



## **Aplicação do Método de Análise e Solução de Problemas (MASP) em uma organização do segmento de solda**

**Paulo Fernandes Sanches Junior (CEFET-MG)**  
[sanches@cefetmg.br](mailto:sanches@cefetmg.br)

**Gabriel de Menezes Guerra Costa (CEFET-MG)**  
[gabrielmguerrac@gmail.com](mailto:gabrielmguerrac@gmail.com)

**Luciano dos Santos Diniz (CEFET-MG)**  
[lucianodiniz@cefetmg.br](mailto:lucianodiniz@cefetmg.br)

**Vera de Sales Martins (CEFET-MG)**  
[vera.martins@cefetmg.br](mailto:vera.martins@cefetmg.br)

**Marcelo de Azevedo Couto (CEFET-MG)**  
[marcelocouto@cefetmg.br](mailto:marcelocouto@cefetmg.br)

*O objetivo principal desta pesquisa é analisar a aplicação dos métodos sistemáticos de solução de problemas de qualidade na área fabril de uma indústria que tem como filosofia interna o Kaizen, possui certificação ISO 9001 e produz aparatos para atividade de solda. A empresa estava enfrentando diversas perdas no processo de industrialização dos eletrodos de solda com aumento dos custos e a perda de eficiência nas etapas produtivas. Deste modo, através de um estudo descritivo, foi realizada a aplicação do Método de Análise e Solução de Problemas (MASP) com todas as suas etapas conforme discutido pela literatura. O método se apresentou eficiente e proporcionou a redução dos níveis de perdas que passou de uma média de 3,36% desempenhada no ano de 2018 para 0,38% em outubro de 2019. De forma geral, a proposta de utilizar o MASP no processo produtivo de uma indústria de aparatos de soldagem apresentou resultados satisfatórios, comprovando a aplicabilidade da ferramenta no contexto produtivo.*

*Palavras-chave: MASP, PDCA, Qualidade, Melhoria Contínua.*

## 1. Introdução

A GFB Industries (nome fictício) é uma empresa que atua mundialmente na produção e comercialização de itens de soldagem. No Brasil, está presente em cinco estados e comercializa, dentro de seu mix de produtos, todos os aparatos necessários para se desenvolver a atividade da solda, contemplando desde a comercialização de máquinas pesadas de solda e corte até os consumíveis de soldagem.

O desafio da empresa encontra-se na perda concentrada de pó utilizado na fabricação de eletrodos usados no processo de soldagem. A perda ocorre na produção de todas as variedades de eletrodos produzidos na fábrica visto que, independentemente de sua composição química e sua finalidade de aplicação, as etapas de produção são as mesmas e conseqüentemente o processo de perda se generaliza, diferindo-se apenas pelos custos das matérias-primas utilizadas. No ano de 2018, essa falha no processo correspondeu a aproximadamente 3,5 milhões de reais em perda de matéria-prima somados a todos os custos de controle, armazenagem e manuseio de resíduos, gerando assim uma grande oportunidade de melhoria e redução de custos.

Deste modo, o objetivo do presente trabalho foi aplicar o Método de Análise e Solução de Problemas (MASP) na produção de eletrodos da empresa GFB Industries visando a redução das perdas produtivas de pó necessárias no processo padrão de sua fabricação.

Para se atingir esse objetivo utilizou-se o estudo qualitativo com técnicas de Pesquisa Documental, Entrevista e as etapas do MASP. A execução do processo de melhoria foi tratada de forma prescritiva, racional, estruturada e sistemática dividida em oito fases fundamentais conforme proposta de Campos (1992):

- 1) Apresentação do Problema: na primeira etapa do MASP foi feita toda a apresentação e identificação do problema, descrição das etapas do processo produtivo e levantamento do impacto financeiro gerado pela perda no processo de fabricação dos eletrodos.
- 2) Observação: a etapa de observação do método se refere à coleta de dados por meio de uma visita in loco para uma avaliação das causas e particularidades que envolvem o processo. Sendo assim, apresenta, nas perspectivas do grupo elencado para solução desse problema, todas as possíveis causas geradoras observadas.
- 3) Análise para a descoberta das causas: na terceira etapa do método, foi realizado um encontro do grupo que, sob a técnica de *brainstorming*, elaborou um diagrama de Ishikawa voltado para estruturação das causas do problema. Posteriormente foi realizada a avaliação de cada possível causa no relatório FMEA (*Failure Mode and*

*Effect Analysis*). O FMEA é uma ferramenta de priorização que se baseia em um índice de risco representado pela sigla NPR (Número de Priorização de Risco), onde são atribuídas notas de 1 a 10 para ranquear os níveis de Severidade, Ocorrência e Detecção. O produto dessas notas determina o índice NPR, sendo o de maior valor o mais crítico para a avaliação.

- 4) Plano de Ação: dada a priorização das possíveis causas a serem tratadas no relatório FMEA, na etapa em questão foi utilizada a ferramenta 5W1H para definição dos planos de ação para cada causa.
- 5) Ação: na quinta etapa do MASP, foi feita a descrição de como cada ação deveria ser implementada, especificando os setores responsáveis, a metodologia trabalhada na implementação e os novos procedimentos criados.
- 6) Verificação: na etapa de verificação, foram apresentadas as propostas para o acompanhamento dos efeitos das ações implementadas detalhando a periodicidade, metodologia e os mecanismos de controle desenvolvidos.
- 7) Efetividade do bloqueio: a penúltima etapa do método avaliou os efeitos das ações para o problema tratado, comparando os níveis de perda antes e depois de cada ação para verificar a eficácia das correções propostas e elucidar se foram suficientes para o bloqueio da causa raiz.
- 8) Padronização: passadas todas as etapas do MASP, na etapa de padronização buscou-se a comunicação do novo processo desenvolvido para toda produção da empresa, a elaboração de Procedimento Operacional Padrão (POP) e treinamentos para todos os colaboradores da fábrica de eletrodos.

