Aumento de fiabilidade e redução de defeitos numa indústria de fundição injetada

Rodrigo Sa Morais Campos Costa

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Jorge Rui Guimarães Freire de Sousa

Orientador do Instituto *Kaizen*: Engº Pedro Reina

U.PORTO
FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

2018-07-02

To improve is to change, so to be perfect is to have changed often.

Winston Churchill

Resumo

A excelência operacional constitui um requisito para as pequenas e médias empresas continuarem competitivas em mercados afetados pela presença de "Gigantes Multinacionais". A Empresa K tem como clientes algumas das mais prestigiadas produtoras de automóveis e estas têm vindo a mudar a sua política e critérios de exigência com os fornecedores. Sendo o volume de exportações próximo de 80% neste mercado, o poder de negociação com os clientes é ameaçado quando se está a competir com empresas de alto estatuto mundial.

A presente dissertação surge de um projeto que o Instituto *Kaizen* teve oportunidade de desenvolver e que tem como objetivo reestruturar uma fábrica de fundição injetada de ligas de alumínio. A mudança das necessidades dos clientes obrigou a empresa a mudar as suas políticas e, mais importante, a atingir resultados excelentes. Estes resultados não se atingem da noite para o dia e, como tal, é previsível que apesar do objetivo concreto de reduzir as taxas de peças rejeitadas, exista uma necessidade de quebrar paradigmas e mudar rotinas de trabalho dos colaboradores da empresa.

Apresenta-se ao longo da dissertação, com base no *Kaizen Change Model*, as principais ferramentas utilizadas para implementar uma cultura de melhoria contínua, tais como o *Kaizen* Diário e o *Standard Work*. Estas ferramentas estão intimamente ligadas a alguns dos valores defendidos pelo *Kaizen Institute* e que são o pilar do *Kaizen Business System*, também apresentado. Tratando-se de uma indústria de processo, também a eficiência dos equipamentos foi alvo de análise. O pilar Manutenção Autónoma, integrante do modelo de *Total Productive Maintenance*, foi o primeiro passo para garantir a estabilidade do processo e reduzir as paragens das máquinas.

A nível de resultados globais da fábrica, atingiu-se uma redução de cerca de 18% de peças defeituosas e, para uma das máquinas-piloto, utilizada para um maior controlo na implementação e validação de um maior conjunto de soluções, um aumento do OEE de cerca de 25%. Os resultados obtidos provam a mais-valia das soluções adotadas e evidenciam o contributo que a mudança de paradigmas, a eliminação de desperdício e a organização das equipas pode ter no caminho rumo à excelência operacional.

Increase in reliability and reduction of defects in a die-casting industry

Abstract

In order to stay competitive in markets with "Big Multinational Companies", small and medium-sized enterprises must operate with nothing less than operational excellence. Empresa K works with some of the most prestigious automobile companies and these have been changing their policies and its levels of demanding with the suppliers. With a volume of exports standing close to 80% in this market, the power to compete with those powerful players can be frightened when it comes to negotiate with clients.

This dissertation is based on a project developed by Kaizen Institute. The main goal of this project is to restructure an aluminum alloy die-casting industry. It all boils down to the client's high demands that forced the company to change its policies and, more importantly, to achieve higher levels of productivity and results. These kinds of results are not easy to get, so, as expected, aside from the main objective of reducing the rate of rejected parts, there is also a necessity to break paradigms and change the working routines of the employees.

Thus, the following document will be presenting the main tools, based on *Kaizen Change Model*, used to implement a culture of continuous improvement such as *Daily Kaizen* and the *Standard Work*. These features are related to Kaizen Institute's culture values, that are also the core values of the *Kaizen Business System*. Being a process industry, the efficiency of the equipment was also analyzed. The *Autonomous Maintenance* pillar, integral to the *Total Productive Maintenance* model, was the first step to guarantee the stability of the whole process and decrease the number of times machines stop.

In terms of overall performance, a reduction of around 18% in defective parts was achieved and for one of the pilot machines that was used for greater control in the implementation and validation of a larger set of solutions, an increase in OEE of about 25%. The results obtained prove the added value of the adopted solutions and show the contribution that the paradigm shift, the elimination of waste and the organization of the teams can have on the way towards operational excellence.

Agradecimentos

A toda a estrutura do Instituto *Kaizen*, em especial ao Eng.º Pedro Reina, Pedro Coelho e Rafael Henriques por toda a ajuda, conhecimento, acompanhamento e a forma como me integraram na equipa.

À empresa K pela disponibilidade e simpatia demonstrada no projeto.

Ao professor Jorge Freire de Sousa pela sensatez, disponibilidade e orientação na dissertação.

À minha família, amigos e todas as pessoas que estiveram presentes não só durante o período de dissertação, mas também durante todo o meu percurso académico.

Índice de Conteúdos

1 Introdução 1
1.1 Enquadramento e motivação 1
1.2 O Instituto *Kaizen* 1
1.3 Empresa K 2
1.4 Projeto e objetivos 3
1.5 Estrutura da dissertação 3
2 Enquadramento teórico 4
2.1 Sistema de Gestão *Kaizen* 4
2.2 Fundamentos *Kaizen* 4
2.3 *Kaizen Change Model* (KCM) 6
2.4 *Total Productive Maintenance* (TPM) 8
3 Estado inicial 12
3.1 Fundição injetada de ligas de alumínio 12
3.2 Situação do mercado em Portugal 14
3.3 Avaliação inicial da empresa e identificação de oportunidades 15
3.3.1 Unidade de Fundição 17
3.3.2 Unidade de Manutenção de Ferramentas 20
4 Implementação da solução proposta 22
4.1 Cultura e organização de equipas 23
4.1.1 *Kaizen* diário 23
4.1.2 Responsabilidades e rotinas 28
4.1.3 Escalonamento de problemas 32
4.1.4 Resultados 32
4.2 Fiabilidade das máquinas 35
4.2.1 Manutenção Autónoma 35
4.2.2 *Standard* de atuação sobre problemas 40
4.2.3 Qualidade das ferramentas 42
4.2.4 Planeamento máquina-molde 44
4.2.5 Resultados 45
5 Conclusões e trabalhos futuros 48
Referências 50
ANEXO A: Layout da fábrica do cliente 51
ANEXO B: Indicador de produtividade do departamento de MF 52
ANEXO C: Agenda Team Leaders adaptada 53
ANEXO D: Rotinas dos apoios 54
ANEXO E: OPL da mudança de parâmetros pelo operador 55
ANEXO F: Relatório semanal da fundição 56
ANEXO G: Grelha Manutenção Autónoma 57
ANEXO H: Rotina *standard* de atuação a encharcados 58
ANEXO I: Grelha de avaliação de manutenção de ferramentas 59
ANEXO J: Indicador qualidade dos B1's 60
ANEXO K: Análise de recorrências dos A1's 61
ANEXO L: 5S – Antes e depois 62

Siglas

KBS	*Kaizen Business System*
TPM	*Total Productive Maintenance*
OEE	*Overall Equipment Effectiveness*
SMED	*Single Minute Exchange of Die*
OPL	*One Point Lesson*
RUT	Responsável por Unidade de Trabalho

Índice de Figuras

Figura 1 - Escritórios *Kaizen Institute*. Fonte: (Kaizen Institute 2017a).....1

Figura 2 - Posição da Empresa K na cadeia de valor do processo global. Adaptado de: (Heinemann 2016).....2

Figura 3 - Resumo das áreas de intervenção e soluções implementadas.....3

Figura 4 - *Kaizen Business System*. Fonte: (*Kaizen Institute* 2017a).....4

Figura 5 - Inovação tradicional vs Inovação Kaizen. Fonte: (Kaizen Institute 2017a).....6

Figura 6- Organização *Kaizen* e Normalização. Adaptado de: (*Kaizen Institute* 2017a).....7

Figura 7 - Modelo QCD. Fonte: (*Kaizen Institute* 2017a).....9

Figura 8 - Etapas de implementação da manutenção autónoma. Fonte: (*Kaizen Institute* 2017b).....10

Figura 9 - "Colher" de um grupo de injeção.....13

Figura 10 - Jito composto por duas peças.....13

Figura 11 - Processo cíclico de fundição injetada.....14

Figura 12 - Vendas no mercado de fundição em Portugal – Milhões de €. Fonte: (APF, 2018).....14

Figura 13 - Evolução da produção em toneladas dos diferentes tipos de materiais de fundição. Fonte: (APF, 2018).....15

Figura 14 - Organigrama da empresa.....15

Figura 15 - Baseline - Defeitos globais 2017.....16

Figura 16 - Estrutura organizacional área de Fundição.....17

Figura 17 - Defeitos FU-FU últimos 4 meses de 2017.....18

Figura 18 - Estrutura organizacional MF.....20

Figura 19 - Mudança de processo na reparação de ferramentas.....21

Figura 20 - Contextualização das soluções implementadas.....22

Figura 21 - Metodologia de implementação de melhorias.....23

Figura 22 - Indicador *Kaizen* Diário Fundição.....25

Figura 23 - Quadro *Kaizen* Diário.....25

Figura 24 – Quadro de monitorização online da operação.....26

Figura 25 - Distribuição de ações *Kaizen* Diário.....27

Figura 26 - Exemplo de plano de trabalho de uma das equipas de MF.....28

Figura 27 - Agenda *Team Leader*.....29

Figura 28 - Gráfico comparativo entre 2017 e 2018 de taxa de defeitos FU-FU.....33

Figura 29 - Gráfico da evolução da taxa de defeitos FU-FU de 2018.....33

Figura 30 - Gráfico comparativo entre 2017 e 2018 de taxa de defeitos FU-AC e AC-AC.....34

Figura 31 - Gráfico da evolução da taxa de defeitos global de 2018.....34

Figura 32 - Gestão Visual Manutenção de 1º Nível.....38

Figura 33 - Instruções Manutenção Autónoma.....38

Figura 34 - Defeito "Encharcados" em fundição injetada 40
Figura 35 - Pareto de defeitos FU-AC de 1 de Janeiro até 20 de Abril.....40
Figura 36 - Resultados de uma utilização do *Standard* de atuação face a encharcados.....41
Figura 37 - Análise comparativa de recorrências de A1's 42
Figura 38 - Matriz planeamento Máquina/Molde 45
Figura 39 - Evolução do OEE da máquina-piloto 516 em 2018.....46
Figura 40 - Evolução da taxa de defeitos FU-FU da máquina-piloto 516 em 2018 46
Figura 41 - Eficiência de recursos vs Eficiência de fluxo. Adaptado de: (*Kaizen Institute* 2017a) 49

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Baselines Projeto *Kaizen.* 16
Tabela 2 - Parâmetros Máquinas *Colosio Real Time* e *Buhler* 31
Tabela 3 - Parâmetros Máquinas *Colosio* Antigas 31
Tabela 4 - Análise da redução de taxa de defeitos global 35
Tabela 5 - Simplificação de tarefas de manutenção autónoma 37
Tabela 6 - Indicador Qualidade B1 43
Tabela 7 - Produção dia 26/05/2018 44

1 Introdução

A presente dissertação foi realizada num cliente do Instituto Kaizen que definiu como prioridade para o ano de 2018 a implementação de um projeto de melhoria da Eficiência Operacional. Neste capítulo faz-se um enquadramento do projeto, resumindo os seus objetivos. Faz-se também uma apresentação das empresas em questão e um resumo dos temas abordados nos capítulos seguintes.

1.1 Enquadramento e motivação

O projeto *Kaizen* tem como objetivo uma mudança cultural dos diversos departamentos, através do estudo e revisão dos seus processos. O projeto tem uma duração aproximada de 2 anos sendo que o período da dissertação coincide, sensivelmente, com o início do mesmo. Procurou-se alinhar os objetivos que se pretendia para a presente dissertação, com os objetivos do projeto global *Kaizen* que, para além da mudança de cultura, eram a redução de defeitos e aumento do OEE. Serve a presente dissertação para mostrar de que forma se interveio nas rotinas e processos do cliente, o impacto a nível de resultados e como se tentou obter máquinas mais fiáveis através da normalização de processos. Apesar de estarem previstas, para o projeto global, intervenções num grande número de departamentos da fábrica, esta dissertação foca-se nos departamentos de Fundição, Manutenção de Ferramentas e Manutenção de Equipamentos.

1.2 O Instituto *Kaizen*

O Instituto *Kaizen* é uma empresa de consultoria operacional fundada em 1985 por Masaaki Imai. Sedeada em Zug, na Suíça, hoje encontra-se expandida a mais de 30 países. Atualmente Portugal faz parte da unidade de negócio *Kaizen Institute Western Europe* (ver Figura 1).



Figura 1 - Escritórios *Kaizen Institute*. Fonte: (Kaizen Institute 2017a)

Em Portugal a empresa conta com escritórios no Porto e em Lisboa e fornece serviços de consultoria e formação nas áreas de *Lean* management e melhoria contínua a empresas por todo o país. Hoje em dia está presente em empresas não só do sector de produção, mas também de logística, tecnologias, saúde, distribuição, entre outros.

A empresa tem como visão ajudar os seus clientes a atingir resultados de excelência. Para isto procura aliar o desenho e implementação de soluções focadas na qualidade do produto à criação de uma cultura *Kaizen* sustentável, focando-se em desenvolver líderes capazes de sustentar a melhoria contínua em todos os aspetos dentro das suas próprias organizações.

Em 2011 fundiu-se com a empresa *Gemba Research*, empresa que partilhava uma filosofia semelhante à sua, no sentido de criar o grupo líder e geograficamente mais diversificado na área de *Lean Management*: a empresa *Kaizen Institute Consulting Group*.

1.3 Empresa K

Fundada em 1951, a Empresa K é uma empresa de fundição injetada de ligas de alumínio tendo sido pioneira em Portugal na utilização deste tipo de tecnologia. Atualmente é dirigida ao setor automóvel, desenvolvendo e fabricando componentes para diversas aplicações e possuindo tecnologias de fundição injetada, mecanização, acabamento, montagem e controlo de qualidade. Com uma média de produção diária em 2017 de 33000 peças, procura ser a primeira opção dos seus clientes e uma referência em tecnologia e inovação. Na Figura 2 podemos ver a posição da Empresa K na cadeia de valor de todo o processo de fundição injetada, desde a produção da matéria-prima (lingotes de liga de alumínio) até à entrega do produto final aos clientes.

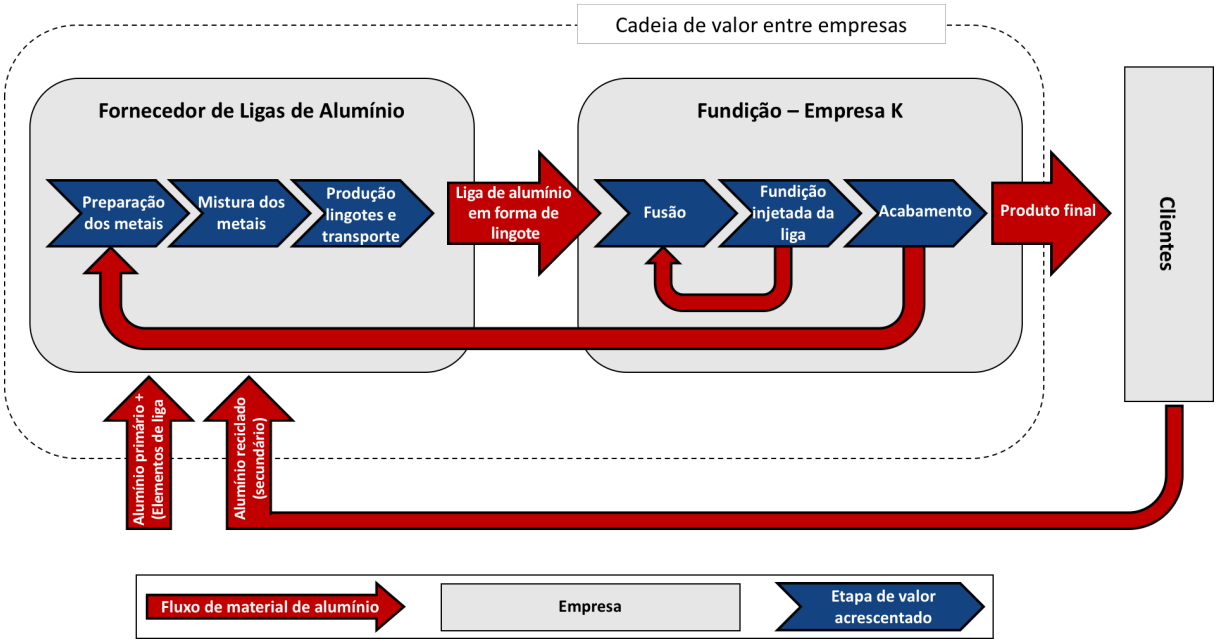


Figura 2 - Posição da Empresa K na cadeia de valor do processo global. Adaptado de: (Heinemann 2016)

A empresa tem as suas infraestruturas estrategicamente localizadas no norte de Portugal em São Mamede de Infesta, Matosinhos, numa zona de fácil acesso a uma importante via que facilita o acesso ao Aeroporto e ao principal porto da cidade.

1.4 Projeto e objetivos

O objetivo principal do trabalho realizado é conseguir diminuir a percentagem de peças defeituosas produzidas e aumentar o OEE das máquinas. Num projeto de reestruturação global como este, frequentemente assiste-se a uma resistência elevada à mudança. A falta de normalização de tarefas e a inexistência de uma cultura de melhoria contínua obrigam, para além da mudança de processos, a uma mudança de mentalidade. A empresa conta com mais de sessenta anos, no entanto, apesar do valor elevado de faturação, era evidente a falta de rigor no cumprimento de *standards*. Propôs-se, para além de melhorias que visam eliminar o desperdício e melhorar os processos, rotinas que favorecem tanto a formação como a transmissão de conhecimento dos líderes. O Instituto *Kaizen* defende que os operadores são o reflexo do trabalho dos líderes e, como tal, é necessário assegurar que estes estão a acrescentar valor à operação. A principal dificuldade residiu em conseguir encontrar o ponto de equilíbrio entre a visão *Kaizen* para a empresa, e a aceitação dos membros integrantes da mesma. A Figura 3 sintetiza os departamentos envolvidos nas melhorias propostas durante o projeto da dissertação, as principais soluções implementadas e os objetivos que se pretendeu atingir. Expõem-se os três pilares - Planeamento, Manutenção de Equipamentos e Manutenção de Ferramentas – como áreas de apoio ao processo *core* desta indústria - a Fundição. Este foi o departamento alvo de maior intervenção, tanto ao nível de processo como de mudança cultural.

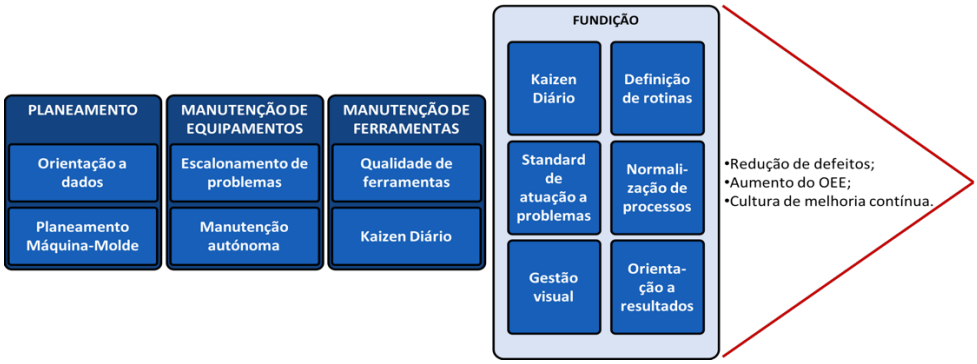


Figura 3 - Resumo das áreas de intervenção e soluções implementadas.

1.5 Estrutura da dissertação

A presente dissertação foi estruturada em 5 capítulos:

Capítulo 1 – Introdução: Consiste na introdução do trabalho feito, onde se enquadra o projeto e se faz um resumo dos temas abordados;

Capítulo 2 – Enquadramento teórico: Desenvolvimento de alguns dos pilares e valores do *Kaizen Institute* que integram o trabalho realizado;

Capítulo 3 – Estado inicial: Explicação do processo de fundição injetada, situação deste mercado em Portugal e situação da Empresa K no início do projeto;

Capítulo 4 – Implementação da solução proposta: Melhorias e *Standards* implementados visando a melhoria contínua;

Capítulo 5 – Conclusões: Principais conclusões obtidas com o trabalho realizado, definição de tópicos a considerar em indústrias com os mesmos tipos de problemas e trabalhos futuros;

2 Enquadramento teórico

2.1 Sistema de Gestão *Kaizen*

O sistema de gestão *Kaizen* (KBS – *Kaizen Business System*) é um modelo que tem como objetivo ser a base de uma cultura de melhoria contínua em qualquer empresa. Para uma melhor compreensão deste modelo, frequentemente é feita uma comparação com a estrutura de uma casa (ver Figura 4). No topo temos o principal objetivo de qualquer projeto e também o foco maior do modelo: **criar valor a longo prazo.** Para atingir este objetivo temos, logo a seguir ao topo, o objetivo de obter excelência de performance ao longo de toda a cadeia de valor, desde os clientes aos fornecedores através do crescimento, qualidade e eficiência tanto de recursos como de processos, sem nunca desrespeitar as pessoas intervenientes. No centro da estrutura temos os pilares que sustentam todo o modelo – o Modelo QCD (que consiste num conjunto de ferramentas que têm como objetivo melhorar a qualidade, eficiência e serviço de uma empresa), e o Modelo de Crescimento (que tem como principal foco o aumento das vendas e o planeamento estratégico da empresa). Na base existe o KCM (*Kaizen Change Management*) que é um modelo que permite toda a implementação do sistema *Kaizen* e, mais importante, a sua sustentabilidade ao longo do tempo.

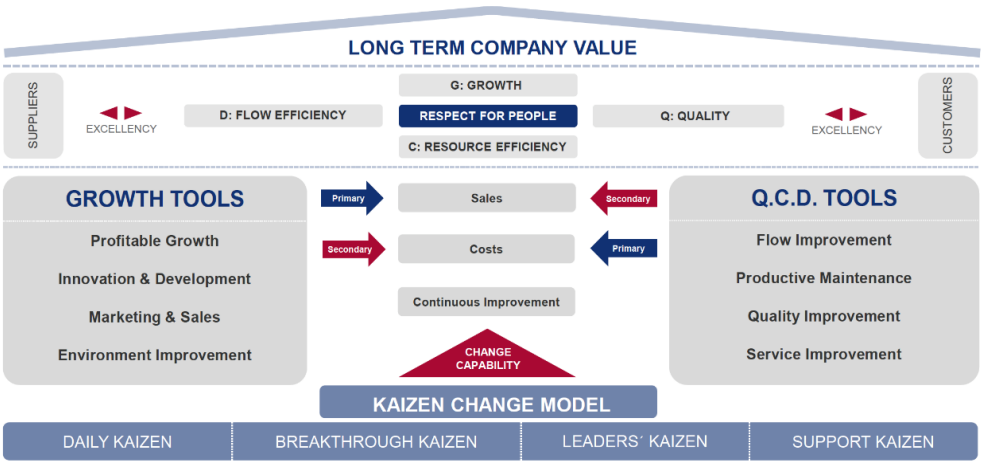


Figura 4 - *Kaizen Business System*. Fonte: (*Kaizen Institute* 2017a)

2.2 Fundamentos *Kaizen*

Os fundamentos *Kaizen* são o conjunto de princípios em que o sistema de gestão *Kaizen* assenta e podem ser divididos em cinco grupos:

Criar valor para o cliente

Define-se como o principal objetivo de uma transformação *Kaizen Lean*. O valor de um produto ou serviço para um cliente define-se como a utilidade que o cliente recebe com esse

produto ou serviço menos o preço total a pagar por ele. É necessário identificar os interesses do cliente para poder satisfazer as suas necessidades. A empresa deve focar-se em melhorar todos os processos no seu dia-a-dia que intervêm diretamente com o cliente e também em "ver o cliente como o processo seguinte", transmitindo o produto ao longo da cadeia, nas melhores condições de qualidade possíveis. Só assim é evitada a deteção tardia de problemas graves no processo global.

Eliminar o desperdício

No sentido de aumentar a produtividade e diminuir os custos, todas as atividades que não trazem valor acrescentado ao processo devem ser reduzidas ou eliminadas. Se for possível realizar a mesma tarefa com menos desperdício, a empresa reduz os seus custos e gera um maior lucro. Existem 7 tipos de desperdício diferentes (Ohno 1988):

1. Espera de pessoas;
2. Espera de materiais ou informação;
3. Movimento de pessoas;
4. Movimento de materiais ou informação;
5. Excesso de produção;
6. Excesso de processamento;
7. Defeitos.

A eliminação do desperdício visa melhorar a eficiência dos fluxos da empresa. Os sete tipos de desperdício fazem parte de um conceito mais amplo – o conceito dos 3M's: *Muda*, *Mura* e *Muri* (Coimbra 2013). *Muda* significa "desperdício". *Mura* diz respeito a "variabilidade"; a existência de *Mura* implica que o sistema não está estável e há pouca fiabilidade. Este conceito está presente ao longo de toda a dissertação, pois a redução da variabilidade e melhoria de fiabilidade das máquinas foi um dos objetivos pretendidos. Muri significa muita "dificuldade" e relaciona-se com perdas de energia e tempo. Coimbra (2013) dá o exemplo de um posto de trabalho com uma estrutura pouco ergonómica, em que o operador perde tempo na realização de vários movimentos para executar uma tarefa.

Melhorias no *Gemba*

A palavra japonesa *Gemba* significa "local real" e refere-se ao local onde decorre a operação. A cultura *Kaizen* assenta sobre o princípio em que só no terreno é possível identificar determinados problemas e consequentemente identificar oportunidades de melhoria. É necessária uma atitude *Gemba* (local real) e *Gembutsu* (objetos reais) por parte dos gestores e supervisores de forma a ser possível identificar a causa-raiz dos problemas nos seus processos. As camadas de gestão tradicionais – gestão de topo, gestão intermédia, engenharia e supervisores – existem para fornecer o suporte necessário ao local de trabalho. Desta forma, o *Gemba* deve ser o local de todas as melhorias e a fonte de toda a informação (Imai 2012).

Envolvimento das pessoas

Ter na cultura da empresa uma atitude de não culpar e não julgar, mas sim de entreajuda e motivação, é o primeiro passo para um bom envolvimento entre as equipas de trabalho. Com isto consegue-se envolver as pessoas num ambiente em que os erros e os problemas não são escondidos, e as próprias pessoas tornam-se elementos importantes na identificação e implementação de melhorias.

Gestão visual

O ser humano tende a captar melhor a informação através da visão do que com os outros sentidos. É mais fácil para um humano perceber o trabalho que tem que fazer quando visualiza uma norma visualmente agradável. A exposição visual dos indicadores da empresa, tanto positivos como negativos, ajuda tanto a motivar as pessoas a quererem fazer melhor todos os dias como a identificar onde podem estar as principais anomalias no processo. Como princípio genérico, a gestão visual permite tornar os processos e o desperdício visíveis, implementar a normalização visual e melhorar a comunicação (Coimbra 2016).

2.3 *Kaizen Change Model* (KCM)

Tal como descrito anteriormente, o KCM é um modelo que permite a implementação do sistema *Kaizen* e funciona como a "base" do modelo de gestão. Com o KCM pretende-se mudar a cultura das empresas e passar de um estado de estagnação e desmotivação para um ambiente de melhoria contínua. Para obter um sistema sustentável é necessário procurar a melhor forma de aplicar as melhorias e perceber qual a melhor forma de não regredir ao estado inicial. Esta análise depende do contexto em que cada empresa se insere e as suas necessidades estão diretamente ligadas aos colaboradores que intervêm nos processos.

O modelo KCM é constituído por quatro pilares fundamentais (ver Figura 5):

- *Kaizen* Diário: Procura melhorar a organização das equipas do *Gemba* e criar uma cultura em que as pessoas procuram melhorar diariamente, tornando-se capazes de analisar e atuar face aos problemas. No próximo capítulo procura-se detalhar mais em pormenor este pilar;
- *Kaizen* Líderes: Pretende-se conseguir o compromisso da gestão de topo com as boas práticas de melhoria contínua. O envolvimento da gestão de topo nos projetos do *Gemba* é fulcral para a obtenção de uma melhoria de cultura sustentável;
- *Kaizen* Suporte: Tem como objetivo fornecer uma orientação especializada aos clientes da empresa;
- *Kaizen* Projeto: Engloba transformações disruptivas que visam obter melhorias significativas. É frequentemente utilizado juntamente com o *Kaizen* Diário sendo uma grande parte das vezes sustentado por este.

