

CAMILA FERREIRA DOS SANTOS MOTA

**UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE PARA
MELHORIA DO RENDIMENTO DE FORNO DE VIDRO TEMPERADO
AUTOMOTIVO**

2016

CAMILA FERREIRA DOS SANTOS MOTA

**UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE PARA
MELHORIA DO RENDIMENTO DE FORNO DE VIDRO TEMPERADO
AUTOMOTIVO**

Monografia apresentada à Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo para obtenção do certificado
de Especialista em Gestão e Engenharia da Qualidade –
MBA/USP.

Orientador: Professor Doutor Adherbal Caminada Netto

São Paulo

2016

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho aos meus pais e a minha irmã que deram um pouco de suas vidas pela minha e sempre me apoiaram para superar os obstáculos.

Aos meus professores de escola e da vida, que sempre me mostraram que conhecimento é um dos bens mais preciosos e que com ele se pode ir cada vez mais longe.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela oportunidade de estar aqui.

A todos os professores do PECE pela dedicação ao seu trabalho.

Aos meus colegas do PECE que estiveram comigo e me ajudaram nessa batalha.

Ao meu ex-chefe e amigo, Marcelo Luiz de Souza que me incentivou a realizar este curso e por ser meu mentor nos momentos cruciais da minha carreira.

EPÍGRAFE

"Há quem diga que todas as noites são de sonhos. Mas há também quem garanta que nem todas, só as de verão. No fundo, isto não tem muita importância. O que interessa mesmo não é a noite em si, são os sonhos. Sonhos que o homem sonha sempre, em todos os lugares, em todas as épocas do ano, dormindo ou acordado." (William Shakespeare)

Resumo

O presente trabalho buscou a melhoria do rendimento de um forno de vidros temperados enfocando a solução para o defeito com maior impacto na linha de fabricação em estudo – defeito de caco aderente.

Esta melhoria foi realizada com a utilização das principais ferramentas de qualidade e de melhoria contínua, dentre elas: PDCA, Pareto, Diagrama de Ishikawa, “5Porquês”, “5W 1 H” e “5S” de forma estruturada.

O rendimento é um dos indicadores mais importantes da fábrica e os fornos são os processos com as maiores perdas financeiras na organização em estudo.

O desenvolvimento deste projeto aumentou o rendimento da linha em 0,12%, que significa um ganho anual direto de aproximadamente R\$22.000,00. Este ganho obtido com o projeto mostra que a utilização de ferramentas de qualidade de forma estruturada pode ajudar a reduzir as perdas organizacionais, bem como melhorar a qualidade do produto e consequentemente a imagem com o cliente final.

Palavras-chave: Rendimento, PDCA, Pareto, Diagrama de Ishikawa, 5 Porquês e 5S

Abstract

This study aimed to improve the performance of tempered Glass furnace focusing on the greatest defect in the manufacturing line under study.

In this work it was used the main tools of quality and continuous improvement, such as: PDCA, Pareto, Ishikawa diagram, 5 Why's and 5S in a structured way.

The yield is one of the most important indicators of this plant and the Furnaces are the part of processes with the greatest financial losses in the organization under study.

The development of this project increased the yield of the line in 0.12%, which means a direct annual gain of R\$ 22,000.00. This result shows that the use of quality tools in a structured way can help to reduce organizational losses and improve the quality of products.

Key word: Yield, PDCA cycle , Pareto chart , Ishikawa, 5 Why's e 5'S.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Ciclo PDCA - retirado do site Deming Institute	15
Figura 2: DMAIC - reitrado de Ramos (2014)	15
Figura 3: Diagrama de Ishikawa para a produção de suco de laranja. Fonte: Seminário de ferramentas de qualidade - UFSC (2013)	18
Figura 4: Perda de rendimento vidros temperados (levantamento realizado no período fev-mai/2015)	24
Figura 5: Gráfico de Pareto dos defeitos (levantamento realizado no período ago-nov/2015).....	26
Figura 6: Proposta de evolução de KPI	26
Figura 7: Antes e depois da limpeza e manutenção de algumas áreas críticas	28
Figura 8: Monitoramento de etiquetas abertas.....	29
Figura 9: Diagrama de Ishikawa defeito Aderência.....	29
Figura 10: Distribuição dos M defeito Aderência.....	32
Figura 11: Chapinha padronizada e identificada.....	34
Figura 12: Trabalho padronizado de setup	34
Figura 13: Lição de um ponto Ajuste de entrada da máquina	35
Figura 14: Ponto de limpeza.....	35
Figura 15: Monitoramento do indicador rendimento durante realização do projeto e após término	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Matriz GUT (adaptada de GOMES, 2006).....	17
Tabela 2: Análise dos "5 porquês" - produto com defeito.....	19
Tabela 3: Ferramenta 5W 1H	20
Tabela 4: Equipe multifuncional responsável pela realização do projeto	24
Tabela 5: Matriz de priorização.....	27
Tabela 6: "5 Porquês" defeito de aderência	31
Tabela 7: Plano de ação	33

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	11
1.1 OBJETIVO	12
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
2. 1 Ferramentas da Qualidade	13
2. 2 Rendimento.....	21
2. 3 Processo produtivo	21
2. 4 Metodologia empregada	22
3. CASO.....	23
3.1 Definir- Identificar a perda a ser atacada.....	23
3.2 Medir- Realizar coleta de dados	25
3.3 Reestabelecer condições básicas	26
3.4 Analisar– Descobrir as causas-raízes dos defeitos	29
3.5 Implementar um Plano de Ação	32
3.6 Acompanhar os resultados obtidos	36
4. CONCLUSÃO	38

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho discorre sobre o projeto desenvolvido dentro de uma empresa fabricante de vidros automotivos que, neste trabalho será tratada como Vidros.

O projeto será realizado para melhorar o indicador: rendimento de um forno de vidros temperados, utilizando ferramentas de qualidade. Segundo Silva (2013), o rendimento é um dos principais indicadores produtivos e que mostra o quanto há de perdas no processo por problemas de qualidade.

Este projeto integra um conjunto de projetos elaborados de forma sistemática para reduzir as perdas operacionais e aumentar a competitividade dos produtos.

Anualmente são realizadas análises nas quais são levantadas as maiores perdas para a organização, que podem ser perdas de produção, perdas de qualidade, perdas de meio ambiente, perdas de desenvolvimento, entre outras.

Durante estas análises ficou claro que a maior perda da fábrica de vidros temperados é a do forno que produz vidros automotivos laterais. Desta forma, foi definido que deveria ser lançado um projeto nesta linha para a recuperação deste indicador.

Para este processo foi feito um diagrama de Pareto, que demonstrou que o maior defeito atacável é o chamado de caco aderente. O defeito de caco aderente ocorre quando um vidro quebra dentro do forno e os cacos gerados aderem aos próximos vidros que vem na esteira. Este defeito é inaceitável pelo cliente final e resulta na necessidade de descarte da peça e por isso precisa ser atacado. Atualmente, este defeito representa 0,17% da perda de rendimento deste forno, o que totaliza uma perda de R\$31.500,00 ao ano.

Através de *becnhmarking* realizado com outras empresas do mesmo grupo, ficou definido como *KPI* (Indicador chave de performance) do projeto a redução do defeito de caco aderente em 40%, resultando em uma perda máxima de rendimento de 0,10% após a implantação do projeto.

Para melhorar o indicador rendimento será utilizada uma estrutura similar ao DMAIC, que consiste em definir, medir, analisar, implementar melhorias e controlar os resultados obtidos para garantir que a aplicação das ferramentas foi eficaz.

Em cada uma das etapas realizadas serão utilizadas as seguintes ferramentas de qualidade e melhoria contínua: Pareto, Diagrama de Ishikawa, 5 Porquês, 5W e 1H e

5'S, visto que as ferramentas de qualidade são adequadas para melhorias de produto e processos, visando a redução dos defeitos e refugos da fabricação.

É esperado que ao término do projeto, a utilização das ferramentas tenha mostrado eficácia para melhoria do processo e como consequência seja obtida a melhoria do rendimento, diminuição das perdas organizacionais e maior satisfação dos clientes.

1.1 OBJETIVO

O principal objetivo deste projeto é reduzir a incidência do defeito de caco aderente de 0,17% para 0,10% de um forno de vidro temperado. Serão utilizadas as ferramentas de qualidade de forma estruturada em busca da diminuição das perdas operacionais e melhoria da satisfação do cliente final;

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O termo Qualidade vem do latim *Qualitas*, e é utilizado em diversas situações do dia-a-dia de pessoas comuns bem como nas maiores empresas de todos os ramos. Atualmente a qualidade do produto ou serviço não é mais um diferencial, mas sim uma exigência de todos os consumidores. Apesar dessa utilização tão corriqueira a definição clara do seu significado nem sempre é fácil e objetiva. Várias definições e diferentes abordagens sobre o tema qualidade foram surgindo gradualmente ao longo do tempo de uma forma evolutiva.

Crosby (1999) define Qualidade como adequação aos padrões de produção. Já na abordagem de Feigenbaum (1999) "a qualidade é uma determinação do cliente e baseia-se na experiência atual do cliente com o produto ou serviço, medida relativamente aos seus requisitos – declarados ou não declarados, conscientes ou meramente sentidos, tecnicamente operacionais ou inteiramente subjetivos – representando sempre um objetivo dinâmico em um mercado competitivo". Na abordagem de Deming (2003) qualidade de um produto é o grau de conformidade a um baixo custo e adequado ao mercado. Para Juran (2002) qualidade é a adequação ao uso. A norma ISO 9000:2005 (2005) define qualidade como o "grau no qual um conjunto de características **inerentes** satisfaz a **requisitos**."

Na atualidade a qualidade é vista como o atendimento aos requisitos do cliente, mas também ganhou importância como estratégia para a sobrevivência do negócio, visto que utilizar diferentes ferramentas para melhorar a qualidade dos produtos reduz os refugos e aumenta o lucro das organizações.

De acordo com Martins Jr. (2002), com o objetivo de facilitar os estudos dos profissionais da qualidade, em 1968, Kaoro Ishikawa, organizou um conjunto de ferramentas de natureza gráfica e estatística denominando-as de “as sete ferramentas do controle da qualidade”. Atualmente outras ferramentas já foram incorporadas às sete iniciais, sendo amplamente utilizadas nas diversas áreas de conhecimento e mostraram eficiência quando aplicadas às questões relacionadas à qualidade. As sete ferramentas do controle de qualidade desenvolvidas por Ishikawa são: diagrama de Pareto, diagramas de causa-efeito (espinha de peixe ou diagrama de Ishikawa), histogramas, folhas de verificação, gráficos de dispersão, fluxogramas e cartas de controle.

Abaixo, segue um resumo das ferramentas de qualidade que serão utilizadas neste estudo.

2. 1 Ferramentas da Qualidade

2.1.1 Ciclo PDCA e DMAIC

Segundo Rotondaro (2015), se observarmos atentamente todos os procedimentos de melhoria contínua criados até hoje, verificamos que são baseados simplesmente no método científico que tem as seguintes etapas:

OBSERVAR-MEDIR-ANALISAR-SINTETIZAR obedecendo às regras que foram estabelecidas por René Descartes (séc. XVII).

O método introduzido por W. Edwards Deming, o Ciclo PDCA (Planejar, Executar, Verificar e Agir) é um dos exemplos mais comuns da metodologia que tem sido utilizada para a melhoria de processos.

