

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM ENGENHARIA**

**O GERENCIAMENTO DA ROTINA ATRAVÉS DO
MÉTODO DE ESTABILIZAÇÃO DE PROCESSOS**

MARCOS OSVALDO DA SILVA SALADA

Porto Alegre, 2002

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM ENGENHARIA

**O GERENCIAMENTO DA ROTINA ATRAVÉS DO
MÉTODO DE ESTABILIZAÇÃO DE PROCESSOS**

Mestrando:

MARCOS OSVALDO DA SILVA SALADA

Orientadora:

CARLA SCHWENGBER TEN CATEN, DRA.

Dissertação submetida como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Engenharia, do Programa de Pós-Graduação Engenharia de Produção, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre

2002

AGRADECIMENTOS

Agradeço especialmente à direção e colaboradores da Unidade Industrial Gerdau Riograndense, do Grupo Gerdau S.A., pelo apoio, compreensão e confiança depositados no meu crescimento acadêmico e na busca contínua da qualificação profissional, sem os quais este trabalho não se concretizaria.

SUMÁRIO

P.

LISTA DE FIGURAS	7
RESUMO	10
ABSTRACT	11
1 COMENTÁRIOS INICIAIS	12
1.1 Introdução	12
1.2 Tema e Justificativa	13
1.3 Objetivos	15
1.4 Método de Desenvolvimento da Pesquisa	15
1.5 Estrutura da Pesquisa	16
1.6 Limitações da Pesquisa	17
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1 O Sistema de Gerenciamento da Rotina	18
2.1.1 <u>As Funções na Empresa</u>	18
2.1.2 <u>O Trabalho de Cada Função</u>	18
2.1.3 <u>O Controle da Qualidade</u>	22
2.1.4 <u>A Padronização</u>	23
2.1.5 <u>O Treinamento</u>	26
2.1.6 <u>O Tratamento de Anomalias</u>	28
2.1.7 <u>A Auditoria de Padrões</u>	31
2.2 Considerações Sobre a Estabilidade de Processos	33
2.2.1 <u>Comparação com as Especificações</u>	33
2.2.2 <u>Variações</u>	35
2.2.3 <u>Dois Tipos de Erros</u>	37
2.2.4 <u>Necessidade de Regras</u>	37
2.2.5 <u>Liderança na estabilização do processo</u>	39
2.2.6 <u>A Necessidade das Cartas de Controle</u>	40
2.2.7 <u>O Uso das Cartas de Controle</u>	46
2.2.8 <u>Estabilidade do Processo</u>	49
2.2.9 <u>Capacidade do Processo</u>	49

3 PROPOSTA DA METODOLOGIA DE ESTABILIZAÇÃO DE PROCESSOS	51
3.1 Fundamentos da Estabilização de Processos	51
3.1.1 <u>O Modelo da Estabilização de Processos</u>	52
3.1.2 <u>O modelo do SDCA para o Gerenciamento da Rotina</u>	54
3.1.3 <u>Definição das Funções Básicas e da Agenda de Trabalho</u>	55
3.1.4 <u>A Padronização de Processos</u>	57
3.1.5 <u>O Treinamento Operacional</u>	59
3.1.6 <u>A Operação Conforme o Padrão</u>	62
3.1.7 <u>O Tratamento de Anomalias</u>	63
3.1.8 <u>A Auditoria de Padrão</u>	67
3.1.9 <u>O Controle Estatístico de Processo</u>	73
3.2 Etapas para Implantação do Método de Estabilização de Processo	74
3.2.1 <u>Planejamento do Projeto</u>	75
3.2.2 <u>Identificação do Processo Crítico</u>	76
3.2.3 <u>Análise do Processo Crítico</u>	79
3.2.4 <u>Tratamento do Processo Crítico</u>	80
3.2.5 <u>Auditoria de Padrão</u>	80
3.2.6 <u>Controle Estatístico de Processo</u>	81
3.2.7 <u>Tratamento de Anomalias</u>	82
3.2.8 <u>Conclusão</u>	83
4 PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO ARAME FARPADO	84
4.1 Processo de Fabricação do Tarugo de Aço	85
4.1.1 <u>Preparação da Sucata</u>	85
4.1.2 <u>Fusão do Aço</u>	86
4.1.2.1 <i>Carregamento</i>	86
4.1.2.2 <i>Fusão</i>	87
4.1.2.3 <i>Refino</i>	87
4.1.2.4 <i>Vazamento</i>	88
4.1.3 <u>Refino no Forno Panela</u>	89
4.1.4 <u>Lingotamento Contínuo</u>	89
4.2 Processo de Laminação do Tarugo	90
4.2.1 <u>Aquecimento do Tarugo</u>	91
4.2.2 <u>Laminação em Desbaste</u>	91

4.2.3 <u>Laminação Intermediária</u>	92
4.2.4 <u>Laminação Acabadora</u>	93
4.2.5 <u>Bobinamento</u>	93
4.3 Trefilação do Fio Máquina	94
4.3.1 <u>Preparação do Fio Máquina</u>	94
4.3.2 <u>Trefilação</u>	94
4.4 Galvanização do Arame	95
4.4.1 <u>Recozimento</u>	95
4.4.2 <u>Decapagem</u>	96
4.4.3 <u>Banho de Zinco</u>	96
4.5 Fabricação do Arame Farpado	97
4.5.1 <u>Preparação da Máquina</u>	97
4.5.2 <u>Produção do Arame Farpado</u>	98
5. IMPLANTAÇÃO DO MÉTODO DE ESTABILIZAÇÃO DE PROCESSOS NA PRODUÇÃO DO ARAME FARPADO	100
5.1 Planejamento do Projeto	100
5.1.1 <u>Definição do Projeto, do Indicador, da Meta e do Prazo</u>	100
5.1.2 <u>Definição do Responsável e do Grupo de Trabalho</u>	103
5.1.3 <u>Definição do Cronograma</u>	103
5.1.4 <u>Definição das Funções Básicas e da Agenda de Trabalho</u>	104
5.2 Identificação do Processo Crítico	105
5.2.1 <u>Elaboração do Fluxo do Processo</u>	105
5.2.2 <u>Elaboração da Tabela de Garantia do Processo</u>	106
5.2.3 <u>Definição do Equipamento e Operadores</u>	108
5.2.4 <u>Definição das Variáveis de Controle e Parâmetros de Processo</u>	109
5.2.5 <u>Levantamento de Dados e Informações</u>	109
5.3 Análise do Processo Crítico	114
5.3.1 <u>Elaboração do Diagrama de Causa e Efeito</u>	114
5.4 Tratamento do Processo Crítico	117
5.4.1 <u>Elaboração do Plano de Ação</u>	117
5.4.2 <u>Realização do Plano de Ação</u>	118
5.5 Auditoria de Padrão	125
5.5.1 <u>Treinamento</u>	125
5.5.2 <u>Planejamento da Auditoria</u>	125

5.5.3 <u>Realização da Auditoria</u>	127
5.5.4 <u>Acompanhamento das Pendências da Auditoria</u>	128
5.6 Controle Estatístico de Processo	129
5.6.1 <u>Definição das Características e Tipo de Controle</u>	129
5.6.2 <u>Avaliação da Capacidade do Sistema de Medição</u>	131
5.6.3 <u>Definição do Posto de Controle</u>	131
5.6.4 <u>Definição das Responsabilidades</u>	131
5.6.5 <u>Treinamento</u>	132
5.6.6 <u>Implantação do Controle Estatístico de Processo</u>	132
5.7 Tratamento de Anomalias	137
5.7.1 <u>Treinamento</u>	137
5.7.2 <u>Implantação do Tratamento de Anomalias</u>	138
5.8 Conclusão	141
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	143
6.1 Conclusões	143
6.2 Sugestões para Trabalhos Futuros	145
REFERÊNCIAS	147
GLOSSÁRIO	149

LISTA DE FIGURAS

P.

Figura 1 – Atividades básicas exercidas pelas funções em caso de operação normal e na ocorrência de anomalias	21
Figura 2 – Método de solução de problemas	29
Figura 3 – Fluxo do tratamento de anomalias.....	30
Figura 4 – Interação dos estados dos processos com a entropia e a melhoria obtida através das cartas de controle.	42
Figura 5 – Fluxograma para determinar o tipo de carta de controle.....	44
Figura 6 – Processo iterativo de melhoria com a utilização das cartas de controle.....	47
Figura 7-- Modelo da estabilização de processos	49
Figura 8 – Definição das responsabilidades para cada uma das funções em situação normal e no caso de anomalias.....	52
Figura 9 – Tabela comparativa com as funções de Nemoto (figura 1) entre a situação ideal versus a situação real.....	53
Figura 10 – Modelo de agenda para o facilitador de rotina	53
Figura 11 – Modelo do padrão de Procedimento da Rotina.	55
Figura 12– Fluxo do tratamento de anomalias para cada uma das funções	58
Figura 13 – Frente do relatório de anomalias	60
Figura 14 – Verso do relatório de anomalias	61
Figura 15 – Etapas da auditoria de padrão.....	63
Figura 16 – Matriz de tarefas críticas	64
Figura 17 – Cronograma de auditorias	65
Figura 18 – Relatório de auditoria	66
Figura 19 – Tabela de Garantia do Processo	71
Figura 20 – Fluxo geral de fabricação do arame farpado	77
Figura 21 – Rolo de arame farpado pronto.....	82
Figura 22 – Comprimento médio dos rolos de arame farpado por máquina....	85
Figura 23 – Cronograma das etapas da estabilização de processo.....	86
Figura 24 – Tabela comparativa das funções	88

Figura 25 – Agenda de trabalho do facilitador de rotina	88
Figura 26 – Fluxo do processo de fabricação do rolo de arame farpado	89
Figura 27 – Tabela de Garantia do Processo com as etapas críticas de produção	90
Figura 28 – Tabela de Garantia do Processo com as etapas críticas de produção	90
Figura 29 – Gráfico de pareto do comprimento médio das máquinas	91
Figura 30 – Gráfico sequencial do comprimento médio do rolo de arame de 400 metros da máquina 5	93
Figura 31 – Histograma do comprimento da máquina 5	94
Figura 32 – Teste de normalidade da máquina 5	94
Figura 33 – Gráfico seqüencial do peso do rolo	95
Figura 34 – Gráfico seqüencial da massa linear	96
Figura 35 – Gráfico seqüencial da distância entre as farpas	96
Figura 36 – Gráfico seqüencial do comprimento das farpas	97
Figura 37 – Diagrama de causa e efeito das etapas críticas do processo	98
Figura 38 – Plano de ações corretivas sobre as causa	100
Figura 39 – Plano de ações corretivas sobre as causa	101
Figura 40 – Análise do sistema de medição do comprimento do rolo	103
Figura 41 – Padrão Q1 para medição do comprimento do rolo de arame	105
Figura 42 – Análise do sistema de medição do comprimento do rolo com as melhorias implementadas	106
Figura 43 – Matriz de tarefas críticas	108
Figura 44 – Cronograma das auditorias de padrão	109
Figura 45 – Relatório de auditoria utilizado	110
Figura 46 – Definição da característica do produto e dos parâmetros do processo	111
Figura 47 – Modelo da carta de controle por indivíduos e amplitude móvel utilizada	112
Figura 48 – Suporte para as cartas de controle	113
Figura 49 – Teste de normalidade na implantação da carta de controle	115
Figura 50 – Carta de controle para o comprimento do rolo na implantação do controle estatístico do processo	116
Figura 51 – Boxplot para os dados iniciais e na implantação da carta de	

controle do comprimento do rolo.....	116
Figura 52 – Carta de controle do comprimento do rolo com o processo estável.	117
Figura 53 – Teste de normalidade para o processo estável.....	118
Figura 54 – Análise da capacidade do processo.....	118
Figura 55 – Boxplot do comprimento do farpado no momento da implantação da carta de controle depois do processo estar estabilizado	119
Figura 56 – Frente do relatório de anomalia aplicado ao tratamento de uma causa especial.	121
Figura 57 – Verso do relatório de anomalia aplicado ao tratamento de uma causa especial	122
Figura 58 – Padrão de gerenciamento da rotina através da metodologia de estabilização de processo.....	124

RESUMO

Esta dissertação apresenta uma abordagem sistemática para garantir a estabilidade dos resultados dos processos e, assim, o alcance das metas de produção e qualidade. Essa abordagem contempla oito etapas principais: (i) identificação do processo crítico, (ii) tratamento do processo crítico, (iii) padronização operacional, (iv) treinamento operacional, (v) operação conforme o padrão, (vi) tratamento de anomalias, (vii) auditoria de padrão e (viii) controle estatístico de processo.

A metodologia proposta, chamada de “Estabilização de Processo”, se propõe a garantir a previsibilidade dos resultados dos processos operacionais de maneira focada, através da identificação dos processos críticos, de seus indicadores, de suas metas-padrão e da manutenção do seu resultado numa faixa de domínio que atenda às necessidades dos clientes.

As principais vantagens do método são: (i) um método simples e organizado de atividades corretivas e preventivas, (ii) a abordagem estatística, que fornece uma base sólida para a tomada de decisões e (iii) o gerenciamento do processo da rotina com foco no par operador-tarefa.

Por fim, é apresentado e discutido um estudo de caso em uma indústria siderúrgica, que contribui para a validação do método proposto.

Palavras Chaves: Controle Estatístico de Processo, Estabilização de Processos, Qualidade, Rotina Operacional, Variação, Auditoria de Padrão, Tratamento de Anomalias, Treinamento, Padronização.

ABSTRACT

This dissertation presents a systematic approach to assure the stability of process results and, thus, to reach the of production and quality. This approach is comprised of eight main steps: (i) critical process identification, (ii) critical process treatment, (iii) operational standardization, (iv) operational training, (v) operation according to the standard, (vi) abnormalities treatment, (vii) standard audit and (viii) statistic process control.

The proposed methodology, named “Process Stabilization”, proposes to assure the operational process results stability in a focused way, through critical process identification, its indicators, its standard-goals and the maintenance of the results in a range that satisfies customer’s needs.

The key advantages of the methodology are: (i) a simple and organized method with corrective and preventive activities, (ii) the statistical approach that provides a solid basis for the decision-making, and (iii) the routine process management focused on the pair operator-task.

The procedure is illustrated with a case study conducted in a steel plant.

1 COMENTÁRIOS INICIAIS

1.1 Introdução

A sobrevivência das empresas está calcada em sua competitividade. As empresas devem ser dinâmicas e enxutas para serem competitivas no mercado. Entretanto, antes de serem inovadoras em produtos, serviços e resultados, outros dois fatores são relevantes para a sua competitividade: a confiabilidade e a manutenção do nível da qualidade dos produtos e serviços oferecidos.

A fidelidade do cliente está baseada, fundamentalmente, na capacidade da empresa em perceber e atender as expectativas e necessidades dos clientes quanto à adequação e a qualidade dos produtos e serviços.

Para o cliente que volta a utilizar o mesmo produto ou serviço, a repetibilidade do resultado faz com que sua expectativa seja atendida, gerando a percepção de satisfação. Isto faz com que a qualidade experimentada seja a mesma da qualidade esperada. Este fenômeno é representado pela equação da qualidade (Moreira, 1992):

- **SATISFAÇÃO DO CLIENTE = RESULTADO - EXPECTATIVA**

Se a expectativa é baixa quanto à qualidade do produto ou serviço, e o resultado final supera esta expectativa positivamente, isto leva o cliente à percepção de valor agregado e, como consequência, à satisfação. A situação inversa também é verdadeira: alta expectativa gerada por um bom produto ou serviço já adquirido, que tenha um baixo desempenho quando reutilizado, leva à insatisfação, a reclamações ou à substituição por um produto concorrente.