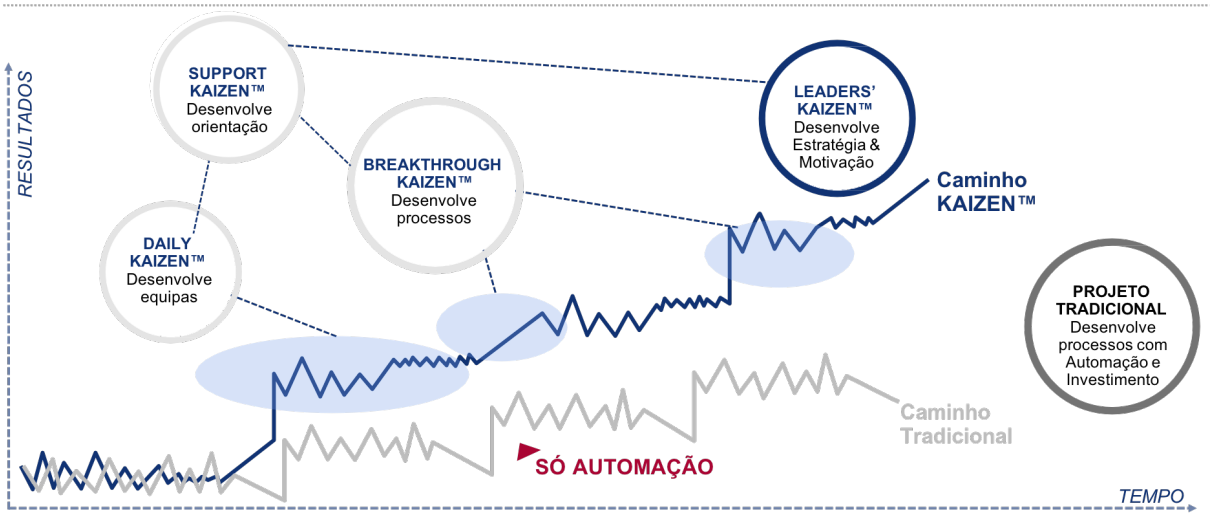


Figura 5 - Inovação tradicional vs Inovação Kaizen. Fonte: (Kaizen Institute 2017a)

Kaizen Diário

O *Kaizen* Diário é uma ferramenta que pertence ao *Kaizen Change Model* que tem como objetivo criar líderes de equipa capazes de desenvolver as suas equipas de forma a tornarem-se autónomas e capazes de melhorar os seus processos de uma forma contínua. Esta ferramenta é aplicada de uma forma transversal na organização e pretende contribuir para a implementação de uma cultura de melhoria contínua. Enquanto que nos projetos de melhoria se definem soluções, normas, regras ou objetivos, com o *Kaizen* Diário pretende-se criar uma equipa natural que seja capaz de sustentar e estabilizar os processos da empresa, contribuindo para melhorias diárias e redução de variabilidade.

A implementação do *Kaizen* Diário divide-se em 4 níveis, sendo que de empresa para empresa a ordem de abordagem dos níveis pode variar:

- Nível 1: Organização da equipa;
- Nível 2: Organização dos espaços;
- Nível 3: Normalização do trabalho;
- Nível 4: Melhoria de processos.

No final da implementação do *Kaizen* Diário pretende-se obter líderes que sejam capazes de gerir e transformar culturalmente as suas equipas e orientá-las para um ambiente de melhoria contínua em que se discutem os problemas de uma forma estruturada, reagindo rapidamente com contramedidas. Um dos focos é conseguir criar o sentido de preocupação pelos resultados e a análise frequente dos indicadores principais da empresa. Para além disso, é de extrema importância que sejam capazes de cumprir com os *standards* definidos no momento da implementação, assim como serem capazes de identificar oportunidades de melhoria e definir novos *standards*.

Organização *Kaizen* e Normalização

Numa organização tradicional é comum observar-se, na gestão diária das equipas, uma cultura de resolução de problemas recorrentes em que se resolvem os mesmos problemas inúmeras vezes, sem se procurar encontrar a causa-raiz dos mesmos. Isto resulta em processos pouco controlados em que se torna difícil prever os resultados, e é frequente ser-se confrontado com surpresas, atrasos e pressões desnecessárias. Investe-se demasiado tempo a resolver problemas recorrentes e pouco tempo a realizar tarefas de valor acrescentado, resultando em grandes desperdícios e incapacidade de criar e sustentar melhorias.

A visão *Kaizen* para as organizações defende que, à medida que descemos no organigrama da empresa, a parcela de tempo gasto em tarefas normalizadas deve aumentar (ver Figura 6).



Figura 6- Organização *Kaizen* e Normalização. Adaptado de: (*Kaizen Institute* 2017a)

Uma organização *Kaizen* procura que os supervisores invistam o seu tempo em medidas *Kaizen* como processos normalizados, melhorias e gestão da sua equipa tanto a nível de formação como a nível de relacionamento.

O objetivo do *Kaizen* Diário é precisamente aumentar a parcela da organização que trabalha na melhoria, encontra as causas-raiz dos problemas, melhora a gestão diária do trabalho e diminui o "apagar fogos" que não traz valor acrescentado à operação.

Uma norma é o modo mais simples, eficaz e seguro, conhecido até ao momento, de desempenhar uma determinada tarefa (Moreira 2010). Na definição de normas devemos procurar encontrar e juntar todo o conhecimento que se conseguir obter, para a realização de uma norma eficaz. Dentro de uma organização, todos os níveis têm trabalho que pode e deve ser normalizado sendo que o grau de normalização deve aumentar consoante ascendemos na estrutura organizacional da empresa. Do ponto de vista de um projeto de melhoria, as normas funcionam como travão à regressão ao estado inicial. A utilização das normas permite garantir que o trabalho está a ser realizado da forma mais eficaz possível e que a variabilidade do trabalho diminui.

Uma ferramenta utilizada pelo *Kaizen* Diário é a normalização do trabalho dos supervisores. Com a normalização do trabalho dos líderes de equipas pretende-se aumentar a percentagem do tempo que os líderes das equipas naturais passam no terreno a desenvolver competências nos seus colaboradores, assim como a identificar e implementar melhorias no *Gemba*.

5S

A metodologia 5S tem como objetivo a organização dos espaços de forma a eliminar todos os materiais que não são necessários aumentando assim a eficiência do trabalho (*Kaizen Institute* 2016). A terminologia 5S provém dos 5 passos para atingir este objetivo que começam todos pela letra "S" em japonês. O primeiro passo – *Seiri* - consiste em **triar** todo o material que é, ou não, necessário. Segue-se *Seiton* que significa **arrumar** o necessário de forma simples e visual. O terceiro passo – *Seiso* - refere-se a **limpar** a área e otimizar as condições do equipamento, seguido de *Seiketsu* e *Shitsuke* que se referem a **normalizar** para manter as condições novas ideais e **manter a disciplina** de modo a cumprir as normas definidas.

Depois de uma implementação 5S espera-se que o tempo gasto à procura de ferramentas seja menor, a satisfação com as condições de trabalho das pessoas aumente assim como a segurança dos postos de trabalho.

2.4 *Total Productive Maintenance* (TPM)

A TPM procura maximizar a eficiência do equipamento a partir de um sistema que garante a sua manutenção e tudo o que com ela se relaciona, incorporando neste processo todos os colaboradores, através da gestão motivacional e satisfação dos mesmos (Tsuchiya 1992).

A ferramenta TPM é um dos pilares do modelo QCD integrante do *Kaizen Business System*.

Para além do pilar TPM, o modelo QCD é sustentado pelos pilares *Flow Management*, *Quality Management* e *Service Management* (ver Figura 7). O Instituto *Kaizen* procura através destes pilares entregar serviços de qualidade que correspondam às espectativas do cliente (*quality*), melhorar a eficiência dos recursos (*cost*) e melhorar a eficiência dos fluxos, eliminando os desperdícios, aumentando o nível de serviço (*delivery*).

No contexto da presente dissertação, procurou-se fazer uma descrição de qual o método de abordagem *Kaizen* a projetos que requerem este tipo de ferramentas.

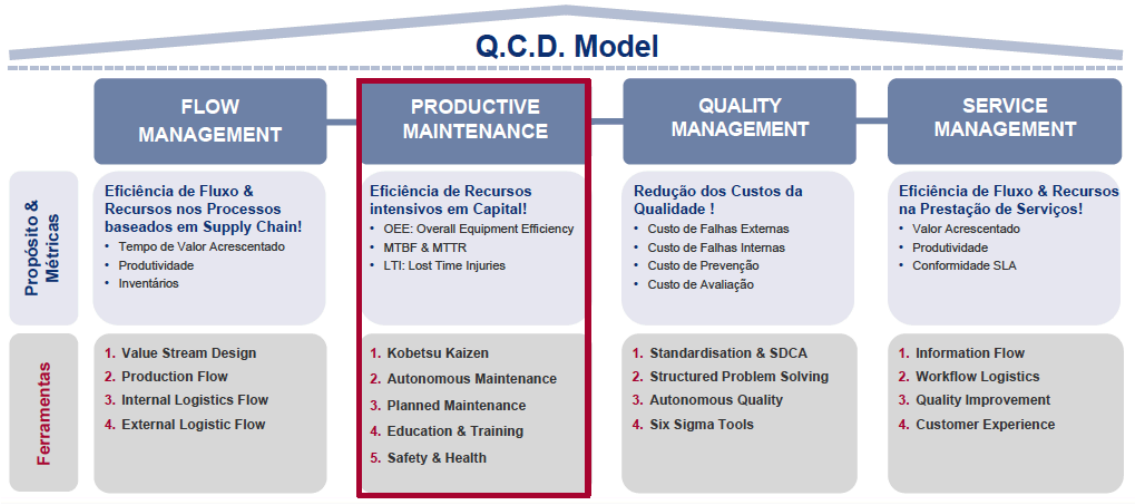


Figura 7 - Modelo QCD. Fonte: (*Kaizen Institute* 2017a)

Conforme descrito anteriormente, a TPM tem como objetivo melhorar a produtividade e reduzir custos, melhorando o rendimento, capacidade, flexibilidade, qualidade e contribuindo para a segurança do local de trabalho. Tendo por base a eficiência dos recursos, o TPM atua em dois níveis:

Máquinas – Procura constante de maximizar a eficácia de todas as máquinas, instalações e processos aplicados, através de redução ou prevenção de perdas, manutenção coletiva das máquinas e prevenção de reparações desnecessárias.

Pessoas – Procura em aumentar a eficácia de todos os colaboradores através de um processo de decisão comum e de responsabilidade partilhada. Para isso é necessário um profundo envolvimento que engloba o reconhecimento e eliminação dos modos de avaria, melhorias ao nível do ambiente de trabalho e segurança industrial, e também treino e formação de todos os colaboradores.

Numa organização tradicional, é frequente observar-se objetivos não partilhados entre os departamentos de produção e de manutenção. Frequentemente verifica-se que o departamento de manutenção despende grande parte do seu tempo em manutenções corretivas, inspeções, limpezas ou lubrificações, restando pouco tempo para implementação de melhorias e manutenções preventivas. A visão de manutenção *Kaizen* procura passar grande parte das tarefas rotineiras simples para o departamento de produção, o que permite manter as máquinas num estado normal durante mais tempo, libertando o departamento de manutenção para outras tarefas de prevenção, educação e gestão de recursos.

A implementação do TPM assenta em 5 pilares:

1. *Kobetsu Kaizen*

A palavra *Kobetsu* tem origem japonesa e significa "focalizado". O *Kobetsu Kaizen* refere-se a uma metodologia de resolução estruturada de problemas que inclui 9 etapas e pode ser utilizada para alcançar diversos objetivos como reduzir defeitos ou erros, custos, prazos de entrega, aumentar a produtividade ou mesmo a motivação dos colaboradores. Os passos da metodologia *Kobetsu Kaizen* são: 1 - Clarificar o âmbito de trabalho a ser desenvolvido pela equipa e o objetivo que se pretende atingir; 2 - Observar o estado inicial; 3 - Definir o estado objetivo; 4 – Descobrir as causas-raiz dos problemas; 5 – Desenhar soluções; 6 – Testar soluções; 7 – Atualizar o plano de ação; 8 – Confirmar os resultados e e*standard*izar; 9 – Aprender as lições e fazer o seguimento.

2. Manutenção Autónoma

A manutenção autónoma visa tornar o operador responsável pelas suas máquinas, criando rotinas e *standards* que mantenham a máquina nas condições ideais de funcionamento. A implementação de uma cultura de manutenção autónoma inicia-se nos cuidados básicos das máquinas e da fábrica com intervenções do operador ao nível de limpezas simples ou marcação de defeitos, e prolonga-se até um estado em que o operador se torna capaz de identificar estados de anomalia, definir normas, atuar no sentido da melhoria contínua e transmitir competências para o resto da equipa. Exemplos de ferramentas de manutenção autónoma são as *One Point Lessons*, reuniões de equipa entre manutenção e produção, etiquetas para identificação de anomalias, normas visuais e melhorias ao nível de acessos a pontos de verificação. A manutenção autónoma é essencial para a implementação da TPM pois permite obter uma maior produção e obter o apoio dos operadores da empresa (Guariente et al. 2017). Para se conseguir estes objetivos a atribuição de responsabilidades ao operador, assim como garantir o total envolvimento e preocupação pelos resultados da fábrica são dois pontos fundamentais. Na Figura 8 observa-se as diferentes etapas de implementação da manutenção autónoma segundo a metodologia *Kaizen*.

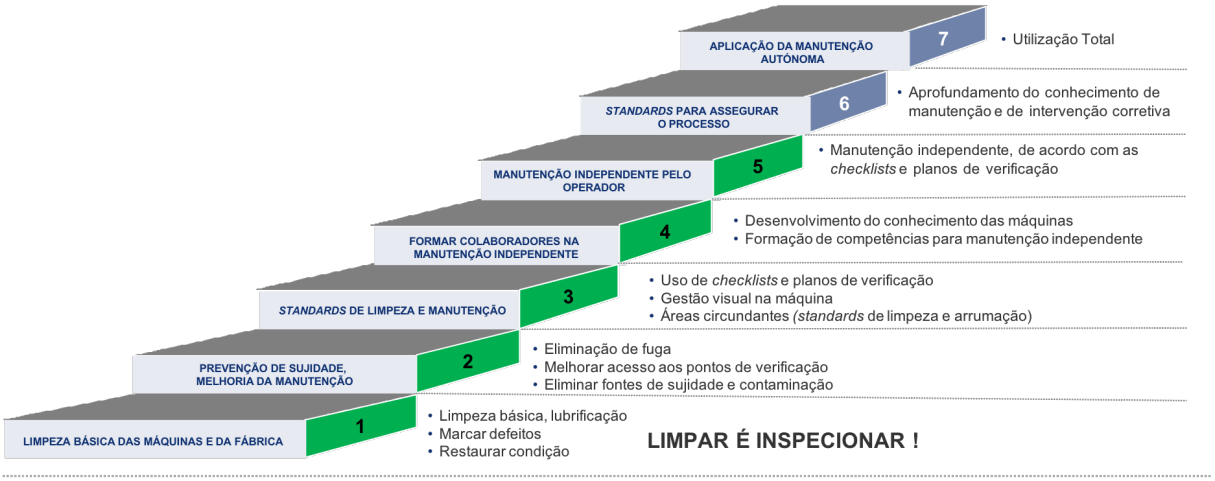


Figura 8 - Etapas de implementação da manutenção autónoma. Fonte: (*Kaizen Institute* 2017b).

3. Manutenção Planeada

O objetivo principal da manutenção planeada é maximizar a disponibilidade e a fiabilidade dos equipamentos e processos com o menor custo possível. No sentido de implementar um programa de manutenção planeada procura-se dividir o programa em 6 etapas:

1. Clarificar as prioridades da manutenção, identificando quais as instalações que apresentam anomalias mais frequentes e onde ocorrem os maiores problemas que ocupam grande parte das horas da equipa de manutenção;
2. Eliminar os pontos fracos;
3. Estruturar um sistema de informação que sirva de apoio para análise de modos de avaria;
4. Iniciar a manutenção planeada com implementação de *checklists* e desenvolvimento de normas;
5. Aumentar a eficiência da manutenção com redução do tempo de análise de falhas e melhorias ao nível de substituições e armazenamento de peças;
6. Melhorar a manutenção planeada com aumento da fiabilidade e disponibilidade das máquinas assim como um aumento do ciclo de vida útil.

4. Educação e formação

Pretende-se desenvolver uma política de formação que esteja alinhada com as prioridades da organização. A TPM baseia-se em parte em comportamentos dos colaboradores, sendo que se deve procurar contribuir para o seu desenvolvimento de uma forma contínua. Com a implementação de programas que visem melhorar as suas competências, está-se também a evitar problemas futuros no terreno. Procura-se promover um ambiente assente no autodesenvolvimento em que se possui uma equipa que procura diariamente melhorar os resultados da empresa.

5. Segurança e Saúde

Eliminar as causas-raiz dos acidentes previne que estes voltem a acontecer, eliminando assim recorrências e tempo perdido em acidentes menores. Para além disso, um ambiente seguro transmite ao operador sensações positivas contribuindo para um local de trabalho agradável em que as pessoas gostem de trabalhar. A implementação deste pilar assenta na definição dos requisitos e equipas, seguido da análise da situação atual, implementação numa área piloto e extensão e normalização para todas as outras áreas.

3 Estado inicial

Nesta secção procura-se fazer uma descrição do processo de fundição injetada de ligas de alumínio e o contexto do mercado em que se insere, seguido de uma análise da fábrica no início do projeto com a identificação de algumas oportunidades de melhoria.

Para cada uma das áreas da fábrica, descreve-se a sua estrutura organizacional e alguns dos seus processos. Realçam-se também os maiores problemas encontrados, de forma a contextualizar algumas implementações realizadas no projeto.

3.1 Fundição injetada de ligas de alumínio

A indústria automóvel, devido à sua competitividade, está em constante mudança. A necessidade de produzir peças mais complexas e mais leves no sentido de se conseguir uma vantagem competitiva é uma constante em todas as empresas ligadas à produção de peças para automóveis. Segundo (Hu 2016) a fundição injetada é um processo que se adapta às necessidades deste tipo de indústria e é bastante utilizada pois permite obter peças dimensionalmente exigentes, integridade estrutural e qualidade superficial com pouca maquinagem. Para além disso, permite obter taxas de produção muito superiores quando comparado com outros métodos de produção, sendo que grande parte das componentes principais de um automóvel feitas em alumínio podem ser produzidas através deste tipo de tecnologia (Hsu and Do 2013).

O processo produtivo de fundição injetada é composto por várias etapas. Este processo pode variar consoante a empresa, o tipo de máquinas ou a peça a produzir. Nesta secção faz-se uma divisão e descrição do processo ao nível das suas macro etapas. Numa primeira fase é feita a montagem do molde na respetiva máquina e enchimento do forno de cada máquina com liga de alumínio previamente fundido. Quando reunidas as condições necessárias, inicia-se o processo cíclico que é divido em 5 partes:

1. Fecho do molde

O molde com a forma da peça que se pretende é fechado e está pronto a receber a liga a alta temperatura e pressão.

2. Vazamento da liga

A liga, que se encontra no forno da máquina e que é mantida à temperatura pretendida, é vazada ou, dependendo da máquina, transportada por uma "colher", para a câmara de injeção. Na Figura 9 podemos observar um exemplo de uma "colher" e o forno de onde esta retira a liga. O transporte da liga para a câmara é uma etapa fundamental no sentido em que tem vários parâmetros associados. O tempo que a "colher" demora a transportar a liga fundida do forno até à câmara, ou o tempo que a liga fica na câmara antes de ser injetada, pode ter um

impacto significativo na qualidade do produto final pois o material pode arrefecer rapidamente.

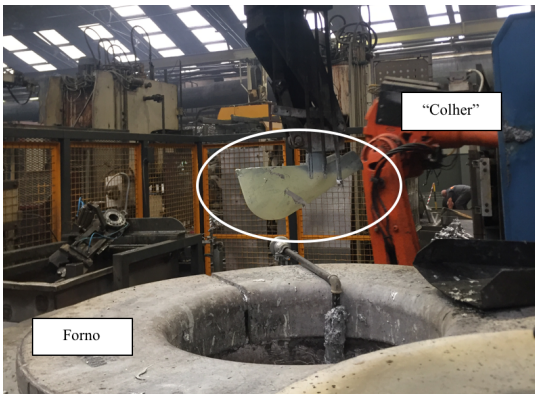


Figura 9 - "Colher" de um grupo de injeção.

3. Injeção da liga nas cavidades do molde

Após o transporte da liga para a câmara de injeção, a matéria-prima é injetada por um pistão nas cavidades do molde. O material injetado vai preencher as cavidades do molde e solidificar, obtendo-se uma peça, geralmente, muito aproximada do produto final que se pretende.

4. Abertura do molde

Quando o material solidifica e a peça está formada, o molde abre. Simultaneamente à sua abertura, o molde, através dos pernos extratores que tem equipado, faz descolar o jito para facilitar a sua extração. Esta ação é facilitada pela atuação do desmoldante presente no molde. Na Figura 10 podemos ver um exemplo de um jito composto por duas peças.

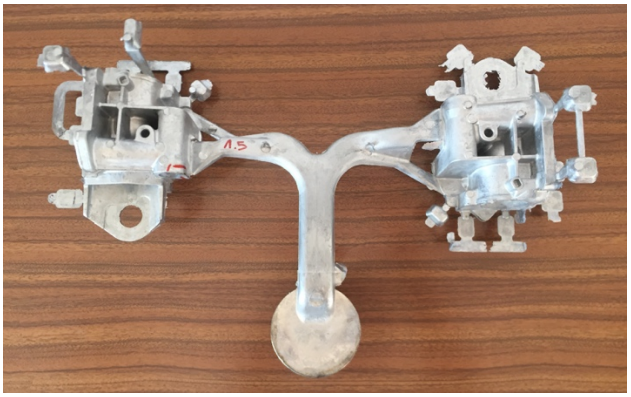


Figura 10 - Jito composto por duas peças

5. Extração da peça

Após a abertura do molde o jito e o molde são arrefecidos através de um desmoldante à base de água ou óleo e este está pronto a ser retirado. Esta extração é feita por um *robot* que através de uma pinça agarra o jito na sua base. O molde geralmente tem furos na sua estrutura que permitem a passagem do desmoldante de um lado do molde para o outro de forma a acelerar o processo de arrefecimento. É necessário arrefecer o jito até uma temperatura abaixo de 300 °C pois só a partir desta temperatura o alumínio tem resistência suficiente para suportar a força de extração (Murray and Murray 2010). De seguida o *robot* transporta a peça desde o molde até ao tapete da prensa, onde vai ser feita a operação de corte para separar as peças. Após a extração do jito a máquina está pronta para iniciar um novo ciclo.

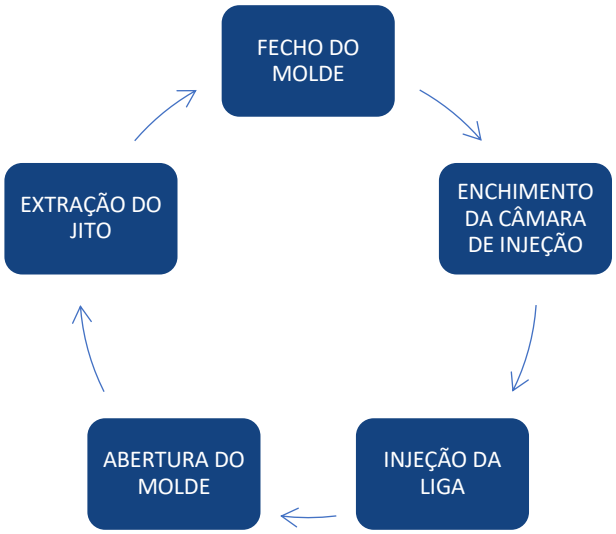


Figura 11 - Processo cíclico de fundição injetada

3.2 Situação do mercado em Portugal

A indústria de fundição em Portugal é hoje constituída por empresas orientadas ao setor automóvel, construção civil, metalomecânica, naval, entre outras. Não sendo Portugal um país com muita presença nestes setores, o foco das vendas das empresas passa sobretudo pelos mercados estrangeiros, com o volume de exportações de cerca de 80% (APF 2018). A fundição de materiais não ferrosos, dos quais fazem parte as ligas de alumínio utilizadas no cliente da presente dissertação, atingiram em 2017 os 333 milhões de euros (ver Figura 12), tendo vindo este número a aumentar progressivamente.

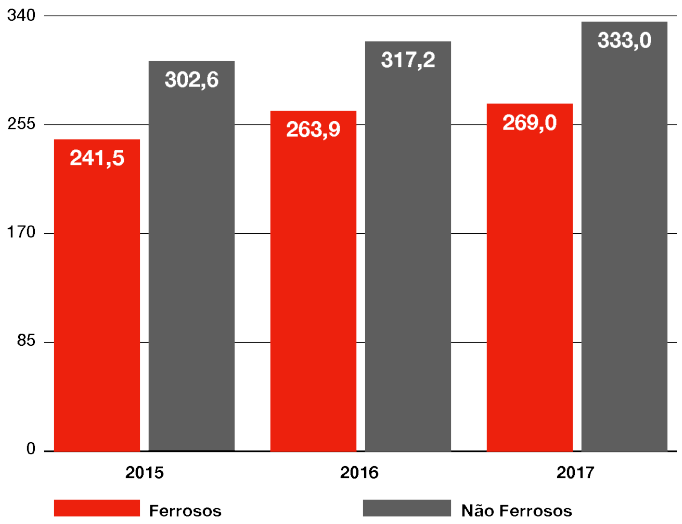


Figura 12 - Vendas no mercado de fundição em Portugal – Milhões de €. Fonte: (APF, 2018)

Os materiais de alumínio fundidos, apesar das suas excelentes características técnicas, ainda não constituem os maiores volumes de produção em Portugal, quando comparados com outros tipos de materiais de fundição. Para 2017 estes representaram cerca de 38 000 toneladas produzidas (ver Figura 13), valor um pouco aquém do ferro nodular (78 000 toneladas).

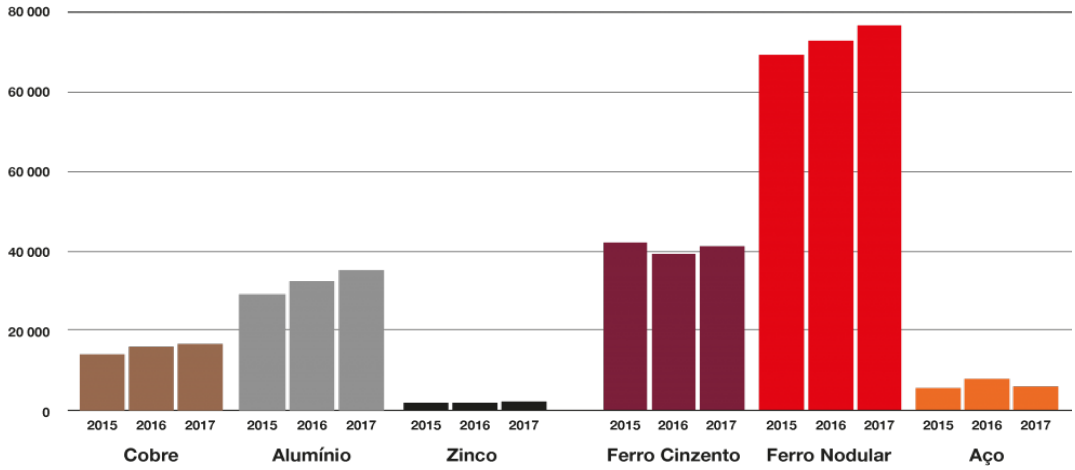


Figura 13 - Evolução da produção em toneladas dos diferentes tipos de materiais de fundição. Fonte: (APF, 2018)

A indústria de fundição emprega mais de 6000 colaboradores em Portugal e possui um papel fundamental no processo de modernização e desenvolvimento da indústria portuguesa.

Atualmente o mercado de fundição injetada de ligas de alumínio é um mercado bastante competitivo e constitui um dos setores estratégicos para a economia nacional (Silva 2017). Com a entrada da Eurocast em Portugal, empresa francesa líder europeia neste mercado que conta com um volume de negócios de 650 milhões de euros (Noronha 2015), as pequenas e médias empresas deste setor têm vindo a perder algum poder, tanto ao nível de retenção de especialistas como de negociação com os clientes e fornecedores. O "gigante" francês já conta com duas áreas fabris no país e está em constante crescimento, ameaçando assim a sustentabilidade dos concorrentes. Devido a esta forte concorrência, a excelência operacional torna-se num requisito para as pequenas e médias empresas deste setor conseguirem manter-se competitivas.

3.3 Avaliação inicial da empresa e identificação de oportunidades

A empresa, tal como descrito anteriormente, tem como foco a fundição injetada de ligas de alumínio, para produzir peças dirigidas ao sector automóvel. Associados à fundição, são muitos os departamentos que contribuem para o sucesso do produto final da empresa. Na Figura 14 pode-se observar o organigrama da empresa no qual são visíveis todas as suas áreas.