## **2. Métodos de Análise, Solução de Problemas e Melhoria de Processos**

Os métodos sistemáticos para solução de problemas têm sido amplamente recomendados para as práticas formais de promoção de melhorias ou mudanças organizacionais (DIBELLA; NEVIS, 1998). É importante ressaltar que não existe um único método para melhoria de processos, e os mais usados e que aqui serão abordados são: MASP, DMAIC, 8D e Método A3. Para Vivone, Giusti e Albieri (2005), em um processo eficaz de ação corretiva, a abordagem formal é de suma importância, visto que permite à equipe de análise da causa de um problema certificar-se que o esforço foi despendido de forma assertiva, se mantém a troca de perguntas e respostas e também o histórico das ações corretivas. Schmenner (1999), defende que vários

pontos devem ser considerados para a análise e solução de problemas, incluindo a coleta de dados e a investigação sistemática. Com base no autor, a coleta dos dados apropriados pode demandar uma avaliação dos aspectos do processo, a observação dos defeitos ou ocorrências do que está sendo investigado, suas características, a ligação das situações com tempos ou locais e o acompanhamento de qualquer mudança ou condição do processo, materiais, equipamentos ou da mão-de-obra.

Segundo Oribe (2011), o Método de Análise e Solução de Problemas (MASP) é um roteiro prescritivo, racional e sistemático para o desenvolvimento de um processo de melhoria. Vale ressaltar que o MASP é uma derivação do método japonês denominado como *QC-Story* e que este, por sua vez, procede à metodologia do ciclo PDCA que remete sua origem ao movimento de qualidade total da década de 1950 (ALVAREZ, 1996).

Campos (1992) não ressalta as diferenças nos passos ou subpassos entre PDCA e MASP, mas destaca a forma na qual as 8 etapas do MASP estão inseridas no ciclo do PDCA, observando como todo o processo segue uma sequência até a fase de verificação do bloqueio (figura 01). A partir disso, se os resultados obtidos forem os mesmos previstos, a sequência lógica do MASP é seguida, efetuando a padronização das rotinas executadas. Do contrário, se na verificação do bloqueio evidencia-se que os resultados não foram alcançados conforme esperado, o prosseguimento é impedido tornando-se necessário o retrabalho de todos os passos, pois certamente houve falha em alguma das etapas anteriores.

Figura 01 - Escopo do MASP

Método de análise e solução de problemas	P	1	identificação do problema
		2	observação
		3	análise para descobrir causas
		4	plano de ação
	D	5	ação para eliminar as causas
		6	verificação da eficácia da ação
	C	7	bloqueio foi efetivo
		8	padronização
A	7	padronização	
	8	conclusão	

Fonte: Werkema (2013)

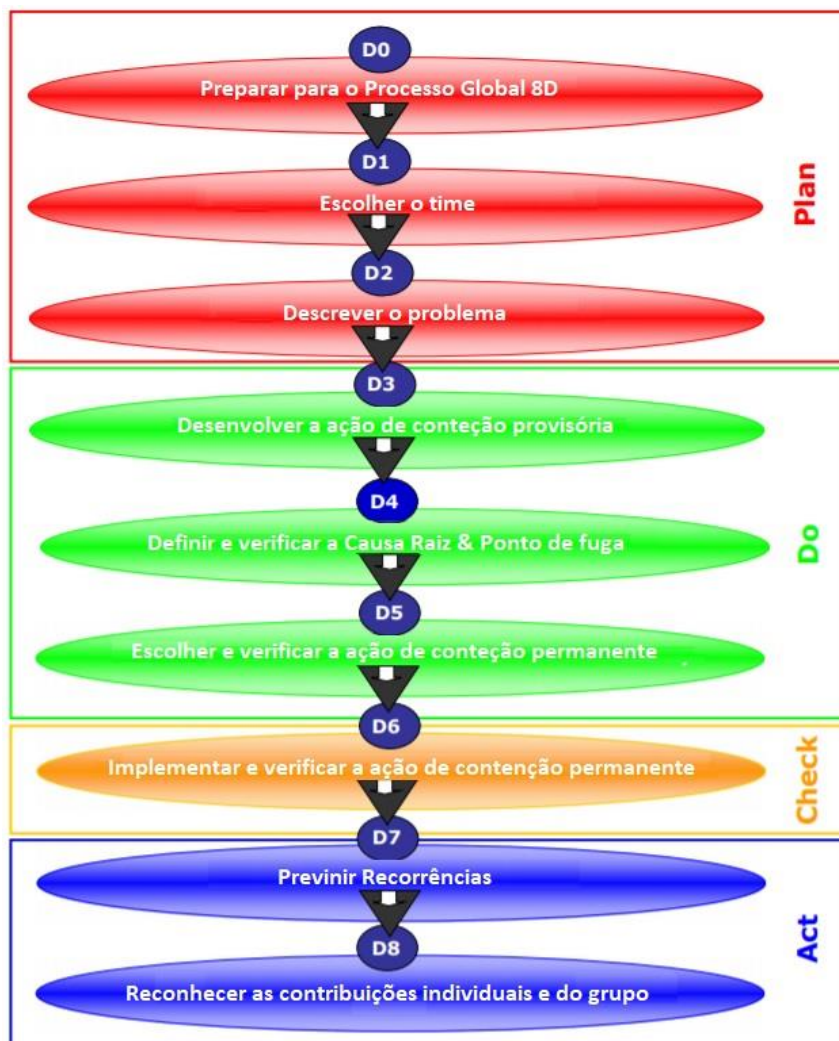
Já o programa Seis Sigma nos fornece duas metodologias sistematizadas, sendo uma nomeada como *Design for Six Sigma* (DFSS) e a outra *Define, Measure, Analyze, Improve and Control*

(DMAIC). Carvalho (2007) afirma que o DFSS é utilizado para o desenvolvimento de bens, serviços e processos e compõe os passos: *Define* (definir), *Measure* (medir), *Analyze* (analisar), *Design* (planejar) e *Verify* (verificar) formando a sigla DMADV.