O método PDCA consiste em:

- **Elaborar um plano** do processo que se deseja melhorar baseado nos dados disponíveis – nesta etapa é importante que fique bem claro qual o objetivo da melhoria que será executada;

- **Executar** as ações que foram definidas no momento do planejamento sempre se atentando para que nenhuma das ações propostas deixe de ser executada;
- **Verificar** quais os resultados que as ações executadas trouxeram e se as ações executadas foram suficientes para alcançar os objetivos esperados, além de verificar se aconteceram erros ou falhas na execução;
- **Tomar as ações corretivas** corrigindo possíveis falhas ou desvios de processo do passo anterior.

Em resumo, utilizar o ciclo PDCA para a melhoria dos processos faz com que as mudanças sejam planejadas (P) o que ajuda a gerir melhor os recursos disponíveis e que seus resultados sejam analisados e caso haja desvios na execução das ações, as mesmas sejam corrigidas.

Segundo Vasconcelos, (2009) este método permite o planejamento, o controle e a melhoria daquilo que se pretende desempenhar, em função dos requisitos identificados ou impostos como essenciais, a partir de políticas, objetivos e metas que se desejar atingir.

O Modelo Maic (medir, analisar, melhorar, controlar) foi desenvolvido inicialmente na Motorola na década de 80 como uma evolução do ciclo PDCA e depois adotado pela GE também na mesma época como DMAIC, em que o D significa a fase Definir. Esse método passou a ser a base operacional resultante da ruptura Seis Sigma para essas empresas, sendo fundamental para o sucesso que alcançaram (Harry, et al., 1998; Pande et al., 1998; Eckes, 2001).

O método DMAIC está centrado na:

- Identificação dos problemas-base para a **Seleção dos Projetos** a serem executados;
- Coleta de dados de forma honesta, que leva a conhecer o **Desempenho do Processo Atual**;
- Determinação das causas dos problemas, que leva à **Análise das Causas**;
- Formulação das ações de melhoria, que leva à **Melhoria do Processo**;
- Consolidação e manutenção das melhorias conseguidas, que leva a **Manter o Processo sob Controle**.

O diferencial do DMAIC em relação ao PDCA é a grande importância dada ao planejamento dos projetos, antes de qualquer execução das ações.

Comparando os dois modelos, conforme figura 1 e 2 é possível perceber que enquanto o PDCA tem cada uma das suas etapas ocupando aproximadamente 25% do total de tempo gasto no ciclo, ou seja, é gasto 25% do tempo com a atividade de planejamento, no DMAIC a parte do planejamento que é compreendida por Definir, Medir, Analisar e Parte do Implementar ocupando mais que 50% de todo o ciclo.



Figura 1: Ciclo PDCA - retirado do site Deming Institute

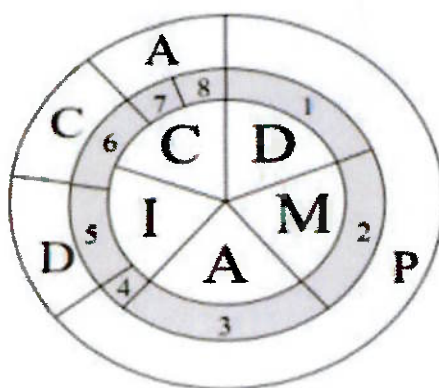


Figura 2: DMAIC - reitrado de Ramos (2014)

2. 1. 2 Diagrama de Pareto

Segundo Rotondaro (2015), Pareto (séc. XIX) foi um economista que, ao estudar a distribuição da riqueza em sua época, verificou que “poucas pessoas possuíam uma grande porcentagem do total e muitas, uma pequena parte”.

As coisas importantes, em primeiro lugar, é o princípio básico do diagrama de Pareto (séc. XIX).

J. M. Juran foi quem percebeu que esta é uma técnica que poderia ser muito útil para tratar os problemas de qualidade, já que as distribuições dos problemas e as

distribuições das suas causas também são desiguais -, adaptou os conceitos de Pareto e chegou à conclusão de que as melhorias mais significativas podem ser obtidas se nos concentrarmos nos “poucos problemas vitais” e, depois, “nas poucas causas vitais” desses problemas.

O Diagrama de Pareto é um gráfico de barras verticais que, de forma geral, apresenta:

- Na horizontal, as classes de problemas ou de causas que se deseja comparar;
- Na vertical, colunas com altura definida pela frequência de ocorrência de cada classe de problemas ou de causa. As colunas (classes) são dispostas em ordem decrescente;
- Uma curva representativa da porcentagem acumulada das ocorrências, com seus valores indicados num segundo eixo vertical, posicionado à direita das colunas.

O Diagrama de Pareto pode ser utilizado como ferramenta para mapear qualquer processo quantitativo, estratificando os dados tal que, o mais importante aparecerá primeiro. Esta é uma ferramenta que auxilia na tomada de decisão de forma estratégica, visto que cada vez mais há problemas a serem tratados e os recursos são limitados.

2. 1. 3 Matriz de Priorização (GUT)

Segundo Gomes (2006) a matriz GUT é uma ferramenta para priorizar problemas para que se possa estudá-los e tratá-los. Trata-se de um método para ordenar uma lista de itens, levando-se em consideração a gravidade, a urgência e a tendência de cada um deles. A gravidade refere-se à importância do problema e seus efeitos se não forem bloqueados. A urgência diz respeito ao tempo em que o problema precisa ser solucionado. Já a tendência considera a probabilidade de evolução do problema, caso não seja resolvido.

Para elaborar a matriz, primeiramente listam-se os itens a serem analisados e priorizados. Em seguida, atribuem-se os valores a cada um dos três parâmetros descritos, seguindo uma escala de um a cinco, como mostra a tabela 1. Para calcular o fator total, multiplicam-se os valores atribuídos.

Tabela 1: Matriz GUT (adaptada de GOMES, 2006)

Pontuação	Critérios de Avaliação		
	Gravidade (G)	Urgência (U)	Tendência (T)
5	Extremamente grave	Ação imediata	Tende a piorar de imediato
4	Muito grave	Com alguma urgência	Tende a piorar em curto prazo
3	Grave	O mais rápido possível	Tende a piorar em médio prazo
2	Pouco grave	Pode esperar	Tende a piorar em longo prazo
1	Sem gravidade	Não tem pressa	Não tende a piorar

Depois de realizadas as atribuições da pontuação de cada parâmetro aos itens analisados, é necessário multiplica-los e com o produto verificar quais itens obtiveram mais alta pontuação (fator), definindo-se, assim, a priorização. Isto é, quanto maior o produto, maior é a prioridade de estudar determinado item ou resolver determinado problema.

2. 1. 4 Diagrama de Ishikawa

Segundo Rotondaro, 2015 o Diagrama de Causa e Efeito ou Diagrama de Ishikawa é uma ferramenta utilizada para apresentar a relação existente entre determinado resultado de um processo e os diversos fatores (causas) que podem influenciar esse resultado.

Nos projetos de melhoria, assim como nas análises de Qualidade, normalmente o resultado do processo em estudo é um problema que se quer eliminar. O diagrama é utilizado para levantamento e a apresentação visual de suas possíveis causas e de seu relacionamento com o problema.

Trata-se de um instrumento para expandir o leque de informações sobre o problema, e aumentar a probabilidade de identificar corretamente suas principais causas, para que se possa atacá-las. Essa abertura do campo de visão deve ser a mais ampla possível, e deve, portanto, ser desenvolvida com a participação de um grupo de colaboradores que têm envolvimento e conhecimento sobre o processo e o problema.

Existem, provavelmente, várias categorias de causas principais. Frequentemente, estas recaem sobre uma das seguintes categorias: **Mão-de-obra, Máquinas, Métodos, Materiais, Meio Ambiente e Meio de Medição** (conhecida como os 6M).

Cada uma das causas principais poderá ter numerosos fatores ou **causas secundárias**, admitindo-se que o projeto do produto e dos processos está certificado e por isso não é uma causa.

A figura 3 mostra um exemplo de Diagrama de Ishikawa para um problema simples, porém este tipo de diagrama pode ser utilizado como ferramenta inicial para tratamento de problemas extremamente complexos.

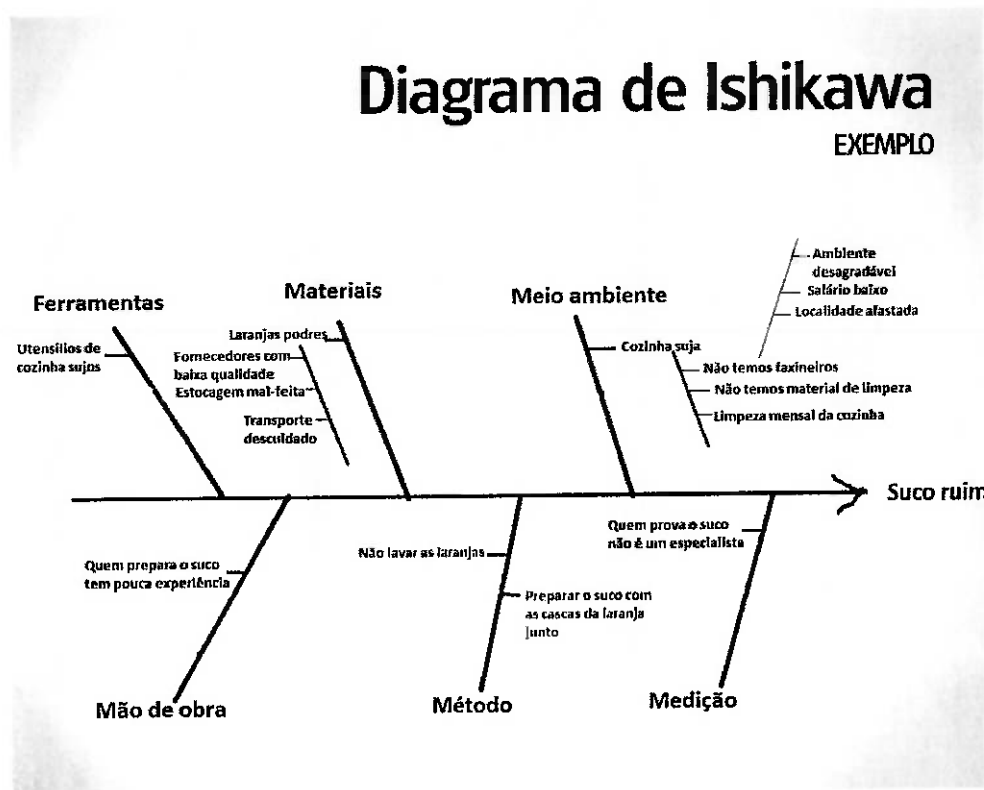


Figura 3: Diagrama de Ishikawa para a produção de suco de laranja. Fonte: Seminário de ferramentas de qualidade - UFSC (2013)

2. 1. 5 “5 Porques”

Os “5 Porques” é uma técnica para encontrar a causa origem de um defeito ou problema.

É uma técnica de análise que parte da premissa que após perguntar 5 vezes o porque um problema está acontecendo, sempre relacionado a causa anterior, será determinada a causa raiz do problema.

Esta ferramenta é muito usada na área de qualidade, mas na prática se aplica em qualquer área.