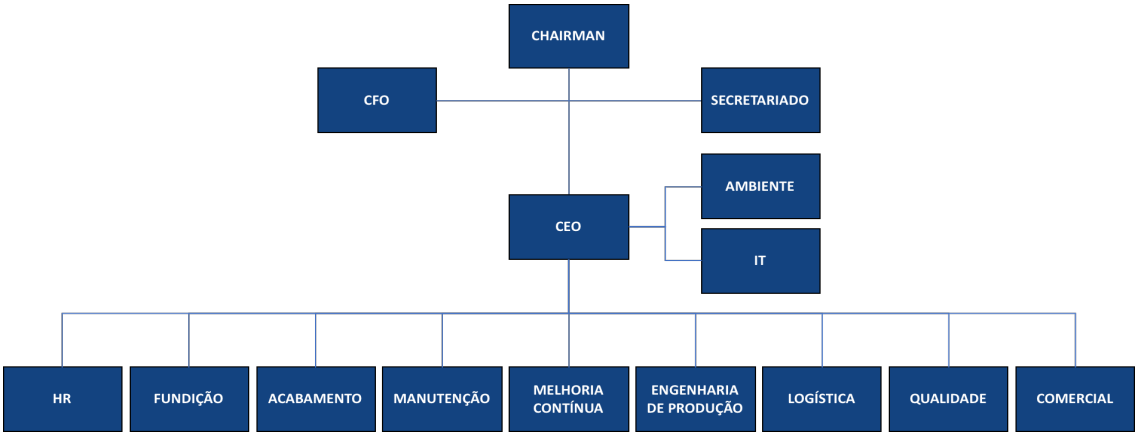


Figura 14 - Organigrama da empresa

O projeto *Kaizen* na empresa intervém em diversos departamentos, procurando-se nesta secção fazer uma descrição apenas daqueles em que se interveio durante o trabalho conducente a esta dissertação.

No início do projeto os consultores *Kaizen* depararam-se com uma cultura pouco orientada à melhoria contínua, transversal a vários departamentos da empresa, sendo que se decidiu iniciar o projeto no processo *core* de toda a cadeia de valor: a Fundição.

Os objetivos para o projeto eram claros:

- Reduzir as taxas de defeitos produzidos na fábrica;
- Aumentar o OEE das máquinas.

Na primeira fase do projeto o foco era sobretudo ao nível de redução de defeitos da fábrica, dividindo-se este em três tipos:

- FU-FU: defeitos produzidos pela unidade de Fundição e que são detetados nesta área, quer pelo operador, quer pela máquina;
- FU-AC: defeitos produzidos pela unidade de Fundição, mas que apenas são detetados na área de Acabamento através do raio-X ou de falhas de maquinagem;
- AC-AC: defeitos produzidos pela área de acabamento e que são detetados pela mesma.

A *baseline* do projeto eram os valores de defeitos globais do ano de 2017, sendo definida para cada tipo de defeitos uma redução a atingir.

A média do ano de 2017 foi de 14,80%, tendo sido estabelecido como objetivo para o projeto global atingir o valor de 10%, o que se traduz numa redução de cerca de 30% do valor inicial. A redução até 10% consiste no objetivo para o final do projeto do *Kaizen Institute*, que apenas acontece em agosto de 2019. Na Tabela 1 estão descritos os objetivos do projeto para agosto de 2019.

Tabela 1 - Baselines Projeto *Kaizen.*

Tipo Defeitos	Baseline	Objetivo Projeto *Kaizen*
FU-FU	5,70%	4,00%
FU-AC + AC-AC	9,10%	6,00%
GLOBAL	14,80%	10,00%

Na Figura 15 pode-se observar a evolução da taxa de defeitos global da fábrica ao longo do ano de 2017.

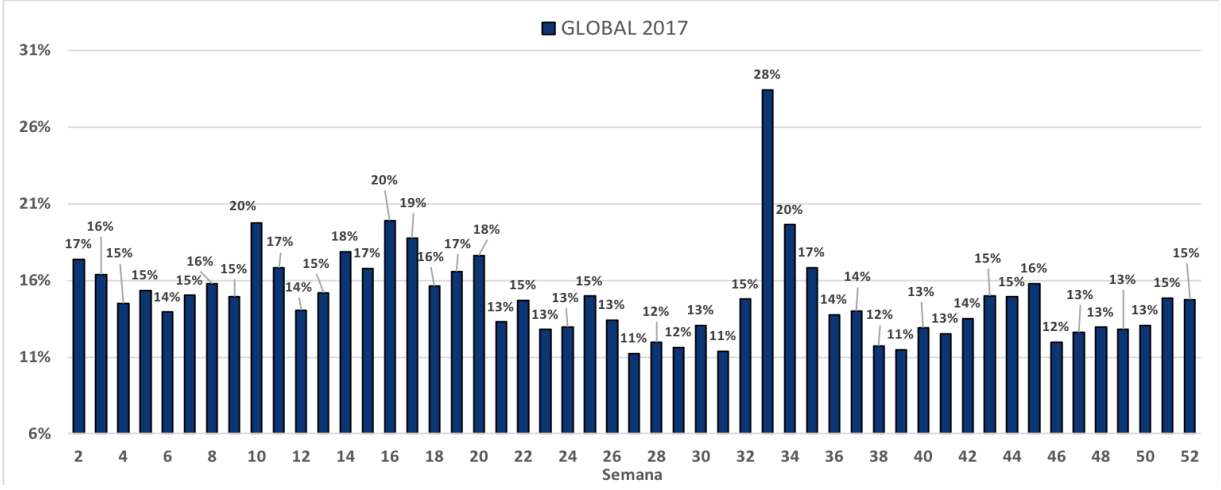


Figura 15 - Baseline - Defeitos globais 2017.

3.3.1 Unidade de Fundição

A unidade de fundição encontra-se dividida em dois setores: Fundição 1 e Fundição 2. Cada uma das áreas contém 12 máquinas podendo-se ver no Anexo A, a localização de cada uma destas subdivisões na fábrica. Na Figura 16 observa-se a estrutura organizacional do departamento de Fundição.

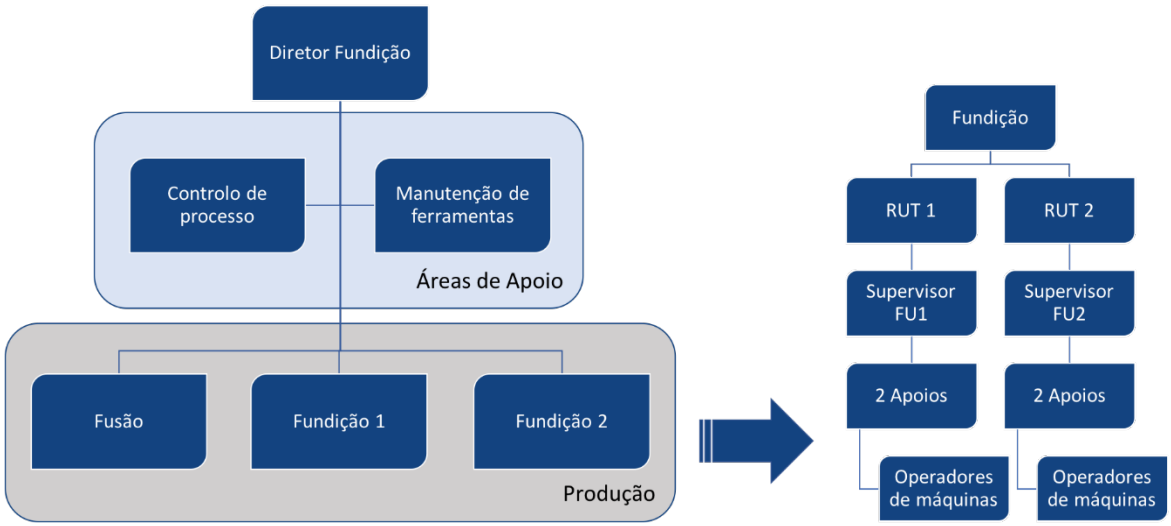


Figura 16 - Estrutura organizacional área de Fundição

A estrutura organizacional deste departamento encontra-se replicada entre os diferentes turnos a partir de um determinado nível, sendo que:

- Existe apenas um diretor de fundição comum aos três turnos;
- Os responsáveis por unidade de trabalho (RUT) são comuns aos turnos da manhã e da tarde existindo um único responsável por toda a área de fundição no turno noturno;
- Os supervisores, apoios e operadores são únicos por turno havendo uma rotação de toda a equipa de turno para turno.

As máquinas de fundição são operadas por um operador, tendo cada máquina um cortante associado para separar as peças do jito. Cada operador pode operar uma ou duas máquinas associadas a um ou dois cortantes. O operador é encarregue de iniciar a máquina, fazer a manutenção de 1º nível, operar o cortante e, em casos menores, atuar sobre os parâmetros da máquina ou do forno para pequenas correções.

Em situações em que o processo não está controlado e a máquina produz muitas peças rejeitadas, o operador pode pedir auxílio a um dos apoios ou reporta o problema ao supervisor da sua área de fundição.

Os apoios têm como função realizar as trocas de moldes, auxiliar os operadores em situações problemáticas e realizar pequenas tarefas de apoio à produção atribuídas pelo seu supervisor.

Cada supervisor é responsável por doze máquinas de fundição mais doze cortantes de jito, tendo como principais tarefas analisar os problemas maiores da sua área de fundição e auxiliar os operadores sob sua responsabilidade.

Para cada área de fundição existe um responsável por unidade de trabalho (RUT) a quem o supervisor reporta diretamente. O responsável, para além de auxiliar o supervisor na gestão

diária da unidade de fundição, ajuda a resolver, juntamente com os responsáveis das áreas auxiliares ao processo, problemas de maior dificuldade de resolução.

Por último, existe o diretor da fundição, que está no topo da cadeia de comando da fundição, e a quem cabe tomar todas as decisões maiores relativas a mudanças no processo e resolução de problemas.

Procurou-se, através de análise da operação no *Gemba*, perceber como funcionava o dia-a-dia na fábrica. Diariamente, os supervisores de cada área de fundição eram confrontados com um número elevado de problemas que dificultavam a produção em modo controlado. Por um lado, a fundição injetada é um processo que depende de diversas variáveis e, por isso, havendo um número elevado de máquinas, é normal que os problemas surjam. Por outro lado, em determinadas situações, existiam problemas que se repetiam ou prolongavam devido à falta de organização que se verificava. Uma breve discussão sobre as verdadeiras causas dos problemas, procedida de uma ação imediata, era suficiente para eliminar o problema no momento em que ele surgia e garantir que não voltava a aparecer. Relativamente às causas, por vezes estavam relacionadas com o modo degradado em que as máquinas operavam, sendo que noutras situações derivavam de falta de rotinas de controlo e tempo no terreno por parte das chefias. Em ambos os casos, era clara a dificuldade tanto em identificar a causa-raiz do problema como em atuar sobre ela.

Uma vez que a fábrica tem de cumprir o cumprimento dos prazos negociados com os clientes, mesmo em situações em que já se identificou o problema, mas não se atuou, as máquinas continuavam a produzir. A demora na atuação face aos problemas levava a quantidades exageradas de produção de peças não conformes, verificando-se níveis elevados deste indicador (ver Figura 17).

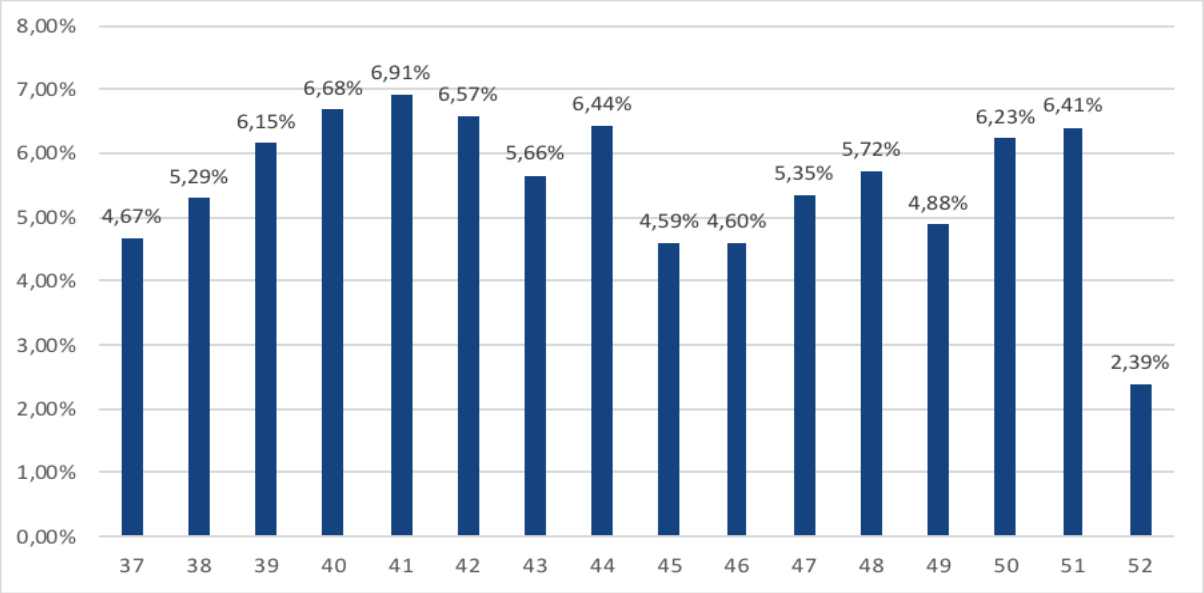


Figura 17 - Defeitos FU-FU últimos 4 meses de 2017

Após uma análise no terreno, identificaram-se algumas oportunidades de melhoria para responder aos problemas evidentes na unidade de fundição.

Problema	Oportunidade
Operadores intervêm em parâmetros que não têm nem autoridade nem formação para o fazer	Normalização dos parâmetros a intervencionar pelo operador
Mau balanceamento dos operadores pelas máquinas e cortantes	Planeamento Molde/Máquina
Cadeia de ajuda mal definida ou mal transmitida aos operadores	Definição da cadeia de ajuda
Falta de material para realização de tarefas secundárias como limpeza do molde	Colocação de todo o material necessário no posto de trabalho
Troca de moldes muito demorada devido a ferramentas e recursos pouco organizados	Implementação de um SMED
Tarefas dos apoios não definidas	Normalização das tarefas dos apoios
Os supervisores despendem pouco tempo a acrescentar valor ao processo, atuando sobretudo face a emergências	Rotinas de confirmação de processo
Responsáveis passam pouco tempo no terreno	Rotinas de confirmação de processo
Dificuldade em identificação das causas-raiz dos problemas	Formação em resolução estruturada de problemas
Pouco tempo despendido entre chefias para discussão de problemas de resolução rápida	Implementação de *Kaizen* Diário
Resposta lenta a problemas de resposta rápida	Criação de procedimento de resposta rápida a problemas

Rotina dos supervisores – Líderes de equipa

Quando o projeto se iniciou, procurou-se fazer uma análise da rotina diária dos supervisores para analisar qual era a porção do tempo em que realmente traziam valor à operação. Depois da análise foi possível dividir o seu dia-a-dia em 3 etapas:

1. Troca de turno – Breve reunião com o supervisor do turno anterior e ronda pelas máquinas para passagem dos problemas atuais com maior impacto na operação;
2. Análise dos problemas do turno anterior;
3. Trabalho no terreno a resolver problemas que surjam.

Na terceira etapa da rotina diária, percebeu-se que o Supervisor não tinha uma rotina estabelecida e passava o dia a resolver problemas esporádicos (“apagar fogos”). Não se observava uma rotina de análise de problemas e respetivas causas de forma a evitar que os problemas voltassem a surgir. Para além disso, não se observava momentos de formação entre o supervisor e o operador, de forma a que o operador conseguisse no futuro evitar chamar os responsáveis para auxílio na resolução de problemas.

3.3.2 Unidade de Manutenção de Ferramentas

Os moldes com que as máquinas operam são ferramentas que necessitam de uma manutenção bastante cuidada. Todos os dias cada molde que está presente em cada uma das máquinas está sujeito a elevadas pressões de injeção (400 – 1000 bar) assim como a elevadas temperaturas (600 – 700 ºC).

Numa fase prévia ao processo de produção, é feita a reparação dos moldes que vão ser colocados nas máquinas de fundição num departamento de manutenção de ferramentas. Em termos de layout da fábrica, esta unidade encontra-se representada no Anexo A.

Através do diagrama da Figura 18 pode-se observar a estrutura organizacional das equipas desta área.

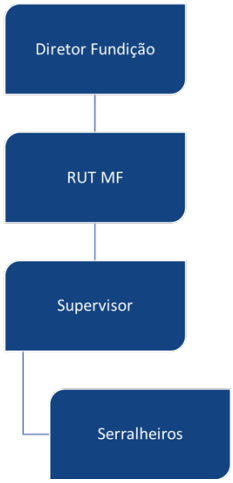


Figura 18 - Estrutura organizacional MF

Por turno, existe uma equipa de 4 serralheiros e um supervisor, sendo que estes reportam a um responsável da área de reparação de moldes e ferramentas, comum aos três turnos, com o responsável a reportar diretamente ao diretor de fundição.

Semanalmente, o responsável faz o planeamento atribuindo um ou mais moldes a cada um dos serralheiros de cada turno, sendo a quantidade de moldes a reparar por cada serralheiro dependente da complexidade dos mesmos. O coordenador serve como intermediário entre a equipa de serralheiros e o responsável, auxiliando o trabalho de cada um, em caso de necessidade.

Relativamente ao tipo de intervenções nos moldes, estas podem-se dividir em dois tipos:

- A1 – Reparação esporádica como resposta a pedido da Fundição sobre um molde em que foi detetado um problema a meio da produção e que já está inserido numa máquina;
- B1 – Reparação planeada, onde se coloca o molde no posto de trabalho e se faz a sua manutenção e reparação ao longo da semana.

Um dos objetivos principais desta área era conseguir efetuar a manutenção das ferramentas após estas serem retiradas das máquinas e armazená-las nas prateleiras já com as reparações efetuadas, tal como está representado na Figura 19. No entanto, devido aos problemas existentes na área que dificultavam a organização e planeamento do trabalho, os moldes em que se fazia a manutenção durante uma semana, eram os moldes que estavam previstos entrar em produção durante o mesmo período.

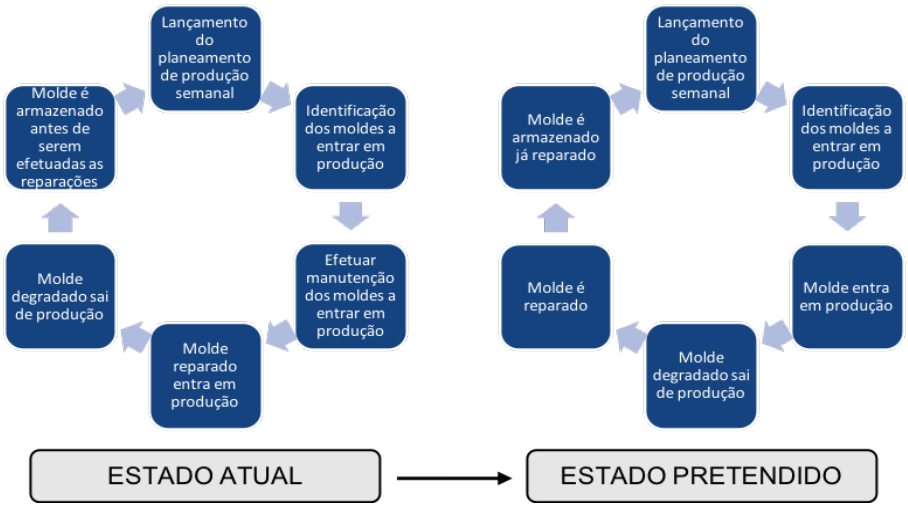


Figura 19 - Mudança de processo na reparação de ferramentas

Pretendia-se conseguir manter todos os moldes armazenados em perfeitas condições para iniciar a produção e conseguir responder de uma forma imediata aos pedidos da área de Fundição. Para se conseguir obter este estado era necessário semanalmente neste departamento conseguir-se reparar mais moldes do que os que eram pedidos pela Fundição. De um ponto de vista teórico, o tempo médio por B1 era de 16 horas sendo que como este sector trabalha 24 horas por dia durante 5 dias por semana, seria possível efetuar 30 manutenções. A ter em conta nestes cálculos seriam o número de A1's (intervenções na produção) que em média ocupam cerca de 20% do tempo semanal. Se considerarmos o tempo de abertura para B1's a disponibilidade semanal menos o tempo em A1's, conclui-se que era possível realizar 24 B1's por semana, número bastante superior ao número de pedidos semanais da fundição. Desta forma é possível observar que a situação objetivo descrita anteriormente de se manterem todos os moldes armazenados em perfeitas condições é uma situação possível de se concretizar.

No entanto, a situação inicial deste departamento via-se confrontada com alguns problemas. Era notória a falta de organização, tanto ao nível de layout e postos de trabalho, como ao nível de recursos humanos. De um ponto de vista de organização de espaço, encontraram-se áreas de trabalho em condições degradantes, moldes armazenados que já não eram utilizados na produção, desorganização dos moldes com alguns armazenados em áreas de difícil acesso e impróprias para esse fim e falta de ferramentas nos postos de trabalho, o que levava a desperdício de tempo à procura das mesmas. Relativamente à cultura e organização da equipa, os problemas incidiam sobretudo ao nível de planeamento, falta de controlo sobre os operadores e diferentes produtividades entre operadores de turnos diferentes. Era clara a desmotivação de alguns operadores e a falta de sentido de urgência face às pressões para conseguir ter o molde pronto a tempo de entrar na produção conforme o planeamento semanal.

Para além de contribuírem para atrasos nas entregas dos moldes, os fatores acima enunciados contribuíam também para níveis de qualidade de manutenção reduzidos. Devido à pressão constante para colocar o molde que está a ser reparado em produção, por vezes ficavam algumas reparações por fazer. Esta situação levava a dois problemas:

1. Dificuldade em identificar causas dos problemas devido à má manutenção do molde quando a máquina começa a produzir peças não conformes;

2. Elevado número de intervenções do tipo A1 durante a produção.

4 Implementação da solução proposta

Neste capítulo pretende-se fazer uma descrição das soluções implementadas durante o projeto. O projeto *Kaizen* na empresa consiste num projeto de completa reestruturação sendo que durante o período da dissertação apenas se interveio em alguns níveis.

As melhorias implementadas na empresa dividem-se em dois grupos e, como tal, vai ser feita neste capítulo uma análise com detalhe a cada um deles. O primeiro ponto diz respeito à mudança de cultura e organização de equipas, enquanto que o segundo descreve o projeto de melhoria de fiabilidade das máquinas onde se intervém em diferentes variáveis do processo. Apesar de ambos os pontos terem como objetivo melhorar os resultados da fábrica, estes diferem em alguns aspetos. O primeiro procura através da organização de equipas e mudança de cultura, garantir que a empresa tem bons resultados com os recursos e conhecimentos atuais, todos os dias. Procura-se fazer com que a variabilidade dos resultados seja reduzida, alcançando todos os dias resultados já atingidos (eliminar *Mura*). O segundo diz respeito a mudanças mais disruptivas e é sinónimo de progresso, onde se implementaram melhorias nos processos e se procurou gerar novo conhecimento na fábrica. Procurou-se, na Figura 20, explicar este conceito fazendo uma analogia ao gráfico da Figura 5 apresentado no capítulo 2.

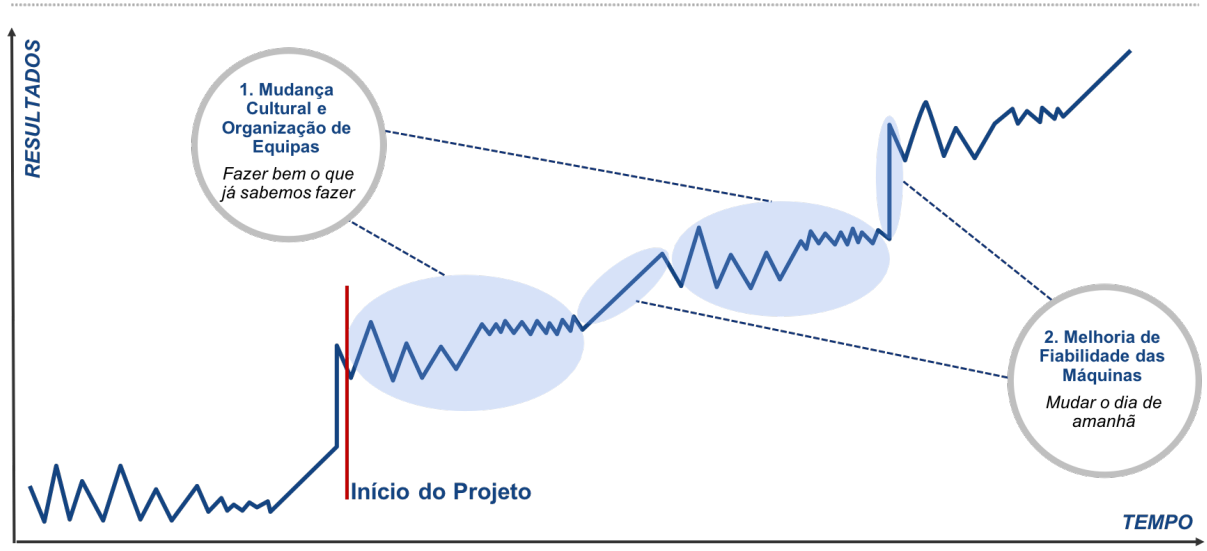


Figura 20 - Contextualização das soluções implementadas.

Para a implementação das soluções, foi privilegiado a utilização de uma metodologia de *Workshop*. Esta metodologia foi aplicada para auxiliar tanto a preparação e análise de problemas como para, em conjunto com as equipas da empresa, encontrar uma solução que estivesse alinhada entre todos os intervenientes. Esta metodologia consistia em três fases (ver Figura 21):

1. Preparação – Fase inicial em que se recolhe e analisa os dados para encontrar e fundamentar as melhorias a implementar;

2. *Workshop* – Reunir equipas multidisciplinares e fazer um *workshop* para discussão e implementação das soluções;

3. Seguimento – Acompanhamento no *Gemba* das ações implementadas para sustentar os resultados.



Figura 21 - Metodologia de implementação de melhorias.

4.1 Cultura e organização de equipas

Nesta parte procurou-se demonstrar de que forma se atuou para reestruturar a organização das equipas de Fundição e Manutenção de Ferramentas e também como mudar alguns paradigmas que existiam nestas áreas. Para isso utilizaram-se algumas ferramentas que têm como objetivo resolver esta situação e mudar a cultura existente na fábrica. Definiu-se como objetivo desta implementação atingir uma redução de 15% da taxa de defeitos global.

4.1.1 *Kaizen* diário

Face a alguns problemas observados, era clara a necessidade de implementação do *Kaizen* Diário, tanto na área de Fundição como na área de Manutenção de Ferramentas. Verificou-se que os problemas e necessidades das duas áreas eram diferentes e, por isso, a implementação do *Kaizen* Diário também o foi.

Fundição

Como descrito anteriormente, a área de Fundição encontrava-se bastante desorganizada e os seus colaboradores não possuíam qualquer rotina de análise e resposta rápida aos problemas. O *Kaizen* Diário nesta área foi implementado no sentido de tentar incutir uma cultura *Kaizen* aos colaboradores e teve como principais objetivos os seguintes pontos:

- Melhorar a gestão diária no *Gemba* dos supervisores;
- Melhorar a coordenação entre os supervisores e os apoios;
- Criar momentos de análise estruturada dos problemas diários e as suas causas-raiz;
- Melhorar o tempo de resposta a problemas que surgem diariamente;
- Melhorar a comunicação entre os colaboradores;
- Integrar os departamentos de apoio à Fundição;
- Aumentar a parcela do tempo dos supervisores em tarefas de valor acrescentado;
- Criar orientação a resultados em todos os níveis da Fundição (desde diretor a operadores de máquinas).

A implementação do *Kaizen* Diário tem uma estrutura base de implementação que a divide segundo 4 níveis. Neste caso a implementação incidiu principalmente sobre o primeiro nível (organização da equipa).

O primeiro *Workshop* teve como objetivo desenhar as ferramentas a utilizar nas reuniões diárias. As reuniões têm como base a discussão de elementos-chave que devem estar expostos

de uma forma visual sendo a melhor forma de o fazer expô-los num quadro. Para além disso procura-se com as reuniões ajudar a equipa a reorganizar o seu trabalho e prioridades. As reuniões de *Kaizen* Diário focam-se em três pontos-chave:

- Deteção de problemas;
- Discussão de problemas;
- Definição de prioridades.

Definiu-se que as reuniões iam ser feitas por cada área de fundição e teriam como intervenientes o responsável (RUT), o supervisor, os dois apoios e um elemento da área auxiliar de Controlo de Processo. Numa primeira fase do *workshop* tentou-se perceber que elementos faria sentido discutir na reunião e, portanto, que elementos estariam presentes no quadro.

Os elementos discutidos dividiam-se em 3 pontos:

- Indicadores de performance;
- Quadro de resposta rápida a problemas;
- Plano de ações.

