

N. CLASS. M 658-562
CUTTER A4471
ANO/EDIÇÃO 2015

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS UNIS
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA
JORDAN LUCAS DE PAULA ALMEIDA

**ROTA DE QUALIDADE: diminuição no índice de material não conforme em uma linha
de produção de fios esmaltados**

Varginha
2015

Grupo Educacional UNIS

JORDAN LUCAS DE PAULA ALMEIDA

**ROTA DE QUALIDADE: diminuição no índice de material não conforme em uma linha
de produção de fios esmaltados**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia
Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas –
UNIS/MG como pré-requisito para obtenção do grau de
bacharel, sob orientação da Profa. Deborah Alvarenga.

Varginha

2015

JORDAN LUCAS DE PAULA ALMEIDA

**ROTA DE QUALIDADE: diminuição no índice de material não conforme em uma linha
de produção de fios esmaltados**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia
Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas –
UNIS/MG como pré-requisito para obtenção do grau de
bacharel pela Banca Examinadora:

Aprovado em: ____/____/____

Adilene Soares Tirelli

Giosany Borim Gonçalves

Sidnei Pereira

OBS:

Dedico este trabalho a meus pais, pelo incentivo e esforço total durante todo o curso, o carinho empenhado por estes, por meu irmão e pela minha noiva nos momentos de maior dificuldade.

Grupo Educacional UNIS

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os professores e mestres que me acompanharam desde os primeiros anos até a conclusão de minha graduação, todos eles responsáveis pela realização deste trabalho.

“Nenhuma engenharia nos ajuda a construir um caráter, mas com bom caráter se faz os melhores engenheiros.”

Jordan

RESUMO

Este trabalho de conclusão de curso objetiva a implementação de uma Rota de Qualidade, conhecida mundialmente por reunir ferramentas fundamentais e a utilização destas de uma forma organizada. A Rota de Qualidade começou com os CCQs (Círculos de Controle de Qualidade), na crise do Japão, com uma crescente falta de credibilidade diante das grandes economias. Utilizando desta ideia para obter grandes melhorias na produtividade, foi implantada e realizada em uma linha de produção de fios esmaltados, de uma empresa referência no mundo, onde haviam perdas e tempo de produção. Os bons resultados foram padronizados em todas as máquinas da linha, conhecida como modelo ou pioneira, de forma a expandir para toda a planta. Dentro desta padronização, foram levantados dados da produtividade em períodos diferentes, resultando em métodos para implantação e utilização do sistema e os resultados obtidos, explorando o projeto em estudo.

Palavras-chave: Rota de Qualidade. Círculos de Controle de Qualidade. Padronização.

ABSTRACT

This course conclusion paper aims to implement a Quality Route, known worldwide by gathering basic tools and the use of these in an organized way. Quality Route began with QCC (Quality Control Circles), in Japan's crisis, with a growing lack of credibility in the face of major economies. Using this idea for major improvements in productivity, it was implemented and performed in a production line of enameled wire, a reference company in the world, where they had production losses and time. Good results have been standardized in all machines of the line, known as a template or pioneer in order to expand the whole plant. Within this standardization, productivity data were collected at different times, resulting in methods for implementation and use of the system and the results obtained by exploiting the project under study.

Keywords: Quality Route. Quality Control Circles. Standardization.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Fluxograma do processo de esmaltação da Máquina M.	29
Figura 2: Diagrama de relações.	31
Figura 3: Espinha de peixe: Diagrama de Ishikawa.	32

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Gráfico Geral de Problemas para Rota de Qualidade	24
Gráfico 2: Estratificação para principais motivos de material não conforme interno.	25
Gráfico 3: Influência do problema de continuidade	26
Gráfico 4: Estratificação para principal máquina motivo de falhas em continuidade.....	26
Gráfico 5: Influência da Máquina M em falhas de continuidade.	27
Gráfico 6: Estrat. para principal fuso de trabalho com problema de falhas de continuidade...27	
Gráfico 7: Estratificação para principal produto com problema de falhas de continuidade.....	28
Gráfico 8: Falhas de continuidade com período até Julho de 2015.....	40
Gráfico 9: Antes e depois da Rota de Qualidade.....	41

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1 Círculo de Controle de Qualidade	12
2.2 Mecanismos de Qualidade	13
2.3 Ferramentas da Rota de Qualidade	14
2.3.1 <i>Brainstorming</i>	14
2.3.2 (5W1H) e (5W2H)	15
2.3.3 Diagrama de Árvore.....	15
2.3.4 Diagrama de Ishikawa.....	16
2.3.5 Folha de Verificação	17
2.3.6 Gráfico de Dispersão e Indicadores.....	17
2.3.7 Diagrama de Pareto.....	18
2.3.8 Estratificação.....	18
3 APLICAÇÃO DA ROTA DE QUALIDADE	19
3.1 Descrição da Área de Trabalho	19
3.2 Definição do Problema	20
3.2.1 Dimensões fundamentais.....	20
3.2.2 Levantamento de Problemas	20
3.2.3 Objetivo do Projeto	22
3.3 Descrição do Problema	23
3.3.1 Coleta de dados do problema	24
3.3.2 Estratificação do problema.....	25
3.3.3 Identidade do problema.....	28
3.3.4 Fluxograma do processo.....	29
3.3.5 Validação da Meta.....	29
3.4 Análise de causas	29
3.4.1 Definições técnicas das causas.....	29
3.4.2 Identificação das causas	30
3.4.3 Diagrama de relações	30
3.4.4 Diagrama de afinidade	31
3.4.5 Diagrama de Ishikawa.....	32
3.4.6 Diagrama 5W1H	33
3.5 Determinação de medidas	35
3.6 Execução de medidas	37
3.6.1 Ciclo PDCA: primeira Execução	38

3.6.2	Ciclo PDCA: segunda execução.....	38
3.6.3	Ciclo PDCA: terceira execução.....	39
4	RESULTADOS.....	40
4.1	Verificação dos Resultados.....	40
4.2	Gráficos de resultados.....	41
4.3	Padronização	42
4.4	Identificação de novos problemas.....	43
	CONCLUSÃO	44
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45

1 INTRODUÇÃO

A sobrevivência das empresas já não é mais garantida apenas pela exigência das melhores tomadas de decisões pelas pessoas. A competitividade destas está cada vez maior, aprofundando em uma economia global, em que cresce cada vez mais o avanço de tecnologias que permite a gerência de processos em tempo real e um atendimento com maior qualidade e menor custo para seus clientes. Os indicadores mais utilizados pelos gestores atuais, em sua grande maioria, apontam apenas a natureza econômica, mercado e posição nos ranking de competitividade, deixando de lado ferramentas que reúnem informações valiosas da atividade produtiva e sobre as operações, que são responsáveis pela origem de fatores determinantes dos resultados gerais da empresa. Tomando como base estas informações, foca-se na realização de Rotas de Qualidade, que se baseia na reunião de ferramentas de qualidade a fim de medir, monitorar e melhorar a eficiência dos processos de manufatura. O desenvolvimento deste trabalho torna-se mais viável a partir de estudos realizados por apontamentos de OEE e Controle de Qualidade, que comprovam a maior produtividade de uma linha de produção, procurando sempre os piores índices e os atacando de forma cíclica, visando resolver cada vez mais problemas raízes, de grande maioria simples de solucionar, porém mascarados como complexos devido ao efeito “bola de neve”. Para possibilitar o encontro dos lucros escondidos em perdas existentes nos processos de produção, o acompanhamento da Linha foi realizado de Janeiro de 2014 a Abril de 2015. Os trabalhos foram iniciados com a seleção do projeto através da identificação do problema focando nas dimensões de qualidade, custo e entrega. Este foi o primeiro passo para a mobilização da equipe em um Círculo de Controle de Qualidade, mostrando para os profissionais que havia um novo método de planejamento na aplicação de ferramentas de qualidade, que possibilitaria encontrar as perdas de produtividade e solucioná-las, retornando sempre no início de maneira contínua. Como parte mais difícil deste trabalho, pode ser considerada a integração dos membros da equipe de maneira equilibrada, lembrando que todos possuem tarefas diárias e diferentes dentro da empresa. Também devemos considerar a dificuldade do aceitando do “novo”, sendo que a quebra dos paradigmas profissionais referentes a uma Rota de Qualidade foi intensamente trabalhada.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O objetivo deste capítulo está na análise de referências que contribuirão de maneira teórica para a estruturação de todo o estudo. Na busca dos conceitos das ferramentas de qualidade, encontrando os componentes e o porquê da implantação de uma Rota de Qualidade.

2.1 Círculo de Controle de Qualidade

Para melhor esclarecimento quanto à firmiação da Rota de Qualidade quanto à confiabilidade, vamos enfatizar brevemente sobre a descrição e reputação da qualidade nas indústrias. Segundo Oakland (1994), qualquer que seja o tipo de organização em que você trabalhe, a competição sempre está presente: competição por clientes, por estudantes, por pacientes, por recursos, por fundos. Na maioria das organizações de todos os tipos, restam muito poucas pessoas que ainda precisam ser convencidas de que a qualidade é a mais importante das armas competitivas.

Podemos dizer que uma organização é um sistema de processos inter-relacionados. São processos organizacionais que transformam insumos em saídas que vão satisfazer as necessidades dos clientes, tanto os clientes internos como os clientes externos. (LUCINDA, 2010)

Com base na participação e opinião dos funcionários, podemos salientar que a consideração ou não consideração destas traz sérias consequências para o desempenho dos processos e produtos. De acordo com Oliveira (2004), os funcionários são a alma da empresa e deles depende o sucesso de toda a organização. Deve haver uma preocupação constante com capacitação, a fim de possibilitar ao quadro de pessoal o contínuo desenvolvimento e aprimoramento.

Segundo Palmieri e Pereira Jr. (2012 apud ABREU, 1991), foi assim que os Círculos de Controle de Qualidade (CCQ) nasceram mediante uma crise econômica, a do Japão, com consequente falta de credibilidade na qualidade de seus produtos e serviços no mercado internacional. O país estava arrasado moral e economicamente após a Segunda Guerra Mundial, os japoneses lançaram em uma mobilização de reerguimento baseado em dois pontos fundamentais: uma consciência nacional e capacidade técnica.

Com base na participação e opinião dos funcionários, podemos salientar que a consideração ou não consideração destas traz sérias consequências para o desempenho dos processos e produtos. De acordo com Oliveira (2004), os funcionários são a alma da empresa e

deles depende o sucesso de toda a organização. Deve haver uma preocupação constante com capacitação, a fim de possibilitar ao quadro de pessoal o contínuo desenvolvimento e aprimoramento.