A segunda, DMAIC, é a metodologia empregada para melhoria de produtos desenvolvidos com intuito de atender as propostas do modelo guiada por cinco passos: *Define* (definir), *Measure* (medir), *Analyze* (analisar), *Improve* (melhorar) e *Control* (controlar) (CARVALHO, 2007).

Outra metodologia difundida mundialmente na área da resolução de problemas foi desenvolvida pela Ford Motors na década de 1980, nomeada como 8D (figura 02). Segundo a Ford (1996) uma de suas características principais é a abordagem formal, ágil e detalhada na resolução de problemas e o foco central na valorização da sinergia entre as pessoas.

Figura 02 - O processo de solução de problemas do Global 8D



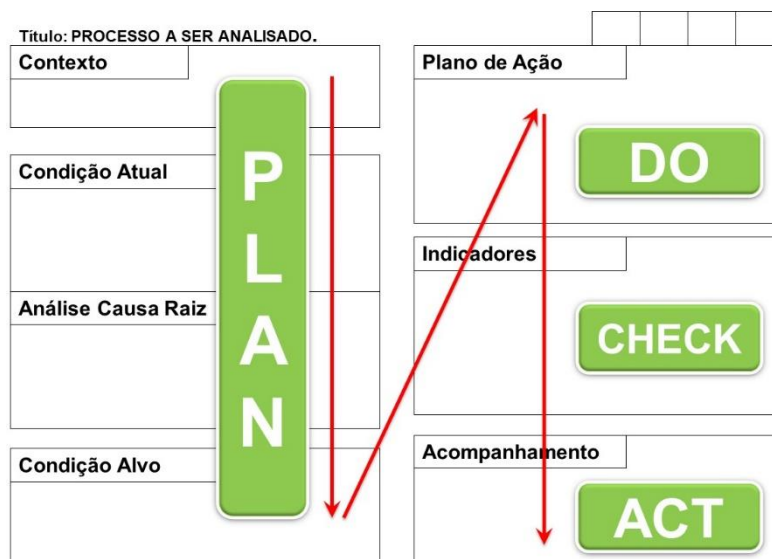
Fonte: Adaptado de Ford (1996)

Sua abordagem constitui-se em uma metodologia de oito passos desde a identificação, correção e eliminação das não conformidades até a elucidação da causa raiz da origem dos problemas. Além disso, propõe também ações de correção imediata para o estancamento preliminar e temporário do problema e ações corretivas nas quais impeçam a reincidência do mesmo, avaliando os impactos no custo, tempo e efeito para o cliente e para a organização.

Por fim, apresenta-se o Método A3 (figura 03) que é uma outra metodologia de análise e solução de problemas desenvolvida pela montadora japonesa Toyota Motor Corporation. Seu nome provém do escopo físico da sua aplicação, que consiste em um relatório de perguntas sistematizadas em um papel tamanho A3, para orientar o diálogo e a análise na tratativa dos problemas (SHOOK, 2008).

Sua prática é guiada em sete passos, que além de direcionar o foco da análise, auxilia o colaborador responsável a contextualizar a natureza do problema de forma holística. A entrega do relatório provê uma narrativa padronizada de prerrogativas do problema, contemplando todo o contexto de início, meio e fim, a correlação entre os elementos discutidos e a ordenação entre os fatos e causas (SHOOK, 2008).

Figura 03 – Método A3



Fonte: Adaptado de Shook (2008)

A estrutura da metodologia é fundamentada pelo relatório A3 que, de acordo com o Durward (2009), é estruturado pelos sete passos abaixo:

1. Tema e Contexto: descrição profunda do problema abordado, detalha a forma na qual foi descoberto, os motivos da importância deste para organização, todos os envolvidos e o histórico de aprendizados de experiências anteriores.

2. Condição Atual: um diagrama da situação do sistema na forma atual e que foi responsável por gerar o problema, quantificando a extensão do mesmo por análise de proporção de defeitos e horas de parada.
3. Análise da Causa Raiz: a partir do profundo entendimento da etapa de “Condição Atual” o autor sugere que a utilização da ferramenta de “5 Porquês” sustente e guie a identificação da causa raiz geradora do problema. Essa ferramenta constitui na ideia de se perguntar cinco vezes seguidas o porquê do problema, identificando, assim, a causa raiz do problema.
4. Condição Alvo: deve-se desenvolver um novo diagrama semelhante ao discutido na segunda fase, porém agora sob a perspectiva da nova sugestão de desenvolvimento do processo.
5. Plano de Ação: trata-se das necessidades para que a “Condição Alvo” entre em aplicabilidade, listando quando as tarefas devem ser desenvolvidas e seus respectivos responsáveis.
6. Indicadores: consiste na fase de controle identificando, de forma precisa e quantitativa, os impactos da implementação da “Condição Alvo” na melhoria ou mudança do processo.
7. Acompanhamento/Relatório dos Resultados: por fim, o espaço final do Relatório A3 é utilizado para identificar as variações entre as expectativas dos resultados com a realidade atingida.

A partir da descrição e estudo dos métodos de análise e solução de problemas é notória a importância da busca sistemática de resolução de problemas por parte das organizações. A alavancagem operacional, implementada pela busca de excelência de forma contínua, possibilita um ganho de assertividade na solução de problemas de alta complexidade e risco para as empresas, garantindo competitividade de longo prazo e otimizando os desperdícios decorridos da abordagem não sistematizada. A figura 04 representa os métodos de análise e solução de problemas estudados, sistematizados dentro da estrutura do ciclo PDCA.