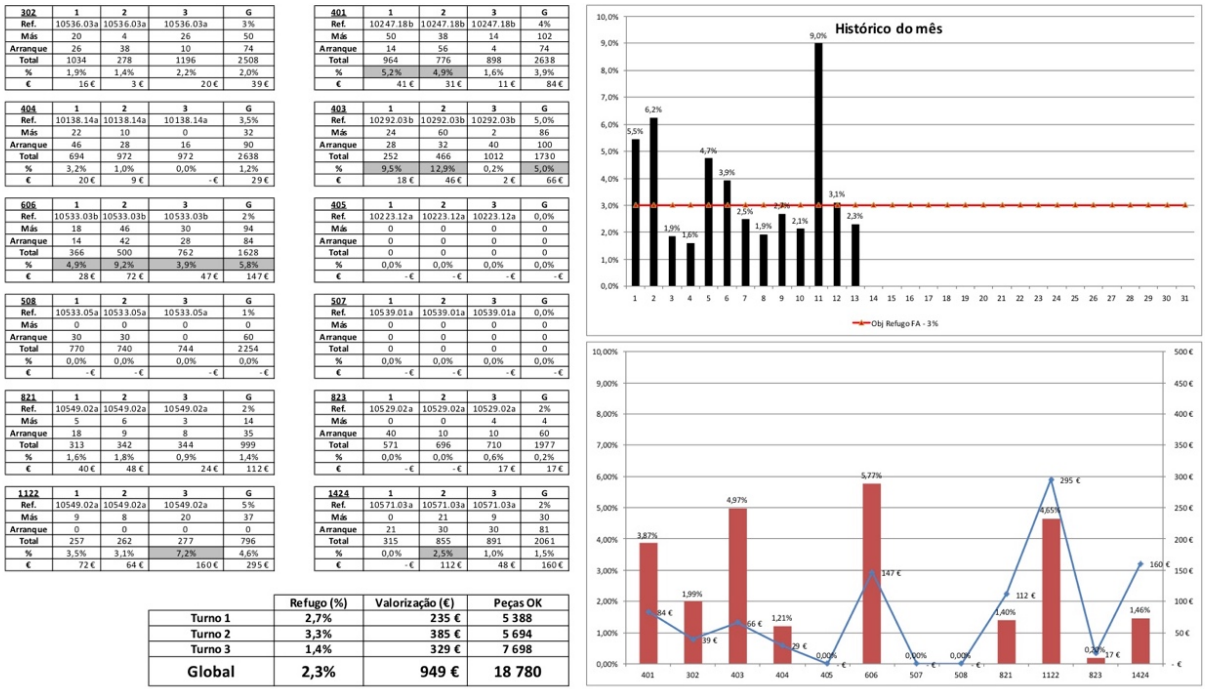
Indicadores de performance

Para se poder avaliar o desempenho da equipa diariamente, deveriam ser discutidos os desvios face ao objetivo de cada máquina de produção. Assim, criou-se uma rotina em que diariamente eram expostos no quadro um resumo do dia anterior com a taxa de defeitos em cada máquina. Para além do resumo, era exposto no quadro uma evolução diária da taxa de defeitos da unidade de fundição, no sentido de criar um sentido de alerta face a uma tendência positiva. Um ponto fundamental para a obtenção dos dados foi a facilidade de aceder a informação de uma forma rápida na fábrica de fundição. A equipa conseguia, em poucos minutos, ter toda a informação relativa ao dia anterior, sendo que antes da implementação das reuniões, essa informação não era comunicada e discutida, criando uma distorção da realidade que a fábrica vivia.

Para ser possível analisar os resultados de cada máquina no dia anterior, foi necessário definir objetivos para cada máquina. Procurou-se analisar os dados do ano anterior e definir objetivos para a máquina com base num critério de desgaste:

- Máquinas Novas – 2%;
- Máquinas Semi-Novas – 3%;
- Máquinas Antigas – 4% ou 5% dependendo da máquina e referência a produzir.

Foi também discutida a necessidade de implementar um indicador que medisse o peso financeiro dos defeitos do dia anterior. As peças defeituosas de duas máquinas diferentes a produzir referências diferentes, mesmo sendo igual o valor em termos percentuais, pode ter um peso diferente em termos económicos. De forma a tornar esta informação visualmente atrativa procurou-se criar um ficheiro que processava os dados e apresentava-os num quadro resumo que o líder de equipa teria que imprimir antes de cada reunião. Esse indicador pode ser visualizado na Figura 22.



302	1	2	3	G
Ref.	10536.03a	10536.03a	10536.03a	3%
Más	20	4	26	50
Arranque	26	38	10	74
Total	1034	278	1196	2508
%	1,9%	1,4%	2,2%	2,0%
€	16 €	3 €	20 €	39 €

401	1	2	3	G
Ref.	10247.18b	10247.18b	10247.18b	4%
Más	50	38	14	102
Arranque	14	56	4	74
Total	964	776	898	2638
%	5,2%	4,9%	1,6%	3,9%
€	41 €	31 €	11 €	84 €

404	1	2	3	G
Ref.	10138.14a	10138.14a	10138.14a	3,5%
Más	22	10	0	32
Arranque	46	28	16	90
Total	694	972	972	2638
%	3,2%	1,0%	0,0%	1,2%
€	20 €	9 €	- €	29 €

403	1	2	3	G
Ref.	10292.03b	10292.03b	10292.03b	5,0%
Más	24	60	2	86
Arranque	28	32	40	100
Total	252	466	1012	1730
%	9,5%	12,9%	0,2%	5,0%
€	18 €	46 €	2 €	66 €

606	1	2	3	G
Ref.	10533.03b	10533.03b	10533.03b	2%
Más	18	46	30	94
Arranque	14	42	28	84
Total	366	500	762	1628
%	4,9%	9,2%	3,9%	5,8%
€	28 €	72 €	47 €	147 €

405	1	2	3	G
Ref.	10223.12a	10223.12a	10223.12a	0,0%
Más	0	0	0	0
Arranque	0	0	0	0
Total	0	0	0	0
%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
€	- €	- €	- €	- €

508	1	2	3	G
Ref.	10533.05a	10533.05a	10533.05a	1%
Más	0	0	0	0
Arranque	30	30	0	60
Total	770	740	744	2254
%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
€	- €	- €	- €	- €

507	1	2	3	G
Ref.	10539.01a	10539.01a	10539.01a	0,0%
Más	0	0	0	0
Arranque	0	0	0	0
Total	0	0	0	0
%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
€	- €	- €	- €	- €

821	1	2	3	G
Ref.	10549.02a	10549.02a	10549.02a	2%
Más	5	6	3	14
Arranque	18	9	8	35
Total	313	342	344	999
%	1,6%	1,8%	0,9%	1,4%
€	40 €	48 €	24 €	112 €

823	1	2	3	G
Ref.	10529.02a	10529.02a	10529.02a	2%
Más	0	0	4	4
Arranque	40	10	10	60
Total	571	696	710	1977
%	0,0%	0,0%	0,6%	0,2%
€	- €	- €	17 €	17 €

1122	1	2	3	G
Ref.	10549.02a	10549.02a	10549.02a	5%
Más	9	8	20	37
Arranque	0	0	0	0
Total	257	262	277	796
%	3,5%	3,1%	7,2%	4,6%
€	72 €	64 €	160 €	295 €

1424	1	2	3	G
Ref.	10571.03a	10571.03a	10571.03a	2%
Más	0	21	9	30
Arranque	21	30	30	81
Total	315	855	891	2061
%	0,0%	2,5%	1,0%	1,5%
€	- €	112 €	48 €	160 €

	Refugo (%)	Valorização (€)	Peças OK
Turno 1	2,7%	235 €	5 388
Turno 2	3,3%	385 €	5 694
Turno 3	1,4%	329 €	7 698
Global	2,3%	949 €	18 780

Figura 22 - Indicador *Kaizen* Diário Fundição.

Quadro de resposta rápida a problemas

Um dos principais objetivos da implementação das reuniões de *Kaizen* Diário era discutir os principais problemas presentes na operação e desenvolver ações rápidas para os resolver. Para além disso, pretendia-se perceber se as ações imediatas planeadas resolveram efetivamente o problema. Para tal, os tipos de problemas foram divididos em: 1) problemas com máquinas; 2) problemas com as peças. Em ambos os casos, a consequência eram níveis elevados de peças defeituosas. Definiu-se que o principal objetivo era expor os problemas e as ações a tomar, e também fazer um acompanhamento nos turnos seguintes para avaliar se a ação resultou na resolução total do problema. Cada equipa iria ter um quadro próprio (ver Figura 23), que servia de apoio à reunião e em que se expunha e discutia os cinco principais problemas das máquinas e das peças e desencadeavam-se ações imediatas para os resolver.

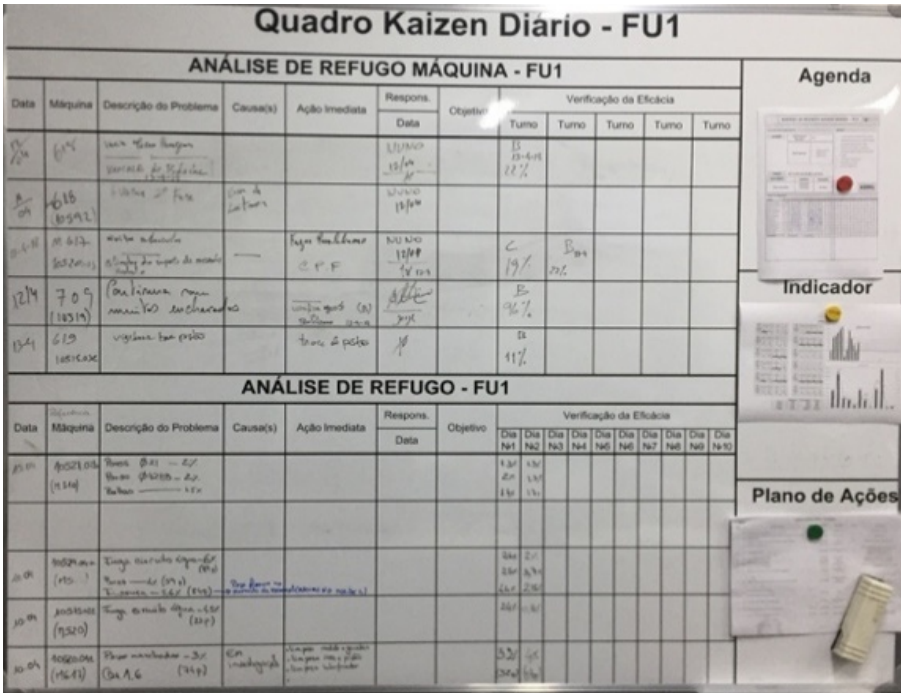


Figura 23 - Quadro *Kaizen* Diário

Outra ferramenta que se utilizou como auxílio às reuniões foi o quadro de monitorização online da operação (Figura 24). Esta ferramenta consiste num ecrã que mostra informações sobre cada uma das máquinas em tempo real.

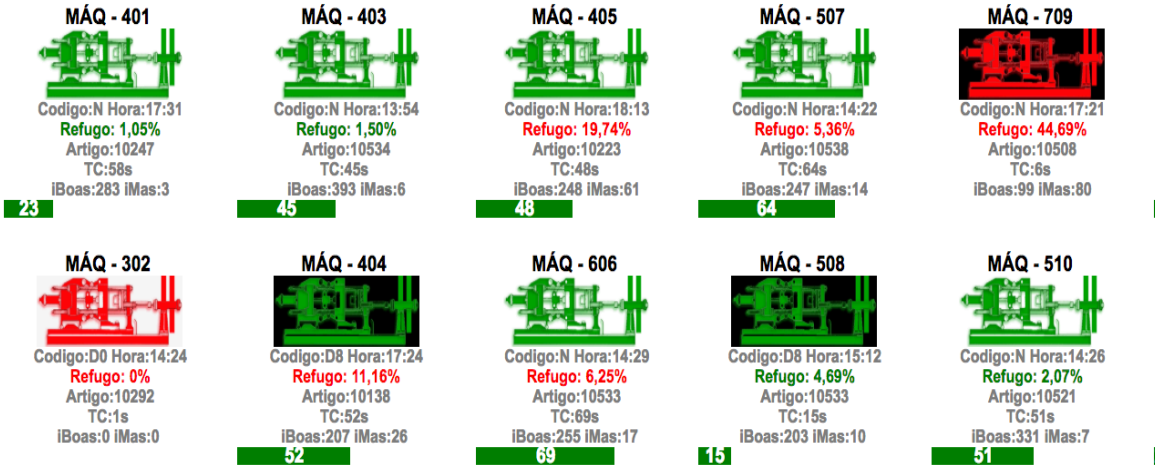


Figura 24 – Quadro de monitorização online da operação.

A equipa conseguia durante a reunião identificar as máquinas com maiores níveis de peças rejeitadas e assim analisar as causas no sentido de desenvolver uma ação imediata. O objetivo é utilizar o quadro para expor os problemas e fazer o acompanhamento, tanto dos problemas identificados pela equipa, como dos problemas mostrados pelo quadro de monitorização online. Desta forma, pretendia-se que o tempo de resposta da equipa fosse melhor, relativamente à situação em que se vivia anteriormente, e assim a máquina iria produzir durante menos tempo peças defeituosas.

O principal desafio nesta implementação foi conseguir colocar a equipa presente nas reuniões a analisar as causas dos problemas, assumindo-se uma grande parte das vezes que não havia nada a fazer para eliminar o problema.

Plano de ações

Alguns dos problemas existentes na operação não eram de fácil resolução e necessitavam de uma análise mais aprofundada ou de uma ação mais complexa. Para os problemas que não era possível resolver com o quadro de resposta rápida, definiu-se a criação de um plano de ações. O plano de ações serve para enunciar e mostrar ações pendentes para resolver problemas assim como para evidenciar o responsável pela sua realização. Por vezes, algumas ações não dependem apenas da área de fundição e necessitam de ser comunicadas a outros departamentos. O plano de ações é uma ferramenta que se pretende utilizar em outras ações de melhoria das quais se irá falar mais adiante. Na Figura 25 esquematiza-se o escalonamento das ações provenientes dos problemas discutidos nas reuniões de *Kaizen* Diário.

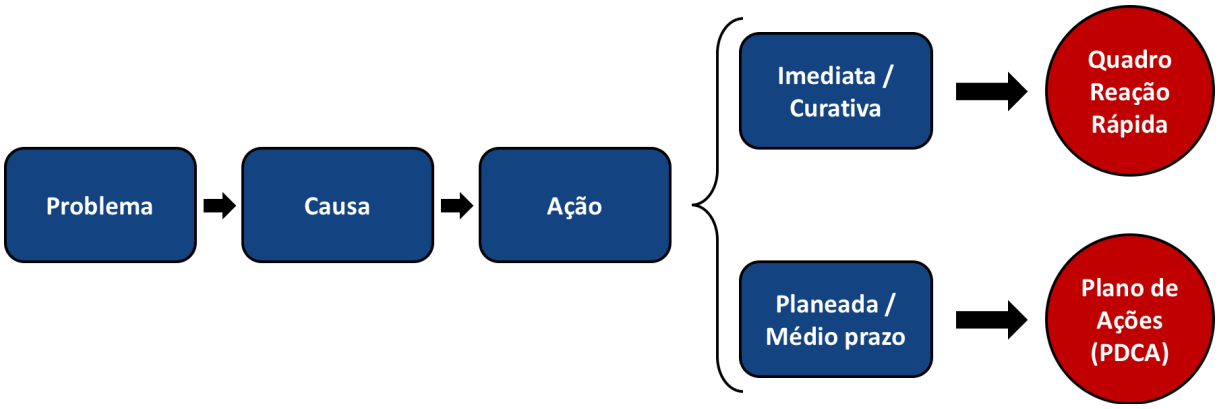


Figura 25 - Distribuição de ações *Kaizen* Diário

Manutenção de Ferramentas

O departamento de Manutenção de Ferramentas é uma das áreas de apoio da fundição. No início do projeto este sector encontrava-se com alguns problemas que, apesar de ser uma área diferente, se assemelhavam aos problemas da área de fundição. Nesta área implementou-se o nível 1 e nível 2 do *Kaizen* Diário (organização de equipa e organização de espaço) tendo como objetivo responder aos seguintes problemas:

- Falta de integração da equipa;
- Falta de *standards* de trabalho;
- Espaço desorganizado;
- Produtividade diferente entre turnos;
- Falta de preocupação sobre os resultados.

Feita a análise da situação inicial, em contexto de *workshop*, com a equipa, analisou-se qual a melhor forma de resolver estes problemas. Definiram-se como pontos fundamentais para uma boa implementação do *Kaizen* Diário os seguintes pontos:

- Plano do trabalho;
- Indicador de resultados;
- Ações 5S.

Plano do trabalho

No início de cada semana o responsável pela área de manutenção de ferramentas atribuía a cada serralheiro a responsabilidade de realizar determinado número de reparações. A situação inicial que se verificava era que não existia qualquer preocupação pelo cumprimento do plano de trabalho. No sentido de tentar tornar este plano visual para todos os membros do setor, criou-se um plano de trabalho, representado na Figura 26, que estava exposto na entrada do departamento e que, no início de cada semana, os supervisores tinham que preencher com os moldes que a sua equipa tinha programado reparar. No final de cada dia o supervisor tinha que atualizar o plano com a percentagem de trabalho realizado assim como enunciar para cada trabalhador se este passou parte do seu tempo em reparações A1 que o impossibilitavam de cumprir o plano. Este mapa permitia ao RUT, juntamente com os supervisores, fazer uma análise diária dos desvios face ao planeado criando alertas para os casos mais graves. Com esta implementação pretendia-se obter uma equipa que se preocupasse com os resultados e tentasse todos os dias cumprir o plano definido.

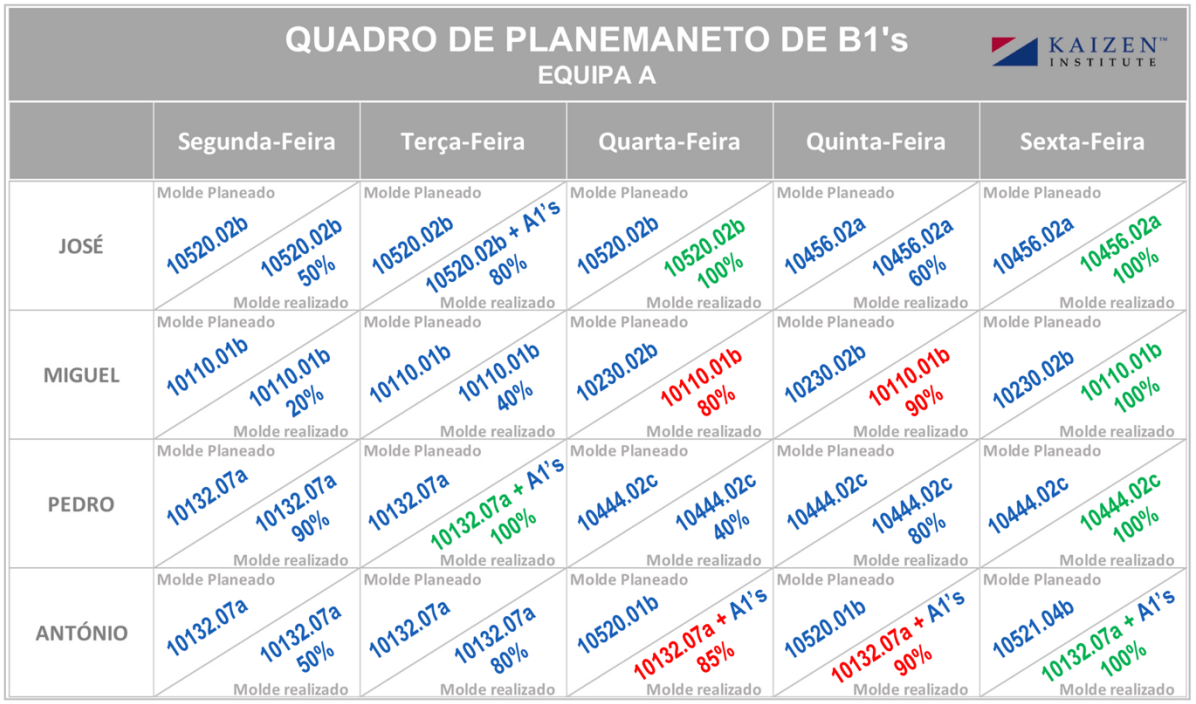


Figura 26 - Exemplo de plano de trabalho de uma das equipas de MF

Indicadores de performance

Um dos problemas detetados era a diferença de produtividade entre algumas equipas. Conseguir equipas de trabalho orientadas aos resultados é uma grande vantagem estratégica para as empresas. Fazer com que as equipas todos os dias queiram ser melhores e obter melhores resultados é um desafio exigente. Para conseguir equipas focadas nos resultados é necessário expor esses resultados num princípio de "não culpar, não julgar", mas sim na ambição que a equipa tente ser todos os dias um pouco mais produtiva do que no dia anterior.

O indicador implementado nesta área mostrava as tendências de produtividade de cada uma das equipas. Os moldes da fábrica foram divididos em três tipos: A – Grandes, B – Médios e C – Pequenos. Para cada tipo de molde definiu-se um tempo *standard* para completar a reparação. O indicador, a preencher no início de cada semana, mostrava a duração média das reparações A1 para cada equipa, o total deste tipo de reparações, o número de B1's feitos por cada equipa e a taxa de rendimento face ao tempo *standard* (Anexo B).

Ações 5S

No início do projeto a área de Manutenção de Ferramentas encontrava-se bastante desorganizada e em condições degradadas. Para além disso existia uma quantidade bastante elevada de material desnecessário. Num regime de *workshop* procurou-se realizar o primeiro passo da metodologia 5S – Triar o material necessário. Identificaram-se todos os materiais que não eram necessários. Face a essa identificação desenvolveu-se um plano de ações 5S que foi sendo cumprido no período da dissertação. No anexo L pode-se observar algumas das diferenças antes e depois dos 5S.

4.1.2 Responsabilidades e rotinas

A capacidade de uma organização aprender, adquirir, aplicar e difundir ensinamentos tem sido apontada como uma vantagem competitiva estratégica. A aprendizagem organizacional tem mostrado estar relacionada com os resultados e desempenho das empresas a nível financeiro, capacidade de inovação e valor para o cliente (Tafvelin, von Thiele Schwarz, and Hasson 2017). Nesta secção faz-se uma análise das mudanças de rotinas e definição de

responsabilidades dos elementos da fábrica. As implementações feitas têm como objetivo normalizar as tarefas e responsabilidades e incutir uma base de melhoria contínua no dia-a-dia da fábrica.

Team leaders

Os líderes de equipa são gestores de primeira linha, tipicamente críticos para a organização e sucesso da empresa (Wellington and Foster 2009) . Num contexto de fábrica, os líderes de cada equipa são os supervisores, e são estes que gerem a sua equipa e ensinam os operadores a executar as tarefas de acordo com o *standard*. No dia-a-dia da fábrica verificou-se que os supervisores despendiam pouco tempo a acompanhar e formar os operadores. Enquanto que grande parte do seu dia deveria ser acompanhar a produção e resolver problemas que exigissem os seus conhecimentos e experiência, grande parte do seu tempo era atribuído a tarefas no computador ou a resolver problemas que não eram da sua responsabilidade e que não acrescentavam valor à operação.

Procurou-se, juntamente com os supervisores presentes no *workshop*, perceber quais as tarefas do seu dia-a-dia que traziam valor acrescentado à operação e ajudavam a formar os membros da equipa, e de que forma se conseguiria criar uma rotina que contribuísse para um dia-a-dia mais produtivo. Percebeu-se que para manter o processo controlado e garantir a resposta rápida aos problemas, era necessário que os supervisores passassem grande parte do seu dia no *Gemba* a analisar possíveis anomalias. Procurou-se assim definir uma rotina em que o supervisor ia para o terreno com um conjunto de pontos a verificar de forma a reduzir a variabilidade das máquinas (ver Figura 27).

HORA	TAREFA
06:00	Coordenação da Equipa MOE Passagem de Turno com volta pelas células Cumprimento das Rotinas 3D (30')
06:05	
06:10	
06:15	
06:20	
06:25	
06:30	Ronda às Células 12 máquinas x 5' = 60' Verificar: Folha de registo de manutenção Identificação Contentores (FIP) Jito de Arranque Peças de autocontrolo e registos Temperatura do forno e registo 5S do posto de trabalho Identificação da liga no forno e gaveta Verificação do M284
06:35	
06:40	
06:45	
06:50	
06:55	
07:00	
07:05	
07:10	
07:15	
07:20	
07:25	
07:30	*Resolução de problemas do momento*
07:35	
07:40	
07:45	
07:50	
07:55	

HORA	TAREFA
08:00	Pausa (10')
08:05	
08:10	*Resolução de problemas do momento*
08:15	
08:20	
08:25	
08:30	
08:35	
08:40	
08:45	
08:50	
08:55	
09:00	
09:05	
09:10	
09:15	Reunião Diária com RUT (20')
09:20	
09:25	
09:30	Ronda às Células 12 máquinas x 5' = 60' Análise de: Refugo FU do dia anterior Refugo AC-FU do dia anterior
09:35	
09:40	
09:45	
09:50	
09:55	

HORA	TAREFA
10:00	Ronda às Células 12 máquinas x 5' = 60' Análise: Indicadores da máquina (peças boas e refugo) Seguimento Sinoptico
10:05	
10:10	
10:15	
10:20	
10:25	
10:30	Pausa (10')
10:35	
10:40	Auditoria a 1 posto de trabalho para verificação dos standards (30')
10:45	
10:50	
10:55	
11:00	
11:05	
11:10	*Resolução de problemas do momento*
11:15	
11:20	
11:25	
11:30	
11:35	
11:40	
11:45	Efectuar B1
11:50	
11:55	

HORA	TAREFA
12:00	Pausa (30')
12:05	
12:10	
12:15	
12:20	
12:25	
12:30	Ronda às Células 12 máquinas x 5' = 60' Análise: Indicadores da máquina (peças boas e refugo)
12:35	
12:40	
12:45	
12:50	
12:55	
13:00	
13:05	
13:10	
13:15	
13:20	
13:25	
13:30	Fazer os relatórios (30')
13:35	
13:40	
13:45	
13:50	
13:55	

Figura 27 - Agenda *Team Leader*

A agenda dos supervisores procurava levar o supervisor para rotinas de melhoria no terreno, sendo importante que tal servisse de base para o seu trabalho de modo a minimizar os contratempos que dificultam o cumprimento da agenda no horário estipulado. A longo prazo, com o processo controlado, a parcela do tempo disponível apenas para formação e melhorias tende a aumentar.

Com a implementação destas rotinas, começou-se a observar uma equipa mais integrada, em que todos partilhavam das mesmas preocupações. Um dos pontos-chave das rotinas era a transmissão a cada um dos operadores dos resultados da máquina pela qual foram responsáveis no dia anterior. Este tipo de informações cria um sentido de alerta e preocupação que faz com que diariamente as pessoas tentem obter melhores resultados.

Com a realização das rotinas *standard*, pretende-se que o supervisor consiga fazer uma boa cobertura das máquinas pelas quais é responsável de forma a conseguir manter o processo controlado assim como aumentar a parcela do tempo que este está no *Gemba* com a sua equipa. Verificou-se que, nas primeiras semanas de seguimento das rotinas, os próprios supervisores começaram a adaptar as suas agendas, incluindo pontos que consideravam

importantes para controlar o processo. Um dos pontos era a importância das rondas pelas máquinas para consulta dos resultados das máquinas. Estas rondas permitiam ao supervisor saber o estado corrente de cada uma das máquinas para conseguir responder a possíveis problemas. O registo na agenda dos valores dos defeitos de cada máquina várias vezes ao dia permitia ter uma melhor noção da evolução do comportamento de cada máquina. No Anexo C observa-se um exemplo de uma agenda preenchida por um dos supervisores, já com algumas alterações, identificadas pelo supervisor, como melhorias à versão inicial.

Apoios

As tarefas dos apoios da área de fundição incidem fundamentalmente na análise e resolução dos problemas que vão surgindo ao longo do turno. Identificou-se, no capítulo anterior, para uma das tarefas principais destes elementos - montagem de moldes das máquinas – uma oportunidade de aplicar a metodologia SMED. No entanto, optou-se por não implementar essa metodologia no período da dissertação. A presença no terreno destes elementos é de extrema importância e exigência pois são eles que passam mais tempo com os operadores a resolver os problemas que vão surgindo. No processo de resolução destes problemas, muitas vezes verificava-se que os apoios eram confrontados com a necessidade de intervir a nível de parâmetros da máquina ou de fazer intervenções que achavam que devia ser o departamento de manutenção de equipamentos a fazer. Esta situação gerava desconforto pois perdia-se muito tempo a atribuir culpa e responsabilidades a outros departamentos, ficando o problema por resolver.

O primeiro passo para resolver esta situação foi criar, juntamente com os RUT's e diretor da fundição, um dossier de responsabilidades dos apoios que terminasse com a discussão de quem e quando deve resolver determinadas situações.

De seguida, verificou-se também que parte dos problemas que surgiam eram devidos à falta de controlo no processo de produção. Procurou-se identificar quais as variáveis do processo em que se consegue intervir e controlar para criar uma rotina de verificação dessas mesmas variáveis. Esta rotina atribuía a cada apoio duas máquinas, e este devia cumpri-la todos os dias. A grelha de verificação pode ser encontrada no Anexo D. Um exemplo dos pontos da rotina era a verificação dos caudalímetros. Os caudalímetros mostram, através de boias, se os circuitos de água dos moldes estão ligados/desentupidos. Um dos defeitos mais comuns na indústria de fundição injetada é o aparecimento de poros. Os poros, para além de só serem identificados no acabamento (defeitos FU-AC), eram um defeito que levava a área de fundição a crer que não tinha problemas quando na verdade o processo não estava estável. Este defeito causa grandes problemas a nível de propriedades mecânicas das peças resultando do aprisionamento do ar dentro da mesma. Alguns destes defeitos aparecem no arrefecimento da peça quando esta está a encolher, sendo que a melhor forma de reduzir os poros deste tipo é através do controlo de temperatura do molde (Lumley 2011). Garantir que os caudalímetros mostram os valores *standard* do molde é garantir que o arrefecimento a nível de circuitos de água está a ser cumprido.