2.2 Mecanismos de Qualidade

Segundo Oakland (1994), a eficácia de uma organização e de seu pessoal depende do empenho com que cada pessoa e cada departamento desempenham seu papel e se move no sentido das metas e objetivos comuns. Os mecanismos de controle são classificados em três categorias, dependendo de sua posição no processo gerencial.

Quadro 1: Categorias dos Mecanismos de Controle da Qualidade.

Antes do fato	Durante a operação	Depois do fato
Plano estratégico	Observação	Relatórios anuais
Planos de ação	Inspeção e correção	Relatórios de variação
Orçamentos	Revisão do progresso	Auditorias
Descrições de trabalho	Reuniões de <i>staff</i>	Pesquisas
Objetivos de desempenho individual	Sistemas de dados e informações internas	Revisão de desempenho
Planos de treinamento e desenvolvimento	Programas de treinamento	Avaliação do treinamento

Fonte: OAKLAND, John. Gerenciamento da Qualidade Total (1994).

A Rota de Qualidade se baseia em inovação, melhoramento e planejamento contínuo, sem cessar, sendo que, ainda segundo Oakland (1994), todas as empresas que competem na base da qualidade precisam atualizar periodicamente seus produtos, processos e serviços. O comprometimento com a qualidade no nível mais alto da administração ajuda a incorporar qualidade na elaboração do projeto e assegura boas relações e comunicação entre os vários grupos e áreas funcionais envolvidos.

A seguir estão colocados os três princípios nos quais as empresas se baseiam para obter impressionantes registros de crescimento orientado pelo produto ou pelo serviço:

- (a) Equilíbrio estratégico para assegurar que tanto o desenvolvimento do produto velho como o do novo é importante. A atualização dos produtos, serviços e processos antigos assegura a continuidade da geração de recursos que podem servir para financiar os produtos inteiramente novos.

- (b) Proximidade da gerência superior com o projeto para dar-lhe o tom e assegurar, através de apoio visível ao esforço do projeto, que o engajamento de todos é o objetivo comum. O controle direto deve ser concentrado em pontos críticos de decisão, pois o excesso de intromissão de elementos da alta administração no dia-a-dia da gerência do projeto pode causar atrasos e desmotivar o pessoal.
- (c) Trabalho de grupo para assegurar que, uma vez que os projetos estejam em andamento, os inputs de especialistas como os de marketing e os da área técnica, por exemplo, sejam reunidos, e os problemas, atacados simultaneamente. O trabalho de um grupo deve ser persistente, porém informal, pois o excesso de formalidade sufoca a iniciativa, o talento e o prazer de projetar.
(OAKLAND, 1994, p.52)

2.3 Ferramentas da Rota de Qualidade

O desenvolvimento e atenção dedicados à qualidade faz com que existam várias ferramentas, sejam elas adaptadas ou criadas para determinadas empresas, ou gerais, que são aplicáveis a indústrias, comércios, logísticas e demais ramos.

A aplicação de Sete Principais Ferramentas de Qualidade é bem comum para que haja uma padronização da Rota de Qualidade, e assim poder transmitir com facilidade ideias de Short Kaizen, Círculos de Controle de Qualidade, dentro outros programas e métodos de melhoria contínua.

Segundo Daychouw (2007), o primeiro a utilizar o termo Controle de Qualidade Total foi o Dr. Kaoru Ishikawa, nascido em 1915 no Japão, onde se tornou a figura mais importante na defesa do Controle de Qualidade. Ishikawa desenvolveu as “Sete Ferramentas” e considerou que qualquer trabalhador poderia utilizá-las no dia-a-dia, e não apenas gerentes.

As conhecidas e constantemente citadas “Sete Ferramentas”, são denominadas: Gráfico de Pareto, Diagramas de Causa-Efeito, Histograma, Folha de Verificação, Gráfico de Dispersão, Fluxograma e Carta de Controle.

Os sistemas de Rota de Qualidade destacam basicamente as ferramentas propostas por Ishikawa e mais outras que tornam este eficiente e eficaz nos diversos países que são utilizados.

2.3.1 *Brainstorming*

Segundo Oakland (1994), *Brainstorming* é uma técnica usada para gerar ideias rapidamente e em quantidade e pode ser empregada em várias situações. Os membros de um grupo, cada um por sua vez, podem ser convidados a apresentar ideias relativas a um problema que esteja sendo considerado. O objetivo é criar uma atmosfera de entusiasmo e originalidade, uma vez que todas as ideias apresentadas são registradas para análise subsequente.

2.3.2 (5W1H) e (5W2H)

A terminologia 5W1H ou 5W2H tem origem nos termos da língua inglesa *What, Who, Why, Where, When, How, How Much/How Many*, ou seja, a regra consiste basicamente em fazer perguntas no sentido de obter as informações primordiais que servirão de apoio ao planejamento de uma forma geral.

Para Daychouw (2013), esta ferramenta pode ser aplicada em várias áreas de conhecimento, servindo como base de planejamento.

A seguir, estão consideradas as áreas de conhecimento que pode-se aplicar tal ferramenta.

- (a) Planejamento da Qualidade: identificando quais os padrões de qualidade que são relevantes para o projeto e determinando como satisfazê-los, envolvendo as considerações de quando, como, quanto e onde atuar.
 - (b) Planejamento das Aquisições: identificando quais as necessidades do projeto que podem ser mais bem atendidas através da contratação de produtos ou serviços fora da organização, envolvendo as considerações de quando, como, o que, quanto e onde contratar.
 - (c) Planejamento dos Recursos Humanos: identificando quais as necessidades do projeto que podem ser mais bem atendidas através da utilização dos Recursos Humanos disponíveis dentro da organização ou considerações de quando, como, quem, quantos e onde contratar.
 - (d) Planejamento de Riscos: identificando quais os riscos a serem considerados quando implementar uma ação de contingência e quanto disponibilizar para a mitigação ou transferência dos riscos.
- (DAYCHOUW, 2013, p.73)

É necessário definir os pontos importantes sobre o projeto, sendo que não há uma regra básica, como também existem perguntas prontas. É de fundamental importância procurar conhecer os processos, identificando os elementos, as atividades, os produtos e serviços e os padrões a eles associados.

Conhecer os processos significa conhecer como os produtos são planejados, produzidos e entregues. (DAYCHOUW, 2013, p.74)

2.3.3 Diagrama de Árvore

Conforme apontado por Oakland (1994), o diagrama de fluxo de sistemas, usualmente referido como diagrama de árvore, é usado para mapear sistematicamente toda a série de atividades que devem ser realizadas para atingir um objetivo almejado. Pode também ser utilizado para identificar todos os fatores que contribuem para um problema que está sendo

considerado. Este método obriga o usuário a examinar os vínculos lógicos e cronológicos entre tarefas.

Abaixo estão consideradas as situações quando o diagrama de árvore apresenta grande utilidade:

- (e) Necessidades muito mal definidas devem ser traduzidas em características operacionais e é necessário identificar as características que podem ser controladas de imediato.
 - (f) Todas as possíveis causas de um problema precisam ser exploradas. Esse uso é muito semelhante ao diagrama de causa e efeito ou gráfico de espinha de peixe.
 - (g) Identificar a primeira tarefa que deve ser realizada quando se tem em mira um amplo objetivo da organização.
 - (h) O assunto em foco apresenta bastante complexidade e há tempo disponível para a solução.
- (OAKLAND, 1994, p.258)

Ainda segundo Oakland (1994), o diagrama de árvore se assemelha muito ao diagrama de causa e efeito ou ao fluxograma, porém com uma base diferenciada, sendo que o utilizador desta ferramenta deverá começar com uma descrição que defina com clareza e simplicidade o assunto ou objetivo. A seguir, deve-se usar do gráfico de inter-relação para encontrar ideias que sejam mais intimamente relacionadas com o assunto e coloca-las diretamente ao lado direito da ficha que descreve o objetivo. Também se deve observar cada uma das ideias e considera-las, notando se nenhuma das ideias existentes no digráfico de inter-relação puder responder adequadamente à pergunta, novas ideias podem ser desenvolvidas de tal modo a não deixar vazios no corpo do diagrama. Por fim, deve-se realizar a revisão de todo o diagrama com a pergunta em mente: “Se isso for feito, levará à realização da próxima ideia ou tarefa?”.

2.3.4 Diagrama de Ishikawa

Para Lucinda (2010), o diagrama de causa e efeito, espinha de peixe, ou simplesmente diagrama de Ishikawa constitui-se numa das mais eficazes ferramentas para a solução de problemas organizacionais. Os métodos são considerados simples, com resultados excelentes.

Segundo Daychouw (2007), a nomenclatura “espinha de peixe” é devida à forma deste diagrama, similar a uma espinha de peixe. Todas as fases ou operações concorrem para uma espinha dorsal. Este diagrama também pode ser conhecido como 4M, pois em sua estrutura, todos os tipos de problemas podem ser classificados como sendo quatro tipos diferentes: método, matéria-prima, mão-de-obra e máquinas.

Segundo Lucinda (2010), através do trabalho participativo, define-se o problema, colocando-o em um eixo horizontal. Para identificação das causas geradoras do problema,

também utiliza-se do trabalho participativo, com o envolvimento das pessoas diretamente afetadas pelo problema e da equipe responsável pela busca da solução.

Conforme mencionado por Daychouw (2007), este sistema permite estruturar hierarquicamente as causas de determinado problema ou sua oportunidade de melhoria bem como seus efeitos sobre a qualidade, sendo que sua finalidade é a apresentação ordenada da sequência de operações ou fases de um processo mostrando todas as etapas componentes, sequência e inter-relações.

Em geral, as causas no diagrama de Ishikawa, são levantadas em reuniões do tipo *brainstorming* e as causas mais prováveis, podem então ser discutidas e pesquisadas com maior profundidade.

2.3.5 Folha de Verificação

Segundo Giocondo César (2011), são formulários planejados nos quais os dados coletados são preenchidos de forma fácil e concisa. A folha de verificação seria a ferramenta da qualidade utilizada para facilitar e organizar o processo de coleta e o registro de dados, de forma a contribuir para otimizar a posterior análise dos dados obtidos.

Ainda segundo Giocondo César (2011), o formulário no qual os itens a serem examinados já estão impressos, com o objetivo de facilitar a coleta e o registro dos dados.

A seguir estão considerados os principais objetivos de uma folha de verificação, para maior entendimento da sua utilização em projetos ou simples melhorias.

