



**TIAGO FILIPE
SORETO BALSAS**

**IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE CONTROLO
DE PRODUTIVIDADE NA CONFORMAÇÃO E
VIDRAGEM**



**TIAGO FILIPE
SORETO BALSAS**

**IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE CONTROLO
DE PRODUTIVIDADE NA CONFORMAÇÃO E
VIDRAGEM**

Relatório de projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica da Professora Doutora Ana Maria Pinto de Moura, Professor Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro

À minha família, em especial aos meus pais e irmã que sempre me apoiaram.

o júri

presidente

Prof. Doutor Helena Maria Pereira Pinto Dourado e Alvelos
professor auxiliar da UA

Prof. Doutor José Paulo Oliveira Santos
professor auxiliar da UA

Prof. Doutor Ana Maria Pinto de Moura
professor auxiliar da UA

agradecimentos

O presente trabalho contou com a disponibilidade da minha orientadora, a Professora Ana Moura, a oportunidade que a Vista Alegre Atlantis concedeu e nomeadamente do Eng.º Mário Oliveira e da Eng.ª Odete Cartaxo que orientaram este projeto na fábrica e à família e amigos pelo apoio dedicado.

palavras-chave

kaizen, lean, melhoria contínua, 5´S, SMED, OEE, cerâmica

resumo

O presente trabalho surgiu com a proposta de implementar um sistema de melhoria contínua em processos críticos da produção de uma indústria cerâmica: conformação e vidragem. Na conformação, procedeu-se à cronometragem de tempos de ciclo de várias peças e análise dos registos lançados em sistema. Detetou-se que a informação que os operadores de máquina relatavam na ficha de registos não traduzia a realidade completa do turno. Assim, foi preciso trabalhar junto dos operadores para a importância do correto preenchimento da ficha de registos em papel. De seguida, foi implementada a ferramenta *kaizen*, através da criação de quadros dinâmicos que reunissem informações relevantes para o exercício dos operadores, a ser discutida em reuniões diárias de dez minutos em algum momento do turno. Neste quadro foram aplicados conceitos como o ciclo PDCA (*plan-do-check-act*) e o OEE (*overall equipment effectiveness*). O mesmo procedimento foi aplicado para a vidragem. Com a ideia de apoiar os resultados de forma mais rápida, aplicaram-se conceitos como 5´S na limpeza de turno na secção da conformação e o SMED (*single-minute exchange of die*). Não foram alcançados os objetivos propostos do OEE para ambas as secções, apesar dos resultados mostrarem uma melhoria da *performance* das secções comparando com o antes de implementar o projeto, mas os valores ficaram muito próximos. Ainda assim, foi possível reduzir o refugo ao longo da cadeia. A implementação dos 5´S na limpeza das máquinas da conformação promoveu aumento da disponibilidade das máquinas. O SMED aplicado numa máquina da conformação revelou resultados positivos, já que se encurtou o tempo de troca de ferramenta. O trabalho futuro sugerido é ampliar o sistema *kaizen* noutros departamentos da empresa e aplicar os 5´S noutras máquinas e mesmo noutras secções. Bem como ampliar o SMED a máquinas que necessitem de mudança de ferramenta.

keywords

kaizen, lean, continuous improvement, 5'S, SMED, OEE, ceramics

abstract

The present work came with a proposal to implement a continuous improvement system in critical processes of a ceramic industry: conformation and glazing. At the conformation, it started with timing lead-times and confronting them with the system records. It came out that the machine workers were not filling properly the registration forms. So it was needed to work with them so they could see the importance of filling properly the forms and give the system all the complete truth of the shift. Then, it was implemented the kaizen system, through the creation of dynamic boards that gathered useful information to the workers practice, to be discussed in ten minute reunions during the shift. Concepts like the PDCA cycle and the OEE were applied on the board. The same procedure was applied to the glazing section. With the idea to accelerate the support to the results, were applied concepts like 5'S in the end-of-shift cleaning and the SMED at the conformation. The proposed goals for the OEE of both sections were not achieved, despite that, the results came really close and showed an improvement of both sections performance when compared before the project implementation. Even so, it was possible to reduce waist down the chain. The 5'S implementation promoted a gain in the availability of the machines in the conformation section. The SMED applied on a machine from the conformation section revealed positive results, due to the shorten time of tool change. The suggested future work is to extend the kaizen system to other departments of the company and apply 5'S to other machines and sections. As well as expand the SMED method to other tool changes.

Índice

Índice de figuras	iii
Índice de tabelas	v
Índice de Equações.....	v
1. Introdução	1
1.1. Estruturação do documento	1
1.2. Objetivos propostos e metodologia adotada.....	2
2. Revisão da Literatura.....	5
2.1. Cerâmica.....	5
2.1.1. Materiais – Faiança	6
2.2. Qualidade	6
2.3. PDCA.....	8
2.4. <i>Lean Manufacturing</i>	10
2.5. Melhoria contínua – <i>kaizen</i>	14
2.6. OEE – Overall Equipment Effectiveness	16
2.7. SMED	19
2.8. 5'S.....	21
3. Caso de Estudo	23
3.1. História da Empresa	23
3.2. Descrição do processo produtivo.....	24
3.3. Descrição do problema	27
3.3.1. Identificação dos problemas na conformação	27
3.3.2. Análise do estado da conformação.....	28
3.3.3. Análise do Pareto das Paragens	29
3.3.4. Análise das Causas.....	31
3.3.5. Identificação dos problemas na vidragem	31
3.3.6. Análise do estado da vidragem	32
4. Apresentação das soluções	35
4.1. Metodologias	35
4.2. Controlo dos registos na conformação	37
4.3. Implementação dos quadros <i>kaizen</i> na conformação	41
4.3.1. Formação da Equipa do projeto	41

4.3.2. Construção do quadro.....	41
4.3.3. Início e acompanhamento das reuniões	49
4.4. Controlo dos registos na vidragem	50
4.5. Implementação dos quadros <i>kaizen</i> na vidragem	54
4.5.1. Formação da Equipa do projeto	54
4.5.2. Construção do quadro.....	54
4.5.3. Início e acompanhamento das reuniões	60
4.6. 5's na limpeza do fim de turno.....	61
4.7. SMED na mudança de formas	64
5. Análise de Resultados	67
6. Conclusão	71
7. Bibliografia	73
Anexo I.....	77
Anexo II.....	78
Anexo III.....	79
Anexo IV	80
Anexo V	81

Índice de figuras

Figura 1- Processo de aprendizagem estratégico desenhado no ciclo PDCA (retirado de Pietrzak, et al., 2015).....	9
Figura 2: Guarda-chuva Kaizen. Retirado de Santos (2010, adaptado de Imai (1986)).	15
Figura 3 - Cálculo do OEE e fatores que o integram (retirado de Dal et al., 2000)	18
Figura 4 - Fluxograma do processo de fabrico de faiança da Unidade de Aradas (Adaptado de Vista Alegre, 2014)	25
Figura 5 - Evolução dos parciais do OEE Set-Nov 2014	28
Figura 6 - OEE por máquina na conformação Set-Nov 2014.....	29
Figura 7 - OEE da conformação Jan-Nov 2014	29
Figura 8 - Pareto das paragens na conformação Set-Out 2014	30
Figura 9 - OEE da vidragem Jan-Mar-2015.....	32
Figura 10 - Parciais OEE na vidragem Jan-Mar-2015.....	32
Figura 11 - Análise dos indicadores de produção escolhidos para controlo dos registos em sistema na perspetiva anual de Set-Dez 2014.....	40
Figura 12 - Análise dos indicadores de produção escolhidos para controlo dos registos em sistema numa perspetiva das semanas do mês corrente (Outubro 2014)	40
Figura 13 - Análise dos indicadores de produção escolhidos para controlo dos registos em sistema do dia anterior (2-10-14).....	41
Figura 14 - Agenda da reunião kaizen	44
Figura 15 - Contabilização do número de dias sem acidentes de trabalho da equipa	44
Figura 16 - % Rejeição na vidragem	46
Figura 17 - % Rejeição na escolha final da semana anterior.....	46
Figura 18 - Análise dos indicadores de produção da semana 18 para as máquinas de Pires e Pratos.	47
Figura 19 - Análise do OEE em detalhe da conformação presente na equipa 1	48
Figura 20 - Ciclo PDCA presente num quadro kaizen.....	48
Figura 21 - Cartões desenvolvidos para a interação com o ciclo PDCA do quadro kaizen	49
Figura 22 - Análise dos indicadores de produção na máquina de vidragem 1 na semana 15	53
Figura 23 - Agenda da reunião kaizen na vidragem	55
Figura 24 - Evolução dos principais defeitos na escolha final em percentagem	58
Figura 25 - Análise dos indicadores da produção das máquinas na vidragem (valores em unidades)	59
Figura 26 - Análise do OEE da vidragem em detalhe	60
Figura 27 - Modo Operatório para limpeza do posto de trabalho das máquinas automática 1, 2, mista, pires e pratos.....	63
Figura 28 - % OEE Conformação Dez/14-Abr/15.....	67
Figura 29 - Análise da evolução dos fatores do OEE da conformação de Jan/15 a Abr/15	68
Figura 30 - Evolução defeito de chacote	68
Figura 31 - Evolução do OEE na vidragem de Jan/15 a Abr/15.....	69
Figura 32 - Evolução dos fatores do OEE na vidragem.....	70
Figura 33 - Variação da qualidade na escolha final (em %).....	70
Figura 34 - QUADRO KAIZEN CONFORMAÇÃO EQUIPA 1	77

Figura 35 - QUADRO KAIZEN VIDRAGEM	78
Figura 36 - Modo operatório limpeza de fim de turno Gigante e Novoroll	79
Figura 37 - Instrução de trabalho mudança de formas Gigante	80
Figura 38 - Evolução do defeito contaminado na escolha final	81
Figura 39 - Evolução do defeito vidragem na escolha final	81
Figura 40 - Evolução do defeito falta de vidro na escolha final	81
Figura 41 - Evolução do defeito descasque na escolha final.....	82
Figura 42 - Evolução do defeito picos na escolha final	82

Índice de tabelas

Tabela 1 - Metas de melhoria para as perdas (Retirado de Martins (2012, adaptado de Nakajima (1989)).....	17
Tabela 2 - Medição do tempo de ciclo para uma amostra de 10 peças iguais na máquina Gigante.....	38
Tabela 3 - Análise dos dados fornecidos pelos operadores da máquina Gigante	39
Tabela 4 - Plano de produção semanal da máquina de Pires	42
Tabela 5 - Sistema de garantia da qualidade de um quadro kaizen	43
Tabela 6 - Principais defeitos da semana das máquinas automática 1, 2 e mista.	45
Tabela 7 - Documento de controlo dos registos na vidragem por máquina.....	51
Tabela 8 - Plano de trabalho semanal de uma máquina de vidragem.....	54
Tabela 9 - Principais defeitos da semana na vidragem	56
Tabela 10 - % Rejeição na escolha final por tipo de peça	57
Tabela 11 - Cronometragem da limpeza de fim de turno da Automática 1	62
Tabela 12 - Cronometragem de tempos na mudança de ferramenta na Gigante.....	65

Índice de Equações

Equação 1 - Explicação das células da tabela 3.....	39
Equação 2 - Explicação das células da tabela 7.....	51

1. Introdução

O presente projeto decorreu na Unidade de Faianças da Vista Alegre, antiga fábrica de Faianças da Capôa, orientada para a produção de loiça de faiança de mesa e decorativa. O produto caracteriza-se por uma diversificada gama de cores de vidrados com baixa absorção de água.

Num panorama onde as empresas são forçadas a vender os seus produtos a um preço competitivo, não resta outra alternativa senão controlar os custos. Deste modo, a Capôa pretende implementar um sistema de controlo de produtividade nas secções mais importantes do processo. A conformação é considerada importante por ser o início do processo e é onde os produtos ganham forma e existência. Um controlo correto desta secção permite a criação de um fluxo constante para jusante do processo, sem que ocorram paragens. Deste modo, se for focada a redução das paragens dos equipamentos, conseguir-se-á aumentar o tempo útil de produção e por consequente aumentar a capacidade produtiva da máquina, melhorando o nível de serviço ao cliente. O outro ponto crítico da empresa é a secção da vidragem por se apresentar como o gargalo do processo. A dificuldade que aparentemente se encontra, prende-se com a paleta de cores que a empresa oferece aos seus clientes, não tendo a flexibilidade necessária para dar resposta à diversidade de pedidos. É igualmente nesta secção que se registam valores elevados de refugo, que atrasam a resposta às encomendas. Se focarmos a nossa atenção nesta secção para o planeamento antecipado e redução dos defeitos de vidragem, a empresa conseguirá melhorar a sua *performance* neste processo e concretizar as entregas no tempo planeado. Assim, vão ser discutidos conceitos relacionados com a qualidade e melhoria contínua e estudadas ferramentas *lean* que melhor se adequam à resolução dos problemas. Com o *kaizen* pretende-se levar o espírito crítico de melhoria nos postos de trabalho. Do ciclo PDCA, como motor de geração de ideias, esperam-se novas práticas de trabalho que estimulem a *performance* produtiva. Recorre-se à metodologia 5'S para a melhor organização de espaços e ainda ao SMED para a redução de tempos de troca de ferramenta.

1.1. Estruturação do documento

Este trabalho apresenta no capítulo 2 uma reflexão do estado de arte da cerâmica e temáticas *lean* que foram aplicadas na metodologia, nomeadamente o ciclo PDCA, capaz de transformar uma aparente necessidade em requisito, visto ouvir a voz de todos os intervenientes no projeto e incentivar o espírito de melhoria contínua. O *lean manufacturing* como filosofia de

espírito crítico, em busca constante do ótimo, que permitiu o desenvolvimento de novas ferramentas que suportassem este pensamento. Tais ferramentas são abordadas neste trabalho: *kaizen*, OEE, SMED e 5'S. O *kaizen* mostra-se como uma ferramenta intelectual focada na procura constante de novas formas de trabalho e pensamento, usada para melhorar a eficiência e eficácia de vários processos. O OEE surge como apoio importante no controlo e análise dos resultados de um projeto, por conseguir combinar três aspetos fulcrais na medida da *performance* de uma máquina: disponibilidade da máquina que tem em conta o tempo de produção, desvios de velocidade a que a máquina opera e a qualidade dos produtos que a máquina desenvolve. A ferramenta 5'S é aplicada na limpeza de fim de turno, pois consegue propor diretrizes para uma melhor organização de um espaço de trabalho. Por fim o SMED incute uma visão crítica na análise de cada atividade, a fim de eliminar as que não estão diretamente ligadas à tarefa em si, para que a duração dessa mesma tarefa seja cada vez mais otimizada.

O seguinte capítulo (3) refere-se ao caso em estudo, onde se faz uma breve apresentação da empresa, análise do processo produtivo e descrição do problema. O capítulo 4 remete para a resolução do problema, onde são aplicados os conhecimentos e as ferramentas *lean* como metodologias, a fim de auxiliar o processo de implementação do *kaizen* nas secções da conformação e vidragem. Também é abordada a implementação dos 5'S na conformação e teste do SMED, numa máquina da conformação. Por fim, no capítulo 5 procede-se à reflexão dos resultados obtidos e no capítulo 6 são deduzidas as conclusões deste trabalho, bem como propostas melhorias futuras.

1.2. Objetivos propostos e metodologia adotada

Este projeto tem como objetivo fundamental melhorar a *performance* produtiva da empresa. Deste modo, também são objetivos:

- Identificar os fatores e tempos de improdutividade;
- Implementar soluções corretivas aos fatores e tempos de improdutividade;
- Aumentar a produtividade da conformação e vidragem;
- Identificar necessidades de aprovisionamento e de produção;
- Coordenar necessidades de aprovisionamento e de produção;

- Desenvolver um plano e aplicar medidas de controlo de produção;
- Desenvolver ferramentas de apoio ao planeamento industrial.

Para a realização do presente trabalho procedeu-se à seguinte metodologia na conformação:

- Estudo e observação de todas as atividades relacionadas com o corte, contramoldagem e secagem de pasta cerâmica;
- Cronometragem dos tempos de ciclo nas diferentes máquinas e definição de tempo de ciclo médio por máquina;
- Criação de ficheiros *excel* para análise dos registos de produção e comparar com registos lançados no sistema;
- Controlo dos registos;
- Análise e melhoria das instruções de trabalho existentes;
- Definir funções de operador de máquina roller em colaboração com os recursos humanos,
- Melhorar as condições de trabalho nas máquinas através da implementação dos 5'S;
- Análise do indicador OEE da conformação, definição de objetivos e estratégia;
- Observação da mudança de ferramenta e melhoria da atividade com SMED;
- Aplicação dos 5'S e posterior normalização da limpeza no posto de trabalho no fim de turno;
- Formação da equipa do projeto *kaizen*;
- Desenho do quadro *kaizen*;
- Formação de operadores para o projeto *kaizen*;
- Implementação da reunião *kaizen* no início de turno com análise do quadro *kaizen*.

Para a vidragem, procedeu-se à aplicação da seguinte metodologia:

- Estudo e observação de todas as atividades relacionadas com a vidragem de peças;

- Cronometragem dos tempos de ciclo nas diferentes máquinas e definição de um tempo de ciclo médio por máquina com base nas peças;
- Criação de ficheiros *excel* para análise dos registos de produção e comparar com registos lançados em sistema;
- Controlo dos registos;
- Análise do indicador OEE da vidragem, definição de objetivos e estratégia;
- Formação da equipa do projeto *kaizen*;
- Desenho do quadro *kaizen*;
- Formação de operadores para o projeto *kaizen*;
- Implementação da reunião *kaizen* no início de turno com análise do quadro *kaizen*;
- Estudo e controlo dos defeitos mais frequentes de vidração de peças.

2. Revisão da Literatura

Neste capítulo são abordados conhecimentos elementares de cerâmica, onde se explicam os tipos de matérias-primas como a faiança, processos de manufatura para estes tipos de material e produtos finais.

De seguida segue-se uma referência à qualidade nas empresas e a importância do uso do ciclo PDCA nos processos, bem como a análise de algumas ferramentas *lean* como o *kaizen* (melhoria contínua), OEE (*overall equipment effectiveness*), SMED (*single minute exchange-die*) e 5'S.

2.1. Cerâmica

A cerâmica é representada por uma diversa gama de objetos de revestimento da arquitetura com fim protetor ou decorativo e por objetos, caracterizados pela sua autonomia física, derivando em equipamentos domésticos, tecnológicos, decorativos e sumptuários. O uso da cerâmica remonta à idade média, onde era aplicada arcaicamente como revestimento, chão e teto e posteriormente em paredes (Mântua et al., 2007).

Num primeiro nível, podemos classificar os objetos cerâmicos como “objetos que têm como matéria de base substâncias inorgânicas, geralmente terras com qualidades de plasticidade que ganham resistência mecânica quando sujeitas a cozedura” (Mântua et al., 2007).

A origem do termo cerâmica provem do grego *keramos*, argila, sendo genericamente utilizada para representar todos os objetos à base de terras que foram alvo de transformações físicas ou químicas, derivando em faiança, grés, porcelana ou terracota.

Por outro lado, podemos classificar os objetos cerâmicos através da sua funcionalidade, subcategorizando-os em cerâmica de revestimento, cerâmica de arquitetura e cerâmica de equipamento (Mântua et al., 2007). A cerâmica de revestimento engloba todos os objetos cerâmicos tendencialmente planos, destinados à decoração interior ou exterior, individual ou em conjunto para revestimento de paredes, pavimentos e tetos (Mântua et al., 2007).

A cerâmica de arquitetura agrupa qualquer objeto cerâmico de dimensão volumétrica destinado à aplicação como elemento de estrutura ou como motivo estético de arquitetura, interior ou exterior, individual ou em conjunto, numa vasta gama de funções, formas, decorações e técnicas de fabrico. São usualmente utilizados na construção de paredes, pavimentos, coberturas de edifícios e equipamentos de estruturas sanitárias. As peças mais conhecidas deste tipo de cerâmica são o tijolo, telha e estruturas para manilhas e condutas de água.

No que respeita à cerâmica de equipamento, consideram-se todos os corpos cerâmicos móveis com funcionalidade autónoma. Podemos distinguir objetos utilitários como aqueles mais usados no quotidiano, nomeadamente serviços de loiça, loiça sanitária e utensílios médicos. Os objetos decorativos estão associados à guarnição estética de espaços, como contentores para flores, potes e estatuetas. Já os objetos artísticos podem possuir carácter funcional ou decorativo, mas sem essa intenção por parte do autor da obra quando a desenvolve – esculturas e instalações (Mântua et al., 2007).

É de mencionar que todos os objetos fabricados na Unidade de Aradas da Vista Alegre são objetos industriais, ou seja, são obtidos “por processos mecânicos industriais, numa metodologia repetitiva que vai do projeto à grande produção, e no qual, a máquina substitui totalmente a ação direta da mão humana”, ao contrário do objeto manufaturado, que não é fabricado com recurso a processos mecânicos industriais (Mântua et al., 2007).

2.1.1. Materiais – Faiança

A faiança, “produto obtido através do revestimento integral da chacota com vidrado estanífero, sobre o qual se aplica a decoração” (Mântua et al., 2007), tal como os restantes tipos de produtos cerâmicos, é composta por argila (à base de elementos como a sílica, alumínio e água) e pastas cerâmicas (resultado de mistura de argilas). No revestimento das peças, é utilizado engobe - “revestimento fino que é constituído por uma argila muito diluída podendo ser misturada com vidrado transparente” - pigmentos (substâncias corantes em pó para serem diluídas na preparação da cores) e vidrado (substância incolor composta por vidro em pó que é aplicada na chacota e posteriormente cozida, cujo objetivo é fixar os pigmentos às paredes da peça) (Mântua et al., 2007).

2.2. Qualidade

Nos dias de hoje, as empresas veem-se forçadas a apostar na gestão das suas atividades devido ao aumento da concorrência, ciclo de vida do produto mais curto, maior exigência dos consumidores e surgimento de novos produtos substitutos. E para as ajudar, foram desenvolvidas várias ferramentas que guiam as empresas na melhoria da qualidade dos seus produtos e processos, com custos mais baixos (Andrade, 2013).

Apesar do seu uso na linguagem do dia-a-dia, o termo qualidade não gera consenso entre autores e investigadores, no que respeita à sua definição. De acordo com Elshennawy (2008,

citado por Caetano (2014)) a qualidade não se apresenta como algo de novo ou recente, mas pelo contrário, existe desde o início da humanidade. Qualquer produto ou serviço tem que ter o requisito qualidade associado de forma confiável, acessível, segura e no tempo certo, para satisfazer e encantar os clientes (Campos, 1992 citado por Andrade (2013)). Garvin (1988) propõe uma definição de qualidade com cinco abordagens: transcendente (não é pensamento nem matéria, mas sim algo independente destes), baseada no produto (a qualidade varia com a quantidade de atributos desejados), baseada no cliente (capacidade de satisfazer necessidades e desejos), baseada na produção (em conformidade com as especificações) e baseada no valor (grau de excelência com preço aceitável). Okland (1994, citado por Andrade (2013)) tem uma visão de que a qualidade total pode ser percebida através da satisfação de todas as cadeias de qualidade entre clientes e fornecedores. Ou seja, bastando agradar a percepção de qualidade de quem está no topo do consumo, todo o sistema tem oportunidade de sucesso. Segundo Pires (2012) para haver gestão da qualidade, esta tem de ser definida ou especificada de acordo com os seguintes grupos: conceção, fabrico/prestação de serviço e uso. Isto porque as expectativas funcionais e técnicas dos clientes devem ser tidas em conta aquando da conceção, o produto ou serviço prestado tem de estar em conformidade com as especificações, bem como desempenhar as tarefas esperadas pelo consumidor.

As diferentes opiniões acerca da qualidade por parte dos autores devem-se eventualmente, à evolução da qualidade ao longo dos tempos. Segundo Garvin (1988) ou mesmo Oliveira (2004 citado por Andrade (2013)), a qualidade passou por quatro fases marcantes: a era da inspeção, a era do controlo estatístico, a era da garantia da qualidade e a mais recente, a era da gestão da qualidade. A qualidade deixou de se preocupar com a deteção e controlo de defeitos, para se focar no impacto estratégico e prevenção dos mesmos. Deixou de se focar no problema e virou-se para as oportunidades competitivas, em vez de se focar no produto, começou a preocupar-se com toda a cadeia abastecimento e orientar-se para o mercado e para o consumidor. Passou de meras medidas de controlo a planos estratégicos e estabelecimento de objetivos, minimizou a importância da inspeção e abriu oportunidade à educação, treino e envolvimento de todos os departamentos. Deixou de ser uma responsabilidade associada ao departamento de inspeção, para o envolvimento da responsabilidade por cada elemento da organização ao longo da hierarquia, com a gestão de topo a liderar os exercícios. Outras partes envolvidas pela gestão da qualidade são fornecedores, recursos humanos, gestão da produção, serviço ao cliente e *design* de produto (Goyal et al., 2019).

Através de uma pesquisa, Costa (2013, citado por Andrade (2013)) realça a importância das empresas abordarem a qualidade como estratégia competitiva face às empresas que não o fazem, por não incorrerem em custos elevados com a não qualidade.