Quando um produto responde exatamente à expectativa que lhe é esperada, a necessidade do cliente é atendida. Não há insatisfação, porém não há superação da expectativa. É uma situação confortável, pois o produto ou serviço atende o cliente. Esta situação de conforto, em que os clientes são atendidos dentro do que esperam, pode, em muitos casos, ser perigosa para o futuro da empresa que produz o produto ou serviço, pois concorrentes estão continuamente buscando oferecer um produto melhor com um atrativo maior como menor preço, maior durabilidade, mais funções, ou uma pequena, mas significativa, melhoria que lhe diferencie e permita aumentar sua participação no mercado. Assim, é essencial manter a competitividade

da organização, através de melhorias que agreguem continuamente valor aos produtos.

Entretanto, antes de partir para inovações e melhorias que superem as expectativas, é fundamental manter o nível de qualidade já obtido. Mais grave do que perder clientes pela superação do concorrente, é perdê-los por incapacidade própria de manter um nível de qualidade estável ao longo do tempo. Isto significa obter processos que mantenham resultados estáveis ao longo do tempo, tornando-os previsíveis não apenas para os resultados da fabricação, mas, principalmente, para o consumidor. Quando os resultados atingem esta estabilidade, os processos estão controlados e há domínio tecnológico e operacional dos meios de produção.

Segundo Campos (1994), a maioria das pessoas numa empresa consome a maior parte do seu tempo trabalhando nas funções operacionais. Assim, se as funções operacionais não estão funcionando bem, geram variações nos produtos e serviços, tornando difícil que as funções gerenciais possam ser conduzidas.

O gerenciamento da rotina do trabalho do dia a dia é a forma de garantir que as pessoas, ao exercerem suas funções operacionais, o façam com segurança e assertividade. Ele é centrado nas seguintes atividades:

- padronização dos processos e do trabalho;
- monitoração dos resultados destes processos e comparação com as metas;
- ação corretiva no processo a partir dos desvios encontrados nos resultados, quando comparados com as metas;
- busca da melhoria contínua;

Assim, Campos (1999) define o gerenciamento da rotina do trabalho como as ações e verificações diárias conduzidas para que cada pessoa possa assumir as responsabilidades no cumprimento das obrigações conferidas às pessoas e organização.

1.2 Tema e Justificativa

O tema desta dissertação é a garantia da qualidade de produtos industrializados através da aplicação de uma metodologia que permite identificar, tratar, monitorar e prevenir, com o uso de métodos e ferramentas, as variáveis

relevantes que afetam os resultados das operações de rotina, etapa produtiva onde os produtos são transformados e são agregados valores para a sua utilização

Existe um conflito a respeito de qual o nível de qualidade que os produtos devem ter. Os fabricantes preferem especificações mais flexíveis. Os clientes demandam especificações mais justas. A engenharia operacional trabalha no meio dos dois. Na verdade, esta discussão apenas desvia a atenção da questão fundamental: Como fabricar produtos com o mínimo possível de variação (Wheeler, 1993).

Obter continuamente produtos uniformes somente pode ser realizado se a empresa se dedica ao estudo minucioso das fontes de variação nos processos, e gerencia ações corretivas para reduzir, ou eliminar inteiramente, estas fontes de variação. Esta idéia abre uma perspectiva nova, tanto em relação à fabricação quanto ao seu gerenciamento: o controle passa a ser executado sobre as fontes de variação no processo, e não no produto. O método clássico de inspeção, separação, retrabalho ou reclassificação de produtos não-conformes não garante estabilidade, produtividade e competitividade.

Com esta perspectiva de melhoria dos processos, através da redução da variabilidade, os conceitos e técnicas criados por Walter Shewhart (criador da carta de controle) e aprimorados por W. Edwards Deming, são umas das mais poderosas e efetivas formas de gerar as mudanças necessárias para a sobrevivência da empresa.

Entretanto, pode-se observar que, na prática, muitos projetos de controle estatístico de processo não têm obtido sucesso em seus objetivos. As falhas geralmente devem-se à falta de uma abordagem sistemática de implementação (Caten, 1999), à falta de uma metodologia sólida para a solução das anomalias detectadas no processo, à falta de foco no tratamento dos problemas identificados e à falta de interesse, envolvimento e comprometimento com as rotinas operacionais, muitas vezes não seguidas pelos operadores e pouco monitoradas pelos gestores. Por ter características repetitivas e mecânicas, as tarefas da rotina são consideradas equivocadamente como entediadas, pouco estimulantes e pouco desafiadoras.

A necessidade de tratar todas essas questões de uma forma metódica é corroborada por outras dificuldades reais e inerentes ao processo. Como o fato de que por trás dos processos operacionais estão as pessoas, seres humanos com níveis de instrução e conhecimento heterogêneos, operando processos e

equipamentos complexos que geram a necessidade de treinamento e habilitação adequados e com necessidade de apoio apropriado e solícito do *staff* para que possam executar, de maneira orientada e autônoma, as funções operacionais e obter excelência no desempenho e resultados superiores.

1.3 Objetivos

O objetivo principal desta dissertação é, a partir da revisão detalhada da literatura e da experiência acumulada ao longo do estudo de caso, estabelecer uma metodologia que torne eficaz o gerenciamento das tarefas operacionais, a fim de que se atinja a estabilidade do resultado crítico do processo.

Outro objetivo do trabalho é integrar ao método gerencial da rotina a aplicação eficaz do controle estatístico de processo, a fim de que a utilização das cartas de controle se integre com outras ferramentas que busquem o conhecimento e a melhoria contínua do processo.

O objetivo secundário é testar o método no ambiente específico de uma empresa siderúrgica, que possui suas particularidades, como um grande número de variáveis, que utiliza um nível operacional com formação, conhecimentos básicos limitados e com produção ininterrupta.

1.4 Método de Desenvolvimento da Pesquisa

O método de pesquisa científica proposto para esta dissertação de mestrado enquadra-se, de acordo com a classificação apresentada por Roesch (1994), na categoria de "Pesquisa Ação".

A Pesquisa Ação consiste em resolver problemas específicos dentro de uma organização ou empresa. A Pesquisa Ação torna-se parte do processo de mudança do objeto de trabalho, ao levar as pessoas envolvidas com o projeto a estudar seus próprios problemas, com vista a resolvê-los. Esse método de pesquisa segue uma linha própria e contínua de trabalho entre a pesquisa e a ação, uma vez que os métodos aplicados são específicos aos problemas de uma determinada empresa com características próprias de processos operacionais, cultura, ambiente de trabalho e pessoas. A Pesquisa Ação implica em um alto grau de interação entre pesquisador e pesquisado, ao trabalhar uma questão de interesse mútuo. Com isso,

esse método propõe o aprofundamento nos parâmetros para julgamento do processo por seus participantes, pois estes podem solucionar problemas através de seu estudo.

Primeiramente será feita uma revisão detalhada da literatura que aborda os dois temas principais: (i) sistema de gerenciamento da rotina e (ii) considerações sobre a estabilidade de processos. Após, baseado na literatura e na experiência prática do autor, será desenvolvida uma abordagem sistemática para a implantação da metodologia de Estabilização de Processos adaptando-a ao processo siderúrgico a fim de solucionar problemas de variabilidade na qualidade do produto decorrente da falta de conhecimento e aplicação de uma metodologia que assegure a repetibilidade dos fatores do processo. A metodologia proposta será baseada em uma abordagem similar existente na literatura, que será ampliada e sistematizada em passos, para garantir a implementação eficaz do gerenciamento da rotina.

Será, posteriormente, realizado um estudo de caso em uma empresa siderúrgica a fim de se fazer uma análise crítica e contribuir para a validação do método e da proposta de implantação. Por último, baseado no estudo de caso e no referencial teórico, serão apresentadas as conclusões obtidas ao longo da pesquisa.

1.5 Estrutura da Pesquisa

A presente dissertação encontra-se dividida em seis capítulos, com conteúdos descritos a seguir:

O capítulo 1 apresenta os comentários iniciais, que contemplam a introdução, o tema e justificativas, os objetivos, o método de desenvolvimento da pesquisa, a estrutura da pesquisa e suas limitações.

O capítulo 2 apresenta uma revisão da literatura sobre o gerenciamento da rotina, onde são vistos seus aspectos relevantes e como se distribuem nas diversas funções da estrutura de trabalho. Também é apresentada uma revisão da literatura sobre o controle estatístico do processo e seus objetivos quanto ao controle da variabilidade do processo e sua estabilidade.

No capítulo 3, apresenta-se o método de Estabilização de Processos, focado para identificar, tratar, prevenir e monitorar as principais variáveis que afetam as características críticas dos produtos, a fim de garantir a qualidade final do produto, de maneira assegurada e contínua.

No capítulo 4, apresenta-se uma revisão sobre o processo de fabricação do arame farpado, objeto de estudo, e suas variáveis, com vistas à estabilização deste processo.

No capítulo 5 é apresentada a aplicação do método. Os resultados obtidos são demonstrados através de um estudo de caso em uma indústria siderúrgica. O que se pretende neste capítulo é verificar a validade e eficiência do método apresentado nesta dissertação.

O capítulo 6 traz as conclusões obtidas com o desenvolvimento desta dissertação e sugestões para trabalhos futuros.

1.6 Limitações da Pesquisa

O método proposto é genérico e flexível, suficiente para poder ser utilizado em qualquer tipo de indústria. Ele foi testado na indústria siderúrgica, em diferentes produtos do processo. Entretanto, em outras indústrias, pode ser necessária a incorporação de outras etapas, ou técnicas, para a implementação eficaz do método.

Não foram aprofundadas as pesquisas sobre metodologias de estabilização de processos aplicadas a indústria siderúrgica pela escassa bibliografia existente a respeito do assunto.

O método proposto não se aprofunda nas questões de padronização de processo e treinamento operacional por (i) não considerá-los foco da pesquisa e (ii) serem assuntos profundos e pertencerem a áreas técnicas do conhecimento.

2 Revisão Bibliográfica

2.1 O Sistema de Gerenciamento da Rotina

2.1.1 As Funções na Empresa

Um dos aspectos fundamentais a ser considerado na gestão da rotina é a forma como está organizado o trabalho na empresa. O entendimento das funções das pessoas e a clara definição de responsabilidade trazem o embasamento necessário para que cada um possa exercer efetiva e corretamente suas funções no trabalho do dia a dia.

De acordo com Campos (1994), numa empresa as pessoas trabalham em cinco tipos de função: operação, supervisão, assessoria técnica, gerenciamento e direção. Estas funções são classificadas em duas categorias: funções gerenciais (que abrangem direção, gerenciamento e assessoria) e funções operacionais (que abrangem supervisão e operação).

Uma pessoa pode ter um cargo (posição) e, neste cargo, exercer várias funções. Ou ainda, várias pessoas trabalhando em cargos diferentes poderão exercer a mesma função.

Numa empresa, a organização hierárquica deve mudar constantemente ao longo de sua vida, a fim de se adaptar a fatores externos e internos. No entanto, as funções devem permanecer estáveis. As funções não se alteram: a empresa pode ser muito vertical ou muito horizontal, mas as funções exercidas serão as mesmas. O que poderá acontecer é variar a ênfase no tempo gasto com cada função, mas todas elas sempre existirão (Campos, 1994).

2.1.2 O Trabalho de Cada Função

Gerenciar é essencialmente atingir metas (Campos, 1999).

O ciclo PDCA / SDCA (Plan / Standard, Do, Check, Act) é um método de gestão, que representa o caminho a ser seguido para que as metas possam ser atingidas.

O PDCA representa um ciclo de melhorias cujo objetivo é a competitividade da empresa obtida através da melhoria contínua dos resultados. As melhorias são conseguidas pela análise do processo e adoção de novos métodos e padrões de trabalho. Este papel é cumprido pelos gerentes, *staff* e supervisores.

O SDCA consta de um ciclo de manutenção cujo objetivo é a previsibilidade dos resultados. Para isto, no ciclo de manutenção dos resultados, deve-se cumprir os padrões, monitorar os resultados e atuar nas causas dos desvios ou anomalias (autocontrole). Os padrões descrevem como a operação deve ser feita. Este papel é executado pelos operadores.

Ishikawa (1985) denomina o PDCA de círculo de controle e o subdivide em seis passos:

Planejamento:

1. determinar as metas;
2. determinar os métodos para atingir a meta;

Execução:

3. educar e treinar no método ou trabalho;
4. executar o método ou trabalho;

Verificação:

5. verificar a efetividade da execução;

Ação corretiva:

6. tomar contramedidas sobre as causas do não atendimento da meta

Segundo Campos (1999), para assegurar a garantia da qualidade numa organização, o trabalho contido nas funções de uma empresa é direcionado para desempenhar as três ações do controle da qualidade, com base no ciclo PDCA / SDCA, conforme descritas abaixo:

1. Planejamento da Qualidade (PDCA): Estabelecimento de novos padrões de trabalho (novo processo) para atingir as metas de qualidade, custo, entrega, moral e segurança baseadas nas necessidades dos clientes.
2. Manutenção da Qualidade (S-Standard-DCA): Garantia de cumprimento dos padrões de trabalho estabelecidos para o produto e o processo, verificando os resultados e atuando no processo para corrigir os desvios e para manter estáveis as características do processo e produto e atingir as metas-padrão.

3. Melhoria da Qualidade (PDCA): Melhoria contínua dos padrões de trabalho para satisfazer mais os clientes.

Como foi descrito acima, para se atingir metas de melhoria é necessário estabelecer novos padrões (planejamento da qualidade) ou modificar os padrões existentes (melhoria da qualidade). Para se atingir metas-padrão, é necessário cumprir os padrões existentes (manutenção da qualidade).

Portanto, gerenciar é estabelecer novos padrões, melhorar os padrões atuais e cumprir os padrões existentes. Assim, a padronização é o cerne do gerenciamento da rotina.

Campos (1999) afirma que o gerenciamento da rotina operacional é centrado em:

- a- padronização dos processos e do trabalho; monitoramento dos resultados destes processos e sua comparação com as metas;
- b- ação corretiva do processo, a partir dos desvios encontrados nos resultados, quando comparados com as metas;
- c- bom ambiente de trabalho e na máxima utilização do potencial mental das pessoas;
- d- busca da melhoria contínua.

Para a execução das tarefas de manter uma meta-padrão e buscar melhorias, Campos (1999) determina o tipo de trabalho exercido em cada função quando o processo opera normalmente e quando ocorrem anomalias. Estas atividades são apresentadas na Figura 1.

Observa-se na Figura 1 que as anomalias são responsáveis por todo trabalho descrito no lado direito da tabela. Elas não agregam valor para a empresa, apenas custo, tendo que ser eliminadas para se aumentar a produtividade.

O planejamento da qualidade, que estabelece novas metas ou novos padrões de desempenho que garantam a sobrevivência da empresa é realizado através do gerenciamento pelas diretrizes. Para que o gerenciamento ocorra, é necessário cumprir fielmente as etapas do PDCA.

FUNÇÕES \ SITUAÇÃO		NORMAL	OCORRÊNCIA DE ANOMALIAS
		GERENCIAIS	DIREÇÃO
GERENCIAMENTO	- Atingir METAS - Treinar a função supervisão		- Eliminar as anomalias crônicas, atuando nas causas fundamentais - Rever periodicamente as anomalias, detectando as crônicas - Verificar diariamente as anomalias no local de ocorrência, atuando complementarmente à função supervisão
ASSESSORIA TÉCNICA	- Ajudar a função gerencial, contribuindo com conhecimento técnico		
OPERACIONAIS	SUPERVISÃO	- Treinar a função operação - Verificar se a função operação está cumprindo os procedimentos operacionais padrão	- Registrar anomalias e relata-las para a função gerencial - Conduzir a análise das anomalias, atacando as causas imediatas
	OPERAÇÃO	-Cumprir os padrões	-Relatar as anomalias

Figura 1 – Atividades básicas exercidas pelas funções em caso de operação normal e na ocorrência de anomalias (Campos 1999).

