

USO DA METODOLOGIA MASP PARA SOLUÇÃO DE PROBLEMA DE TRINCAS EM UM AÇO BAIXA LIGA¹

Gilson Neves da Silva²

Agatha Silva³

André Fantini³

Edson Cruz³

Renata Loli⁴

Nilton Ildfonso⁵

Paulo R. Silva⁵

Resumo

Esse trabalho mostra como o uso de uma metodologia adequada de análise de problemas pode levar às soluções esperadas de redução de retrabalhos e refugos. A metodologia de análise e solução de problemas (MASP) apresenta uma sequência lógica de raciocínios e ações, sendo que essa abordagem começa com o levantamento de dados confiáveis, seguido da correta descrição do problema, detalhamento das causas prováveis, determinação das soluções possíveis e, por fim, o controle dessas causas para que o problema não retorne. Placas de aço baixa liga usadas para desgaste apresentavam trincas sistematicamente, gerando altos índices de retrabalhos e/ou refugos, além de atrasos na entrega aos clientes. Análises feitas identificaram que a causa-raiz estava associada ao modo de alimentação da peça e as soluções apresentadas surtiram muito efeito, eliminando completamente a não conformidade. As conclusões são que o uso de ferramentas de qualidade apropriadas levam a uma abordagem sistêmica valiosa.

Palavras-chave: MASP; Trincas; Aço; Qualidade.

USE OF THE METHODOLOGY MASP FOR SOLUTION OF THE PROBLEM OF CRACKS IN A LOW ALLOY STEEL

Abstract

This work shows how the use of a proper methodology of analysis of problems can lead to the expected solutions of reduction of reworks and scraps. The methodology of analysis and solution of problems (MASP) presents a logical sequence of reasoning and actions; this approach starts with the reliable data and correct description of the problem and it going on with the details of the likely causes, determination of the possible solutions and the control of these causes to not return. Plates of low alloy steel designed for wear presented cracks sometimes, generating high levels of reworks and/or scraps, beyond delay in the delivery to the customers. The analysis have identified the root cause was associated to the feeding system of the part and the applied solutions were very satisfactory, eliminating completely the non conformity. The conclusions are the use of proper quality tools leads to a worthwhile systemic approach.

Key words: MASP; Cracks; Steel; Quality.

¹ *Contribuição técnica ao 64º Congresso Anual da ABM, 13 a 17 de julho de 2009, Belo Horizonte, MG, Brasil.*

² *Eng. Metalurgista, Coordenador da Área de Tecnologia-P&D e Black Belt. Metso Minerals.*

³ *Técnico de Processos Metalúrgicos. Metso Minerals.*

⁴ *Estagiária de Eng. Materiais. Metso Minerals.*

⁵ *Supervisor de Controle de Qualidade. Metso Minerals.*

⁶ *Supervisor de Controle de Qualidade. Metso Minerals.*

1 INTRODUÇÃO

O artigo mostra como o uso de uma metodologia adequada de análise de problemas pode levar às soluções esperadas de redução de retrabalhos e refugos.

Nesse caso, placas de aço baixa liga usadas para desgaste apresentavam trincas sistematicamente, gerando altos índices de retrabalhos e/ou refugos, além de atrasos na entrega aos clientes. Análises feitas identificaram que a causa-raiz estava associada ao modo de alimentação da peça.

Os objetivos do trabalho englobam a demonstração de que deve-se procurar usar ferramentas de qualidade na resolução de problemas para minimizar e/ou eliminar o efeito do que chamamos “achismo”, que é o excesso de opiniões nem sempre bem embasadas por falta da análise de dados confiáveis que às vezes não estão disponíveis e também mostrar como foi desenvolvido o trabalho na Fundação.

Na breve revisão da literatura, serão focados dois temas: MASP e trincas.

1.1 O MASP e o PDCA

A estrutura do trabalho seguiu a Metodologia de Análise e Solução de Problemas (MASP), elaborando passo a passo a análise básica de sua estruturação típica, que é baseada no ciclo PDCA, tendo os primeiros contatos com o problema, fazendo sua descrição da forma mais detalhada possível, promovendo ações emergenciais para estancar o problema frente ao cliente para ele não ser penalizado, discutindo as causas principais do problema, introduzindo ações permanentes que vão corrigir de forma definitiva a situação-problema, verificando se essas ações que foram implantadas foram eficientes na solução do problema, estudando toda a abrangência da situação-problema e das ações feitas e padronizando os processos e sistemas para que as falhas não retornem à empresa, educando e treinando as pessoas envolvidas no trabalho e, principalmente, reconhecendo todo o trabalho do grupo.

O ciclo PDCA⁽¹⁾ racionaliza a seqüência lógica para se chegar à eficiência e eficácia em qualquer trabalho, que é: Planejar – Fazer – Controlar – Agir.

Parece óbvio, mas pouco se aplica nas empresas.