Oliveira (2004, citado por Andrade (2013)) relembra ainda que as empresas com elevados custos com a não qualidade, não só incorrem em custos monetários, bem como dificuldades nos processos, perda de quota de mercado e de rentabilidade, tudo porque o cliente é a parte decisiva no processo de compra do bem ou serviço. É preciso saber a posição da empresa face à concorrência e focar nas necessidades dos consumidores. Para tal, é preciso investir na qualidade, apesar do receio de muitas empresas por pensarem nos custos que acarreta. Slack et al. (2002) menciona dois tipos de custos com a qualidade: custos de prevenção e de avaliação e custos de falhas internas e externas. Assim, se a empresa investir na prevenção de defeitos ou problemas e avaliação dos mesmos para efeitos de controlo, menores custos terá com as falhas internas ou externas que possam ser repetitivas ou definitivas, normalmente associadas a custos mais elevados.

2.3. PDCA

Idealizado na década de 20 por Walter Shewarth, o ciclo PDCA apenas foi conhecido como ciclo de Deming em 1950 (Paladini, 2004 citado por Souza et al. (2011)). Para Werkema (2006, citado por Silva et al. (2014)) “ ciclo PDCA é um método de gestão para a tomada de decisões para garantir o alcance de metas necessárias à sobrevivência de uma organização”. É igualmente importante distinguir os conceitos PDCA e melhoria contínua. Ao passo que a melhoria contínua envolve um número infinito de processos que são continuamente questionados, o PDCA é um método sequencial e constante, percorrendo quatro atividades para alcáçar as metas definidas e melhoria contínua (Slack et al., 2002).

De acordo com a investigação de Marshall Junior et al. (2006, citado por Souza et al. (2011); Sangpikul, 2017), o ciclo PDCA tem uma sequência composta por quatro fases:

1ª Fase – **Plan** (Planear): são definidos os objetivos, metas, estratégia e metodologias a adotar;

2ª Fase – **Do** (Executar): é fundamental que os elementos envolvidos possuam formação para aplicar a estratégia e metodologias definidas no ponto anterior, pois esta apresenta-se como a parte prática do ciclo;

3ª Fase – **Check** (Verificar): averiguar se os planos foram cumpridos e os resultados alcançados, com base em informações fundamentadas;

4ª Fase – **Act** (Atuar): para o caso das metas não terem sido alcançadas, diagnosticar a causa do problema e garantir a prevenção de resultados não esperados. Assim, o ciclo deve ser reiniciado para contornar o novo problema encontrado que impede de avançar de fase no ciclo. Caso os resultados sejam atingidos, diagnosticar a causa e estabelecer um plano de prevenção padronizado e concluir a ação.

A última etapa do ciclo é muito importante, pois após a sua conclusão, o ciclo inicia novamente (Slack et al., 2002). Igualmente Falconi (1992, citado por Silva et al. (2014)) destaca a última fase, a padronização, prevenindo o problema com garantia de informar os elementos envolvidos dos novos procedimentos, e pela conclusão, responsável pela divulgação dos resultados por toda a organização.

É possível ver o ciclo através de duas finalidades, a de melhoria e a de manutenção. Isto porque os colaboradores seguem a estratégia e aplicam uma nova metodologia, sendo eliminadas causas e estabelecidos novos procedimentos de atuação (Falconi, 1992 citado por Silva et al. (2014)).

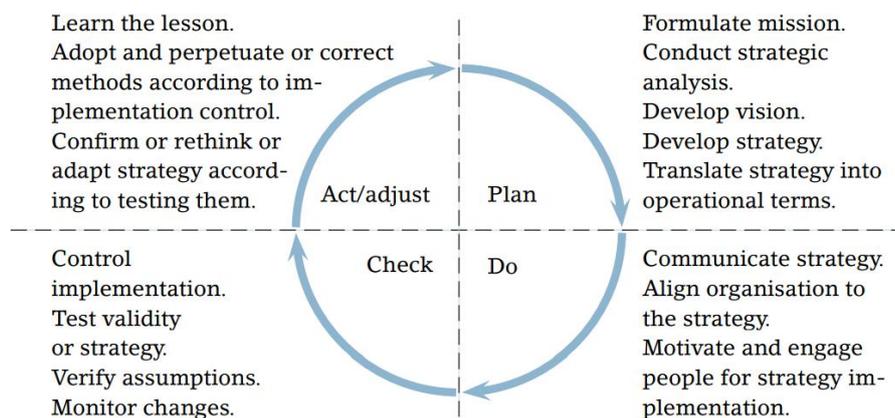


Figura 1- Processo de aprendizagem estratégico desenhado no ciclo PDCA (retirado de Pietrzak, et al., 2015)

O uso correto do ciclo PDCA traz conhecimento e melhoria, ao passo que o não cumprimento da sequência das fases pode produzir falhas que prejudiquem o alcance das metas.

É por isso necessário garantir que todos os elementos a que a ação diz respeito estão claramente envolvidos no projeto e dotados de formação, pois são estes os responsáveis por executar as ações (Silva, 2014).

Uma ferramenta de grande valor é a folha de acompanhamento das ações. Este documento deve ser desenvolvido pois é nela que consta todo o planeamento, metas, estratégias e o histórico da evolução da ação ao longo das fases do ciclo (Falconi, 1992 citado por Silva et al. (2014)).

2.4. *Lean Manufacturing*

Com a substituição das pessoas pelas máquinas na era da revolução industrial, apareceu um excedente de mão-de-obra de baixo custo disposta a trabalhar (Couto, 2008).

Nos últimos quarenta e cinco anos surgiram grandes mudanças na gestão e organização das empresas industriais. Os dois principais fatores foram o desenvolvimento tecnológico, com o aparecimento de sistemas de informação, automação, robótica, telecomunicações, entre outros e mudança de filosofias, conceitos e métodos de gestão. As organizações passaram a apostar nos recursos humanos como elemento diferenciador, trazendo consigo maior capacidade de inovação e vantagem competitiva (Couto, 2008).

Foi na década de 60, no Japão, que a Toyota Motor Company desenvolveu uma alternativa à produção em massa, o *Lean Manufacturing*. Os princípios desta nova filosofia diferenciavam da produção em massa ao nível da gestão de materiais e recursos humanos. Alguns elementos que passaram a ser tidos em conta foram o *just-in-time*, autonomização, polivalência dos trabalhadores, defeito zero, *kaizen*, *SMED* e produção em pequenos lotes (Ohno, 1997 citado por Couto (2008)). Ao passo que o resto do mundo se focava no controlo dos custos e valorização do marketing, para promover a qualidade e fiabilidade dos produtos, devido à saturação dos mercados (Jagdev e Browne, 1998 citado por Couto (2008)).

Entre 1970 e 1980, com o amadurecimento da filosofia e das ferramentas a ela associadas, o Japão conseguiu alcançar valores de crescimento económico bastante elevados (Rehder, 1992 citado por Couto (2008)). Nos dias de hoje, é possível observar que é o paradigma mais usado pelas organizações em termos de produtividade, qualidade e flexibilidade das operações industriais. Contudo, estudos recentes revelam a necessidade das empresas

atualizarem alguns dos princípios do *Lean Manufacturing*, por forma a dar respostas às mudanças tecnológicas, sociais, económicas e ambientais ocorridas na última década. As empresas mais agressivas adotam assim filosofias que lhes permitam colocar no mercado produtos competitivos num curto espaço de tempo (Couto, 2008)).

No período pós 2ª Guerra Mundial, a competitividade entre as empresas assentava em fatores tangíveis. Já nos dias de hoje, os fatores diferenciadores são essencialmente intangíveis, ou seja, estão envolvidos na melhoria dos processos e atividades das organizações. Para se manterem competitivas no mercado, as empresas devem pensar global, apostando nas novas tecnologias para dar rápida resposta aos mercados com produto de qualidade (Couto, 2008).

Para melhor se perceber esta filosofia, é preciso abordar os vários conceitos entre alguns autores. Godinho Filho e Fernandes (2004) definem *lean manufacturing* como “uma abordagem que tem como objetivo encontrar uma melhor forma de organizar e gerir os relacionamentos de uma empresa com os seus clientes, fornecedores, desenvolvimento de produtos e as operações da produção”. Campos (2013) realça a importância dos requisitos do cliente como base para a produção de um bem, da forma mais rápida e eficiente e ao melhor preço. Arlbjorn e Freytag (2013) identificam o foco do *lean* no desperdício, por forma a remover todos os produtos, processos e atividades desnecessários. Werkema (2006) considera que o *lean manufacturing* consiste na eliminação de desperdícios que não acrescentam valor para o cliente. O *lean* está portanto focado na criação de valor (ação ou processo pelo qual o cliente está disposto a pagar) com o menor trabalho possível (Holweg, 2007). Segundo Boyle, Scherrer-Rathje e Stuart (2011, citado por Nisikava (2013)), do ponto de vista operacional, o *lean* envolve a implementação de ferramentas técnicas e operacionais com o fim de minimizar os desperdícios dentro da organização e ao longo da cadeia de abastecimento. A interligação entre as várias ferramentas promove a melhoria da qualidade, produtividade e redução de desperdícios por todas as áreas funcionais da organização e ao longo da cadeia de abastecimento. Outros autores como Womack e Jones (2003, citado por Valente (2012)) mencionam que a produção *lean* “consiste na maximização do quociente entre a quantidade produzida e o esforço humano, equipamento, tempo e espaço, tendo em vista o que o cliente quer, através da satisfação (...) e se possível, a superação das suas expectativas em relação a um determinado bem ou serviço”.

Os benefícios do uso desta filosofia na indústria podem ser: redução de prazos de entrega a clientes, redução de *stock*, melhoria da gestão do conhecimento e maior robustez dos processos (Melton, 2005). Para Chen, Lindeke e Wyrick (2010, citado por Nisikava (2013)) os benefícios

surgem ao nível da redução de desperdícios (conceito base da filosofia), gestão de recursos humanos (reconhecer o valor do capital humano, pois é o recurso da empresa ao conhecimento), projeto distribuído (envolver os fornecedores em projetos de criação de produtos, responsabilizando-os pela produção de peças, ao passo que a empresa se foca no design e montagem), gestão de *stocks* (não há *stock* de peças, pois os fornecedores enviam pequenos lotes pouco tempo antes do necessário) e sistema financeiro (uso de preços sombra, um pouco abaixo do preço de custo inicial real para forçar de forma dramática a queda do custo de produção por meio da aplicação de ferramentas *lean*). Para Abu et al. (2019), os benefícios passam por aumentar a satisfação do consumidor, eliminar desperdícios, reduzir custos, melhorar a qualidade, aumentar a eficiência, apoiar na resolução de problemas, limpar e organizar o espaço de trabalho, melhorar a comunicação da informação e facilitar uma produção com *lead times* curtos.

Através da redução de *lead times* e o aumento da flexibilidade, a taxa de utilização dos equipamentos aumenta, promovendo índices de qualidade e produtividade elevados (Ohno, 1997 citado por Santos (2010)). No entanto, podem surgir algumas dificuldades na implementação do *lean* numa organização. Entre outras, destacam-se a resistência à mudança cultural e a formação deficiente dos recursos humanos (Sawhney et al., 2005).

Segundo Jeffrey Liker, o *lean manufacturing* consiste num sistema que fornece ferramentas de apoio à melhoria contínua do trabalho de um indivíduo, envolvendo todos os recursos da organização. É necessário criar uma cultura de mudança para que a organização se torne mais eficiente. Liker identifica quatro princípios associados a esta metodologia que forma o modelo dos 4P's: a filosofia (as organizações devem possuir uma estratégia a longo prazo), os processos (as organizações devem eliminar todo e quaisquer desperdícios – atividades que não acrescentam valor - ao longo da cadeia de abastecimento), as pessoas e parceiros (envolvimento de todas as entidades internas e externas à organização por forma a promover o crescimento em conjunto) e a resolução de problemas (não basta solucionar os problemas, é preciso aprender com eles e melhorar continuamente para os prevenir) (Pinto, 2008 citado por Santos (2010)).

Womack e Jones (2003) têm uma perceção ligeiramente diferente no que respeita aos princípios do *lean manufacturing*. Estes consideram ser preciso definir valor, isto porque é o cliente que define o valor de um produto ou serviço, para avaliar a sua compra. Torna-se necessário conhecer as necessidades dos clientes para apresentar um bem ou serviço com a qualidade desejada e a um preço aceitável. Surge deste modo um outro princípio, o de definir a

cadeia de valor para que possam ser definidos os processos de desenvolvimento, produção e entrega ao cliente. Assim, é preciso saber os processos que realmente acrescentam valor, os que não acrescentam mas são precisos e os que não acrescentam valor e não são precisos. Uma vez eliminados estes últimos, é preciso alinhar os restantes, de forma a criar um fluxo contínuo, que imediatamente reduz o *lead time* e evita *stocks* em espera, desperdícios de tempo, ocupação de espaço e aumento de *stocks*. De seguida, deve alinhar-se a produção com a procura, produzindo apenas o necessário e quando solicitadas pelo cliente (modelo produtivo *Pull*). Por fim, as organizações devem adotar comportamentos de melhoria contínua através de novas formas de criação valor e eliminar desperdícios. Este processo deve ser transparente e envolver toda a organização para o diálogo e discussão aberta de ideias.

Os principais desperdícios identificados por Liker (2004) são: *muri* (sobrecarga), *mura* (variabilidade) e *muda* (desperdício). O primeiro está relacionado com a sobrecarga de recursos físicos e humanos, pondo em causa a segurança, ergonomia e qualidade do trabalho. O segundo diz respeito às variações de procura e de disponibilidade na produção, sendo necessário recorrer à mitigação para contornar estas causas. Por fim, os desperdícios estão associados a perdas ao nível operacional, categorizados em 7 grupos:

- Excesso de *stock*: não acrescenta valor ao produto final e aumenta os custos com instalações e recursos para a sua gestão e controlo, provocando um impacto negativo sobre o fluxo de caixa. É preciso adotar estratégias de produção *Pull*;

- Produção de Defeitos: desenvolvimento de produtos com características não conformes com o especificado produzem efeitos negativos como o consumo de materiais não adequados à produção de bens, mão-de-obra aplicada que não pode ser recuperada, mão-de-obra aplicada para corrigir um trabalho e recursos humanos para atender reclamações. Este defeito resulta na diminuição da produtividade e aumento dos custos de produção e está normalmente associada a erros humanos, movimentação pouco cuidada de materiais e não padronização das operações.

- Produção em excesso: a produção de bens em quantidades superiores, ou antes do pedido do cliente, resultando na utilização desnecessária de recursos que poderiam estar alocados a outros pedidos. Este desperdício sujeita os bens produzidos à deterioração e aumenta os custos de *stocks*, energia e manutenção.

- Tempos de espera: resultam na quebra do fluxo de produção, sempre que uma pessoa ou equipamento aguarda a chegada de materiais, pessoas, equipamentos ou valores elevados e atrasa entrega de encomendas.

- Transportes: responsável por ligar os processos que acrescentam valor ao produto final, é importante evitar movimentações de pessoas, materiais e informação que não acrescentem valor ao produto final, otimizando assim o fluxo de produção.

- Movimentação desnecessária: movimentos que os operadores aplicam na execução das suas tarefas, principalmente associadas a falta de formação dos operadores ou falta de normalização das operações.

- Processos Inadequados: são processos que não acrescentam valor nem são necessários para o fabrico de um produto em acordo com as especificações. O retocar ou reparar são processos necessários apenas porque o produto não foi bem feito à primeira.

2.5. Melhoria contínua – *kaizen*

“*Kaizen*” é uma palavra de origem japonesa, sendo das mais usadas e praticadas no país por estar muito envolvida na cultura japonesa. Os japoneses aplicam este conceito no seu dia-a-dia sem terem consciência, de tão usual ser. Relativamente às organizações, este conceito tem ganho importância por toda a cadeia hierárquica, desde o simples operário ao gestor de topo (Imai, 1986).

A filosofia *Kaizen* acredita que é possível melhorar de forma constante o modo de vida profissional, social ou doméstico de um indivíduo, sendo encarada como um estado de espírito ou até mesmo como uma nova forma de pensar mais atenta e focada em encontrar novas formas de trabalho mais eficientes e eficazes. Muitos destes conceitos provieram do trabalho que Taichii Ohno exerceu na Toyota, pois a par do desenvolvimento de algumas técnicas, Taichii já estava a praticar o *Kaizen*, havendo por isso alguma confusão entre vários conceitos e metodologias que acabaram por convergir para o *Kaizen*. Segundo Imai (1986; Maarof et al. (2016)), não há uma única técnica que represente o *Kaizen*, pois este conceito, pela sua complexidade, necessita sim de um conjunto de técnicas e metodologias para o concretizar como mostra a figura abaixo.

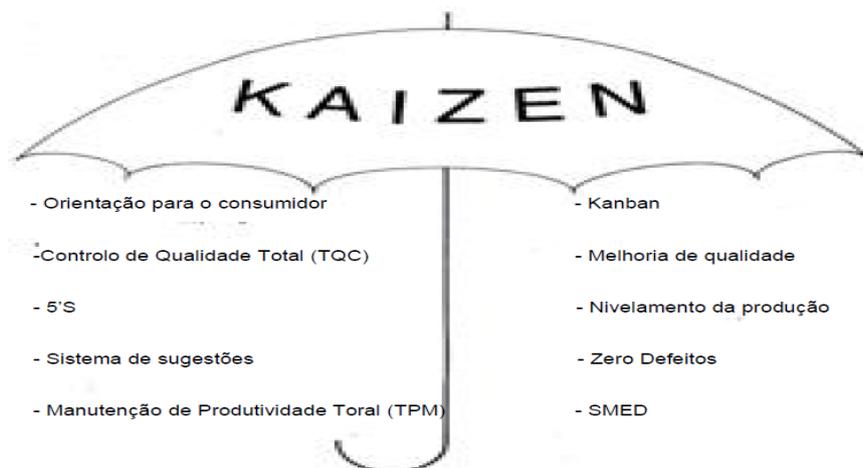


Figura 2: Guarda-chuva Kaizen. Retirado de Santos (2010, adaptado de Imai (1986)).

Enquanto muitas empresas estão focadas nos resultados, o *Kaizen* é mais ambicioso, porque além de se preocupar igualmente em atingir resultados, procura saber como e com que recursos foram obtidos. Deste modo, os processos devem ser melhorados antecipadamente, por forma a alcançar melhores resultados, sendo para isso fundamental a orientação para as pessoas, estimulando os colaboradores em desenvolver um espírito crítico e de mudança. Ou seja, se uma empresa avaliar os seus colaboradores com base nos resultados, estes apenas estão focados em trabalhar mais para atingir os objetivos, não dando liberdade de pensamento à geração de novas formas de trabalho. É por isso fundamental o acompanhamento dos resultados com base na avaliação dos processos para a gestão aliar uma mentalidade orientada para o processo ao *Kaizen*, conseguindo melhorias significativas ao nível da competitividade da empresa. A gestão deve portanto ter preocupações com a disciplina, a gestão de tempo, o desenvolvimento de competências, a participação e envolvimento moral e a comunicação na empresa, para alcançar melhores resultados da aplicação destas estratégias (Imai, 1986).

Uma vez que os preços de hoje são maioritariamente fixados pelos mercados, para se manterem competitivas, as empresas têm de fazer um esforço para que os seus produtos se aproximem desses preços. Uma estratégia a utilizar, sem sacrificar a qualidade e as expectativas do cliente, é através da avaliação dos custos ao longo de toda a cadeia para ser passível de observar onde os reduzir. O *Kaizen* é então uma resposta para a melhoria de fatores muito importante como a qualidade, o custo e a entrega. Para um sistema *Kaizen* ser bem-sucedido, toda a organização deve respirar os seguintes princípios:

- Qualidade em primeiro lugar (orientação para o cliente e nunca sacrificar a qualidade);
- Processos e resultados (avaliar processos e resultados em simultâneo);

- Eliminação de desperdícios (melhorar os processos de forma contínua);
- Orientação para o “gemba” (orientação para local de trabalho);
- Padrões visuais (padronizar formas de trabalho e disponibilizar);
- Fluxos “pull” (produzir de acordo com as especificações do mercado);
- Desenvolvimento das pessoas (formar colaboradores) (Imai, 1986).

Uma vez que a mudança de hábitos de trabalho é um fator que prejudica a implementação de um sistema *Kaizen*, é fundamental que esta filosofia esteja enraizada por toda a cadeia hierárquica, desde o nível operacional até ao mais alto nível de gestão, pois é através de pequenas e sucessivas oportunidades que é possível melhorar os processos e com isso conseguir os resultados globais, através da otimização e eliminação de desperdício (Miller, 2007 citado por Santos (2010)).

2.6. OEE – Overall Equipment Effectiveness

Com a importância de usar indicadores de produtividade nas organizações e a todo o momento (Johnson e Kaplan, 1987), surgiu a necessidade de medir tempos ao longo dos processos. Lord Kelvin já referia “se não se consegue medir, não se consegue melhorar” e que “medir é saber”. É com esta ideia que surge a oportunidade para a melhoria, pois há uma maior compreensão da situação da organização. Courtois et al. (2006) refere ainda que, a competitividade e o sucesso de uma empresa não dependem apenas de um bom indicador, mas de um conjunto de indicadores que sirvam de apoio à tomada de decisão. Os indicadores financeiros por si só não traduzem o desempenho atual da organização (Johnson e Kaplan, 1987), sendo preciso recorrer à utilização de indicadores operacionais que permitam desvendar situações ineficientes nas organizações (Silva, 2009 citado por Santos (2010)).

Um dos indicadores operacionais mais usados é o *Overall Equipment Effectiveness*, que tem como objetivo quantificar a eficiência de um ou vários equipamentos, para se saber se é passível de melhorias (Santos e Santos, 2007). O OEE torna-se então uma forma de medir o sucesso das melhorias na produção, em função da disponibilidade, eficiência e qualidade. O grande objetivo é fazer com os equipamentos funcionem a níveis muito próximos da sua capacidade máxima (Nakajima, 1989). Este autor defende o uso deste indicador em três fases: *benchmark* para recolha de dados e avaliar a qualidade das melhorias implementadas, comparar o valor obtido por cálculo deste indicador por diferentes linhas de produção para identificar as que

têm pior desempenho. E ainda, identificar os recursos gargalo que estão a influenciar o OEE num valor baixo, a fim de serem alvos de melhoria.

Dal et al. (2000) reforçam a importância de perceber e medir as perturbações dos processos produtivos. Sabendo se são crónicas ou esporádicas, de acordo com a frequência com que surgem, é possível saber como contornar ou eliminar estas dificuldades através da tomada de medidas corretivas ou inovadoras (Johnson e Lesshammar, 1999 citado por Santos (2010)). Nakajima (1989) diferencia estas perdas como (ver tabela 1):

- Falha ou avaria do equipamento – indisponibilidade do equipamento por ordem da gestão,
- *Setups* e afinações – mudanças de produção,
- Pequenas paragens – paragens de duração inferior a 5 minutos do conhecimento dos operadores de máquina,
- Redução de velocidade face ao definido – perturbação geralmente crónica em que um equipamento trabalha em velocidade inferior ao suposto (teórico),
- Defeitos de qualidade e retrabalho – não conformidades causadas pelo operador ou máquina,
- Perdas no arranque – tempo não aproveitado para produção nos equipamentos que precisam de tempo para reunir as condições de trabalho.

Tabela 1 - Metas de melhoria para as perdas (Retirado de Martins (2012, adaptado de Nakajima (1989)).

Perdas	Meta	Explicação
1 - Falha/avaría	0	Reduzir para zero
2 - <i>Setups</i> e afinações	Minimizar	Reduzir os tempos de <i>setup</i> para menos de 10 minutos
3 - Pequenas paragens	0	Reduzir para zero
4 - Redução de velocidade	0	
5 - Defeitos de qualidade e retrabalho	0	
6 - Perdas de arranque	Minimizar	Reduzir para zero

Como já mencionado acima, o OEE depende de três índices, disponibilidade, *performance* e qualidade, sendo calculado através do produto entre estes (Nakajima, 1989; Baghbani et al. (2019)).

OEE = % DISPONIBILIDADE X % VELOCIDADE X % QUALIDADE

$$\text{PARAGENS} \quad \% \text{ Disponibilidade} = \frac{\text{tempo disponível} - \text{paragens}}{\text{tempo disponível}} \times 100$$

$$\text{PERDAS CICLO} \quad \% \text{ Velocidade} = \frac{n^{\circ} \text{ peças} \times \text{tempo padrão}}{\text{tempo disponível} - \text{paragens}} \times 100$$

$$\text{QUEBRAS} \quad \% \text{ Qualidade} = \frac{n^{\circ} \text{ peças boas} \times \text{tempo padrão peças boas}}{n^{\circ} \text{ peças totais} \times \text{tempo padrão peças totais}} \times 100$$

Figura 3 - Cálculo do OEE e fatores que o integram (retirado de Dal et al., 2000)

Os fatores que constituem o OEE (figura 3) permitem a identificação de fraquezas no sistema produtivo, realçando situações passíveis de melhoria. Sendo por isso de realçar que o indicador não deve ser analisado sozinho, mas em conjunto com cada um dos fatores (Tsarouhas, 2007). No cálculo do OEE, as paragens planeadas não são contabilizadas, pois não fazem parte das seis grandes perdas. Contudo, autores como Silva (2009, citado por Santos (2010)) considera as intervenções por parte da manutenção (paragem planeada) como um caso de paragem a ser contabilizada no cálculo das paragens do OEE. O fundamento do autor prende-se com o facto destas paragens poderem ser alvo de melhorias e de redução de tempo, daí atribuir alguma importância a este tipo de paragens.