Segundo Campos (1996) a diretriz é um conjunto de instruções para se levar a termo um plano. Ela é composta por uma meta e pelas medidas prioritárias e suficientes para atingi-la. O gerenciamento pelas diretrizes é uma atividade que busca a melhoria da organização promovendo o rompimento da situação atual para atingir os resultados necessários para a sobrevivência.

Akao (1998) determina que “metas” podem ser definidas como “resultados esperados”. Os “meios” podem ser definidos como “direções para atingir a meta”. Os meios mostram como atingir a meta.

2.1.3 O Controle da Qualidade

Todo sistema ou processo deve garantir a qualidade total para o cliente, quer seja ele o processo seguinte na operação ou o cliente final. Para que isso ocorra, deve ser praticado o controle da qualidade, o que significa identificar e eliminar a causa fundamental dos problemas do processo.

Todas as pessoas da empresa participam do controle da qualidade, embora exista uma diferença no foco conforme o nível da organização. Ao nível do operador, as metas a serem atingidas consistem nas características dos produtos e parâmetros dos processos estabelecidas nos padrões de trabalho. Nos níveis gerenciais, as metas têm um espectro mais amplo e tendem a se tornar relacionadas com o gerenciamento do negócio. E a ênfase é, freqüentemente, buscar a competitividade no mercado (Juran, 1989).

De acordo com Pierozan (2001), para satisfazer as necessidades dos clientes, deve-se identificar os produtos que lhes serão entregue e suas características de qualidade. Para a garantia de sua satisfação é necessário transformar estas características em grandezas mensuráveis, denominadas itens de controle. Os itens de controle de um processo são afetados por diversas causas. As principais causas que afetam os itens de controle e que podem ser controladas são denominadas itens de verificação.

Isto significa que mediante a ocorrência de um problema, de uma anomalia, deve-se analisar o processo, para descobrir a causa fundamental, atuar na causa e observar o resultado. Caso seja positivo, deve-se padronizar, inserir a modificação e estabelecer itens de verificação para vigiar a causa fundamental, garantindo que o resultado indesejável não retornará.

A melhor maneira de monitorar um item de controle ou característica do processo ou produto que se queira manter é através da carta de controle (Campos, 1994).

Para Juran (1989), a abrangência da tomada de decisão no nível operacional tende a se limitar a decisões e ações relevantes à conformidade das especificações e procedimentos. Assim, a maior parte do controle é exercida pelo nível operacional. Teoricamente, a responsabilidade de quem exerce o controle deve ser simultânea à autoridade que ela tem sobre os recursos para que possa modificar o processo. Esta é a base para que o operador atue num estado denominado de autocontrole, isto é, ele opera, controla e atua sobre o próprio resultado de suas atividades. Para isso, deve seguir os seguintes passos:

- a. conhecer os padrões e as metas do processo;
- b. saber qual é o desempenho real, estabelecendo o sistema de medição, e realizando a correta interpretação dos dados;
- c. alterar os parâmetros, caso o resultado não esteja em conformidade com as metas e padrões

Uma vez que os critérios para autocontrole sejam seguidos., a tomada de decisão pode ser delegada ao nível operacional.

2.1.4 A Padronização

A grande maioria das pessoas numa empresa consome a maior parte de seu tempo trabalhando nas funções operacionais, normalmente definidas por um sistema de padronização. Campos (1990) ressalta que se deve padronizar o que é repetitivo. Mesmo que o ciclo de repetibilidade seja longo, o processo é padronizável.

O padrão é o instrumento básico do gerenciamento da rotina. É o instrumento que indica a meta (fim) e os procedimentos (meios) para a execução dos trabalhos, de tal maneira que cada um tenha condições de assumir a responsabilidade pelos resultados do seu trabalho. O padrão é, na verdade, o próprio planejamento do trabalho da rotina, a ser executado pela função operação, não havendo gerenciamento sem padronização. (Campos, 1999).

Toda padronização, na empresa, deve ser estabelecida de tal forma que a execução das tarefas possa ser feita com responsabilidade. Ou seja, o sistema de padronização deve ser estabelecido de tal forma que a administração possa delegar a condução dos processos às pessoas que os operam a fim de se dedicar aos projetos de melhoria, que visam conferir maior competitividade à empresa.

A delegação correta só pode ser realizada através de um efetivo sistema de padronização. Para uma padronização eficiente é necessário que seja realizada um trabalho conjunto entre a equipe técnica (que contribui com as instruções gerenciais e técnicas) e pelo nível operacional (que contribuem com a experiência e conhecimento prático). Ao participar da elaboração dos padrões, os operadores compreendem melhor sua utilidade e passam a segui-los sem restrições.

É necessário assegurar também a qualidade da padronização, conferindo se os padrões transmitem a informação de forma simples e clara, se são viáveis e fáceis de serem obedecidos e se as pessoas foram devidamente capacitadas (treinadas e habilitadas) a entender e obedecer aos padrões.

De acordo com Kume (1993), uma das atividades principais para a padronização é definir claramente o quê, quem, quando, onde, como e por que são executadas as tarefas. A planilha que contém a descrição detalhada destes itens é denominada de 5W1H, em função da abreviatura das iniciais dos mesmos termos em inglês.

Originalmente não havia a necessidade de se registrar o método de trabalho em papel. Hoje, como os processos são complexos e as informações variadas, para garantir a uniformização das ações, é necessário registrar de forma organizada e conduzir formalmente o treinamento no trabalho, a fim de que possa haver uma delegação responsável.

Entretanto, um bom processo de padronização demanda tempo e trabalho técnico, e gera um custo na aplicação de recursos. Assim, só se deve padronizar quando for necessário. Há três situações básicas em que é fundamental a padronização:

1. quando a falta de padrões é a causa de um problema ou de variações de processos que se está buscando resolver;
2. quando se quer garantir a incorporação de uma melhoria do processo para a manutenção da garantia da qualidade do produto e

3. quando o resultado de um processo é considerado importante o suficiente, de modo que sua variação afete indicadores críticos ou estratégicos (por exemplo, satisfação de clientes, participação de mercado, qualidade de produtos, etc.).

Campos (1990) comenta que o padrão técnico de processo é o documento básico para o planejamento do controle do processo. Este padrão mostra todo o processo de fabricação de um produto ou execução de um serviço, as características de qualidade, os parâmetros de controle e o 5W1H para cada parâmetro de controle. Os requisitos dos padrões devem ser: (i) fácil leitura, (ii) fácil para a revisão, (iii) fácil e conveniente para duplicar, (iv) fácil manuseio e (v) com poucos erros. Eles devem ser feitos em folhas soltas que sejam convenientes de ser corrigidas, inseridas ou trocadas. O padrão deve ainda conter uma numeração, um título e a data de seu estabelecimento ou da última revisão.

De acordo com Campos (1999), as etapas para a padronização de processos estão descritas a seguir:

- a. treinar os facilitadores no sistema de padronização e elaboração de padrões;
- b. elaborar o fluxo do processo;
- c. definir uma meta para a padronização, a partir da identificação de um problema da área;
- d. identificar o processo e tarefas críticas, que afetam o problema;
- e. elaborar ou revisar os padrões operacionais e procedimentos de rotina com o envolvimento dos operadores.
- f. alertar os operadores sobre a importância do cumprimento dos padrões. É realizado pelos facilitadores na introdução do treinamento operacional.

2.1.5 O Treinamento

Segundo Boog (1994), treinar é levar alguém a ser capaz de fazer algo que ele nunca fez antes, sem a assistência de quem ensina, utilizando métodos sistemáticos. Para isso, é preciso saber o que se quer que alguém aprenda, diagnosticar que alguém precisa aprendê-lo, preparar situações que possibilitem o aprendizado e verificar os resultados.

Sempre que alguém exerce uma função que exige conhecimento, esta pessoa está crescendo ao agregar mais valor à sua capacidade de trabalho e, assim reduzindo o índice de erros..

A produtividade e a competitividade da empresa são alcançadas através do conhecimento. Os dois tipos de conhecimento importantes para se atingir metas são: (i) o conhecimento gerencial, suprido através de sistemas, metodologias e ferramentas de gestão e (ii) o conhecimento técnico do trabalho, suprido através de treinamento operacional (Campos, 1999).

Para Barreto (1992), a função do treinamento é propiciar mecanismos de inovação, aperfeiçoamento e otimização das rotinas de trabalho.

Stimson (1994) coloca que o treinamento operacional é essencial para que os operadores possam manter um bom padrão de desempenho, bem como para elevar esse padrão. O treinamento traz como benefício um departamento mais produtivo e bem sucedido, maior confiança ao delegar tarefas aos subordinados e menos tempo “apagando incêndios”, o que possibilita às pessoas passarem mais tempo no seu próprio desenvolvimento.

Quando se tem como objetivo a manutenção dos resultados da rotina, o treinamento deve ser voltado para os fatores que afetam as tarefas operacionais. Deve-se focar, entre todas as tarefas, quais as que são críticas, isto é, as que apresentam um alto grau de importância com o resultado que se quer manter ou melhorar. Para isso, deve ser instituído o treinamento crítico no trabalho. Significa treinar, no próprio local de trabalho, todos os envolvidos com as tarefas críticas do processo, com base nos padrões operacionais. Em geral, isto deve ser feito por uma chefia imediata ou por alguém do mesmo nível na função que tenha conhecimento, habilidade e experiência superior nas tarefas.

O treinamento pode ser visto também como um processo e, como tal, tem seus fatores críticos a serem considerados. Deste modo, outro aspecto relevante é a preparação correta de quem vai dar o treinamento. Transmitir a informação correta, de maneira clara e objetiva, nem sempre é uma tarefa simples, e requer preparação e habilidade. Deve existir um treinamento para que os instrutores estejam capacitados a passar as informações de forma eficaz.

Os sistemas planejados de instrução de trabalho obedecem, de um modo geral, ao seguinte esquema:

- a. análise do trabalho: focaliza a seqüência do trabalho (encadeamento das tarefas), a importância de cada fase operacional, instrumento e equipamentos necessários para a sua execução;
- b. descrição do trabalho: identifica e descreve as tarefas e responsabilidades de determinado posto de trabalho, deve ser clara e concisa;
- c. desenvolvimento de padrões de desempenho do trabalho: explicita o resultado ideal para cada tarefa em relação a determinadas categorias, tais como: quantidade, qualidade, tempo de execução, etc.

Essas três etapas são essenciais na elaboração de um programa de treinamento no trabalho. Complementa-se o esquema analisando a situação do treinando no que diz respeito aos conhecimentos e habilidades adquiridos.

2.1.6 O Tratamento de Anomalias

O operador exerce um papel básico no gerenciamento da rotina, sendo que a operação conforme os padrões não é sua tarefa única. Ele deve também relatar anomalias significativas quando ocorrerem.

Para detectar as anomalias dos processos e produtos, os operadores devem utilizar ferramentas estatísticas. Elas normalmente são detectadas durante inspeções realizadas ao longo da operação.

É necessário ensinar aos operadores a importância do relato da anomalia, bem como preparar os facilitadores para ouvir o relato de anomalias e para que entendam bem o que ocorreu no processo.

Para Campos (1999), uma anomalia é uma não-conformidade, como defeitos em produtos, refugos, retrabalhos, quebras de equipamentos, interrupção de processo não planejada, manutenções corretivas, insumos fora de especificação, reclamações de clientes, vazamentos, desperdícios, atrasos na compra, erros em fatura, erros de previsão de vendas, etc, ou seja, são todos os eventos que afastam o processo de atingir suas metas. As anomalias apenas geram mais trabalho ao repor itens rejeitados e mais retrabalho sem beneficiar, ou gerar, qualquer produto ou serviço, não agregando, portanto, valor para a empresa, apenas custo.

Quando não há anomalias, todas as ações da empresa decorrem do direcionamento dado pela função direção, isto é, o plano estratégico, que agregam

valor ao produto ou serviço. Assim, não há nada mais urgente numa empresa que eliminar as anomalias (Campos,1994).

Depois de detectada a anomalia é relatada. Normalmente se utiliza o relatório de anomalia para o registro, a análise, as contra-medidas adotadas e o monitoramento dos resultados do tratamento da anomalia. A primeira coisa a ser feita pelo supervisor é remover o sintoma e verificar o cumprimento do procedimento operacional padrão. Caso o padrão não tenha sido cumprido, este fato é por si só uma anomalia, cuja causa precisa ser encontrada e eliminada.

Caso o padrão tenha sido cumprido, é necessário conduzir uma análise da anomalia, que vem a ser a busca focada e rápida da causa imediata da anomalia, de quais os fatores prováveis que podem tê-la gerado. Ela deve ser feita na área de trabalho, com participação de operadores, mecânicos e facilitadores envolvidos, sempre que possível. Ela vai gerar um plano de ação emergencial. Mais tarde o próprio gerente deve retomar a análise da anomalia para acrescentar recomendações ao plano de ação gerado.

O relatório de anomalia também deve ser periodicamente revisado pelo gerente e pelo *staff* técnico para identificar anomalias crônicas, ou seja, as que pertencem ao sistema, para que sejam adequadamente tratadas.

O relatório de anomalia registra a anomalia e seu tratamento seguindo a metodologia de solução de problemas com base no ciclo PDCA O método de análise e solução de problemas é composto por oito etapas (Campos, 1999 e Werkema, 1995), conforme apresentado na Figura 2.

PDCA	FLUXO	FASE	OBJETIVO
P	1	IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA	DEFINIR CLARAMENTE O PROBLEMA E RECONHECER SUA IMPORTÂNCIA
	2	OBSERVAÇÃO	INVESTIGAR AS CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DO PROBLEMA COM UMA VISÃO AMPLA E SOB VÁRIOS PONTOS DE VISTA
	3	ANÁLISE	DESCOBRIR AS CAUSA FUNDAMENTAIS
	4	PLANO DE AÇÃO	CONCEBER UM PLANO PARA ELIMINAR AS CAUSAS FUNDAMENTAIS
D	5	EXECUÇÃO	BLOQUEAR AS CAUSAS FUNDAMENTAIS
C	6	VERIFICAÇÃO	VERIFICAR SE O BLOQUEIO FOI EFETIVO
A	7	PADRONIZAÇÃO	PREVENIR CONTRA O REAPARECIMENTO DO PROBLEMA
	8	CONCLUSÃO	REVISÃO DAS ATIVIDADES E PLANEJAMENTO PARA TRABALHO FUTURO

Figura 2 - Método de solução de problemas (Werkema, 1995)

A metodologia de solução de problemas, aplicada no relatório de anomalias , deve ser utilizada no tratamento tanto de anomalias pontuais (causa especiais) como de anomalias crônicas (causas comuns).

De acordo com (Campos, 1999), este procedimento está descrito no fluxo do controle do processo avançado, para tratamento de anomalias especiais e crônicas. O fluxo do tratamento de anomalias pode ser visto na Figura 3.