Devemos fazer todo um planejamento e preparação dos meios para as ações antes de agir. Durante o desenvolvimento da ação, é necessário fazer um monitoramento de todas as condições de trabalho e também fazer o registro dos resultados. Por último, é necessário fazer a avaliação dos resultados e as possíveis correções dos desvios encontrados.

O MASP⁽²⁾ nada mais é, do que uma versão mais completa do PDCA, melhorada pela adição de uma fase de diagnóstico de situação, antes do planejamento da ação, e de outra, para a prevenção de novos problemas após a ação corretiva, ou seja, o MASP é o método mais completo para solucionar problemas, sendo que seu sequenciamento de trabalho contém o ciclo do PDCA nas fases de solução e controle. O MASP é executado numa seqüência de oito etapas que seguem o ciclo PDCA.

As etapas de identificação do problema, observação, análise e plano de ação do método correspondem à fase de planejamento do ciclo PDCA e são nelas que se deve concentrar o máximo de esforço, capacidade e discernimento na compreensão e entendimento do problema e suas causas e na busca de ações necessárias para sua solução⁽³⁾.

Na fase de planejamento do ciclo PDCA⁽³⁾ ainda não se está interferindo no processo, sendo, portanto, uma fase de baixo custo de execução, exigindo basicamente custo H/H do grupo executante para coleta, compilação e análise dos dados e, eventualmente, custos para execução de testes de confirmação das causas. É, entretanto, a fase decisória do método, onde são definidas as metas e os meios necessários às soluções dos problemas.

A etapa Ação corresponde à fase de Execução do ciclo PDCA e é em geral onde se concentram os maiores custos na aplicação do método por envolver muitas vezes investimentos em máquinas, treinamento, mudança de layout, paradas de produção para implantação das alterações do processo, etc.

A etapa Verificação corresponde à fase de Checar do ciclo PDCA e é onde se confirma o cumprimento da meta, isto é, se a ação do bloqueio proposta e implantada foi eficaz.

As duas etapas subseqüentes do método – Padronização e Conclusão – correspondem à fase de Atuação do ciclo PDCA, onde são padronizados ou reavaliados os métodos empregados e feita uma reflexão sobre a condução da análise dos problemas como um todo.

1.2 Esquema Básico do MASP

A abordagem do método é sistêmica, enfocando os problemas como sistemas de causas de desvios a serem bloqueados ou oportunidades a serem exploradas, sendo um sistema retroalimentado por informações e ações de prevenção aos desvios e antecipação às oportunidades de ação.⁽¹⁾

O método parte de uma situação descrita como problema, representando um desvio de desempenho ou oportunidade de melhoria. Se for uma situação insatisfatória, tenta-se descobrir as causas do desvio, sendo uma análise voltada para o passado através da história do processo e diagnóstico dos fatores que afetavam eventos já ocorridos, ainda que seus efeitos estejam presentes.

Ao se tratar de uma oportunidade de melhoria (incluindo possibilidades de aperfeiçoamento de processos, investimentos e reformulações de estratégias etc.), a avaliação é feita para o futuro, prevendo benefícios como resultados esperados de uma mudança, embora maior parte dos dados se refira a condições passadas, servindo como referências.⁽²⁾

O objetivo típico da análise de um desvio é a sua correção, enquanto que o da análise de oportunidade é obter a melhoria. A primeira condição tenta recuperar a situação anterior ao desvio verificado; essa situação é conhecida pelos dados levantados e é controlada. A segunda condição explora estratégias que levam a uma melhoria e sujeita aos riscos de avaliação. Tem-se condições de certeza no primeiro caso e riscos e incertezas no segundo.⁽³⁾

A solução será a alternativa mais conveniente, mais oportuna e mais viável como um todo. O processo continua com medidas preventivas para minimizar as probabilidades de reincidência do problema através do estabelecimento de padrões e procedimentos adequados e pelo treinamento das pessoas. Esse processo todo se retroalimenta com as informações geradas pelo controle da ação empreendida, sendo conceitualmente simples e de aplicação universal, orientando o gerente ou operador nas tomadas de decisão de rotina que são definidas na base da intuição ao invés da análise estruturada.⁽³⁾

1.3 Esquema Operacional do MASP

O modelo operacional combina tanto procedimentos quanto também alguns critérios que foram discutidos por algumas fontes importantes, sendo que o roteiro básico vem da QC Story (História do Controle de Qualidade), esquematizado pelo professor Falconi Campos em 1991, mas contém melhorias a partir da metodologia científica de Kepner e Tregoe, de 1977. Não podemos esquecer que a base é o PDCA de Shewhart. A visão cíclica dos fenômenos é muito importante para as decisões gerenciais e dos grupos de trabalho, gerando uma atitude correta e produtiva diante dos problemas.⁽¹⁾

O MASP pode levar a uma abordagem única e coerente para todos os tipos de problemas ou melhoria de oportunidades, submetendo um processo ou sistema a uma análise bem criteriosa, organizada e eficiente, porém, somente a prática contínua e persistente do método pode permitir seu aprendizado por combinar várias habilidades unitária num conjunto mais complexo.