É uma ferramenta simples de resolução de problemas que foi desenvolvida por Taiichi Ono, pai do Sistema de Produção Toyota e consiste **em formular a pergunta “Por quê” cinco vezes para compreender o que aconteceu (a causa-raiz)**. Nada

impede, porém, que mais (ou menos) do que 5 perguntas sejam feitas. O número 5 vem da observação de Ono de que esse número costuma ser suficiente para se chegar a causa raiz.

Ele usa um conjunto específico de etapas, com instrumentos associados, para encontrar a causa primária do problema, de modo que você pode:

- Determinar o que aconteceu.
- Determinar por que isso aconteceu.
- Descobrir o que fazer para reduzir a probabilidade de que isso vai acontecer novamente.

A tabela 2, mostra um exemplo de análise de um problema utilizando a ferramenta dos “5 Porquês”.

Tabela 2: Análise dos “5 porquês” - produto com defeito.

ANÁLISE DOS 5 PORQUÊS					
Problema	Causas potenciais				
	Porquê (1)	Porquê (2)	Porquê (3)	Porquê (4)	Porquê (5)
Produto com defeito	Porque houve problemas na fabricação.	Porque a máquina apresentou defeito.	Por falta de manutenção	Porque o responsável não sabia sobre os cuidados necessários que deveria tomar com a máquina.	Porque seu gerente não passou as instruções.

2.1.6 “5S”

Dentre diversas ferramentas e metodologias do chamado modelo japonês de melhorias de administração de empresas, umas das mais conhecidas e difundidas em todo o mundo é a do “5S”.

Segundo Neto (2004) esta ferramenta tem por objetivo primordial a busca da melhoria do ambiente de trabalho por meio de uma série de medidas “profiláticas”, os “5S” focam principalmente os aspectos relacionados à melhoria da organização geral do espaço físico e a mudanças comportamentais das pessoas envolvidas no trabalho.

A sigla “5S” é derivada das cinco palavras japonesas abaixo, que significam:

Seiri: Selecionar e eliminar (senso de utilidade);

Seiton: Estabelecer as posições (senso de ordenação);

Seiso: Limpar o local de trabalho;

Seiketsu: Estabelecer novos padrões/ higiene;

Shitsuke: Manter e melhorar os padrões (disciplina);

A prática do “5S” é extremamente importante para todas organizações e deveria ser uma rotina comum em todas elas, mas na maioria das empresas as pessoas não tem essa consciência muito clara ou o sistema se deteriora ao longo do tempo. Dessa forma, muitas vezes é necessária uma implantação formal da cultura “5S” com o lançamento da ferramenta em um dia chamado de dia “D”. O dia “D” é assim chamado em menção ao dia D definido em guerras como o dia para realização de uma operação de combate.

Segundo Campos (2013), o 5S promove o acultramento das pessoas a um ambiente de economia, organização, limpeza, higiene e disciplina, fatores fundamentais à elevada produtividade.

2.1.7 “5W 1H”

Segundo Reyes e Vicino (sem data), o plano de ação “5W1H” permite considerar todas as tarefas a serem executadas ou selecionadas de forma cuidadosa e objetiva, assegurando sua implementação de forma organizada.

Cada ação deve ser especificada levando-se em consideração os seguintes itens:

Tabela 3: Ferramenta 5W 1H

What?	O que será feito?
When?	Quando será feito?
Where?	Onde será feito?
Why?	Por que será feito?
Who?	Quem o fará?
How?	Como será feito?

A utilização dessa ferramenta permite que o plano de ação seja definido de forma estruturada e garante que todas as informações importantes para sua execução estejam claras para todos os envolvidos.

O ideal é que este plano de ação seja realizado com a participação e todos os membros da equipe envolvida no projeto.

2.2 Rendimento

Rendimento de Produção (Production Yield) é um dos principais indicadores que determinam os custos dos produtos processados.

O conceito é simples rendimento é o índice resultante entre o que entra e o que sai de um processo produtivo. Em outras palavras, é o resultado da relação entrada / saída dos processos produtivos.

O estudo do rendimento em indústrias que processam qualquer tipo de matéria-prima é extremamente importante, pois ele é um dos medidores de eficácia do processo, visto que, teoricamente 100% da matéria-prima que entra no processo deveria ser convertida em produto acabado.

2.3 Processo produtivo

Entende-se por vidros temperados automotivos, os vidros laterais e vidro traseiro do carro. O vidro dianteiro é produzido por um outro processo, denominado laminação. O processo de fabricação de vidros automotivos temperados é executado na empresa Vidros, consiste basicamente em 6 etapas principais.

- Recebimento de Matéria-prima de um fabricante de vidro plano.
- Corte e Lapidação: nesta etapa o vidro é cortado de acordo com as dimensões e geometria proposta pelo cliente ou definida em projeto próprio. Após o corte é realizada a lapidação das bordas do vidro para que o mesmo deixe de ser cortante e tenha um aumento na sua resistência mecânica , caso ocorra uma batida.
- Pintura: Realização da pintura do vidro com o logotipo da montadora e da empresa que produziu o vidro, bem como impressão da rastreabilidade de produção deste vidro, caso ocorra um defeito futuro que precise ser rastreado.

- **Têmpera e conformação:** O processo de têmpera é um processo de “recozimento” do vidro no qual se procura aumentar a sua resistência mecânica em até 10 vezes para que a utilização do vidro seja segura em automóveis e demais aplicações. Já o processo de conformação é o processo de curvar o vidro para que ele tenha a forma aerodinâmica solicitada pela montadora. Estes dois processos são realizados simultaneamente dentro de um forno à alta temperatura com a utilização de rolos que servirão para gerar a curvatura necessária para cada tipo de vidro. O processo de têmpera e conformação é um processo com alto valor agregado e de difícil interrupção, visto que ao parar este processo há um grande gasto de energia que continua sendo utilizada até o resfriamento total do processo. Além disso, é necessário realizar projetos para diminuir os defeitos gerados nesse processo, visto que a maioria deles ao serem gerados não são passíveis de retrabalho.
- **Inspeção final e embalagem:** Nesta etapa os vidros são inspecionados, segundo um manual de critérios de defeito e os vidros ruins são descartados. Após a inspeção é realizado a embalagem dos vidros e o envio para a expedição de produtos acabados.

2. 4 Metodologia empregada

Para que as ferramentas de qualidade fossem utilizadas de forma sistemática, visando o atingimento dos resultados esperados foi definida uma metodologia para redução dos defeitos, baseada no DMAIC com algumas variações, conforme mostrado abaixo.

- **Definir -** Identificar a perda a ser atacada

Analisar os dados históricos sobre as maiores perdas de toda a fábrica

- **Medir -** Realizar coleta de dados

Coletar dados sobre os defeitos e fazer um gráfico de Pareto para identificar o maior defeito na área mais crítica;

- **Reestabelecer condições básicas**

Diferente da metodologia tradicionalmente aplicada como DMAIC foi incluído um terceiro passo que é o reestabelecimento das áreas críticas do processo. Nessa etapa foi realizada uma limpeza e manutenção básica nas áreas mais críticas do processo, de forma a garantir que o equipamento está com suas condições de base reestabelecidas antes da realização de melhorias.

- Analisar - Descobrir as causas raízes dos defeitos:

Utilizar o Ishikawa e “5 porquês” para descobrir as causas dos defeitos;

Analisar de forma gráfica qual o M responsável pela maior perda;

- Implementar as ações corretivas, baseado no 5W 1H:

Definir um plano de ação;

Padronizar as contramedidas;

- Acompanhar os resultados obtidos

Fazer gráficos de acompanhamento para avaliar se as melhorias foram eficazes;

3. CASO

3.1 Definir- Identificar a perda a ser atacada

Nesta etapa foi elaborada uma análise de processo a fim de se avaliar onde estava a maior perda de rendimento dentro dos macroprocessos da fábrica de vidros temperados.

Como mostrado na figura 4 foi identificado que a maior perda de rendimento está na fase de têmpera e conformação, consistida pelos fornos, em detrimento da fase de corte.

Dentro dos quatro fornos existentes, os fornos que produzem vidros laterais 1 e 2 (genericamente chamados LT01 e LT02) são os que possuem as maiores perdas, sendo responsáveis cada um, por 1,79% das perdas financeiras de toda a fábrica.

Devido ao volume de produção do forno LT01 ser maior que o volume de produção do forno LT02, ficou definido que seria realizado um projeto no primeiro semestre de 2016 no forno LT01 e o forno LT02 seria alvo de estudo no 2º semestre.

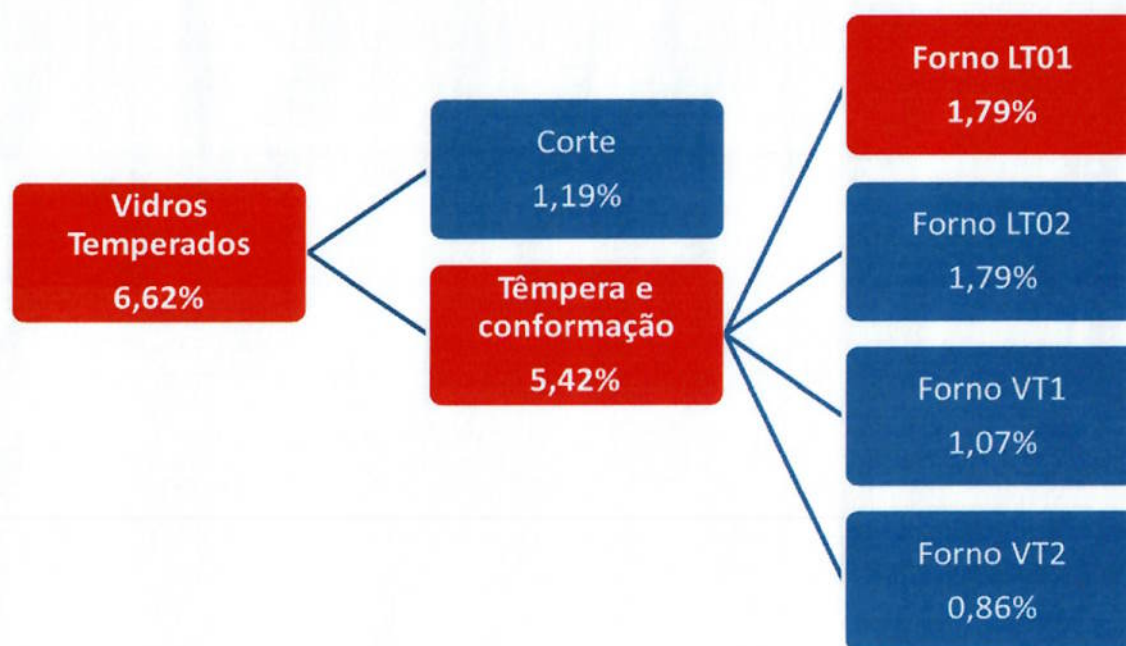


Figura 4: Perda de rendimento vidros temperados (levantamento realizado no período fev-mai/2015)

Nessa etapa também foi definida uma equipe de trabalho multifuncional para que o *brainstorming* e análises tenham a profundidade suficiente para a resolução do problema.

A equipe de trabalho foi conduzida pela Analista de Qualidade e conforme figura 5 e possuía membros de diversas áreas, dentre elas produção e manutenção, que são as áreas que tem o maior conhecimento sobre o processo produtivo.