- (a) Facilitar a coleta de dados.
 - (b) Organizar os dados, eliminando arranjo manual.
 - (c) Classificar a natureza dos dados coletados como qualitativa (fraco, bom, satisfatório, excelente, etc.) ou quantitativa.
- (GIOCONDO CÉSAR, 2011, p.25)

2.3.6 Gráfico de Dispersão e Indicadores

Dependendo da tecnologia, frequentemente é útil estabelecer associação, se existir, entre dois parâmetros ou dois fatores. Uma técnica para iniciar tal análise é um simples gráfico X-Y dos dois conjuntos de dados. O agrupamento de pontos resultantes no diagrama de dispersão [...] revelará se existe ou não uma correlação forte ou fraca, positiva ou negativa entre os parâmetros. Os diagramas são de simples construção e fácil interpretação; a ausência de correlação pode ser tão perceptível quanto a verificação de que ela existe. (OAKLAND, 1994, p. 224)

2.3.7 Diagrama de Pareto

Segundo Daychouw (2013), o princípio de Pareto pode ser utilizado quando encontramos vários problemas relacionados ou um problema comum com múltiplas causas. Com esta técnica, coletamos métricas sobre quantas vezes ocorre cada problema ou causa.

Ainda segundo Daychouw (2013), o objetivo da Análise de Pareto é observar os problemas e determinar sua frequência de ocorrência, proporcionando informações necessárias para priorizar o esforço para garantir que estamos utilizando tempo onde pode se obter o impacto mais positivo.

Se os sistemas ou causas de produtos defeituosos ou de algum outro “efeito” são identificados e registrados, é possível determinar que porcentagem pode ser atribuída a cada uma das causas. O resultado provável é que a maior parte (tipicamente, 80%) dos erros, perdas ou “efeitos” seja originada de poucas causas (tipicamente, 20%). (OAKLAND, 1994, p. 225)

2.3.8 Estratificação

A estratificação está baseada na simplificação contínua de apontadores e indicadores, indo literalmente na raiz do problema, sempre aproximando mais do núcleo e dos mais simples acontecimentos.

Para Oakland (1994), estratificação é simplesmente dividir um conjunto de dados em grupos significativos. Pode ser usado com grande efeito em combinação com outras técnicas, inclusive histogramas e diagramas de dispersão.

3 APLICAÇÃO DA ROTA DE QUALIDADE

O processo de aplicação ou implantação de uma nova ferramenta em uma empresa não é considerado fácil. Mudanças geram desconforto ou restrição por parte de profissionais do setor onde será realizado as melhorias, tal restrição que denominamos quebra de paradigmas. Devemos considerar resultados a longo prazo, uma vez que a duração do processo pode variar, mesmo que a eficiência e eficácia do projeto se apresente em um curto período de tempo.

O trabalho, desta forma, é dividido em etapas, sendo a melhor forma de quebrar paradigmas, uma modificação realizada em passos:

- a) Definição do problema;
- b) Descrição do problema;
- c) Análise das causas;
- d) Plano de medidas;
- e) Execução das medidas;
- f) Verificação dos resultados;
- g) Padronização;
- h) Seleção de novos projetos.

Cada um destes oito passos representa um avanço, uma parte da confiança dos profissionais no trabalho desenvolvido. Logo a seguir, estaremos estudando cada passo realizado, cada objetivo alcançado, a aplicação na íntegra da Rota de Qualidade e sua gestão no setor de necessidade por meio dos Círculos de Controle de Qualidade.

3.1 Descrição da Área de Trabalho

Foi escolhida linha de produção P, uma das linhas de esmaltação, conhecida por pioneira ou modelo, da empresa onde foi realizado este estudo. Esta empresa produz fios magnetos esmaltados, sendo uma empresa em ramo de condutores e produtos químicos a nível mundial. O método de fabricação em sua planta destinada a fios magnetos esmaltados é da fundição da placa de cátodo, trefilação do vergalhão de cobre ou alumínio e esmaltação do fio trefilado. O tipo de produto estudado foi o fio de alumínio esmaltado. Usa-se este produto para enrolamento de motores, bobinas, compressores herméticos, transformadores de energia, dentre outros.

O objetivo de se iniciar o trabalho nesta linha, é otimizar sua produtividade, que servirá como espelho para as demais linhas da planta, reduzindo custos de não qualidade e o capital de

trabalho, consolidando a cultura do mesmo para que se assegure uma operação com enfoque global e padronização que melhore a competitividade.

A linha P é composta por seis grupos de máquinas esmaltadoras, envolvendo trefiladoras, recozedores, aplicadores de esmalte, fornos, aplicadores de lubrificante e bobinadoras.

3.2 Definição do Problema

3.2.1 Dimensões fundamentais

Escolheu-se três dimensões fundamentais para análise de dados de entrada, sendo estas qualidade, custo e entrega.

A dimensão da qualidade foi baseada no índice de material não conforme interno registrado entre os meses de Janeiro de 2014 a Abril de 2015, onde se apresentou um valor de 28.827,32 kg de condutores elétricos rejeitados, registrados na área de materiais não conforme, totalizando em 17.022,10 kg de fios sucateados (sem reciclagem direta dentro da planta).

Para a dimensão de custo, foi representado o valor do material alumínio somados à mão-de-obra e energia utilizados pela empresa, resultando em um valor de R\$ 425.552,50 referente ao sucateamento ocorrido nesta linha entre Janeiro de 2014 a Abril de 2015.

A entrega é uma dimensão também consequente da qualidade, tendo em vista que é baseada nos dias de atraso referentes a quantidade de materiais. Foi calculado e registrado 89,42 dias de atraso na entrega, considerando a reposição dos 17.022,10 kg de fios sucateados.

3.2.2 Levantamento de Problemas

Já identificado o ponto crítico da linha P, é necessário definir as principais causas do alto índice de material não conforme. Nesta etapa faz-se pesquisas internas e externas, levando em consideração os diversos fatores como material, máquina, mão-de-obra e os métodos utilizados. Estas pesquisas são realizadas em grupo, analisando também o conhecimento de cada trabalhador da equipe sobre a linha P. Todo este processo é a ferramenta de qualidade *Brainstorming*, em que reunimos todos para um apontamento mais preciso das falhas que podem acarretar problemas maiores.

As falhas são analisadas e as principais são eleitas por votação, para a aplicação dos próximos passos. Neste passo do projeto, foram eleitas conforme a ordem e dados apresentados na tabela 1.

Tabela 1: *Brainstorming* para levantamento de problemas.

Problemas relacionados	Número de votos
Falhas em Continuidade	6
Bolhas	6
Superfície Irregular	6
Fio manchado	4
Fio com superfície picada	3
Diâmetro externo abaixo do mínimo	1
Perdas dielétricas altas	1
Diâmetro do condutor acima do máximo	1
Fio sem esmalte	1
Excesso de lubrificante	1

Fonte: MANTOVANI, André Luís de Jesus. Empresa X de fios esmaltados.

Após a apresentação das possíveis principais causas, faz-se outro levantamento, baseado agora em critérios pré-estabelecidos:

- a) Impacto na Qualidade;
- b) Impacto no Custo;
- c) Impacto na Entrega;
- d) Impacto no Moral;
- e) Impacto na Segurança.

Estes critérios serão aplicados na seleção das principais causas resultantes, para apuração de uma única a ser trabalhada nos próximos passos do projeto. Na Tabela 2, são mostrados dados da reunião, que foram analisados um subtotal e um total de pontos registrados dentro dos critérios já citados.

Tabela 2: *Brainstorming* com votações baseadas em critérios.

PROBLEMAS EM POTENCIAL	CRITÉRIOS	Colaborador 1	Colaborador 2	Colaborador 3	Colaborador 4	Colaborador 5	Colaborador 6	SUBTOTAL	TOTAL
Falhas em continuidade	A	5	5	5	5	5	5	30	121
	B	5	5	4	5	5	4	28	
	C	5	4	5	5	5	5	29	
	D	5	4	4	4	4	4	25	
	E	2	2	1	2	1	1	9	
Bolhas	A	5	5	5	5	5	5	30	119
	B	5	4	4	5	5	5	28	
	C	5	4	4	5	5	4	27	
	D	4	5	4	4	5	4	26	
	E	2	1	2	1	1	1	8	
Superfície irregular	A	5	4	4	5	5	4	27	105
	B	4	4	4	4	4	4	24	
	C	4	3	4	4	5	4	24	
	D	4	4	3	4	4	3	22	
	E	1	1	2	1	1	2	8	

Fonte: MANTOVANI, André Luís de Jesus. Empresa X de fios esmaltados.

3.2.3 Objetivo do Projeto

Estabelecer um objeto para o projeto de aplicação da Rota de Qualidade se faz necessário mediante a necessidade de compreensão dos colaboradores, mostrando que eles serão os responsáveis para que cada passo flua, com os devidos registros de melhoria. Ninguém melhor que os próprios profissionais de máquinas, conhecem tão bem estes equipamentos de trabalho, tornando o projeto mais eficaz e os parâmetros de eficiência tornam todo o sistema da Rota de Qualidade mais confiável.

Como objetivo geral, estabeleceu-se em reuniões a redução do índice de material não conforme interno para melhorar as dimensões em termos de qualidade da linha P, priorizando a qualidade, o custo e a segurança.

Quadro 2: Justificativa do projeto mediante 5W2H.

O que?	Por quê?	Quanto?	Como?	Onde?	Quem?
Fios magnetos esmaltados de alumínio com falhas de continuidade.	Eleva o custo, o índice de sucata e atenta contra a pontualidade da entrega do produto.	50%	Aplicando a metodologia dos oito passos da Rota de Qualidade	Linha P Esmaltação	Equipe do Círculo de Controle de Qualidade

Fonte: O autor.

Dentro dessas reuniões da equipe do Círculo de Controle de Qualidade, definiu-se também um cronograma para os oito passos visados na Rota de Qualidade. Este cronograma foi apresentado em forma padrão do denominado Diagrama de Gantt, e se encontra no Quadro 3 a seguir.

Quadro 3: Diagrama de Gantt para cronograma de realizações dos passos da Rota de Qualidade.

PASSOS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	P	■																				
	R																					
2. DESCRIÇÃO DO PROBLEMA	P					■																
	R																					
3. ANÁLISE DAS CAUSAS	P							■														
	R																					
4. PLANO DE MEDIDAS	P								■													
	R																					
5. EXECUÇÃO DAS MEDIDAS	P									■												
	R																					
6. VERIFICAÇÃO DOS RESULTADOS	P															■						
	R																					
7. PADRONIZAÇÃO	P																	■				
	R																					
8. SELEÇÃO DE NOVOS PROJETOS	P																					■
	R																					

Fonte: O autor.

3.3 Descrição do Problema

Na descrição do problema, colheu-se informações e dados do problema, gerando gráficos e indicadores. A elaboração destes deve ser feita para dar início aos trabalhos, pois são formulados para transformar os dados colhidos em cada máquina em informações em forma numérica que possibilitarão a comparação de resultados, que serão usados para identificar o equipamento de estudo.

As planilhas são construídas, a princípio, em software Excel. Já existem empresas que fornecem softwares elaborados para cada setor, utilizando este apenas para computação de dados e análise de resultados.