Assim como numa partida de xadrez o jogador não utiliza os recursos de todas as jogadas, haverá situações na empresa onde nem todas as ferramentas do MASP serão usadas.

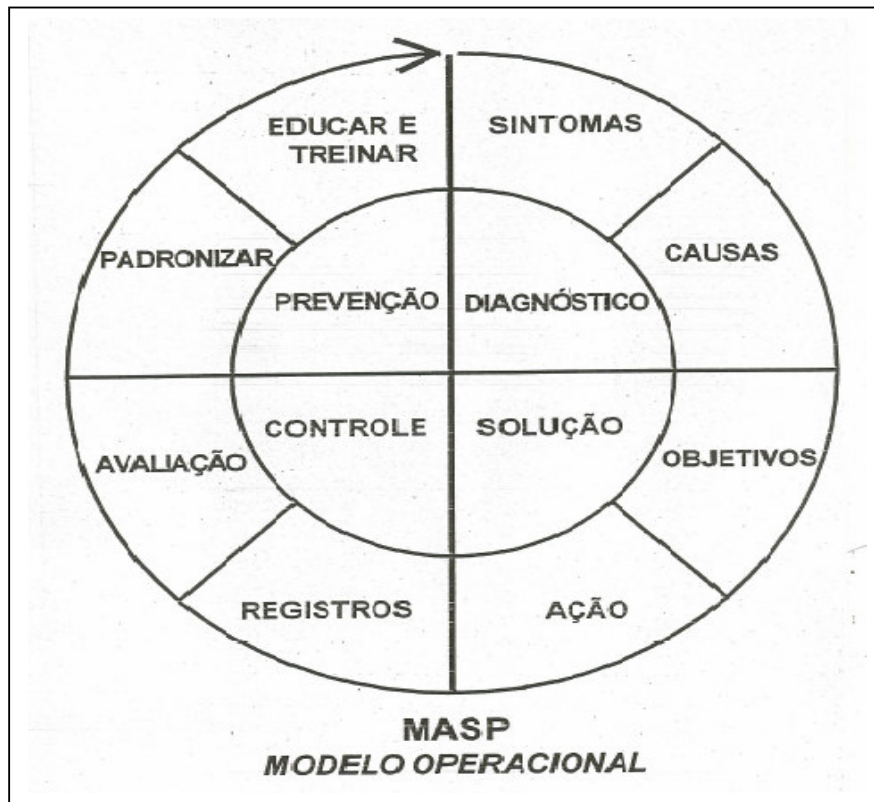


Figura 1. Modelo holístico operacional do MASP.

Diagnóstico – Solução – Controle e Prevenção, com subdivisões em 2 sub-áreas para cada área citada.

No Diagnóstico, teremos os sintomas e as causas

Na Solução, teremos os objetivos e as ações

No Controle, teremos os registros e a avaliação

Na Prevenção, teremos a padronização e a educação e treinamento.

1.3.1 Diagnóstico

É preciso conhecer o problema, enfrentando-o de modo a defini-lo em suas características, dimensões e consequências. Para isso, é necessário identificar os sintomas e localizar as causas dos desvios de desempenho ou, no caso de melhorias, fazer uma avaliação do custo/benefício de qualquer mudança.

Na sequência de 8 passos, chamada por alguns de 8D (8 Disciplinas), essa fase engloba o primeiro e segundo passos.⁽²⁾

Sintomas causados pelas não conformidades

Nessa sub-área, são mostrados 3 passos dos 8 totais, que são:

- 1º Passo) Identificar os sintomas – contato com os dados gerais;
- 2º Passo) Descrever os problemas ou oportunidades de melhoria;
- 3º Passo) Estabelecer contenção (disposição imediata provisória ou emergencial)

4º Passo: localizar a causa-raiz ou avaliar custo-benefício

É necessário descobrir se existe uma causa ou combinação de fatores que provocam o desvio de performance a partir dos fatos e dados coletados.

Geralmente, tem-se uma causa primária que gera outras causas subordinadas, porém, se for bloqueada a primeira, as outras subseqüentes também serão bloqueadas.

1.3.2 Solução

5º Passo: soluções e ações permanentes

Nesse quadrante, temos duas sub-áreas que são OBJETIVOS e a AÇÃO propriamente dita. Para desenvolver a solução, é necessário estabelecer os objetivos da ação, extraindo os mesmos da ação corretiva ou de melhoria diretamente da definição operacional do problema.

1.3.3 Controle

No 3º quadrante, apresenta-se o CONTROLE das ações, com suas duas subdivisões: REGISTROS e AVALIAÇÃO, que é o 6º PASSO.

6º Passo: verificação e implantação da ação

O responsável pela abertura do relatório de MASP (8D) verifica se as ações corretivas tomadas foram eficazes para que o problema que causou a não conformidade não volte a ocorrer, detectando também se a ação está de acordo com o que foi decidido pelo grupo responsável para a resolução do problema.