A disponibilidade consiste na soma do tempo de todas as paragens não planeadas. Basicamente, consiste no rácio entre a duração de trabalho real e o planeado (Dal et al., 2000).

A *performance*, também conhecida como eficiência ou velocidade, analisa se a velocidade a que um equipamento esteve a trabalhar foi próxima ou não do teórico, ou seja, se o equipamento produziu um número de peças real próximo do padrão. Para tal é calculado o rácio entre o número de peças produzidas e o tempo de trabalho real, multiplicado pelo tempo de ciclo a que a máquina trabalhou. (Nakajima, 1989).

A qualidade consiste na análise da taxa de conformidade das peças que uma máquina produz, recorrendo ao cálculo do rácio da diferença do número de peças produzidas e o número de peças não conformes, pelo número de peças produzidas. Neste cálculo, estão incluídos o refugo e o retrabalho (Dal et al., 2000).

2.7. SMED

Com a necessidade das empresas se tornarem mais eficientes na entrega dos seus produtos, os tempos de *setup* tornaram-se um ponto crítico. O *setup* ou mudança de ferramenta é normalmente das atividades que mais tempo consome na produção, sem acrescentar valor (Pellegrini et al., 2012).

Algumas alterações que ocorreram na redução do tempo de *setup*, transformaram o modo como as empresas operam. Essas alterações são mais rápidas que nunca e as expectativas dos consumidores em termos de funcionalidade e qualidade dos produtos cada vez maiores. Este grupo, responsável por estimular uma sociedade cada vez mais orientada para o consumo, quase que obriga as empresas a serem capazes de aumentar a sua oferta e de forma flexível o suficiente para se adaptarem às mudanças do mercado (Pellegrini et al., 2012).

O sistema de produção em massa concebido por Ford é baseado em grandes lotes e longos tempos de produção. Estas necessidades são substituídas pela nova abordagem da produção em pequenos lotes. Produzindo quantidades mais pequenas, as empresas conseguem adaptar melhor a sua produção à procura corrente visto não terem de aguardar que acabe a produção de grandes quantidades de um determinado produto para passar para o próximo, reduzindo os *lead times* para poucos dias ou mesmo horas. Uma outra vantagem de produzir apenas o que o consumidor quer no tempo e quantidade requerida, é que as empresas conseguem reduzir os seus níveis de *stock*, porque os produtos são enviados logo após a produção, reduzindo não só os custos com *stocks*, mas limitando o espaço requerido para armazenamento. Com esta redução de custos, as empresas podem acrescentar valor ao consumidor em termos de preços mais baixos, satisfação e ganho de quota de mercado. Pequenos lotes traduzem-se em mudanças de ferramenta mais frequentes e, se uma empresa não controlar estas perdas de tempo necessárias, não vai conseguir atingir a flexibilidade que procura. (Pellegrini et al., 2012)

A origem da metodologia *Single Minute Exchange of Die* (SMED) pode ser datada de 1950, quando Shigeo Shingo, na altura consultor da gestão da Associação de Gestores do Japão, foi solicitado para eliminar gargalos criados por três grandes prensas de moldes. Neste trabalho, Shingo iniciou uma série inovações que mais tarde viriam a ser reconhecidas como SMED. Através da observação da mudança de uma prensa, Shingo deparou-se com dois tipos de operações de *setup*: as internas (operações que só podem ser efetuadas com a máquina parada) e as externas (operações que podem ser efetuadas com a máquina em funcionamento) (Shingo, 1996). Ele

observou que, através da organização das operações e preparando o trabalho externamente, era possível reduzir o tempo de *setup* em 50 %.

Os conhecimentos adquiridos por Shingo (1996), permitiram a aplicação de princípios como o de separar operações de *setup* internas e externas, converter as internas em externas e melhorar as operações de ambas as categorias. A Toyota foi capaz de reduzir o tempo de mudança de uma prensa de quatro horas para três minutos. Shingo atribuiu o nome de “*single-minute exchange of dies*” ou SMED. A evolução deste método tem sofrido constantes alterações e ajustes, tendo evoluído para a metodologia OTED (*One Touch Exchange of Die*) que é caracterizada pela mínima intervenção humana possível no processo. Outro método é o NTED (*No Touch Exchange of Die*) que acredita numa mudança de *setup* sem intervenção dos operadores (Courtois et al., 2006).

Esta metodologia privilegia a redução do tempo de *setup*, sendo uma forma de uma organização produzir em pequenos lotes a um custo menor e sem implicar grandes investimentos, pois apoia-se na formação dos colaboradores e na conceção de novas formas de trabalho. (Shingo, 1985). A aplicação do SMED resulta num aumento da produtividade, redução de *stocks*, melhoria da qualidade, redução de *lead times* e maior flexibilidade para a produção de lotes menores (Sousa et al., 2018).

Shingo (1985) distingue quatro fases distintas na implementação desta metodologia:

- Fase Inicial: categorização e recolha de tempos das operações em internas e externas num *setup* normal, sem planeamento e executadas de forma aleatória pelo operador.
- Fase 1 - Separação entre *setup* interno e externo: separação de atividades internas e externas, assegurando que as atividades externas conseguem ser executadas com a máquina em funcionamento e que o *setup* externo ocupa o máximo de tempo no *setup* global.
- Fase 2 - Converter operações internas em externas: converter o máximo de atividades internas em atividades externas e ainda desenvolver ideias a fim de reduzir a duração das atividades internas. É importante tornar a analisar que nenhuma atividade está mal categorizada na fase inicial.
- Fase 3 - Redução contínua dos tempos de *setup* interno e externo: esperam-se ter conseguido resultados positivos ao nível da redução dos tempos das operações internas e externas e adota-se uma ideologia de melhoria contínua, percorrendo novamente as fases anteriores a fim de se conseguirem tempos de *setup* cada vez mais curtos.

2.8. 5'S

De acordo com Martins (2016) muitos autores veem vantagens no modelo dos 5'S ao nível da eficiência produtiva, estandardização de práticas, segurança, redução de *lead times* e satisfação dos clientes. O modelo 5'S é uma ferramenta que ajuda as organizações a melhorarem o seu desempenho e a organizarem os seus processos (Ghodrati e Zulkifli (2013), citado por Martins (2016)). Outros autores consideram que é um modelo que envolve os operadores para que possam contribuir de forma contínua para um posto de trabalho limpo (Wakjira e Pal Singh, 2012; Singh et al., 2013 citado por Martins 2016). Também uma forma de mostrar aos operadores os problemas reais de um posto de trabalho desorganizado e sujo que impedem o alcance de melhores resultados (Jafari et al., 2014; Khedkar, 2012 citado por Martins (2016)). Também pode ser usado ao nível da gestão, pois é muito fácil de implementar por toda a organização, tendo um impacto muito significativo na segurança, ambiente e uso de recursos. (Ghodrati e Zulkifli, 2013; Panchal, 2012 citado por Martins (2016)).

O modelo de 5'S defendido por Osada (1991) tem em conta cinco pontos-chave que estimulam um Ambiente de Qualidade Total, através do desenvolvimento organizacional, formação de pessoas e espírito de mudança. Apesar de alguma conflituosidade acerca de quando surgiu este modelo, a maioria dos autores como Liu (2006), defendem que o modelo 5'S foi desenvolvido por Takashi Osada em 1980. Este último, defende que o modelo está focado na organização e limpeza do posto de trabalho, respeitando as ações padronizadas de forma disciplinar (Osada, 1991).

O nome 5'S provém das siglas das palavras dos cinco pilares do modelo em japonês: *seiri*, *seiton*, *seiso*, *seiketsu* e *shitsuke* (Korkut, 2009).

Seiri – utilização: Este conceito pretende eliminar excesso de materiais e ferramentas que não são utilizadas no posto de trabalho, bem como manter o espaço limpo, organizado e arrumado, alojando os materiais no seu devido local.

Seiton – organização: Este ponto aborda a necessidade de criar condições para arrumação e organização de materiais e ferramentas para conseguir alcançar e arrumar de forma rápida os utensílios, mantendo o espaço envolvente limpo e organizado. Desta forma, consegue-se proporcionar uma maior segurança aos operadores e otimizar os tempo de utilização desses materiais. Estratégias que podem ser utilizadas neste ponto são a sinalização e identificação de recursos e espaços bem visíveis para evitar a possibilidade de os misturar.

Seiso – Limpeza: Esta fase está relacionada com a limpeza do posto de trabalho, eliminando sujidades e objetos que não pertençam a esse posto, estimulando uma cultura de

responsabilização do operador pela limpeza do próprio espaço, esperando ver consequências ao nível coletivo. A disponibilização de contentores e máquinas de auxílio à limpeza ajudam a alcançar melhores resultados.

Seiketsu – Higiene: Esta etapa surge como forma de garantir que toda a organização está a partilhar das mesmas ideias, através da padronização procedimentos e condições de trabalho. Este sistema obriga a que as pessoas estejam envolvidas no processo de padronização através da discussão de regras e riscos associados aos seus postos de trabalho. É então necessário identificar as instalações, recursos e chamar a atenção de todos a usar os recursos de forma responsável e a adotar normas de saúde e segurança.

Shitsuke – Disciplina: Por fim, é necessário garantir que os padrões são vistos e revistos de forma contínua, estimulando a autodisciplina nos operadores em todos os procedimentos que executam. Uma sugestão é a de analisar os 5'S todos os dias, garantindo que o compromisso assumido está a ser cumprido no horário definido e cumprir as normas e regras padronizadas (Martins, 2016).

3. Caso de Estudo

O presente capítulo vai abordar alguns pontos importantes da história da empresa, bem como uma descrição e análise do processo produtivo e por fim uma reflexão dos problemas encontrados nas secções da conformação e da vidragem.

3.1. História da Empresa

Localizada na Quinta da Vista Alegre em Ílhavo, a Fábrica de Porcelanas da Vista Alegre (FPVA) nasceu no ano de 1824, pelas mãos de José Ferreira Pinto Basto. Foi ele que iniciou a manufatura da porcelana em Portugal numa base industrial, por autorização de D. João VI, a 1 de Julho de 1824. Desde o início da produção de porcelana em 1835, a Vista Alegre (VA) viveu anos de grande desenvolvimento, tornando-se um representante da arte e cultura portuguesa no mundo, participando em diversas exposições internacionais, com reconhecimento de excepcional qualidade e de um estilo único. Graças a este reconhecimento, conseguiu atrair os melhores artistas e assim aperfeiçoar técnicas de pintura e decoração. Após este período de forte desenvolvimento, a fábrica passou por uma época de estagnação desde final do século XIX até 1922. Apesar das adversidades, a escola de pintura foi mantida preservando-se, deste modo, a tradição artística da Vista Alegre.

Após 1922, o então administrador João Theodoro Pinto Basto decidiu colocar de novo a fábrica no trilho do sucesso, reorganizando os vários departamentos e linha de produção. Em 1947 a fábrica foi aumentada, a maquinaria renovada e foram introduzidas novas técnicas de Produção e Controlo da Qualidade. O aumento da capacidade de produção ajudou a criar um maior interesse na exportação, estabelecendo-se uma parceria estratégica com uma empresa espanhola do mesmo ramo, Luso Espanhola de Porcelanas.

Foi em 1967 que a Faianças da Capôa foi fundada e iniciou a sua atividade industrial com a produção de vasos e louça de mesa em faiança.

Em 1978 foi fundada a Cerexport (empresa ainda sem ligação à Vista Alegre), iniciando a produção de embalagens cerâmicas para a indústria alimentar. Só em 1982, e com a construção de uma nova unidade industrial, começou a fabricar artigos cerâmicos de uso doméstico em grés. Em 1989, a Faianças da Capôa foi adquirida pela empresa Cerexport, passando a integrar o então Grupo Cerexport.

Em 1991 ocorrem grandes alterações na estrutura da VA, dá-se a fusão da Vista Alegre com o grupo Cerexport, que englobava a fábrica de produção Faianças da Capôa, a fábrica de produção de porcelana de mesa da Quinta Nova desde 1990 e a própria Cerexport.

Em 2001 é criado o Grupo Vista Alegre Atlantis (VAA), resultado do processo de fusão do Grupo Vista Alegre com o Grupo Atlantis. Com este processo de fusão a VAA tornou-se o maior Grupo Nacional de *tableware* e de *giftware* e o sexto a nível mundial.

Em Janeiro de 2002 a Faianças da Capôa passou a integrar o núcleo da FPVA, deixando de existir como empresa. Em Janeiro de 2004 ocorreu a integração total da Vista Alegre Atlantis que incluiu a ex-empresa Cerexport, o subgrupo Atlantis (Atlantis e Ivima) e as Lojas de retalho próprio - Lojas Vista Alegre, Casa Alegre, Atlantis e Outlets.

A Vista Alegre Atlantis SA engloba duas áreas de negócio estratégicas: Cerâmica Utilitária e Decorativa e Cristal e Vidro.

No início de 2009 foi concretizada em bolsa a OPA à VAA pela Cerútil, unidade fabril especializada na produção de loiça de mesa e de forno. Esta unidade pertence à Visabeira Indústria, uma das *subholdings* do Grupo Visabeira.

No ano de 2013, a Unidade de Faianças da Vista Alegre produziu aproximadamente 4,4 milhões de peças com um volume de faturação de 3,7 milhões de euros. Aproximadamente 86% das vendas foram para exportação (Vista Alegre, 2014). Atualmente esta unidade industrial emprega 106 pessoas.

3.2. Descrição do processo produtivo

Nesta secção é apresentado o fluxograma do processo de fabrico da empresa, como mostra a figura 4.

A primeira atividade do processo consiste no planeamento da produção. Esta atividade tem um impacto em todas as outras fases do processo, pois depende dela o bom funcionamento e organização do fluxo de recursos e materiais. Um mau planeamento implica aumento de *stocks*, diminuição da disponibilidade dos equipamentos e por consequente, atrasos nas encomendas, reduzindo a produtividade e por perda de competitividade para com os concorrentes por

insatisfação dos clientes. Nesta atividade estão incluídos os pedidos de

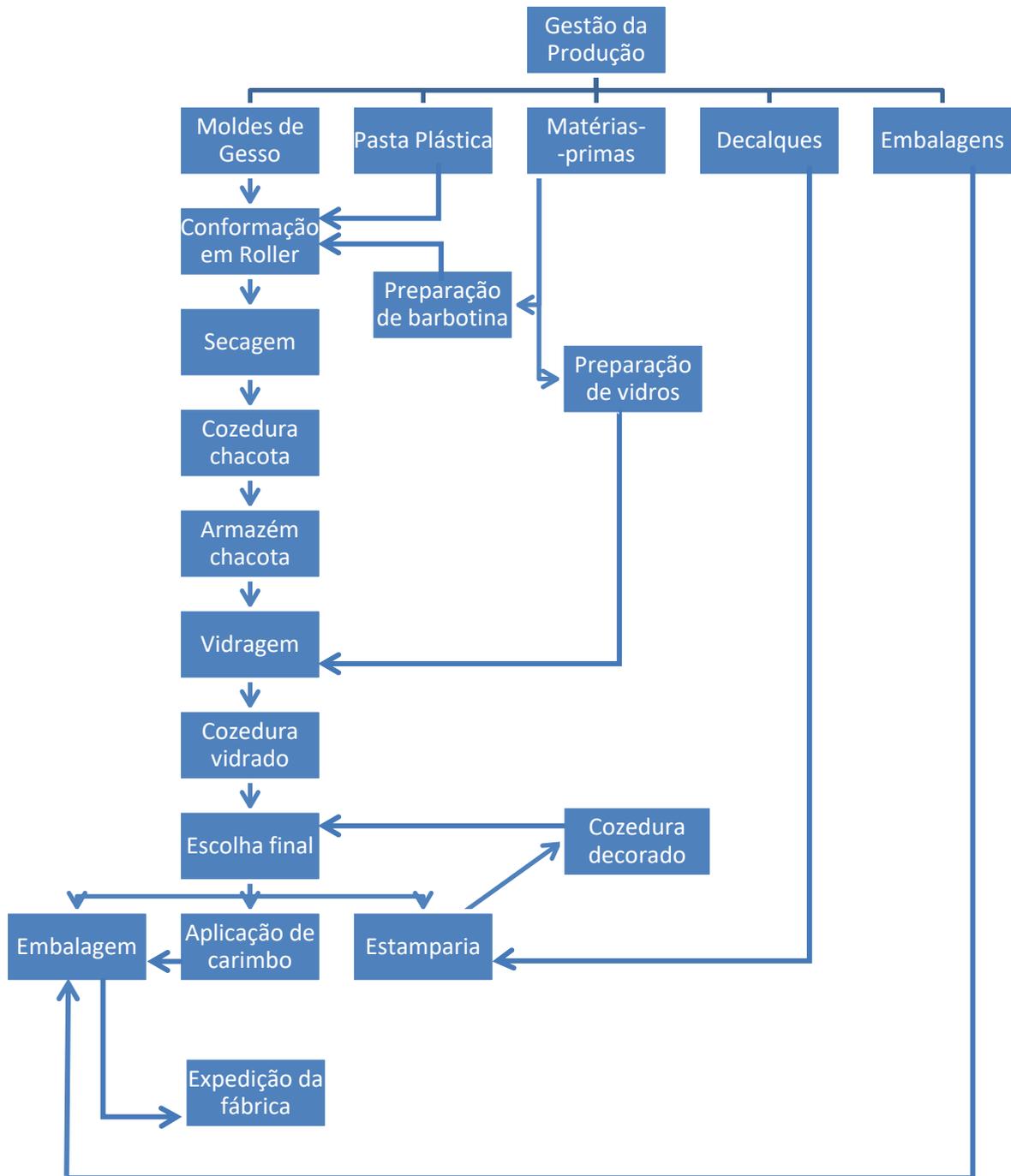


Figura 4 - Fluxograma do processo de fabricação de faiança da Unidade de Aradas (Adaptado de Vista Alegre, 2014)

materias-primas (pasta plástica e formas de gesso) e materiais de auxílio à produção (decalques e embalagens), bem como o planeamento das ordens de produção, entradas em forno, vidragem, escolha e embalagem.

No caso desta unidade fabril, a produção inicia-se com a conformação da pasta plástica em máquinas *roller* por contramoldagem com as formas de gesso. Para o caso de peças com asa como chávenas e canecas, é preciso preparar a barbotina¹ antes da entrada da ordem de fabrico destas peças, pois é este o material responsável pela fixação das asas às peças.

Depois de conformadas, as peças são transportadas com recurso a carros de transporte ou pelo transportador aéreo até um secador que vai reduzir a humidade das peças conformadas até à percentagem ideal para enfora. Após esta secagem, chega o momento de entrada no forno. Quando terminada a cozedura, as peças são alojadas no armazém de chacota, aguardando ordem de entrada na vidragem.

A próxima atividade é realizada na secção da vidragem, onde é aplicada uma película de vidro em máquinas circulares com movimentos de rotação e translação programável, por forma a atribuir impermeabilidade e cor às peças. No fim desta atividade, as peças vidradas são alojadas no armazém do vidro, onde aguardam pela ordem de entrada no forno de cozedura do vidro.

Após esta última cozedura, as peças são enviadas para a escolha final, resultando daqui três caminhos possíveis para as peças conformes. Um consiste na embalagem de peças que não precisam de carimbo, outro compreende o envio das peças para aplicação do carimbo e embalagem. O último remete ao envio de peças para a secção da estamperia para aplicação de decalque, sendo posteriormente cozidas e novamente escolhidas, para seguirem para a carimbagem e/ou embalagem. Após a embalagem, as peças são enviadas para o armazém de expedição onde aguardam o transporte para saída da fábrica.

Para cada fase de fabrico, estão definidos planos de inspeção e ensaio de controlo do processo, onde se descreve detalhadamente o tipo de controlo a efetuar em cada fase do processo, as responsabilidades e os documentos de suporte às inspeções realizadas, nomeadamente as especificações técnicas e da qualidade.

Para além dos planos referidos, também é definido para esta unidade fabril o Plano de Manutenção Preventiva, elaborado em conjuntos pelos responsáveis da Manutenção e da Produção, estabelecendo-se as intervenções a realizar nomeadamente nos diferentes equipamentos.

¹ Substância argilosa em estado pastoso usada para fixar dois componentes de uma peça cerâmica

O estado de inspeção e ensaio do produto nas várias fases de produção permite assegurar que só o produto aprovado na inspeção e ensaio é libertado para a operação seguinte, permitindo a segregação dos produtos não conformes. Estão também definidas as regras para garantir a conformidade do produto em termos de identificação e rastreabilidade.

Para todos os novos produtos aprovados e a todos os produtos disponíveis para expedição, são asseguradas as atividades definidas e os resultados, bem como disponibilização e aceitação de documentos associados ao efeito. Caso existam requisitos específicos para o acondicionamento e expedição de produto final, estes encontram-se contemplados em SAP e, para alguns clientes com requisitos específicos, foram criados documentos para o efeito.

Existem ainda instruções de trabalho na área de Higiene e Segurança no Trabalho que regulamentam a utilização dos equipamentos de proteção individual, a sinalização de segurança, as substâncias perigosas, entre outros aspetos.

3.3. Descrição do problema

A fim de se manter competitiva e diminuir as perdas, esta unidade vai apostar na melhoria dos seus processos. A conformação apresenta valores de produtividade que podem ser alvo de estudo, uma vez que o rendimento das máquinas deste setor é na ordem dos 60% a 70%. Ou seja, pela análise destes valores, é possível compreender que as máquinas não estão a ser aproveitadas no seu todo, sendo preciso perceber o porquê. Uma das principais causas é perda de tempo, com paragens das máquinas que impossibilita usufruir da capacidade máxima produtiva destas, quer por avarias, mudança de ferramentas ou limpeza do posto de trabalho. Ainda se pretende reduzir o refugo nesta secção para os valores definidos pela empresa. A vidragem é o ponto crítico do processo, pela variedade de cores que a empresa oferece nos seus produtos, sendo por isso difícil de planear a ordem de entrada de artigos, por forma a minimizar as perdas de tempo de mudança de cor nas máquinas. Outro grande problema nesta secção são os valores elevados de defeitos de vidragem, sendo por isso alvo de estudo para minimizar este problema.

3.3.1. Identificação dos problemas na conformação

Como já foi mencionado na secção 3.3., a conformação não está na sua máxima *performance*, sendo necessário perceber quais as causas que a impedem de atingir níveis de excelência de produtividade para se proceder à tomada de medidas corretivas. Assim o OEE, como ferramenta métrica detalhada, é usado para perceber o estado global da secção bem como

das máquinas que a constituem. A análise dos fatores do OEE é importante para perceber em que aspetos é que cada máquina pode ser alvo de melhoria.

Uma vez identificados os problemas que afetam as máquinas da conformação, é preciso reunir as equipas e responsáveis do processo a fim de debater e encontrar soluções válidas que possam contribuir para a resolução ou controlo de determinados problemas para melhorar o indicador de medida da *performance* em estudo, o OEE.

3.3.2. Análise do estado da conformação

Analisando o gráfico dos parciais do OEE entre setembro e dezembro de 2014 (figura 5), constata-se que nenhum dos parciais permanece constante. Entre outubro e dezembro de 2014, tanto a qualidade como a disponibilidade sofrem um decréscimo percentual.

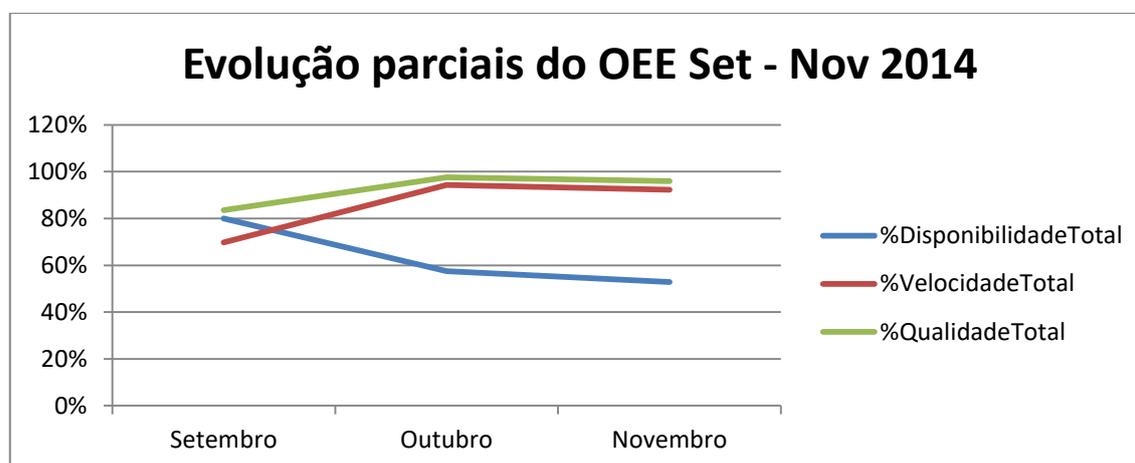


Figura 5 - Evolução dos parciais do OEE Set-Nov 2014

A velocidade total mostra que os ciclos de produção são normalmente cumpridos com algumas máquinas a produzir peças com tempos de ciclo inferiores ao definido. Quanto à disponibilidade das máquinas, esta decresceu devido às paragens ocorridas no período de tempo em causa e por terem sido contabilizadas as paragens planeadas de algumas máquinas. A qualidade em Setembro é afetada pela paragem planeada da Automática 2, que foi tida em conta neste mês. Para a construção do gráfico da figura 5, foi assumido que todo o tempo que a máquina não produziu, era como paragem, por haver falta de informação em sistema que discriminasse o tipo de paragem, se por avaria ou planeada.