As planilhas dinâmicas de material não conforme, são utilizadas para a computação dos dados, visualização de problemas e criação de soluções dentro da Empresa.

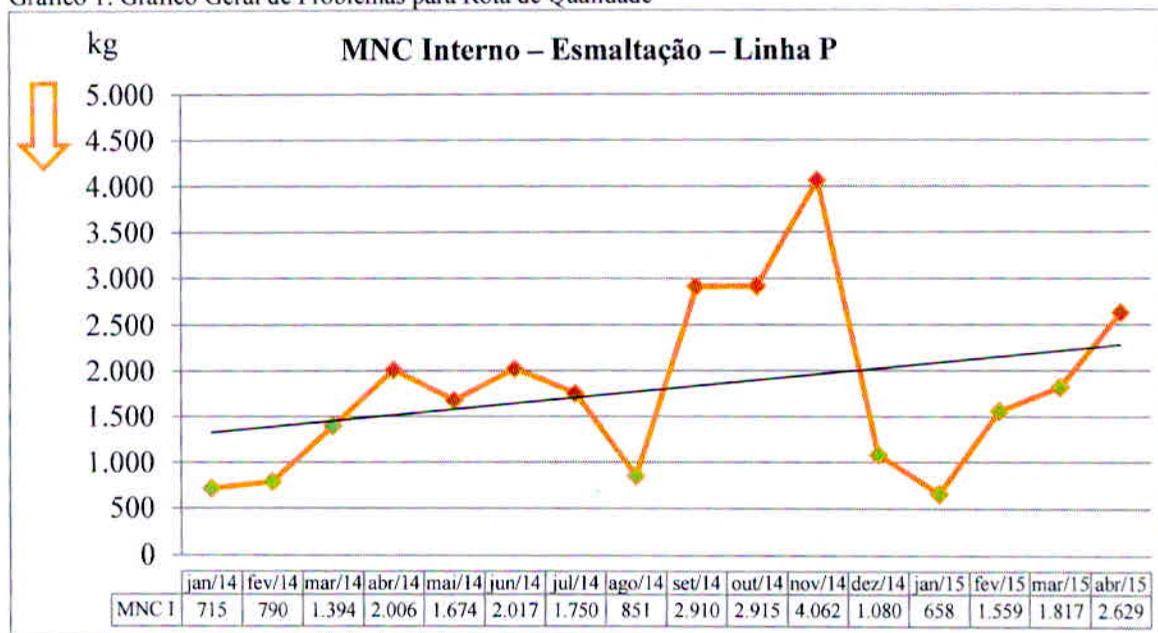
Inicialmente são registradas manualmente e inseridas no Excel para cálculo de sucatas. Os dados colhidos são transferidos para planilhas gerais com histórico, todas sintetizadas pela área de Gestão Integrada.

Sendo assim, com as planilhas gerais disponíveis, pode-se selecionar os dados desejados para análise específica de cada problema apresentado diariamente na planta.

3.3.1 Coleta de dados do problema

A linha P é constantemente estudada, sendo esta pioneira, servindo como referência para as demais linhas. O estudo, conforme previamente tratado, foi realizado com base nas informações de Janeiro de 2014 a Abril de 2015, conforme o Gráfico 1 trata em relação à quantidade de material não conforme.

Gráfico 1: Gráfico Geral de Problemas para Rota de Qualidade



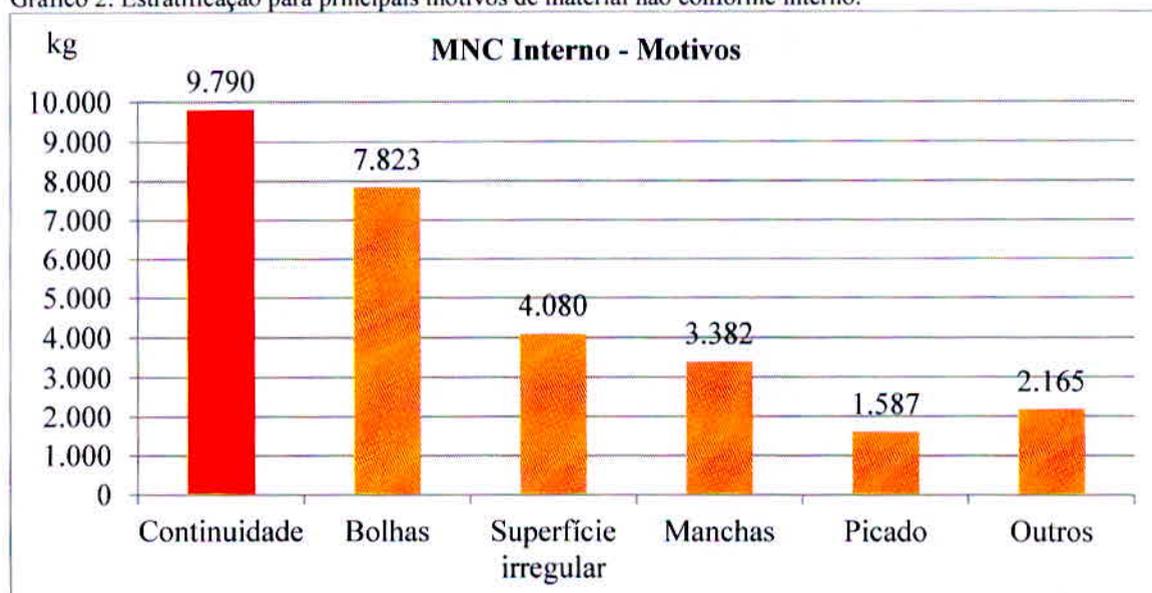
Fonte: MANTOVANI, André Luís de Jesus. Empresa X de fios esmaltados.

3.3.2 Estratificação do problema

A estratificação é como uma lupa sobre os indicadores gerais já existentes, visando as informações que desejamos encontrar. Quanto mais estratificamos, mais aproximamos de problemas simples, de situações mínimas, que geram problemas maiores com um efeito de “bola de neve”.

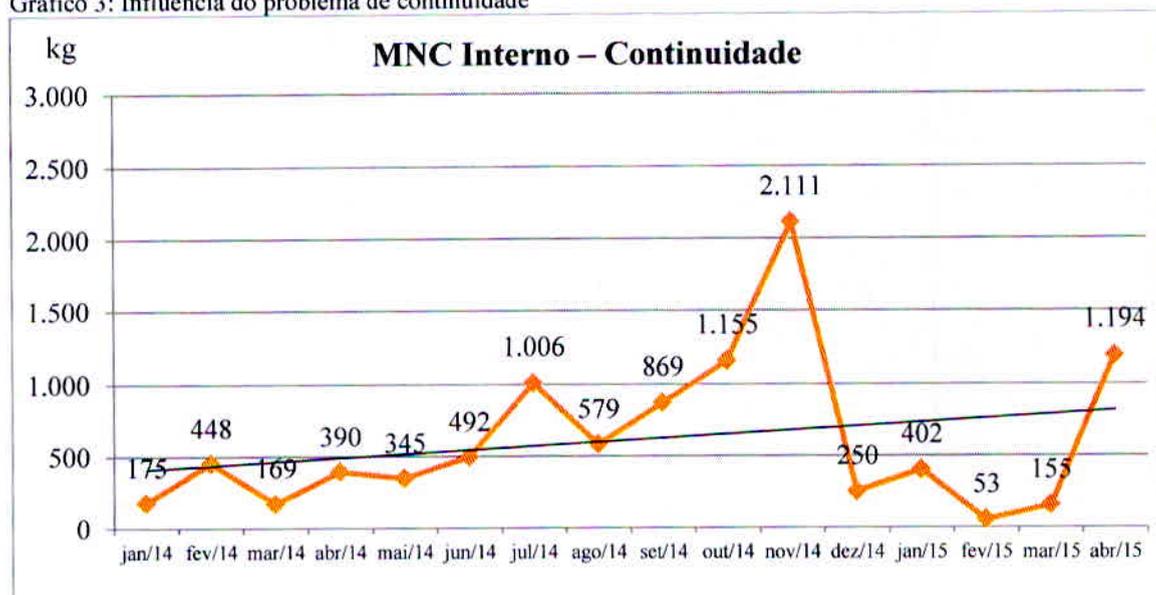
Apresenta-se a seguir a primeira estratificação visando o principal motivo (Gráfico 2) e a influência no índice deste no período estudado (Gráfico 3), comprovando a eficiência do Brainstorming realizado entre os integrantes da equipe de Círculo de Controle de Qualidade e os demais colaboradores da linha P.

Gráfico 2: Estratificação para principais motivos de material não conforme interno.



Fonte: MANTOVANI, André Luís de Jesus. Empresa X de fios esmaltados.

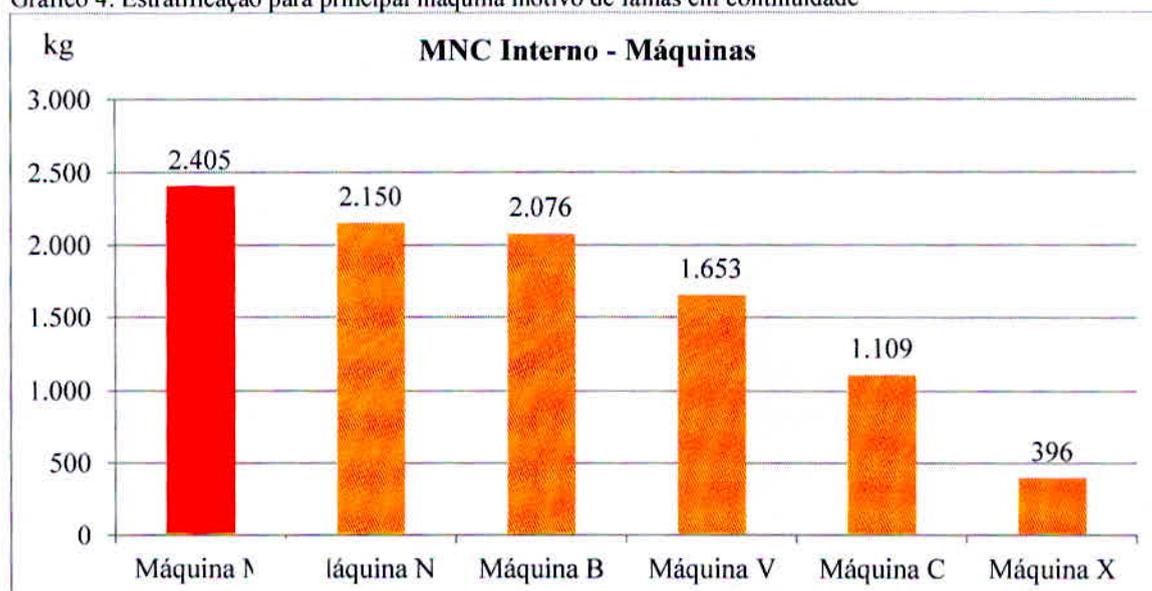
Gráfico 3: Influência do problema de continuidade



Fonte: MANTOVANI, André Luís de Jesus. Empresa X de fios esmaltados.