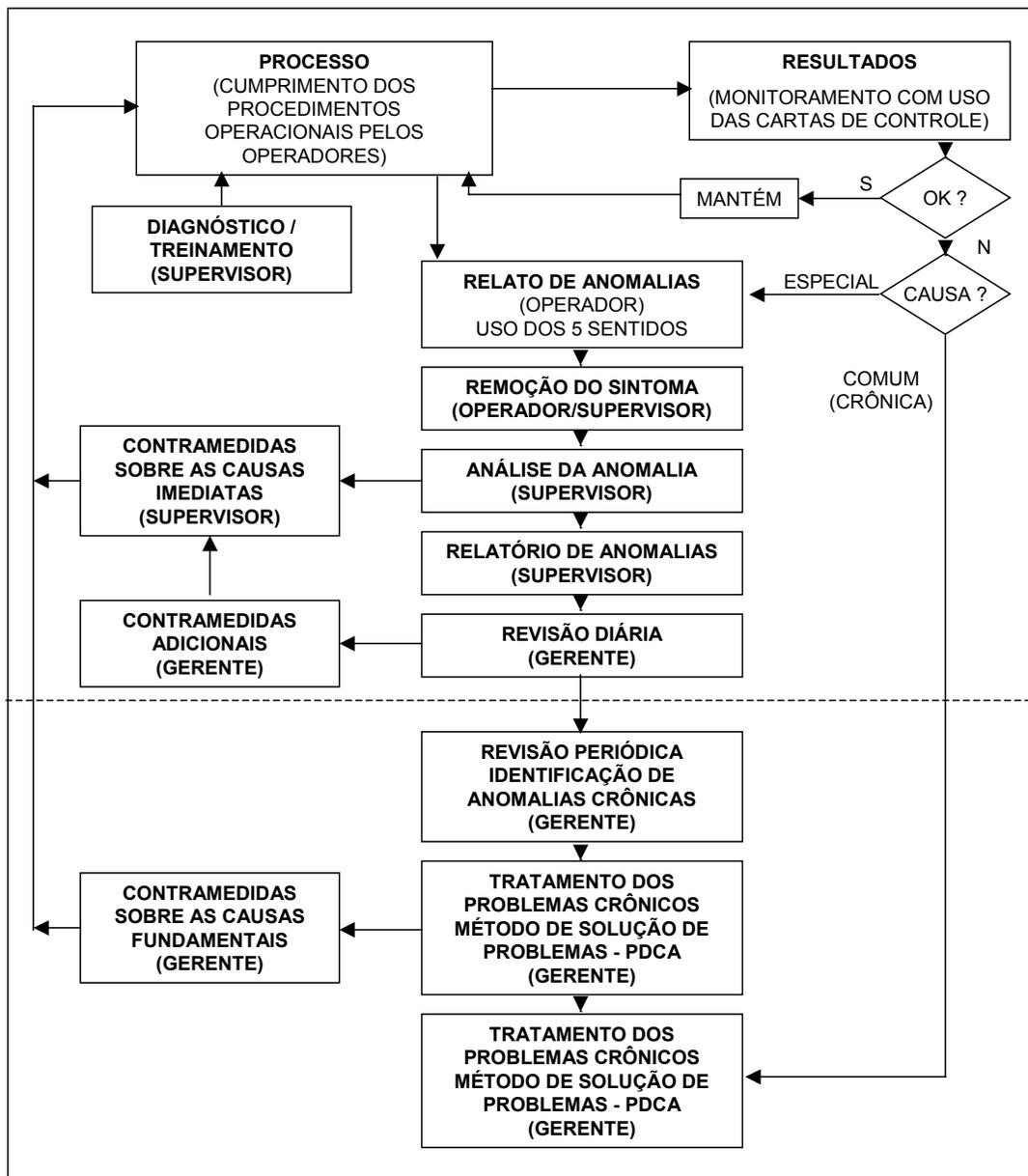


Figura 3 - Fluxo do tratamento de anomalias (Campos, 1999)

2.1.7 A Auditoria de Padrões

De acordo com Juran e Gryna (1988), este tipo de auditoria tem como objetivo determinar se as operações estão sendo realizadas de acordo com os padrões, procedimentos e especificações. As atividades auditadas podem ter ampla

abrangência como controle e melhoria dos custos, ou serem altamente específicas, como atividades operacionais.

A Auditoria de atividades contrapostas a planos, ou padrões, revela uma ampla variedade de atividades que são deficientes na execução. Algumas das mais comuns são listadas abaixo:

- o *feedback* das inspeções não é repassado aos operadores;
- problemas crônicos da qualidade não são identificados e perseguidos;
- padrões obsoletos são utilizados na produção;
- especificações de produto e parâmetros de processo estão desatualizados;
- equipamentos de inspeção e medição possuem datas de calibração vencidas;
- informações e instruções detalhadas do processo ou inspeção são inadequadas ou inexistentes;
- pessoal atuando em operações críticas não sendo certificado nas suas posições.

A auditoria de padrão é uma das etapas mais importantes do gerenciamento da rotina, sendo necessária para garantir que as tarefas críticas sejam executadas sempre da mesma maneira correta, assegurando resultados repetitivos, com conseqüente estabilização dos processos.

A auditoria de padrão é uma atividade da rotina com caráter essencialmente preventivo. Com o passar do tempo, o operador pode esquecer detalhes importantes das tarefas críticas, ou reduzir a percepção da importância de algumas atividades, entre outros exemplos (Campos, 1999). Se não houver um sistema de auditoria periódica de padrões, a degeneração do conhecimento e das habilidades do operador, ou a degeneração dos padrões, somente seriam percebidas através de anomalias, ou da queda nos resultados da empresa.

A auditoria deve ser sempre realizada levando em conta o par operador-padrão, ou seja, cada operador é auditado individualmente em todas as atividades dos padrões que forem determinados como críticos para atender a meta-padrão.

O principal objetivo da auditoria de padrão na estabilização de processos é assegurar antecipadamente que fatos, que ocorrem normalmente no ambiente operacional e resultam no não cumprimento do padrão, possam ser detectados e

tratados antes que suas conseqüências negativas se reflitam nos resultados. Assim, os principais pontos de verificação na auditoria de padrão são:

- Se os padrões estão atualizados;
- Se o operador conhece o padrão;
- Se o operador entende o padrão;
- Se o operador conhece os pontos críticos do padrão;
- Se o operador obedece aos padrões;
- Se o operador tem sugestões de melhoria a respeito dos padrões.

2.2 Considerações sobre a estabilidade de processos

2.2.1 Comparação com as Especificações

Planos, metas, alvos e orçamentos são todos especificações. A idéia de comparar dados gerenciais com metas, planos ou orçamentos foi transferida diretamente da prática fabril de comparar dados dos produtos com as especificações. Este tipo de comparação define a posição do dado em relação a algum valor, ou faixa de valores, servindo como julgamento se o dado está aceitável ou não. Esta abordagem de análise dos dados sempre identificará um resultado aceitável ou inaceitável, levando a uma visão binária do processo (Wheeler, 1993).

Esta abordagem tem, entretanto, algumas aplicações úteis. Para fazer esta distinção é preciso analisar três diferentes categorias:

1. Existem especificações que mostram os fatos que estão ocorrendo, como por exemplo, se o resultado mostra lucro ou prejuízo, se as vendas crescem tanto quanto as despesas, etc. Caracterizam-se por serem fatos reais e não opiniões de pessoas.
2. Existem especificações que são necessárias para o planejamento. Previsões e orçamentos fazem parte desta categoria. Não devem nunca ser arbitrárias, mas baseadas em uma análise cuidadosa de dados históricos, das ações presentes e de cenários futuros. Além disso, previsões e orçamentos não devem ser tomados como metas. As incertezas de estender os dados do passado para o futuro fazem deles inúteis como metas. Previsões necessitam conhecimento e devem ser usadas como guia e orientação, não para julgamento ou cobrança.

3. Há especificações que são metas numéricas arbitrárias. São totalmente diferentes das outras duas categorias. Enquanto os valores das categorias anteriores são úteis, ou até mesmo necessários, definir metas numéricas arbitrariamente, sem qualquer base, pode tornar-se prejudicial, resultando em esforços desnecessários ou inúteis para alcançá-las.

Quando as pessoas são pressionadas a atingir metas, elas podem reagir de três formas:

1. elas podem trabalhar para melhorar o processo;
2. elas podem distorcer o sistema;
3. elas podem distorcer os dados.

Antes que se possa melhorar qualquer sistema, é necessário ouvir a voz do processo. Então é necessário entender como os fatores afetam os resultados do processo e ser capaz de mudar os fatores a fim de atingir os resultados esperados.

Comparar os números às especificações não leva à melhoria dos processos, pois elas são a voz do cliente, não a voz do processo. Corretivamente, induz a uma atividade extra de inspeção e separação de peças não conformes. A simples abordagem da especificação não revela nenhuma descoberta de como o processo opera.

Assim, se compararmos os dados somente com as especificações, fica impraticável melhorar o sistema, e o que resta são as opções dois e três, acima descritas, para que se atinjam metas. Quando os dados são comparados a metas numéricas arbitrárias, cria-se a visão de um mundo 'binário', que leva sempre à tentação de fazer os dados parecerem favoráveis. E distorcer os dados ou o sistema é sempre mais fácil do que trabalhar para melhorar o processo.

Conseqüentemente, embora a abordagem da especificação nos diga onde estamos, não nos diz como chegamos lá, e não dirá como sair dali. Embora esta abordagem possa ser útil para especificações de produtos, ou definições necessárias para o planejamento, ela se torna ineficaz para a melhoria contínua do processo.

2.2.2 Variações

Um axioma tem ficado manifesto desde que o homem se propôs a fabricar coisas: “Não existem dois produtos iguais”. Mas reconhecer a existência da variação não é o suficiente, sendo necessário agir para reduzi-la. Se os responsáveis pelas organizações implementarem uma filosofia de trabalho focada neste axioma, as metas de melhoria de produtividade e produtos uniformes podem ser alcançadas com a tecnologia e as pessoas atuais.

Baseado em suas experiências, Shewhart visualizou a variabilidade como estando dentro ou fora de limites naturais calculados, oriundos dos próprios dados. Se algum ponto estiver fora destes limites, as fontes da variação podem ser identificadas. Com base nisso, formulou suas conclusões:

“Considerando que todo processo possui variação, alguns apresentam variação controlada enquanto outros apresentam variação não controlada” .

A variação controlada é caracterizada por um padrão de variação estável e consistente ao longo do tempo. Esta variação foi atribuída às causas aleatórias do processo, também denominadas de causas comuns.

A variação não controlada é caracterizada por um padrão de variação que muda ao longo do tempo. Esta variação foi atribuída a causas assinaláveis, pontuais no processo, também denominadas de causas especiais.

As causas especiais não geram apenas um impacto sobre a variação dos dados, mas afetam a previsibilidade.

A essência do controle estatístico é a previsibilidade. Um processo que não atinge o controle estatístico é imprevisível.

Todo agrupamento de dados pode ser interpretado como a resposta de um processo que gere esses dados, e se os dados têm um grau razoável de variação controlada num período de tempo, então é possível prever, dentro dos limites naturais, como os dados irão se comportar no futuro. Assim, o planejamento, a produção e o gerenciamento do processo serão facilitados.

Em decorrência de suas experiências, Shewhart identificou duas formas distintas de melhorar o processo produtivo: (i) quando o processo apresenta variação controlada e estável, significa que a variação consiste apenas de causas inerentes, e que pertencem à natureza do processo. Assim, para reduzir a variação, é necessário mudar o próprio processo. De acordo com Shewhart, este estado de controle parece ser o limite para o qual se pode gerenciar economicamente quanto a

encontrar e eliminar as causas de variação sem alterar desnecessariamente o processo, e (ii) quando o processo apresenta instabilidade, ele gera uma variação excessiva, indesejável para a sua *performance*. Assim, o primeiro passo para melhorá-lo é identificar as causas especiais da variação. Se forem prejudiciais, devem ser eliminadas, mas sendo benéficas, devem ser incorporadas (Wheeler e Chambers, 1992).

Estas duas abordagens para a melhoria são fundamentalmente diferentes. A primeira busca modificar um processo que está consistente e bem definido, ao passo que a outra procura criar um processo consistente e com uma identidade.

O primeiro passo para se melhorar o processo é determinar se ele apresenta, ou não, variação controlada. A ferramenta utilizada para detectar a variação não controlada é a carta de controle.

2.2.3 Dois Tipos de Erros

Ao buscar identificar se a fonte de variação do processo decorre de causas especiais ou comuns, é possível cometer dois tipos de erros que podem gerar perdas ao processo (Deming, 1990):

1. Atribuir uma variação ou um erro a uma causa especial, quando, de fato, a causa pertence ao sistema (causas comuns). Isto leva a uma tomada de ação corretiva pontual no processo, quando deveria ser tratado a nível gerencial por ser falha do sistema. É um alarme falso para o operador.
2. Atribuir uma variação ou um erro ao sistema (causas comuns) quando, na realidade, a causa foi especial. Isto leva a um estudo ou mudança desnecessários do sistema, quando a falha deveria ser tratada de forma pontual.

O excesso de ajuste pelo operador é um exemplo normal de erro número um. Ou nada fazer para buscar detectar uma causa especial é um exemplo comum de erro número dois.

A gestão ideal induz que jamais se deve cometer o erro número um, ou jamais cometer o erro número dois, mas, ao se evitar um erro, pode-se incorrer no outro.

Para Deming (1984) as causas comuns permanecem no sistema enquanto não forem eliminadas pela gerência. Já um sinal estatístico detecta a existência de uma causa especial, que o operador pode descobrir e corrigir.

2.2.4 Necessidade de Regras

Percebeu, no entanto, que havia a necessidade de aplicação de regras pelas quais houvesse um mínimo de perda econômica, oriunda de ambos os erros. Desta forma, estruturou os limites de controle *3-sigma*. Estes limites de controle fornecem, para uma série de circunstâncias, uma diretriz racional para se obter uma perda econômica mínima, gerada pelos dois tipos de erros.

Os limites de controle *3-sigma* aplicados à carta de controle mostra sinais que permitem detectar a existência de causas especiais (normalmente específica de algum funcionário ou de alguma circunstância passageira), ou nos dizem que a variação observada deve ser atribuída a causas comuns, isto é, a uma variação aleatória atribuível ao sistema.

Para Deming (1990), confundir causas comuns com causas especiais leva a uma maior variabilidade e a custos mais elevados. Com base em estudos com aplicação de controle estatístico de processo na indústria, as causas de variação apresentam as seguintes proporções:

1. 94% são baseados em causas comuns; pertencem ao sistema, são de responsabilidade da administração;
2. 6% são baseadas em causas especiais.

Normalmente, a descoberta de uma causa especial de variação e sua remoção cabe a alguém que esteja diretamente relacionado com tarefas operacionais, que produz os dados para a carta de controle.

Algumas causas especiais podem ser removidas apenas pela administração. Por exemplo, operadores que necessitam, às vezes, de apoio da engenharia para a remoção de problemas ligados ao mau funcionamento das máquinas que operam.

Um determinado padrão de pontos na carta de controle também pode indicar uma causa especial. Um padrão que deve ser observado é uma seqüência de sete ou mais pontos consecutivos acima ou abaixo da média.

Alterações bruscas na variabilidade ou na média também podem resultar do aparecimento de causas especiais, assim como padrões cíclicos de comportamento que não fazem parte do sistema normalmente.

2.2.5 Liderança na estabilização do processo

O objetivo da liderança deve ser o de melhorar o desempenho de pessoas e máquinas, melhorar o desempenho da qualidade, aumentar a produtividade e, simultaneamente, fazer com que as pessoas sintam-se realizadas e satisfeitas com o seu trabalho.