Figura 04 – O Ciclo PDCA e os Métodos de Análise de Solução de Problemas

Fase Método	MASP	DMAIC	8D	A3
Plan	Identificação do problema	Define	D0: Preparar para o Processo Global 8D	Descrição profunda do problema abordado
	Observação	Measure	D1: Escolher o time	Identificação da condição atual
	Análise para descobrir causas	Analyze	D2: Descrever o problema	Análise da Causa Raiz
	Plano de Ação			Condição alvo
Do	Ação para eliminar causas	Improve	D3: Definir Contenção provisória D4: Definir Causa Raiz D5: Definir Contenção permanente	Plano de implementação
Check	Verificação da eficácia da ação	Control	D6: Implementar contenção permanente	Indicadores/Métricas
Act	Padronização	Control	D7: Prevenir Recorrências	Relatórios de resultados
	Conclusão		D8: Reconhecer as contribuições individuais e do grupo	

Fonte: Autor

### 3. Aplicação do MASP

Com a identificação do problema do excesso de perda na fabricação dos eletrodos de solda (1ª etapa do MASP), foi realizada uma reunião com o supervisor da fábrica e com o engenheiro de processos para detalhar o seu processo produtivo.

O ciclo de produção do eletrodo é composto por 5 etapas (figura 05):

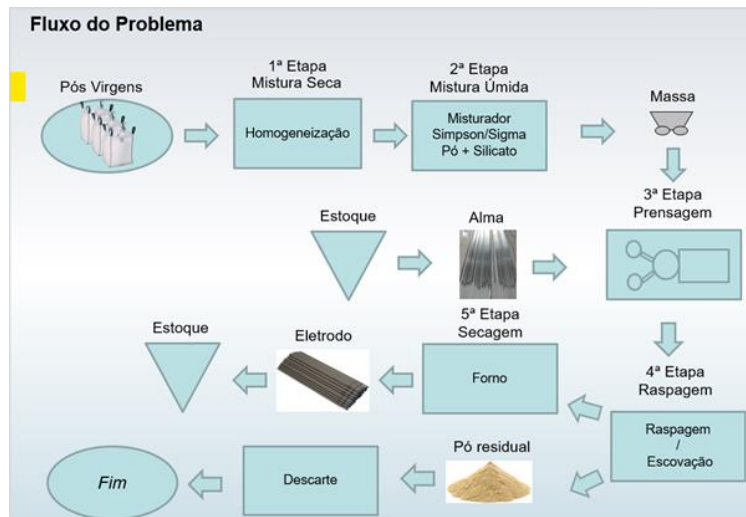
- 1ª) Processo de mistura seca: é a mistura de três pós básicos, quimicamente diferenciados, necessários para a aplicação do eletrodo.
- 2ª) Processo de mistura úmida: ao pó homogeneizado é adicionado o silicato e novamente misturado formando uma massa.
- 3ª) Prensagem: a massa é carregada em um tubo e direcionada para uma prensa para unificar, por um processo de extrusão direta, a massa de pó e silicato na vara de arame.
- 4ª) Lixamento: o eletrodo passa por um conjunto de escova e lixa para dar acabamento ao arame, uniformizando toda a camada de massa da superfície e por fim lixa-se a



ponta de contato e a ponta de pega do eletrodo, desgastando o excesso de massa. Os resíduos desses processos são descartados.

- 5ª) Secagem: remove a umidade residual do eletrodo.

Figura 05 – Fluxo Produtivo do Eletrodo



Fonte: Autor

O problema encontrava-se na perda gerada pela quarta etapa do processo produtivo (figura 06). Nessa etapa ocorre a lixa das pontas dos eletrodos e é onde ocorre a perda de massa dos três pós básicos e silicato usados na sua fabricação.

Figura 06 – 4ª Etapa da Fabricação do Eletrodo



Fonte: Autor

A perda é gerada na produção de todas as famílias de eletrodos diferindo-se apenas pelos custos das matérias-primas utilizadas e quantidade de revestimento em função da bitola do arame. A Figura 07 apresenta o eletrodo posteriormente ao processo de acabamento.

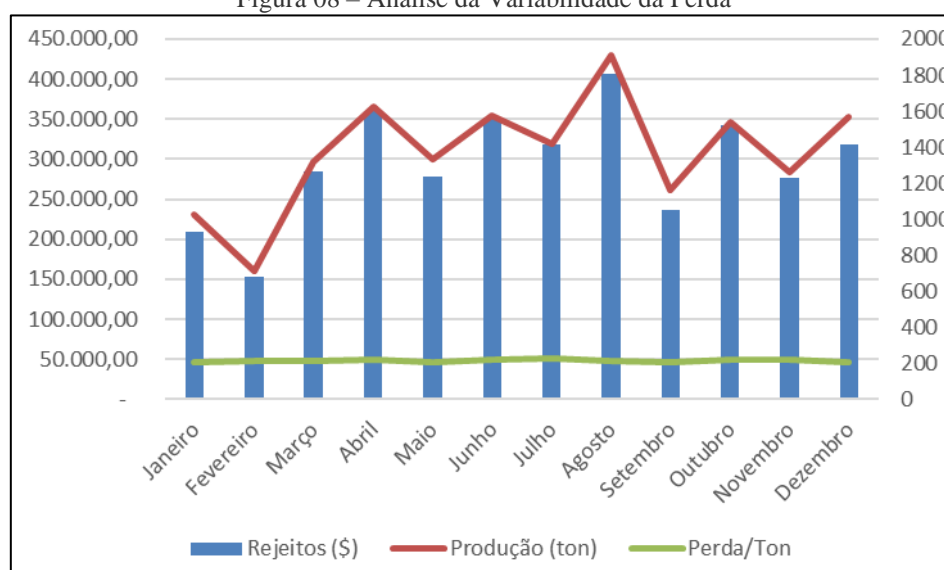
Figura 07 – Eletrodo acabado



Fonte: Autor

No ano de 2018 a perda de massa na etapa de acabamento do eletrodo correspondeu a um montante de aproximadamente 3,5 milhões de reais somados a todos os custos de controle, armazenagem e manuseio de resíduos. Esse valor equivale-se a 3,36% do custo da operação anual de 2018 e está representado em moeda BRL conforme Figura 08. A linha verde no gráfico representa o nível de perda previsto pela empresa.