Da área de produção foram incluídos três operadores de produção que foram treinados nas ferramentas básicas de qualidade para poder contribuir de forma significativa para a resolução do problema.

Tabela 4: Equipe multifuncional responsável pela realização do projeto

Projeto redução de defeito Forno - LT01									
Composição equipe:									
Área	Produção	Qualidade - Assistência técnica	Produção	Produção	Produção	Manutenção	Produção	Produção	Qualidade - Assistência técnica
Função	Sponsor - Coordenador de produção	Analista de Qualidade	Supervisor de produção	Especialista de processo	Operador de Produção	Engenheiro de Manutenção	Operador de Produção	Operador de Produção	Estagiário
Resp.	Promover recursos para o desenvolvimento do projeto.	Aplicação do roteiro	Planos de ação	Planos de ação	Coleta de dados	Reestabelecer as condições básicas nas áreas críticas/gerenciamento	Coleta de dados	Coleta de dados	Planos de ação

3.2 Medir- Realizar coleta de dados

Após a escolha do local do projeto, foi realizada uma coleta de dados dos defeitos que influem no rendimento deste forno no período de agosto à novembro de 2015, após treinamento dos operadores de produção sobre apontamento de defeitos na carta de atributo, apêndice 1.

Os dados coletados (apêndice 2) foram organizados em um gráfico de Pareto, a fim de possibilitar a análise da coleta, figura 5. No gráfico de Pareto os dados são ordenados em valor decrescente para possibilitar fácil visualização dos maiores defeitos existentes e são atribuídas porcentagem de forma cumulativa para demonstrar que os primeiros defeitos são os principais contribuintes para a perda de rendimento deste forno. A utilização do gráfico de Pareto ajuda a priorizar qual o defeito a ser atacado, visto que os recursos são limitados.

Segundo o gráfico de Pareto, abaixo, o principal defeito no período foi o defeito de batida, que é quando um vidro é marcado superficialmente por manuseio incorreto e o segundo maior defeito foi o de aderência com um total de 2058 peças refugadas no período apenas com esse defeito.

Após discussão com os especialistas de processo, coordenador de produção e operadores ficou claro que o defeito de batida é originado principalmente na fase de embalagem dos vidros. Como a área de embalagem passaria por um processo de automatização no primeiro semestre de 2016, optou-se por atacar o segundo maior defeito de acordo com o gráfico de Pareto, que é o defeito de aderência. Este defeito representa 9,92% de todos os defeitos que causam a perda de rendimento do forno LT01, totalizando 0,17% do total da linha.

O defeito de aderência ocorre quando há a quebra de um vidro na linha e os cacos desta quebra se agregam às próximas peças que vem na esteira.

Quando o caco de vidro agregado é muito grande, ele é facilmente detectado com inspeção visual humana, porém muitas vezes o caco que aderiu ao vidro é muito pequeno e pode passar despercebido pelo inspetor e chegar ao cliente final que irá abrir uma reclamação sobre o defeito.

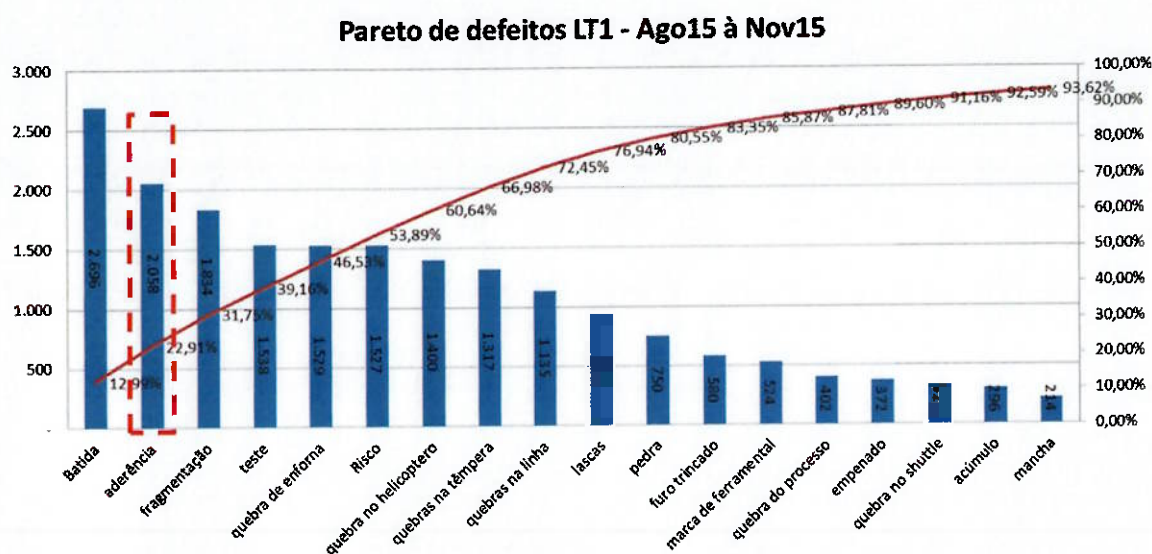


Figura 5: Gráfico de Pareto dos defeitos (levantamento realizado no período ago-nov/2015)

Após objetivos estabelecidos, levando-se em consideração os resultados obtidos em outras fábricas do mesmo grupo produtivo da empresa Vidros, definiu-se como KPI a % de defeitos estabelecendo-se como meta para o forno LT01 a redução do defeito de aderência de 0,17% para 0,10% em 4 meses (período de duração do projeto), conforme figura 6.

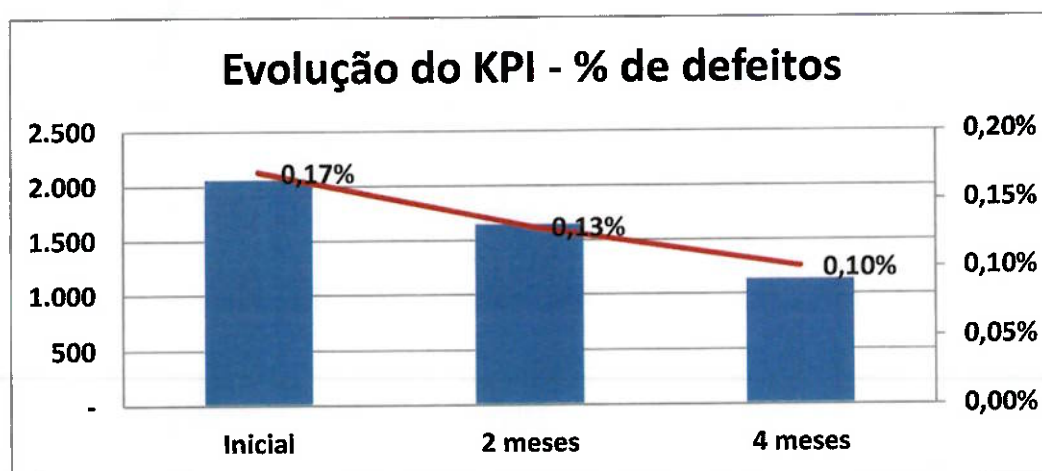


Figura 6: Proposta de evolução de KPI

3.3 Reestabelecer condições básicas

Na terceira etapa do projeto foi utilizada uma matriz de priorização adaptada, tabela 5 para definir quais as áreas críticas do processo de tampa e conformação que favorecem a ocorrência do defeito de aderência. Essa matriz de priorização foi

utilizada para definir em qual área seria aplicada a ferramenta de 5S prioritariamente, de forma a deixá-la adequada para receber uma melhoria, visto que uma área limpa, organizada e padronizada é mais receptiva a melhorias e facilita a obtenção de alta performance nos resultados.

A matriz de priorização, baseada na matriz GUT levou em consideração:

- A gravidade da área para ocorrência do defeito de aderência;
- A urgência de limpar e realizar manutenção nessa área e,
- A tendência de ocorrer o defeito, caso nenhuma ação seja tomada.

Tabela 5: Matriz de priorização

Nº fase	Descrição fase	Gravidade	Urgência	Tendência	Total	Prioridade
1	ALIMENTAÇÃO MANUAL	1	2	1	2	6º
2	MÁQUINA DE LAVAR	1	2	1	2	5º
3	SERIGRAFIA	1	1	1	1	7º
4	REAGRUPAMENTO MANUAL	1	1	2	2	4º
5	CARREGAMENTO FORNO	3	4	3	36	3º
6	AQUECIMENTO	5	5	3	75	2º
7	TÊMPERA	5	5	5	125	1º
8	LIBERAÇÃO DO PROCESSO	1	1	1	1	8º
9	INSPEÇÃO FINAL	1	1	1	1	9º
10	EMBALAMENTO	1	1	1	1	10º

Após análise da tabela 4 ficou definido que as áreas de aquecimento e têmpera passariam por um dia D de 5S para reestabelecer suas condições de base.

O dia D foi marcado e a equipe do projeto de melhoria como um todo, dedicou-se por três horas para realizar a limpeza e pequenas manutenções, bem como a abertura de etiquetas de anomalias para manutenções maiores que deveriam ser realizadas por uma equipe mais especializada nos próximos dias.

No dia antes ao dia D, os operadores da linha foram treinados nos 5 conceitos do “5S” para que compreendessem que não seria somente uma limpeza que seria realizada na linha, mas sim o início de uma mudança de cultura na qual eles teriam papel fundamental para manutenção da nova condição estabelecida.

Na fase do *Seiri* foram selecionados e eliminados todos os equipamento e materiais que não eram mais necessários à produção. Nesta etapa foram encontradas

diversas ferramentas quebradas que estavam em utilização e substituídas por novas ferramentas adequadas ao trabalho.

Na fase *Seiton* foram definidos os locais de guarda das ferramentas de trabalho e documentos de processo para que todos os turnos e operadores soubessem exatamente onde estão cada um dos materiais necessários para a corrida inicial, produção e manutenção.

Na fase do *Seiso* foi realizada a limpeza de todo o forno em um dia em que ele estava desligado e possíveis fontes de sujeira foram identificadas, bem como foram abertas etiquetas de solicitação de manutenção para os equipamentos do forno que se encontravam quebrados.

A fase do *Seiketsu* e *Shitsuke* será detalhada nos próximos capítulos, com o avanço do projeto.