Analisando o OEE por máquina no período de setembro a dezembro de 2014 (figura 6), observa-se um comportamento nada constante deste parâmetro em nenhuma das máquinas da conformação. Isto porque só a partir de Outubro é possível ter a garantia do acompanhamento

dos dados fornecidos pelos operadores e introduzidos no sistema. Ainda é importante mencionar que foram tidos em causa só até Dezembro os tempos de paragem planeada da Automática 1, Automática 2 e Mista, daí os maus resultados destas máquinas em alguns meses como mostra a figura 7.

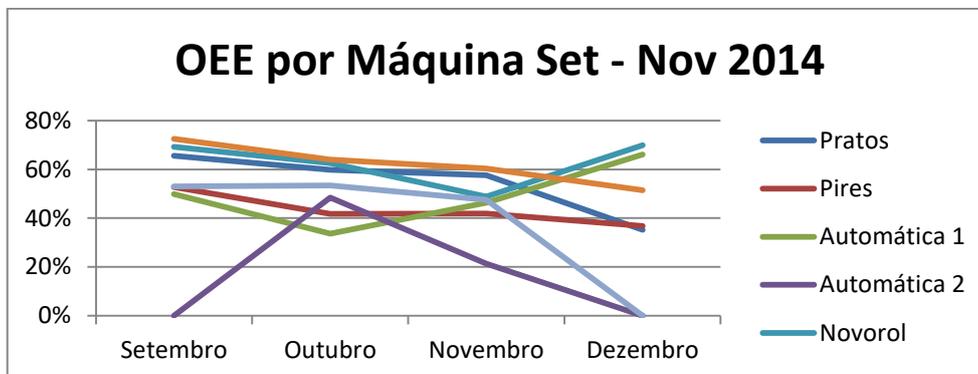


Figura 6 - OEE por máquina na conformação Set-Nov 2014

Analisando o indicador OEE da conformação, observa-se um decréscimo deste valor, que poderá ser explicado pelo gráfico seguinte (figura 7). Assim se constata que a conformação tem margem de melhoria, visto o seu rendimento estar abaixo dos 60%. É de mencionar que os valores de Janeiro a Setembro, inclusive, não foram alvo de controlo pelo projeto em curso, apenas os valores posteriores a Outubro e inclusive, é que foram avaliados e controlados.

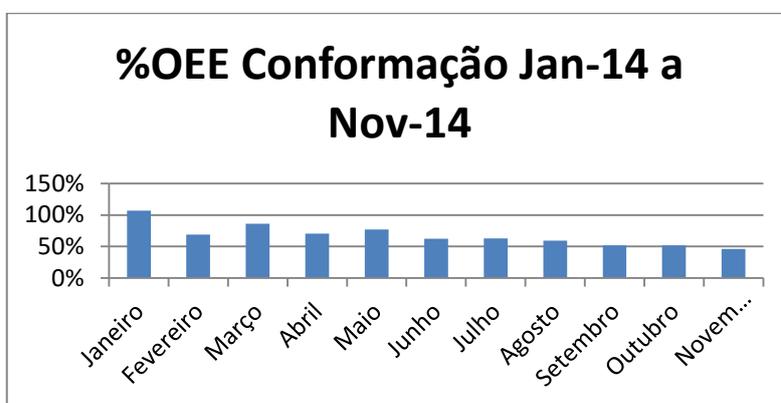


Figura 7 - OEE da conformação Jan-Nov 2014

3.3.3. Análise do Pareto das Paragens

Um dos problemas identificados para o baixo rendimento da conformação na fábrica são as paragens. Isto porque estando a máquina parada, independente do motivo, é um espaço de tempo em que a máquina não é aproveitada para a produção de peças planeadas.

Analisando o gráfico da figura 8, é possível observar que a principal paragem é a planeada, seguida da mudança de formas, avaria com intervenção da manutenção e manutenção

de 1º nível, falta de operadores e limpeza do posto de trabalho. A paragem planeada como o nome indica, é uma paragem que não prevê o funcionamento da máquina por falta de encomendas que possam ser alojadas a essa máquina. A mudança de formas está relacionada com a mudança de *setup*, ou seja, é o momento que é preciso mudar as ferramentas das máquinas e respetivos moldes por motivo de estar planeada a produção de uma peça em máquina diferente da atual. A avaria com intervenção da manutenção acontece quando o operador não consegue descobrir ou resolver a paragem, sendo por isso necessário recorrer ao auxílio da equipa de manutenção. As manutenções de 1º nível são paragens de curta duração onde o operador atua sem necessidade da equipa da manutenção. Nestas paragens estão envolvidas pequenas afinações de máquina, limpeza de sujidades que possam perturbar a qualidade das peças ou mesmo trocas rápidas de ferramentas como as esponjas no acabamento que possam estar gastas. A falta de colaboradores acontece quando não há um mínimo de funcionários para operar a máquina. Por exemplo, a Gigante apenas precisa de um único operador, ao passo que a máquina de Pratos já requer o mínimo de 2 operadores. A última paragem com destaque no Pareto das paragens é a limpeza do posto de trabalho, tarefa que é realizada minutos antes do fim do turno com tempos a variar entre as diferentes máquinas e consoante o operador.

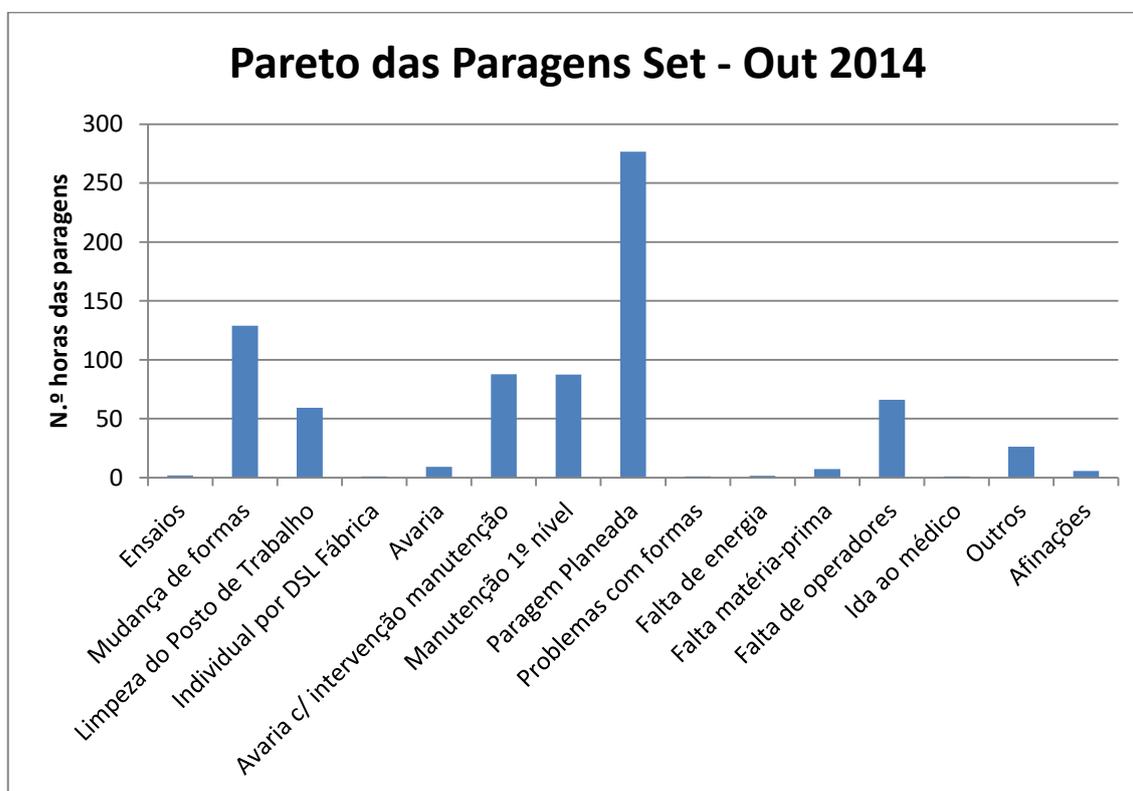


Figura 8 - Pareto das paragens na conformação Set-Out 2014

3.3.4. Análise das Causas

Na primeira reunião da equipa integrante do projeto de melhoria contínua na conformação, foram debatidas as principais causas de paragens das máquinas e sugeridas desde logo, algumas sugestões para reduzir perdas com essas paragens. Ao nível da paragem planeada, esta não é passível de ser estudada pelo motivo da máquina estar parada por opção da gestão ou por não possuir encomendas para produzir. Ao nível da mudança de formas, este trabalho ocupa muitas horas, por serem peças de grande dimensão, a serem trocadas sem apoio mecânico e possuírem muitos parafusos para apertar e desapertar, sendo alvo de estudo para SMED. Relativamente às avarias com intervenção da manutenção, estas são demoradas pelo facto da maquinaria não ser moderna e possuir muito desgaste. Ocorrendo situações de avaria simultânea, em que o operador da manutenção, terá de priorizar entre máquinas. Este operador está igualmente responsável, por efetuar o carregamento dos camiões, podendo ocorrer uma alguma demora em chegar às máquinas, visto ter outra tarefa em curso. Há igualmente paragens onde os próprios elementos da manutenção se deparam com avarias mais complexas, sendo preciso aguardar a chegada de novo material vindo do fornecedor. No que respeita a manutenção de primeiro nível, está entendida toda a intervenção de manutenção por parte do operador, como caso de trocar esponjas no acabamento, trocar arames e corrigir afinações que surgem com o desgaste dos materiais. Surge também, com um valor algo significativo, a falta de trabalhadores, que ocorre por falta de planeamento prévio do papel das equipas a desempenhar no dia ou a máquina ter de parar por falta de pessoal que integre a máquina por terem de ir apoiar outra secção naquele momento. Os outros desperdícios de tempo surgem associados às idas ao quarto de banho, para esvaziar as aparas (pasta que é introduzida no molde e que é expelida pela máquina, não integrando a peça), trazer embaixas (pratos cozidos por vidrar que servem de base de apoio em algumas peças como as saladeiras). Também incluídos nestes defeitos, estão as viagens para ir buscar carros de transporte para peças e a espera por demora da decisão da gestão. Outro ponto mencionado foi o grande número de erros no preenchimento da folha de registos diária. A limpeza do posto de trabalho apesar de ser uma tarefa obrigatória, pode ser alvo de melhoria.

3.3.5. Identificação dos problemas na vidragem

A vidragem é o ponto crítico do processo pela variedade de cores que a empresa oferece nos seus produtos, sendo por isso difícil de planear a ordem de entrada de artigos que minimize

as perdas de tempo de mudança de cores. Outro fator de improdutividade deste setor é o refugo originado procedente da cozedura de peças vidradas.

3.3.6. Análise do estado da vidragem

O gráfico da figura 9 permite constatar que a vidragem se encontra com um rendimento acima dos 70%, podendo ser alvo de melhoria. Contudo, o grande objetivo para esta secção será o de consciencializar a equipa para a redução e controlo dos defeitos de vidragem que são dos mais encontrados na escolha final. Consumindo recursos e tempo em peças que não vão ser expedidas para o cliente, incorrendo custos para a empresa e por consequente perda *performance*.

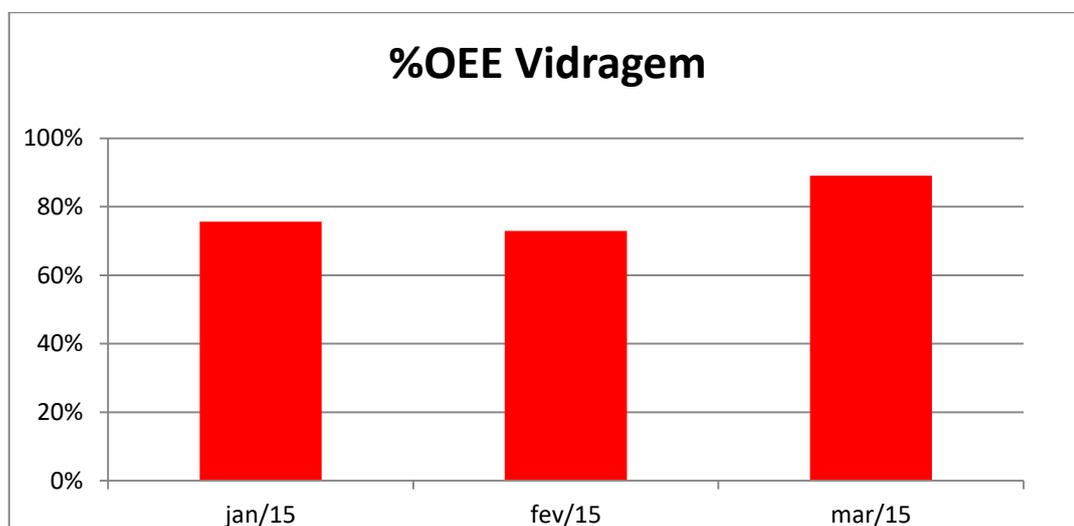


Figura 9 - OEE da vidragem Jan-Mar-2015

Analisando os parciais do OEE da vidragem (figura 10), mantêm-se praticamente constantes entre Janeiro e Fevereiro de 2015, altura em que o projeto ainda não tinha iniciado.

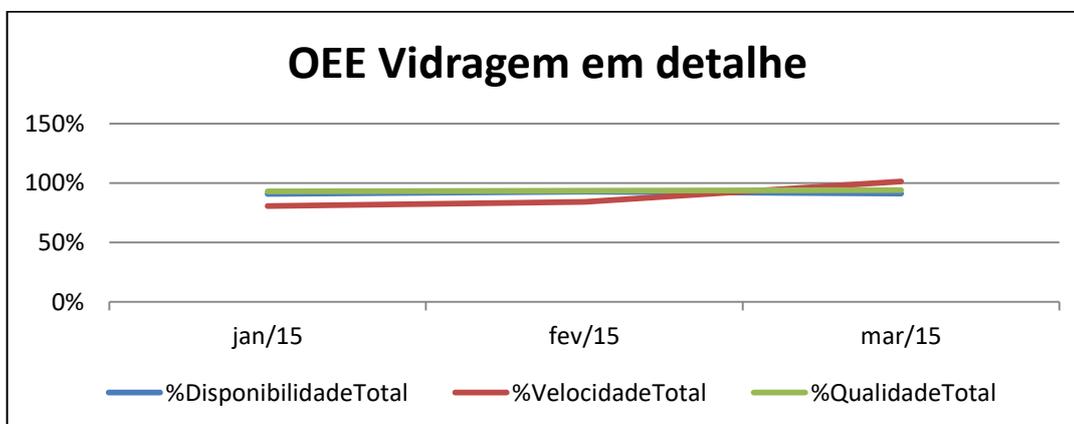


Figura 10 - Parciais OEE na vidragem Jan-Mar-2015

Como se pode observar, o indicador que mais vai influenciar o OEE da vidragem é decerto a velocidade, devido à diferença de tempos de ciclo que a mesma máquina pode experimentar num turno. Até porque a qualidade bem como a disponibilidade das máquinas, se tem mantido constante. Aqui a única paragem com impacto é a mudança de cor, que obriga a paragem da máquina. Esta paragem tem a duração de uma hora, por ter sido cronometrada várias vezes e a média da amostra ser 1h. As máquinas desta secção não sofrem paragens de 1º nível como a conformação, pois a troca ou correção de afinações pode ser efetuada com a máquina em funcionamento. Contudo, estas máquinas estão igualmente sujeitas a paragens por motivo de avaria com apoio da manutenção, o que não se observou nos dois meses em que o projeto decorreu.

4. Apresentação das soluções

O quarto capítulo vai retratar as metodologias utilizadas em resposta aos problemas mencionados no Capítulo 3, bem como o percurso de implementação do projeto *kaizen* na conformação e na vidragem, sendo por fim apresentados os resultados obtidos e avaliado o impacto do projeto nestas secções.

4.1. Metodologias

Para estudar o processo produtivo foi feita uma recolha de tempos de ciclo das máquinas na conformação e atribuído um tempo de ciclo padrão a cada máquina. A fim de saber se os registos fornecidos pelos operadores representavam corretamente o tempo de trabalho da máquina, foi elaborado um documento para se observar essa variação da realidade. A elaboração deste documento foi sugerida pela gestão, visto os dados em sistema serem muito discrepantes. Por vezes, havia falta de informação de paragens e não se conseguir medir com exatidão os maiores desperdícios de tempo nesta secção. Este documento, também teve como objetivo, alertar e incentivar os operadores a preencherem corretamente a folha das paragens, com os tempos corretos de paragem e tentarem produzir ao nível do objetivo definido com base no tempo de ciclo definido.

A segunda intervenção de melhoria na conformação e a de maior impacto foi implementação de um sistema *kaizen* em cada máquina desta secção. A escolha de uma melhoria deste tipo deveu-se à sugestão da responsável pela melhoria contínua no grupo VAA e que tinha um projeto semelhante na Unidade de Ílhavo, tendo achado interessante levar esse projeto para a Unidade de Aradas, devido aos bons resultados obtidos. Foram então realizadas reuniões para explicação do projeto, em que consistia, as suas ambições e formação dos elementos integrantes da gestão do projeto. Durante estas reuniões, era mencionado inúmeras vezes, que havia informação que não chegava até aos operadores ou demorava algum tempo, nomeadamente o número de peças de encomenda, peça seguinte a entrar em produção, entre outros. Achou-se relevante levar para o posto de trabalho um quadro que contivesse toda a informação necessária para os operadores levarem a cabo as suas funções na melhor das condições. Este quadro inclui o planeamento da produção da máquina para o operador saber o seguimento de peças a produzir e eliminar o tempo de espera para saber o que produzir no fim de um lote, quantidades da encomenda a fim de evitar excesso de produção de peças e reduzir tempos de produção

desnecessária. Enquadra o objetivo diário de produção para incentivar o operador a chegar ao objetivo, principais defeitos da semana para alertar a ocorrência de determinados defeitos com base nos registos do dia anterior, por forma a tomar ações preventivas ou corretivas. Também inclui a composição da equipa do quadro e enumeração dos temas a abordar nas reuniões *kaizen* de duração de 10 minutos. Um sistema de gestão da qualidade a fim de responsabilizar os operadores pelas ações tomadas e promover a adoção das melhores formas de trabalho e a rejeição de peças na vidragem e escolha final para os operadores saberem o resultado do seu trabalho ao longo da cadeia. Está presente a produção da semana corrente para a consciencialização dos operadores para o aproveitamento máximo da máquina, na produção de peças boas, alcançar o objetivo diário e alertar o bom preenchimento das paragens na folha de registos diários, o cálculo do OEE da secção, das equipas e das máquinas do grupo para acompanhar a evolução do indicador e observar o seu contributo no global da secção face às outras equipas. O número de dias sem acidentes foi sugerido, não por motivos de contabilização numérica, mas sim para estimular a adoção de boas práticas de segurança na execução das suas funções e um ciclo PDCA para acompanhar a evolução de sugestões de melhoria para o grupo.

A outra secção sujeita a ações de melhoria foi a vidragem, onde a metodologia adotada foi muito semelhante. Para perceber o funcionamento da secção, procedeu-se à recolha de tempos de ciclo das máquinas, onde se percebeu que havia grande diferença de velocidades consoante as peças vidradas, visto cada máquina poder vidrar peças de dimensão muito variada. Foram adotados os tempos de ciclo definidos em sistema e comparados com as medições reais. Uma vez que havia pouca informação sobre as paragens a ser fornecida ao sistema, foi desenvolvido um documento na mesma linha do da conformação, representativo da vidragem de peças boas, refugo e ineficiência do sistema, que representa a variação dos dados submetidos em sistema face ao teórico. Este documento teve o papel de estimular os operadores de máquina para se focarem em atingir os objetivos de produção diários. Mas como um dos grandes problemas desta secção se prendia com o elevado valor de refugo, avançou-se com a implementação de um sistema *kaizen* idêntico ao da conformação. Para tal foram reunidos elementos chave para a equipa de gestão do projeto na vidragem. Estes elementos seriam os responsáveis por levar a cabo o projeto à secção, sendo para isso necessário introduzir o tema e explicar todo o processo de implementação e ambição do projeto. No seguimento das reuniões, foi dedicado algum tempo ao desenho do quadro *kaizen* ajustado às necessidades da vidragem, com base no quadro já desenhado para a conformação. São parte integrante do quadro o planeamento da vidragem por máquina, para que os operadores tenham conhecimento do

seguimento de peças a vidrar e possam preparar a mudança de cor da forma mais rápida, as quantidades da encomenda para eliminar a produção excessiva de peças. O sistema de gestão da qualidade está igualmente presente, bem como os principais defeitos da semana, composição das equipas da reunião bem como os temas a abordar e a rejeição na escolha final por tipo de peças para que se saiba as peças com mais rejeição. Visto que não se tinha conhecimento da evolução das peças vidradas nos seguintes processos, por forma a responsabilizar e consciencializar os operadores em como o seu trabalho tem impacto na concretização das encomendas. Outro dado que se achou relevante foi acompanhar a evolução dos principais defeitos do processo, por forma a refletir se o trabalho na vidragem está a ser bem executado. Bem como na conformação, a última coluna do quadro respeita à vidragem diária de peças por boas, refugo e detetar a discrepância entre os dados fornecidos e os teóricos (ineficiência), o acompanhamento do OEE da vidragem e das respetivas equipas, bem como a presença do ciclo PDCA para garantir o seguimento das melhorias propostas por todos.

4.2. Controlo dos registos na conformação

Para controlar os registos introduzidos pelos operadores, procedeu-se à medição do tempo de ciclo médio das peças por máquina. Na conformação, é possível generalizar o tempo de ciclo por máquina visto um produto estar atribuído maioritariamente apenas a uma máquina. O cálculo do desvio padrão serve para verificar o quão dispersa é a amostra face à média. Quanto maior for o valor do desvio padrão, maior é variação dos valores em relação à média da amostra, logo verifica-se que a máquina não mantém o tempo de ciclo igual na amostra, apresentando valores superiores ou inferiores à média. Para facilitar as análises numéricas de futuro, tomou-se o valor médio da amostra de cada máquina como referência, para verificar se as paragens introduzidas estavam de acordo com o horário de trabalho. Como mostra a tabela 2, foram cronometrados tempos de ciclos para uma amostra de 10 peças, calculada a sua média e obtido o respetivo desvio. No caso desta máquina, a média possui um desvio padrão elevado, devido a uma falha mecânica que permite um desvio de sensivelmente 1 segundo, sendo corrigido automaticamente ao fim de produzir algumas peças, às vezes 10 outras chegando mesmo às 15, não sendo fixo, nem passível de ser melhorado por parte da manutenção.

Tabela 2 - Medição do tempo de ciclo para uma amostra de 10 peças iguais na máquina Gigante

Máquina	Gigante	Tamanho amostra (unid)	10
Produtos	Saladeira 29,5 Coração		

	Tempo de ciclo			Média (s)	Tempo de ciclo padrão
	Tempo de ciclo (s)	(cs)	(s)		
1	36	35	36,35	36,814	36,814
2	36	35	36,35		
3	36	19	36,19		
4	36	66	36,66		
5	36	43	36,43		
6	36	75	36,75		
7	37	17	37,17		
8	37	52	37,52		
9	37	40	37,4		
10	37	32	37,32		

Desvio padrão	0,496637583
---------------	-------------

A partir daí, foi desenvolvido um documento com informação mensal para comparar a realidade (introduzida pelos operadores) e o teórico (o espectável), para cada máquina, que era atualizado diariamente. Para este documento foram tidos em conta indicadores como as peças boas, refugo, paragens e ineficiência. Ou seja, é através do cálculo da ineficiência, que se mede a variação dos dados fornecidos pelo operador face ao teórico. Se o valor da ineficiência for positivo, significa que há paragens ou peças, boas ou defeituosas, que não foram registadas. Se o valor for negativo, significa que foi fornecida informação redundante, ou seja, foram fornecidas peças ou paragens a mais, ou a máquina conseguiu ultrapassar o objetivo de produção estipulado para esses turnos. Se o valor for igual a zero, significa que a informação fornecida pelo operador está de acordo com o teórico. A tabela 3 mostra o objetivo de produção por turno para a máquina Gigante no valor de 734 peças boas, informa o tempo de ciclo usado para os cálculos de 36,814 s e o tempo útil de produção de 7,5 h. Os dados são atualizados diariamente e podem ser lidos em linha quando analisados por data. Para o exemplo descrito na tabela 3, no dia 2 de Outubro de 2014, a Gigante produziu 585 peças boas (que representa 79,7% do objetivo), 8 peças com defeito (1,09 % do objetivo) e teve uma paragem cujo tempo permitia produzir 125 peças (17,1 % do objetivo). Somando as três percentagens de peças boas, refugo e paragens obtém-se um valor que deve ser o mais próximo de 100 %, ou seja, os registos fornecidos pelo operador traduzem

em 100% a realidade da produção da máquina naquele turno. Subtraindo este valor a 100% obtemos a diferença face ao esperado, valor que se chamou de ineficiência e que aparece na última coluna da tabela 3.