Operadores

O processo de fundição injetada depende de vários fatores. Para um bom funcionamento das máquinas aliado à obtenção de peças com qualidade, é necessário conhecer muito bem os parâmetros da máquina assim como saber qual a combinação de parâmetros para um determinado molde que vai resultar na obtenção de peças sem defeitos. São muitos os parâmetros relativos ao processo para os quais uma boa definição dos mesmos contribui tanto para a estabilidade do processo como para a prevenção de problemas na máquina. São exemplo disso os parâmetros de injeção, os parâmetros de fecho e abertura do molde, os parâmetros de extração da peça, os parâmetros dos fornos doseadores de alumínio, os parâmetros do *robot* ou extrator, entre outros.

Devido à complexidade do processo de definição dos parâmetros, é necessário um departamento de Controlo de Processo de Fundição a trabalhar com a área de produção. Os parâmetros de cada máquina estão normalizados para cada molde que nela trabalha; porém, devido ao desgaste da máquina e do molde e da falta de um processo controlado, é recorrente ser necessário efetuar pequenas alterações durante as ordens de produção. O problema nestas mudanças prende-se sobretudo com a falta de controlo sobre elas. Enquanto que o departamento de Controlo de Processo tem conhecimentos e experiência para alterar determinados parâmetros, o operador e os apoios nem sempre têm. Uma situação frequente na empresa era a alteração dos parâmetros por parte do operador por acreditar que iria resolver a situação, causando problemas maiores nas horas seguintes.

No sentido de se normalizar o processo, definiu-se com o departamento de Controlo de Processo de Fundição, responsabilidades na alteração dos parâmetros para as categorias expressas nas Tabela 2 e 3.

Tabela 2 - Parâmetros Máquinas *Colosio Real Time* e *Buhler*

Máquinas	Parâmetros	CPF	Apoios	Operador
Colosio Real Time e Buhler	Parâmetros de Fecho e Abertura	X		
	Parâmetros de Extração	X		
	Parâmetros dos Radiais	X	X	
	Parâmetros de Injeção	X		
	Parâmetros de Automatismos	X		
	Parâmetros Fornos Doseadores	X	X	X
	Parâmetros Lubrificador	X		
	Parâmetros *Robot*/Extrator	X		

Tabela 3 - Parâmetros Máquinas *Colosio* Antigas

Máquinas	Parâmetros	CPF	Apoios	Operador
Colosio Antigas	Parâmetros de Fecho e Abertura	X		
	Parâmetros de Extração	X		
	Parâmetros dos Radiais	X	X	
	Parâmetros de Injeção	X	X	X
	Parâmetros de Automatismos	X		
	Parâmetros Fornos Doseadores	X	X	X
	Parâmetros Lubrificador	X		
	Parâmetros *Robot*/Extrator	X		

Normalizando o processo de alteração de parâmetros, está-se a contribuir para um funcionamento das máquinas de acordo com o previsto. A alteração de parâmetros, não registada e fundamentada, pode levar a um efeito bola de neve culminando com a máquina completamente desregulada a produzir grandes quantidades de defeitos. O desafio prende-se novamente em conseguir mudar o comportamento das pessoas, pois o operador está habituado a fazer alterações que lhe parecem acertadas. Começou-se por tentar aplicar esta normalização às máquinas piloto que fazem parte do grupo de máquinas da Tabela 2.

Para as máquinas piloto os únicos parâmetros que o operador poderia modificar eram os relativos aos Fornos Doseadores. Como forma de aplicar uma boa gestão visual e ajudar o operador a não cometer erros nestas possíveis alterações, criou-se uma OPL que pode ser vista no Anexo E.

4.1.3 Escalonamento de problemas

Com a implementação do quadro de reação rápida, procurou-se criar uma rotina dentro de cada uma das áreas de análise e resolução de problemas. No entanto, era frequente existirem problemas que não se resolviam com muita facilidade. Para este tipo de problemas eram necessárias intervenções mais disruptivas que poderiam envolver investimentos ou auxílio de áreas externas à fábrica ou então intervenção de outros departamentos. No sentido de identificar e analisar os problemas maiores, criou-se uma ferramenta que expunha os principais incidentes da semana anterior. Esta ferramenta compilava três tipos de dados:

- Top de defeitos FU-FU por máquina e por área de fundição;
- Top de defeitos FU-AC por peça e as respetivas causas;
- Top de causas frequentes de paragens e máquinas com maior número de ocorrências.

Esta ferramenta visava servir de auxílio para uma reunião semanal entre todos os responsáveis da área de Fundição, nomeadamente os responsáveis do Controlo de Processo, Manutenção de Ferramentas, Manutenção de Equipamentos, Responsáveis da Fundição e diretor da Fundição. Com esta implementação procurava-se identificar os maiores problemas, comparar com as semanas anteriores para perceber se se mantinham e desenvolver ações para os resolver. No Anexo F pode-se observar um exemplo do relatório.

Outra implementação relacionava-se com a falta de coordenação e comunicação entre departamentos, procurando-se perceber quais as necessidades de implementar reuniões entre departamentos, quando deveriam ser feitas e que ferramentas utilizar.

As intervenções nas máquinas que necessitavam de auxílio externo à fundição resumiam-se a dois tipos:

1. Ações inerentes ao departamento da Manutenção de Equipamentos;
2. Ações inerentes ao departamento de Manutenção de Ferramentas.

Acontecia com alguma frequência, na Fundição, detetarem-se problemas com os moldes ou a manutenção das máquinas e não se desenvolverem, juntamente com os departamentos responsáveis, ações que resolvessem definitivamente esses problemas. Definiram-se assim reuniões semanais entre os responsáveis da fundição e os responsáveis dos departamentos de Manutenção de Equipamentos e Manutenção de Ferramentas em que se discutiam as principais ações adicionadas durante a semana ao plano de ações e se fazia um ponto de situação para perceber o estado do problema. Com isto garantia-se que as ações estavam a ser desenvolvidas e que os problemas eram transmitidos entre departamentos.

4.1.4 Resultados

Após os quatro meses e meio de estadia na empresa, o impacto a nível de defeitos era claro. No gráfico da Figura 28 fez-se uma análise comparativa, entre 2017 e 2018, dos valores percentuais de peças defeituosas nas semanas do projeto. Apenas na semana 12 e na semana 13 os valores foram superiores à semana equivalente do ano anterior.

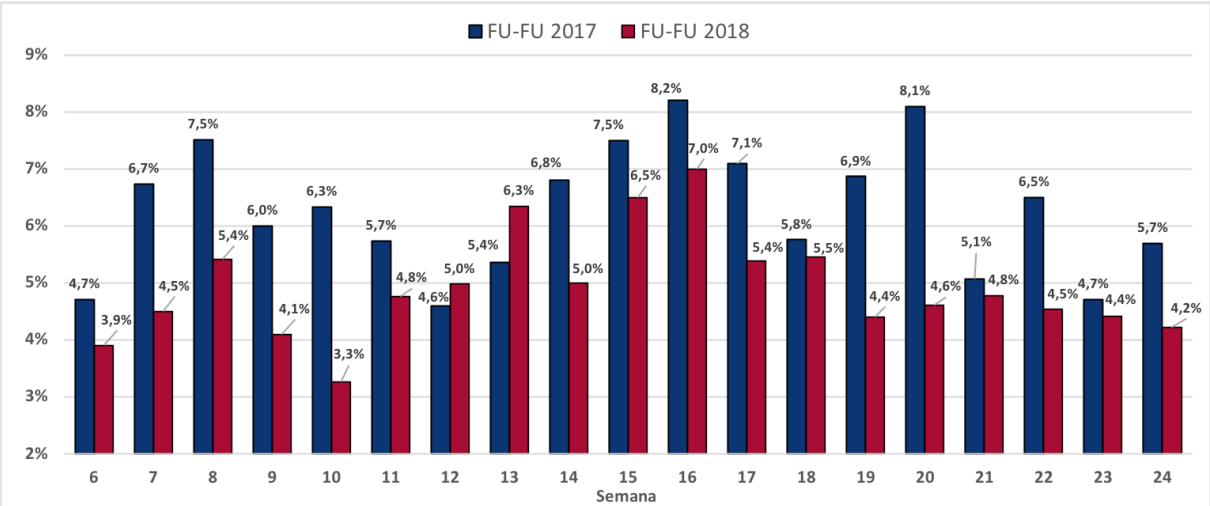


Figura 28 - Gráfico comparativo entre 2017 e 2018 de taxa de defeitos FU-FU.

As implementações feitas neste capítulo visavam para além da redução de refugo, a diminuição da variabilidade dos resultados da fábrica. Pretendia-se através da organização das equipas, normalização de trabalho e mudança de cultura para um ambiente de melhoria contínua, garantir que os resultados eram sempre os melhores, dentro das condições atuais da fábrica. No ano de 2017 houve semanas que os valores de peças defeituosas a nível de defeitos FU-FU, eram de 4% (média a atingir com o projeto *Kaizen*), no entanto a média no final do ano foi de 5,70%. Isto deve-se à incapacidade de conseguir reduzir a variabilidade e manter o processo controlado. As referências e quantidades produzidas entre 2017 e 2018 são as mesmas concluindo-se que para o valor médio de defeitos em 2017, o efeito da produção de referências diferentes (efeito *mix*) não tem qualquer impacto. Por outro lado, alguma da variabilidade de semana para semana, pode ser explicada por este efeito, com o conjunto de referências a produzir em determinadas semanas, ser mais complexo quando comparado com outras.

Com os *standards* implementados no início de 2018, tal como referido no início deste capítulo, pretendia-se reduzir essa variabilidade. Da análise da Figura 29, e comparando com a Figura 20 introduzida no início do capítulo 4, percebe-se que, até à semana 17, os resultados variaram desde 3,3% até 7,0% e que a partir da semana 18, a taxa de peças defeituosas estabilizou, conseguindo-se valores sempre entre os 4,2% e os 4,8%, já muito perto do objetivo pretendido.

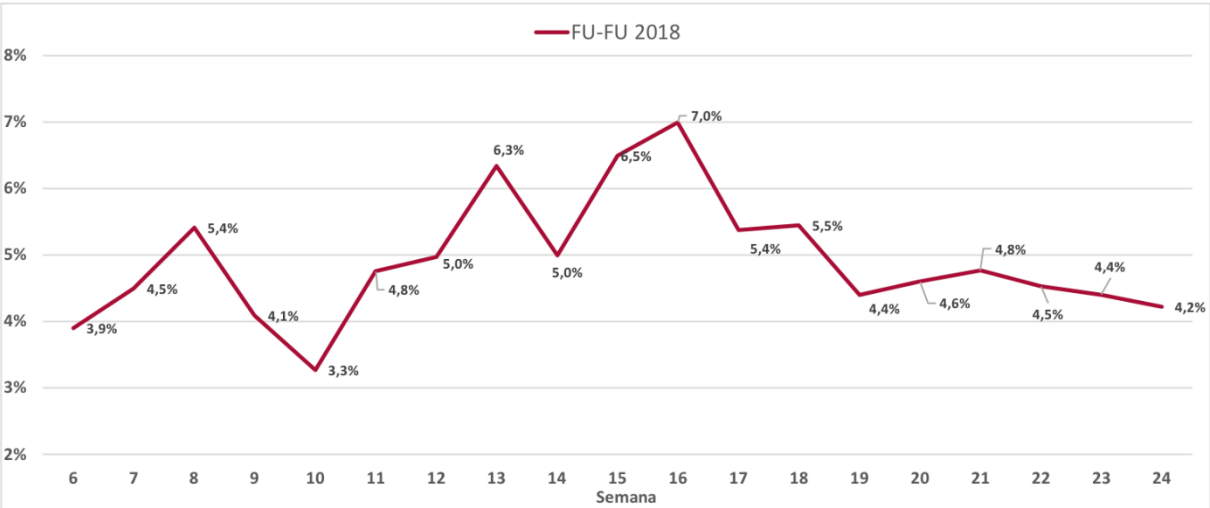


Figura 29 - Gráfico da evolução da taxa de defeitos FU-FU de 2018.

Conseguiu-se assim obter uma equipa que, todos os dias, trabalhava orientada a fazer sempre o melhor. Os valores atingidos abaixo de 4%, em semanas anteriores (semana 10 por exemplo), mostram que a margem de progresso ainda é elevada, e que é possível estabilizar os níveis de peças defeituosas ainda mais perto deste valor.

A redução da variabilidade também é refletida na taxa global de peças defeituosas (FU-FU, FU-AC, AC-AC). Enquanto que o tipo de defeitos AC-AC não foi alvo das implementações feitas, os níveis de defeitos FU-AC eram de esperar que baixassem. As implementações feitas, ajudam a estabilizar o processo fazendo com que as peças sejam produzidas de acordo com os requisitos dos clientes. A Figura 30 mostra os valores obtidos nas semanas do projeto a nível de defeitos FU-AC e AC-AC, concluindo-se que, comparativamente com 2017, os valores foram sempre inferiores. Nesta análise, devido à dificuldade de separar estes dois tipos de defeitos, optou-se por agrupá-los, sendo que o valor de defeitos AC-AC pode ser considerado constante ao longo das semanas.

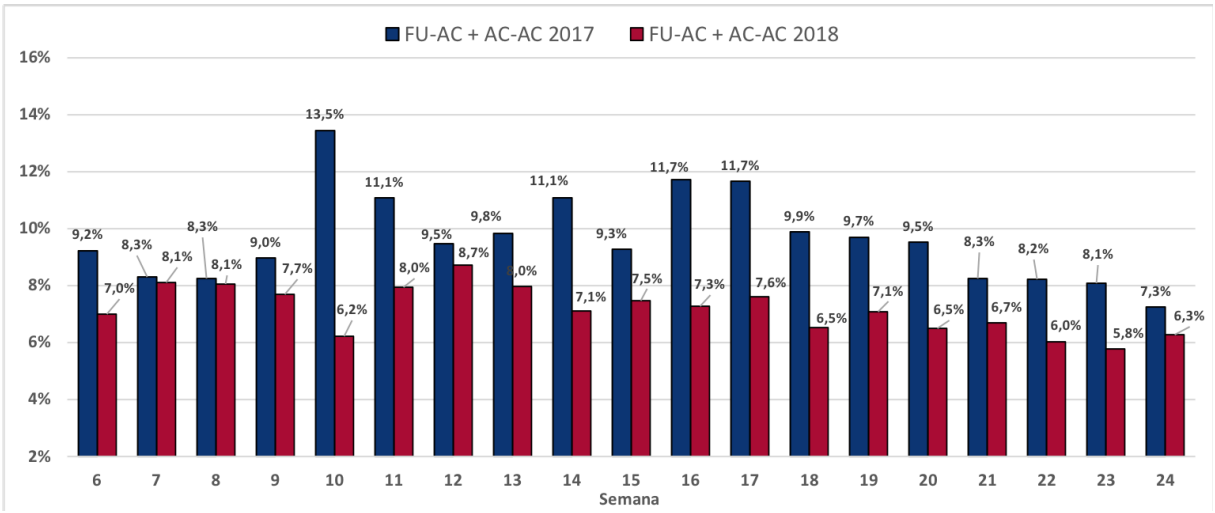


Figura 30 - Gráfico comparativo entre 2017 e 2018 de taxa de defeitos FU-AC e AC-AC.

Analisando a Figura 31 percebe-se que, de um ponto de vista de taxa de defeitos global (FU-FU + FU-AC + AC-AC), conseguiu-se estabilizar os resultados e, mais importante, estabilizá-los em valores próximos do objetivo da empresa e do projeto (10%).

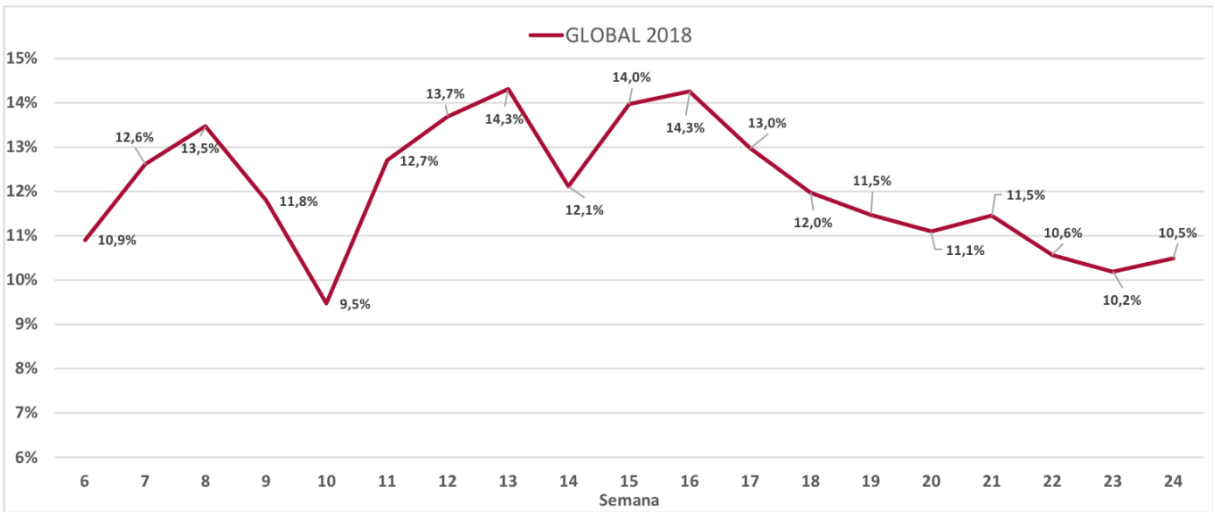


Figura 31 - Gráfico da evolução da taxa de defeitos global de 2018.

Analisando a *baseline* da Figura 15, introduzida na secção 3.3, verifica-se que apesar da média anual ser de 14,80%, houve semanas que se atingiu valores próximos de 10%, no entanto, a variabilidade era elevada existindo, também, semanas com valores próximos dos

20%. Após a intervenção do Instituto *Kaizen*, observa-se que a partir da semana 18 os resultados ficaram entre 11,5% e 10,2%. Na Tabela 4 apresenta-se a redução conseguida a nível de taxa global de peças defeituosas, para o período onde se atingiu a estabilidade desejada (semanas 19-24) e para o período do projeto da dissertação.

Tabela 4 - Análise da redução de taxa de defeitos global.

	Taxa de peças defeituosas
Baseline	14,80%
Semanas 6-24	12,10%
Semanas 19-24	10,90%



Para a medição do sucesso das implementações feitas deve-se considerar o valor de redução relativo a todo o período de trabalho. Conclui-se assim que o objetivo de 15% proposto foi cumprido, tendo mesmo sido excedido em 3,33%.

4.2 Fiabilidade das máquinas

As implementações ao nível de organização e cultura de equipa visam sobretudo tentar manter o processo estável e controlado. Nesta secção procura-se mostrar as implementações realizadas num sentido mais disruptivo de mudança de processos na área de fundição. Qualquer mudança disruptiva apenas é sustentável com uma implementação sólida das soluções de melhoria de organização de equipas e mudança de cultura. Uma situação que se observou foi o facto de já existirem na fábrica diversos *standards* em alguns dos tópicos analisados nas próximas secções. No entanto, como não havia rotinas e cultura de melhoria, muitos destes não eram cumpridos e eram negligenciados. Parte do trabalho desenvolvido na secção anterior contribui para a melhoria de fiabilidade das máquinas que se aborda nesta secção e funciona como um input para se atingirem os objetivos globais do projeto.

Como análise de resultados das melhorias implementadas, pretende-se medir de que forma melhorou a taxa de peças defeituosas nas máquinas piloto e também as paragens devido a necessidade de intervenção do departamento de Manutenção de Equipamentos. A medição destes indicadores limitou-se às três máquinas piloto definidas, já que algumas das implementações apenas foram aplicadas a estas máquinas, no sentido de se conseguir numa fase inicial um maior controlo e acompanhamento. Os objetivos para estas implementações eram:

- Aumento de 8% do OEE das máquinas piloto;
- Redução dos defeitos em 10 % para as máquinas piloto.

4.2.1 Manutenção Autónoma

Diariamente na fábrica, observava-se que os técnicos de manutenção despendiam grande parte do seu tempo a realizar manutenções corretivas no lugar de preventivas. Era frequente existir uma sensação de falta de pessoal ou que os problemas nunca se resolviam na totalidade, visto que o departamento de Manutenção estava sempre sobrecarregado. No contexto da fábrica existem três tipos de manutenção:

1. Manutenção de 1º Nível – Um conjunto de tarefas assignadas ao operador, a realizar maioritariamente no início do turno, que garantem o estado pleno da máquina, evitam problemas, e ajudam a manter o processo controlado;

2. Manutenção de 2º Nível – Resposta a pedidos da parte da Fundição e Acabamento e que engloba todas as intervenções que exigem um técnico presente na máquina a fazer uma reparação;
3. Manutenção de 3º Nível – Pedidos em que a única forma de resolução é uma intervenção externa, devido à complexidade das ações necessárias ou à inexistência de ferramentas na fábrica.

A manutenção de 1º Nível refere-se ao pilar de Manutenção Autónoma da *Total Productive Maintenance* (TPM). Optou-se por utilizar esta designação por ser a forma como se referia este pilar no projeto onde se realizou a dissertação.

Geralmente, em projetos de implementação TPM, a manutenção de 1º Nível é uma das primeiras ferramentas a utilizar. Segundo Jones (2015) esta ferramenta é um dos principais recursos diferenciadores da TPM e também uma das principais atividades, mas apenas quando é entendido corretamente. A situação vivida na empresa era precisamente a que Jones refere. Existia uma rotina de manutenção de 1º Nível que não foi corretamente implementada e percebida. O que se observava eram máquinas em que estavam definidos, no início de cada turno, trinta minutos para realizar a rotina de manutenção de 1º Nível, e menos de metade das tarefas eram realizadas. Isto devia-se a diversas razões, entre as quais:

- Confirmações presentes na lista de tarefas já estavam integradas nas rotinas dos apoios, supervisores e controlo de processo;
- Tarefas desnecessárias que não traziam valor acrescentado à operação;
- A lista continha um elevado número de tarefas a realizar em todos os turnos, fazendo com que cada operador nem sempre a conseguisse cumprir;
- Existia falta de conhecimento técnico dos operadores para realização de algumas verificações;
- Algumas verificações exigiam paragem das máquinas quando o operador tinha ordem para manter as máquinas a trabalhar.

Parte destes problemas resultava da falta de integração e comunicação entre departamentos. A lista foi produzida individualmente pela Manutenção de Equipamentos, aprovada pela Fundição e entregue aos supervisores para darem formação aos operadores, não tendo sido feita uma análise crítica e integrada por todos os departamentos envolventes numa fase inicial da conceção.

Verificava-se que grande parte dos pedidos feitos à manutenção para intervenções nas máquinas provinham de problemas que eram evitáveis se a manutenção autónoma tivesse sido realizada, no tempo estipulado, pelo operador. Para além disso, o operador, mesmo não fazendo a rotina de manutenção autónoma no início do turno, colocava na folha de registo que o tinha feito, criando uma realidade distorcida das condições reais da máquina.

Como forma de tentar controlar a realização da manutenção de 1º Nível, o departamento de manutenção de equipamentos fazia uma auditoria numa máquina aleatória uma vez por mês, para verificar se o operador efetivamente fazia o que estava estipulado e se conhecia os procedimentos das verificações. Os resultados da auditoria revelavam que o operador não realizava grande parte das tarefas, ou então não sabia como as fazer. Como *output* das auditorias ficava à responsabilidade do supervisor dar formação ao operador, situação que nunca acontecia.

Mudança de rotina

No sentido de mudar a forma como era feita a manutenção autónoma dos equipamentos, foi desenvolvido um plano de melhoria com os departamentos de Manutenção de Equipamentos e Fundição. O objetivo principal era conseguir-se implementar uma nova rotina de manutenção autónoma, em que o operador era capaz de identificar problemas antes e durante o trabalho da máquina, e em que o tempo de paragens devido a intervenções da Manutenção de Equipamentos assim como o número de ocorrências desse tipo de paragens fosse menor.

Definiram-se algumas etapas para a implementação de um novo procedimento, das quais se passa a fazer agora uma breve descrição para cada uma.

Revisão da última versão da grelha de Manutenção de 1º Nível

Procurou-se reunir os diretores de Manutenção de Equipamentos e Fundição, assim como o responsável pelo controlo de processo, para discutir de uma forma integrada, o modo mais correto de se formularem as rotinas de Manutenção de 1º Nível.

Inicialmente, atribuiu-se às tarefas presentes um grau de importância caracterizado em três níveis:

1. Imprescindível;

2. Importante, mas passível de alteração de periodicidade;

3. Presente em rotinas de outros departamentos ou "a retirar em definitivo".

Com isto, concluiu-se que grande parte das verificações, que inicialmente se deveriam fazer todos os turnos, apenas fazia sentido realizarem-se diariamente ou semanalmente.

Cerca de 15% das tarefas deveriam ser eliminadas da lista (ou porque já eram feitas por outras pessoas ou porque estão relacionadas com variáveis que já não existem nas máquinas). À parte das verificações de segurança, o foco consistiu em passar algumas das tarefas a realizar em todos os turnos para uma base diária (apenas num dos turnos) ou semanal, tendo que ser realizadas preferencialmente quando a máquina parasse devido a um *setup* ou devido ao arranque semanal. Com a passagem de algumas tarefas para realização diária ou semanal, criou-se uma lista menos exaustiva, que não comprometia qualquer necessidade da máquina e que facilitava a criação de rotinas de melhoria contínua nos operadores. A Tabela 5 resume a simplificação a nível de número de tarefas, realizada.

Tabela 5 - Simplificação de tarefas de manutenção autónoma

Periodicidade:	Turno	Dia	Semana	Total
Antes	34	9	4	**47**
Depois	6	18	16	**40**

Medição de tempos para cada tarefa

Após a reformulação da grelha de manutenção de 1º Nível, ficou definido que iria existir um conjunto de tarefas a realizar em todos os turnos, outras apenas uma vez ao dia e outras uma vez por semana. Para se avaliar se era possível as tarefas serem realizadas no tempo predefinido, foi-se ao *Gemba* medir tempos para cada etapa. Os tempos iriam servir também para fazer a alocação das tarefas a realizar diariamente e semanalmente a cada uma das equipas. Desta forma, cada turno ficava com a responsabilidade de realizar parte das verificações diárias e semanais e com um tempo igual para as fazer. No Anexo G pode-se observar um exemplo da grelha implementada com a divisão por turnos.

Definição de uma boa gestão visual

Aliada a uma boa implementação da manutenção autónoma, tem de estar uma boa gestão visual das tarefas a realizar e do modo de as realizar. Procurou-se na grelha da manutenção de 1º Nível atribuir uma numeração das tarefas com o prefixo "T", "D," ou "S" consoante a tarefa fosse por turno, dia ou semana, para posterior colocação junto aos locais onde se realiza a tarefa de uma placa com a respetiva numeração. Desta forma pretendia-se que, no momento da realização das tarefas, não restassem dúvidas ao operador do local a verificar, e que este conseguisse cumprir com o tempo predefinido eliminando o desperdício de tempo que poderia ter ao pedir auxílio aos supervisores. Na Figura 32 pode-se observar a identificação dos locais a verificar.



Figura 32 - Gestão Visual Manutenção de 1º Nível

Definição das ferramentas necessárias

Algumas das tarefas a realizar necessitavam de algumas ferramentas a que o operador não tinha acesso. Fez-se uma listagem de todos os materiais que eram necessários e colocou-se num determinado lugar do posto de trabalho do operador (apenas para a primeira máquina piloto) para assegurar que este tinha ao seu dispor todo o material necessário. Para além de se garantir que as tarefas eram realizadas, a colocação dos materiais num lugar acessível ao operador permite executar as tarefas de uma forma mais rápida.

Criação de instruções de execução das tarefas

Criou-se, em conjunto com o departamento de Manutenção de Equipamentos, instruções para a realização das tarefas. A preocupação principal foi garantir que através de uma boa gestão visual, não restavam dúvidas de como realizar cada tarefa. Numa fase inicial começou-se por criar as instruções para as máquinas piloto. Cada máquina tem um operador em cada turno. Cada operador, geralmente, opera sempre a mesma máquina; no entanto, quando alguém falta ou há entrada de novos operadores, as instruções constituem uma ferramenta bastante útil para auxiliar a execução da rotina de manutenção de 1º Nível. Na Figura 33 observa-se um exemplo das instruções para duas tarefas diferentes.