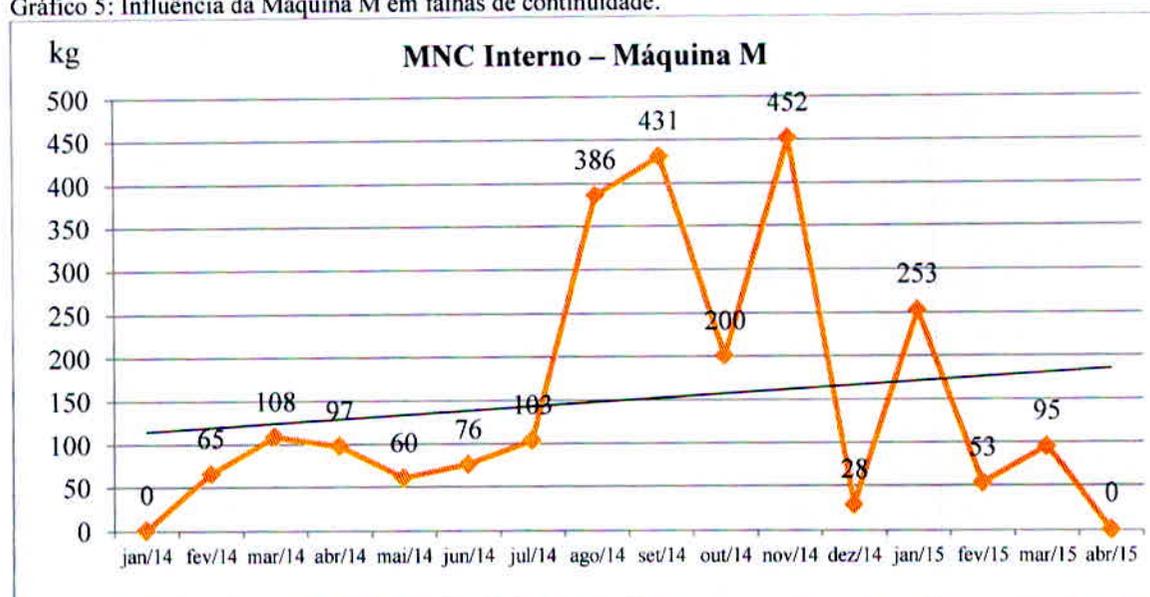
A segunda estratificação foi realizada com base nos grupos de máquinas presentes na linha P, com enfoque de encontrar o grupo que apresenta maior quantidade de material não conforme interno (Gráfico 4) e logo em seguida analisar quando este grupo apresentou os piores índices, dentro do período de análise (Gráfico 5).

Gráfico 4: Estratificação para principal máquina motivo de falhas em continuidade



Fonte: MANTOVANI, André Luís de Jesus. Empresa X de fios esmaltados.

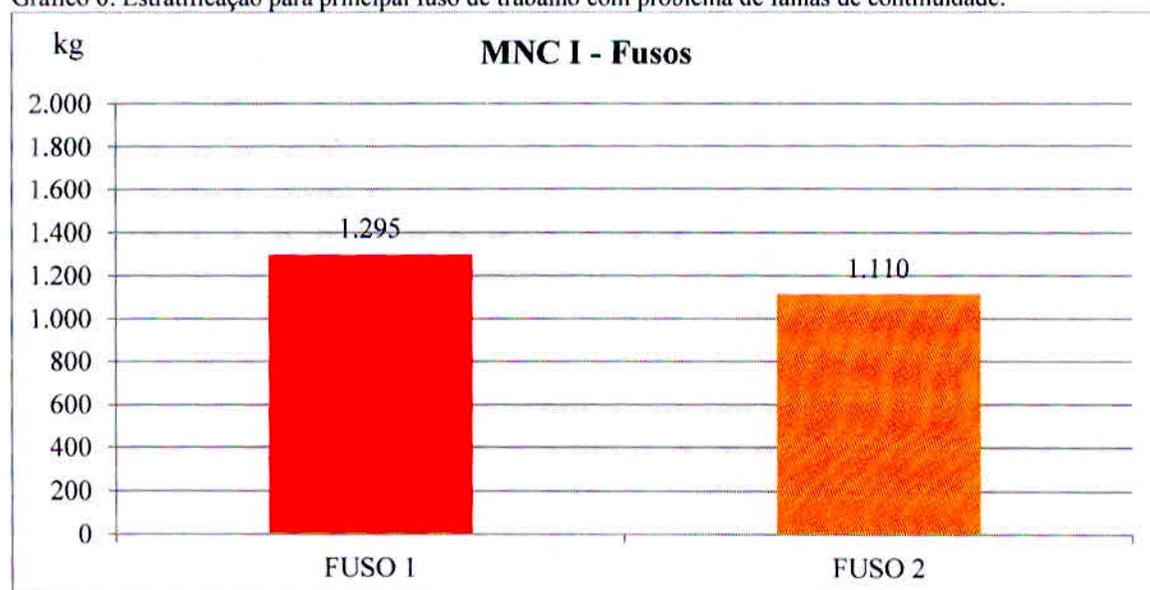
Gráfico 5: Influência da Máquina M em falhas de continuidade.



Fonte: MANTOVANI, André Luis de Jesus. Empresa X de fios esmaltados.

Para a terceira estratificação, considerou-se que o modelo da Máquina M apresenta 2 fusos de trabalho. Assim, consideramos o fuso que apresenta o maior número em quilogramas de fios magnetos de cobre sucateados por falhas de continuidade. A seguir é apresentado o Gráfico 6, que registra uma diferença mínima, porém determinante para a escolha do fuso a ser estudado no projeto.

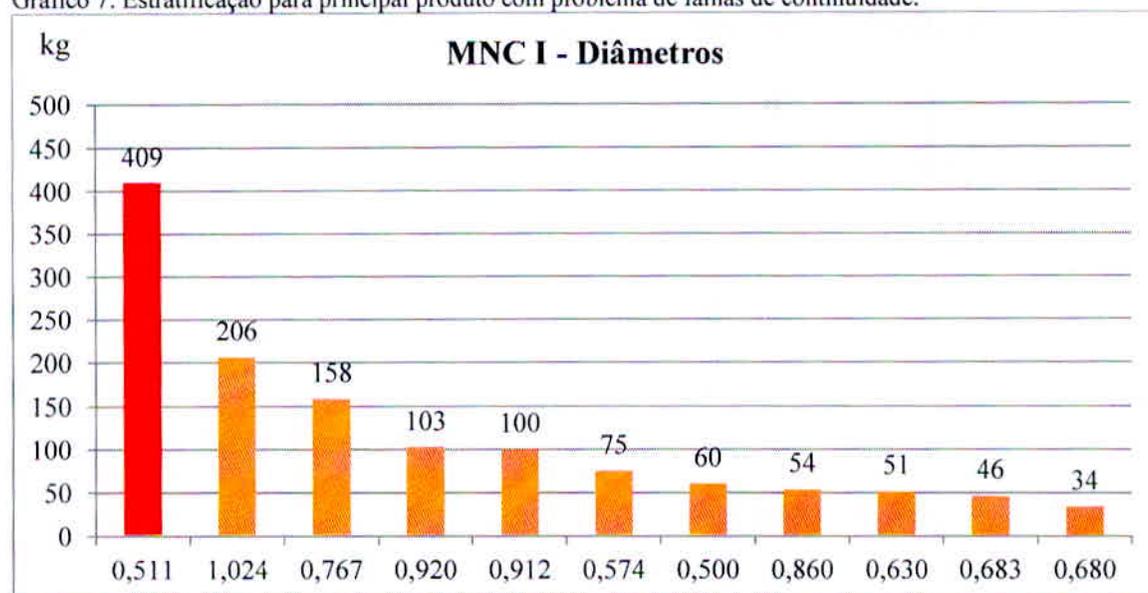
Gráfico 6: Estratificação para principal fuso de trabalho com problema de falhas de continuidade.



Fonte: MANTOVANI, André Luis de Jesus. Empresa X de fios esmaltados.

Na quarta e última estratificação realizada, buscou-se o diâmetro de fio magneto esmaltado de alumínio, ou seja, o tipo de produto que apresentava maior problema de falhas de continuidade dentro do Fuso 1, da Máquina M, da Linha P, no período de Janeiro de 2014 a Abril de 2015 (Gráfico 7), conforme previamente apresentado nos demais gráficos de estratificação, sendo está a estratificação resultante.

Gráfico 7: Estratificação para principal produto com problema de falhas de continuidade.



Fonte: MANTOVANI, André Luís de Jesus. Empresa X de fios esmaltados.

3.3.3 Identidade do problema

O objeto estudado foi determinado pelas estratificações sendo o fio de alumínio esmaltado de 0,511 mm de diâmetro, produzido no Fuso 1 da Máquina M. O defeito é a falha de continuidade em alta tensão, também determinada por estratificações e *Brainstorming*.

Importante para esta análise é determinar quando observou-se pela primeira vez este problema, sendo registrado como Janeiro de 2014, data inicial do período de estudo. O problema é observado pelas planilhas do Sistema Integrado, aliado aos indicadores e gráficos gerados pelas estratificações, conforme realizado no item anterior.

Com a união de todos os dados obtidos até agora e a identidade do problema estabelecida com base nestes, encontrou-se a magnitude do problema, que é a quantidade de fios magnetos de alumínio sucateados no período de estudo, somente pelo motivo de falhas na continuidade, que se apresenta na quantidade de 4.996,95 kg.

3.3.4 Fluxograma do processo

O fluxograma pode ser apresentado de forma esquemática gráfica, para facilitar a compreensão do funcionamento do processo estudado, de forma a identificar qual a parte do ciclo se apresenta o defeito.

Figura 1: Fluxograma do processo de esmaltação da Máquina M.



Fonte: O autor.

De acordo com as análises na Máquina M, realizadas pelos colaboradores da Empresa e integrantes da equipe de Círculo de Controle de Qualidade, concluiu-se por meio de reunião e discussões os problemas mais simples que acarretam grandes perdas para a produção. Com a experiência dos colaboradores integrantes da equipe, identificou-se problemas na câmara de resfriamento, tensionamento excessivo do fio esmaltado e passada seca pelas polias da máquina.