Isto significa não apenas encontrar e registrar as falhas, mas eliminar as causas das falhas e, com isto, levar sua equipe a ter um desempenho com resultado superior.

Um atributo especial de um líder deve ser de descobrir, através de monitoramento, sempre que os números existirem, ou por julgamento, quando os números não existirem, quem está fora do sistema e, portanto, necessita de apoio.

Outra responsabilidade é obter uma redução cada vez maior de variabilidade dentro do sistema, entre outras causas, reduzindo as diferenças entre o desempenho dos operadores.

Para Wheeler (1992), ao se avaliar o resultado de uma equipe, deve-se levar em consideração os seguintes aspectos, quando o desempenho estiver abaixo do esperado:

1. o operador atingiu o controle estatístico de seu trabalho;
2. o operador ainda não atingiu o controle estatístico de seu trabalho.

No primeiro caso, não se deve atribuir ao operador o motivo da falha, a menos que seu gráfico de controle estatístico detecte a existência de uma causa especial (caso em que ele já deve ter notado ao acompanhar o seu gráfico de controle e atuado para corrigir a causa).

O princípio básico presumido aqui é que ninguém deve ser culpado ou penalizado por um desempenho que não possa controlar. A violação deste princípio

pode apenas levar à frustração e à insatisfação com o trabalho, e à redução da produtividade.

Uma forma melhor de se tratar o mau desempenho individual é investigar as circunstâncias e tomar a providência corretiva indicada. A pessoa pode estar na função errada. O treinamento pode ter sido inapto ou incompleto. Por outro lado, qualquer pessoa ou equipe que tenha um desempenho notadamente superior (pode ser identificado como uma causa especial na carta de controle), deve ter seus procedimentos analisados. Podem estar seguindo métodos e executando tarefas que podem ser padronizados.

Mesmo depois atingido o controle estatístico no seu processo, o operador pode perdê-lo. Um resultado pode sair de controle estatístico, indicando a existência de uma causa especial até então não identificada. O operador precisa achar essa nova causa especial e eliminá-la.

Novos produtos, ou novas especificações, podem levar a um novo desempenho inferior que deve ser ajustado. Para um conjunto novo de operações, o operador poderá ter, de novo, que atingir o controle estatístico.

2.2.6 A Necessidade das Cartas de Controle

A busca por melhores resultados pode ser monitorada pelo percentual de peças ou produtos conformes, em que o atendimento de 100% de produtos conformes é uma referência. Outra forma é atingir o estado de controle estatístico. Nenhuma destas metas é permanente e ambas estão sujeitas a retrocessos. Tomadas juntas, estas formas de monitoramento identificam quatro estados possíveis em que os processos podem ser enquadrados, conforme descritos a seguir (Wheeler e Chambers, 1992).

1- O Estado Ideal

Aqui o processo está em controle estatístico e produzindo 100% de produtos conformes. Estar sob controle estatístico significa que a variação presente no fluxo do processo é consistente ao longo do tempo. Tal processo produzirá, continuamente, bons produtos, enquanto se mantiver sob controle. Certamente este é o estado ideal de um processo.

Para um processo ser considerado em Estado Ideal ele deve satisfazer a quatro condições:

1. o processo deve estar inerentemente estável ao longo do tempo;
2. o operador deve operar o processo de uma forma padronizada e consistente. As condições de operação não podem ser definidas e alteradas aleatoriamente;
3. a média do processo deve servir de guia e ser mantida no nível adequado;
4. a dispersão natural do processo deve ser menor do que a tolerância.

Quando um processo satisfaz estas quatro condições, pode-se estar confiante de estar produzindo somente produtos conformes. A única maneira de se saber se todas as condições se aplicam ao processo e de mantê-las no dia a dia, é com o uso das cartas de controle.

Além disso, uma vez atingido o estado ideal, o uso continuado das cartas de controle resultará, naturalmente, num contínuo aperfeiçoamento do processo e levará a produtos cada vez mais uniformes, com custos reduzidos e com maior produtividade.

2- O Estado Limiar

Neste estado o processo apresenta-se sob controle estatístico, mas estará produzindo alguns produtos não-conformes. O processo estável produz consistentemente o mesmo padrão de variação. Quando isto ocorre num processo com alguns produtos não-conformes, é possível esperar esta consistência também nas não-conformidades. A solução tradicional de inspeção 100% não é satisfatória, porque é sempre imperfeita. Enquanto for produzido algum produto não-conforme, ele será expedido. Inspeções apenas reduzem este número, mas não o eliminam inteiramente. A solução é parar de produzir esses produtos não conformes. Para fazer isto num processo no estado limiar, será necessário modificar o processo.

Se a não-conformidade ocorre porque o operador não pode ou não está regulando o equipamento no valor ideal (que na maioria das vezes é o valor central), contra-medidas geralmente simples podem ser tomadas. Mas se for porque a variação natural do processo excede a tolerância especificada, então é preciso reduzir a variabilidade do processo, ou modificar a especificação.

Se o fabricante decidir reduzir o patamar de variabilidade atual, terá que modificar o processo. As modificações geram efeitos colaterais que devem ser adequadamente avaliados. Novamente as cartas de controle podem prover estas informações. Assim, elas não só auxiliam a se atingir um processo estável e consistente, mas também na passagem do processo do Estado Limiar para o Estado Ideal.

3- O Estado Beira do Caos

Neste estado, o processo está fora de controle estatístico, embora esteja produzindo 100% de produtos conformes.

Normalmente existe uma dificuldade de se entender esta situação, pois se supõe que se o processo aprova 100% dos produtos, ele está em excelentes condições. Se o processo continuar com esta *performance*, não haverá produção de produtos defeituosos, mas esta circunstância pode não durar indefinidamente, pois, pelo fato do processo estar fora de controle, significa que o padrão de variação no fluxo do processo é inconsistente ao longo do tempo. O processo está instável, e esta instabilidade continuará modificando as características do processo.

O problema de um processo que está fora de controle é que ele está sujeito aos efeitos das causas especiais. Estes efeitos podem ser vistos como mudanças que ocorrem no processo, aparentemente, em intervalos aleatórios. Assim, enquanto 100% de conformidade pode levar a conclusão que se está atendendo as metas, as causas especiais continuarão mudando o processo até que, eventualmente, produza algum produto não conforme.

A dificuldade de gerenciar este estado ocorre porque, apesar de parecer o contrário, o processo na Beira do Caos não está sob controle do operador. As causas especiais controlam o que o processo irá produzir, determinando quando a média do processo ou sua dispersão irão mudar. Assim, não há como prever o resultado futuro do processo.

A mudança de 100% de produtos conformes para algumas rejeições pode ocorrer a qualquer momento. Quando isto ocorre, o processo passa para o Estado de Caos.

A única forma de sair do Estado Beira do Caos é eliminar as causas especiais ou assinaláveis, sendo necessário utilizar as cartas de controle.

4- O Estado de Caos

É caracterizado quando o processo está fora de controle estatístico e produz produtos não-conformes. Assim, embora se saiba que há a produção de produtos não-conformes, não se pode prever, confiavelmente, a percentagem de não-conformes.

A única forma de progredir para mover um processo para fora do Estado de Caos é eliminando as causas especiais. Isto irá requerer o uso de cartas de controle. Enquanto estiverem presentes causas especiais, o efeito dos esforços de melhoria serão confundidos ou reduzidos pelas causas especiais.

Os processos se enquadram em um destes quatro estados, mas nem sempre permanecem em um deles, comenta Wheeler (.1992) É possível para um processo mover-se de um estado a outro. Na verdade, existe uma força inerente agindo em todos os processos, forçando-os para uma direção, e esta força é denominada Entropia.

Ela age em todos os processos no sentido de causar a deterioração dos resultados através dos desgastes de equipamentos, variabilidade da matéria-prima, cansaço dos operadores, interrupções operacionais e avarias, e conduzir os processos na direção do Estado do Caos. A única forma de se evitar o efeito da entropia é estar continuamente corrigindo e tratando o processo.

A única forma de se poder ultrapassar a barreira criada pela entropia e pelas causas especiais é com o uso de cartas de controle, pois nenhuma outra ferramenta irá, consistentemente e com a mesma confiabilidade, providenciar a informação necessária de forma clara, objetiva e instantânea.

Assim, o processo que operar sem os benefícios das cartas de controle estará, ao final, condenado a operar no Estado de Caos.

Conforme Wheeler (1992), a Figura 4 apresenta a interação dos Estados dos Processos com a Entropia e a melhoria obtida através das cartas de controle.

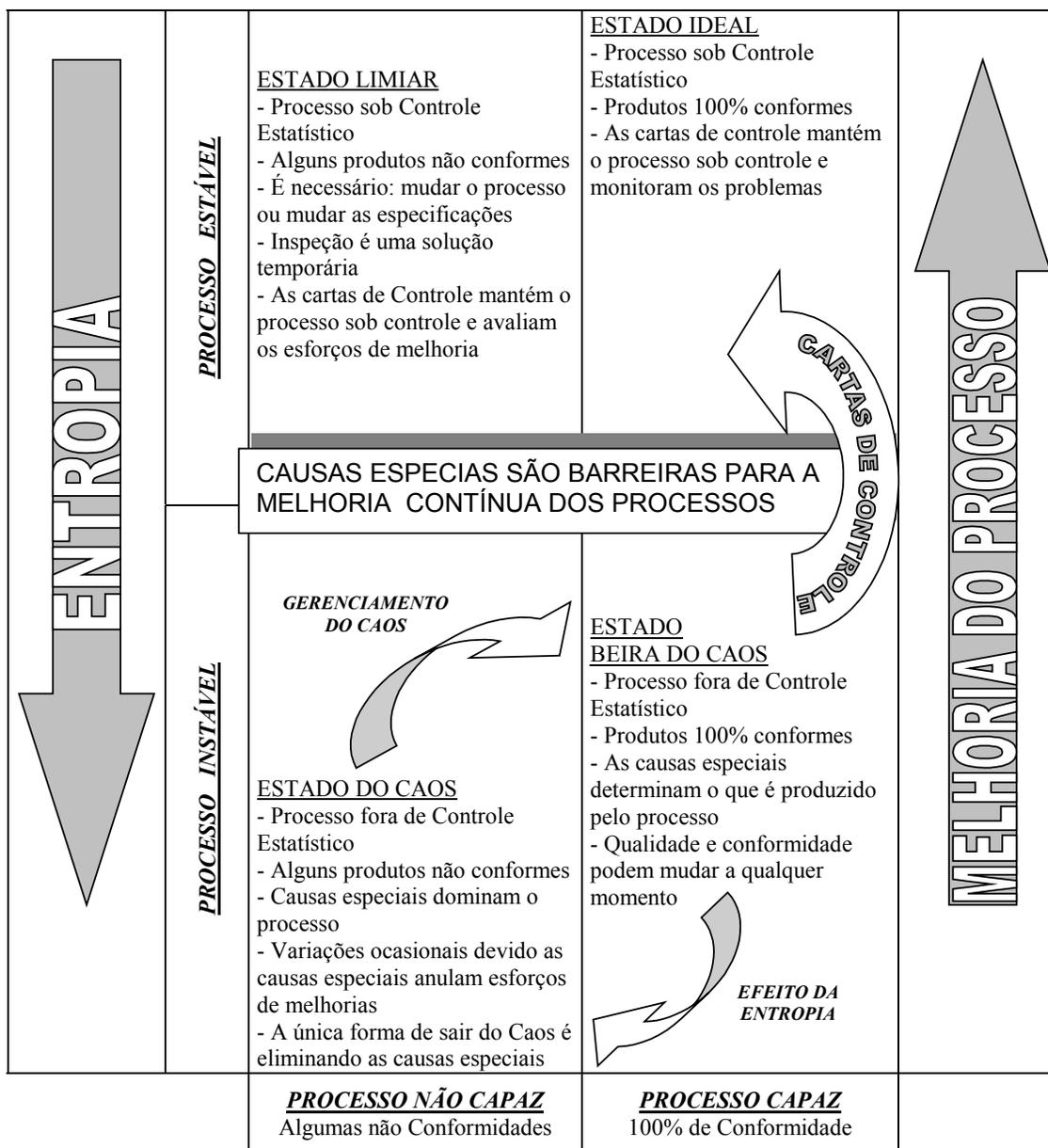


Figura 4 - Interação dos estados dos processos com a entropia e a melhoria obtida através das cartas de controle (Wheeler, 1992).

2.2.7 O Uso das Cartas de Controle

De acordo com Montgomery (1996), o maior objetivo do controle estatístico do processo é detectar rapidamente a ocorrência de causas especiais para que uma investigação e ações corretivas possam ser deflagradas antes que produtos não conformes sejam produzidos. A carta de controle é uma ferramenta de controle de processo *on line* largamente utilizada com este objetivo. Assim, torna-se uma ferramenta efetiva para reduzir a variabilidade ao máximo possível.

A carta de controle é feita com a plotagem dos dados coletados do processo ao longo do tempo. Calcula-se a média e o desvio padrão dos valores, e então o limite superior e inferior de controle podem ser definidos ao se somar e subtrair da média três vezes o valor do desvio padrão (3 *sigma*). Os cálculos podem ser obtidos em Wheeler (1992) ou Montgomery (1996).

Espera-se que os pontos estejam distribuídos aleatoriamente entre os limites superior e inferior de controle. Caso sejam detectados pontos fora dos limites de controle ou comportamento não aleatórios entre os dados, é possível que causas especiais estejam atuando sobre o processo. É necessário que as causas dos desvios sejam identificadas e corrigidas.

Conforme Ribeiro e Caten (2000), as cartas de controle podem ser classificadas em dois tipos. Se a característica pode ser medida e expressa em uma escala contínua, a carta é denominada de carta de controle para variáveis. É utilizada no caso de medidas de comprimento, bitolas, pesos, temperaturas, etc.

Se a característica não pode ser expressa em uma escala contínua, a carta é denominada de carta de controle por atributos. São utilizadas para medir número de defeitos por produtos ou número de defeituosos.

As principais vantagens do uso das cartas de controle, apresentadas em Ribeiro e Caten (2000) são mostradas abaixo:

1. permitir que o monitoramento do processo seja executado pelos próprios operadores;
2. auxiliar o processo a atingir alta qualidade, baixo custo unitário, alta capacidade efetiva, consistência e previsibilidade;
3. fornecer uma linguagem comum para discutir o desempenho do processo;
4. distinguir causas comuns e especiais e
5. servir de guia para ações locais ou gerenciais.

Maiores informações sobre os tipos de cartas de controle podem ser obtidas em Wheeler (1992) ou Montgomery (1996).