Figura 08 – Análise da Variabilidade da Perda



Fonte: Autor

### 3.1 Observação

A segunda etapa do método refere-se a descoberta das características do problema através da coleta de dados e da observação no local. Para tanto, foram agendadas visitas à fábrica durante o expediente comercial e em turnos variados, junto à equipe elencada para o desenvolvimento desse trabalho.

Durante as visitas, foi possível identificar a confusão dos operadores no momento de abastecer as máquinas com a massa de pó em quantidade superior à prevista na *bill of material* (lista de

componentes do produto acabado). Alguns operadores carregavam o tubo com a massa até preenchê-lo de forma totalmente aleatória.

A segunda observação foi sobre o tipo de lixa utilizado no processo da raspagem, que não havia distinção de granulometria baseada nos tipos de matérias-primas processadas. Dadas as variabilidades de dureza e espessura dos revestimentos, a quantidade do pó residual que se agarrava na lixa variava perceptivelmente nos *setups* das máquinas. Nos processos de lixamento, a granulometria da lixa é um dos fatores que mais influenciam o resultado de acabamento do produto final, conseqüentemente, o efeito de utilizar uma granulometria padrão para todos os tipos de dureza pode desgastar o revestimento do eletrodo além do necessário e aumentar os níveis de refugo acima do nível padrão.

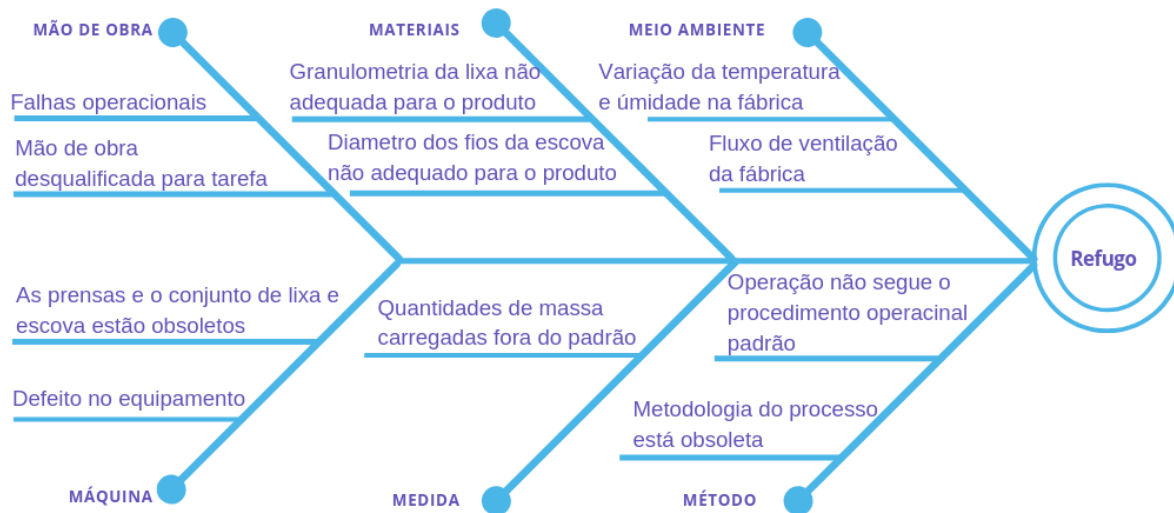
Também foi discutida a idade das máquinas desse processo, aventando-se a possibilidade do método utilizado no acabamento dos eletrodos estar obsoleto em comparação a métodos mais atualizados do mercado.

### **3.2. Análise para a descoberta das causas**

Nesta etapa, deve-se definir as causas que influenciam o problema levantado, escolher as mais prováveis e efetuar a verificação das hipóteses. Foi realizado um evento Kaizen e efetuada uma sessão de *brainstorming* com a presença do gerente de produção, gerente de qualidade, supervisor da fábrica de eletrodos, engenheiro de processos e técnico de qualidade para direcionar as aplicações do método. Nesta reunião, foram levantadas as possíveis causas para o problema em pauta e estas foram alocadas em um Diagrama de Ishikawa.

Na Figura 09, pode-se observar a estruturação das ideias obtidas durante o *brainstorming* no modelo do Diagrama de Ishikawa, também conhecido como Diagrama de Causa e Efeito.

Figura 09 – Diagrama de Ishikawa



Fonte: Autor

Posteriormente ao levantamento das possíveis causas, tentou-se identificar as causas mais prováveis de acordo com as hipóteses elencadas na criação do Diagrama de Ishikawa. Para isso, a escolha foi baseada no relatório FMEA (Análise de Modo e Efeito de Falha) - figura 10 - que suporta a priorização da tomada de decisão por meio da atribuição de notas de 1 a 10 nas categorias de Severidade, Ocorrência e Detecção da falha relacionada. O produto das notas de cada categoria resulta em um índice de risco que é representado pela sigla NPR (Número de Prioridade de Risco) que tem a finalidade de ranquear, dentre as causas elencadas, quais devem ser exploradas primeiramente, em função do índice de maior valor.

Com base no relatório FMEA desenvolvido, os NPR  $\geq$  a 360 foram considerados prioritários pela organização. Dessa forma, as falhas escolhidas foram as de número 3, 4 e 18 que estão destacadas na figura 10.