3.3.5 Validação da Meta

Nesta fase determina-se metas dentro das dimensões fundamentais priorizadas, também buscando mostrar os indicadores do melhor grupo de máquinas da linha P, com objetivo de melhoria conjunta, para equilibrar todos os bons resultados do projeto.

Encontrou-se como destaque a Máquina X, conforme a segunda estratificação realizada nos itens anteriores, chegando em uma meta de redução de pelo menos 50% do índice de material não conforme na Máquina M.

3.4 Análise de causas

3.4.1 Definições técnicas das causas

As causas estabelecidas por reuniões com os profissionais da linha P, devem ser definidas de forma a compreender a causa raiz que será encontrada nos próximos passos.

Apresenta-se a seguir a definição completa de cada etapa apontada de acordo com o fluxograma realizado anteriormente.

- a) Tensionamento do fio esmaltado: o fio deve estar esticado o suficiente para não ter atrito com a câmara de resfriamento, porém evitando estiramento excessivo;
- b) Câmara de resfriamento: local onde ocorre o resfriamento do fio esmaltado;
- c) Passada seca: passada do fio na estufa de cura sem aplicação de esmalte com a finalidade de retirar o resíduo de óleo lubrificante contido no fio nu;
- d) Fieira de trefilação: ferramenta que define o diâmetro final do fio.

3.4.2 Identificação das causas

Mais uma vez com o uso do *Brainstorming*, aliado a uma pesquisa no histórico de problemas registrados pela empresa e pelos demais fabricantes de fios magnetos, encontra-se 11 principais causas de rotina, também relatadas constantemente em outras plantas do grupo e empresas globais do ramo de fios esmaltados. Apresenta-se a seguir estas causas, que serão consideradas nas próximas etapas de aplicação de ferramentas da qualidade conhecidas mundialmente, porém organizadas conforme esta Rota de Qualidade.

- a) Fio de entrada com alongamento abaixo do especificado;
- b) Fio em atrito com ele próprio no cone de reenvio;
- c) Falta de lubrificante nos bicos de aplicação direcionados às fieiras e cones;
- d) Lubrificante de trefila sujo ou viscoso;
- e) Fio em atrito com a base do aplicador de esmalte;
- f) Fio em atrito com a crista da câmara de resfriamento;
- g) Fio em atrito com o aplicador de lubrificante de fio esmaltado;
- h) Fio com farpas;
- i) Acréscimo da isolação abaixo do mínimo especificado;
- j) Falha na aplicação do esmalte;
- k) Fio esmaltado com dano mecânico.

3.4.3 Diagrama de relações

Para a realização desta etapa, o *Brainstorming* deve ser utilizado com o objetivo de encontrar as causas que geram mais problemas, ou seja, as causas com maior número de saídas para outras causas. Denomina-se Diagrama de Relações o entrosamento entre as causas, criando uma afinidade entre estas.

Figura 2: Diagrama de relações.



Fonte: O autor.

Conforme observado na Figura 2, as causas que mais apresentaram saídas, ou seja, que são as principais resultantes de demais problemas, apresentaram ambas 2 saídas, indicadas como a causa 2, causa 4 e causa 6, no próprio diagrama.

3.4.4 Diagrama de afinidade

Esta ferramenta de qualidade pode ser considerada a mais simples de todas. Não são necessárias discussões, apenas faz-se uma classificação das principais causas trazidas anteriormente pelo Diagrama de Relações, dentro das 4M (Materiais, Mão-de-obra, Máquinas e Método) ou 6M (4M somados a Meio Ambiente e Medição).

Neste projeto, classificou-se as 3 principais causas trazidas pelas etapas anteriores dentro dos 4M. Apresenta-se abaixo esta classificação.

Quadro 4: Diagrama de afinidade.

Materiais	Máquinas	Método	Mão-de-Obra
Lubrificante de trefilação sujo ou viscoso	Fio em atrito com ele próprio no cone de reenvio para entrada da passada seca	Fio em atrito com a crista da câmara de resfriamento	-

Fonte: O autor.

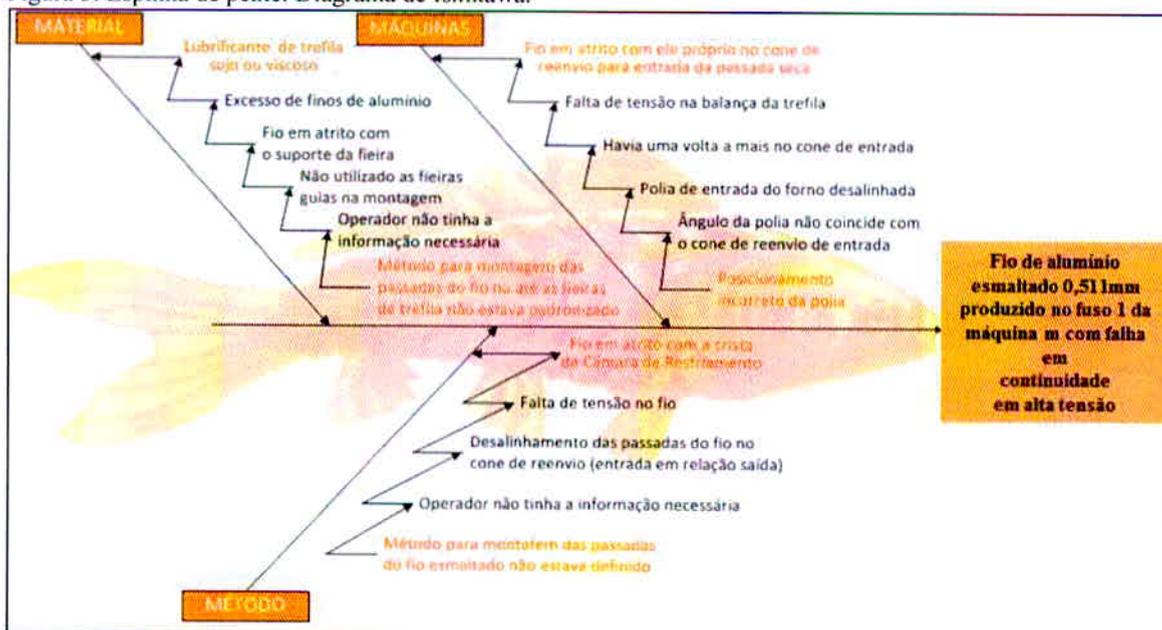
Apesar de simples esta etapa, é de suma importância para o prosseguimento do projeto, podendo considerar esta etapa apenas uma parte da próxima, que é o Diagrama de Ishikawa.

3.4.5 Diagrama de Ishikawa

O diagrama de Ishikawa talvez seja a ferramenta de qualidade mais conhecida nas academias de Engenharia e nas Indústrias mundiais, podendo ser aplicada de diversas formas, e em diversos ramos.

Organizou-se as 3 causas alvo do estudo de forma a filtrar o problema raiz de cada. O diagrama de Ishikawa, mais conhecido como Espinha de Peixe, nos mostra depois de sua sintetização, uma espécie de fluxograma detalhado de cada causa encontrada, chegando em uma raiz, muitas vezes de fácil compreensão e simples modificação.

Figura 3: Espinha de peixe: Diagrama de Ishikawa.



Fonte: O autor.

A partir dessa etapa, as ações a serem criadas para eliminar as perdas começam a se concretizar nas discussões da equipe do Círculo de Controle de Qualidade.

3.4.6 Diagrama 5WIH

Esta etapa iniciará a necessidade de aplicação tripla de cada ferramenta da qualidade a seguir, uma vez que se trata de 3 causas raízes obtidas por meio da Espinha de Peixe. Apresenta-se a seguir cada uma destas com a devida avaliação.

- a) Causa 1: Lubrificante de trefila sujo ou viscoso, devido à falta de um método padronizado para montagem das passadas do fio nu até as feiras de trefila.

Quadro 5: Avaliação da Causa 1, mediante 5WIH.

Ação a realizar	Por que se realizará?	Como se realizará?	Onde se realizará?	Quando se realizará?	Quem a realizará?
Verificar se há procedimento padrão para montagem das passadas do fio nu até as feiras	Para verificar como é realizado a montagem das passadas do fio nu até as feiras	Avaliando <i>in loco</i> e realizando entrevistas com os operadores	Máquina M	19/06/2015	Colaborador 5

Fonte: O autor.

Conforme o diagrama anterior, verificou-se *in loco* que não há procedimento padrão para a montagem das passadas do fio nu até as feiras. Mediante esta situação, realizou-se entrevista com oito operadores, questionando sobre a sistemática de montagem, encontrando quatro maneiras diferentes. Desta forma conclui-se, baseado na falta de procedimento padrão e nas entrevistas, que esta é sim uma causa raiz;

- b) Causa 2: Fio em atrito com ele próprio no cone de reenvio para entrada da passada seca, devido ao posicionamento incorreto da polia.

Quadro 6: Avaliação da Causa 2, mediante 5W1H.

Ação a realizar	Por que se realizará?	Como se realizará?	Onde se realizará?	Quando se realizará?	Quem a realizará?
Verificar <i>in loco</i> o posicionamento da polia em relação ao cone de reenvio de entrada	Para verificar se o ângulo da polia coincide com o cone de reenvio	Avaliando <i>in loco</i> o ângulo do fio entre a polia e o cone de reenvio	Máquina M	16/06/2015	Colaborador 6

Fonte: O autor.

Conforme o diagrama anterior, verificou-se *in loco* que o ângulo da polia exercia um esforço excessivo sobre o fio, podendo gerar fissuras neste, concluindo-se que o ângulo estava muito acentuado. Com base na verificação do ângulo da polia e em evidências de fios de alumínio com farpas, conclui-se que esta é uma causa raiz.

- c) Causa 3: Fio em atrito com a crista da câmara de resfriamento, devido à falta de um método para montagem das passadas do fio esmaltado.

Quadro 7: Avaliação da Causa 3, mediante 5W1H.

Ação a realizar	Por que se realizará?	Como se realizará?	Onde se realizará?	Quando se realizará?	Quem a realizará?
Verificar se há um procedimento padrão para montagem das passadas do fio esmaltado	Para verificar como é realizado a montagem das passadas do fio esmaltado	Avaliando <i>in loco</i> e realizando entrevistas com os operadores	Máquina M	19/06/2015	Colaborador 2

Fonte: O autor.

Conforme o diagrama anterior, verificou-se *in loco* que não há procedimento padrão para montagem das passadas do fio esmaltado. Mediante esta situação, realizou-se entrevista com oito operadores, questionamento sobre a sistemática e encontrando três maneiras diferentes

de montagem. Desta forma, conclui-se que com base na falta de procedimento padrão e nas entrevistas com os operadores, que esta é uma causa raiz.