Um fluxograma de Ribeiro e Caten (2000) para determinar o tipo de carta de controle a ser utilizado é apresentado na Figura 5:

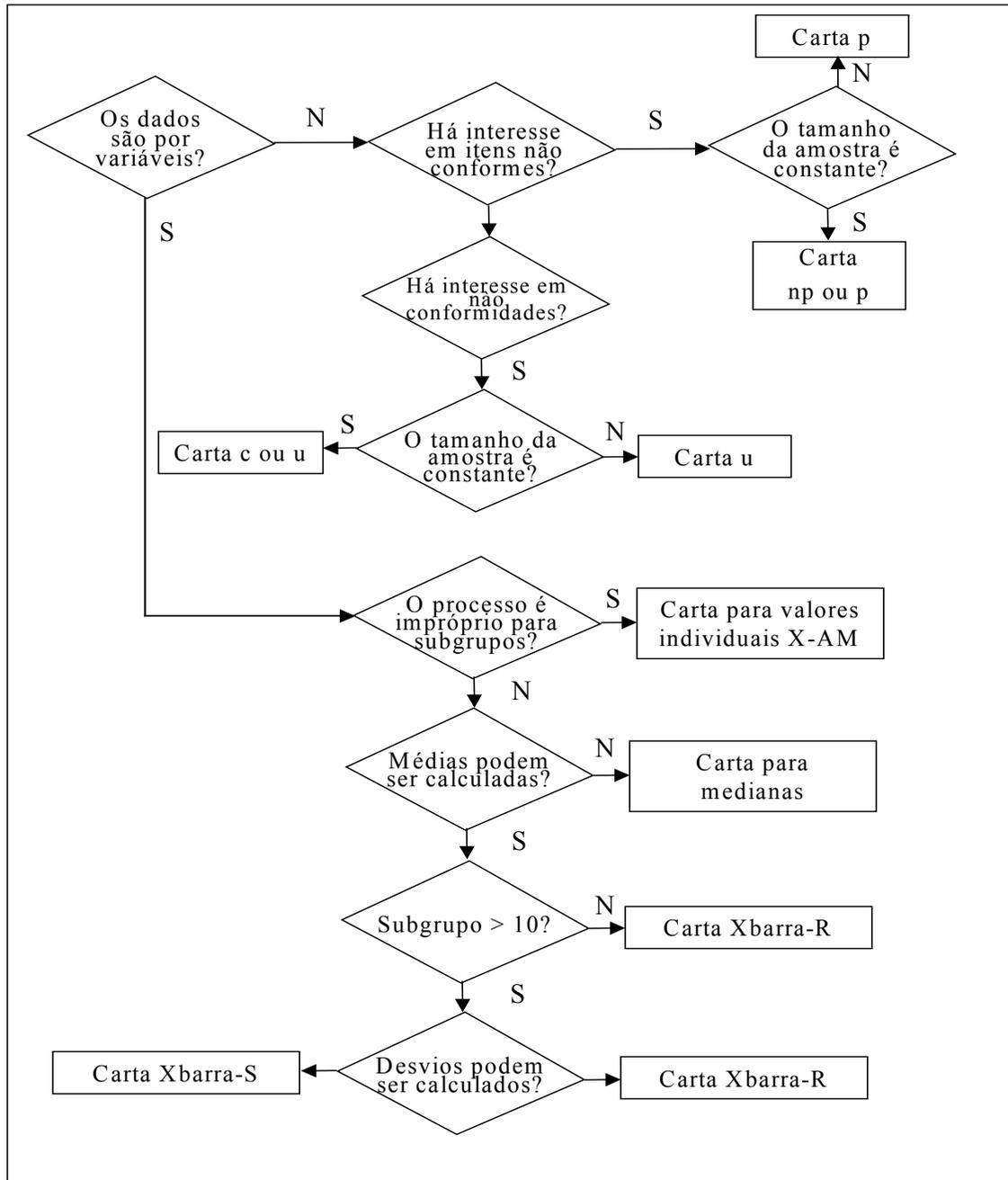


Figura 5 – Fluxograma para determinar o tipo de carta de controle (Ribeiro e Caten, 2000)

2.2.8 Estabilidade do Processo

A estabilidade de um processo é avaliada pela ocorrência ou não de causas especiais. As causas especiais podem ser identificadas pela ocorrência de pontos fora dos limites de controle calculados para o processo. Além disso, outros padrões não aleatórios e tendências na seqüência de pontos plotados são indicativos de falta de controle, mudança na dispersão ou mudança na média durante o período, identificando a presença de causas especiais.

Entre estes padrões os mais comumente utilizados são a ocorrência de sete pontos acima ou abaixo da linha central e a ocorrência de sete ou mais pontos em seqüência ascendente ou descendente.

Informações mais específicas a respeito dos padrões de não aleatoriedade podem ser obtidas em Wheeler (1992) ou Montgomery (1996).

2.2.9 Capacidade do Processo

O valor da capacidade do processo é uma medida da habilidade do processo de produzir os produtos dentro das especificações (Montgomery, 1996).

Para se avaliar a capacidade do processo, é preciso conhecer a distribuição da variável que se quer controlar e estimar a média e a variabilidade dos valores individuais, que representam os limites naturais do processo.

Para a avaliação da capacidade do processo é necessário que o processo esteja sob controle estatístico, ou seja, que não existam causas especiais atuando sobre ele e que a variável de controle tenha a distribuição próxima à distribuição normal (Pierozan, 2001).

Os índices de capacidade utilizados são o C_p e o C_{pk} .

O C_p mede a capacidade potencial do processo. Leva em consideração os limites de especificação e a variabilidade do processo. Avalia a capacidade de atender à especificação se o processo estiver centrado no valor nominal. É calculado através da equação (1) apresentada abaixo:

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6 \sigma} \quad (1)$$

Onde: LSE = limite superior de especificação

LIE = limite inferior de especificação

σ = desvio padrão do processo

O C_{pk} mede a capacidade real do processo. Leva em consideração os limites de especificação, a variabilidade e a média do processo, conseguindo avaliar o deslocamento em relação ao valor nominal. É calculado através da equação (2) apresentado abaixo:

C_{pk} = menor valor entre (2)

$$\frac{LSC - \mu}{3\sigma} \quad \text{ou} \quad \frac{LIC - \mu}{3\sigma}$$

Onde: LSE = limite superior de especificação

LIE = limite inferior de especificação

σ = desvio padrão do processo

μ = média do processo

Em Ribeiro e Caten é apresentado um fluxo do processo iterativo de melhoria com a utilização das cartas de controle. O fluxo é mostrado na Figura 6:

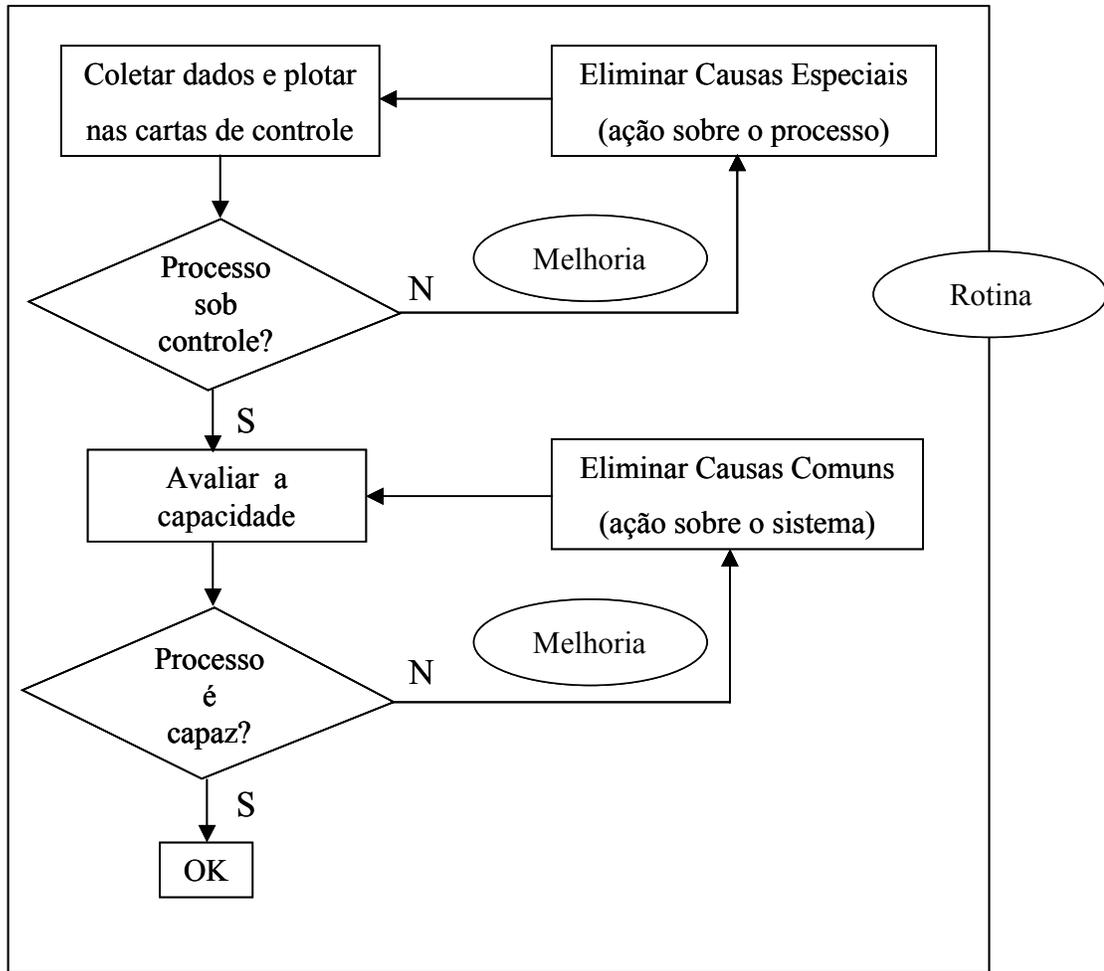


Figura 6 – Processo iterativo de melhoria com a utilização das cartas de controle (Ribeiro e Caten, 2000)

3 PROPOSTA DA METODOLOGIA DE ESTABILIZAÇÃO DE PROCESSOS

Neste capítulo são apresentados os fundamentos da estabilização de processos. A estabilização de processos é um método de gerenciamento operacional que tem como finalidade a melhoria e manutenção dos resultados, através da repetibilidade das condições controláveis do processo, e da atuação corretiva e preventiva sobre as anomalias.

O objetivo é promover a prevenção de defeitos, melhoria na qualidade dos produtos, redução dos custos operacionais e perdas de processo, garantindo uma maior competitividade da empresa.

O capítulo está dividido nas seguintes seções e conteúdos. O item 3.1 apresenta os fundamentos da estabilização de processos; o sub-item 3.1.1 apresenta o modelo da estabilização de processos; o sub-item 3.1.2 esclarece o ciclo PDCA para o gerenciamento da rotina; o sub-item 3.1.3 traz a definição das funções básicas e da agenda de trabalho; o sub-item 3.1.4 contém a padronização de processos; o sub-item 3.1.5 contém o treinamento operacional; o sub-item 3.1.6 apresenta a operação conforme o padrão; o sub-item 3.1.7 traz o tratamento de anomalias; o sub-item 3.1.8 contém a auditoria de padrão e o sub-item 3.1.9 apresenta o controle estatístico de processo.

Na seqüência, o item 3.2 apresenta as etapas para implantação da estabilização de processos.

3.1 Fundamentos da Estabilização de Processos

O gerenciamento da rotina, através do método de Estabilização de Processos, tem como base quatro pilares: a padronização de processos, o, treinamento operacional, o tratamento de falhas e a auditoria de padrões. Entretanto, outras etapas e ferramentas complementam esta metodologia por sua interação e relevância, como a organização das funções das pessoas, definindo suas responsabilidades frente às tarefas da rotina e melhoria e também a forma de controlar estatisticamente os resultados do processo.

3.1.1 O Modelo da Estabilização de Processos

Baseado em Campos (1999) e Werkema (1995) o autor elaborou o modelo esquemático para a estabilização de processos, apresentado na Figura 7.

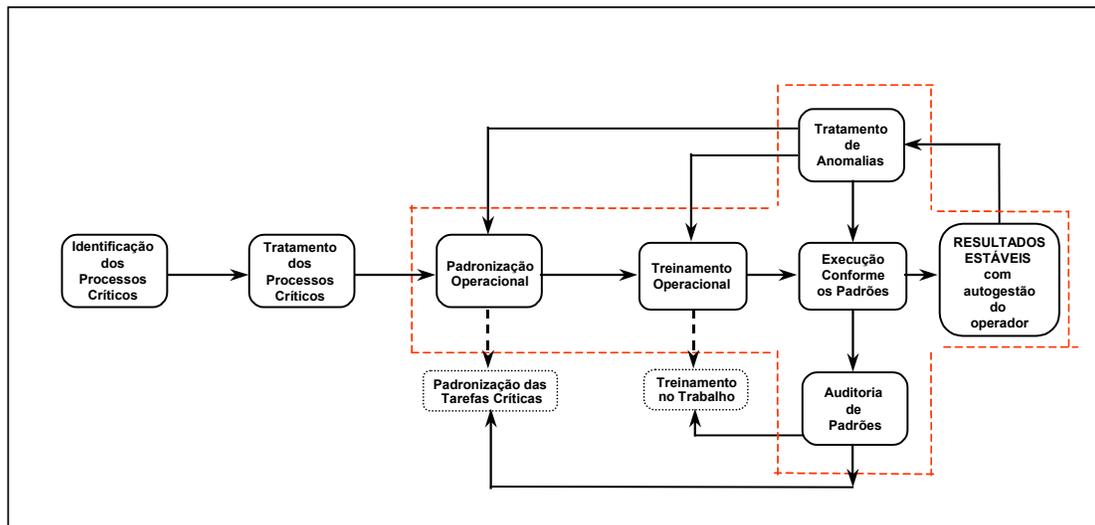


Figura 7 - Modelo da estabilização de processos

Na figura 7 as etapas principais mostram as atividades que compõe o modelo para a estabilização de processos. As etapas pontilhadas detalham o aspecto relevante das atividades principais.

O fluxo inicia com a Identificação dos Processos Críticos. De acordo com Campos (1999) a implementação da rotina deve iniciar pelo processo que estiver causando problemas.

O processo crítico pode ser identificado através do planejamento da empresa, de uma reclamação de cliente, de uma falha de qualidade no produto ou serviço, de índices inaceitáveis de rejeições ou retrabalhos que aumentam os custos ou geram perdas no processo.

A atividade seguinte, de Tratamento dos Processos Críticos, visa identificar e atuar corretivamente nas causas básicas já conhecidas do problema, denominadas de causas críticas. Dellaretti Filho e Drumond (1994) comentam que é impossível controlar todas as causas e, se fosse possível, seu custo seria proibitivo. Por esta razão, controlam-se apenas algumas delas, consideradas as mais relevantes.

Na área circundada com a linha tracejada estão as atividades-base que garantem a estabilização dos processos. O controle do processo só será alcançado quando todas as atividades-base estiverem sendo realizadas de forma efetiva e sistemática.

A Padronização Operacional refere-se a elaboração dos padrões para as tarefas críticas a fim de garantir os resultados operacionais desejados. São compostos pelos Padrões Operacionais (PO) e Procedimentos de Rotina (PR).

A etapa seguinte é o Treinamento Crítico. Segundo Kume (1993), os padrões devem tornar-se parte integrante dos pensamentos e hábitos dos trabalhadores. Para dotar os trabalhadores com o conhecimento e técnicas para a implantação de padrões, são necessários educação e treinamento.

Nesta etapa os operadores são treinados nas tarefas críticas (tarefas mais relevantes) para garantir o conhecimento operacional, necessário para manutenção dos resultados. Os treinamentos críticos para cada função operacional devem ser identificados e planejados.

A etapa seguinte é a Execução Conforme os Padrões. Uma vez que as tarefas críticas já estão definidas e padronizadas e os operadores treinados, eles devem utilizar suas habilidades e conhecimentos para executar as atividades operacionais sem erros ou falhas, seguindo as determinações dos padrões.

A etapa seguinte refere-se ao Tratamento de Anomalias e é de caráter corretivo. Quando ocorrerem anomalias pontuais ou crônicas no processo elas devem ser tratadas de forma metódica e sistêmica seguindo o método de análise e solução de problemas (PDCA aplicado à solução de problemas). As ações corretivas definidas nesta etapa normalmente geram ações de melhoria nos processos de padronização e treinamento.