A verificação tem que ser baseada em dados e fatos oriundos de ferramentas da qualidade, evitando “achismos” e interpretações equivocadas. Devem ser comparados os itens de verificação que foram pré-determinados para controlar as atividades e seus resultados, sendo que esses itens de verificação transformam-se em itens de controle (Falconi Campos, op cit)⁽³⁾.

1.3.4 Prevenção

No quarto e último quadrante, apresenta-se a PREVENÇÃO, subdividida entre PADRONIZAÇÃO e EDUCAÇÃO E TREINAMENTO, gerando os 7º e 8º PASSOS.

7º Passo: padronização – redefinir padrões e abrangência da não conformidade

Nesse campo, serão marcados todos os produtos onde as peças e/ou outros insumos com as não conformidades possam estar presentes além daquele horizonte estudado inicialmente, determinando ações de modo que a não conformidade não se propague para itens semelhantes sujeitos aos mesmos tipos de desvios de desempenho, pode ser um produto ou processo⁽³⁾.

8º Passo: Educar e Treinar – Parabenizar o grupo

Reconhecer os esforços coletivos da equipe e continuar analisando a causa raiz e a resolução. Prevenir ocorrências significa prevenir mudanças de processos ou sistemas que permitam a ocorrência de um problema. Enquanto que as ações permanentes são específicas para um problema, a prevenção cobre todos os processos, projetos e sistemas relacionados e similares. Se for conhecido o que permite que um problema ocorra, podem-se revisar projetos e processos similares e prevenir a recorrência.⁽³⁾

1.4 Trincas

Uma trinca⁽⁴⁾ que ocorra em um material, independentemente da temperatura em que esteja, é devido à insuficiência de propriedades mecânicas para resistir a um esforço que foi solicitado.

1.4.1 Trincas de solidificação

Devido a ação dos gradientes térmicos em uma peça, podemos ter uma parte do fundido que já se solidificou e outra nos últimos estágios de solidificação, isto quer dizer que teremos parte do fundido se contraindo no estado sólido, gerando tensões que se distribuem em toda seção do fundido, geralmente ligadas à falta de colapsibilidade da mistura de areia de moldagem ou alívios mecânicos⁽⁴⁾.

Os machos ou luvas influem consideravelmente em trincas a quente, podendo representar uma restrição à contração ou atuar sobre as condições de solidificação e alimentação influenciando nas diferenças de velocidades de contração das várias partes da peça, na velocidade de formação da casca sólida e nos gradientes térmicos na frente de solidificação. A capacidade térmica da luva ou macho também é um fator importante na formação de trincas a quente, pois influi na velocidade de formação da casca sólida do metal. Quanto menor a espessura da casca da luva ou macho, menor será a quantidade de calor que eles poderão retirar do sistema⁽⁴⁾.

1.4.2 Trincas no estado sólido

Em relação a trincas no estado sólido, este aspecto assume importância significativa, visto que a mudança de coeficiente de contração influi decisivamente na formação de tensões.⁽⁴⁾

Havendo gradientes térmicos marcantes, é possível termos partes do fundido se contraindo com diferentes índices de contração. Com isso, a taxa e o coeficiente de contração variam sensivelmente, aumentando a tendência a trincas. Isso é especialmente importante em peças com geometrias complexas apresentando grandes diferenças de seções.

Quando todo o metal está homogêneo, com a mesma estrutura constituinte, não há mudanças bruscas nas propriedades físicas.

No caso de trincas de têmpera, de maneira geral, alguns fatores são agravantes e aumentam a tendência delas ocorrerem: elevação do teor de carbono

e da temperabilidade da liga, temperaturas de início e final da transformação da martensita M_i e M_f , geometria da peça, acabamento superficial, atmosfera do forno e processos de tratamento térmico, como velocidades de aquecimento e resfriamento.

Trincas de trabalho mecânico⁽⁴⁾ também podem ocorrer na prensagem ou qualquer outro tipo de sollicitação no Acabamento se as propriedades mecânicas da liga são extrapoladas, especialmente o alongamento.

Trincas de usinagem geralmente aparecem no fim do processo de usinagem e estão associadas a porosidades, microrrechupes ou inclusões. Nesse caso, estamos associando tanto a segregação de elementos quanto a presença de microrrechupes.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O material estudado é um aço baixa liga cromo-níquel-molibdênio que é tratado termicamente através dos processos de normalização, têmpera e revenido.

Essa liga é usada para placas de desgaste e pode ter grandes espessuras.

Sua dureza final é bastante alta, atingindo valores próximos a 50 HRC.

Com essas propriedades, pode-se observar que sua fragilidade é razoável, o que é confirmado pelos baixos valores de resistência ao impacto (tenacidade).

A necessidade de um trabalho mais apurado de resolução de problemas veio do alarmante número de não conformidades por trincas em peças dessa família no primeiro trimestre do ano.

Em seguida, foi criado o time de Zero Defeito – ZD – de Trincas para abordar todos os tipos de trincas que pudessem ocorrer na produção e um dos focos era justamente esse tipo de peça que gerava retrabalhos e refugos.