A figura 7 mostra algumas fotos do antes e depois do dia D nas áreas críticas do processo

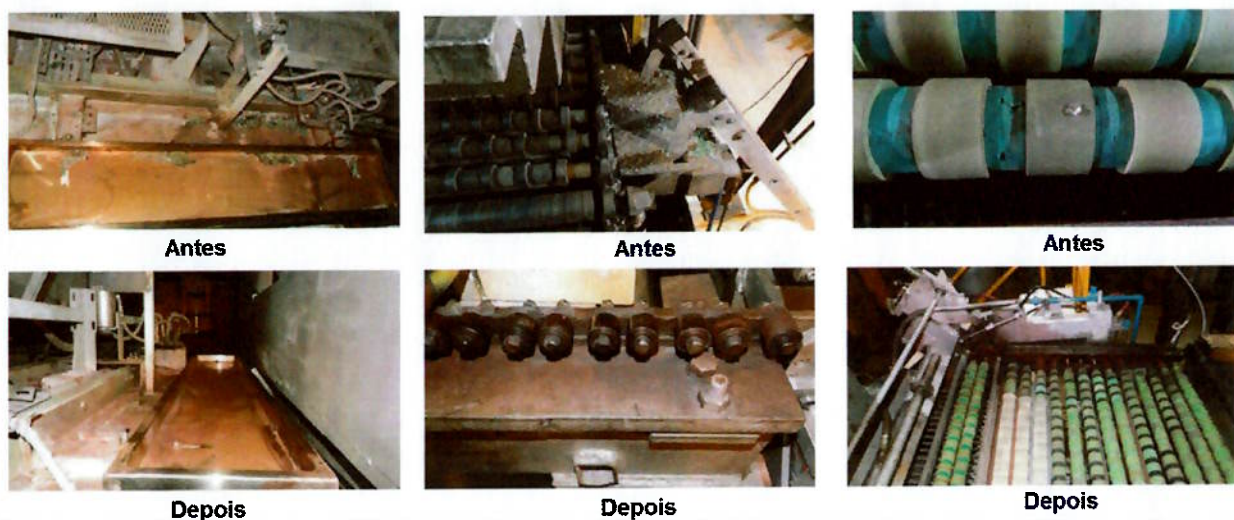


Figura 7: Antes e depois da limpeza e manutenção de algumas áreas críticas

Percebeu-se que inicialmente, haviam vários vidros quebrados ao longo do processo que poderiam grudar em um próximo vidro, gerando o defeito de aderência. É possível afirmar, portanto que a própria limpeza inicial já contribuiu para redução do defeito de aderência.

No total foram abertas 29 etiquetas de manutenção para o projeto e todas foram finalizadas, conforme figura 8.

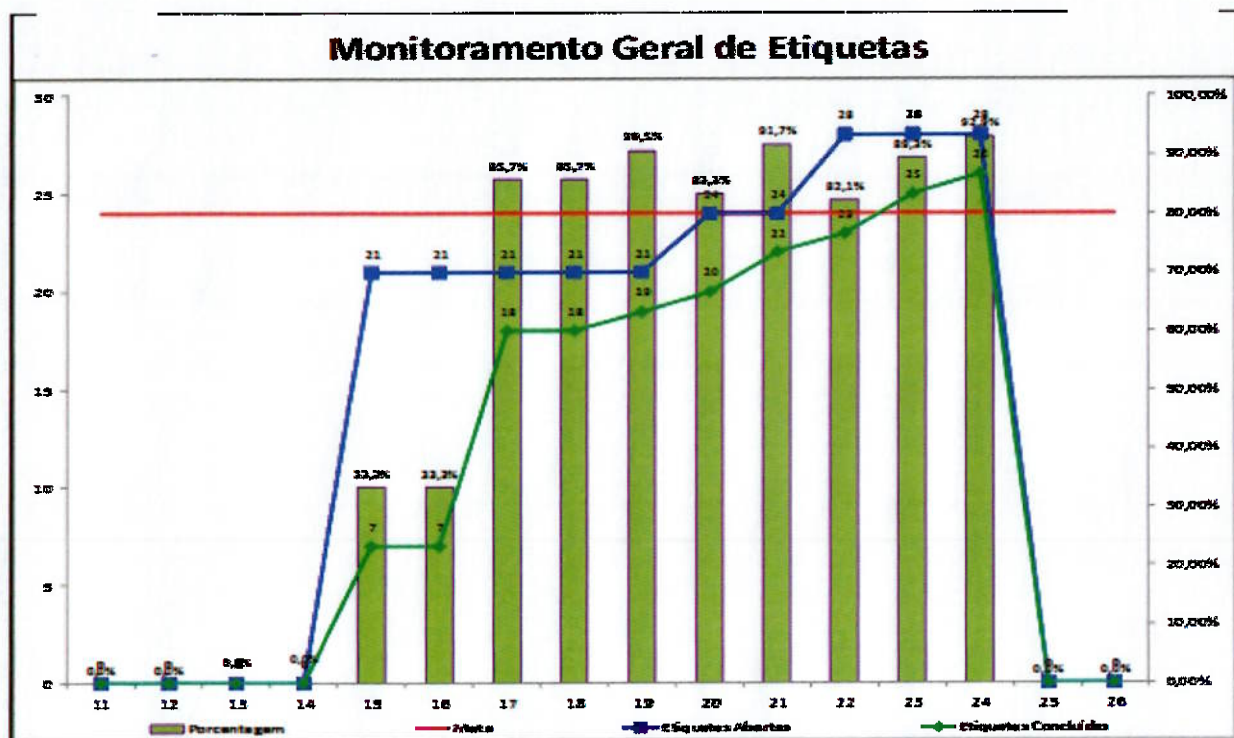


Figura 8: Monitoramento de etiquetas abertas

3.4 Analisar- Descobrir as causas-raízes dos defeitos

Na quarta etapa do projeto, a equipe de trabalho foi reunida e foi feito um Diagrama de Ishikawa para levantar as possíveis causas do defeito aderência que estejam relacionados à cada um dos 6M's, conforme figura 9.

Todas as ideias do que poderia gerar o defeito de aderência foram inclusas no diagrama.

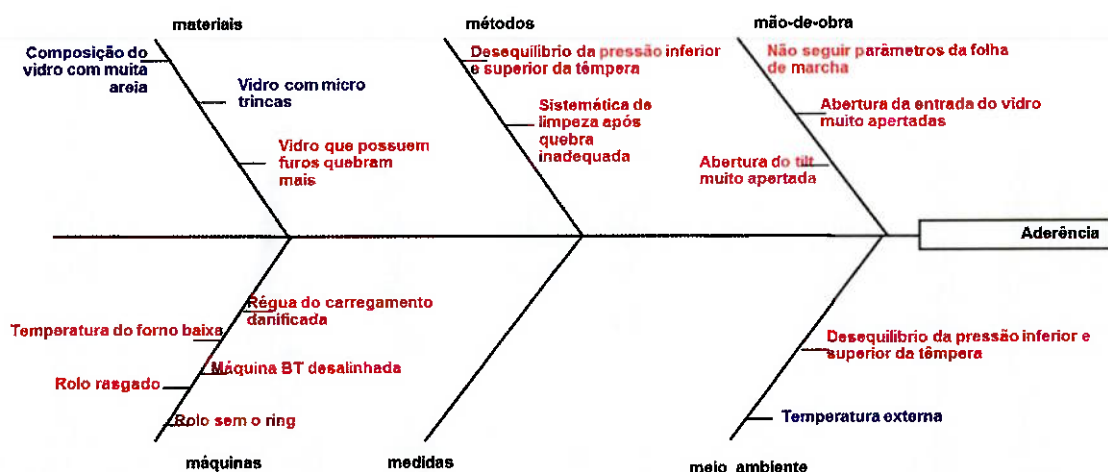


Figura 9: Diagrama de Ishikawa defeito Aderência

As possíveis causas marcadas em azul foram analisadas e mostraram que não tem influência direta sobre o defeito aderência ou que o parâmetro do produto ou processo estavam de acordo com o especificado.

As possíveis causas em vermelho foram analisadas e foi constatado que ocasionam o defeito de aderência.

No total foram identificadas uma possível causa relacionada ao material, duas causas relacionadas ao método, 3 causas relacionadas à mão-de-obra, uma causa relacionada ao meio ambiente e 5 causas relacionadas à máquina.

Após a realização do diagrama de Ishikawa foi aplicada a ferramenta “5 Porques” em uma nova reunião realizada com a equipe de trabalho. A análise dos “5 porques” foi estruturada, conforme Tabela 6.

Cada um dos itens propostos no Diagrama de Ishikawa migraram para o primeiro porque, como causa do problema de aderência.

Para cada item proposto foi realizada a pergunta do “Porque” aquela era uma causa até que se esgotassem todas as causas possíveis, sendo necessário muitas vezes realizar testes no processo produtivo para entender o porque aquele fenômeno acontecia por exemplo:

Causa 1: Vidro com furo quebra na têmpera. Primeira pergunta: Por que o vidro com furo quebra na têmpera? Resposta: Somente alguns vidros com furo quebram na têmpera. Neste momento foi realizada uma ida ao processo para analisar se todos os vidros com furo quebravam na têmpera e foi constatado que somente em alguns momentos o vidro com furo quebrava na têmpera. Alguns parâmetros do processo foram variados para entender o porquê alguns vidros com furo quebravam na têmpera e outros não. Após análise de algumas produções foi possível constatar que o vidro com furo quebra na têmpera, caso o primeiro bico de pato tenha sido deixado aberto. O bico de pato é o que controla a saída de ar quente para o processo de têmpera. Após essa constatação voltou-se à análise dos porquês.

Causa 1: Vidro com furo quebra na têmpera.

Primeira pergunta: Por que o vidro com furo quebra na têmpera? Resposta: Porque o primeiro bico de pato foi deixado aberto na realização da corrida inicial.

Segunda pergunta: Por que o bico de pato foi deixado aberto? Resposta: Porque este não é um parâmetro previsto no setup do equipamento na folha de marcha.

Terceira pergunta: Por que este parâmetro não está previsto na folha de marcha?
Porque a folha de marcha está desatualizada.

Para cada porque final encontrado como causa raiz para o defeito de aderência foi definido um novo M correspondente ou o antigo M foi mantido, caso fosse adequado.

Além disso, foi definida uma contramedida inicial para atacar a causa, como é possível ver na coluna contramedidas.