Tabela 3 - Análise dos dados fornecidos pelos operadores da máquina Gigante

Gigante		Produção Teórica		734	Ciclo (s)	36,814	
					Tempo útil (h)	7,5	
Data	Peças Boas		Refugo		Paragens		Ineficiência
	unid	%	unid	%	unid	%	%
02-10-2014	585	79,70	8	1,09	125	17,10	2,11

Equação 1 - Explicação das células da tabela 3

Peças Boas (unid) = valor introduzido pelo operador

Peças Boas (%) = (Peças Boas (unid)/Produção teórica (peças/turno))*100

Refugo (unid) = valor introduzido pelo operador

Refugo (%) = (Refugo (unid)/Produção teórica(peças/turno))*100

Paragens (unid) = (valor introduzido pelo operador(min)*60)/Ciclo(s)

Paragens(%) = (Paragens (unid)/Produção teórica(peças/turno))*100

Ineficiência = 100-(Peças Boas(%) + Refugo(%) + Paragens(%))

Neste documento de duas páginas, além desta tabela que abrangia informação de um mês, eram disponibilizados gráficos representativos dessa informação por mês, semana e dia.

A figura 11 ilustra a análise dos indicadores: peças boas, refugo, paragens e ineficiência, nos meses de Setembro a Dezembro de 2014. É passível de ser observado que a evolução da ineficiência, ao longo dos meses em análise, vai sucessivamente diminuindo, o que revela um

compromisso dos operadores em registar o maior número possível de paragens que traduza a realidade.

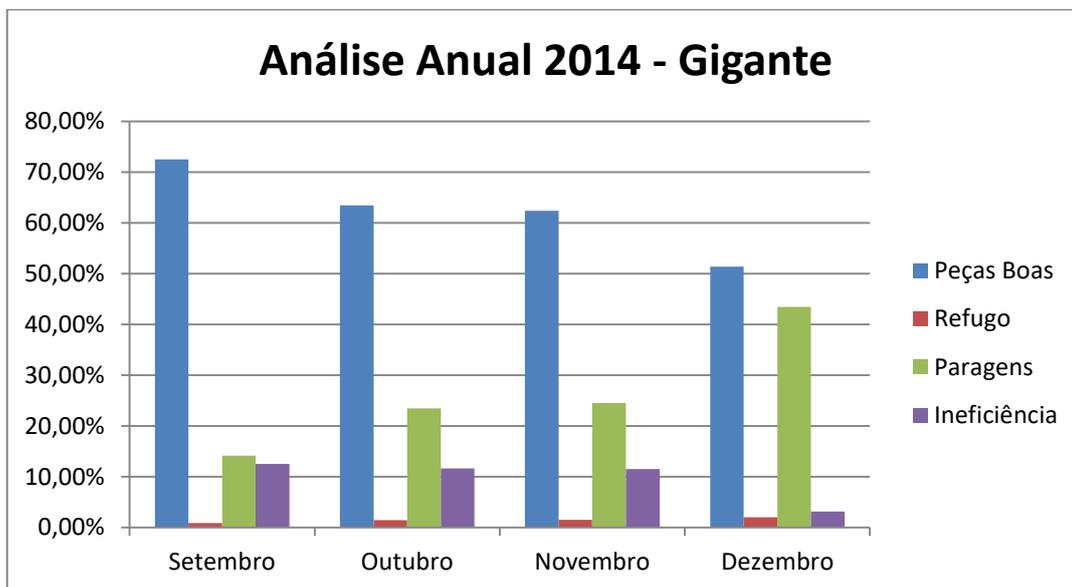


Figura 11 - Análise dos indicadores de produção escolhidos para controlo dos registos em sistema na perspetiva anual de Set-Dez 2014

A figura 12 traduz a evolução dos indicadores ao longo das semanas do mês de Outubro.

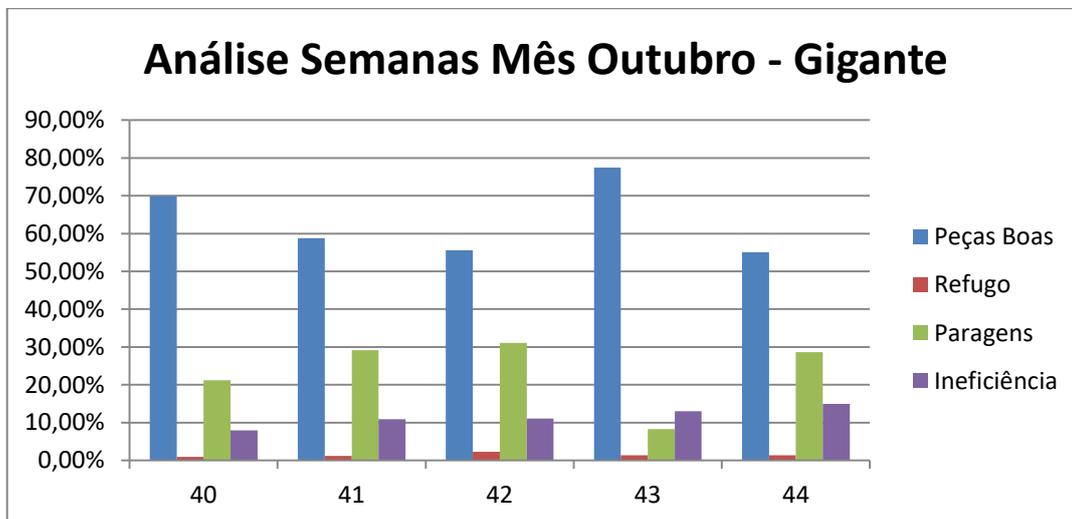


Figura 12 - Análise dos indicadores de produção escolhidos para controlo dos registos em sistema numa perspetiva das semanas do mês corrente (Outubro 2014)

Para esquematizar os dados diários da tabela da primeira página do documento (tabela 2), foi desenvolvido um gráfico colorido, como o da figura 13, para melhor perceção do impacto das paragens e da ineficiência.

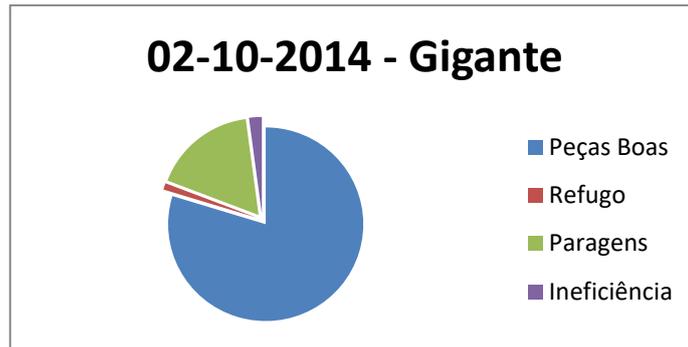


Figura 13 - Análise dos indicadores de produção escolhidos para controlo dos registos em sistema do dia anterior (2-10-14)

A tradução da informação em gráficos foi o método que se mostrou de mais fácil compreensão junto dos operadores de máquinas, dado que a grande maioria possuía baixo grau académico.

4.3. Implementação dos quadros *kaizen* na conformação

4.3.1. Formação da Equipa do projeto

A equipa integrante do projeto *kaizen* na conformação foi concebida a pensar nas áreas de impacto no setor da conformação. Reunindo os responsáveis dessas áreas nasceria uma equipa multidisciplinar, capaz de dar solução aos problemas ou sugestões mencionadas pelos operários da conformação. Deste modo, foram selecionados o diretor de produção, a engenheira da tecnologia e qualidade, o chefe de produção, o chefe da manutenção e o responsável pelo planeamento. Este projeto na conformação teve início em Janeiro de 2015.

4.3.2. Construção do quadro

Para a construção do quadro, achou-se interessante colocar informação relevante para o exercício no setor. Informação que não estava à disposição dos operadores e que eles próprios pudessem beneficiar para executar e medir o rendimento do seu trabalho.

Um dos pontos a integrar o quadro é a presença do plano de produção da semana por máquina (exemplo tabela 3). Ou seja, no final de cada semana, esta tabela seria atualizada com base no planeamento da semana seguinte. Este ponto não é apenas importante para os operadores ganharem autonomia nas mudanças, como quando executá-las e para que peça. Outra vantagem a longo prazo, é a redução do *stock* de peças em armazém, pois os operadores têm acesso às quantidades a produzir por peças e o expectável por turno, de forma a saberem se

estão atrasados ou adiantados. O preenchimento desta tabela caberá ao chefe da secção ou ao responsável pelo planeamento. A coluna Referência está desenhada para serem introduzidas as peças em produção ao longo da semana, a coluna QTDD indica a quantidade esperada de produção de uma peça para aquele dia, as peças por carrulo são o número de peças em cru que podem ser amontoadas por prato de embaixa e a coluna alertas permite deixar uma mensagem de atenção relevante para melhorar a comunicação entre quem opera a máquina e outro envolvido no projeto.

Tabela 4 - Plano de produção semanal da máquina de Pires

PIRES				
PLANO DE TURNO	REFERÊNCIA	QTDD	PEÇAS POR CARRULO	ALERTAS
2 ^a				
3 ^a				
4 ^a				
5 ^a				
6 ^a				

Outro ponto integrante é o Sistema de Garantia da Qualidade (tabela 4) que foi desenvolvido com o intuito de autoresponsabilizar os operadores de máquina e de acabamento quando deixassem passar peças não conformes para o fluxo de produção ou não tivessem respeitado as especificações da qualidade. A primeira coluna deve ser preenchida com o nome dos envolvidos na equipa. As restantes células seriam preenchidas com uma bola vermelha no quadrado mais pequeno e o motivo da penalidade no restante espaço – afinação, acabamento, moldes gastos, entre outras. Este sistema acabou por deixar de ser utilizado devido à pressão que os operadores começaram a experimentar, tendo sido preferida uma abordagem mais livre.

Tabela 5 - Sistema de garantia da qualidade de um quadro kaizen

Equipa ____ Sistema de Garantia da Qualidade

	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª
	<input type="text"/>				
	<input type="text"/>				
	<input type="text"/>				
	<input type="text"/>				
	<input type="text"/>				
	<input type="text"/>				
	<input type="text"/>				

A agenda da reunião (figura 14) é o documento que guia o contexto e a duração da reunião *kaizen*. Este documento é estático e não sofre alterações. Menciona o horário das reuniões relativas ao quadro da equipa em causa, a duração da reunião, os participantes da equipa que devem estar presentes naquele horário e o guia dos assuntos a abordar: analisar o plano de trabalho, os indicadores e o plano de ações. Nas reuniões aparece o conceito de “carro da qualidade” que não é mais que uma estrutura com rodas, que permite a colocação de peças com defeitos, cujos operadores não souberam rejeitar no seu posto. Cada equipa possui um carro da qualidade para apenas analisar os defeitos das peças produzidas nas máquinas da equipa. Desta forma têm um contacto físico e visual dos defeitos mencionados no quadro.

Uma pequena parte do quadro é ocupada com a contabilização dos dias sem acidentes (figura 15). Este dado é relevante na prevenção de acidentes e uma forma de forçar a atualização diária do quadro. Este campo não está direcionado na contabilização numérica em si, mas para incutir boas práticas de segurança no trabalho, de forma a não prejudicar o bom funcionamento das máquinas por motivos de acidentes.

Kaizen Diário – Conformação

Horário:	Frequência:	Todos os dias
	Horário normal:	8:00h
	Horário por turnos:	6:00h e 13:30h
Participantes:	Duração:	9 minutos



Agenda:

- 1. PLANO DE TRABALHO (3')**
 - Referências,
 - Especificações EQ/ Procedimentos;
 - Alertas
- 2. INDICADORES (4'):**
 - Qualidade;
 - Referências no "Carro da Qualidade"
- 3. PLANO DE AÇÕES (2')**
 - Verificar evolução das ações em curso;
 - Levantamento de novas ações.

Figura 14 - Agenda da reunião kaizen

ESTAMOS HÁ
DIAS SEM ACIDENTES!

O NOSSO RECORDE
É DE **DIAS.**

Figura 15 - Contabilização do número de dias sem acidentes de trabalho da equipa

Apesar dos defeitos serem preenchidos na folha de registos, não eram bem discriminados. Assim, tomou-se a iniciativa de informar através do quadro, os principais defeitos da semana (tabela 6) corrente, que eram atualizados diariamente e relativos ao dia anterior e por máquina.

Tabela 6 - Principais defeitos da semana das máquinas automática 1, 2 e mista.

PRINCIPAIS DEFEITOS DA SEMANA			
	AUTOMÁTICA 1	AUTOMÁTICA 2	MISTA
2 ^a			
3 ^a			
4 ^a			
5 ^a			
6 ^a			

Dado que os operadores não tinham noção da evolução das peças no processo fora da sua secção, achou-se interessante disponibilizar informação acerca da evolução da percentagem de rejeição de peças na vidragem (figura 16) e na escolha final (figura 17) da semana anterior, por tipo de peça. Estes dados permitem aos operadores adotarem estratégias para controlar os defeitos ainda na conformação, de forma que não sejam enviadas peças defeituosas para a vidragem. Os operadores podiam controlar a qualidade do seu trabalho e ter conhecimento da evolução das peças no processo.

A figura 16 permite desenhar gráficos para mostrar a evolução da rejeição de peças com defeito na vidragem por peça. Assim, ao lado da coluna Semana -2 apareceria o nome das peças produzidas pela equipa, por exemplo pratos e pires e, à frente do nome da peça, seria indicado o valor global de rejeição dessas peças na coluna semana-2 de 3 semanas atrás da atual, na semana -1 o valor da rejeição de 2 semanas atrás da semana corrente e nas colunas de 2^a a 6^a os valores da rejeição por dia da semana anterior. Este gráfico contempla uma linha a vermelho, que alerta

para o controlo dos valores de rejeição, para os operadores terem uma noção gráfica do que será aceitável de ser rejeitado na vidragem dependendo das peças em causa.

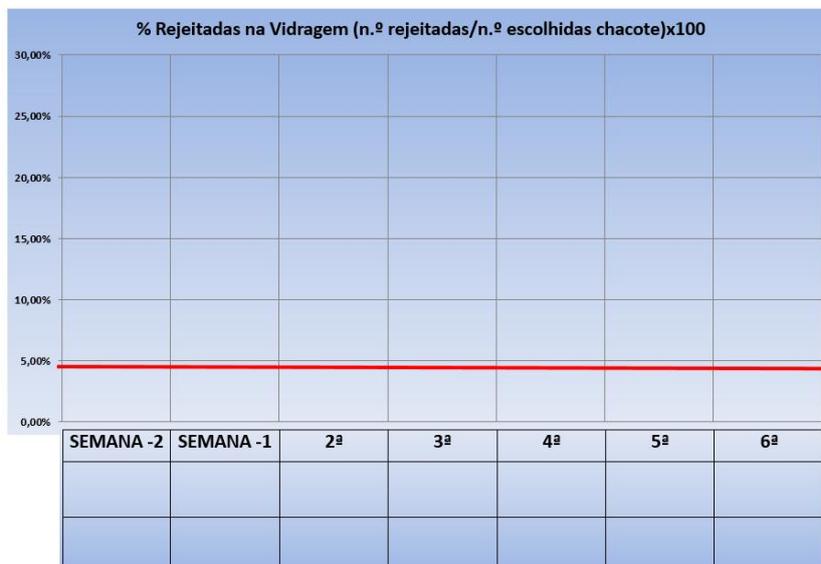


Figura 16 - % Rejeição na vidragem

O mesmo exercício teria de ser aplicado para o preenchimento do gráfico da figura 17, mas respeitante à rejeição de peças com defeito na escolha final.

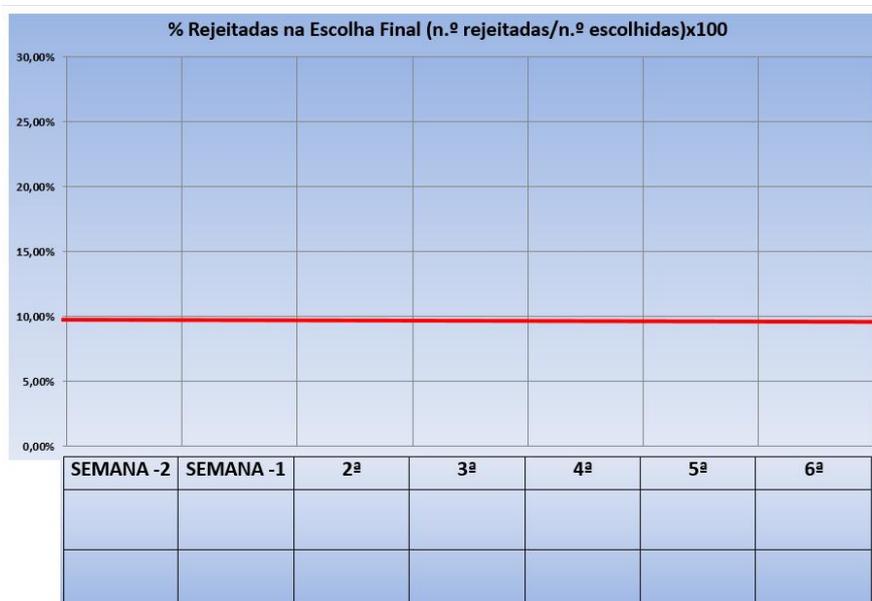


Figura 17 - % Rejeição na escolha final da semana anterior

Uma vez que já tinha sido desenvolvido um documento para controlo dos registos dos operadores num passo inicial do projeto, foi integrada a informação relativa à percentagem de peças boas, refugo, paragens e ineficiência por máquina e semanal, atualizada diariamente e

relativa ao dia anterior, de forma a dar continuidade a este trabalho e garantir a qualidade dos registos efetuados pelos operários como mostra a figura 18.



Figura 18 - Análise dos indicadores de produção da semana 18 para as máquinas de Pires e Pratos.

Para medir e controlar a evolução do rendimento da conformação, recorreu-se ao cálculo do OEE da conformação, dos parciais do OEE da conformação, do OEE das equipas da conformação e do OEE das máquinas das equipas. Estes dados eram avaliados mensalmente, visto o cálculo destes indicadores abranger o trabalho efetuado no mês anterior.

Através de gráficos como os da figura 19, é possível observar a evolução do OEE da equipa e mesmo da secção. O primeiro gráfico mostra a evolução dos parciais do OEE da conformação em detalhe, para melhor entender o estado da secção, bem como identificar possíveis causas de ineficiência. O gráfico %OEE Equipas permite que as três equipas da conformação analisem a sua performance bem como a das outras duas. O gráfico %OEE Equipa 1 mar-15 revela o valor do OEE das duas máquinas que compõem a equipa 1 – Gigante e Novorol. O gráfico da %OEE da conformação informa a evolução do indicador OEE na conformação desde Dezembro 2014 até Março de 2015. Este último gráfico contém uma linha a verde que expõe o objetivo traçado para a conformação até ao fim do projeto (75%).

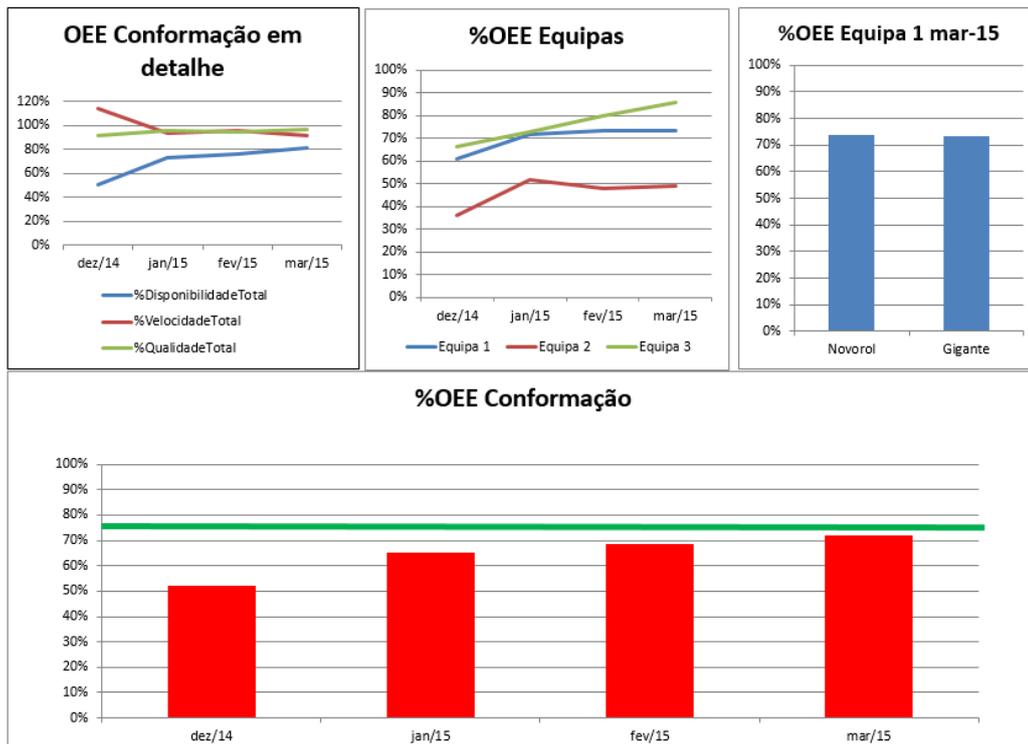


Figura 19 - Análise do OEE em detalhe da conformação presente na equipa 1

Por fim, para garantir a melhoria contínua na conformação, integrou-se o ciclo PDCA (figura 20). Este ciclo é dos pontos mais importantes do quadro, pois permite a interação direta dos operadores com o quadro e consequentemente com o projeto. Isto porque os operadores estavam à disposição para mencionar problemas ou sugestões que achassem relevantes para o bom funcionamento da equipa ou secção através do preenchimento de cartões (figura 21) relativos aos vários departamentos (produção, tecnologia, manutenção, planeamento e novos produtos).

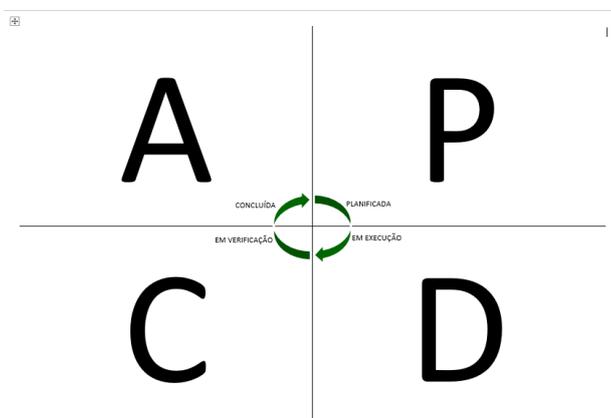


Figura 20 - Ciclo PDCA presente num quadro kaizen

PRODUÇÃO	Pedido/Problema:	MANUTENÇÃO	Pedido/Problema:
	Data Pedido:		Data Pedido:
	Ação:		Ação:
	(Avaliação) Data conclusão:		(Avaliação) Data conclusão:
PLANEAMENTO	Pedido/Problema:	TECNOLOGIA	Pedido/Problema:
	Data Pedido:		Data Pedido:
	Ação:		Ação:
	(Avaliação) Data conclusão:		(Avaliação) Data conclusão:

Figura 21 - Cartões desenvolvidos para a interação com o ciclo PDCA do quadro kaizen

As propostas escritas nos cartões, eram avaliadas e debatidas pela equipa do projeto na reunião semanal, podendo ser validados ou não, era feito o acompanhamento dos resultados da melhoria proposta e final padronização da ação.

Consultando o Anexo I, é possível ter uma visão de um quadro *kaizen* na conformação.

4.3.3. Início e acompanhamento das reuniões

Uma vez que os operadores nem sempre analisavam a informação disponibilizada acerca das peças boas, refugo, paragens e ineficiência, a equipa do projeto definiu a concretização de uma pequena reunião junto do quadro, com duração não superior a 10 minutos, para analisar a informação disponibilizada nos quadros *kaizen*.

Na conformação, foram criadas três equipas, ou seja, três quadros *kaizen*. A equipa 1 era composta pela máquina Gigante e pela Novoroll, a equipa 2 pela máquina de Pratos e Pires e a equipa 3 pela Automática 1, Automática 2 e Mista. Esta divisão foi influenciada pelo tipo de peças e *layout* das máquinas na fábrica, de forma a trazer o quadro o mais próximo da respetiva equipa, uma vez que foram afixados na secção junto de uma das máquinas da equipa.

Por questões de acompanhamento, definiu-se um horário diferente para a reunião de cada equipa na conformação. A equipa 2 tinha reunião às 8h, a equipa 1 às 9h e a equipa 3 às 10h10min.