A metodologia MASP foi escolhida como aquela que seria mais interessante para esse tipo de problema por ser de abordagem mais completa, pois havia algumas hipóteses que precisavam ser esclarecidas, incluindo o levantamento confiável dos dados e tipos de ocorrências que ainda não estavam muito claros.

A seguir, vamos aos passos da metodologia MASP.

2.1 Diagnóstico

2.1.1 Sintomas causados pelas não conformidades

1º Passo) Identificar os sintomas – contato com os dados gerais

Foram usadas as seguintes ferramentas da Qualidade: estratificação, lista de verificação e diagrama de Pareto, que indicaram as seguintes condições:

- aumento do número de RNC's (Relatórios de Não Conformidades) apontando trincas em placas de desgaste Cr-Ni-Mo;
- meta no CQI (Custo de Qualidade Interno) extrapolada;
- excesso de retrabalho nesse tipo de peça; e
- atrasos no atendimento aos clientes por refugo e/ou retrabalho das peças.

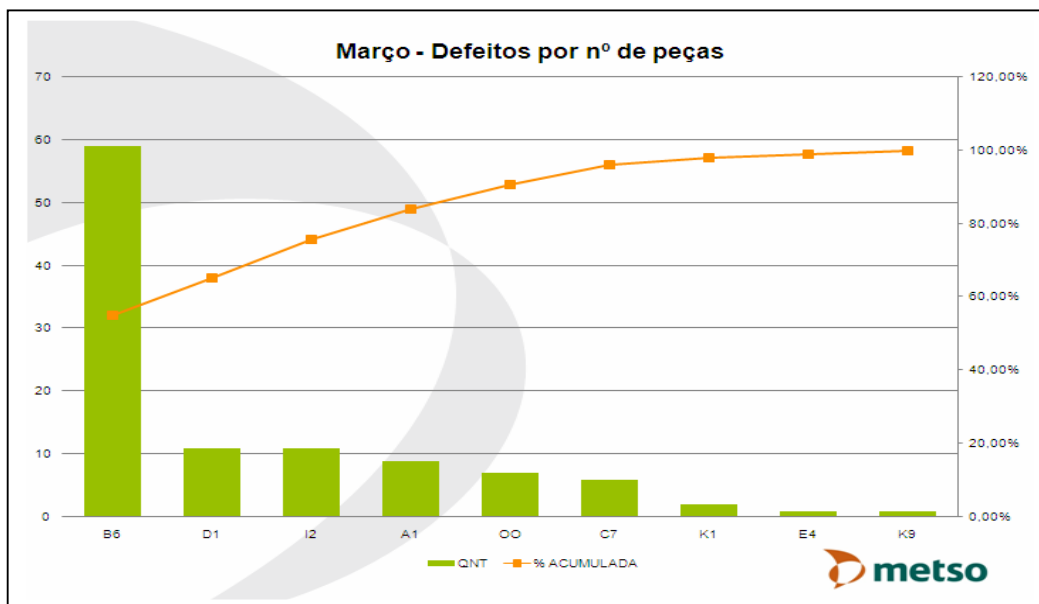


Figura 2 – Índice de não conformidades em março de 2008.

2º Passo) Descrever os problemas ou oportunidades de melhoria

Foram usadas as seguintes ferramentas da Qualidade: estratificação, lista de verificação e diagrama de Pareto, que indicaram as seguintes condições:

- as trincas apareciam geralmente nas regiões de canais e massalotes após operação de recuperação das peças no Acabamento.

Isso foi evidenciado pelas fotos nos Relatórios de Não Conformidade (RNC).



Figura 3 – Placa de desgaste.

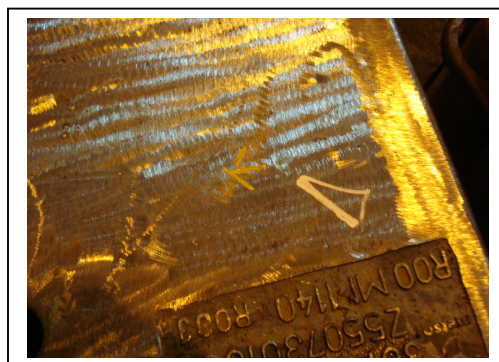


Figura 4 – Acabamento excessivo.

3º Passo) Estabelecer contenção (disposição imediata provisória ou emergencial)

Como ações emergenciais para tentar minimizar os impactos, foi decidido aumentar um alívio de tensões entre o tratamento térmico tradicional e operações de acabamento (exemplo: soldagem) e também o uso da retífica ao invés do esmerilhamento por se tratar de deformação e tensões mais brandas na peça, mas logicamente isso aumentou o tempo de processo e custo de fabricação nesse período, mas era importante para atenuar os atrasos de entrega.

2.1.2 4º Passo: localizar a causa-raiz ou avaliar custo-benefício

Na avaliação das possíveis causas de trincas, várias hipóteses foram levantadas; entre elas, podemos citar: trincas de têmpera, trincas de segregação, mordedura de solda (classificada erradamente como trinca), trinca mecânica de acabamento ou prensagem, trinca de solidificação ou de desmoldagem prematura.