A etapa seguinte é a Auditoria de Padrão. Esta etapa é de caráter preventivo e visa checar o sistema de padronização antes que ocorra uma falha. É feita uma auditoria dos operadores no momento em que desenvolvem suas atividades operacionais, verificando-se se eles conhecem e aplicam as tarefas críticas dos padrões operacionais. As ações corretivas definidas nesta etapa normalmente realimentam com melhorias os processos de padronização e de treinamento.

A última etapa refere-se a obtenção de Resultados Estáveis através da aplicação do controle estatístico do processo. A aplicação das cartas de controle permite identificar e tratar adequadamente, as causas comuns e as causas especiais

detectadas no processo. A metodologia de estabilização aliada ao uso de ferramentas adequadas permite a autogestão do operador na busca de processos estáveis e capazes.

O modelo de Estabilização de Processos é, em si, um processo com etapas definidas (Figura 7). Portanto, este método deve ter o seu próprio gerenciamento, a fim de garantir o seu aprendizado, isto é, sua melhoria contínua.

O gerenciamento do aprendizado deve ser organizado em um documento onde as etapas do método podem ser visualizadas e analisadas.

Este documento é denominado de Padrão de Gerenciamento. Portanto, para o gerenciamento da eficácia da metodologia, deve ser elaborado o Padrão de Gerenciamento da Estabilização de Processos, e periodicamente realizar-se uma análise crítica, checando se está atingindo os resultados esperados com a aplicação do método e buscando detectar falhas e corrigi-las, assegurando um aperfeiçoamento contínuo.

3.1.2 O modelo do SDCA para o Gerenciamento da Rotina

O controle para manter o resultado do processo deve ser exercido através do ciclo SDCA, que aplicado ao gerenciamento da rotina, assumem os seguintes significados:

- S: Planejar as atividades-padrão significa ter uma meta-padrão, que é uma faixa de valores em que se quer manter o resultado. Ao nível operacional significa o operador conhecer os parâmetros de processo que devem ser controlados. Estas informações e os procedimentos devem estar descritas nos padrões operacionais.. O padrão é o “plano” de uma operação repetitiva;
- D: Treinar o nível operacional nos postos de trabalho e monitorar sua habilitação. O operador executa as tarefas e faz inspeções e registros dos resultados do processo;
- C: Checar se os resultados estão dentro da faixa estipulada pela meta-padrão ou de uma faixa de controle estatístico;
- A: Se os resultados estiverem dentro da meta e o processo estável, deve-se manter os procedimentos atuais. Caso ocorram anomalias, providências corretivas (Tratamento de Anomalias) devem ser tomadas.

3.1.3 Definição das Funções Básicas e da Agenda de Trabalho

As funções gerenciais e operacionais devem estar bem definidas, descrevendo claramente as suas responsabilidades e, posteriormente, devem ser divulgadas, assegurando-se de que foram bem compreendidas pelos executores.

O autor identificou e apresenta as responsabilidades básicas para as funções em caso de situação normal e no caso do aparecimento de uma anomalia na Figura 8 abaixo.

GESTOR	FACILITADOR MELHORIA	FACILITADOR ROTINA	OPERADOR
<p>SITUAÇÃO NORMAL</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estabelecer metas; • Definir recursos para atingir metas; • Treinar facilitadores; • Gestão de Custos e Metas Fortes 	<p>SITUAÇÃO NORMAL</p> <ul style="list-style-type: none"> • Treinar facilitador de rotina; • Elaborar e aprovar padrões de processos; • Attingir metas de melhoria (assessorar função gerencial) • Planejar manutenção preventiva,autônoma 	<p>SITUAÇÃO NORMAL</p> <ul style="list-style-type: none"> • Treinar o operador; • Revisar e propor padrões de melhoria de processos; • Auditar padrões e tratar as pendências; • Attingir meta padrão dos resultados de rotina (IC's da rotina): <ul style="list-style-type: none"> - Programa de produção - Qualidade especificada - Controlar manutenção preventiva,autônoma 	<p>SITUAÇÃO NORMAL</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cumprir padrões; • Registrar dados; • Ajudar a treinar outros operadores, se necessário; • Ser responsável pela operação e manutenção dos equipamentos.
<p>OCORRÊNCIA DE ANOMALIAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gerenciar anomalias crônicas. 	<p>OCORRÊNCIA DE ANOMALIAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Revisar mensalmente os RAs • Tratar as anomalias crônicas; • Conduzir Relatórios de Ação Corretiva. 	<p>OCORRÊNCIA DE ANOMALIAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Remover sintomas; • Analisar anomalia e atacar as causas imediatas; • Completar preenchimento dos RAs; • Revisar diariamente os RAs. 	<p>OCORRÊNCIA DE ANOMALIAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar anomalias e remover sintomas; • Relatar anomalias.

Figura 8 - Definição das responsabilidades para cada uma das funções em situação normal e no caso de anomalias

Para avaliar se as tarefas executadas pela equipe estão de acordo com as funções descritas na Figura 1, o autor sugere a utilização de uma tabela comparativa onde possam ser visualizadas as tarefas que estão sendo realizadas atualmente em relação às funções básicas.

A Figura 9 apresenta o modelo da tabela comparativa.

FUNÇÕES		OPERAÇÃO	SUPERVISÃO	APOIO	GERENCIAL
CARGOS					
OPERADOR	Atual				
	Proposto				
FACILITADOR DE ROTINA	Atual				
	Proposto				
FACILITADOR DE MELHORIA	Atual				
	Proposto				
GERENTE	Atual				
	Proposto				

Figura 9 - Tabela comparativa com as funções básicas operacionais

Uma agenda de trabalho deve ser elaborada para a organização do trabalho do facilitador de rotina, a fim de priorizar seu tempo para as tarefas referentes à estabilização dos processos sob sua responsabilidade.

O autor apresenta o modelo simplificado de agenda do facilitador de rotina na Figura 10.

	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
08:00 - 09:30					
09:30 - 10:30					
10:30 - 12:00					
12:45 - 13:30					
13:30 - 14:30					
14:30 - 15:30					
15:30 - 16:30					
16:30 - 17:30					

Figura 10 - Modelo de agenda para o facilitador de rotina

3.1.4 A Padronização de Processos

Para a correta padronização das tarefas operacionais, o autor sugere a utilização dos modelos de padrão denominados de Procedimento da Rotina (PR) e de Padrão Operacional (PO). Um padrão de apoio denominado de Q1 pode também ser utilizado.

No padrão de procedimento de rotina consta basicamente “o quê” deve ser feito, quais os passos que o operador deve seguir e a seqüência certa para executar corretamente as operações. Deve-se colocar na seqüência certa apenas as atividades críticas necessárias para obtenção de um bom resultado. O PR é utilizado como manual para treinamento dos operadores. O operador deve entender, internalizar e executar corretamente estas tarefas para ser considerado habilitado naquela operação. O PR deve ser memorizado pelo operador e por isso não fica disponível no local da operação para consulta. Normalmente os procedimentos de rotina referenciam os padrões operacionais em seu texto para detalhar aspectos técnicos da fabricação.

O padrão operacional tem como objetivo informar “como” deve ser executada a tarefa. Ele descreve quais os parâmetros técnicos do processo utilizados para a inspeção e preparação da matéria-prima, a correta regulagem do equipamento, a inspeção das características de qualidade do produto e parâmetros de operação. As informações podem ser descritas ou expressas em tabelas, desenhos ou figuras. O operador não deve memorizar as informações ali contidas e por isso o PO é mantido na operação, em local de fácil acesso e visualização. De acordo com Campos, 1999, O PO deve ser elaborado preferencialmente de forma pictórica, com o uso de tabelas, desenhos, fotografias ou figuras, para facilitar o entendimento e o treinamento do operador.

O padrão Q1 significa “qualidade em um ponto”. É um padrão expedito utilizado no tratamento de uma anomalia específica com a causa já identificada. É elaborado numa folha de papel *flip-chart* e compara as situações corretas e as incorretas de forma ilustrada, com desenhos, figuras ou fotografias. É complementado com informações para a execução correta da tarefa detalhada através do 5W1H.

Na Figura 11 o autor apresenta o modelo do Procedimento de Rotina. Observe que a coluna “como” pode descrever um detalhamento da tarefa ou referenciar um padrão de operação quando as informações são mais amplas ou complexas para serem memorizadas.

1. OBJETIVO	
2. CAMPO DE APLICAÇÃO	
3. REFERÊNCIAS	
<ul style="list-style-type: none"> • SR-PGQ-xxx-xx.xx - • SR-PGQ-xxx-xx.xx - 	
4. DESCRIÇÃO	
4.1 – Etapa 1	
O QUE FAZER	COMO FAZER
4.2 – Etapa 2	
O QUE FAZER	COMO FAZER
4.3 – Etapa 3	
O QUE FAZER	COMO FAZER

Figura 11 – Modelo do padrão de Procedimento da Rotina

Os padrões devem ser periodicamente revisados e atualizados, para incorporar as melhorias e mudanças constantes que ocorrem na operação, tornando-se um documento dinâmico que oriente corretamente o operador na execução das tarefas.

3.1.5 O Treinamento Operacional

Nesta etapa devem ser identificadas as necessidades de capacitação dos operadores com base nas etapas do processo crítico e deve ser providenciado treinamento para assegurar que as atividades básicas para atendimento das metas-padrão sejam entendidas e cumpridas.

A capacitação deve ser planejada e monitorada através de uma matriz de capacitação, onde estão programados os treinamentos mínimos a serem realizados para habilitar a execução das tarefas conforme os padrões.

Para o treinamento operacional deve ser aplicado o Ensino Correto no Trabalho. Os treinandos são ensinados por instrutores devidamente qualificados, que podem ser seu supervisor, um colega mais experiente ou um instrutor de treinamento. Devem ser aplicadas as seguintes etapas:

- Ponto 1- preparar o treinando: ponha-o à vontade. Indicar o trabalho e verificar o que o treinando já sabe a respeito dele. Despertar no treinando o interesse de aprender, mostrando a importância do seu trabalho no resultado final;
- Ponto 2- apresentar o trabalho: falar, mostrar e ilustrar uma frase importante de cada vez. Insistir em cada um dos pontos-chave. Ensinar clara, completa e pacientemente, não ensinando mais do que aquilo que o treinando precisa aprender;
- Ponto 3- fazer o treinando executar o trabalho: pedir ao treinando para fazer o trabalho. Faça-o explicar cada ponto-chave à medida que o for executando. Corrigir os erros no momento. Verificar se ele compreendeu por meio de perguntas. Prosseguir até ter certeza de que o treinando aprendeu;
- d. Ponto 4- acompanhar o progresso do treinando: encorajar o treinando a fazer o trabalho. Mostrar como ele deve controlar o resultado do trabalho. Incentivar a fazer perguntas e mostrar a quem procurar quando precisar de auxílio. Verificar o trabalho dele. Gradualmente, deixar que o treinando trabalhe por si mesma, sem sua interferência.

A avaliação do treinamento deve ser realizada após considerar o treinando apto para a tarefa. Ela deve ser feita ao longo do tempo para avaliar a efetividade do método dos quatro pontos.

Se o operador for considerado capaz e habilitado, o facilitador lhe delega a autoridade da tarefa.

3.1.6 A Operação Conforme o Padrão

A função básica do operador é operar o processo, isto é, realizar as tarefas operacionais de rotina conforme definidas nos padrões. Faz parte desta tarefa o registro de dados provenientes de parâmetros de processo que o operador deve monitorar ou de inspeções nos produtos em processo ou prontos.

Sempre que surgir uma anomalia, detectada no processo ou no produto, o operador deve registrá-la no documento Relatório de Anomalia e relatá-la ao facilitador de rotina. Deve também remover o sintoma, a fim de dar continuidade ao processo.

Outras tarefas, como auxiliar no treinamento de colegas com base em seu conhecimento e manutenção dos equipamentos, também buscam contribuir para a obtenção de processos com resultados estáveis.

É importante ressaltar que no momento da operação, seja qual for a atividade, o operador é o agente principal, pois é quem está produzindo o produto ou realizando o serviço. O resultado do seu trabalho é o resultado da empresa em relação à qualidade, custos, atendimento a prazos e outros indicadores relevantes para a sua sobrevivência. Portanto, o foco da gestão deve ser o operador. Todos os recursos devem ser direcionados a ele de forma a criar as condições ideais para que ele possa realizar suas tarefas, atendendo as necessidades dos clientes e metas da empresa.

A empresa deve criar condições para que o operador possa exercer suas funções de forma autônoma e responsável. Isto significa delegar-lhes autonomia sobre os meios de produção, organizar o trabalho para que facilitadores e áreas de apoio interajam para que a operação seja contínua e prepará-lo adequadamente para exercer suas funções através da definição clara de suas tarefas e resultados esperados e da capacitação e treinamento adequados.

3.1.7 O Tratamento de Anomalias

Anomalias são todos os resultados indesejáveis que ocorrem na operação. Esta situação indesejada pode ocorrer no produto ou no processo.

O método para tratar a anomalia é baseado no ciclo PDCA para resolução de problemas, denominado de método de solução de problemas. É utilizado o relatório de anomalias onde são registradas as etapas do método.

O autor define o fluxo para tratamento de anomalias, esclarecendo a atividade para cada função no trabalho na Figura 12.

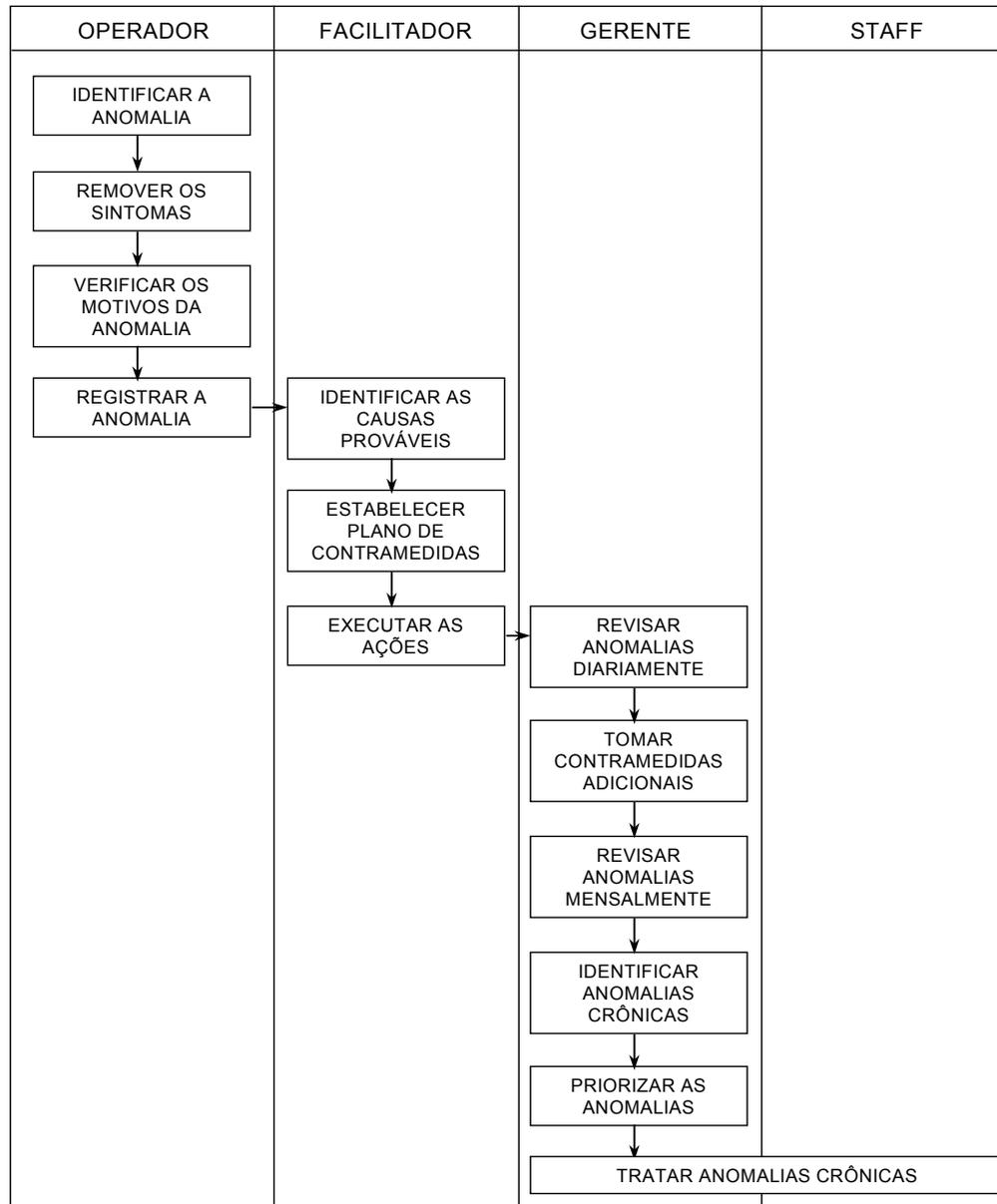


Figura 12 - Fluxo do tratamento de anomalias para cada uma das funções

Sempre que ocorrer uma anomalia, ela deve ser tratada. O operador primeiro remover os sintomas e dar continuidade ao processo. Deve então registrá-la no relatório de Tratamento de Anomalias e relatá-la ao facilitador de rotina, trazendo informações e dados sobre a anomalia. O facilitador deve tratar a anomalia, identificando suas causas (com a ajuda dos operadores) e elaborando um plano de contramedidas sobre o sintoma.