Na primeira reunião, foram reunidos todos os operadores da conformação e procedeu-se a um exercício cujo objetivo era despertar para o sentimento do trabalho em equipa. Posteriormente, procedeu-se à integração dos operadores no projeto através da explicação do seu objetivo e funcionamento. Seguidamente, foram também analisados os quadros *kaizen* das três equipas e explicado cada gráfico e tabela presente no quadro. Uma vez que o grau de escolaridade da maioria dos operadores era baixo, teve de se proceder à formação das pessoas na análise de gráficos e tabelas e significado de valores.

Durante duas semanas, o gestor do projeto dirigiu todas as reuniões da conformação para motivar as equipas e esclarecer quaisquer dúvidas que pudessem surgir. No início da terceira semana, os operadores foram convidados a dirigir as reuniões, sempre acompanhados por um dos membros da equipa do projeto durante mais duas semanas. No final do mês, constatou-se que a grande maioria dos operadores estava confiante e à vontade em dirigir as reuniões. Assim, o acompanhamento por parte da equipa do projeto nas reuniões começou a não ser necessário, procedendo-se à participação nas reuniões de forma mais esporádica e sem aviso, de forma a controlar e garantir o bom funcionamento das reuniões.

Para acompanhamento dos resultados, a equipa integrante da implementação do projeto passou a reunir-se semanalmente a fim de analisar os resultados e debater as novas propostas de melhoria que chegavam pelos cartões do ciclo PDCA.

Numa das reuniões, foi mencionado que seria importante trabalhar junto dos recursos humanos para definir funções dos operadores de máquina. Esta ação foi importante, para que os operadores se focassem apenas nas tarefas que acrescentem valor e perdessem hábitos que prejudiquem o seu contributo no processo produtivo. Depois de recolhidas as tarefas que os vários operadores de máquina praticavam, foram discutidas em reunião *kaizen* para serem debatidas e comparadas com as normas de trabalho da empresa. Visto haver algumas divergências face aos documentos existentes, foi necessário reunir com a direção de recursos humanos para atualizar essas normas, a fim de padronizar as mesmas tarefas e aplicar nas diferentes máquinas.

4.4. Controlo dos registos na vidragem

O controlo dos registos é efetuado através do uso de uma tabela semelhante à da conformação, mas adaptada à vidragem (tabela 7).

Tabela 7 - Documento de controlo dos registos na vidragem por máquina

	Boas (unid)	Refugo (unid)	tCiclo (min)	tOcupaçãoMaq (s)	Tparagens (h)	Paragens	Ineficiência (s)	Ineficiência (unid)
07/abr	1524	12	0,059	5437,44		0	21563	6091
	157	11	0,067	675,36		0	26325	6548
	723	3	0,059	2570,04		0	24430	6901
	2270	87	0,078	11030,76		0	15969	3412
	458	4	0,059	1635,48		0	25365	7165
	449	7	0,059	1614,24		0	25386	7171
	201	5	0,078	964,08		0	26036	5563
	104	0	0,078	486,72		0	26513	5665
				0		0	27000	#DIV/0!
				0		0	27000	#DIV/0!
			0		0	27000	#DIV/0!	
			0		0	27000	#DIV/0!	
07/abr	5886	129	0,078	24414,12	0	0	2586	553

Equação 2 - Explicação das células da tabela 7

Boas(unid)=valor fornecido pelos registos dos operadores

Refugo(unid)=valor fornecido pelos registos dos operadores

tCiclo(s)=tempo de ciclo de uma peça lançado em sistema

$tOcupaçãoMaq=(Boas+Refugo) \times tCiclo \times 60$

Tparagens(h)=número de paragens por mudanças de cor fornecidas nos registos do operador

Paragens(s)=Tparagensx3600

Ineficiência(s)=7,5x3600-(tOcupaçãoMaq+Paragens)

$$\text{Ineficiência}(\text{unid}) = \text{Ineficiência}(\text{s}) / (\text{tCiclo} \times 60)$$

Esta tabela utiliza os registos fornecidos pelos operadores de máquinas da vidragem: as quantidades de peças boas (Boas), defeitos (Refugo) e o número de mudanças de cor do dia (considerada duração 1h). Através da soma das quantidades de peças boas com o refugo por linha obtém-se o total de peças vidradas de um tipo de peça que tenha sido vidrada na máquina em determinado dia. Sabendo o tempo de ciclo teórico de vidragem em máquina dessa peça (recolhido em sistema), pode calcular-se o tempo de ocupação daquela peça na máquina. Após a medição de alguns tempos de ciclo na vidragem, quando comparados com os valores em sistema, concluiu-se que eram iguais, não sendo portanto necessário o registo de novas medições. Somando os valores na coluna tOcupaçãoMaq, obtém-se o total de tempo que a máquina devia ter trabalhado. Somando a este valor o tempo que a máquina esteve parada para mudança de cor (Paragens) chega-se ao tempo total de ocupação da máquina (produção + paragens) que deveria preencher as 7,5h de trabalho diário admitido para o estudo em causa. Calculando a subtração desse valor aos 27000s de trabalho, consegue-se o valor de tempo de ineficiência. Dividindo este tempo de ineficiência pelo maior valor de tempo de ciclo de vidragem efetuado no dia, na máquina (por motivos de simplificação de cálculos visto a mesma máquina poder vidrar várias peças diferentes no mesmo turno), chega-se ao número de unidades de ineficiência da máquina no dia em questão, ou seja, representa o número de unidades que não foram registadas (boas ou más) ou paragens que não foram mencionadas. Os valores de ineficiência na vidragem mostraram-se algo elevados, mesmo assumindo o erro associado à atribuição do maior tempo de ciclo do dia, não conseguindo haver explicação para tal efeito, pois quando eram feitas observações na secção, não ocorriam paragens pequenas como na conformação, até porque a máquina pode ser afinada em funcionamento. O número de linhas desta tabela está relacionado com o número de peças diferentes que são vidradas na máquina em certo dia. Contudo, os valores retirados para efeitos de estudo são os da última linha, que representa o panorama total do dia da máquina. Ou seja, a última célula da coluna Boas é a soma de todas as linhas dessa coluna, o mesmo se aplica para o refugo, Tparagens e Paragens. A última célula da coluna tCiclo é o maior valor da coluna. A última célula da coluna tOcupaçãoMaq corresponde à multiplicação da soma das quantidades de produção (Boas + Refugo) pelo tCiclo. A última célula da Ineficiência aplica a fórmula abaixo mencionada com os valores dessa mesma linha.

Uma vez que esta estrutura é algo complexa para visualização e perceção da informação por parte dos operadores, foi criado um documento que representa a informação da semana por

máquina acima tratada sob a forma de gráficos. Esta forma de representação da informação é muito mais intuitiva para pessoas com baixo grau acadêmico.

O gráfico da figura 22 representa as quantidades de peças boas, refugo, número de paragens por mudança de cor e ineficiência.

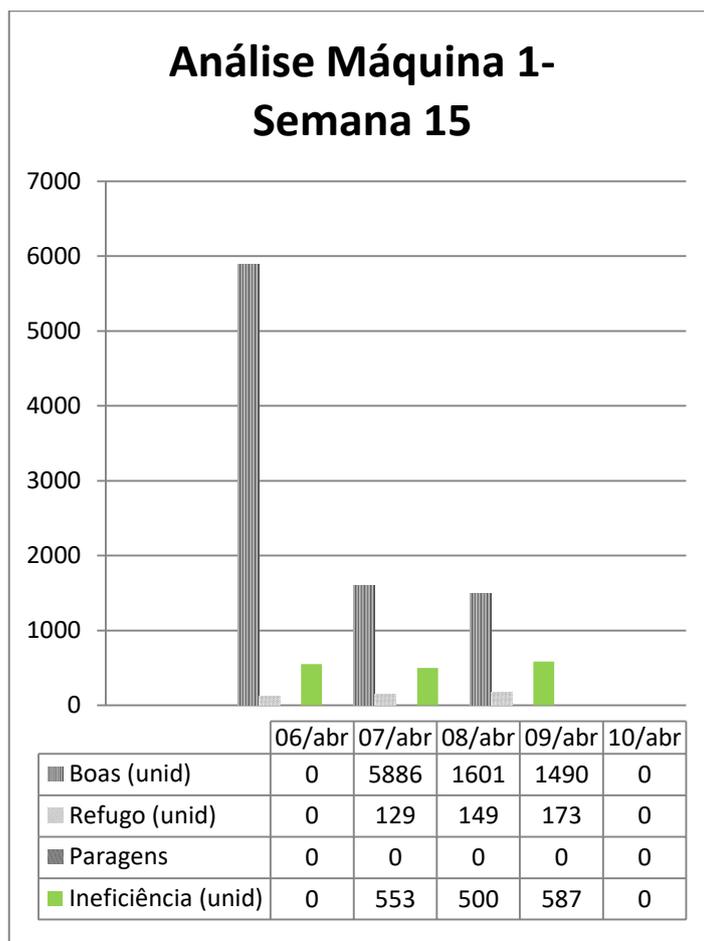


Figura 22 - Análise dos indicadores de produção na máquina de vidragem 1 na semana 15

Neste caso, a única paragem com interesse de ser contabilizada é a mudança de cor, visto ter uma duração constante em todas as máquinas de vidragem. Assim optou-se por mencionar apenas no gráfico o número de paragens por mudança de cor, porque as máquinas da vidragem raramente paravam para manutenções. Uma vez que o valor das paragens é substancialmente inferior a qualquer um dos outros valores (0, 1, 2 ou 3 mudanças por turno), adicionou-se uma tabela de explicação dos valores representados pelo gráfico.

4.5. Implementação dos quadros *kaizen* na vidragem

4.5.1. Formação da Equipa do projeto

A equipa responsável pela implementação do projeto de melhoria contínua na vidragem é composta pelo diretor de produção, a engenheira da tecnologia e qualidade, o chefe da vidragem, o chefe da manutenção e o responsável pelo planeamento. Assim, tal como na conformação, foi formada uma equipa multifacetada, capaz de dar resposta a problemas ou sugestões que sejam colocados sobre as áreas de impacto direto na vidragem. Este projeto teve início na vidragem no mês de Março de 2015.

4.5.2. Construção do quadro

Com base na experiência obtida com o trabalho desenvolvido na conformação, tomou-se por base a estrutura e a maioria da informação a apresentar, para fácil análise de qualquer elemento da organização. Deste modo, a coluna inicial (ver Anexo II) ficou reservada para expor o planeamento de vidragem da semana nas quatro máquinas (tabela 8). O objetivo destas tabelas era forçar o planeamento a informar à secção com maior antecedência e estudar a forma de minimizar as mudanças de cor, ou seja, aproveitar a cor presente numa máquina e vidrar o máximo de peças cuja encomenda requeresse tal cor. Para tal, estas tabelas foram pensadas para serem atualizadas no fim de cada semana.

Tabela 8 - Plano de trabalho semanal de uma máquina de vidragem

PLANO DE TURNO	MÁQ.	COR	REFERÊNCIA	QTDD	ALERTAS
2 ^a					
3 ^a					
4 ^a					
5 ^a					
6 ^a					

Na 2ª coluna colocou-se o sistema de garantia da qualidade (tabela 5), com o mesmo intuito que na conformação, para que os operadores sintam que estão a exercer um trabalho de responsabilidade, tendo impacto em toda a equipa. Este permite separar a secção pelas máquinas e rodas e marcar penalidades caso alguma anomalia aconteça e prejudique a qualidade das peças ou rejeição ineficiente de defeitos.

Como não podia deixar de estar presente, a agenda da reunião (figura 23) foi de uma importância tal, pois permitem guiar as equipas da reunião pelo seguimento dos temas a abordar, bem como as horas das reuniões e composição das equipas. É de recordar que este documento permanece inalterado.



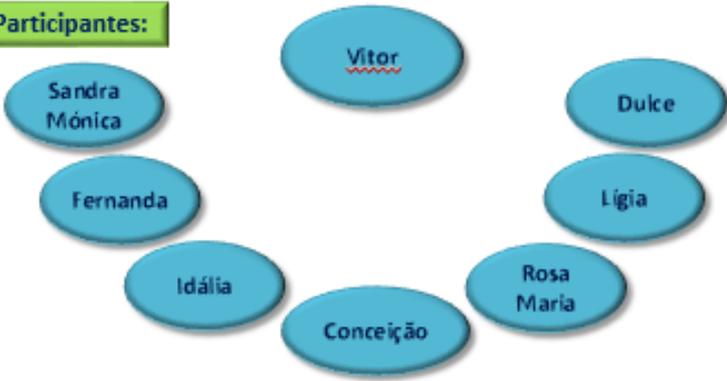
Kaizen Diário – Vidragem

Horário:

Frequência: Todos os dias

Horário normal: 8:00h

Participantes:



Agenda:

1. **PLANO DE TRABALHO (3')**
 - Referências de hoje;
 - Especificações EQ/ Procedimentos;
 - Alertas de hoje

2. **INDICADORES (4'):**
 - Principais defeitos de ontem;
 - Rejeição na escolha final de há uma semana;
 - Referências no "Carro da Qualidade"

3. **PLANO DE AÇÕES (2')**
 - Verificar evolução das ações em curso;
 - Levantamento de novas ações

Figura 23 - Agenda da reunião kaizen na vidragem

Pela observação do Anexo II, a contabilização dos dias sem acidentes (figura 15), atualizada diariamente, aparece imediatamente abaixo.

A 3ª coluna inicia com a análise na vertical dos principais defeitos nos dias da semana corrente e por máquina (tabela 9), seguida pela percentagem de rejeição da escolha final dos dias da semana imediatamente anterior e por tipo de peças (tabela 10).

Tabela 9 - Principais defeitos da semana na vidragem

PRINCIPAIS DEFEITOS DA SEMANA

	MÁQUINA 1	MÁQUINAS 2 e 3	MÁQUINAS 4 e 5	RODAS 1 e 2
2ª				
3ª				
4ª				
5ª				
6ª				

A tabela 10 tem a novidade de conter duas colunas com o resumo das semanas anteriores, de forma a dar a conhecer um pouco da evolução da rejeição na escolha final, bem como o valor de percentagem de rejeição aceitável para cada peça na escolha final.

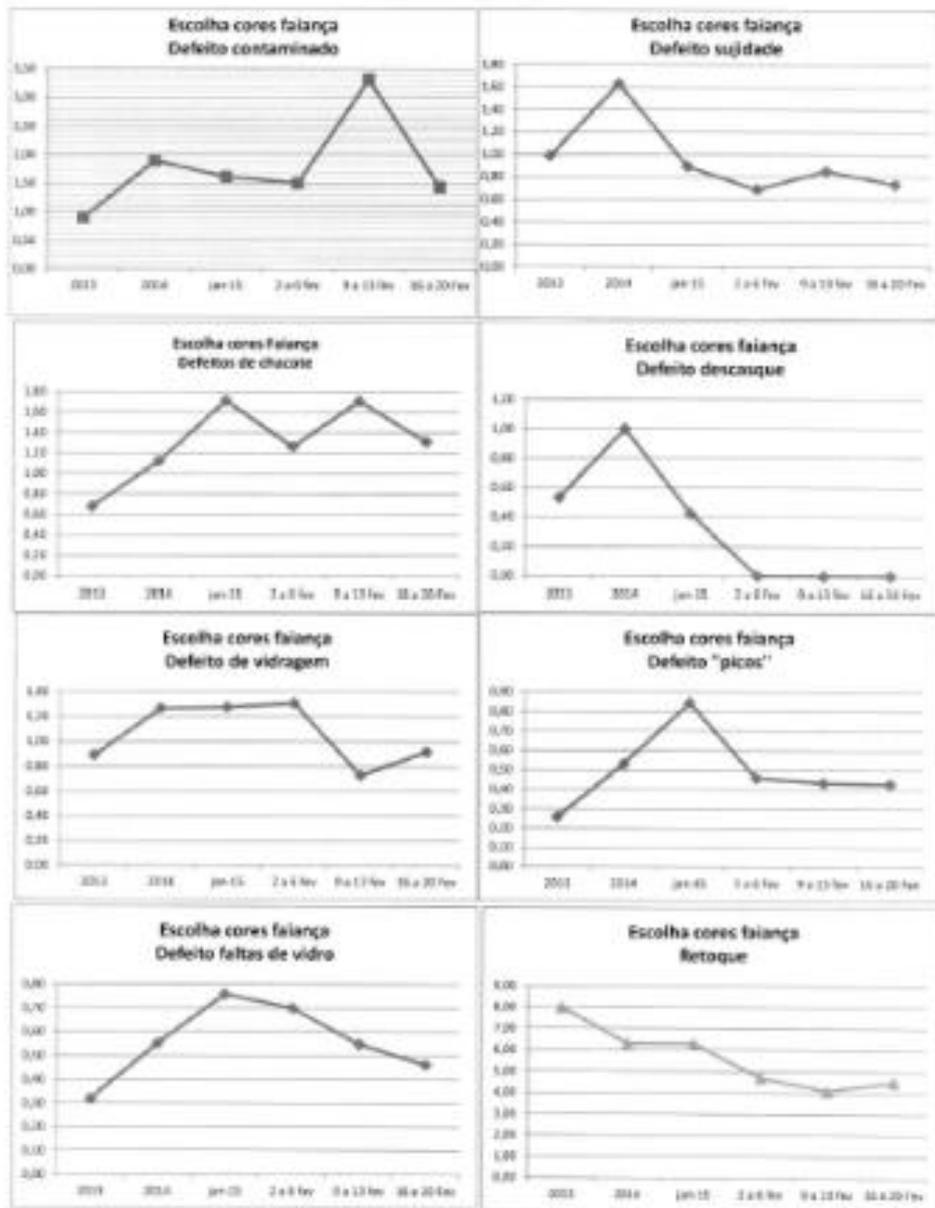
Tabela 10 - % Rejeição na escolha final por tipo de peça

% REJEITADAS NA ESCOLHA FINAL (n.º rejeitadas/n.º escolhidas)x100

	Obj.	SEMANA -2	SEMANA -1	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª
CHAVENAS								
ENCHIMENTO								
PIRES								
PRATOS								
SAL/PR.BASE								
TIGELAS								
TRAVESSAS								

A coluna termina com a apresentação da evolução dos defeitos mais relevantes ao longo do processo (figura 24) e que estão sob controlo do departamento da tecnologia e qualidade da empresa. Este foi um avanço face à conformação, onde se tentou introduzir um documento gerado pela fábrica com informação relevante. Neste caso, achou-se por bem a escolha deste documento, por ser bastante completo e bem representativo, visto recorrer ao auxílio de gráficos.

Evolução dos defeitos na escolha final faiança em 2014



act

Figura 24 - Evolução dos principais defeitos na escolha final em percentagem

A última coluna apresenta gráficos representativos dos valores da produção dos dias da semana corrente (figura 25) – boas, refugo, paragens e ineficiência -, atualizados diariamente e em peças.

Análise Produtividade Máquinas Vidragem – Semana 10

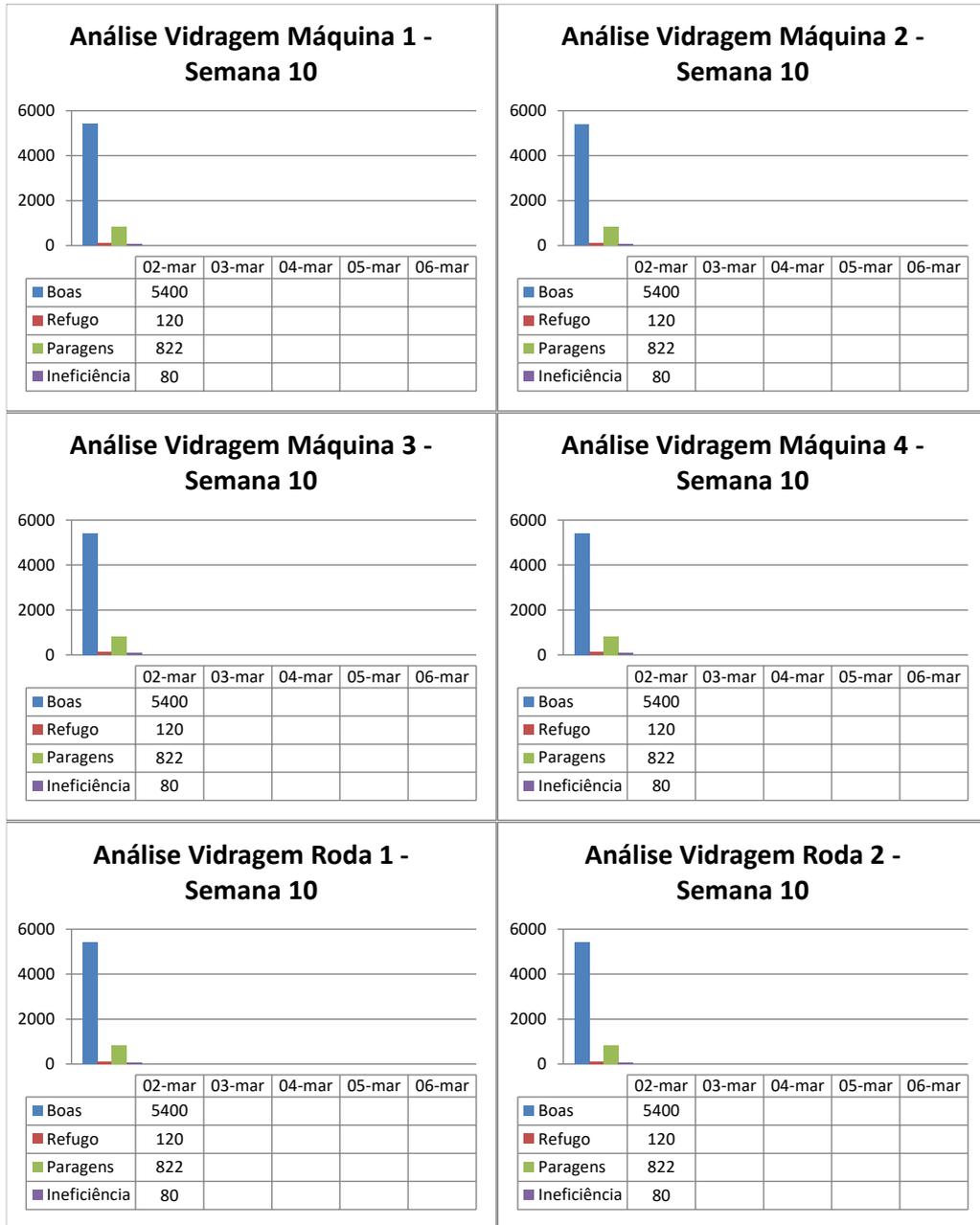


Figura 25 - Análise dos indicadores da produção das máquinas na vidragem (valores em unidades)

A figura 26 mostra a evolução do OEE da secção e das equipas, gráficos corrigidos mensalmente.

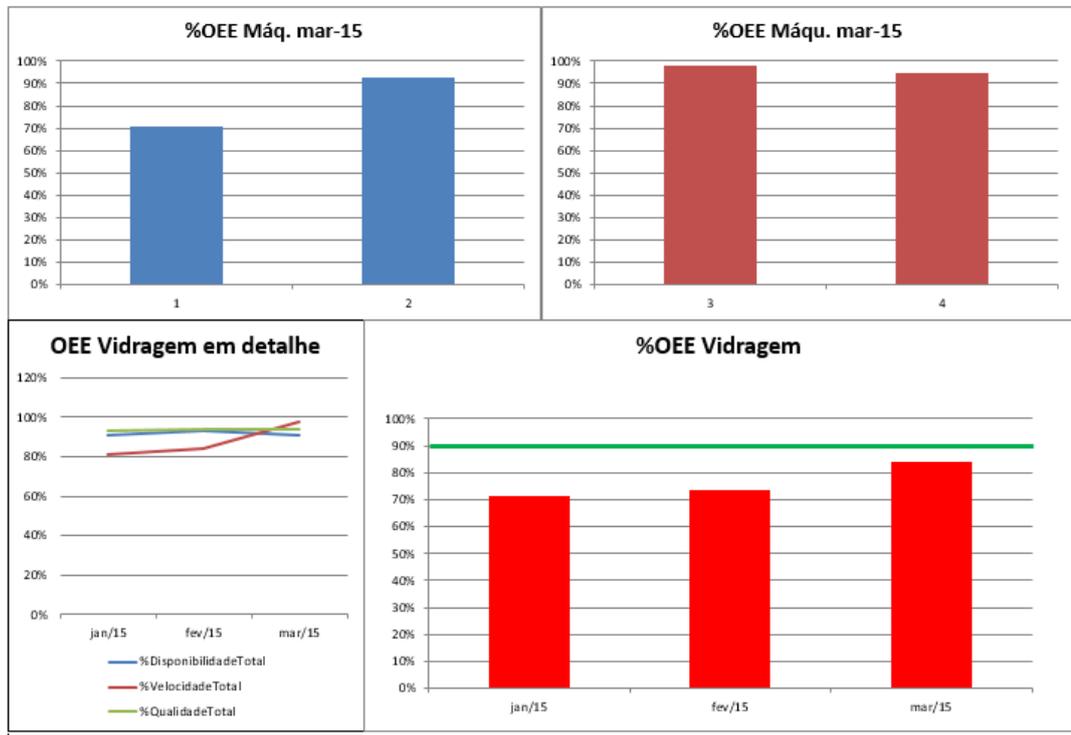


Figura 26 - Análise do OEE da vidragem em detalhe

Por fim, é tratado o ciclo PDCA (figura 20) para acompanhar as ações sugeridas pelos operadores referentes à secção da vidragem, através do preenchimento dos cartões desenvolvidos para o efeito (figura 21). No Anexo II é exibido o quadro *kaizen* desenvolvido para a vidragem.