Como ferramentas, foram usados o “brainstorming”, além do histograma, espinha de peixe ou diagrama de Ishikawa, matriz de causa e efeito, entre outras, já que o grupo de Zero Defeito era composto por pessoas que receberam treinamentos para usar tais ferramentas, facilitando toda a discussão técnica.

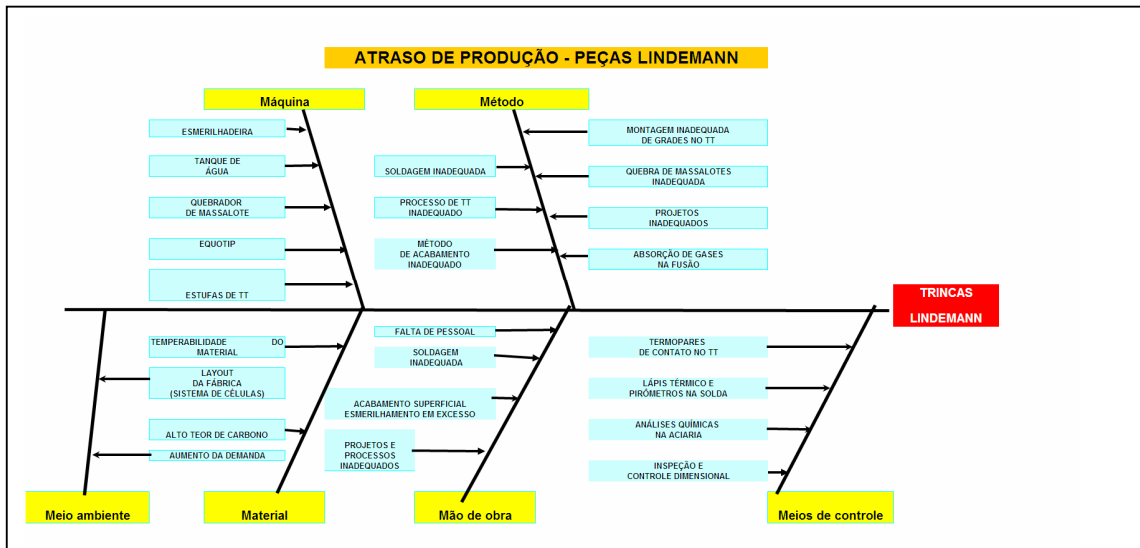


Figura 5 – Diagrama de Ishikawa para trincas em aço baixa liga.

A partir do Diagrama de Ishikawa, foram discutidos quais as causas prováveis que tinham maior chance de serem as causas reais. Daí, a análise técnica levou às seguintes possibilidades: trincas de têmpera, trincas por excesso de acabamento e trincas de segregação química nos massalotes.

Para chegar à conclusão, foram feitas análises químicas nas regiões das trincas e também fraturas passando por elas para estudar sua natureza.

Análises químicas de diversas regiões das peças trincadas não apresentaram sinais de segregação excessiva, especialmente em teores de fósforo, enxofre, carbono e cromo, descartando esse fenômeno como provável causa-raiz.

Corrida	C	P	N
10459	0,260	0,021	0,007
17570	0,288	0,023	0,006
17627	0,270	0,024	0,007
10505	0,280	0,023	0,009
17629	0,250	0,021	0,006
17696	0,290	0,021	0,009
17701	0,230	0,024	0,006
10611	0,259	0,023	0,009
10624	0,248	0,025	0,009
17732	0,250	0,019	0,009
10628	0,267	0,022	0,009
10630	0,250	0,020	0,009
10634	0,260	0,024	0,008
17793	0,260	0,024	0,009
17840	0,280	0,024	0,006

Figura 6 – Análise química.

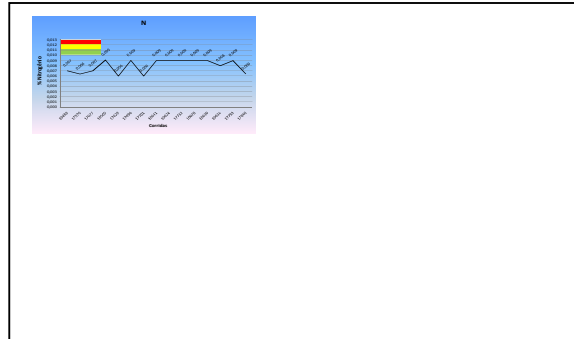


Figura 7 – Teores de nitrogênio.

As figuras abaixo mostram trincas de têmpera de um aço baixa liga.