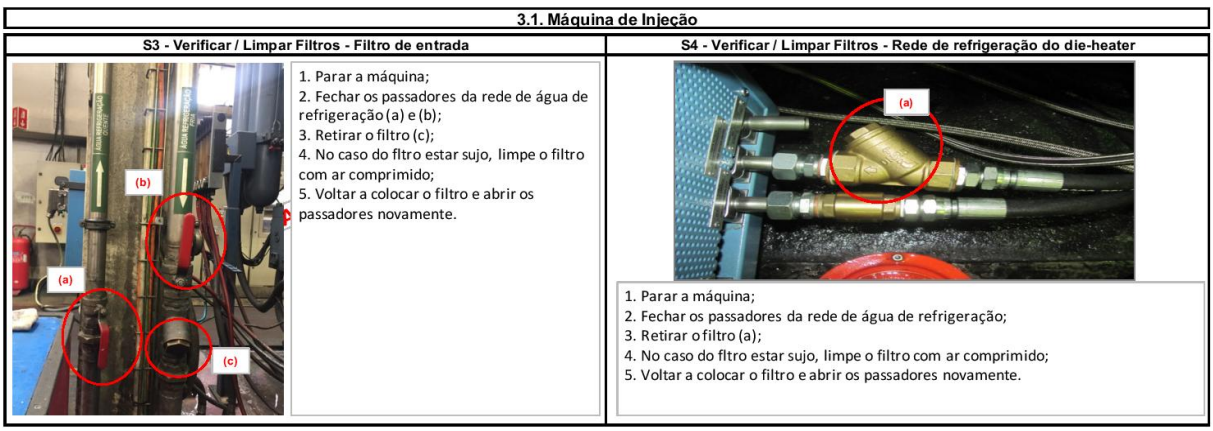


Figura 33 - Instruções Manutenção Autónoma

Formação dos operadores

A formação dos operadores dividiu-se em duas etapas diferentes:

- Fornecimento das instruções aos operadores para leitura e aprendizagem;
- Acompanhamento do supervisor durante um período de teste no terreno.

Inicialmente forneceu-se um exemplar das instruções aos operadores para leitura e, após estes estarem familiarizados com as instruções, o supervisor acompanhou-os no terreno para verificar se sabiam executar as tarefas assim como auxiliar em caso de existir alguma dúvida.

Implementação em máquinas piloto

Depois de todas as etapas prévias de definição da rotina e preparação do material necessário para a execução das tarefas procedeu-se à implementação. O primeiro passo foi, durante o período de teste para a máquina piloto, conseguir-se devolver à máquina a limpeza e condições básicas (primeira etapa Figura 8 presente no capítulo 2). Este período coincidiu com a formação dos operadores dos três turnos. Apesar de, na metodologia de implementação, apenas se criarem as rotinas e *standards* de manutenção autónoma na terceira etapa, no projeto da dissertação, os *standards* já existiam e estavam nas rotinas diárias do operador. Optou-se então por seguir os passos 1 – Limpeza básica e 2 – Prevenção de sujidade e melhoria de manutenção enquanto se testavam as rotinas reformuladas. Verificou-se que muitos dos pontos que constituem o estado natural da máquina não estavam conformes. Esta situação originou um fluxo grande de pedidos de intervenção ao departamento de Manutenção de Equipamentos assim como uma grande intervenção a nível de limpeza da máquina. Após a primeira semana, grande parte dos pedidos foram resolvidos e alguns ajustes foram feitos à grelha por se detetarem algumas anomalias só detetáveis no terreno.

Alargamento para o resto das máquinas

No período da presente dissertação, apenas se implementou o novo *standard* de manutenção de 1º Nível para as máquinas piloto. No entanto procurou-se definir um plano de implementação para as restantes máquinas e quais os pontos que são necessários garantir para implementar o novo *standard* com êxito:

- **Garantir formação dos supervisors:** Os supervisores são os líderes de equipa e, como tal, é necessário que saibam como realizar cada um dos pontos da Manutenção de 1º Nível de cada máquina para, no caso de surgir alguma dúvida, saberem atuar e ajudar o operador. Para além disso, têm que conseguir transmitir a mensagem correta aos operadores e a importância de realizarem esta rotina;
- **Definir um responsável de controlo:** Um dos pontos que falhou na implementação numa das máquinas piloto foi, numa fase inicial, assumir que o operador entendeu na totalidade o trabalho a realizar. Como tal, é necessário, após se dar formação, fazer uma rotina de acompanhamento em que diariamente se verifica se a rotina foi bem cumprida. Este acompanhamento deverá ser feito até se entender que o operador já consegue fazer todo o trabalho de forma correta e independente. Este responsável não deve ser o supervisor, mas sim um coordenador ou um operador de uma máquina que já tem a rotina bem implementada;
- **Definir um responsável de formação:** O responsável por formação irá adaptar as instruções para cada uma das máquinas e dará ao operador a formação necessária para este realizar a manutenção de 1º Nível;
- **Eficiência do departamento de Manutenção de Equipamentos:** As rotinas existentes antes da reformulação eram, tal como descrito anteriormente, mal utilizadas. Grande parte dos operadores preenchia a grelha sem verificar efetivamente se os pontos estavam conformes. Desta forma, a Manutenção de 1º Nível caiu um pouco em descrédito. Da grelha de verificações, se algum ponto não estiver conforme, surgem pedidos de intervenção da Manutenção de Equipamentos. É necessário que este departamento seja eficiente a responder aos pedidos que surjam na fase de implementação para que o operador sinta que o correto preenchimento da grelha contribui para uma melhoria do processo.

4.2.2 *Standard* de atuação sobre problemas

No seguimento das implementações iniciais de *Kaizen* Diário, foi-se observando que determinadas causas de produção de defeitos eram recorrentes. A empresa trabalha 24 horas por dia e emprega muitos colaboradores em cada turno. Muitos dos colaboradores trabalharam toda a sua vida na empresa e têm a destreza e conhecimento para solucionar problemas que outros não têm. Observou-se que nem sempre a forma como se atuava sobre os problemas era a mais correta. Conseguiu-se colocar as equipas a detetarem rapidamente os problemas e a tomarem iniciativa para os resolver; faltava conseguir atuar da forma mais eficaz.

Numa primeira fase foi feita uma análise dos problemas mais recorrentes que originavam defeitos FU-FU e concluiu-se que 70% dos problemas eram devido aos "encharcados" e devido às micro paragens das máquinas. Os "encharcados" consistem no mau fecho do molde no momento de injeção, o que origina peças com excesso de material em determinas zonas (ver Figura 34).

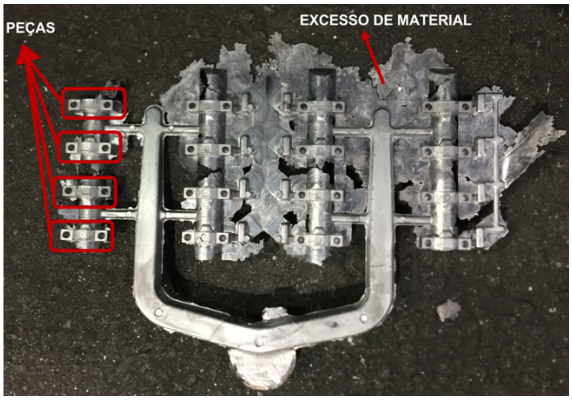


Figura 34 - Defeito "Encharcados" em fundição injetada

A origem deste problema pode estar na falta de paralelismo das duas partes do molde, no mau ajuste do molde, na refrigeração, nos parâmetros da máquina, entre outras causas. As micro paragens contribuem para a instabilidade do processo fazendo com que a máquina esteja constantemente a interromper o ciclo de produção, afetando os parâmetros do processo e obrigando a máquina a estar constantemente a produzir peças de arranque (que são consideradas peças defeituosas).

Associados à produção, estão os defeitos do tipo FU-AC. Pela análise da Figura 35 é possível verificar quais os defeitos mais recorrentes.

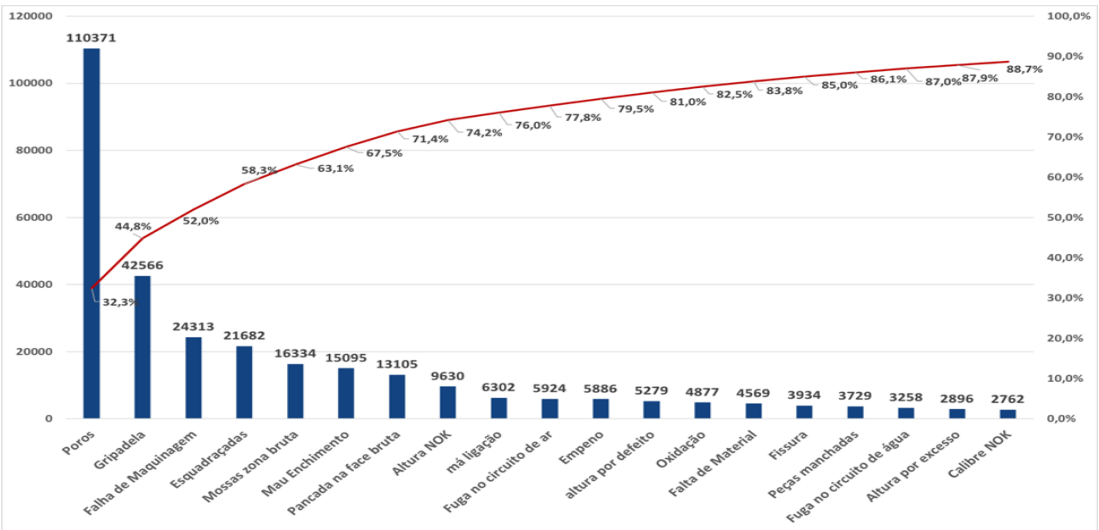


Figura 35 - Pareto de defeitos FU-AC de 1 de Janeiro até 20 de Abril

Os defeitos FU-AC mais recorrentes eram os poros, gripadelas (ou gripagens) e falhas de maquinagem que juntos constituíam cerca de 52 % do total dos defeitos de 1 de Janeiro de 2018 até 20 de Abril de 2018.

Sendo os encharcados, as micro paragens, os poros e as gripadelas os 4 maiores problemas que recorrentemente surgiam no quadro de *Kaizen* Diário, analisou-se a hipótese de criar um *standard* de atuação quando estes 4 problemas surgissem.

No contexto de *workshop* reuniu-se uma equipa multidisciplinar da fábrica, desde supervisores até ao diretor da fundição, para procurar definir as causas para cada um dos problemas e a forma mais correta de atuar sobre eles. Dada a complexidade para enumerar todas as causas e definir um *standard* de atuação, no período da dissertação apenas foi possível criar este *standard* para os encharcados e para as micro paragens. Este *standard* tinha como objetivo fazer com que, no momento em que o problema aparecia, o supervisor ou apoio cumpria uma lista de tarefas começando por verificações simples e terminando em manutenções mais complexas que necessitavam de outros departamentos. Para além de se resolver o problema da forma mais eficiente, pretendia-se que fosse possível perceber se é possível resolvê-lo antes de chamar outros departamentos para intervirem, "despistando" assim as causas que possam parecer improváveis, mas que muitas vezes estavam na origem do problema. Esta necessidade surgiu porque frequentemente verificava-se que, na análise das causas dos problemas, os operadores seguiam o caminho mais simples de chamar o departamento de Manutenção de Equipamentos quando na realidade o problema podia ficar resolvido apenas com verificações simples que fazem parte das suas responsabilidades. A Figura 36 mostra os resultados da aplicação deste *standard* e o impacto que teve nos valores de peças defeituosas numa máquina.

1. DADOS

Máquina/Molde:	405/10223.12B
Realizado por:	José e André
Duração do procedimento:	17:30 até 17:50
Acompanhamento:	17:30 até 19:00

2. RESULTADOS ANTERIORES AO STANDARD (14:00H ATÉ 17:30H):

Tempo decorrido	Total de Peças	Peças Defeituosas	Taxa de peças defeituosas
03:30 H	3168	624	19,7 %

3. PROCEDIMENTO REALIZADO

RESPONSÁVEL	PROCEDIMENTO	COMENTÁRIOS	OK/NOK
FUNDIÇÃO	1. Limpar faces do molde e ajustar máquina;		OK
	2. Verificar temperatura do alumínio (verificação visual para além do mostrador) e fazer arranque gradual (conforme procedimento de arranque);		OK
	3. Verificar circuitos de aquecimento e arrefecimento do molde;	Após este ponto aguardou-se para ver os resultados	OK

4. RESULTADOS APÓS STANDARD

Tempo decorrido	Total de Peças	Peças Defeituosas	Taxa de peças defeituosas
01:00 H	912	48	5,2 %
04:10 H (até final do turno)	3821	441	11,5 %
Resultado global	6989	1065	15,2 %

Figura 36 - Resultados de uma utilização do *Standard* de atuação face a encharcados

Antes da aplicação do método *standard* para este problema, a máquina continha níveis de peças defeituosas perto dos 20 %. Na hora seguinte esse valor desceu até 5,2 %, conseguindo-se manter o processo mais ou menos controlado até ao final do turno. Considera-se para esta máquina que o processo está controlado quando produz com níveis de 10 % por se tratar de uma máquina com muitos problemas. Após a aplicação do procedimento conseguiu-se minimizar os níveis de peças defeituosas, terminando o turno com 15,2 %. Sem a aplicação do método, provavelmente a máquina iria continuar a trabalhar com valores superiores a este. O procedimento completo para este problema pode ser encontrado no Anexo H.

O objetivo final desta melhoria era conseguir-se, para cada um dos problemas que vão sendo registados no quadro de *Kaizen* Diário, um procedimento *standard* que constitui a melhor forma de resolver o problema.

4.2.3 Qualidade das ferramentas

Os moldes, ou ferramentas, que dão forma às peças produzidas, são continuamente submetidos a temperaturas que podem variar entre os 120ºC e os 280ºC dependendo das peças que estejam a ser produzidas. Para além disso, para as peças ficarem com um bom acabamento superficial, é necessário que o alumínio entre no molde a altas velocidades, viajando normalmente entre os 20 e os 50 metros por segundo (Murray and Murray 2010).

Estas condições extremas a que o molde está sujeito originam um grande desgaste do mesmo. Desta forma, é necessário garantir que a sua manutenção é feita com um grau de qualidade elevado. Um dos problemas previamente identificados era a falta de comunicação entre os departamentos de Fundição e de Manutenção de Ferramentas, quando estes deviam estabelecer uma relação do tipo Cliente-Fornecedor. Na situação atual, o fornecedor (MF) fornece ao seu cliente (Fundição) moldes reparados e, idealmente, em perfeitas condições. Fazendo uma analogia a uma relação clássica deste tipo, prevê-se que quando um fornecedor vende um produto a um cliente, este vai querer obtê-lo nas melhores condições e, no caso de esta situação não se verificar, vai comunicar ao fornecedor os problemas que identificou. Devido à falta de comunicação que se verificava e à falta de um sistema de avaliação de qualidade, os problemas com os moldes, mesmo depois de saírem de produção, entrarem em manutenção (B1's) e voltarem a entrar em produção, eram repetitivos.

Como forma de perceber se as intervenções durante a produção eram também recorrentes para os mesmos moldes, fez-se uma análise, resumida na Figura 37, das recorrências deste tipo de intervenções (A1's) desde o início do ano corrente até ao mês de abril.

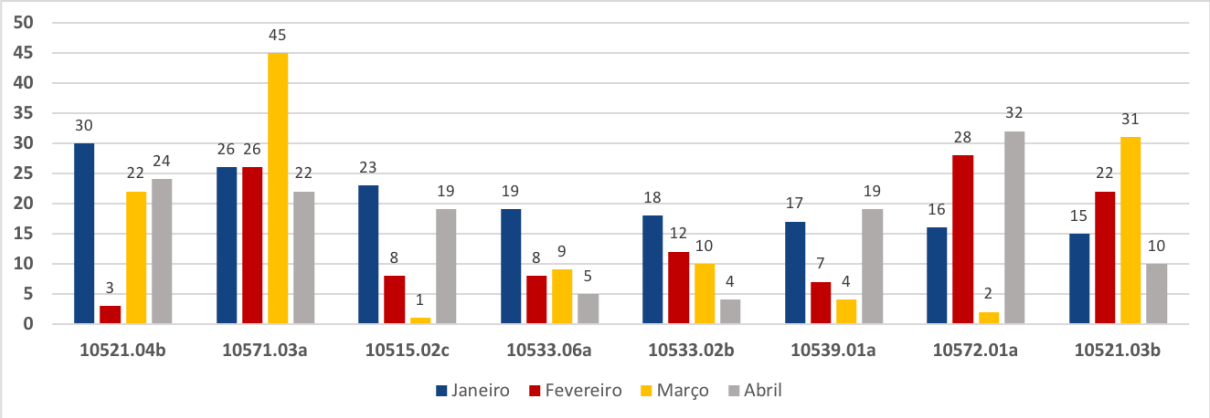


Figura 37 - Análise comparativa de recorrências de A1's

Na análise feita, usou-se o top 8 de moldes com mais intervenções A1's no mês de Janeiro e, para os meses seguintes, procurou-se perceber se o número de intervenções era também elevado. Constatou-se que para os moldes 10539.01a e 10572.01a o número de intervenções no mês de abril foi ainda maior do que no mês de janeiro. Apesar de só em dois dos casos se verificar que no mês de abril o valor era maior, são vários os casos em que no mês de fevereiro e março, os valores ultrapassam os valores de janeiro.

Feita esta análise concluiu-se o seguinte:

- Era clara a ineficiência nas intervenções A1's (valores acima de 30 intervenções para um molde num mês);
- Uma intervenção A1 pode resultar de uma reparação B1 mal realizada;
- O número e tipo de recorrências dos A1's não eram tidos em conta quando esse mesmo molde iniciava uma reparação B1;
- A forma como era transmitida a informação impossibilitava a melhoria de qualidade nas reparações dos moldes.

Feita esta análise e preparação, analisou-se de que forma se poderia melhorar a qualidade das reparações B1 dos moldes e como reduzir o número de recorrências das intervenções A1. Foram definidas três implementações para melhorar esta situação:

Grelha de controlo de qualidade de manutenção B1

Durante as manutenções planeadas dos moldes, os serralheiros têm dois tipos de tarefas para realizar:

- Intervenções de rotina *standard* presentes numa ordem de trabalho;
- Pedidos especiais feitos pelo departamento de fundição causados pelo surgimento de problemas no molde durante a produção.

Depois de algum acompanhamento no terreno, percebeu-se que por vezes se registava que todas as tarefas *standard* e especiais tinham sido realizadas quando na realidade não tinham.

Num contexto de *workshop* procurou-se perceber com responsáveis das duas áreas qual seria a melhor forma de garantir que todas as tarefas eram realizadas e, mais importante, que eram realizadas com qualidade. Os pontos abordados foram:

1. Pontos que necessitam ser verificados;
2. Responsável por avaliar a manutenção B1;
3. Quando é feito o controlo de qualidade.

Para o primeiro ponto, usaram-se as tarefas presentes na ordem de trabalho como ponto de partida, e eliminaram-se alguns pontos que não seria possível analisar apenas com a verificação visual. Para além disso, acrescentaram-se os pedidos especiais da Fundição.

Na definição do responsável concluiu-se que quem devia fazer a avaliação era o apoio que vai montar o molde na máquina pois é quem tem mais contacto com o molde antes de este entrar em produção.

Por último, o momento da avaliação era apenas durante a montagem e até a primeira peça ser produzida. Procurou-se não estender o período de avaliação além da primeira peça pois nas produções seguintes poderiam surgir alguns problemas com o molde que já não eram responsabilidade de uma manutenção mal feita. No Anexo I é possível ver a grelha de avaliação de qualidade implementada.

Indicador de Qualidade

Com o método de controlo de qualidade conseguiu-se para cada molde que está em produção obter um valor percentual de qualidade. No sentido de se conseguir obter uma equipa no departamento de manutenção de ferramentas mais orientada aos resultados e melhoria contínua, montou-se um indicador que mostrava os resultados da equipa para os moldes que estão em produção. Entende-se por resultados da equipa a percentagem de qualidade dos moldes após preenchimento da grelha por parte do "cliente". Este indicador consistia numa tabela para as 24 máquinas semelhante à Tabela 6. No Anexo J pode-se ver o indicador montado nesta zona.

MÁQUINA	MOLDE	DATA B1	QUALIDADE
401	10247.01a	20/04	60 %
302	10292.03b	26/04	100 %

Tabela 6 - Indicador Qualidade B1

Ferramenta de análise das recorrências A1's

Por último, havendo determinados moldes em que todos os meses o número de intervenções A1 era elevado, assim como o facto de existir uma relação entre a qualidade de uma manutenção B1 com o número intervenções A1, pensou-se de que forma se poderia criar um sistema de alerta para determinados moldes que possuem um histórico mais crítico. Para isso criou-se uma ferramenta para auxiliar o RUT deste departamento. A ferramenta consiste num *Excel* que processa os dados presentes numa base de dados que contém o histórico de ocorrências desde o início do ano. O utilizador, no início de cada semana, insere os moldes que pretende e, depois de inseridos os moldes, a ferramenta resume a informação e diz-lhe quais são os moldes mais críticos da semana em termos de numero de ocorrências. O RUT imprime o relatório e, sempre que se inicia uma manutenção B1, comunica à sua equipa se o molde correspondente tem por hábito originar problemas, criando assim um alerta. O relatório resultante está disponível no Anexo K.

4.2.4 Planeamento máquina-molde

Semanalmente, entram, em média, em produção, dez moldes provenientes da área de Manutenção de ferramentas. Diariamente, nas reuniões de resposta rápida a problemas, verificava-se constantemente uma ideia padrão por parte dos colaboradores: algumas máquinas estavam a produzir defeitos porque o respetivo molde não trabalha bem na mesma.

Ao longo dos meses de dissertação percebeu-se que determinadas máquinas, por já serem mais antigas, tendem a desestabilizar mais rapidamente com alguns moldes e que, apesar de ser possível trabalhar com baixa taxa de defeitos, é mais difícil manter o processo controlado.

Como forma de tentar perceber se as combinações máquina-molde são consideradas no momento do planeamento, acompanhou-se algumas reuniões de planeamento. Dada a vasta experiência dos intervenientes, rapidamente se percebeu que, apesar de não se analisarem dados históricos, estes tinham noção de quais os moldes que trabalham bem e em que máquinas.

A empresa possui armazenados 120 moldes e tem em produção 24 máquinas. Cada molde está preparado para trabalhar, em média, em 4 máquinas diferentes resultando 480 combinações possíveis Máquina-Molde. Mesmo com experiência, é de extrema dificuldade identificar qual a máquina em que um molde vai trabalhar melhor e era frequente existirem moldes em máquinas que historicamente trabalhavam com altas taxas de peças defeituosas.

Para auxiliar o planeamento, criou-se uma ferramenta em que se inserem os moldes que se pretende colocar em produção, e que nos diz quais os valores de defeitos no último ano para cada máquina. Para demonstrar o efeito pretendido procedeu-se à análise de qual o efeito da ferramenta para um determinado dia. Na Tabela 7 pode-se observar, no dia 26 de Março de 2018, que máquinas trabalharam, o respetivo molde e a taxa de defeitos obtida. Note-se que algumas máquinas não estão presentes porque nesse dia não produziram qualquer peça.

Tabela 7 - Produção dia 26/05/2018

Máquina	302	403	404	508	510	512	513	516	520	606	617	618	619	709	711	821	1122	1424
Molde	10562.01a	10223.11a	10138.14a	10533.04b	10521.03b	10404.05b	10529.04a	10515.04b	10574.01a	10520.02b	10520.01c	10521.01b	10397.02b	10398.04b	10477.02a	10549.02a	10550.01a	10571.03a
Taxa de Defeitos	1,76 %	10,76 %	1,30 %	0,41 %	6,47 %	2,40 %	1,15 %	3,25 %	10,36 %	2,22 %	7,84 %	2,41 %	0,36 %	2,66 %	11,37 %	6,56 %	1,63 %	3,43 %

Da análise da Figura 38 percebe-se que alguns moldes que, neste dia, estavam numa determinada máquina a produzir com taxas elevadas de defeitos, poderiam na realidade estar noutra máquina onde já trabalharam com melhores resultados.

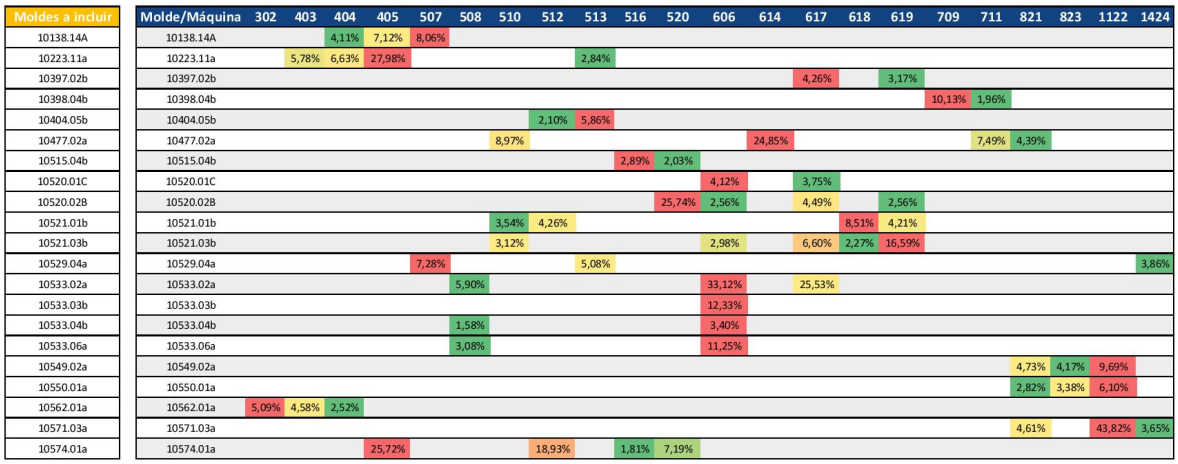


Figura 38 - Matriz planeamento Máquina/Molde

Casos como o molde 10562.01a que estava a trabalhar na máquina 302 quando no ano anterior trabalhou na máquina 404 com taxa de defeitos de 2,52%, ou o molde 10477.02a que estava a trabalhar na máquina 711 quando no ano anterior trabalhou na máquina 821 com taxa de defeitos de 4,39 %, poderiam ter sido evitados se, no planeamento da respetiva semana, tivesse sido analisado o histórico das combinações máquina/molde. Claro que a rotação dos moldes não é igual para todas as máquinas, e poderá haver casos em que, detetando qual a melhor máquina para um determinado molde, essa já esteja ocupada de semanas anteriores, não fazendo sentido estar a tirar o molde devido ao elevado tempo de desmontagem do mesmo. Porém, observando o caso para o dia de análise das máquinas 520 e 516 que estavam a produzir com os moldes 10574.01a e 10515.04b respetivamente, percebe-se que, na realidade, poderia fazer sentido parar ambas as máquinas e trocar os moldes visto que para o primeiro caso isso implicaria produção a taxas de defeitos teórica de 1,81 % e no segundo caso de 2,03 %.

O objetivo desta implementação é, usando todas as semanas a ferramenta, a longo prazo usar-se sempre a melhor combinação máquina/molde. A curto-prazo dificilmente se notará um impacto significativo pois há máquinas que apenas trocam de molde uma vez por mês. Esta implementação servirá como ponto de partida para um projeto mais abrangente de melhoria de planeamento servindo, para já, como ferramenta de auxílio.

4.2.5 Resultados

A performance de um equipamento é medida usando o OEE (Overall Equipment Effectiveness). Este indicador baseia-se na disponibilidade, performance e qualidade do *output* da máquina e é usado em todas as indústrias deste tipo. Na Empresa K, a performance das máquinas é frequentemente afetada pelas chamadas micro paragens. Grande parte deste tipo de perdas deve-se à falta de prevenção do desgaste do equipamento e à dificuldade de manter as máquinas nas condições normais de funcionamento. A Manutenção de 1º Nível teve um impacto significativo na primeira máquina piloto onde se implementou. Devido ao estado deteriorado em que se encontrava, as rotinas de deteção e verificação permitiram corrigir alguns problemas da máquina (que diariamente eram ignorados), devolver a máquina às condições normais de funcionamento e prevenir a sua deterioração acelerada. Desta forma pela análise da Figura 39 observa-se o impacto a nível de OEE no corrente ano.