4.5.3. Início e acompanhamento das reuniões

Analisada a situação da vidragem e tendo em conta a dinâmica da secção, foi possível criar apenas duas equipas, partilhando o mesmo quadro, devido ao facto das várias máquinas poderem vidrar mais do que um tipo de peça. Estipulou-se iniciar a reunião de uma equipa às 8h e a outra às 10h10min.

Na primeira reunião procedeu-se à integração da secção no projeto através do esclarecimento dos objetivos e fundamentos do projeto e a importância da participação de todos, finalizando-se com a explicação de cada gráfico e tabela presentes no quadro.

As reuniões seguintes foram dirigidas pelo gestor do projeto durante duas semanas. No início da terceira semana, foi proposto aos elementos das equipas que dirigissem as reuniões seguintes alternadamente, sendo acompanhadas por elementos da equipa do projeto, de forma a garantir os procedimentos, tempo e esclarecimento de algumas dúvidas que pudessem surgir no momento.

4.6. 5's na limpeza do fim de turno

A máquina de Pratos foi a única a beneficiar da implementação da ferramenta 5'S, por se ter considerado a mais importante da fábrica, devido à capacidade produtiva que possui.

Aplicando o método, num primeiro instante, esvaziaram-se as gavetas das mesas e dos armários deste posto, tendo selecionado para se manterem neste local, apenas as ferramentas e os materiais de auxílio à produção. Foi retirado o excesso de materiais com o mesmo fim e lavados antes de serem arrumados.

De seguida, arranjam-se soluções de arrumação mais específicas para esses materiais nos armários próximos da máquina, identificando o local para cada tipo de ferramenta e até mesmo desenhos no chão para arrumar os carros transportadores de peças por forma a libertar o corredor para uma boa circulação de máquinas e pessoas. Foram igualmente disponibilizados contentores devidamente identificados com a sua finalidade.

Posteriormente, foi feito um trabalho de formação com os operadores da máquina em manter o posto de trabalho limpo e organizado.

Foi então desenvolvido um documento que padroniza os últimos 15 minutos de trabalho, dedicados à limpeza, que foi partilhado entre os operadores da máquina.

Por fim e de modo a garantir a continuidade desta ferramenta, foi feito um compromisso com os operadores da máquina de Pratos em como ficariam responsabilizados por manterem o seu posto de trabalho limpo e organizado, tendo de aplicar a limpeza padronizada todos os dias.

Por ter sido uma das paragens mencionadas numa das reuniões *kaizen* da equipa da conformação, achou-se interessante atuar sobre esta causa, de forma a reduzir a duração da limpeza nas restantes máquinas.

Foram então observadas todas as atividades e deslocações dos operadores aquando do momento da limpeza das máquinas, tendo sido recolhidos os dados da tabela 11 para a máquina Automática 1.

Depois de analisar as tarefas essenciais para manter o espaço de trabalho limpo e organizado, identificaram-se as tarefas comuns a algumas máquinas, tendo excluído aquelas que não eram necessárias, ou que podiam ser feitas externamente, e procedeu-se à normalização, de modo a que não variasse o procedimento entre máquinas, pois facilita a adaptação de um operador que não esteja habituado à máquina. Desta forma tenta garantir-se uma redução do tempo de limpeza. A movimentação dos operadores nesta tarefa foi igualmente observada e estudada para anexar atividades que possam ser praticadas em determinado local da máquina e

avançar para atividades seguintes sem que seja necessário voltar atrás, para minimizar as deslocções na limpeza. A figura 27 é uma sugestão de modo operatório na limpeza da máquina Automática 1, que pode igualmente ser aplicada na Automática 2, Mista, Pratos e Pires, que teve por base o documento inicial de limpeza da máquina de pratos.

Tabela 11 - Cronometragem da limpeza de fim de turno da Automática 1

Atividades	Duração (min)
Para a fieira	0.2
Pega na manta e molha	0.2
Tapa entrada da pasta	0.4
Calça luvas e corta pasta em excesso	0.2
Pega na pistola de ar comprimido	0.2
Sopra calibradores e panelas	1
Arruma pistola	0.2
Varre junto dos calibradores	2
Desaperta contador do vácuo	0.2
Retira grade das panelas	0.2
Limpa filtro das panelas	1
Limpa-se com a pressão de ar	0.5
Tornar a apertar o contador	0.2
Torna a colocar grade nas panelas	0.2
Preenche folha de registo	5
Apanha o lixo do chão do acabamento e do corredor central	3
Vai buscar peças com defeito e junta com aparas	2
Observa o acabamento	0.5
Retira cartão do carro das aparas limpas e coloca na palete dos cartões	0.5
Move mesa do acabamento	0.3
Retira o carro das aparas e coloca-o a par da entrada de pasta na máquina	0.5
Leva aparas limpas para o parque	3
Volta para a máquina e coloca o carro no sítio	3
Corta energia geral	0.2
	24.7

O mesmo processo foi tido em conta para as restantes máquinas da conformação, a Gigante e Novoroll que, por terem características diferentes das anteriores, têm uma MO (modo operatório) específica à sua limpeza no fim de turno que pode ser consultada no Anexo III.

Modo Operatório Conformação

Paragem Final de Turno

Máquinas Automática 1, Automática 2, Mista, Pires e Pratos

INÍCIO: Quando faltarem cerca de 15 minutos para o final do turno (18 minutos para a máquina de Pires).

1) 1'

1.1. Desligar feira, cobrir e cortar a pasta à saída.

2) 4'

2.1. Possuir o aspirador à disposição e aspirar o tapete junto dos calibradores (tarefa diária à Máquina de Pires, uma vez por semana nas restantes).

3) 6'

3.1. Retirar as formas das painéis para soprar os filtros de vácuo;

3.2. Retirar a rede inferior do motor para soprar os filtros do vácuo por baixo;

3.3. Soprar os calibradores e o tapete com a mangueira de ar comprimido;

3.4. Repor 3.3. e 3.2. e recolher a mangueira de ar comprimido.

4) 5'

4.1. Desligar o quadro elétrico e operador de acabamento inicia a limpeza das máquinas de acabamento;

4.2. Preencher ficha de registos de produção (FR204).

5) 3'

5.1. Limpar o chão do posto de trabalho.

Figura 27 - Modo Operatório para limpeza do posto de trabalho das máquinas automática 1, 2, mista, pires e pratos

O Modo Operatório é um documento que a empresa desenvolveu para estar junto dos postos de trabalho a fim de auxiliar os operadores. Desse modo, propõe-se um novo MO (figura 27) que menciona as tarefas essenciais para a limpeza do posto de trabalho no fim de turno e o tempo esperado para cada uma.

4.7. SMED na mudança de formas

A mudança de formas é a paragem que mais impacto tem na conformação. Deste modo decidiu-se abordar este procedimento e estudá-lo de modo a encurtar o tempo dedicado a esta atividade. A máquina escolhida foi a Gigante, por ser a que mais tempo consome na alteração de *setup*. Foi então observada uma troca de ferramenta onde se cronometraram todas as atividades deste procedimento. Estes valores podem ser consultados na tabela 12, na coluna tempo sem melhoria. Através das descrições detalhadas dos diversos passos a seguir na troca de ferramenta desta máquina, foi utilizada a ferramenta SMED. Para tal, foi preciso separar as atividades que podiam ser executadas com a máquina em funcionamento e aquelas que obrigavam a paragem da produção. Deste modo, as únicas tarefas que podiam ser praticadas com a máquina em funcionamento eram a procura pelas ferramentas e EQ (especificação da qualidade que possui as características técnicas da peça). A procura pelo calibrador da máquina ou porta-paletes não se colocava em causa por estar estacionado próximo desta máquina. O transporte dos moldes para junto da máquina já era praticado pelo chefe de secção. Assim, ficou combinado com o chefe de secção de deixar as ferramentas junto da máquina, sempre que tivesse próximo de mudar, bem como a EQ da peça pronta para consulta. Contudo, a caixa das ferramentas estar próximo da troca não era o suficiente devido à má organização desta. Foi então proposto a organização das ferramentas e parafusos utilizados em trocas de *setup* para mais fácil reconhecimento da ferramenta no imediato.

Visto que nem todos os operadores se sentiam à vontade em fazer mudanças nesta máquina, criou-se um documento que auxiliasse de forma visual os passos a efetuar durante esta troca, a fim de ser normalizado para que futuros operadores conseguissem visualizar melhor os procedimentos (consultar Anexo IV).

Outra sugestão conseguida junto da equipa do projeto numa das reuniões *kaizen* semanais foi a de efetuar o aperto e desaperto de parafusos com o recurso a uma máquina apropriada.

Reunidas as condições para uma nova troca de ferramentas, foi possível obter os resultados da coluna tempo com melhoria da tabela 12.

É importante referir que, nas duas trocas de ferramenta observadas, ambas sofreram avarias durante o processo com recurso à intervenção da manutenção, mas não foram contabilizadas. As mudanças de *setup* foram executadas por operadores diferentes, o que poderia gerar algum conflito em algumas operações, nomeadamente na segunda observação, em que foi

detetada alguma demora na escolha do tamanho ou tipo de ferramentas a utilizar na afinação do calibrador. A primeira observação foi na troca de uma peça maior para uma menor, já a segunda foi o inverso.

Tabela 12 - Cronometragem de tempos na mudança de ferramenta na Gigante

Atividades	Tempo sem melhoria (min)	Tempo com melhoria (min)
Procura ferramentas	5	0
Retira molde da panela	2	2
Desaperta panela	2	0.6
Troca por nova panela	2	2
Aperta parafuso da panela	2	0.6
Tira palheta	0.5	0.5
Coloca pasta	0.5	1
Baixa o calibrador	0.5	0.5
Desaperta parafusos do calibrador	5	2
Transporta porta-paletes	2	2
Alinha porta-paletes com máquina	2	2
Sobe às pinças	1	1
Move calibrador para o porta-paletes	3	1
Move calibrador para a mesa	2	1
Troca de calibrador	1	1
Posiciona o porta-paletes com a máquina	2	2
Coloca calibrador na máquina	3	2
Aperta parafusos do calibrador	5	3
Coloca forma	2	2
Procura/consulta EQ	12	4
Afina calibrador	15	43
Coloca e afina palheta	5	2
Limpa calibrador com lixa	3	3
Afina fieira	2	2
Efetua 1º teste	0.5	0.5
Ajusta	180	120
Inicia produção	0	0
Totais	258	198

5. Análise de Resultados

Graças ao envolvimento dos operadores da conformação e vidragem no projeto *kaizen*, foi possível obter informação de ambas as realidades e transportá-la em sistema para ser tratada. Sem este passo, nada seria possível de medir ou comparar. O controlo dos registos abriu espaço à entrada de novas possibilidades de trabalho na empresa.

Relativamente à implementação da melhoria contínua na conformação, podemos observar através do indicador OEE (figura 28) que esta secção obteve melhorias no global, não tendo conseguido alcançar o objetivo dos 75% de OEE em grande parte prejudicada pela equipa das máquinas de Pratos e de Pires. Um dos motivos que influenciou a *performance* da máquina da Pratos foi o facto de se ter produzido muito refugo de uma encomenda de um prato algo complicado de se produzir. Contudo, um OEE de 72% ficou muito próximo. Analisando os parâmetros do indicador ao detalhe (figura 29), pode registar-se que a qualidade tem vindo a crescer, devido ao esforço feito nas reuniões por controlar os defeitos. A disponibilidade aumentou, em parte pelo trabalho feito na secção da conformação na redução das paragens desnecessárias, através de alertas na mudança de ferramentas, controlo do tempo de limpeza e melhor organização do espaço de trabalho. A velocidade sofreu uma descida por se ter tido uma máquina (pratos) a trabalhar a um ritmo mas lento para se controlar os defeitos, tendo estabilizado nos meses seguintes.

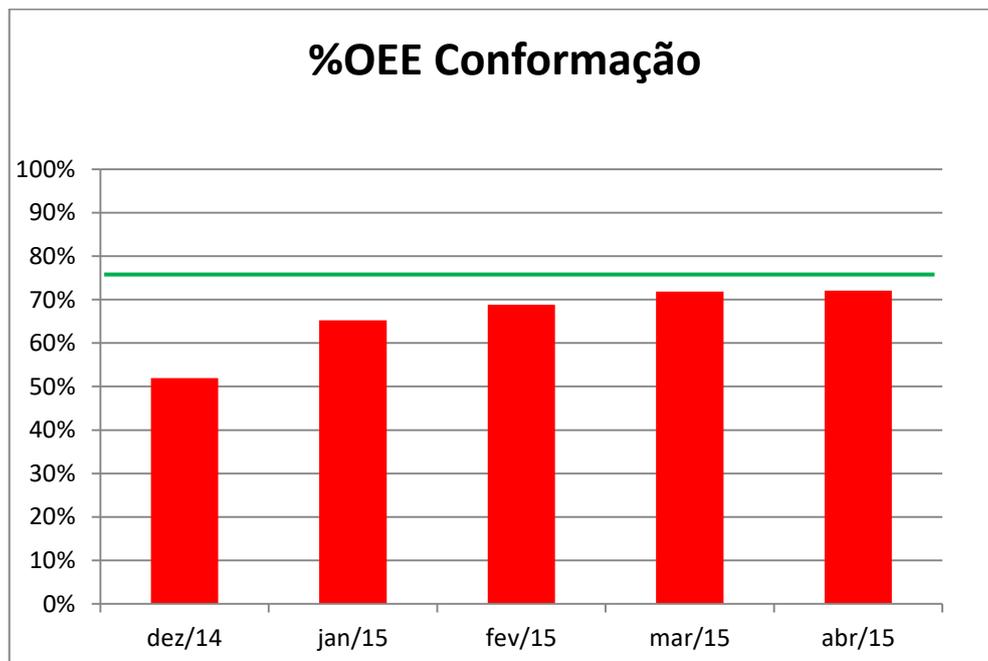


Figura 28 - % OEE Conformação Dez/14-Abr/15

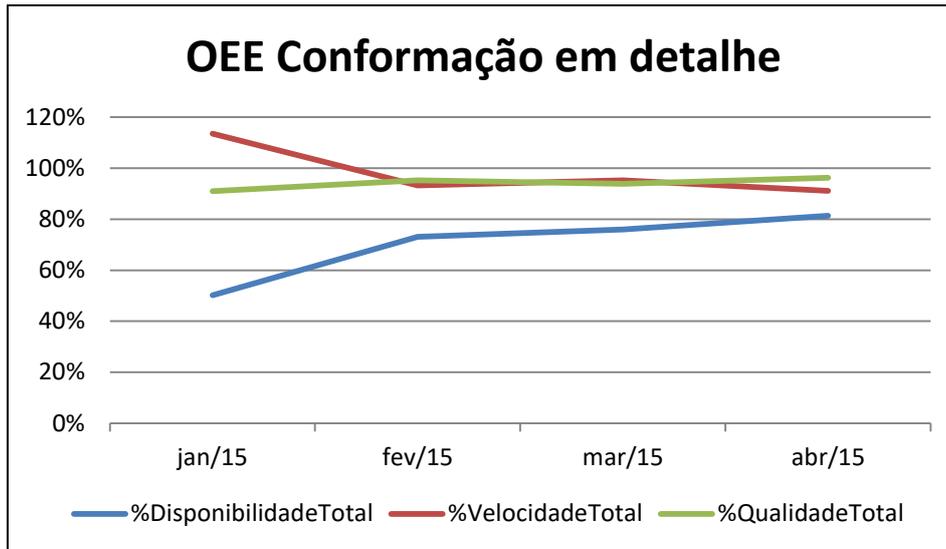


Figura 29 - Análise da evolução dos fatores do OEE da conformação de Jan/15 a Abr/15

É importante ressaltar o contributo que a organização dos espaços de trabalho e estruturação da limpeza do posto de trabalho teve na disponibilidade das máquinas, de forma a atingir a sua máxima ocupação. A ferramenta 5'S mostrou-se assim uma mais-valia porque mantendo os espaços de trabalho limpos e arrumados, reduziu-se o tempo da procura de ferramentas para manutenção de 1º nível, os tempos de limpeza conseguiram-se ser encurtados e reduziu-se o risco associado a acidentes de trabalho que poderiam provocar a ausência de operadores em manter as máquinas em funcionamento.

Apoiando o crescimento do fator qualidade da figura 29, a figura 30 que reflete um decréscimo acentuado dos defeitos de chacote (associados à conformação) em direção ao objetivo de controlo para este defeito.

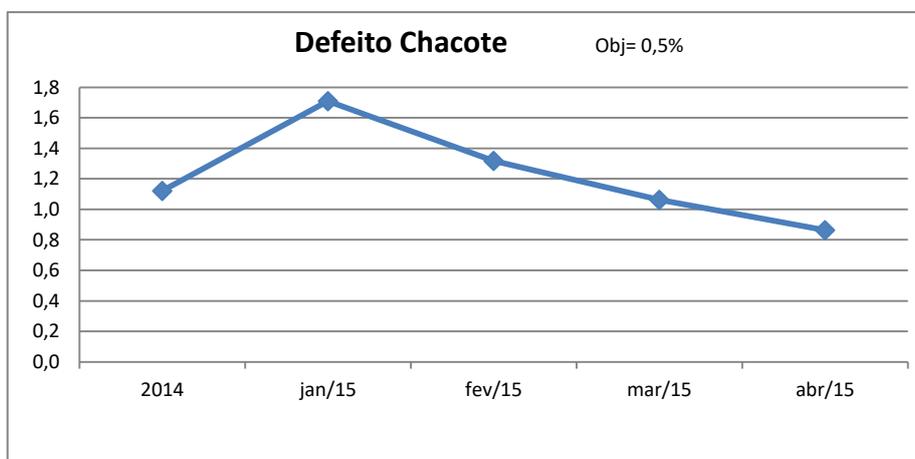


Figura 30 - Evolução defeito de chacote

Estes resultados positivos da conformação salientam o esforço por parte dos operadores em conseguir os melhores resultados para o projeto e por consequente para a fábrica.

Relativamente à mudança de *setup* na Gigante, os resultados alcançados foram significativamente melhorados na segunda observação, com a redução do tempo com ajuste da máquina nos testes de 180 minutos a 120 minutos, em parte auxiliado pela organização da caixa de ferramentas permitindo o acesso à ferramenta de forma mais intuitiva. O que ainda pode ser alvo de melhorias seria a afinação do calibrador, visto o operador não estar habituado a trabalhar naquela máquina, daí não se ter conseguido um valor ainda melhor na afinação. Contudo, conseguiram-se ganhos de tempo ao nível da procura da EQ e deslocação para adquirir ferramentas, visto já estarem disponíveis aquando do início da mudança. A aquisição da máquina de aperto e desaperto de parafusos revelou-se útil no ganho de alguns minutos.

Quanto à vidragem, através da observação dos gráficos no Anexo V, fornecidos pela responsável do departamento de tecnologia da fábrica, é possível observar uma tendência decrescente na maioria dos defeitos relativos à vidragem de Março para Abril, coincidente com o início da implementação do projeto *kaizen* na secção, o mês de Março.

Já a análise da evolução do OEE da secção (figura 31) mostra uma ligeira redução em Abril, penalizada pela máquina 3 que foi alvo de vidração de peças com tempo de ciclo superior ao habitual, contraindo por isso o fator velocidade em Abril como se pode ver na figura 32. A disponibilidade aumentou possivelmente pela melhor organização do planeamento das cores nas máquinas, que reduziu um pouco o número de paragens com mudanças de cor na vidragem. A qualidade manteve-se igual de Março a Abril. Contudo não foi alcançada a meta dos 90% de OEE.

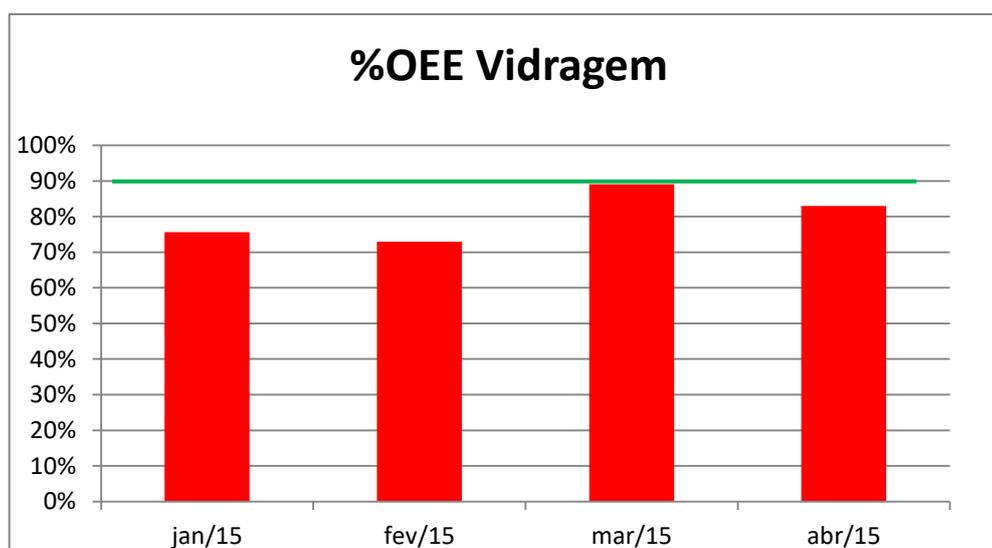


Figura 31 - Evolução do OEE na vidragem de Jan/15 a Abr/15

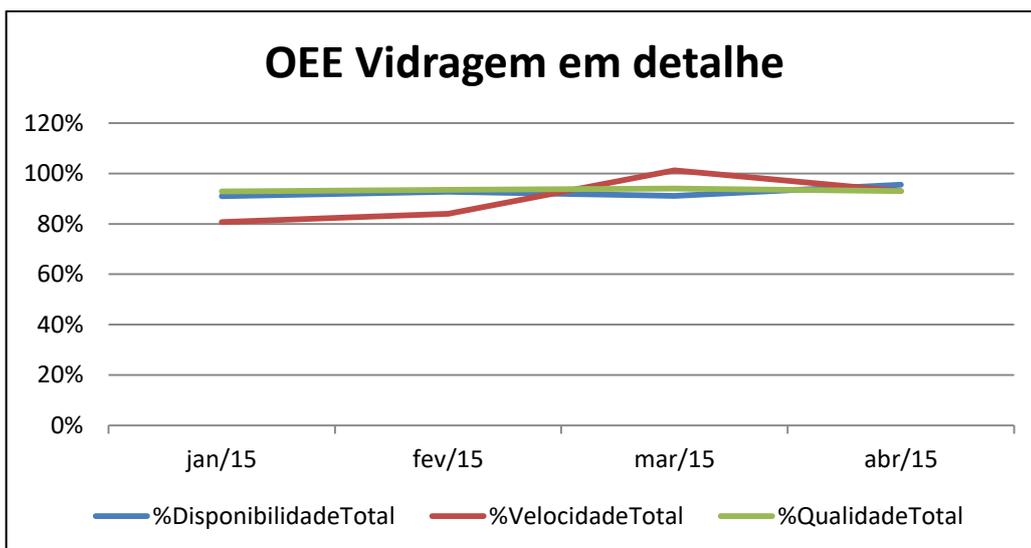


Figura 32 - Evolução dos fatores do OEE na vidragem

Quando analisada a qualidade na escolha final (figura 33), pode observar-se que a empresa se manteve a um nível de produção muito eficiente, visto ter proporcionado um aumento de peças boas e diminuição de refugos na escolha final, para valores bem diferentes quando comparados com 2014.

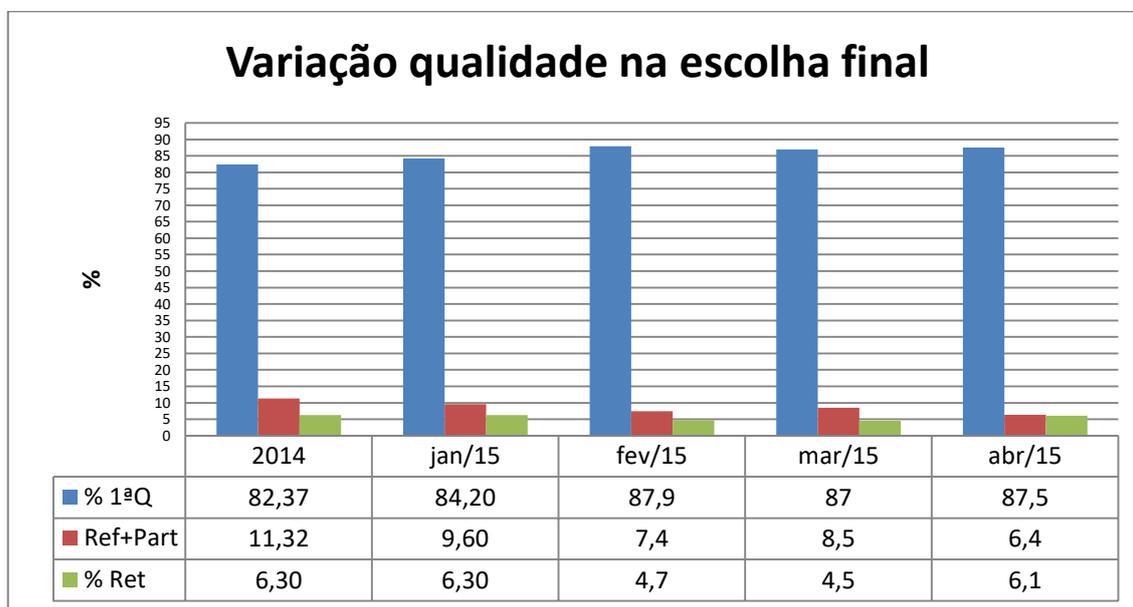


Figura 33 - Variação da qualidade na escolha final (em %)

Este panorama reflete o empenho de todos os envolvidos nos projetos *kaizen* na vidragem e conformação, pois sem a sua dedicação os resultados não seriam tão otimistas.