Tabela 6: "5 Porquês" defeito de aderência

ANÁLISE DOS 5 PORQUÊS

Problema	Causas potenciais										6M	Contramedidas
	Porquê (1)	Verif.	Porquê (2)	Verif.	Porquê (3)	Verif.	Porquê (4)	Verif.	Porquê (5)	Verif.		
aderência	Vidro com furo quebra na têmpera.	OK	Porque p primeiro bico de pato foi deixado aberto no momento do setup	OK	Parâmetro não previsto na Folha de marcha.	OK	Porque estão desatualizadas.	NO K			Método	Revisar FM com a ajuda da operação e orientar sobre o uso das mesmas. Criar ponto Q para fechamento do bloco de pato para vidros com furo.
aderência	Desequilíbrio de pressão inferior e superior da têmpera.	OK	Pressão do ar não é suficiente para temperar o vidro	OK	Operador não seguiu folha de marcha	OK	Regulagem efetuada devido experiência pessoal de cada operador	NO K			Método	Revisar FM com a ajuda da operação e orientar sobre o uso das mesmas. Criar ponto Q para pressão superior e inferior.
aderência	Limpeza não foi executada após quebra de vidro na têmpera e/ou aquecimento	OK	Não está previsto limpeza após quebra.	NOK							Método	Criar sistemática de limpeza após quebra na têmpera
aderência	Nem todos os operadores conhecem e seguem os parâmetros da FM	NO K	Operadores não seguem porque acham que as folhas de marcha não refletem o real.	NOK							Mão-de-obra	Revisar FM com a ajuda da operação e orientar sobre o uso das mesmas. Criar ponto Q para parâmetros mais importantes.
aderência	Quebra na têmpera na entrada ou saída da máquina BT	OK	Ajuste da altura da entrada e saída da máquina BT muito apertado	OK	Operador utilizou chapinha errada para setup	OK	Porque as chapinhas não estão identificadas com sua espessura	NO K			Medição	Identificar chapinhas com espessura, definir tolerância e frequência de medição para garantir que as chapinhas utilizadas para setup atendem à especificação necessária. Criar lup e treinar operação sobre frequência de medição das chapinhas.
aderência	Quebra na têmpera, devido à ajuste do tilt muito apertado	OK	Ajuste da altura do tilt da máquina BT muito apertado	OK	Operadores efetuam este setup baseado no conhecimento de cada um	OK	Porque não existe método definido para realização do setup deste parâmetro.	NO K			Método	Criar LUP para setup do tilt da máquina BT.
aderência	Régua do carregamento danificada	OK	Desgaste provocado pelo atrito constante das peças com o topo da régua	OK	Material da régua não é resistente o suficiente.	OK	Projeto do equipamento.	NO K			Máquina	Substituir as régua de do carregamento por outras que possuam maior resistência à abrasão pelo vidro.
aderência	Quebra na têmpera devido à temperatura abaixo do especificado	OK	Diminuição da temperatura para evitar distorção ótica	OK	Não definido claramente range de temperatura a ser seguido para cada artigo	NO K					Método	Revisar FM com a ajuda da operação e orientar sobre o uso das mesmas. Criar ponto Q para temperatura máxima e mínima, conforme folha de marcha.
aderência	Quebra na têmpera devido à temperatura abaixo do especificado	OK	Porque aconteceu um curto em uma das resistências	OK	Não está definido um tempo de vida útil das resistências	NO K					Máquina	Definir tempo de vida útil das resistências. Incluir na manutenção preventiva.
aderência	Quebra na têmpera devido à máquina desalinhada	OK	Transporte da mesma feita com muita trepidação	OK	Área possui muitos buracos no piso	NO K					Meio ambiente	Fazer um trilho completo entre a área de manutenção das máquinas BT's e o forno
aderência	Quebra na têmpera por rolo rasgado (gane)	OK	Excesso de uso	OK	Porque não há um padrão claro de quanto tempo o rolo (gane) deve ser utilizado	NO K					Método	Definir padrão visual para monitoramento do tempo de vida útil dos rolos.
aderência	Quebra na têmpera rolo sem o oring	OK	Excesso de uso	OK	Porque não há um padrão claro de quanto tempo o oring deve ser utilizado	NO K					Método	Definir padrão visual para monitoramento do tempo de vida útil dos orings

Para aprofundar as análises e determinar causas sistêmicas para ocorrência do defeito de aderência no processo de têmpera e conformação foi atribuído o M correspondente as causas finais após a aplicação dos "5 Porques". Os M's encontrados foram agrupadas, conforme figura 10.

É possível perceber que o M no qual se concentram a maioria das causa de falhas após análise que levam ao defeito aderência estão relacionadas aos problemas de falta de método ou método inadequado que existiam na operação do forno.

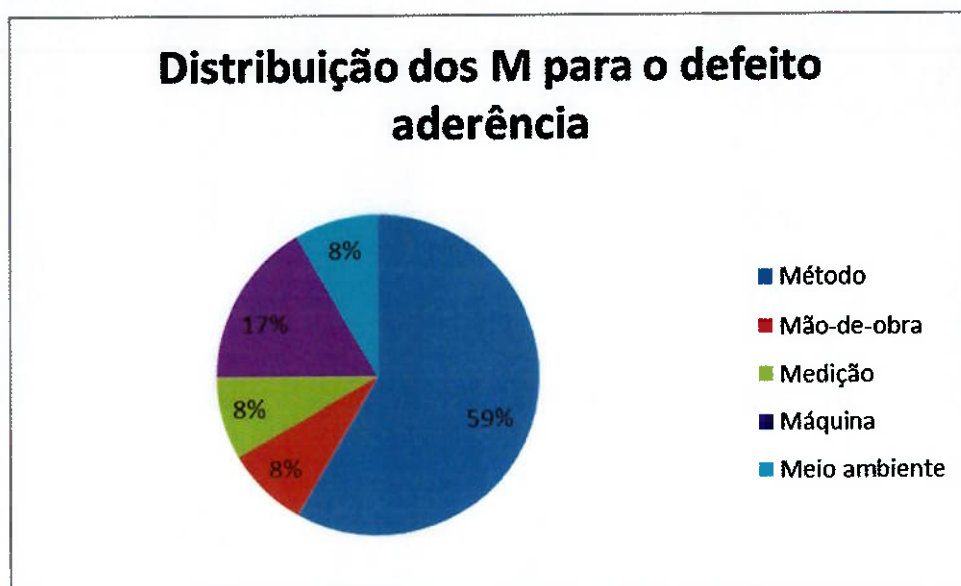


Figura 10: Distribuição dos M defeito Aderência

3.5 Implementar um Plano de Ação

Na quinta etapa do projeto foi utilizada a ferramenta "5W 1H" para que ficasse claro o plano de ação a ser realizado nos próximos dias por cada um dos membros do projeto. O plano de ação estruturado é mostrado parcialmente na tabela 7. O plano de ação completo é mostrado no apêndice 3.

Tabela 7: Plano de ação

Plano de Ação									
STATUS	Descrição do problema	Área que gerou o defeito	What? (O QUE?)	Why? (POR QUÊ?)	Where? (ONDE?)	Who? (QUEM?)	When? (QUANDO?)	How? (COMO?)	ACOMPANHAMENTO DATA E
errado	Não existe trabalho padronizado para set up máquinas BT's	Têmpera	Criação do trabalho padronizado de set up das máquinas BT	Para que fique claro como deve ser realizado o set up	Máquinas do forno BT01	Sérgio Pontes	09/05/2016	Gemba no processo com especialista	18/05/2016
errado	Máquina com partes quebradas/danificadas	Têmpera e carregamento	Realização do dia D	Para reestabelecimento das condições básicas dos equipamentos	Têmpera e carregamento Forno BT01	Camila	11/04/2016	Realização de dia D com todos os envolvidos	11/04/2016
errado	Lançamento incorreto de defeitos no caderno/CDM.	Inspeção final	Segregação de 100% das peças com defeito.	Para avaliação do conhecimento do defeito caco aderente.	Inspeção final	Operadores	15/04/2016	Segregação em pallet vermelho	15/04/2016
errado	Lançamento incorreto de defeitos no caderno/CDM.	Inspeção final	Elaboração de LUP sobre correto apontamento de defeitos no caderno	Para corrigir coleta de dados da linha	Inspeção final	Operadores	15/04/2016	Segregação em pallet vermelho	15/04/2016
errado	Operadores confundem o defeito caco aderente com pedra/fagulha oriunda do corte	Inspeção final	Elaboração de LUP sobre diferença entre caco aderente (forno) e pedra/fagulha de corte.	Para alinhamento de critérios de defeito.	Inspeção final	Camila	20/04/2016	Modelo de LUP	20/04/2016
errado	Operadores confundem o defeito caco aderente com pedra/fagulha oriunda do corte	Inspeção final	Atualizar o book de defeito com os dois defeitos: pedra e caco aderente do forno.	Para que esteja documentado qual é cada um dos defeitos e os critérios de aceitação.	Book de defeitos	Michele	15/04/2016	Catálogo de defeitos	15/04/2016

No total foram definidas 22 ações a serem tomadas para a redução do defeito de aderência e consequente melhoria do rendimento do forno.

As principais ações definidas foram:

- Padronização de ferramentas de trabalho;
- Padronização da corrida inicial;
- Detalhamento das etapas mais complexas do setu;
- Criação de sistemática de limpeza;

Todas as ações definidas foram seguidas em reuniões bi-semanais com toda a equipe. Esta etapa foi uma das mais intensas do processo, pois o direcionamento correto dos recursos foi possível somente devido ao seguimento frequente das ações, visto que todos os membros da equipe estavam realizando estas tarefas concomitantemente com suas respectivas funções na empresa.

As principais ações implementadas após seguimento das ações foram:

- Padronização de ferramentas de trabalho, como a placa que é utilizada para regular a altura da entrada da máquina BT e entrada do "tilt", calibração da mesma, definição de frequência de calibração e identificação clara da mesma para garantir que não haverá utilização incorreta de forma não intencional.
- Figura 11.

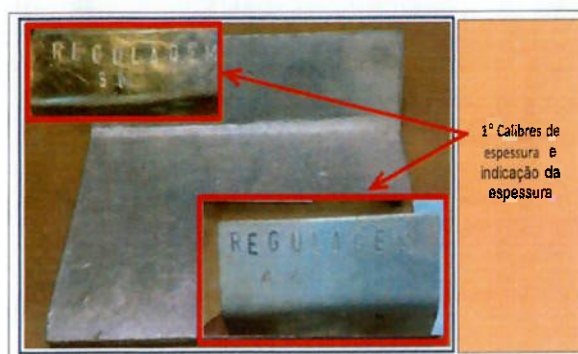


Figura 11: Chapinha padronizada e identificada

- Padronização da corrida inicial através da criação de uma instrução de trabalho de corrida inicial detalhada com foto do que se deve fazer, o que deve ser feito, por que deve ser feito e como deve ser feito cada uma das etapas na sequência correta que elas devem ser executadas. Figura 12.

Trabalho Padronizado									
				Símbolos:		Segurança do operador	Poka Yoke	Montagem e Funcional	Página 1 de X
						Estoque em processo	Segurança e Regulamentação	Riscos da Operação	
Etapas		Símbolos	O que?	Como?	Por que?	Sev.	Prob.	Total	Clas.
1		1º Utilizar luva pigmentada e mangote fio de aço.	<div>+</div> <div>◇</div> <div>▽</div>	Ajustar a entrada da máquina.	Posicionar o calibre entre os dois primeiros rolos, superior e inferior, e com o auxílio do fuso de entrada da máquina, o operador ajusta a espessura conforme o calibre - executar este ajuste no lado direito e esquerdo.	Para garantir a conformação e a condução do material entre os rolos da máquina.	40	4	160
2		ATENÇÃO: ajustar a saída da máquina bt nos dois lados.	<div>+</div> <div>◇</div> <div>▽</div>	Ajustar a saída da máquina	Posicionar o calibre entre os rolos superior e inferior e com o auxílio do fuso de saída da máquina o operador deve ajustar a espessura conforme o calibre - executar este ajuste no lado direito e esquerdo	Para garantir a condução do material entre os rolos da máquina.	40	4	160

Figura 12: Trabalho padronizado de setup

- Atualização das folhas de processo com valores definidos para as características críticas do processo que podem gerar quebra na têmpera e consequente geração de caco aderente. As principais características estabelecidas foram diferença de pressão inferior e superior da têmpera e temperatura.
- Detalhamento das etapas mais complexas do setup através da criação de lições de um ponto (LUP's); Figura 13.

LUP - Lição de Um Ponto			
Título : LUP-MAUA-03-FOR-038-00-Ajuste da entrada da máquina BT			
Conhecimento Básico	Problema <input checked="" type="checkbox"/>	Melhoramento	
Preenchido por : Camila Mota	Avaliado por : Sérgio Pontes		Data : 03/05/2016
Objetivo desta LUP : Ajustar corretamente a entrada da máquina BT			
ATENÇÃO : Caso seja selecionada a chapinha incorreta ou ela seja ajustada com folga haverá quebra de peças.			
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>Ajuste da entrada da máquina com folga</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Ajuste da entrada da máquina BT, conforme placa da espessura especificada.</p> </div> </div>			
Resultado esperado com a LUP: Ajuste correto da entrada da máquina BT.			