Figura 10 - FMEA

ANÁLISE DO MODO E EFEITO DAS FALHAS									
FMEA de Projeto ( ) de Processo (X)									
Área:	Prensas	Equipe:	H. Santos, T.Rocha, R. Santos e Gabriel Guerra		Máquina/Operação:	Prensagem e Raspagem			
Preparado por:	T. Rocha		Respons Processo:		H. Santos, T.Rocha, R. Santos				
Posição	Item/Etapa	Modo de falha	Efeito da falha	Severidade	Causas Potenciais	Ocorrência	Controles atuais	Deteção	Risco (NPR)
1	Extrusão de Eletrodo	Dimensional fora do especificado	Diâmetro fora da medida com possível aumento na perda dos pós	8	Bocal fora da medida	6	Registro no boletim de fabricação	6	288
2	Extrusão de Eletrodo	Varição de Pressão	Acabamento ruim com possível aumento na perda dos pós	7	Tempo de Mistura	3	Temporizador no equipamento	7	147
3	Extrusão de Eletrodo	Varição de pressão	Revestimento ruim com possível aumento na perda dos pós	8	Ar dentro das prensas	10	Inspeção Visual	6	480
4	Acabamento	Defeito Nas Extremidades	Divergência da Norma de Soldagem (N133) e com possível aumento na perda dos pós	6	Esteiras com Velocidades Diferentes	6	Inspeção Visual	10	360
5	Acabamento	Defeito Nas Extremidades	Divergência da Norma de Soldagem (N133) e com possível aumento na perda dos pós	6	Pressão do rolator muito baixa	4	Inspeção visual	10	240
6	Acabamento	Defeito Nas Extremidades	Divergência da Norma de Soldagem (N133) e com possível aumento na perda dos pós	6	Tamanho da alma do Eletrodo fora da Especificação	7	Planilha para controle das especificações do arame	4	168
7	Acabamento	Defeito Nas Extremidades	Divergência da Norma de Soldagem (N133) e com possível aumento na perda dos pós	6	Lixa Ruim ou Desgastada	1	Inspeção Visual	10	60
8	Acabamento	Defeito Nas Extremidades	Divergência da Norma de Soldagem (N133) e com possível aumento na perda dos pós	6	Lixadeira Mal Ajustada	1	Inspeção Visual	10	60
9	Acabamento	Defeito Nas Extremidades	Divergência da Norma de Soldagem (N133) e com possível aumento na perda dos pós	6	Regulagem da Lixadeira inadequada	1	Inspeção Visual	10	60
10	Acabamento	Defeito Nas Extremidades	Divergência da Norma de Soldagem (N133) e com possível aumento na perda dos pós	6	Velociade da Correia Mau Ajustada	1	Inspeção Visual	10	60
11	Acabamento	Mau Acabamento da Ponta Arco	Divergência da Norma de Soldagem (N133) e com possível aumento na perda dos pós	5	Ajuste Errado na Pressão das Cintas	6	Inspeção Visual	10	300
12	Acabamento	Mau Acabamento da Ponta Arco	Divergência da Norma de Soldagem (N133) e com possível aumento na perda dos pós	5	Offset da Lixa Erra	6	Inspeção Visual	8	240
13	Acabamento	Mau acabamento da Ponta Arco	Divergência da Norma de Soldagem (N133), possíveis problemas na abertura de arco e possível aumento na perda dos pós	6	Regulagem da lixa	4	Inspeção visual	10	240
14	Acabamento	Mau Acabamento da Ponta Arco	Divergência da Norma de Soldagem (N133) e com possível aumento na perda dos pós	5	Ponta de arco maior devido a presença de 2 escovas na linha 6 (apenas)	1	Inspeção Visual	10	50
15	Acabamento	Ponta de pega danificada	Divergência da Norma de Soldagem (N133) e com possível aumento na perda dos pós	6	Desgaste irregular da escova	3	Inspeção visual	10	180
16	Acabamento	Ponta de Pega Mal Acabada	Divergência da Norma de Soldagem (N133) e com possível aumento na perda dos pós	5	Eletrodos Mal Alinhados	6	Inspeção Visual	10	300
17	Acabamento	Ponta de Pega Mal Acabada	Divergência da Norma de Soldagem (N133) e com possível aumento na perda dos pós	5	Escova mal ajustada	6	Inspeção Visual	10	300
18	Acabamento	Ponta de Pega Mal Acabada	Possível aumento na perda dos pós	6	Regulagem da escova inadequada	10	Inspeção visual	6	360

Fonte: Autor

### 3.3. Plano de Ação

Para cada item escolhido do FMEA foi elaborado um plano de ação utilizando-se a ferramenta 5W1H (Figura 11) que consiste em responder as perguntas: O quê? Por quê? Como? Quando? Onde? Quem?

Além das ações do FMEA, foi estipulada a necessidade de se verificar, no mercado, a existência de uma solução mais moderna para a fabricação de eletrodos.

Figura 11 – Plano de Ação 5W1H

O quê	Por quê	Como	Quem	Onde	Quando
Criar um padrão dimensional para cada tipo de produto utilizando o comprimento mínimo conforme a norma 133	Para controlar que a remoção seja feita no nível mínimo de revestimento do eletrodo conforme a especificação	Desenvolvendo um dispositivo de medição padrão	Engenharia de Processos	GFB Industries	fev/19
Desenvolver um padrão para regular as correias	Para possibilitar a proporcionalidade da velocidade da esteira com a bitola do eletrodo.	Substituindo o potenciômetro analógico por um digital	Manutenção	GFB Industries	fev/19
Comprar e implementar uma briquetadeira no processo de extrusão	Para possibilitar que a massa seja totalmente prensada antes de ser carregada no tubo e impedir a entrada de ar no processo.	Incluindo o CAPEX da compra da máquina no orçamento	Otávio	GFB Industries	jun/20
Pesquisar no mercado um maquinário/método de produção alternativo	Para verificar a existência de um processo/tecnologia disponível no mercado no qual não ocorra as falhas existentes no processo interno.	Buscar fornecedores internos, externos e concorrentes do segmento.	Gabriel	GFB Industries	out/19

Fonte: Autor

### 3.4. Ação

Para garantir a compreensão por todo o time da fábrica de eletrodos, foram realizados treinamentos para esclarecer e exemplificar todas as modificações no processo..

O setor de engenharia de processos da empresa desenvolveu os moldes dimensionais em impressoras 3D com demarcações visuais das especificações dos vários tipos de eletrodos. Dessa forma, a cada lote produtivo o operador na fábrica retirava uma amostra para verificar se a parametrização da máquina de raspagem atendia à norma para barrar a ocorrência de algum problema de qualidade. O dispositivo desenvolvido é apresentado na Figura 12.