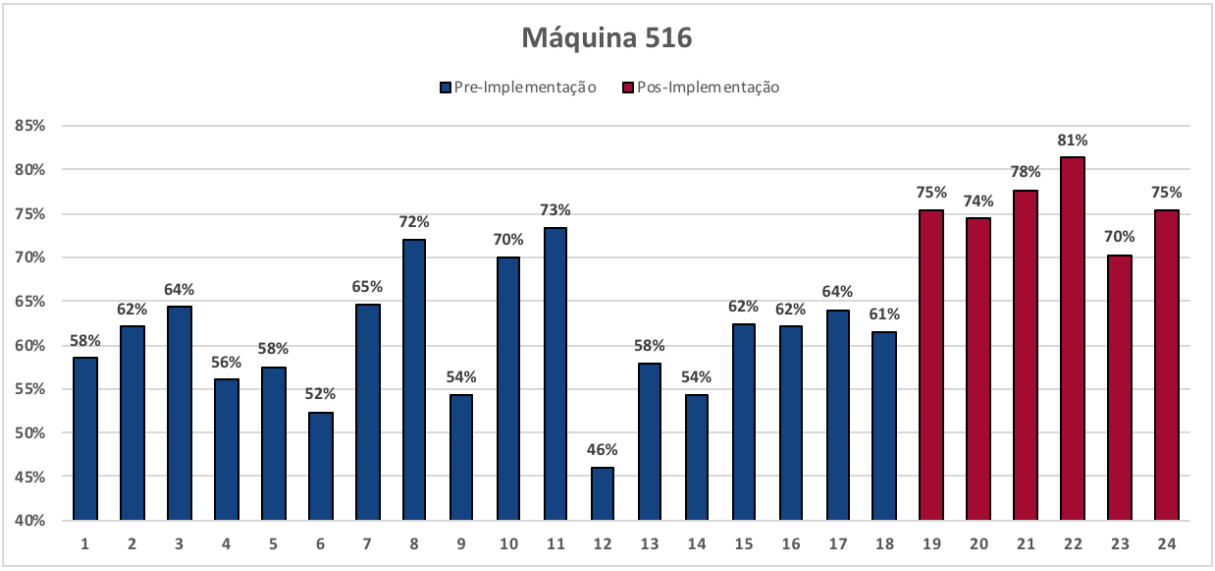


Figura 39 - Evolução do OEE da máquina-piloto 516 em 2018

Devido à componente do OEE relativo à qualidade do produto final produzido, é necessário ter em conta que parte deste aumento do OEE também se deu pela redução da taxa de peças defeituosas produzidas causada pelas outras implementações descritas nas secções 4.1 e 4.2.

Para além disso, era de esperar que nas semanas após a implementação da nova rotina de manutenção autónoma, houvesse um aumento significativo do OEE. Isto deve-se ao facto de haver um esforço redobrado dos departamentos de Fundição e Manutenção de Equipamentos para devolver a máquina ao seu estado natural no início da implementação. Ainda assim, a média de 2017, para esta máquina era de 60 %, tendo-se atingido, nas semanas seguintes à implementação, uma média de 75,5%. Este aumento de 25,8% é bastante superior ao objetivo de 8% definido necessitando-se, no futuro, de um esforço elevado para garantir a sustentabilidade dos resultados.

Relativamente à taxa de defeitos da máquina-piloto onde se fez a implementação da nova rotina de manutenção autónoma, pela análise da Figura 40 concluímos que também houve uma melhoria de resultados.

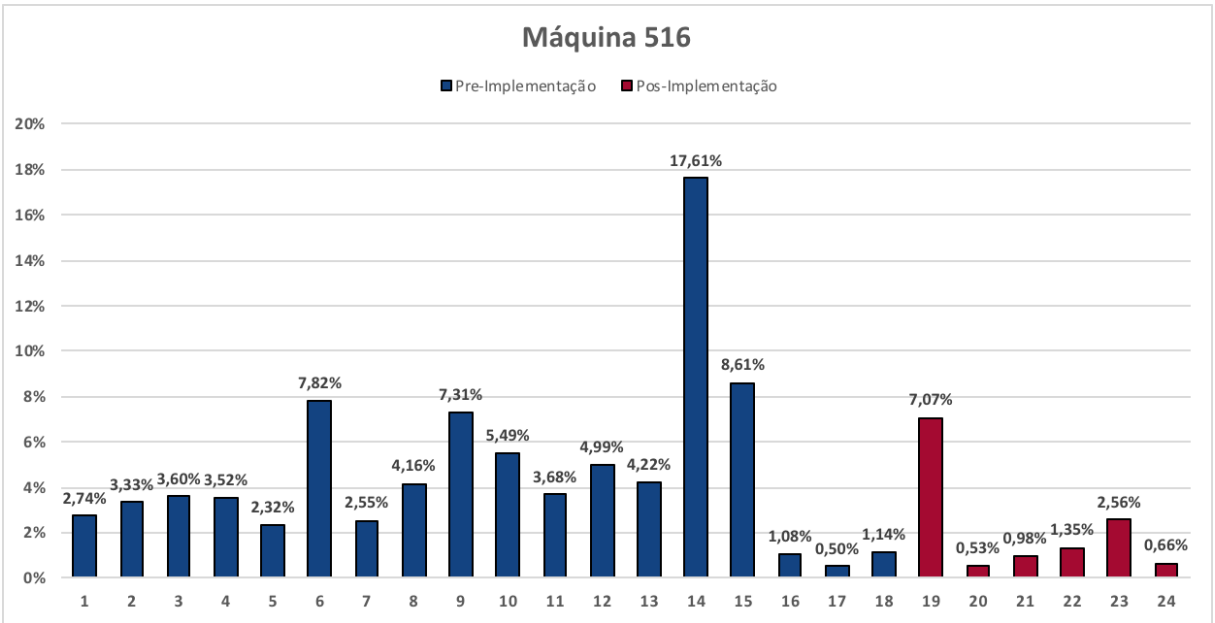


Figura 40 - Evolução da taxa de defeitos FU-FU da máquina-piloto 516 em 2018

A taxa de defeitos desta máquina, no ano de 2017 era de 4,05 % sendo que uma redução de acordo com o objetivo definido de 10 % traduzir-se-ia num valor a atingir de 3,65 %.

No período da presente dissertação não foi possível implementar a nova rotina para as restantes máquinas-piloto, no entanto os outros pontos deste capítulo foram aplicados a todas as máquinas.

Numa primeira análise, poder-se-ia questionar se a redução atingida não terá sucedido devido às implementações descritas no capítulo 4.1. Feita uma análise aos valores de defeitos expostos no gráfico da Figura 40 percebe-se que antes da implementação do novo *standard* de manutenção autónoma a média da taxa de defeitos foi de 5,32 % (valor superior a 2017) e após a implementação foi de 2,19 %. Desta forma conclui-se que ainda que as implementações feitas possam ter algum impacto nestes resultados, as soluções presentes neste capítulo fizeram baixar os valores, traduzindo-se numa redução de 45,9 % face ao ano anterior. Este valor, bastante superior ao objetivo de 10% definido, deve-se, em parte, à estabilidade e fiabilidade conseguida com o cumprimento da nova rotina de Manutenção Autónoma, mas também à qualidade do trabalho feito pelo departamento de Manutenção de Ferramentas nas reparações dos moldes e à aplicação dos *standards* de atuação para os problemas mais frequentes, não permitindo a máquina destabilizar. A utilização do planeamento Máquina-Molde não teve qualquer impacto para esta máquina pois o molde que estava montado no momento da implementação da ferramenta, já era um molde que, historicamente, trabalhava com taxas reduzidas de defeitos.

5 Conclusões e trabalhos futuros

A presente dissertação tem um carácter singular pois o projeto desenvolvido refere-se a uma fábrica de um cliente do Instituto *Kaizen*. Neste tipo de projetos, os consultores podem ser vistos como elementos externos da empresa tornando-se mais difícil integrar os processos de forma a mudar paradigmas. A resistência à mudança é um fator muito comum em projetos que representam uma grande reestruturação da empresa do cliente. Foi precisamente esse o maior desafio da dissertação: quebrar paradigmas e mudar a cultura das pessoas. Numa fase inicial foi necessário trabalhar muito tempo no *Gemba* de forma a que os colaboradores sentissem que o nosso papel era ajudar a melhorar. Para além disso, tal como referido no início da dissertação, é no *Gemba* que estão as verdadeiras dificuldades e oportunidades de melhoria. Outro desafio foi conseguir alinhar os objetivos que se pretendia para a presente dissertação, com o projeto global do Instituto *Kaizen*.

Após um período de integração, conseguiu-se definir algumas prioridades e oportunidades para ajudar o cliente a melhorar os seus processos. A prioridade numa fase inicial foi garantir a mudança de cultura, organização de equipas e normalização de tarefas. Estes três pontos contribuíram para a eliminação de alguns tipos de desperdício apresentados na secção 2.2 (*muda*) - o **movimento de pessoas** sem valor acrescentado (agendas e normalização de trabalho) e a redução de **defeitos** que resultam em reprocessamento de matéria prima são alguns exemplos - assim como para a redução de variabilidade de resultados (*mura*). A Figura 41 mostra que para atingir um estado elevado de eficiência de recursos e de fluxo, a prioridade inicial deve ser melhorar os fluxos eliminando o desperdício. É comum, para este tipo de indústria, a prioridade ser conseguir altos níveis de eficiência das máquinas, priorizando-se o investimento a nível de recursos como solução para todos os problemas. Frequentemente, empresas que priorizam atingir altos níveis de eficiência dos recursos têm dificuldade em passar para o "Estado Perfeito" pois não têm na sua cultura, princípios de eliminação de desperdício e melhoria contínua sendo frequente ouvir-se a frase: "a máquina tem de ser substituída" quando os problemas surgem.

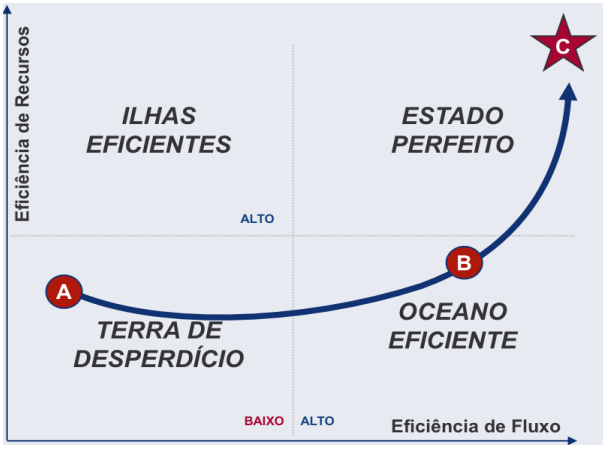


Figura 41 - Eficiência de recursos vs Eficiência de fluxo. Adaptado de: (*Kaizen Institute* 2017a)

No projeto da presente dissertação, a melhoria da eficiência de fluxo está diretamente ligada com a redução da variabilidade dos resultados, conseguindo-se garantir que as equipas obtêm, todas as semanas, os melhores resultados que outrora obtiveram. No período da dissertação, a Empresa K foi capaz de evoluir do ponto A para o ponto B da Figura 41. Os resultados obtidos, apesar de satisfatórios, necessitam de um período mais longo para se obter uma melhor análise. O ponto C reflete um estado total de eficiência em que se consegue eliminar os grandes desperdícios e, assim, aumentar a eficiência dos fluxos, aliado a um aumento de eficiência das máquinas da fábrica.

Concluiu-se que os que os seguintes pontos são essenciais para garantir a fiabilidade dos recursos, taxas reduzidas de defeitos e uma cultura de melhoria contínua:

- Obter equipas organizadas e orientadas a resultados;
- Normalizar o trabalho para maximizar as rotinas de valor acrescentado;
- Eliminar o desperdício antes de investir a nível de recursos;
- Definir rotinas de rápida atuação aos problemas;
- Garantir qualidade das ferramentas das máquinas;
- Garantir a coordenação entre departamentos;
- Analisar dados históricos para aprender com os erros.

Um ponto a salientar no projeto foi o facto de os colaboradores reconhecerem que se estava perante melhorias significativas e a satisfação dos *Team Leaders* por verem as suas equipas preocupadas com os resultados da empresa. Mesmo quando o efeito da melhoria não era imediato, a persistência e resiliência dos colaboradores em tentar fazer mais e melhor, foi notável. Mais importante que os resultados alcançados, foi sentir que efetivamente a mentalidade das pessoas começou a mudar e o seu foco já não eram os seus interesses ou os do seu departamento, mas sim os de toda a organização.

Como oportunidades e trabalhos futuros, existem outros departamentos da fábrica que mantêm uma cultura que a unidade de Fundição outrora tivera. Sendo este, o departamento que está na base de todo o processo produtivo, a reestruturação da fábrica deve ser feita com o foco direcionado para aqui. A nível de melhoria de resultados, nomeadamente o aumento do OEE, existe um ganho potencial na redução dos tempos de *setup* utilizando a metodologia SMED. Para além disso é necessário continuar a quebrar barreiras de comunicação entre departamentos de forma a melhorar a eficiência dos fluxos da fábrica.

Referências

Alexandra Noronha. 2015. "Garcia, Garcia Conclui Construção Da Fábrica Da Eurocast." *Jornal de Negócios*. https://www.jornaldenegocios.pt/empresas/construcao/detalhe/garcia_garcia_conclui_construcao_da_fabrica_da_eurocast.

APF. 2018. "Números Do Setor." 2018. http://apf.com.pt/about-3/.

Coimbra, Euclides. 2016. *Kaizen: Uma Estratégia de Melhoria, Crescimento e Rentabilidade*.

Coimbra, Euclides A. 2013. *Kaizen in Logistics and Supply Chains*.

Guariente, P., I. Antoniolli, L. Pinto Ferreira, T. Pereira, and F. J.G. Silva. 2017. "Implementing Autonomous Maintenance in an Automotive Components Manufacturer." *Procedia Manufacturing* 13: 1128–34.

Heinemann, T. 2016. *Energy and Resource Efficiency in Aluminium Die Casting*. *Energy and Resource Efficiency in Aluminium Die Casting*.

Hsu, Quang Cherng, and Anh Tuan Do. 2013. "Minimum Porosity Formation in Pressure Die Casting by Taguchi Method." *Mathematical Problems in Engineering* 2013.

Hu, Zuqi. 2016. "Injection Parameters Optimization and Artificial Aging of Automotive Die Cast Aluminum Alloy." *Materials and Manufacturing Processes* 31 (6): 787–93.

Imai, Masaaki. 2012. *Gemba Kaizen: A Commonsense Approach to a Continuous Improvement Strategy, 2nd Ed. Quality Management Journal*. Vol. 25.

Kaizen Institute. 2016. "Manual 5S."

———. 2017a. "Manual KBS."

———. 2017b. "Manual TPM."

Lumley, Roger, ed. 2011. *Fundamentals of Aluminium Metallurgy*. *Woodhead Publishing Limited*. Woodhead P.

Moreira, Pedro C. R. 2010. "Criação de Fluxo No Sector Têxtil."

Murray, M. T., and M. Murray. 2010. *High Pressure Die Casting of Aluminium and Its Alloys*. *Fundamentals of Aluminium Metallurgy: Production, Processing and Applications*. Vol. 1849. Woodhead Publishing Limited.

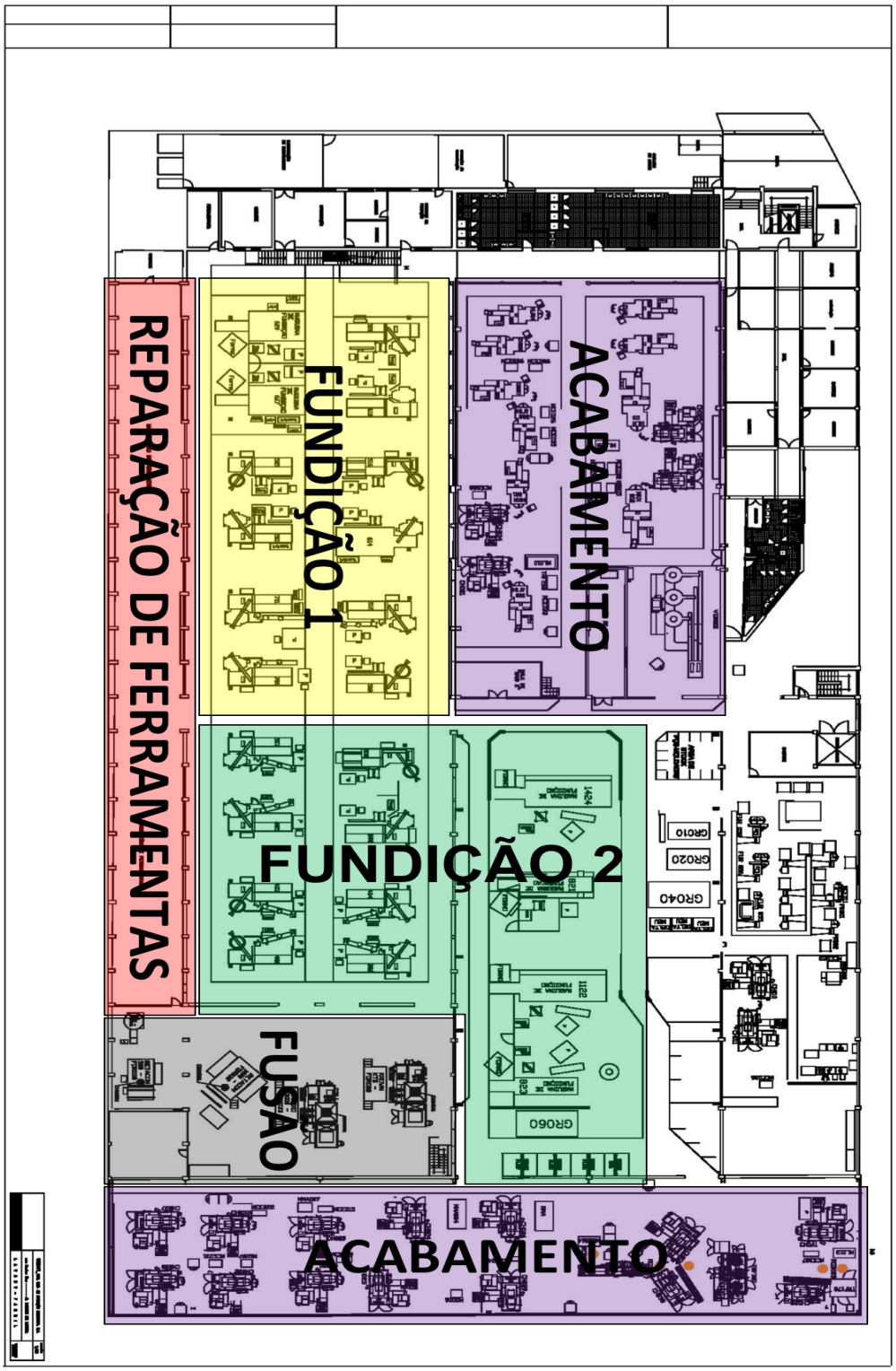
Ohno, Taiichi. 1988. *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*.

Silva, Miguel. 2017. "Franceses Da Eurocast Reforçam Presença Industrial Em Portugal." *Jornal Económico*. www.jornaleconomico.sapo.pt/noticias/franceses-da-eurocast-reforcam presenca-industrial-em-portugal-153353.

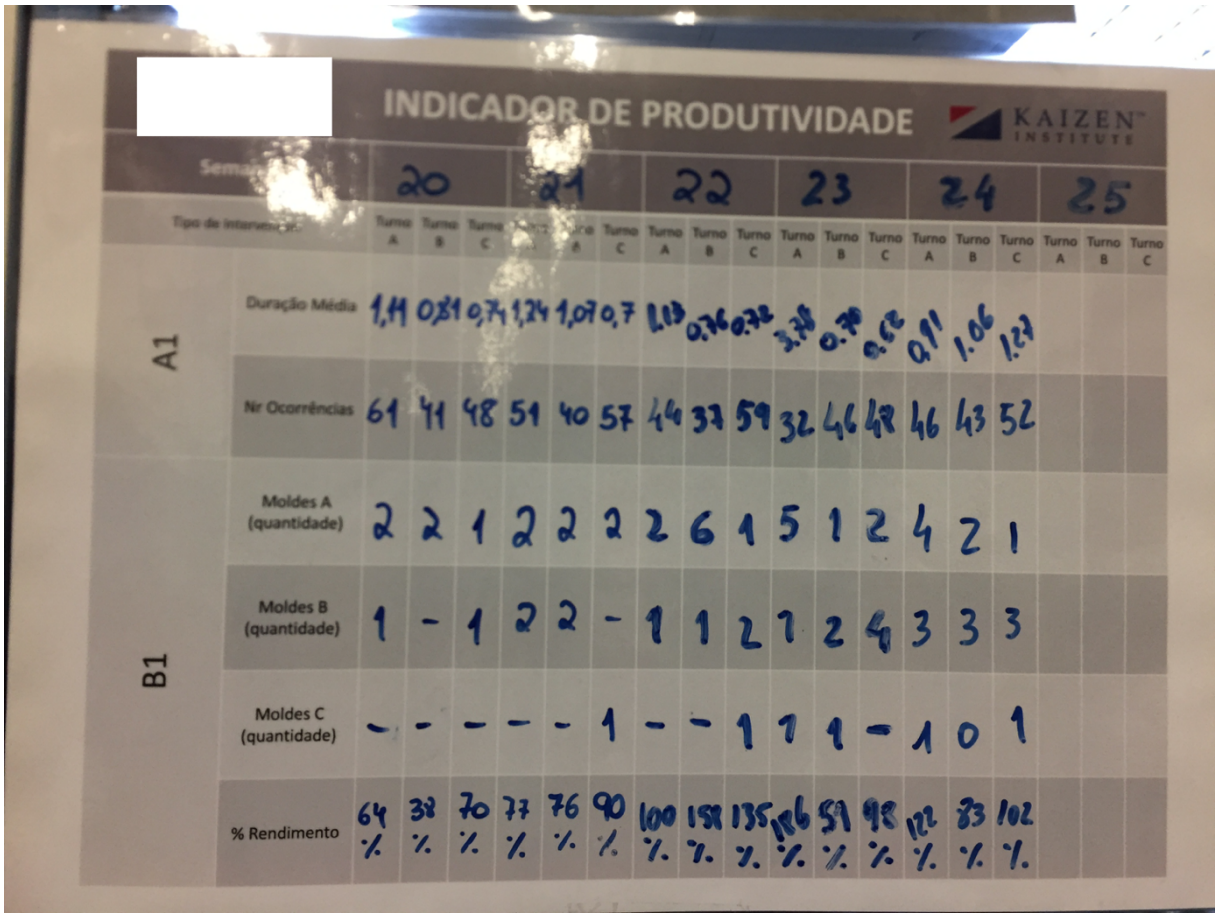
Tafvelin, Susanne, Ulrica von Thiele Schwarz, and Henna Hasson. 2017. "In Agreement? Leader-Team Perceptual Distance in Organizational Learning Affects Work Performance." *Journal of Business Research* 75: 1–7. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2017.01.016.

Wellington, Pat, and Niall Foster. 2009. *Effective Team Leadership for Engineers*.

ANEXO A: Layout da fábrica do cliente



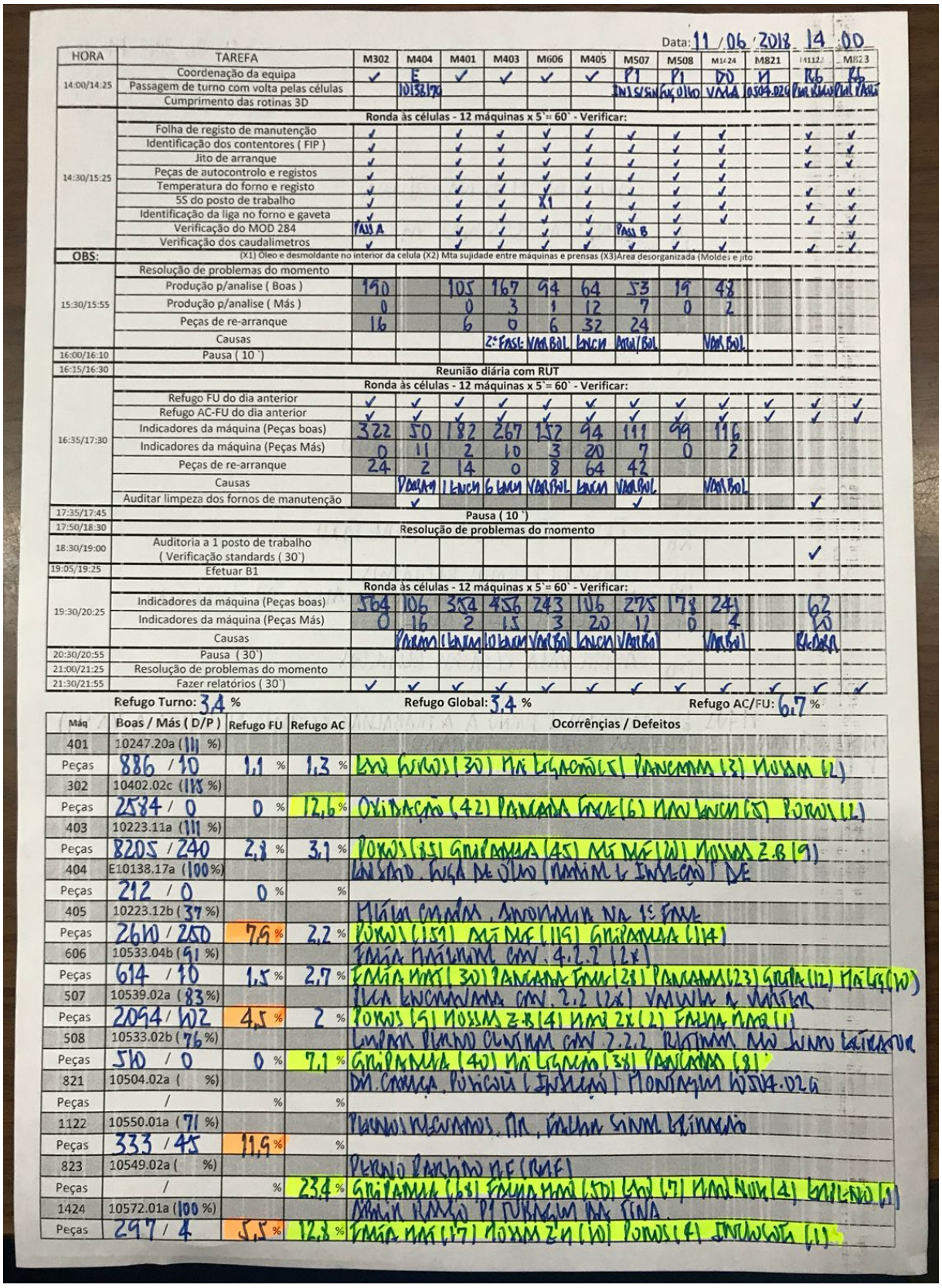
ANEXO B: Indicador de produtividade do departamento de MF



INDICADOR DE PRODUTIVIDADE — KAIZEN INSTITUTE

		Semana	20			21			22			23			24			25		
		Tipo de intervenção	Turno A	Turno B	Turno C	Turno A	Turno B	Turno C	Turno A	Turno B	Turno C	Turno A	Turno B	Turno C	Turno A	Turno B	Turno C	Turno A	Turno B	Turno C
A1		Duração Média	1,11	0,81	0,71	1,24	1,09	0,7	1,13	0,76	0,72	3,78	0,78	0,58	0,91	1,06	1,27			
		Nr Ocorrências	61	41	48	51	40	57	44	37	59	32	46	48	46	43	52			
B1		Moldes A (quantidade)	2	2	1	2	2	2	2	6	1	5	1	2	4	2	1			
		Moldes B (quantidade)	1	-	1	2	2	-	1	1	2	1	2	4	3	3	3			
		Moldes C (quantidade)	-	-	-	-	-	1	-	-	1	1	1	-	1	0	1			
		% Rendimento	64 %	38 %	70 %	77 %	76 %	90 %	100 %	158 %	135 %	186 %	59 %	98 %	122 %	83 %	102 %			