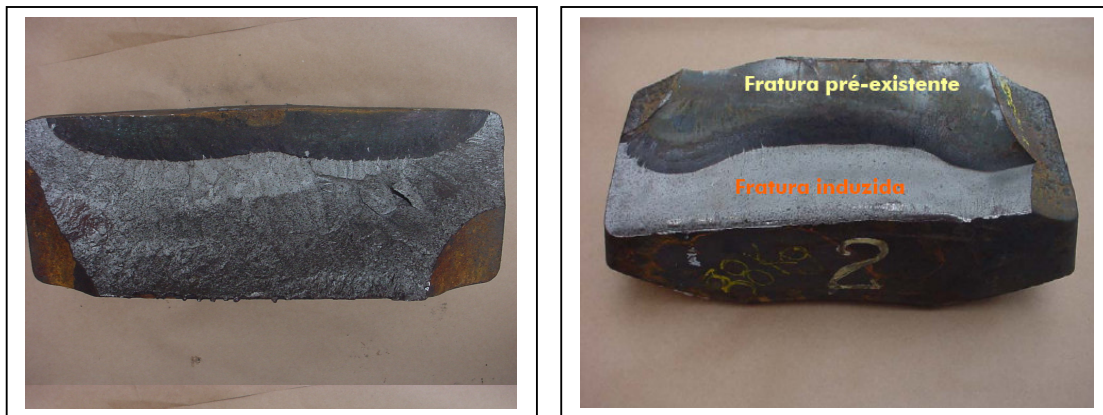


Figura 8 - Trincas de têmpera apresentando superfície oxidada e extensão da ordem de 30% e 50% da espessura da peça, respectivamente.

Partindo para a fratura das peças nas regiões de trincas, foi observado que as profundidades das trincas eram pequenas, subsuperficiais, geralmente capilares, sem gradientes de coloração que pudessem indicar trincas de têmpera pela oxidação da fratura e até mesmo descarbonetação superficial devido ao contato com atmosferas oxidantes.

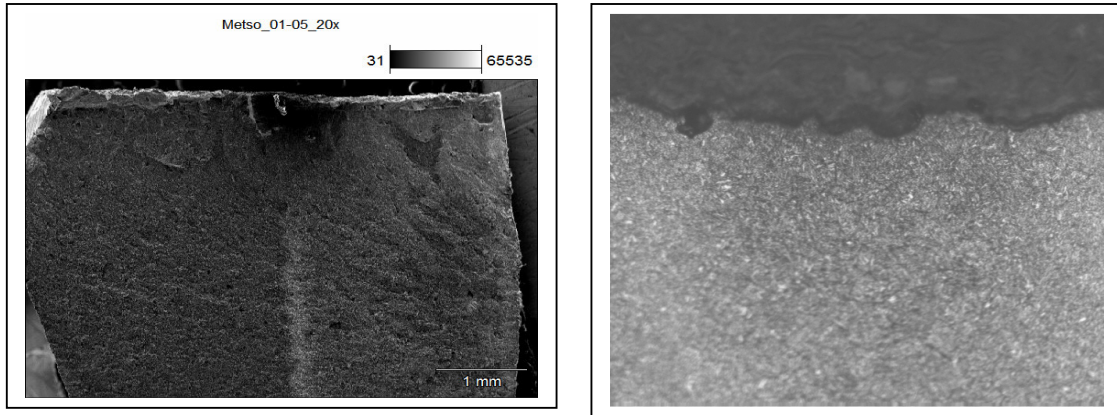


Figura 9 – Trincas superficiais nas peças: fratura e microscopia ótica.

Com essas análises, também foram descartadas as trincas de têmpera e foi observado que essas peças estavam demandando um alto grau de esmerilhamento para chegarem às dimensões finais exigidas pelo cliente.

Partindo dessas observações, foram monitoradas as próximas produções para se confirmar a alta exigência mecânica do trabalho assim como as causas que levavam a essa operação pesada.

Uma análise minuciosa mostrou que a origem do excesso de acabamento era o engrossamento que a peça estava sofrendo quando o aço era vazado pelo sistema de alimentação vigente, gerando um abaulamento na seção.

Como o desenho exigia a planicidade dessa superfície, era executado um grande esmerilhamento nela.



Figura 10 – Desenho esquemático da peça demandando a planicidade.

3 RESULTADOS

3.1 5º Passo: Soluções e Ações Permanentes

A solução imposta ao problema foi a alteração do sistema de alimentação da peça, especialmente dos canais de ataque, fazendo com que a força metalostática do aço não ficasse mais na parte de desgaste da peça, o que exigia o acabamento excessivo da mesma. Com a inversão da posição da peça, todo o engrossamento ficou na área de assentamento, onde há relevos e outros detalhes, além do massalote que fica num nível mais baixo para acabamento.