Figura 13: Lição de um ponto Ajuste de entrada da máquina

- Criação de programa de limpeza com definição de frequência para áreas que podem acumular grande quantidade de vidros quebrados, que podem gerar o defeito de aderência.

L		Ponto de Limpeza				
Local:		Item de Limpeza			Nº: 7	
		Título : Limpeza da saída do aquecimento				
Conhecimento Básico	Problema <input checked="" type="checkbox"/>	Melhoramento				
Preenchido por : Camila Mota	Avaliado por : Sérgio Pontes			Data : 19/04/2016	Ponto	OK/NOK
Objetivo deste ponto de Inspeção : Realizar limpeza da saída do aquecimento para retirar os casos do processo que podem gerar aderência.						
ATENÇÃO (O que fazer se estiver fora do parâmetro) : Realizar limpeza a cada troca de fabricação e se ocorrerem mais do que 10 peças com caco aderente.						
						1
						2
Padrão de Limpeza: Isento de pó e cacos de vidro.	Condições Necessárias: Vassoura, pá e ar comprimido.	Método : Limpeza manual.	Condição do Equipamento : Parado	Recursos (Onde Encontrar): Estação de Limpeza	Tempo : 10 min	Resultado esperado: Equipamento mantido permanentemente qualificado, conforme este padrão de Limpeza padronizada e eventuais anomalias resolvidos
Data		Horário (A cada troca de fabricação)			Assinatura (Operador)	

Figura 14: Ponto de limpeza

Após criação de todos os padrões com a ajuda dos especialistas do processo e implementação de todas as contramedidas propostas, todos os operadores de todos os turnos foram treinados nos novos procedimentos e processos seguindo o método: Treinamento em sala de aula: Descrição dos procedimentos criados, levantando os pontos mais críticos que os operadores devem ficar atentos;

Treinamento prático - observar: o especialista treinador mostra como executar cada uma das atividades propostas;

Treinamento prático – executar: o operador executa a atividade e é avaliado pelo treinador.

Caso o operador execute uma tarefa incorreta, o treinamento é refeito pelo especialista.

Nessa etapa foi implementado o 4S *Seiketsu* no qual foram estabelecidos os novos padrões de organização e limpeza a serem seguidos e para garantir que o 5º S fosse seguido foi criada uma lista de inspeção para que o líder de produção passe diariamente verificando se todos os padrões estão sendo seguidos pelo operadores.

3.6 Acompanhar os resultados obtidos

Ao longo de todo o projeto a coleta de dados sobre os defeitos foi contínua e na última etapa os resultados obtidos foram analisados para garantir que as ações implementadas surtiram o efeito que era esperado, redução do defeito de aderência de 0,17% inicialmente para 0,10% ao final do projeto.

Os dados coletados foram utilizados para construção de um gráfico para verificar os resultados obtidos ao longo das semanas antes e após a implementação das ações propostas.

Como é possível ver na figura 15, após a realização da limpeza e manutenção inicial já começaram a aparecer os efeitos do trabalho realizado para a diminuição da perda de rendimento da linha.

A meta de redução do defeito de aderência de 0,17% para 0,10% foi superada e o defeito passou a representar na média 0,05% da perda de rendimento do forno após as melhorias implementadas, tendo um decréscimo contínuo da perda a cada semana, sendo que na semana 19 após todas as melhorias implementadas o defeito de aderência representou 0,02% de perda de rendimento e na semana 20 representou 0,00% da perda. Utilizando-se o resultado médio após o início do projeto obteve-se um ganho anual de R\$22.235,29 para a empresa.

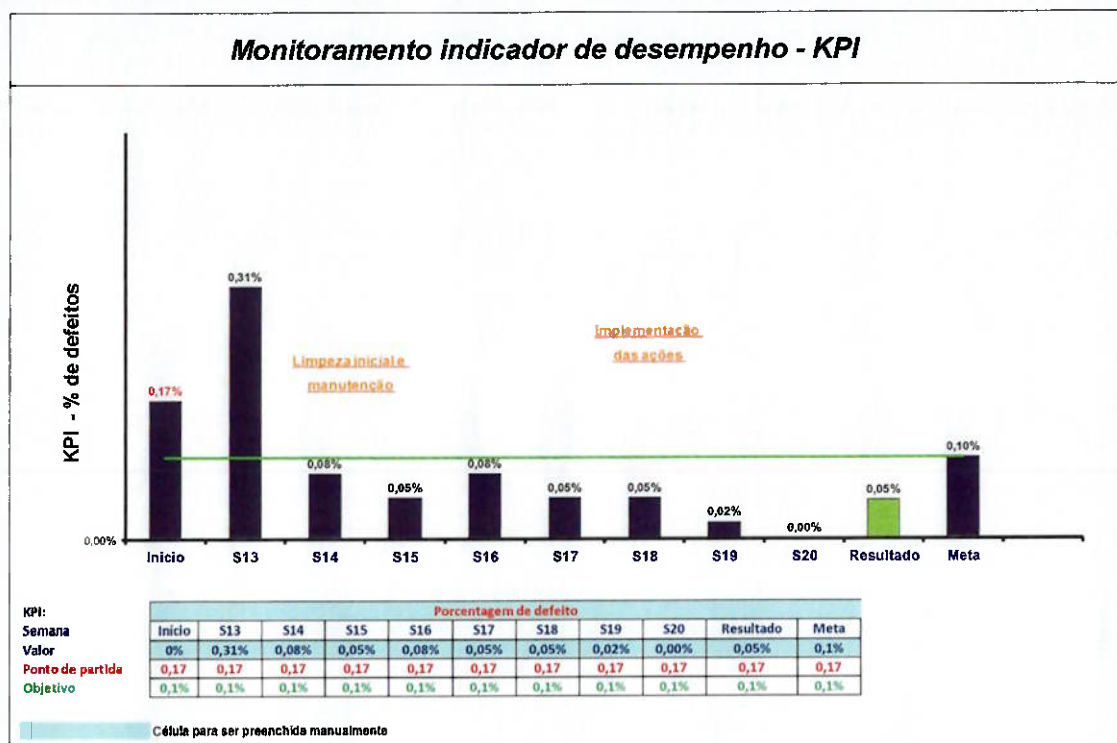


Figura 15: Monitoramento do indicador rendimento durante realização do projeto e após término

4. CONCLUSÃO

É possível concluir com este trabalho que a utilização de ferramentas de qualidade de forma estruturada foi relevante e eficaz para a melhoria do rendimento de um processo produtivo de fabricação de vidros temperados no ramo automotivo.

A utilização do diagrama de Pareto ajudou a definir qual seria o defeito atacado, mostrando o quanto este defeito representava da perda de rendimento total.

A utilização dos "5S" para retomada das condições de base se mostrou eficaz para a redução do defeito, dado que havia muitos cacos de vidro acumulados ao longo da linha que caíam nos vidros em produção levando ao descarte das peças pelo defeito de aderência.

O Diagrama de Ishikawa elaborado permitiu ter uma primeira ideia de quais as possíveis causas para o defeito de aderência e a análise dos "5 Porquês" detalhou e elucidou quais as reais causas para a ocorrência do defeito.

O Plano de ação utilizando o 5W 1H deixou claro a tarefa que cada membro do projeto deveria executar, como deveria executar e qual o prazo de execução. O acompanhamento de todas as ações de forma constante possibilitou que todas as ações fossem concluídas dentro do prazo estabelecido e os resultados fossem obtidos de forma rápida e consistente.

Além das ferramentas utilizadas, é válido ressaltar que a participação de pessoas de diversas áreas, principalmente da produção foi fundamental para que o objetivo de redução do defeito de aderência de 0,17% para 0,10% proposto fosse alcançado e mais do que isso, superado, atingindo a marca de 0,05% de perda de rendimento, o que representa uma redução de mais de 70% deste defeito.

Sugere-se como trabalho de pesquisa futuro, que a estrutura que foi criada para realização deste trabalho seja reaplicada para melhoria de outros processos produtivos não só na empresa em estudo, como em outras empresas de qualquer ramo que precisem reduzir um defeito e melhorar seu rendimento.

REFERÊNCIAS

ABNT NBR ISO 9000:2005 Sistemas de Gestão da qualidade – Fundamento e vocabulário. Rio de Janeiro, 2005.

CAMPOS, VICENTE F. Gerenciamento da rotina: Do trabalho do dia-a-dia. São Paulo: Editora Falconi, 2013.

CROSBY, P.B. Qualidade é investimento. José Olympio, Rio de Janeiro, 1999.

DEMING, W.E. Saia da Crise: As 14 Lições Definitivas para Controle de Qualidade. Futura, São Paulo, 2003.

FEIGENBAUM, A.V. Controle da Qualidade Total: gestão e sistemas. Makron Books, São Paulo, 1999.

GOMES, Gustavo dos Santos. Reavaliação e melhoria dos processos de beneficiamento de não-tecidos com base em reclamações de clientes. Florianópolis: Produção, 2006.

NETO, S.; CAMPOS, L. M. F. Manual de Gestão da Qualidade: aplicado aos cursos de graduação. Rio de Janeiro: Forense, 2004.

JURAN, J. M.. A Qualidade Desde o Projeto - Os novos passos para o planejamento da qualidade em produtos e serviços. Pioneira, São Paulo, 2002.

MARTINS JR., V.A. Ferramentas da qualidade. Móbile Chão de fábrica, Curitiba, 2002

RAMOS, FABRICIA V.; LOPES, CLAUDIO B.; SILV, NATALIA F.; PEREIRA, TATIANA G.; Gestão de Projetos através do DMAIC. Abepro – ENEGEP, 2014, disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2014_TN_STO_202_145_25319.pdf

REYES, ANDRÉS E. L.; VICINO, SILVANA R. Implantação de um Sistema da Qualidade. DME-ESALQ/USP, disponível em: <http://www.esalq.usp.br/qualidade/ferramentas/5w1h.htm>

ROTONDARO, R.G. Seis Sigma: Estratégia Gerencial para a Melhoria de Processos, produtos e serviços. São Paulo: Atlas S.A., 2015: Explicação sobre o que é, para que serve e como utilizar a metodologia Seis Sigma para aumentar a qualidade e competitividade dos produtos da empresa.