6. Conclusão

Com o presente trabalho foi possível aplicar algumas metodologias para otimização de resultados, com base melhoria contínua dos processos. Este plano revela assim que é possível superar os resultados através do estudo, controlo e inovação contínua nos processos de uma organização. Neste caso concreto, o principal objetivo era a implementação de um sistema de melhoria contínua na conformação e vidragem, tendo sido alcançado. Apesar de não se ter conseguido os objetivos de OEE em nenhuma das secções, os valores ficaram muito próximos.

É de mencionar a importância de envolver toda a fábrica num projeto como este, pois é fundamental que todos respirem um espírito de mudança e saibam que a empresa conta com eles para melhorar os seus processos, de modo a conseguir dar melhor resposta às necessidades dos seus clientes.

Através dos resultados divulgados pelo trabalho, é possível concluir que os quadros *kaizen* tiveram um impacto positivo tanto na conformação como na vidragem, por se ter conseguido reduzir o valor dos refugos e ter havido um maior aproveitamento de peças em conformidade.

A implementação dos quadros em ambas secções foi desafiante por se estar a lidar com pessoas de baixo grau académico (4º ano de escolaridade em alguns casos), sendo necessário uma maior dedicação na explicação de tabelas, quadros e análise de valores. Contudo, o facto dos operadores de máquinas terem conseguido concretizar as reuniões de turno de forma autónoma foi uma vitória para o projeto.

A análise inicial do OEE da conformação revelou que as máquinas não estavam a ser aproveitadas no seu todo. Analisando os parâmetros em separado, surgem oportunidades de melhoria na disponibilidade dos equipamentos. Tendo sido por aí conseguidos ganhos significativos em termos de minimização de desperdícios de tempo com atividades que não acrescentam valor.

A implementação da metodologia SMED apesar de bem-sucedida, pode ser alvo de novas melhorias. Nomeadamente, apostar mais na formação dos operadores e rotular as ferramentas e parafusos para uma agilidade ainda maior do operador. É de referir que a maioria das operações na mudança de ferramenta nestas máquinas têm de ser com a máquina parada, sendo eventualmente necessário um investimento maior para reduzir ainda mais os *setups* internos. Uma outra sugestão seria criar uma equipa de mudança de ferramenta que operasse em todas as máquinas ou pelo menos apoiar a mudança de ferramenta na Gigante e Novoroll, devido ao peso dos calibradores que têm de transportar com o auxílio de um porta-paletes. Ainda possível de

melhorar seria investir num transportador vocacionado para o efeito, que permitisse ao operador transportar os calibradores para a máquina de forma mais fácil e sem ter de subir e descer à máquina, sujeito a ter um acidente.

A implementação dos 5'S na máquina de Pratos foi bem aceite pelos operadores da máquina, aceitando o desafio sem hesitar. Este trabalho ajudou ao desenvolvimento de uma norma de limpeza, que aplicado nas restantes máquinas, conseguiu-se poupanças de tempo ao nível global.

De mencionar que a divisão dos quadros na conformação e respetiva divisão de equipas, veio instigar um sentido de competição saudável entre as mesmas, na luta pelo melhor resultado.

Na vidragem, foram igualmente conseguidas melhorias ao nível da redução de defeitos, nomeadamente os associados à vidragem, principal objetivo para a secção, e melhoria da *performance* traduzida pelo indicador OEE da secção, apesar de dois meses não ser suficiente para consolidar os resultados encontrados e atingir o objetivo.

No global, o projeto veio auxiliar a empresa a tornar-se mais eficiente e eficaz nos seus processos, e proporcionar um melhor nível de serviço aos seus clientes. Esta filosofia de pensamento veio portanto abalar as pessoas que estavam enraizadas na sua rotina, trazendo consigo um novo estímulo para maior compromisso com a empresa.

Em termos de trabalho futuro, é sugerida a ampliação o OEE a toda a organização, incluindo forno, embalagem e expedição, aplicar os 5'S nas restantes máquinas, bem como o SMED nas mudanças de ferramenta das outras máquinas da conformação e até mesmo na vidragem. Outra prospeção de trabalho seria adotar novamente o sistema de gestão da qualidade com compensações para as equipas que conseguissem superar os objetivos, por formar a motivar ainda mais as equipas.

7. Bibliografia

Abu, F., Gholami, H., Saman, M. Z. M., Zakuan, N., Streimikiene, D.. (2019). *The implementation of lean manufacturing in the furniture industry: A review and analysis on the motives, barriers, challenges, and the applications*. Journal of Cleaner Production, 234(2019), 660-680.

Andrade, R. A. M.. (2013). *Qualidade como fator estratégico: abordagem da melhoria contínua e ciclo PDCA*. (Unpublished master's thesis). Centro Universitário Eurípides de Marília, São Paulo.

Arlbjorn, J. S., Freytag, P. V.. (2013). *Evidence of Lean: A review of international peer-reviewed journal articles*. European Business Review, 25(2), 174-205.

Baghbani, M., Iranzadeh, S., Khajeh, M. B.. (2019). *Investigating the relationship between RPN parameters in fuzzy PFMEA and OEE in a sugar factory*. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 60(2019), 221-232.

Caetano, D. R. M.. (2014). *Indicadores de desempenho do controlo metrológico na simoldes-mds*. (Unpublished master's thesis). Universidade de Aveiro, Aveiro.

Campos, L. M. S.. (2013). *Lean manufacturing and six sigma based on brazilian model "PQN": An integrated management tool*. International Journal of Lean Six Sigma, 4(4), 355-369.

Courtois, A. et al.. (2006). *Gestão da Produção*. 5ª Edição. Lisboa: Lidel. ISBN 9727573983.

Couto, R. J. A.I. (2008). *Estudo de implementação do método SMED e do método de Taguchi no processo de injeção de plásticos*. (Unpublished master's thesis). Instituto Superior Técnico, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.

Dal, B. et al.. (2000). *Overall Equipment effectiveness as a measure of operational improvement*. International Journal of Operations & Production Management, 20(12), 1488-1502.

Garvin, D. A..(1988). *Managing quality: the strategic and competitive edge*. 1ª Edição. New York: Harvard Business School. ISBN 0029113806.

Godinho Filho, M. e Fernandes, F. C. F.. (2004). *Manufatura Enxuta: Uma revisão que classifica e analisa os trabalhos apontando perspectivas de pesquisas futuras*. Gestão & Produção, 11(4), 1-19.

- Goyal, Ankur, Agrawal, Rajat, Saha, C. R.. (2019). *Quality management for sustainable manufacturing: Moving from number to impact of defects*. Journal of Cleaner Production, 241(118348), 1-15.
- Holweg, M.. (2007). *The genealogy of lean production*. Journal of Operations Management, 25(12), 420-437.
- Imai, M.. (1986). *Kaizen – The key to Japan’s Competitive Success*. 1ª Edição. Nova Iorque: McGraw Hill. ISBN 007554332X.
- Johnson, H., Kaplan, R.. (1987). *Relevance Lost: The rise and fall of Management Accounting*. Harvard Business School Press, 68 (7), 22-30.
- Korkut, D. S. et al.. (2009). *5S activities and its application at a sample company*. African Journal of Biotechnology, 8 (8), 1720-1728.
- Liker, J. K.. (2004). *The Toyota Way: 14 management principles from the world’s greatest manufacturer*. 1ª Edição. Nova Iorque: McGraw Hill. ISBN 0071392319.
- Liu, M. L. Y.. (2006). *Library as place: Implementation of 5-s system*. Journal of East Asian Libraries, 139 (12).
- Maarof, M. G., Mahmud, F.. (2016). *A Review of Contributing Factors and Challenges in Implementing Kaizen in Small and Medium Enterprises*. Procedia Economics and Finance, 35, 522-531.
- Mântua, A. A. et al.. (2007). *Cerâmica*. 1ª edição. Instituto dos Museus e da Conservação. ISBN 9789727763276.
- Martins, G. H. et al.. (2016). *Implementação do programa 5S no setor de manutenção: um estudo de caso na indústria de embalagens no Brasil*. Journal of Lean Systems, 1 (2), 57-74.
- Melton, T.. (2005). *The benefits of Lean Manufacturing: What Lean Thinking has to Offer the Process Industries*. Chemical Engineering Research and Design, 83 (6), 662-673.
- Nakajima, S.. (1989). *Introduction to TPM*. 11ª Edição. Cambridge: Productivity Press. ISBN 9780915299232.

Nisikava, Sílvia. (2013). *Identificação de boas práticas e dificuldades do SMED aplicado em uma indústria do ramo de cosméticos*. (Unpublished master's thesis). Universidade Estadual Paulista, São Paulo.

Osada, T.. (1991). *The 5S's: five keys to a Total Quality Environment*. Quality Resources. ISBN 9283311167.

Pellegrini, S. et al.. (2012). *Study and Implementation of Single Minute Exchange of Die (SMED) Methodology in a Setup Reduction Kaizen*. International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, 3 (6), 2353-2363.

Pietrzak, M. et al.. (2015). *Framework of Strategic Learning: The PDCA Cycle*. Management, 10 (2), 149-161.

Pires, A. R.. (2012) *Sistemas de Gestão da Qualidade – Ambiente, Segurança, Responsabilidade Social, Indústria, Serviços, Administração Pública e Educação*. 1ª Edição. Lisboa: Edições Sílabo. ISBN 9789726186632.

Sangpikul, Aswin. (2017). *Implementing academic service learning and the PDCA cycle in a marketing course: Contributions to three beneficiaries*. Journal of Hospitality, Leisure, Sport & Tourism Education, 21(Part A), 83-87.

Santos, A. G.. (2010). *Controlo e monitorização da eficiência de uma linha de montagem*. (Unpublished master's thesis). Universidade de Aveiro, Aveiro.

Santos, A. e Santos, M.. (2007, Outubro). *Utilização do indicador de eficácia global de equipamento (OEE) na gestão de melhoria contínua do sistema de manufatura – um estudo de caso*. Paper session presented at the XXVII ENEGEP. Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Foz do Iguaçu, Brasil.

Sawhney, R.. e Chason, S.. (2005). *Human behavior based exploratory model for successful implementation of lean enterprise in industry*. Performance Improvement Quarterly, 18 (2), 76-96.

Shingo, S.. (1985). *A revolution in manufacturing: the SMED system*. Cambridge: Productivity Press. ISBN 0915299038.

Shingo, S.. (1996). *O sistema Toyota de produção: do ponto de vista da engenharia de produção*. 2ª Edição. Porto Alegre: Bookman. ISBN 8573071699

- Silva, P. M. et al.. (2014). *A utilização prática do PDCA e das ferramentas da qualidade como provedoras intrínsecas para melhoria contínua nos processos produtivos em uma indústria têxtil*. Revista Organização Sistêmica, 6 (3), 39-55.
- Slack, N. et al.. (2002). *Administração da produção*. 2ª Edição. São Paulo: Atlas. ISBN 8522432503.
- Sousa, E., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., Pereira, M. T., Gouveia, R., Silva, R. P.. (2018). *Applying SMED methodology in cork stoppers production*. Procedia Manufacturing, 17(2018), 611-622.
- Souza, R. C. et al.. (2011). *O Ciclo PDCA e DMAIC na melhoria do processo produtivo no setor de fundição: um estudo de caso da empresa Deluma Indústria e Comércio Ltda*. (Unpublished master's thesis). Faculdade Anchieta, Paraná. Retrieved from https://www.engwhere.com.br/empreiteiros/ciclo_PDCA_e_DMAIC.pdf
- Tsarouhas, P.. (2007). *Implementation of total productive maintenance in food industry: a case study*. Journal of Quality in Maintenance Engineering, 13 (1), 5-18.
- Valente, F. D. S.. (2012). *Melhoria da Disponibilidade dos Equipamentos para o Aumento do OEE*. (Unpublished master's thesis). Universidade de Aveiro, Aveiro.
- Vista Alegre. (2014). *Produtivo Faiança*. Revisão 8. Vista Alegre. Aveiro.
- Werkema, C.. (2006). *Lean Seis Sigma – Introdução às ferramentas do lean manufacturing*. 1ª Edição. Belo Horizonte: Werkema Editora. ISBN 8598582042.
- Womack, J. P. e Jones, D. T.. (2003). *Lean Thinking – Banish waist and create wealth in your corporation*. 2ª Edição. Nova Iorque: Free Press. ISBN 9780743249270.

Anexo I

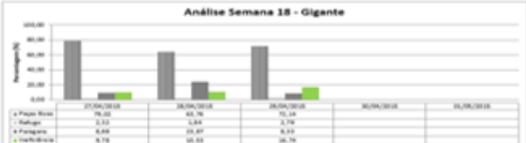
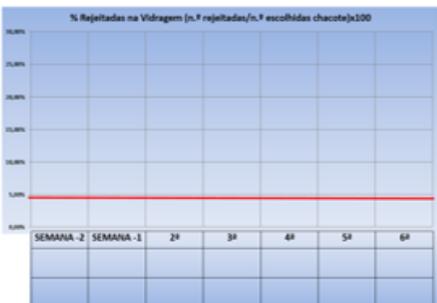
KAIZEN DIÁRIO – EQUIPA 1 CONFORMAÇÃO

Equipa ____ Sistema de Garantia da Qualidade

	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª

PRINCIPAIS DEFEITOS DA SEMANA

	GIGANTE	NOVOROL
2ª		
3ª		
4ª		
5ª		
6ª		



GIGANTE

PLANO DE TRABALHO	Identificação	OPM	PLANO DE TRABALHO	Identificação
2ª				
3ª				
4ª				
5ª				
6ª				

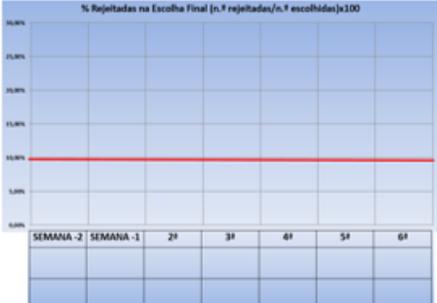
Kaizen Diário – Conformação

Horários: Freqüência: Todos os dias
Horário normal: 8:00h
Horário por turnos: 6:00h e 13:30h
Duração: 9 minutos

Participantes: João, Sérgio, Artur

Agenda:

- PLANO DE TRABALHO (3*)**
 - Referências;
 - Especificações EQ/ Procedimentos;
 - Alertas
- INDICADORES (4)**
 - Qualidade;
 - Referências no "Cano da Qualidade"
- PLANO DE AÇÕES (2)**
 - Verificar evolução das ações em curso;
 - Levantamento de novas ações.



ESTAMOS HÁ [] DIAS SEM ACIDENTES!

O NOSSO RECORDE É DE [] DIAS.

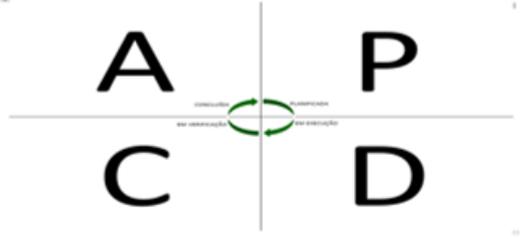


Figura 34 - QUADRO KAIZEN CONFORMAÇÃO EQUIPA 1

Anexo II

KAIZEN DIÁRIO – VIDRAGEM

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				
12				

08				
09				
10				
11				

Anexo III

Modo Operatório Conformação

Paragem Final de Turno

Máquinas Gigante e Novorol

INÍCIO: Quando faltarem cerca de 12 minutos para o final do turno (18 minutos se o ponto 2 for executado).

1) 1'

- 1.1. Desligar o quadro elétrico;
- 1.2. Desligar fieira, cobrir e cortar a pasta à saída.

2) 6'

(As tarefas deste ponto devem ser efectuadas uma vez por semana)

- 2.1. Retirar as formas das panelas para soprar os filtros de vácuo;
- 2.2. Retirar a proteção do motor para soprar os filtros do vácuo por baixo;
- 2.3. Soprar os calibradores e o tapete com a mangueira de ar comprimido;
- 2.4. Repor 2.3. e 2.2. e recolher a mangueira de ar comprimido.

3) 5'

- 3.1. Preencher ficha de registos de produção (FR204).

4) 3'

- 4.1. Limpar máquinas de acabamento.

5) 3'

- 5.1. Limpar o chão do posto de trabalho.

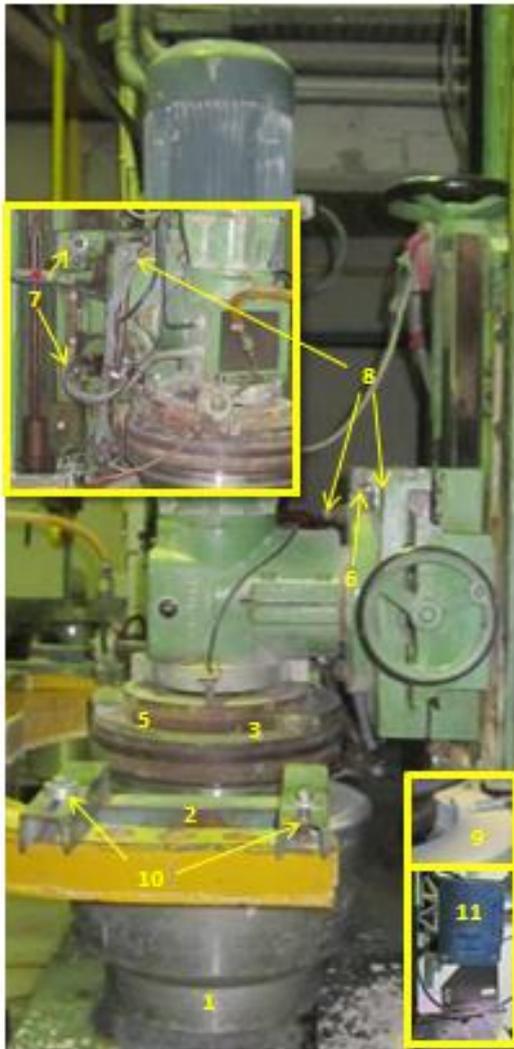
Figura 36 - Modo operatório limpeza de fim de turno Gigante e Novoroll

Anexo IV

Instrução de Trabalho para Mudança de Moldes/Referência

-Gigante-

Antes de proceder à mudança, é preciso verificar se possui no posto a EQ da peça, as ferramentas necessárias, as novas formas, pasta, a nova panela e o novo calibrador;



1. Trocar a panela desparafusando os parafusos interiores;
 2. Subir o calibrador, colocar um apoio (tábua de madeira) sobre a panela com uma bolacha de pasta ao centro;
 3. Descer cabeça e desapertar parafusos do calibrador;
 4. Efetuar a troca de calibradores com o auxílio de um porta-paletes;
 5. Descer a cabeça para apertar os parafusos do calibrador;
 6. Afinar rotação: desapertar parafusos e rodar o calibrador no ângulo pretendido;
 7. Afinar fundo: desapertar os parafusos, rodar volante superior e apertar novamente;
 8. Afinar espessura: desapertar os parafusos, rodar volante lateral e apertar novamente;
 9. Afinar o cortador: de modo que não passe o interior da forma;
 10. Afinar pinças: desparafusar, regular e aparafusar pinças;
 11. Afinar fieira: regular o sensor da fieira;
- Efectuar um teste para verificar se as dimensões da peça estão de acordo com a EQ;
- Repetir 6, 7 e 8 até que o teste entre em

conformidade com a EQ;

Iniciar a produção com Operador 2 a trocar as formas usadas à saída do secador pelas novas formas;

Parar a máquina quando as novas peças chegam ao acabamento para:

Operador 1: Afinar máquinas de acabamento.

Figura 37 - Instrução de trabalho mudança de formas Gigante

Anexo V

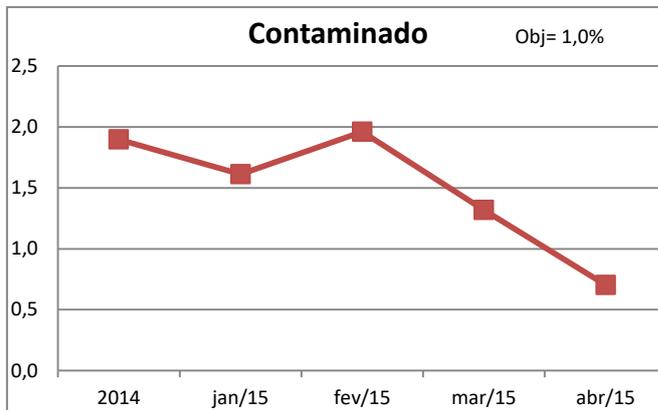


Figura 38 - Evolução do defeito contaminado na escolha final

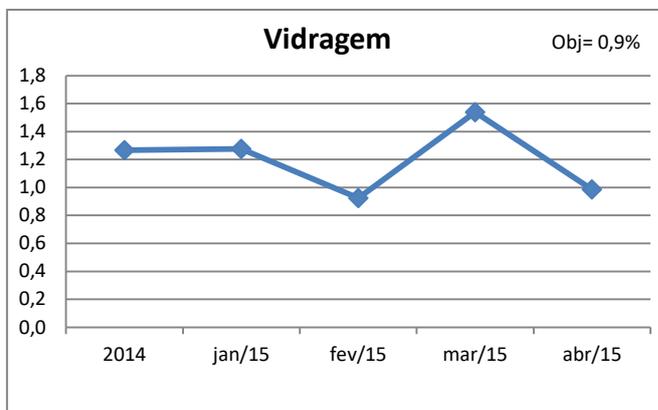


Figura 39 - Evolução do defeito vidragem na escolha final

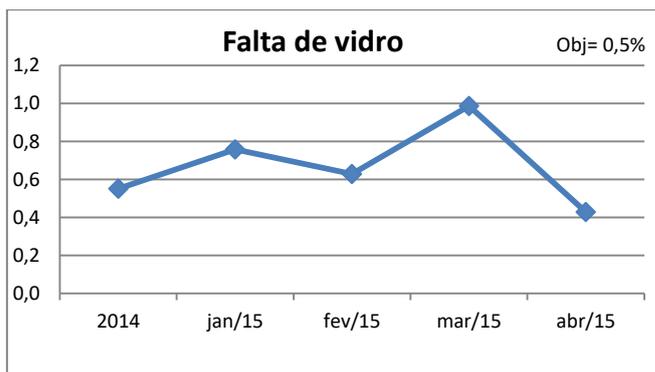


Figura 40 - Evolução do defeito falta de vidro na escolha final

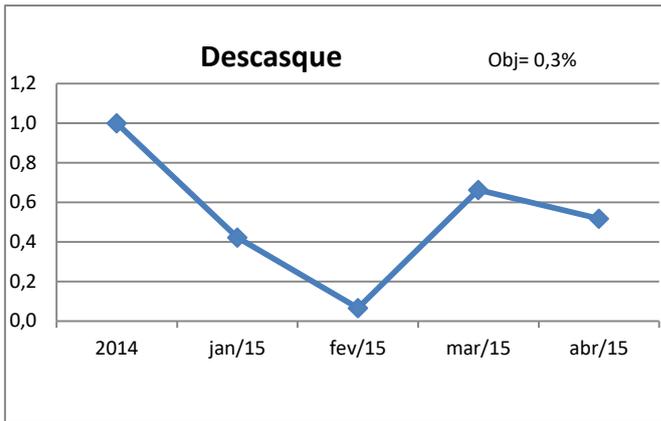


Figura 41 - Evolução do defeito descasque na escolha final

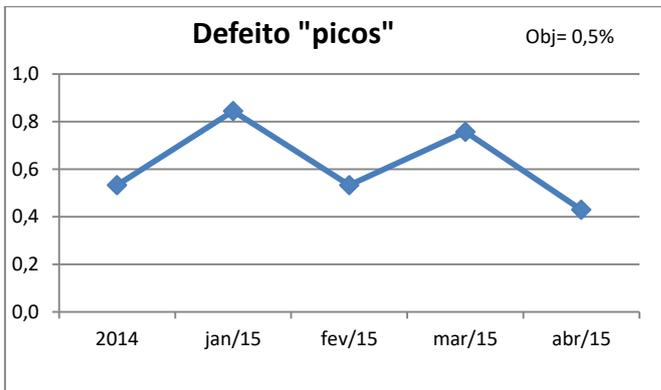


Figura 42 - Evolução do defeito picos na escolha final