Figura 12 – Molde Dimensional de Verificação



Fonte: Autor

O segundo ponto tratado foi uma ação vinculada ao setor de manutenção para automatizar o controle de velocidade de rotação das esteiras. Assim, foi implementado o controle digital para os níveis de velocidade das esteiras eliminando o erro que acarretava em problemas de acabamento e perda.

Para verificar se o processo de fabricação era ainda competitivo, foi feita uma pesquisa de

mercado coletando as informações dos processos de prensagem, extrusão e acabamento de diversos fornecedores de maquinários e plantas de eletrodos da Europa, Estados Unidos e Ásia.

### 3.5. Verificação

Nesta etapa iniciou-se o acompanhamento semanal da produção para verificar a efetividade das ações implantadas. Foi elaborada uma ferramenta automatizada no sistema SAP para a apuração das perdas gerando maior acuracidade dos dados.

### 3.6. Efetividade do Bloqueio

Avaliando os efeitos das ações implementadas a partir do mês fevereiro de 2019, não ficou claro que houve uma redução significativa nos níveis de perda quando comparado ao percentual médio do desempenho em 2018 de 3,36%. Isto porque a modificação do dimensional mínimo da ponta de pega, junto a padronização das velocidades entre as esteiras gerou uma diminuição nos índices de perda, mas demonstraram uma tendência de queda muito baixa para os períodos futuros.

Deste modo, como as ações tomadas não surtiram o efeito desejado, o MASP prevê que deve-se retornar a fase de observação para destacar novas propostas que possivelmente eliminem ou reduzam satisfatoriamente o problema enfrentado. Assim, foram realizados novos encontros para se discutir novas possibilidades.

Durante o novo *brainstorming*, foi discutida a possibilidade da reutilização das perdas de pó pela reintrodução desse pó nas prensas. O teste desta proposta foi realizado primeiramente no laboratório interno para garantir um tratamento adequado com a avaliação dos fatores normativos de soldabilidade e suas propriedades químicas e mecânicas, para garantir que a proposta em questão não influenciaria em riscos de qualidade já tratados e controlados.

Após a confirmação e liberação pelo laboratório e pelo setor de qualidade, foi implementada, na produção, a proposta da reutilização do pó residual que agora é acumulado em *bags* coletores. A Figura 13 apresenta o processo de raspagem com o *bag* para coleta do pó.

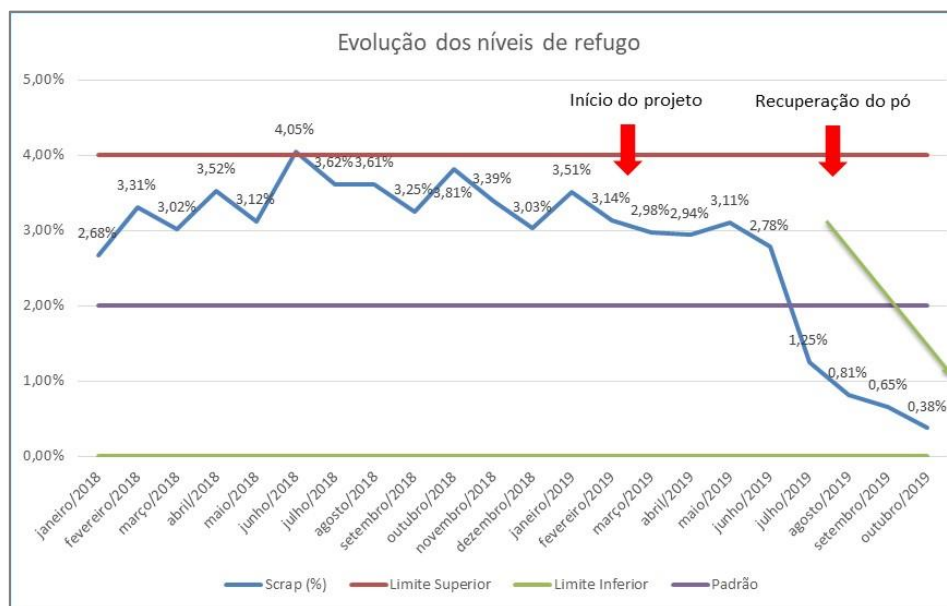
Figura 13 – Bags conectados ao processo de raspagem



Fonte: Autor

Concluída a implementação dessa ação, foi acompanhado o efeito da redução de perdas, conforme demonstra figura 14.

Figura 14 – Níveis de perda após a implantação das Ações



Fonte: Autor

Baseado no desempenho obtido com essa mudança, nota-se uma grande queda no mês de julho, sendo este o primeiro mês onde o percentual de perda real ficou abaixo do padrão de 2% previsto pela *bill of materials*. Além disso, observando-se os meses seguintes onde a etapa de recuperação de pós já estava na rotina dos operadores, foi obtido um desempenho ainda melhor e com uma tendência de decrescimento até à eliminação total das perdas para os períodos futuros.



Por fim, a última ação elencada para solução do problema, tratava-se de um *benchmarking* com fornecedores externos de maquinários para produção de eletrodos. Para tanto, foi feita uma avaliação com três fornecedores de máquinas, um que já havia fornecido uma prensa piloto para GFB Industries e dois novos fornecedores obtidos através de uma pesquisa na internet (Alemanha, Estados Unidos e Índia). O resultado foi que, dentre as três opções de maquinário, a que apresentava o menor percentual de perda apresentava nível padrão do processo interno, de 2%. Um ponto interessante, observado no *benchmarking*, foi a identificação de que, nos processos de todos os fornecedores, também estava previsto que os pós acumulados fossem reintroduzidos na etapa de mistura úmida – o que corrobora com a solução implementada no MASP.