SILVA, ARIIVALDO L. ; Custos industriais: A importância do cálculo de rendimentos de produção. Apremium Consultoria, 2013. Disponível em:
<http://www.apremiumconsultoria.com.br/>

VASCONCELOS, DIOGO S. C.; SOUTO, MARIA S. M. L; GOMES, MARIA L. B.; MESQUITA, ADOLFO M.; A Utilização da Qualidade como suporte a melhoria do processo de produção – estudo de caso na indústria têxtil. Abepro – ENEGEP, 2009, disponível em:
http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2009_tn_stp_091_621_14011.pdf

APÊNDICES

1. Carta de atributo:

		Cartas de Atributos - Vidro Base																				
		Modular SCS																				
Emitente (Operador SCS):																				Data:		
Dados Etiqueta Vidro Base																						
Data:																						
Produto:																						
Maquina:																						
Lote:																						
Operador:																						
Turno:		Obs: Para o Teto área com raios, é a area superior do croqui parabrisa																				
Defeitos		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Total
MAC. PRIMA	Bolha - MP																					
	Infundido - MP																					
	Estanho - MP																					
	Aderência																					
	Marca de Rolo																					
PONTUAIS	Sujeira Interna																					
	Batida																					
	Abrassão																					
	Risco (Fio de Cabelo)																					
	Risco (Profundo)																					
SUPERFÍCIE	Marca de Processo																					
	Lasca na Borda																					
	Lasca no furo																					
	Serrilhado																					
	Chanfro																					
ACAB. DE BORDA	Queima																					
	Trinca no Furo																					
	Falha																					
	Ponto																					
	Furo																					
SERIGRAFIA	Falha/Falta de reticulado																					
	Logotipo Falhado																					
	Sujeira na serigrafia																					
	Pintura Estourada																					
	Pintura Rala																					
	Barramento Aparente																					
	Marca "Willet" Aparente																					
	Serrilhado																					
MANCHAS	Trinca de Terminal																					
	Marca de Anel																					
	Mancha																					
	Irradiação																					
	Opacidade																					
PVB	Bolha no PVB																					
	Plástico Curto																					
	Excesso de PVB																					
GERAL	Falta de Terminal																					
	Ondulação Fio Antena																					
	Curvatura																					
	Delaminação																					
	Desfasagem entre Chapas																					
	Distorção Ótica																					
	Peça Trincada/Quebrada																					
Outros (Especificar)																						
Observações:																						

2. Coleta de dados de defeitos completa

Defeitos LT01: agosto -novembro/2016				
Defeito	Total de peças refugadas	%	Total de peças (acumulado)	% Acumulada de perda
Batida	2.696	0,23%	2696,00	12,99%
aderência	2.058	0,18%	4754,00	22,91%
fragmentação	1.834	0,16%	6588,00	31,75%
teste	1.538	0,13%	8126,00	39,16%
quebra de enfora	1.529	0,13%	9655,00	46,53%
Risco	1.527	0,13%	11182,00	53,89%
quebra no helicoptero	1.400	0,12%	12582,00	60,64%
quebras na têmpera	1.317	0,11%	13899,00	66,98%
quebras na linha	1.135	0,10%	15034,00	72,45%
lascas	931	0,08%	15965,00	76,94%
pedra	750	0,06%	16715,00	80,55%
furo trincado	580	0,05%	17295,00	83,35%
marca de ferramental	524	0,05%	17819,00	85,87%
quebra do processo	402	0,03%	18221,00	87,81%
empenado	372	0,03%	18593,00	89,60%
quebra no shuttle	323	0,03%	18916,00	91,16%
acúmulo	296	0,03%	19212,00	92,59%
mancha	214	0,02%	19426,00	93,62%
carregamento/mesa do robo	190	0,02%	19616,00	94,53%
logotipo falhado	183	0,02%	19799,00	95,42%
marca de rolo	172	0,01%	19971,00	96,25%
diferença de estoque	135	0,01%	20106,00	96,90%
logotipo borrado	131	0,01%	20237,00	97,53%
quebra no robô	85	0,01%	20322,00	97,94%
lasca no furo	78	0,01%	20400,00	98,31%
pingo de tinta	74	0,01%	20474,00	98,67%
falta de logotipo	66	0,01%	20540,00	98,99%
distorção óptica	66	0,01%	20606,00	99,31%
quebras de arranque synergx	30	0,00%	20636,00	99,45%
defeito de manuseio	22	0,00%	20658,00	99,56%
quebra no buffer	20	0,00%	20678,00	99,65%
estanho	20	0,00%	20698,00	99,75%
ondulação	15	0,00%	20713,00	99,82%
marca de tecido	10	0,00%	20723,00	99,87%
chanfro na lapidação	9	0,00%	20732,00	99,91%
lapidação serrilhada	8	0,00%	20740,00	99,95%
logotipo deslocado para cima	7	0,00%	20747,00	99,99%
caco aderente	3	0,00%	20750,00	100,00%

3. Plano de ação completo

Plano de Ação

STATUS	Descrição do problema	Área que gerou o defeito	What? (O QUE?)	Why? (POR QUÊ?)	Where? (ONDE?)	Who? (QUEM?)	When? (QUANDO?)	How? (COMO?)	ACOMPANHAMENTO DATA ENC.
Encerrado	Não existe trabalho padronizado para set up máquinas BT's	Têmpera	Criação do trabalho padronizado de set up das máquinas BT	Para que fique claro como deve ser realizado o set up	Máquinas do forno BT01	Sérgio Pontes	09/05/2016	Gemba no processo com especialista	18/05/2016
Encerrado	Máquina com partes quebradas/danificadas	Têmpera e carregamento	Realização do dia D	Para reestabelecimento das condições básicas dos equipamentos	Têmpera e carregamento Forno BT01	Camila	11/04/2016	Realização de dia D com todos os envolvidos	11/04/2016
Encerrado	Lançamento incorreto de defeitos no caderno/CDM.	Inspeção final	Segregação de 100% das peças com defeito.	Para avaliação do conhecimento do defeito caco aderente.	Inspeção final	Operadores	15/04/2016	Segregação em pallet vermelho	15/04/2016
Encerrado	Lançamento incorreto de defeitos no caderno/CDM.	Inspeção final	Elaboração de LUP sobre correto apontamento de defeitos no caderno	Para corrigir coleta de dados da linha	Inspeção final	Operadores	15/04/2016	Segregação em pallet vermelho	15/04/2016
Encerrado	Operadores confundem o defeito caco aderente com pedrafaguiha oriunda do corte	Inspeção final	Elaboração de LUP sobre diferença entre caco aderente (forno) e pedrafaguiha de corte.	Para alinhamento de critérios de defeito.	Inspeção final	Camila	20/04/2016	Modelo de LUP	20/04/2016
Encerrado	Operadores confundem o defeito caco aderente com pedrafaguiha oriunda do corte	Inspeção final	Atualizar o book de defeito com os dois defeitos: pedra e caco aderente do forno.	Para que esteja documentado qual é cada um dos defeitos e os critérios de aceitação.	Book de defeitos	Michele	15/04/2016	Catálogo de defeitos	15/04/2016
Encerrado	Chapinhas para set up entrada máquinas BT's não possuem medidas fixadas.	Têmpera	Padronização das chapinhas com tolerâncias especificadas	Chapinhas não-padronizadas, sem especificação de "calibração"	Forno BT01	Sérgio Pontes	09/05/2016	Levar na ferramentaria e pedir para calibrar. Definir um padrão através das tolerâncias do vidro.	09/05/2016
Encerrado	Chapinhas para set up entrada máquinas BT's não possuem frequência de verificação de espessura.	Têmpera	Elaboração de ponto Q de espessura da chapinha	Para que operação saiba quando deve medir a chapinha para ver se está ok.	Entrada máquina BT	Michele	09/05/2016	Utilizando sistemática de LUP	20/04/2016
Encerrado	Cada operador utiliza a chapinha de uma forma	Têmpera	Elaboração de ponto Q para utilização da chapinha (certo e errado).	Para que o método de utilização da chapinha no setup seja padronizado.	Entrada máquina BT	Michele	09/05/2016	Utilizando sistemática de LUP	20/04/2016
Encerrado	Falta de método para inspeção e limpeza de quantidade de cacos aderentes sobre a entrada da máquina BT	Têmpera	Elaboração de LUP para limpeza de cacos aderentes que acumulam sobre a entrada da máquina BT	Para deixar claro qual a quantidade máxima de cacos aderentes para que seja realizada a limpeza	Entrada máquina BT	Camila	20/04/2016	Utilizando sistemática de LUP	20/04/2016
Encerrado	Folhas de marcha desatualizadas	BT01	Atualizar folhas de marcha dos artigos mais críticos	Para que os métodos de produção sejam estabilizados.	Forno BT01	Sérgio Pontes	30/05/2016	Imprimir as folhas de marcha, colocar no posto e pedir para cada artigo que rodar, os operadores atualizem a folha de marcha. Realimentar as folhas de marcha atualizadas no sistema.	30/05/2016
Encerrado	Folhas de marcha não são seguidas pela operação	BT01	Criar ponto Q para parâmetros folha de marcha	Para que operação se sinta motivada a utilizar as FM e atualizar as que estiverem fora.	Forno BT01	Camila	30/05/2016	Imprimir as folhas de marcha, colocar no posto e inserir ponto Q.	30/05/2016
Encerrado	Não utilização das folhas de marcha	BT01	Tornar o acesso às folhas de marcha mais fácil	Para que a operação utilize as folhas de marcha durante a operação.	Forno BT01	Rocha	20/05/2016	Criar book com folhas de marcha com marcação de cópia controlada e toda vez que uma FM for atualizada, disponibilizá-la no posto.	20/05/2016
Encerrado	Não existe ART para riscos moderados, somente para os críticos	BT01	Confeccionar ART's para os riscos moderados relacionados às ações do projeto	Para reduzir os riscos da área	Têmpera e carregamento Forno BT01	Wilson Sousa	30/05/2016	Foco nos riscos de acidente que são os mais elevados, apesar de não serem críticos.	30/05/2016
Encerrado	Não existem lups para controle de temperatura e pressão da têmpera	BT01	Confeccionar LUP para inspeção dos parâmetros do BT	Para reduzir problemas de temperatura e pressão	Têmpera e carregamento Forno BT01	Camila	30/05/2016		30/05/2016
Encerrado	Não existe LUP para verificação da condição da régua de carregamento	BT01	Confeccionar LUP para inspeção da régua de carregamento, quando for chamar a manutenção	Para reduzir as trincas na régua de carregamento	Carregamento forno BT	Camila	30/05/2016		30/05/2016
Encerrado	Excesso de cacos sobre saída do aquecimento	BT01	Confeção de chapa metálica para cobertura da saída do aquecimento	Para reduzir a quantidade de cacos aderentes sobre a saída do aquecimento	Saída do aquecimento	Camila	30/05/2016		18/05/2016
Encerrado	Não existe matriz de capacitação do projeto	BT01	Fazer matriz de capacitação do projeto com as Lups criadas.	Para que esteja claro qual o gap de competências e saná-lo.	Sistema	Priscilla	24/05/2016		24/05/2016
Encerrado	Primeiro bico de pato é deixado aberto ocasionando quebra na têmpera em vidro com furo	BT01	Criar LUP para mostrar que o primeiro bico de pato deve estar fechado	Porque o primeiro bico de pato aberto em vidro com furo ocasiona quebra na têmpera	Sistema	Camila	30/05/2016	Modelo de LUP	30/05/2016
Encerrado	Rolos travados podem ocasionar quebra na têmpera	BT01	Confeccionar LUP para verificação de todos os rolos do aquecimento e têmpera durante o setup e a cada 4 horas de produção	Porque não existe frequência definida para verificação de rolos travados	Sistema	Camila	30/05/2016	Modelo de LUP	30/05/2016
Encerrado	Resistências queimadas geram temperatura abaixo do especificado.	BT01	Implementar sistema de verificação se existem resistências queimadas	Para que a temperatura esteja estável no processo	Sistema	Danilo Valveson	30/05/2016		30/05/2016
Encerrado	Resistências queimadas geram temperatura abaixo do especificado.	BT01	Incluir na manutenção preventiva verificação das resistências	Para que a temperatura esteja estável no processo	Sistema	Danilo Valveson	30/05/2016		30/05/2016