ANEXO C: Agenda Team Leaders adaptada



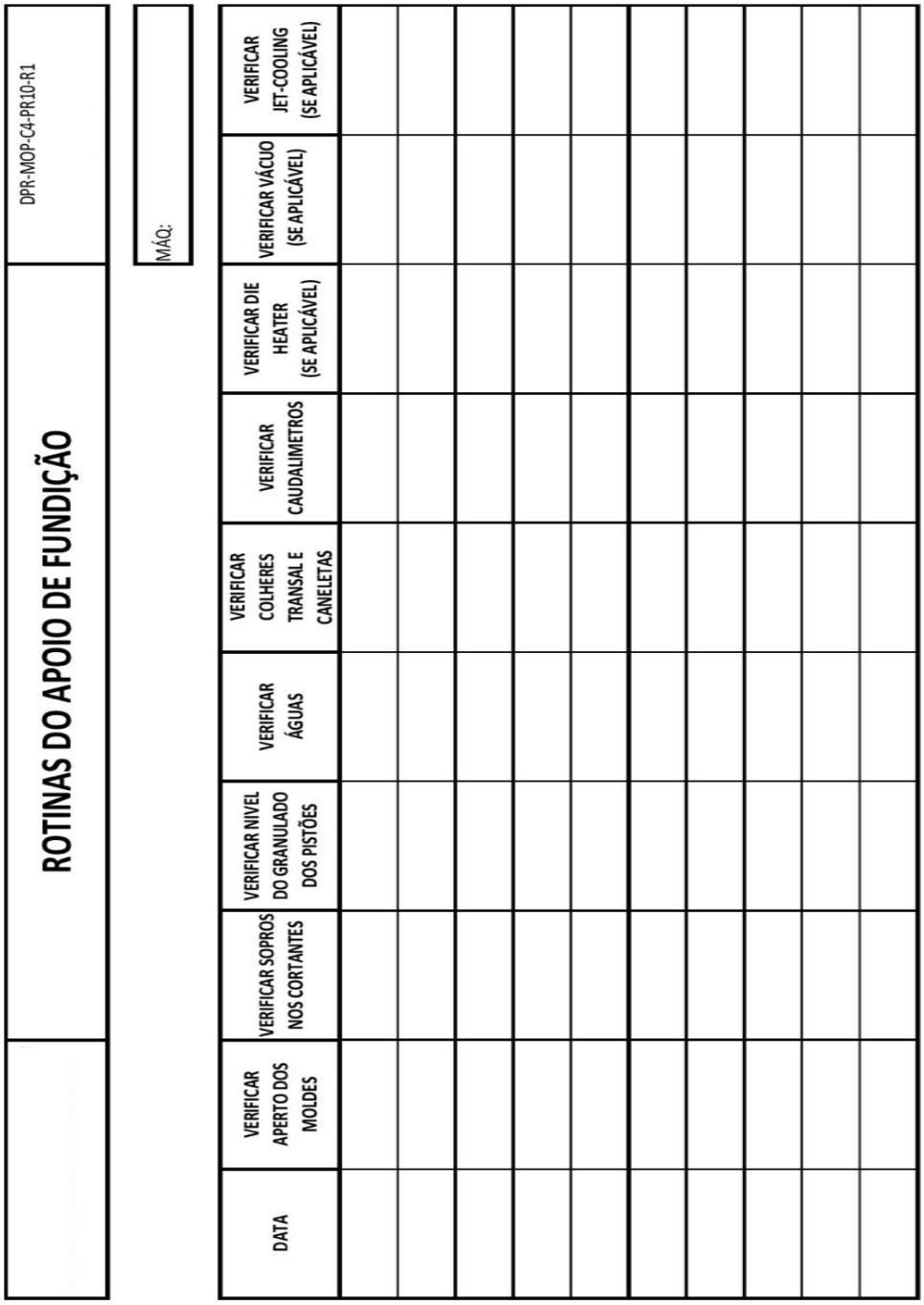
Data: 11 / 06 / 2018 — 14 00

HORA	TAREFA	M302	M404	M401	M403	M606	M405	M507	M508	M1424	M821	M1122	M823
14:00/14:25	Coordenação da equipa	✓	E	✓	✓	✓	✓	P1	P1	D0	M	R6	R6
	Passagem de turno com volta pelas células		10138/70					IN1 S/SIN	Fix. OLHO	VARIA	0504.020	Pin Ki	Pin Parti
	Cumprimento das rotinas 3D												
14:30/15:25	Ronda às células - 12 máquinas x 5`= 60` - Verificar:												
	Folha de registo de manutenção	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓
	Identificação dos contentores (FIP)	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓
	Jito de arranque	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓
	Peças de autocontrolo e registos	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
	Temperatura do forno e registo	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓
	5S do posto de trabalho	✓		✓	✓	X1	✓	✓	✓	✓		✓	✓
	Identificação da liga no forno e gaveta	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓
	Verificação do MOD 284	PASS A		✓	✓	✓	✓	PASS B	✓				✓
	Verificação dos caudalimetros	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓
OBS:	(X1) Óleo e desmoldante no interior da celula (X2) Mta sujidade entre máquinas e prensas (X3)Área desorganizada (Moldes e jito												
15:30/15:55	Resolução de problemas do momento												
	Produção p/analise (Boas)	190		105	167	94	64	53	19	48			
	Produção p/analise (Más)	0		0	3	1	12	7	0	2			
	Peças de re-arranque	16		6	0	6	32	24					
	Causas				2ª FASE:	VAM BOL	LANCH	AMA/BOL		VAM BOL			
16:00/16:10	Pausa (10 `)												
16:15/16:30	Reunião diária com RUT												
16:35/17:30	Ronda às células - 12 máquinas x 5`= 60` - Verificar:												
	Refugo FU do dia anterior	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Refugo AC-FU do dia anterior	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Indicadores da máquina (Peças boas)	322	50	182	267	152	94	111	99	116			
	Indicadores da máquina (Peças Más)	0	11	2	10	3	20	7	0	2			
	Peças de re-arranque	24	2	14	0	8	64	42					
	Causas		PORO	LANCH	6 LANC	VAM BOL	LANCH	VAM BOL		VAM BOL			
	Auditar limpeza dos fornos de manutenção		✓					✓				✓	
17:35/17:45	Pausa (10 `)												
17:50/18:30	Resolução de problemas do momento												
18:30/19:00	Auditoria a 1 posto de trabalho (Verificação standards (30`)											✓	
19:05/19:25	Efetuar B1												
19:30/20:25	Ronda às células - 12 máquinas x 5`= 60` - Verificar:												
	Indicadores da máquina (Peças boas)	364	106	354	456	243	106	275	178	241		62	
	Indicadores da máquina (Peças Más)	0	16	2	15	3	20	12	0	4		10	
	Causas		PORO	LANC	10 LANC	VAM BOL	LANCH	VAM BOL		VAM BOL		BOLHA	
20:30/20:55	Pausa (30`)												
21:00/21:25	Resolução de problemas do momento												
21:30/21:55	Fazer relatórios (30`)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Refugo Turno: 3,4 % — Refugo Global: 3,4 % — Refugo AC/FU: 6,7 %

Máq	Boas / Más (D/P)	Refugo FU	Refugo AC	Ocorrências / Defeitos
401	10247.20a (111 %)			
Peças	886 / 10	1,1 %	1,3 %	LNH (OROS) (30) MAL LGNOMES (PANCADAS (28) MOSSA (2)
302	10402.02c (118 %)			
Peças	2584 / 0	0 %	12,6 %	OXIDAÇÃO (42) PANCADA FRACA (6) MAU LANCH (5) POROS (2)
403	10223.11a (111 %)			
Peças	8205 / 240	2,8 %	3,1 %	POROS (85) GRIPAGEM (45) MAU MÉ (20) MOSSA 2.8 (9)
404	E10138.17a (100 %)			LAVAGEM. FALTA DE OLHO (MANCHA & INJEÇÃO) DE
Peças	212 / 0	0 %	%	
405	10223.12b (37 %)			MAUS CHEIOS. SOBRANDO NA 1ª FASE
Peças	2610 / 250	7,6 %	2,2 %	POROS (159) MAU MÉ (119) GRIPAGEM (114)
606	10533.04b (91 %)			FALTA MATERIAL CAV. 4.2.2 (2x)
Peças	614 / 10	1,5 %	2,7 %	FALTA MAT (30) PANCADAS FRIAS (28) PANCADAS (23) GRIPA (12) MAUS (10)
507	10539.02a (83 %)			FALTA LAVAGEM/MAL CAV. 2.2 (2x) VAZIOS & VAZIOS
Peças	2094 / 102	4,5 %	2 %	POROS (9) MOSSA 2.8 (4) MAU 2x (2) FALTA MAT (1)
508	10533.02b (76 %)			LAVAR PEÇAS CAVIDADE CAV 2.2.2. RETIRAR AR DURO LATERAL
Peças	510 / 0	0 %	7,1 %	GRIPAGEM (40) MAU LGNOMES (38) PANCADAS (8)
821	10504.02a (%)			DM. CAMEÇA. POROSOS (INJEÇÃO) MONTAGEM 10504.02A
Peças	/	%	%	
1122	10550.01a (71 %)			PEÇAS INCOMPLETAS. FALTA. FALTA GRAU LATERAL
Peças	333 / 45	11,9 %	%	
823	10549.02a (%)			PEÇAS PANCADAS MÉ (MAU)
Peças	/	%	23,4 %	GRIPAGEM (68) FALTA MAT (50) LAV (7) MAU MOLH (4) LATERAL (3)
1424	10572.01a (100 %)			FALTA MATERIAL P/ FURAÇÃO MAL FEITA.
Peças	297 / 4	5,5 %	12,8 %	FALTA MAT (17) MOSSA 2,8 (10) POROS (4) INCLUSÃO (1)

ANEXO D: Rotinas dos apoios



	DPR-MOP-C4-PR10-R1
	ROTINAS DO APOIO DE FUNDIÇÃO

MÁQ:

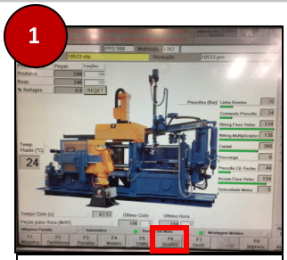
DATA	VERIFICAR APERTO DOS MOLDES	VERIFICAR SOPROS NOS CORTANTES	VERIFICAR NIVEL DO GRANULADO DOS PISTÕES	VERIFICAR ÁGUAS	VERIFICAR COLHERES TRANSAL E CANELETAS	VERIFICAR CAUDALIMETROS	VERIFICAR DIE HEATER (SE APLICÁVEL)	VERIFICAR VÁCUO (SE APLICÁVEL)	VERIFICAR JET-COOLING (SE APLICÁVEL)

ANEXO E: OPL da mudança de parâmetros pelo operador

508 - Ajuste da Quantidade de Alumínio

KAIZEN™ INSTITUTE

1



1. Aceder à página "Gráfico" premindo na página inicial "F6 Gráfico".

2



2. Aceder a "Tolerâncias" premindo na página "Gráfico" o botão "F2 Tolerâncias".

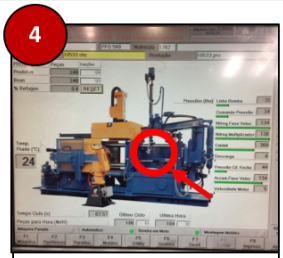
3



3. Verificar se o valor de "Espessura Gito REAL" se encontra dentro da tolerância máxima e mínima:

- Se estiver fora das tolerâncias -> Prosseguir para o ponto 4;
- Se estiver dentro das tolerâncias -> Não é necessário nenhum ajuste.

4



4. Voltar à página inicial premindo "F8 Retorno" e com a caneta *touch* pressionar na "colher" (zona assinalada).

5



5. Alterar "Quantidade Dosagem Metal":

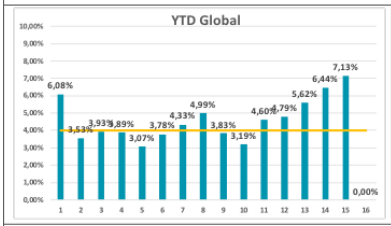
- Se a espessura da bolacha for maior que a tolerância máxima -> Baixar dosagem metal;
- Se a espessura da bolacha for menor que a tolerância mínima -> Aumentar dosagem metal;
- Se alteração não for corrigida, avisar os apoios.

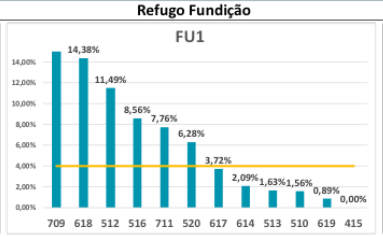
Em que situações atuar?	Tipo parâmetros	Quem atua?
Quando houver rejeição por espessura da bolacha	Fornos Doseadores	• CPFU • Apoios • Operadores

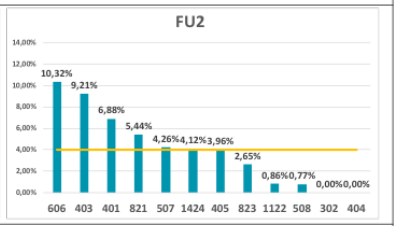
ANEXO F: Relatório semanal da fundição

Relatório Semana 15

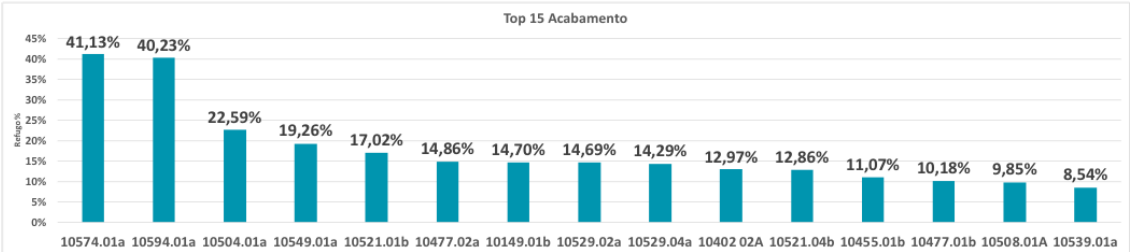
Refugo Fundição

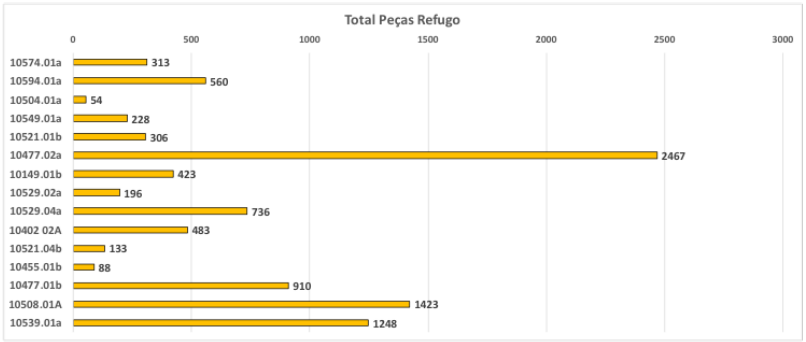






Refugo Acabamento

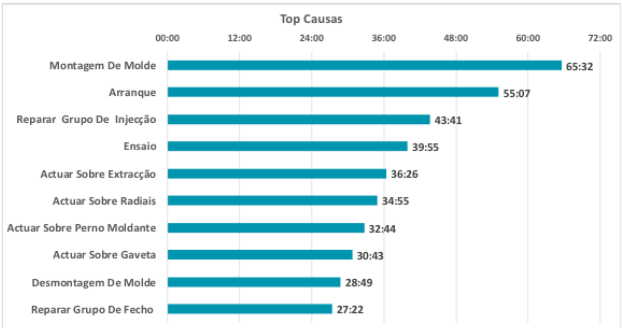




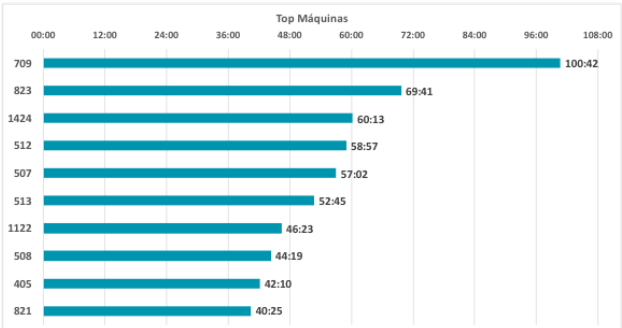
Top Peças	Top Causas	Quantidade
10574.01a	Poros	36,01%
	Poros no casquilho	1,18%
10594.01a	Fuga no circuito de ar	25,86%
	Poros	12,00%
10504.01a	Poros	12,13%
	Dimensionalmente NOK	4,18%
10549.01a	Poros	8,11%
	Falha de Maquinagem	2,70%
10521.01b	Poros diam.42H8	4,95%
	Poros diam.21	3,39%
10477.02a	Mau Enchimento	3,02%
	má ligação	2,65%
10149.01b	Esquadraçadas	12,69%
	Mau Enchimento	1,01%
10529.02a	Poros	7,72%
	Fuga no circuito de ar	4,50%
10529.04a	Fuga no circuito de água	3,92%
	Fissura	3,82%
10402 02A	Oxidação	9,27%
	Mossas zona bruta	2,18%

Paragens Fundição

Top Paragens	Top 2 Máquinas	Ocorrências	Tempo Por Máquina
Montagem De Molde	512	2	12:46:00
	405	2	08:04:00
Arranque	709	7	06:30:00
	1424	12	06:22:00
Reparar Grupo De Injecção	507	3	12:00:00
	823	5	11:45:00
Ensaio	508	3	15:42:00
	405	4	13:03:00
Actuar Sobre Extracção	1122	3	13:00:00
	507	3	11:23:00
Actuar Sobre Radiais	1424	9	28:45:00
	401	2	04:00:00
Actuar Sobre Perno Moldante	618	4	08:09:00
	1424	4	07:11:00
Actuar Sobre Gaveta	401	1	10:00:00
	512	2	05:55:00
Desmontagem De Molde	614	2	06:10:00
	513	1	05:15:00
Reparar Grupo De Fecho	709	4	20:17:00
	617	2	02:55:00



Top Máquinas	Paragens	Top 2 Peças	Tempo Por Peça
709	40	10508	48:52:00
		10519	38:10:00
823	49	10529	58:41:00
		10594	11:00:00
1424	50	10572	60:13:00
512	33	10574	35:54:00
		10532	14:44:00
507	36	10538	57:02:00
513	43	10521	29:31:00
		10529	23:14:00
1122	28	10549	34:53:00
		10541	11:30:00
508	33	10533	44:19:00
405	27	10138	26:02:00
		10589	13:03:00
821	32	10549	40:25:00



ANEXO G: Grelha Manutenção Autónoma

FOLHA DE REGISTO DE MANUTENÇÃO DE 1º NÍVEL - DIÁRIO — EQUIPAMENTO: Célula 316

		#	AÇÃO	LOCAL	DATA / FREQ.	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
MANUTENÇÃO 1º NIVEL AOS EQUIPAMENTOS	MÁQUINA DE INJEÇÃO	T1	Verificar Barreiras de Segurança		TURNO																					
		T2	Verificar Fugas	Gás	TURNO																					
				Localização das Fugas																						
	FORNO	T3	Limpeza dos excessos de alumínio e de lã de vidro		TURNO																					
		T4	Verificação do bocal de emergência do forno.		TURNO																					
	PRENSA	T5	Verificar Seguranças da Prensa	Barreiras Laterais	TURNO																					
		T6		Botoneiras de Emergência	TURNO																					
Verificar Limpeza da Célula em Geral					TURNO																					
Operador nº																										

		#	AÇÃO	LOCAL	DATA
MANUTENÇÃO 1º NIVEL AOS EQUIPAMENTOS	MÁQUINA DE INJEÇÃO	D1	Verificar Seguranças	Verificar Segurança da Porta da Célula	DIA
		D2		Botoneiras de Emergência	DIA
		D3		Portas Máquina	DIA
		D4	Verificar Fugas	Óleo de Lubrificação Central	DIA
				Localização das Fugas	
		D5		Óleo Hidráulico	DIA
				Localização das Fugas	
		D6		Óleo do Die-Heater	DIA
				Localização das Fugas	
		D7		Água	DIA
				Localização das Fugas	
		D8		Ar Comprimido	DIA
				Localização das Fugas	
	FORNO	D9	Verificação do estado da cana pirométrica		DIA
		D10	Verificação do aperto das sondas (top-stop)		DIA
	ROBOT	D11	Verificar fugas de Ar, estado das cablagens e limpeza do Robot		DIA
	PRENSA	D12	Verificar Fugas da Prensa	Ar Comprimido	DIA
		D13		Óleo Hidráulico	DIA
		D14		Óleo de Lubrificação Central	DIA
		D15	Estado da mangueira e da pistola de lubrificação do cortante		DIA
	MÁQUINA DE VÁCUO	D16	Verificação do nivel de óleo		DIA
		D17	Veirificação da pressão do ar		DIA
		D18	Verificação da existência de fugas		DIA
Operador nº					

TURNO MANHÃ

TURNO TARDE

TURNO NOITE

FOLHA DE REGISTO DE MANUTENÇÃO DE 1º NÍVEL - SEMANAL — EQUIPAMENTO: Célula 316

		#	AÇÃO	LOCAL	Nº SEMANA											
MANUTENÇÃO 1º NIVEL AOS EQUIPAMENTOS	MÁQUINA DE INJEÇÃO	S1	Verificar / Limpar Rede da Tina		SEMANAL											
		S2	Verificar / Limpar Filtro da Rede de Desmoldante		SEMANAL											
		S3	Verificar / Limpar Filtros	Verificar o filtro de entrada.	SEMANAL											
		S4		Rede de Refrigeração do Die-Heater	SEMANAL											
		S5	Limpar Depósito do Desmoldante		SEMANAL											
		S6	Limpar Filtro do Depósito da Centralina		SEMANAL											
		S7	Verificar Níveis	Fluido Hidráulico	SEMANAL											
		S8		Lubrificação Central da Máquina	SEMANAL											
		S9		Lubrificação Central do Lubrificador	SEMANAL											
		S10	Verificar Lubrificação	Colunas da Máquina	SEMANAL											
		S11		Guias dos Patins do Prato Móvel	SEMANAL											
		S12		Haste do Transal	SEMANAL											
	PRENSA	S13	Verificar Lubrificação das Guias da Prensa		SEMANAL											
		S14	Lubrificar com Cooperflow as Guias do Cortante		SEMANAL											
		S15	Verificar Níveis da Prensa	Óleo da Lubrificação Central	SEMANAL											
		S16		Fluido Hidráulico	SEMANAL											

TURNO MANHÃ

TURNO TARDE

TURNO NOITE

FOLHA DE REGISTO DE MANUTENÇÃO DE 1º NÍVEL - REGISTO DE PEDIDOS — EQUIPAMENTO: Célula 316

Código Tarefa	Descrição do problema	Nº Pedido Manutenção / Data Pedido	Data Conclusão	Código Tarefa	Descrição do problema	Nº Pedido Manutenção / Data Pedido	Data Conclusão

ANEXO H: Rotina *standard* de atuação a encharcados

DESPISTAGEM ENCHARCADOS KAIZEN™ INSTITUTE

RESPONSÁVEL	PROCEDIMENTO	COMENTÁRIOS	OK/NOK
FUNDIÇÃO	1. Limpar faces do molde e ajustar máquina;		
	2. Verificar temperatura do alumínio (verificação visual para além do mostrador) e fazer arranque gradual (conforme procedimento de arranque);		
	3. Verificar circuitos de aquecimento e arrefecimento do molde;		
PEDIR INTERVENÇÃO CPF			
CPF	4. Fazer verificação de parâmetros (garantir que velocidade da 2º fase e pressão final não se encontram no limite superior);		
PEDIR INTERVENÇÃO MF			
MF	5. Limpar faces do molde e colocar "azul";		
	6. Se pintou todo analisar gito e uniformidade da tinta. Se não pintou todo efetuar correções até pintar;		
PEDIR INTERVENÇÃO ME			
ME	7. Verificar paralelismo;		
	8. Verificar pressão de fecho;		
	9. Verificar visualmente estado dos pratos, joelheiras e parafusos dos pratos.		

ANEXO I: Grelha de avaliação de manutenção de ferramentas

Avaliação de Qualidade da Manutenção de Moldes

KAIZEN™ INSTITUTE

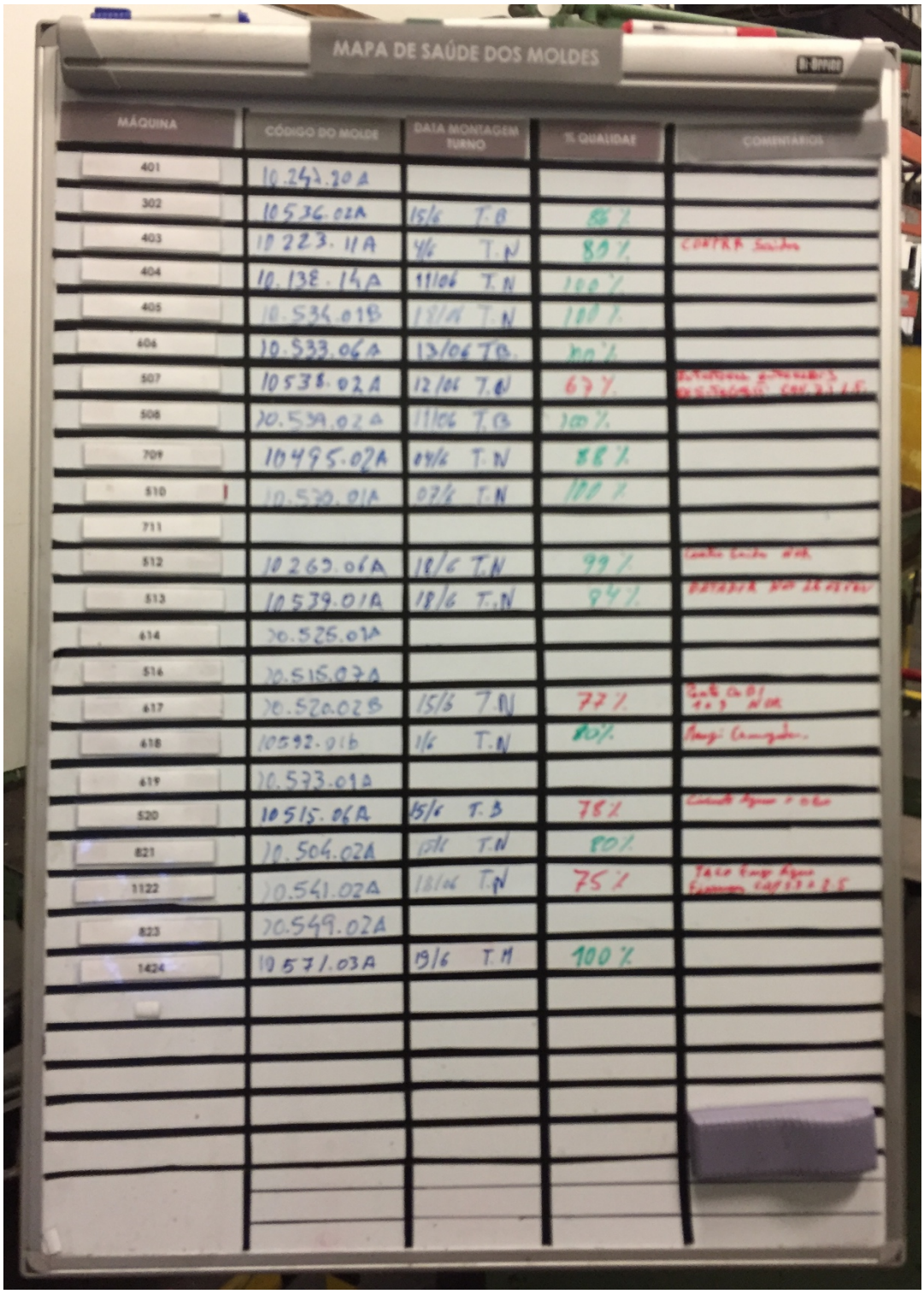
Nº	TAREFA	OK/NOK/N.A.	COMENTÁRIOS
1	Contra saídas Lado Móvel e Lado Fixo		
2	Datador atualizado		
3	Estado extratores		
4	Circuito óleo Lado Fixo e Móvel		
5	Circuito óleo gavetas		
6	Circuito água Lado Fixo e Móvel		
7	Circuito água gavetas		
8	Circuito água camisa/casquilho		
9	Lubrificação das gavetas com pasta de cobre		
10	Estado das molas		
11	Pedidos específicos B1	Nº OK'S / TOTAL	

OK – Em perfeitas condições	NOK – Reparação não executada/não conforme	N.A. – Reparação não se aplica a este molde

Molde/Máquina:	
Recebido por (MF):	
Avaliado por (FU)	
Data:	

OK's	NOK's	TOTAL	% Qualidade

ANEXO J: Indicador qualidade dos B1's



ANEXO K: Análise de recorrências dos A1's

ANÁLISE RECORRÊNCIAS A1'S

KAIZEN™ INSTITUTE

Semana:	21

#	MOLDES ANALISADOS
1	10404.05b
2	10517.01a
3	10533.06a
4	10515.06a
5	10397.02a
6	10292.04a
7	10536.02a
8	10549.02a
9	10521.04b
10	10515.04b
11	10223.12b
12	10525.01a
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

TOP MOLDES RECORRENTES	
MOLDES	OCORRÊNCIAS (YTD)
10521.04b	70
10549.02a	61
10515.04b	40
10533.06a	36
10517.01a	21
10536.02a	13
10525.01a	11
10292.04a	10
10223.12b	9

Mês de análise Jan + Fev + Mar + Abr + Mai	(Tudo)

MOLDE / CAUSA (TOP 5)	OCORRÊNCIAS
10521.04b	
Actuar Sobre Gaveta	48
Actuar Sobre Perno Moldante	7
Actuar Sobre Extracção	4
Actuar Sobre Molde / Cavidade	4
Actuar Sobre Nucleo	3
10549.02a	
Actuar Sobre Nucleo	16
Desencravar Peça /Jito	13
Actuar Sobre Extracção	8
Actuar Sobre Perno Moldante	6
Montagem De Cortante	5
10515.04b	
Actuar Sobre Perno Moldante	21
Actuar Sobre Gaveta	7
Actuar Sobre Nucleo	6
Actuar Sobre Molde / Cavidade	4
Actuar Sobre Radiais	2
10533.06a	
Actuar Sobre Perno Moldante	24
Actuar Sobre Gaveta	7
Actuar Sobre Nucleo	5
10517.01a	
Actuar Sobre Perno Moldante	17
Desencravar Peça /Jito	2
Actuar Sobre Molde / Cavidade	1
Actuar Sobre Nucleo	1
10536.02a	
Actuar Sobre Nucleo	5
Actuar Sobre Perno Moldante	3
Actuar Sobre Extracção	2
Aguarda Molde	1
Subst. Perno Central Da Cavidade 2.1.2	1
Actuar Sobre Gaveta	1
10525.01a	
Actuar Sobre Perno Moldante	6
Actuar Sobre Radiais	3
Actuar Sobre Jitagem /Masselote	2

ANEXO L: 5S – Antes e depois

ANTES



DEPOIS