3.5 Determinação de medidas

Com as causas avaliadas e todas determinadas como raízes, buscou-se possíveis soluções para os problemas apresentados por todas as etapas. Com o objetivo em comum de estabelecer um critério para a montagem das passadas do fio nu até as feiras de trefilação, apresenta-se a seguir a avaliação das soluções.

a) Causa 1: Lubrificante de trefila sujo ou viscoso, devido à falta de um método padronizado para montagem das passadas do fio nu até as feiras de trefila.

Quadro 8: Análise das possíveis soluções para a Causa 1.

Possível Solução 1	Vantagens	Desvantagens	Se aplica?
Elaborar um método padrão de montagem das passadas do fio nu até as feiras de trefilação	Possuir uma única maneira padrão de montagem das passadas do fio nu até as feiras de trefilação	Limitação na ação do operador para solucionar algum problema	Sim
Possível Solução 2	Vantagens	Desvantagens	Se aplica?
Elaborar um painel com a sequência correta de montagem das passadas do fio nu até a feiras de trefilação	Facilidade de visualização da montagem das passadas do fio nu até as feiras de trefilação	Necessidade de elaboração de vários painéis com sequencias de montagens	Não

Fonte: O autor.

Conforme o diagrama anterior, o Colaborador 5 deverá realizar uma ação corretiva de orientação dos demais colaboradores sobre a correta maneira de realizar a montagem das passadas do fio, para evitar o atrito do fio com o suporte da feira. Este realizará informando como se deve utilizar as feiras guias da Máquina M em um determinado prazo. Também realizará a ação preventiva de elaborar um método padrão de montagem das passadas do fio nu até as feiras de trefilação, descrevendo em procedimento o método de montagem.

- b) Causa 2: Fio em atrito com ele próprio no cone de reenvio para entrada da passada seca, devido ao posicionamento incorreto da polia.

Quadro 9: Análise das possíveis soluções para a Causa 2.

Possível Solução 1	Vantagens	Desvantagens	Se aplica?
Tentar várias maneiras de passar o fio na polia para coincidir com o ângulo do cone de reenvio (entrada).	Não necessidade de interromper a produção e ação rápida.	O ângulo da polia em relação ao cone de reenvio pode não coincidir.	Não
Possível Solução 2	Vantagens	Desvantagens	Se aplica?
Modificar o local da polia para um melhor ângulo coincidente com a polia de reenvio (entrada).	Melhor ângulo coincidente entre a polia e o cone de reenvio (entrada).	Necessidade de interrupção da produção para intervenção da manutenção.	Sim

Fonte: O autor.

Conforme o diagrama anterior, o Colaborador 6 será responsável por modificar o local da polia para um melhor ângulo coincidente com a polia de reenvio (entrada), para evitar um atrito do fio com o forno de cura e também com a câmara de resfriamento. Realizará modificando a posição da polia próxima ao cone de reenvio. Também, como ação preventiva, deverá estudar o ângulo entre a polia e o cone de reenvio antes de instalar qualquer polia na máquina, realizando medições na Máquina M.

- c) Causa 3: Fio em atrito com a crista da câmara de resfriamento, devido à falta de um método para montagem das passadas do fio esmaltado.

Quadro 10: Análise das possíveis soluções para a Causa 3.

Possível Solução 1	Vantagens	Desvantagens	Se aplica?
Elaborar um procedimento para montagem das passadas do fio esmaltado nos cones de reenvio.	Possuir um procedimento para montagem das passadas do fio esmaltado nos cones de reenvio.	Limitação na ação do operador para solucionar algum problema.	Sim
Possível Solução 2	Vantagens	Desvantagens	Se aplica?
Padronizar a montagem das passadas do fio esmaltado nos cones de reenvio.	Possuir uma única maneira padrão de montagem das passadas do fio nu até as feiras de trefila.	Limitação na ação do operador para solucionar algum problema.	Não

Fonte: O autor.

Conforme o diagrama anterior, o Colaborador 2 deverá orientar os demais colaboradores sobre a correta maneira de realizar a montagem das passadas do fio, para evitar o atrito do fio esmaltado com a crista da câmara de resfriamento, informando se deve realizar a abertura das passadas. Também, de forma a realizar ação preventiva, deverá padronizar o método de montagem das passadas do fio esmaltado nos cones de reenvio, descrevendo o procedimento.

3.6 Execução de medidas

Assim como todas as etapas deste trabalho, esta sem dúvida é muito importante, pois a execução de medidas definirá o sucesso de todo o projeto. Para esta etapa, utilizou-se o ciclo PDCA, uma sigla literal para *Plan* (planejamento), *Do* (realização), *Check* (verificação) e *Action* (atuação).

Esta análise permite compararmos as situações anterior e posterior do projeto, indicando qual solução foi mais eficaz e qual pode-se aprimorar.

O processo de melhoria é cíclico, de forma que nunca há um final estabelecido, sendo todo processo passível de aperfeiçoamento.

Para cada uma das causas raízes, foi realizado um PDCA, que são a conclusão de um projeto, abrindo a porta para os resultados e para a possibilidade de divulgação do sucesso de todo o estudo realizado.

3.6.1 Ciclo PDCA: primeira Execução

Como primeira causa raiz, foi escolhida, através da aplicação das ferramentas da Rota de Qualidade, o método de montagem das passadas do fio nu até as feiras de trefilação, que não estavam padronizado.

Quadro 11: Primeira execução do PDCA, para a Causa 1.

Plan (Planejar)	Do (Fazer)	Check (Verificar)	Action (Atuar)
Orientação dos demais colaboradores para maneira correta de montagem das passadas do fio e estabelecer um critério.	Antes: atrito do fio nu com o suporte da feira. Depois: padronização de guias para o fio nu.	Elaborou-se um procedimento padrão da Empresa e realizou-se o treinamento de todos os colaboradores envolvidos.	Como ação de verificação, diariamente deve-se realizar a auditoria de “capas” (esmaltação) para verificação da padronização.

Fonte: O autor.

3.6.2 Ciclo PDCA: segunda execução

A segunda causa raiz, foi determinada como o posicionamento incorreto da polia.

Quadro 12: Primeira execução do PDCA, para a Causa 2.

Plan (Planejar)	Do (Fazer)	Check (Verificar)	Action (Atuar)
Modificação do local da polia para um melhor ângulo coincidente com a polia de reenvio (entrada) e estudo do ângulo antes da instalação de qualquer polia.	Antes: posicionamento incorreto da polia. Depois: novo local da polia com um ângulo coincidente.	Modificou-se o local da polia retirando a volta que ocasionava o atrito entre os fios e realizou-se um treinamento com todos os colaboradores envolvidos.	Como ação de verificação, avaliou-se a montagem do fio após a modificação do local da polia, verificando se ocorreu atrito do fio com o forno de cura e a câmara de resfriamento.

Fonte: O autor.

3.6.3 Ciclo PDCA: terceira execução

Para a terceira e não menos importante execução, analisou-se a causa raiz definida como o método para montagem das passadas do fio esmaltado, que não encontrava-se definido.

Quadro 13: Primeira execução do PDCA, para a Causa 3.

<i>Plan (Planejar)</i>	<i>Do (Fazer)</i>	<i>Check (Verificar)</i>	<i>Action (Atuar)</i>
Estabelecimento de um critério de montagem das passadas do fio esmaltado e padronizar o método.	Antes: atrito do fio esmaltado com a crista da câmara. Depois: padronização das passadas do fio esmaltado, com devido tensionamento.	Elaborou-se um procedimento e treinou-se todos os colaboradores envolvidos.	Como ação de verificação, avaliou-se a execução correta de todo o procedimento pela auditoria de “capas” (esmaltação).

Fonte: O autor.

4 RESULTADOS

Este capítulo tem como objetivo único a coleta de dados do problema, desta vez após toda a realização da Rota de Qualidade. Sua eficiência comprova-se por meio de indicadores, gráficos e números que apontam os primeiros sinais de melhoria, que abrem espaço para resultados no longo prazo e até mesmo novos projetos que visam aperfeiçoamento.

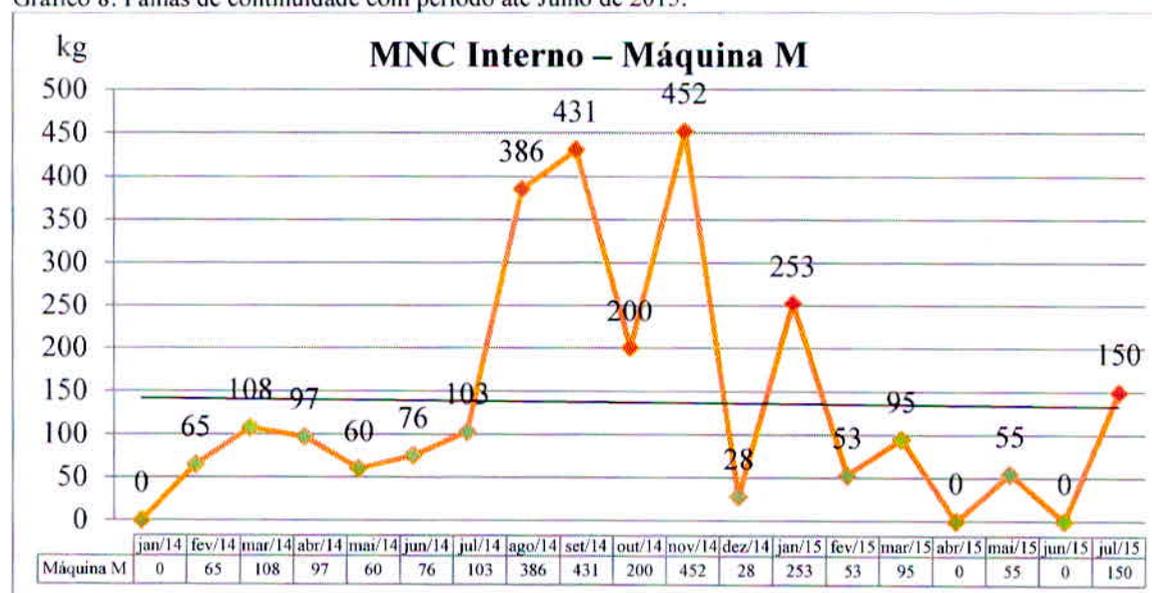
4.1 Verificação dos Resultados

A verificação dos resultados é uma etapa muito visada, por poder se transformar na maior publicidade de um projeto, dependendo de seu sucesso. Um projeto que apresenta dados finais satisfatórios, pode agradar superiores, investidores, clientes e até mesmo fornecedores. A moral de uma empresa está fundamentada não apenas em números de produção, mas também na capacidade de solução de problemas internos.

Nesta análise, os dados colhidos no início do projeto serão novamente estudados, porém em um período diferente, que envolve a produção posterior da implantação das ações estabelecidas pela Rota de Qualidade.