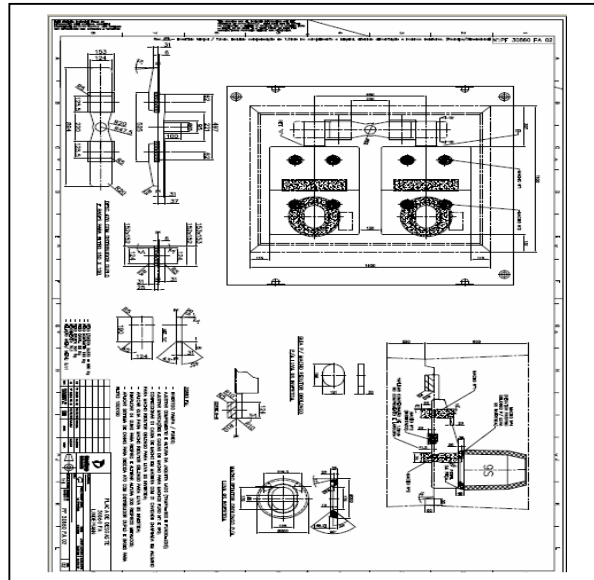


Figura 11 – Projeto alterado do sistema de alimentação.

4 DISCUSSÃO

Continuando com o seqüenciamento do MASP, vem:

No 3º quadrante, apresenta-se o Controle das ações.

4.1 6º Passo: Verificação e Implantação da Ação

A verificação da ação implementada pode ser vista de várias maneiras, desde o projeto com sua nova revisão até as peças produzidas na área, passando pelos Relatórios de Não Conformidades que indicam a diminuição drástica desse tipo de problema devido à ação que foi tomada adequadamente.

O defeito Trincas em Aço Baixa Liga (B6) caiu de primeiro para sexto lugar no índice de ocorrências de não conformidades, evidenciando a eficácia das ações.

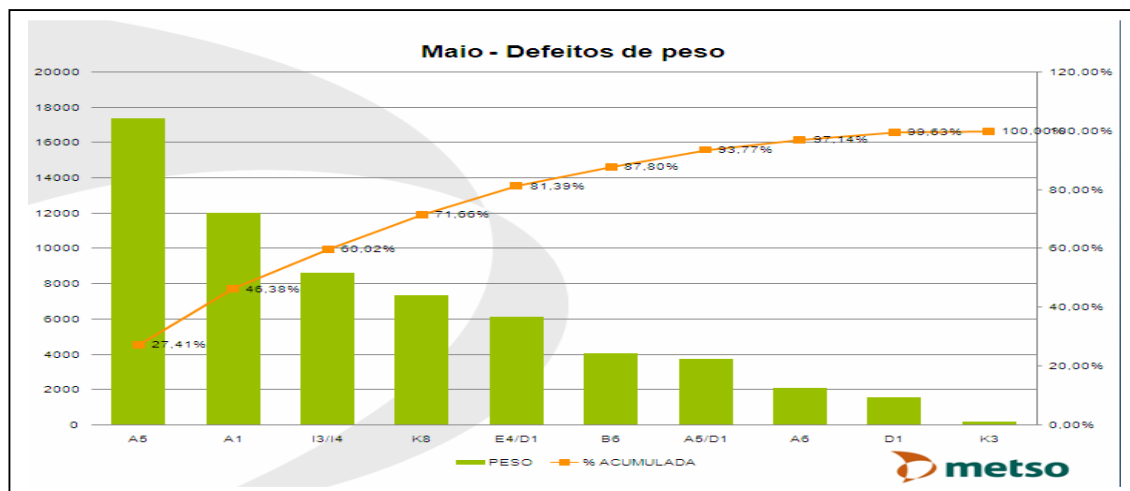


Figura 12 – Índice de não conformidades em março de 2008.

5 CONCLUSÃO

7º Passo: Padronização – Redefinir Padrões e Abrangência da Não Conformidade

Como padronização, todos os projetos similares a essa família de peças tiveram seus desenhos alterados conforme entravam em produção, significando também que a abrangência das ações tomadas foi além das peças estudadas.

8º passo: Educar e Treinar – Prevenção

A prevenção foi tomada através da maior abrangência das ações e todo o grupo envolvido nessas ações teve seus esforços reconhecidos e todas as metas relativas a esse tipo de não conformidade foram atingidas, aumentando a auto-confiança e também valorizando o uso de ferramentas da Qualidade como realmente muito úteis, principalmente no sentido de aumentar a capacitação técnica.

Agradecimentos

O grupo de Zero Defeito – Trincas agradece à empresa pela estrutura fornecida para que esse trabalho pudesse ser executado, agregando conhecimento e companheirismo entre integrantes e setores envolvidos, já que não conformidades geram ansiedades e cobranças, mas também várias oportunidades de aprendizado.

REFERÊNCIAS

- 1 Arioli, Edemir A.. Análise e Solução de Problemas. Rio de Janeiro. Edit. Qualitymark, 1998.
- 2 Equipe Grifo, Sindimaq. A Metodologia de Análise e Solução de Problemas. São Paulo: Editora Pioneira, 1997.
- 3 Silva, Gilson N.. – TCC: Eliminação de Projeção de Massa Refratária na Aciaria através do Uso do MASP. Especialização em Administr. Industrial – Fund. Vanzolini-USP. 2008
- 4 Silva, Gilson N.. – Relatório Interno de Análise de Falhas – Trincas em Peças Fundidas devido à Exotermia de Luvas