cheios PB - TTh	

SITUAÇÃO ATUAL						SITUAÇÃO ALCANÇÁVEL		SITUAÇÃO IDEAL
DESCRIÇÃO	CAUSA ORIGEM	AÇÕES A REALIZAR	ANÁLISE PENDENTE	PILOTO	PRAZO	DESCRIÇÃO	RESTRIÇÕES / DIFICULDADES	DESCRIÇÃO
Estrutura dos carros do TTh não é uniforme (existem carros com 1, 2, 3 pratos)	Não uniformização dos carros internos do TTh	Utilização de carros c/ 2 pratos	Validar carros para peças PK6, AS e PAEQ	J. Durão Gil José	dez/22	Estrutura dos carros do TTh é uniforme	Falta de recursos internos (serralheiro) para modificação	Estrutura dos carros do TTh é uniforme
		Modificar carros de 1 prato para 2 pratos e aplicação de rolos		José Carlos	mar/22			
Co-habitação entre empilhador operador (carros vazios TTh - PB)		Eliminar empilhador nos tth	Desenvolvimento de uma solução economicamente interessante	L. Monteiro C. Gomes	dez/22	Eliminação do empilhador		Eliminação do empilhador
Falta de estados de referência	Dificuldade em manter pintura dos estados de referência devido a pó da granalha	Definição dos estados de referência e estudo de uma possibilidade duradoura de colocação do mesmo	Confirmar os estados de referência precisos	J. Gonçalves L. Monteiro	dez/22	Estados de referência em todo o TTh		Estados de referência em todo o TTh
	Desatualização dos estados de referência dos fornos	Redefinição dos estados de referência	Desenvolver solução duradoura de implementação	J. Gonçalves L. Monteiro	dez/22			
Desorganização do posto de trabalho (objetos desnecessários)	Dificuldade em preservar o local de trabalho organizado	Definição de management visual dos objetos conforme a frequência e quantidade de utilização	Confirmar os estados de referência precisos	D. Logística DPU	dez/22	Organização do posto de trabalho e midset 5s		Organização do posto de trabalho e midset 5s
		Etiquetagem do material		APW	dez/22			
		Desenvolvimento da mentalidade 5s nos operadores		CA				
Sopragens manuais específicas para garantir a qualidade (ausência de granalha nas peças: AP / AS / PL / PFX.	Sistema de sopragem das granalhadoras não funciona corretamente	Garantir aplicação sist de limpeza automático nas granalhadoras a automatizar		J. Carlos G.	ago/22	Garantir limpeza automática nas granalhadoras automáticas	Dificuldades de programação dos equipamentos obsoletos	Grenalhadora automatizada
				E. Pagaimo				
Navette não operacional na totalidade dos fornos (nos Cieffe) e na máquina de lavar		Analisar a causa do não funcionamento, sobretudo nos fornos Cieffe e agir em conformidade		J. Merendeiro E. Pagaimo	dez/22	Navette semi-automática operacional nos fornos CIEFFE	Elevado custo de implementação	Navette automática
Traçabilidade: Registos manuais (seguimento de cargas) e automáticos (GoPro) entrada/saída dos fornos e granalhadoras	Não exploração do sistema de traçabilidade / supervisão Forno Contínuo	Analisar os registos manuais e potencialidades de traçabilidade do Forno Contínuo		T. Nunes E. Pagaimo J. Durão	2023	Traçabilidade única entre entrada tth / saída tth (Eliminar registos manuais traçabilidade no FC)		Traçabilidade única entre entrada tth / saída tth (Eliminar registos manuais traçabilidade no FC)
		Analisar os vários sistemas de modo a garantir a não duplicação e assegurar informação existente		Olga Cunha	2023			

SITUAÇÃO ATUAL						SITUAÇÃO ALCANÇÁVEL		SITUAÇÃO IDEAL
DESCRIÇÃO	CAUSA ORIGEM	AÇÕES A REALIZAR	ANÁLISE PENDENTE	PILOTO	PRAZO	DESCRIÇÃO	RESTRICÇÕES / DIFICULDADES	DESCRIÇÃO
Controlo de Parâmetros: Registos manuais para controlo dos parâmetros dos fornos	Mdf fabricação que o exige (questões de vigilância processo)	Verificar a possibilidade de sinalização luminosa e	Analisar riscos e decidir	D. Lopes	dez/22	Eliminar registos manuais de seguimento processo nos F.Bach		Eliminar registos manuais de seguimento processo nos F.Bach
Utilização de dois gases (gás natural e propano) para criação de atmosfera nos Fornos Batch e Forno Contínuo	Custo energético	Executar baixada caudalímetro de GN em forno piloto		J.Nunes	abr/22	Utilização de gás natural para criação de atmosfera nos Fornos Batch e Forno Contínuo		Utilização de gás natural para criação de atmosfera nos Fornos Batch e Forno Contínuo
	Exploração de 2 gases diferentes no mesmo local para o mesmo fim.	Execução de ensaio para validação em forno piloto.		Elmano	jul/22			
Desperdício de energia térmica proveniente da dissipação de calor.	Libertação de calor de óleo de tempera para a atmosfera		Reaproveitar o calor para máquina de lavar	A.Fedak J.Nunes	abr/22	Reutilizar o calor dissipado no forno contínuo para aquecimento do banho da máquina de lavar		Aproveitamento de energia térmica proveniente da dissipação de calor
Consumo de gases processo centralizado e não individualizado	Não existe monitorização individualizada de gases		Executar CDC para aplicação de contadores de Metano, amoníaco, azoto e ar comprimido e integração destes no automato do forno contínuo	F.Fernandes	abr/22	Aplicação de monitorização individual dos gases no Forno Contínuo		Aplicação de monitorização individual dos gases no Forno Contínuo

Anexo 7 – Tabela com a avaliação ergonómica M2E

OP	Método M2E			Justificação
	Postura	Esforço	Ponto duro	
MOD Nº 1	4	2	X	- Ponto duro devido à movimentação de carros triangulares, força de arranque NOK (valor real = 17,7 kgf vs valor limite = 17 kgf)
MOD Nº 2	4	3	X	- Ponto duro devido à movimentação dos carros dos carros das coroas (valor real = 20,7 kgf vs valor limite = 13,6 kgf)
MOD Nº 3	3	5	X	- Esforço nível 5 devido a excesso de manipulações 7,1 kg x 243 manipulações/hora - Ponto duro devido à movimentação de carros TTh grandes (165 peças), força de arranque NOK (valor real = 20,7 kgf vs valor limite = 13,6 kgf)
MOD Nº 6	4	3	X	- Ponto duro devido à movimentação dos carros TTh grandes das coroas DB35, força de arranque NOK (valor real = 20,7 kgf vs valor limite = 13,6 kgf)

Anexo 8 – Detalhes das fugas existentes na pistola pirotécnica de ar comprimido

Details

File name	Default_0019.as2
#	19
Type	
Folder name	Default
Date and time	23/04/2022 07:33:11
Distance	0.5 m
Measured dB Level	79.3
Leak type	<input type="text" value="Hose"/>
LeakQ	5.8
System Pressure in bar	6
Estimated Leak rate	3 l/min
Estimated costs	58 EUR/ year