O Gráfico 8 reúne o índice de material não conforme interno da Máquina M, com o adicional dos meses Maio, Junho e Julho de 2015.

Gráfico 8: Falhas de continuidade com período até Julho de 2015.



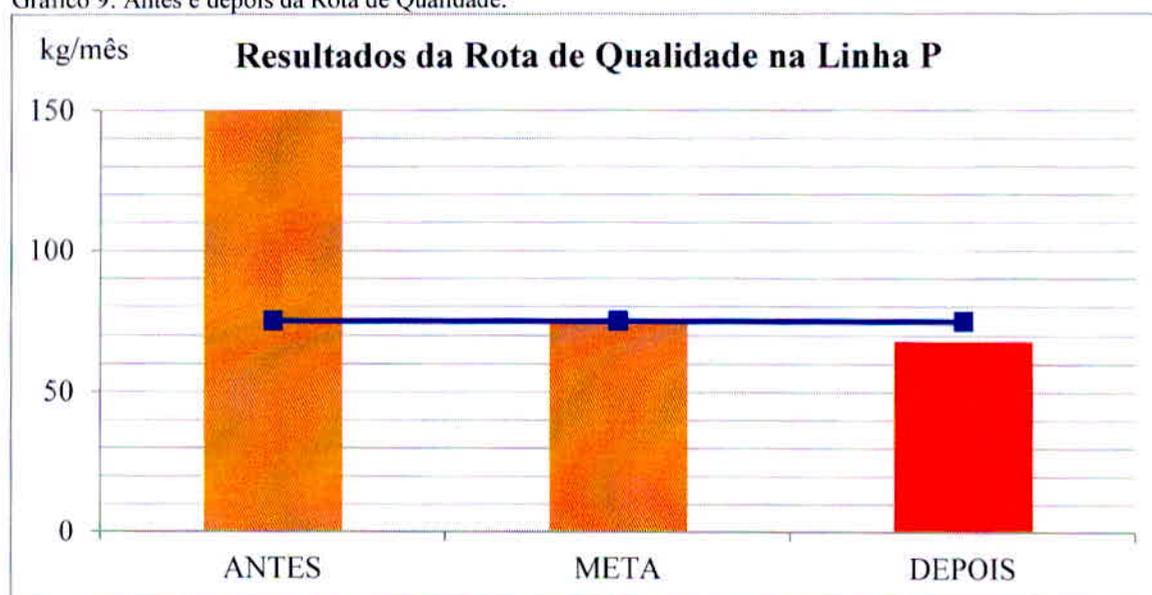
Fonte: MANTOVANI, André Luís de Jesus. Empresa X de fios esmaltados.

Após a aplicação da Rota de Qualidade, notou-se um nivelamento do índice de material não conforme por falhas na continuidade, sendo que a redução superou as expectativas previstas no início deste projeto.

4.2 Gráficos de resultados

O projeto executado de uma maneira correta pode gozar de indicadores satisfatórios para o aprimoramento deste durante um longo prazo. A sua divulgação se baseia nos próprios resultados, sendo que no capítulo anterior foi citado a meta de redução de 50%, sendo que esta foi superada em 55% de redução da quantidade de fios de alumínio não conforme na Máquina M.

Gráfico 9: Antes e depois da Rota de Qualidade.



Fonte: O autor.

Anteriormente da execução da Rota de Qualidade, a média era de 150 kg de fios de alumínio sucateados por mês, baseado em 2.405,50 kg em 16 meses de registros. A meta nos primeiros passos deste projeto era de reduzir para 75 kg em média, sendo que os resultados apontam para uma redução para 68 kg de fios de alumínio sucateados por mês.

O diâmetro apontado de 0,511 mm, inclui-se na faixa de 0,500 mm a 0,600 mm, que antes apresentavam uma média de 46 kg de fios sucateados por mês e posteriormente apresenta uma média de 35 kg de fios de alumínio sucateados por falhas de continuidade ao mês.

Quadro 14: Antes e depois da Rota de Qualidade por dimensões fundamentais.

DIMENSÃO	SITUAÇÃO ANTERIOR	COMPARATIVO	CUMPRIMENTO						
QUALIDADE	2.405,50 kg, média de 150 kg por mês na Máquina M	<p>MNC Interno - kg/ Mês</p> <table border="1"> <tr><th>Antes</th><th>Meta</th><th>Depois</th></tr> <tr><td>150,0</td><td>75,0</td><td>68</td></tr> </table>	Antes	Meta	Depois	150,0	75,0	68	1.082,48 kg, média de 68 kg por mês
Antes	Meta	Depois							
150,0	75,0	68							
CUSTO	R\$ 60.137,50, média de R\$ 3.758,59 por mês na Máquina M	<p>Sucata MNC - Reais / Mês</p> <table border="1"> <tr><th>Antes</th><th>Meta</th><th>Depois</th></tr> <tr><td>3,76</td><td>1,88</td><td>1,69</td></tr> </table>	Antes	Meta	Depois	3,76	1,88	1,69	R\$ 27.061,88, média de R\$ 1.691,37 por mês
Antes	Meta	Depois							
3,76	1,88	1,69							
ENTREGA	12,63 dias, média de 0,79 dias por mês na Máquina M	<p>Atraso na entrega - Dias / Mês</p> <table border="1"> <tr><th>Antes</th><th>Meta</th><th>Depois</th></tr> <tr><td>0,79</td><td>0,40</td><td>0,36</td></tr> </table>	Antes	Meta	Depois	0,79	0,40	0,36	5,68 dias, média de 0,36 dias por mês
Antes	Meta	Depois							
0,79	0,40	0,36							

Fonte: O autor.

4.3 Padronização

Nesta etapa, aplicou-se as medidas estabelecidas pelas demais ferramentas e indicadas principalmente no ciclo PDCA. Aconteceram três padronizações, referentes às três causas raízes resultantes das análises contidas neste projeto.

Após a implantação da Rota de Qualidade e o treinamento dos colaboradores, o sistema se torna fácil e prático, possibilitando a execução de bons trabalhos de melhoria e, conseqüentemente, bons resultados, com intuito de atacar mais causas raízes, prevenindo ou eliminando definitivamente problemas.

Para a padronização, a informação foi apresentada a todos os colaboradores envolvidos na linha P, sendo que a abrangência do treinamento, os padrões de montagem definidos, os procedimentos elaborados, estudos sobre posicionamento de polias e padrões de passadas do fio foram todos facilmente aplicados a todos os seis grupos de máquinas existentes nesta linha.

4.4 Identificação de novos problemas

Conforme apresentado no capítulo anterior, mais precisamente durante o Levantamento de Problemas, o próximo projeto em potencial será o de falhas por bolhas, seguido de falhas por superfície irregular.

A intenção da Rota de Qualidade, é aperfeiçoar a utilização cíclica das ferramentas de qualidade, sendo que há um rodízio de temas, notando a intenção de equilíbrio entre as problemas apresentados dentro da planta. Com o processo de melhoria contínua, os problemas tendem a ser cada vez menores, aumentando a utilização das ferramentas em outras áreas.

CONCLUSÃO

Para concluir este trabalho, não será realizada apenas a abordagem dos bons resultados obtidos pelos indicadores, mas também os pontos de maior dificuldade, problemas encontrados na própria aplicação da Rota da Qualidade.

Observa-se, observando todo o corpo do trabalho, gráficos e números muito satisfatórios, pessoas envolvidas com interesse e foco, conhecimentos diversos adquiridos, entre outros fatores que comprova a gama de vantagens trazidas por este projeto.

É possível notar que trata-se de um sistema determinante no mercado de trabalho atual, e mediante as anotações e levantamentos aqui trazidos, a conclusão é muito satisfatória, mostrando também que a organização na coleta, interpretação e formulação de dados é uma peça chave da realização de um bom trabalho.

Alguns pontos considerados como problemas ou barreiras são os paradigmas que devem ser vencidos, na maioria das vezes pela resistência dos colaboradores em relação às mudanças. Claro que conciliar o desenvolvimento do projeto às atividades desempenhadas por cada componente e realizar reuniões envolvendo todos os componentes no mesmo horário, são também os principais motivos da resistência da implantação de uma Rota de Qualidade. Muitos funcionários acreditam, erroneamente, que com a inovação de ferramentas deste porte, estarão aumentando sua jornada de trabalho, porém deve-se orientá-los que, na verdade, o trabalho de cada um será facilitado, pois soluções de problemas geram uma produtividade maior, possibilitando produzir mais em um tempo menor.

A realização de Círculos de Controle de Qualidade é sempre de suma importância para a construção de colaboradores cada vez mais interessados nos processos desempenhados pela planta.

O sistema de aqui apresentado, no entanto, deve ser implantado e utilizado sempre com uma boa gerência de seus recursos e benefícios. A eliminação das perdas, produzindo sempre mais, com qualidade maior, melhor custo e prazo de entrega confiável só são alcançados por empresas que almejam a melhoria contínua aliada ao crescimento, ou seja, a empresa que investe no crescimento contínuo, onde os funcionários se sentem bem em fornecer e apreciar informações verdadeiras e satisfatórias, caminhando junto com o sucesso de todo este sistema aqui apresentado.

REFERÊNCIAS

DAYCHOUM, Merhi. **40 Ferramentas e Técnicas de Gerenciamento**. Rio de Janeiro, Brasport, 2007.

DEFEO, Joseph A.; JURAN, Joseph M. **Fundamentos da Qualidade para Líderes**. Porto Alegre, Bookman, 2015.

GIOCONDO CÉSAR, Francisco I. **Ferramentas Básicas da Qualidade**. 1ª Edição. Editora Biblioteca24horas, São Paulo - SP, 2011.

LUCINDA, Marco Antonio. **Qualidade - Fundamentos e Práticas**. Rio de Janeiro, Brasport, 2010.

MANTOVANI, André Luís de Jesus. **CCQ**. Três Corações: Empresa X de fios esmaltados, 2015. (arquivo de PowerPoint).

OAKLAND, John S. **Gerenciamento da Qualidade Total**. São Paulo: Nobel, 1994.

OLIVEIRA, Otávio J.; PALMISANO, Angelo; MAÑAS, Antonio Vico et al. **Gestão da Qualidade - Tópicos Avançados**. São Paulo, Pioneira, 2004.

PALMIERI, Aparecido Francisco; PEREIRA JR., Hélio Rubens Jacintho. **Círculo de Controle de Qualidade**. Salto - SP. Complexus, informativo da Faculdade de Engenharia e Arquitetura do Centro Universitário Nossa Senhora do Patrocínio CEUNSP. Disponível em: engenh.info/revista/ed05/edartigos/artigo_03.pdf (consulta em 04/04/2015).