### **3.7. Padronização**

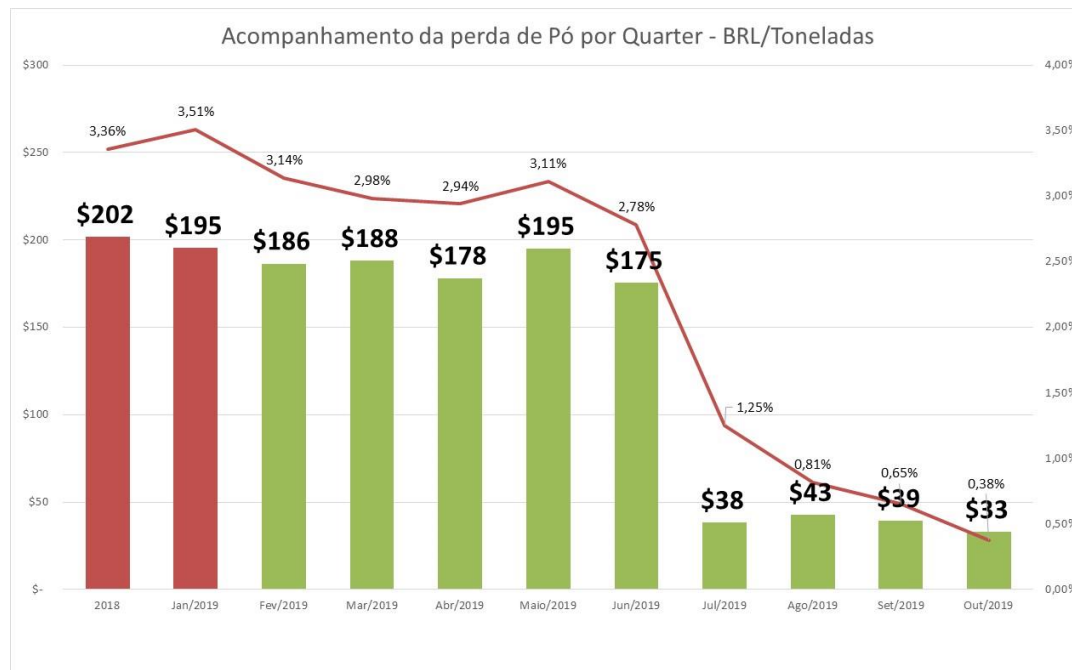
O processo de padronização da produção na GFB Industries foi feito a partir de treinamentos internos para cada turno de trabalho.. Esses treinamentos apresentaram os novos Procedimentos Operacionais Padrões (POP) para a reutilização dos pós, bem como suas limitações.

### **4. Considerações Finais**

O MASP é defendido por Gomes (2004) como um dos métodos mais eficientes na tratativa de problemas voltados para as áreas produtivas , por isso, é um dos mais praticados dentro do contexto brasileiro.

Avaliando os resultados apresentados foi notória a queda na perda frente às ações tomadas nesse projeto. O resultado final apurado foi a redução dos níveis de perdas que passou de uma média de 3,36% no ano de 2018, para 0,38% no mês de outubro de 2019, eliminando quase a totalidade o problema apresentado.

Figura 15 – Resultados Operacionais e Financeiros Finais



Fonte: Autor

Quanto aos resultados financeiros, a redução acumulada do ano de janeiro a outubro de 2019 foi de R\$1,17 milhões, porém deve-se ressaltar que o bloqueio do problema foi implementado somente a partir de julho, sendo assim, a projeção de ganho anual, em comparação a 2018, no novo método baseado no nível médio de refugo de 0,77%, e (R\$ 38,25) mil no período de julho a outubro, seria de R\$3,04 milhões no que implica uma redução de 86,88% do problema tratado. A pesquisa, de fato, demonstrou a praticidade do método e a facilidade para implantação de todas as suas etapas. Através do MASP foi possível visualizar o fluxo completo do processo produtivo, além de possibilitar o desenvolvimento do trabalho sistemático e consistente. Esse roteiro foi fundamental para avaliar os pontos de ineficiência, permitindo elucidar as fontes do desperdício e as melhorias de processo necessárias.

## REFERÊNCIAS

ALVAREZ, R. R. Desenvolvimento de uma análise comparativa de métodos de identificação, análise e solução de problemas. 1996. 189 p. Dissertação de Mestrado (Escola de Engenharia) – UFRGS, Porto Alegre.

CAMPOS, Vicente Falconi. TQC – Controle da qualidade total: no estilo japonês. 8.ed. Belo Horizonte: Editora DG, 1992.

CARVALHO, Marly Monteiro; Ho Linda Lee; Pinto, S. H. B.. Implementação e difusão do programa Seis Sigma no Brasil. v. 17, n. 3, p. 486-501, 2007. Disponível em:  
<<http://www.scielo.br/pdf/prod/v17n3/a07v17n3.pdf>>. Acesso 03/06/2019.

DIBELLA, A.; NEVIS, E. C. How organizations learn: an integrated strategy for building learning capability. San Francisco: Jossey Bass, 1998.

DURWARD, K. Relatório A3: ferramenta para melhorias de processos. Montana: Lean Institute Brasil, 2009.

FORD, Design Institute. Global 8D participants Guide. Michigan. Ford Motors Company, 1996.

GOMES, Jorge Fornari. A terceira Competência: um convite a revisão do seu modelo de gestão. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2004.

ORIBE, Claudemir. Muita gente usa, mas poucos conhecem a história do mais popular e consagrado método de solução de problemas de qualidade – MASP. Revista Banas Qualidade. São Paulo: EPSE, n. 231, p. 30-32, agosto 2011. Disponível em: <<https://www.banasqualidade.com.br/revista/online/edicao-315/32/>>. Acesso 15/03/2019.

SCHMENNEN, Roger W. Administração de operações em serviços. São Paulo: Futura, 1999

SHOOK, J. Gerenciando para o aprendizado: usando um processo de gerenciamento A3 para resolver problemas, promover alinhamento, orientar e liderar. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2008.

VIVONE, Marcus Vinícius; GIUSTI, Paulo Sérgio; ALBIERI, José Geraldo. Uma Abordagem 8D para tomada de ação corretiva eficaz. São Paulo: InteractionPlexus, 2005.

WERKEMA, M. C. Métodos PDCA e DMAIC e suas ferramentas analíticas. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.