As anomalias crônicas e críticas inerentes ao processo são analisadas mensalmente pelo nível gerencial e depois de priorizadas devem ser tratadas seguindo método de solução de problemas e conduzidas um grupo de trabalho técnico.

As Figuras 13 e 14 apresentam a frente e verso do relatório de anomalias sugerido pelo autor. Na frente do formulário são registradas as anomalias, as ações sobre o sintoma, as observações sobre o problema. No verso, são registradas a análise das causas fundamentais, as contra-medidas, a avaliação da eficácia do tratamento (verificação) e a conclusão

TRATAMENTO DE ANOMALIA

ÁREA

NÚMERO

CÉLULA:	TURMA:	IDENTIFICADO POR:	DATA:
PRODUTO ()	PROCESSO ()	CRÔNICAS ()	
PRODUTO	PARAMETRO FORA DE CONTROLE	MOTIVO	
BITOLA/QUALIDADE	PRODUTO/BITOLA/QUALIDADE		
LOTE	LOTE		
QUANTIDADE	QUANTIDADE		
CLIENTE/FORNECEDOR	EQUIPAMENTO		
DESCRIÇÃO DA ANOMALIA			

DISPOSIÇÃO (REMOÇÃO DO SINTOMA)			
PARA PRODUTO:			
() SUCATEAR	QUANTIDADE	DEBITO PARA A AREA	
() RECLASSIFICAR	QUANTIDADE	RECLASSIFICADO PARA	
() LIBERAR SOB CONCESSÃO	QUANTIDADE	CLIENTE E CONTATO	
() RECUPERAR	QUANTIDADE	RESULTADO DA REVERIFICAÇÃO	
COMENTÁRIOS:			

NOME DO RESPONSÁVEL PELA DISPOSIÇÃO:			DATA:
OBSERVAÇÃO DA ANOMALIA			
(O QUE FOI OBSERVADO NO MOMENTO DA ANOMALIA?)			

Figura 13 - Frente do relatório de anomalias

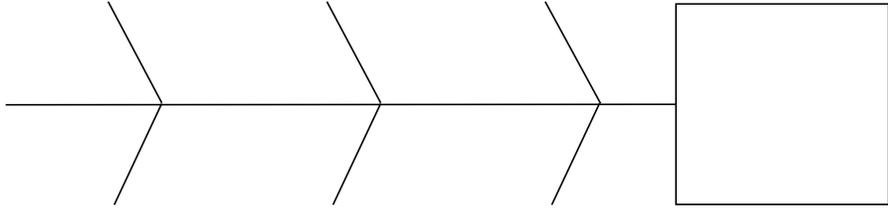
ANALISE DAS CAUSAS (POR QUE OCORREU A ANOMALIA?)			
			
<i>ANALISE OS PORQUÊS DA(S) PRINCIPAL(IS) CAUSA(S) ESCOLHIDA(S):</i>			
1-POR QUÊ?	1-POR QUÊ?		
2-POR QUÊ?	2-POR QUÊ?		
3-POR QUÊ?	3-POR QUÊ?		
4-POR QUÊ?	4-POR QUÊ?		
5-POR QUÊ?	5-POR QUÊ?		
PLANO DE AÇÃO			
O QUE ?	QUEM ?	QUANDO ?	SITUAÇÃO
1-			
2-			
3-			
4-			
5-ELABORAR / REVISAR PADRÕES			
6- TREINAR / RETREINAR PESSOAL			
VERIFICAÇÃO DA EFICÁCIA			
QUEM VERIFICA ?		QUANDO ?	
EVIDÊNCIAS DO BLOQUEIO:			
NOME E VISTO:		DATA:	
CONCLUSÃO			
NOME E VISTO:		DATA:	

Figura 14 - Verso do relatório de anomalias

3.1.8 A Auditoria de Padrão

Sempre que ocorrer uma anomalia deve-se avaliar se os programas de padronização e de treinamento estão sendo efetivos. Assim, uma maneira consistente de manter os padrões atualizados e úteis aos operadores é ter um sistema de Auditoria de Padrão eficiente e sistemático.

Uma avaliação nos padrões pode ser proveniente de uma ação corretiva no tratamento de uma anomalia, gerando uma auditoria corretiva. Pode ser também oriundo de um estudo das tarefas críticas, gerando um plano de auditorias preventivas. A estabilização de processos contempla os dois aspectos. Uma vez que uma auditoria corretiva passa a ser repetida periodicamente, ela passa a constar no plano de auditorias preventivas.

O autor propõe as etapas para executar a auditoria de padrão, descritas na Figura 15.

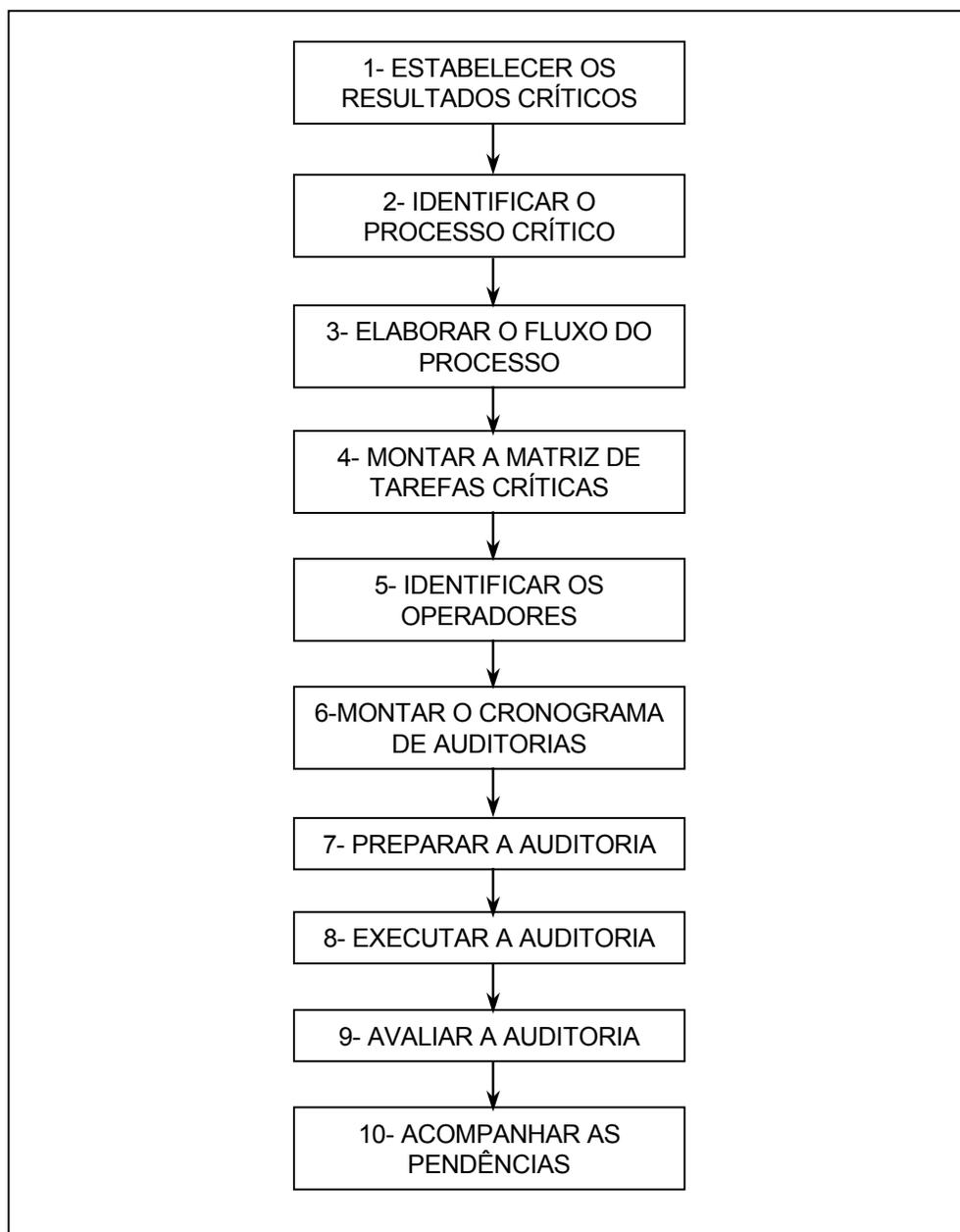


Figura 15 - Etapas da auditoria de padrão

As etapas de identificação dos processos e estabelecimento do resultado crítico direcionam a aplicação da auditoria de padrões para os processos com maior potencial de ganho.

Na terceira etapa é descrito o fluxo do processo com o detalhamento das tarefas principais.

3.1.9 O Controle Estatístico de Processo

A etapa inicial é definir as características que se quer controlar no processo. A partir do estudo da característica a ser controlada define-se a forma de controle, determinando-se o tipo de controle a ser aplicado, o modelo da carta de controle, a frequência e o tamanho da amostra coletada. Quando os operadores são informados quais são as características vitais, os esforços são mais bem direcionados.

O sistema de medição deve ser avaliado através do estudo de Repetibilidade e Reprodutibilidade. Uma vez que a validade das análises relativas ao desempenho do processo depende da validade dos dados, é essencial que o sistema de medição seja adequado, com capacidade de detectar mesmo pequenas mudanças na característica de estudo.

Para o monitoramento adequado da carta de controle deve ser definido e organizado o posto de controle. Conforme Ribeiro, Caten e Fritsch (1998), os postos de controle devem estar próximos das operações críticas e devem possuir instrumentos de medição, pessoal capacitado para as medições e facilidades computacionais para o registro de dados.

De acordo com Caten, Ribeiro e Fogliatto (2000), na coleta de dados para aplicação nas cartas de controle devem ser realizados estudos para definir os recursos ideais e o tempo necessário a ser despendido pelos operadores. Outros aspectos devem ser considerados para otimizar o uso das cartas:

1. adequar o número necessário de cartas de controle, para que esta atividade não se transforme em gargalo na produção;
2. aplicar o controle estatístico em variáveis de produto e processo relevantes para o controle da qualidade exigida e percebida pelos clientes;
3. orientar para que uma ação corretiva seja tomada quando identificada uma causa especial, pois levantar dados e não atuar quando necessário significa desperdício de tempo e recursos.

A etapa relevante antes da implantação efetiva da carta de controle é o treinamento no controle estatístico de processo. Devem ser definidos os treinandos,

os conteúdos apropriados para as diferentes funções, a forma e quem irá ministrar os cursos.

A etapa final refere-se a implantação do controle estatístico de processo, quando inicia a utilização da carta de controle. Devem ser definidas as responsabilidades das pessoas na utilização, análise e tomada de ações corretivas da carta de controle.

Finalmente deve ser definida uma data para a implantação e comunicado a todos os envolvidos. Os recursos para assessorar satisfatoriamente os operadores nesta fase devem ser planejados para cobrir todo nível operacional envolvido em todos os turnos de trabalho.

3.2 Etapas para Implantação do Método de Estabilização de Processo

Neste capítulo são apresentadas as etapas para a implantação do método de estabilização de processos proposto pelo autor. A seqüência apresentada busca otimizar a relação e a interdependência entre as atividades e ferramentas utilizadas neste método, aproveitando os recursos disponíveis.

As etapas para a implantação são descritas a seguir:

- I. Planejamento do projeto
- II. Identificação do processo crítico
- III. Análise do processo crítico
- IV. Tratamento do processo crítico
- V. Auditoria de padrão
- VI. Controle estatístico de processo
- VII. Tratamento de anomalias
- VIII. Conclusão

3.2.1 Planejamento do Projeto

A etapa de planejamento do projeto deve ser coordenada pelo gerente da área. As diretrizes estratégicas da empresa dão as orientações para a determinação do projeto de estabilização de processos.

Nesta etapa devem ser realizadas as seguintes atividades:

a- Definição do projeto, do indicador, da meta e do prazo - O projeto é definido a partir de orientações como a busca de uma meta estratégica (como aumento de produtividade ou de utilização dos equipamentos), reclamações de clientes, perdas na fabricação que geram custos, redução na qualidade do produto ou serviço, entre outros.

Deve ser definido o indicador que medirá o resultado do projeto. O indicador está relacionado com a própria meta que se quer atingir, definindo claramente qual a grandeza usada para mensurá-la. Definir a meta é determinar o novo patamar mensurado pelo indicador que se deseja atingir com a implementação da estabilização de processo.

O prazo deve ser definido para estabelecer o tempo do projeto. Está relacionado com a prioridade da meta e com os recursos disponíveis para o projeto.

b- Definição do responsável e do grupo de trabalho - O gerente deve determinar o responsável pelo projeto e o grupo de trabalho. Devem compor o grupo, a equipe técnica do processo, o facilitador de rotina da área e um especialista na metodologia de estabilização de processos e técnicas estatísticas, geralmente da área de qualidade.

c- Definição do cronograma - Deve ser elaborado um cronograma estabelecendo o prazo previsto para cada uma das oito etapas da estabilização de processos. O cronograma é utilizado para o gerenciamento dos prazos e recursos aplicados no projeto.

O acompanhamento do projeto deve ser realizado periodicamente pelo gerente da área através de reuniões mensais e registrado no cronograma através de uma linha de data que indica as etapas em dia ou atrasadas em relação ao prazo determinado.

O processo de construção do cronograma força os membros do grupo a pensar claramente sobre o que deve ser realizado para se atingir a meta. Mantendo-o atualizado, auxilia no gerenciamento do projeto. (Tague, 1995).

d- Definição das funções básicas e da agenda de trabalho - É realizada uma análise crítica das funções das pessoas na área. Deve ser reorganizado o trabalho, de forma que os recursos sejam utilizados para cumprir as funções determinadas na Figura 1 e fique bem claro as responsabilidades de cada cargo da Figura 8. Para organizar o trabalho do facilitador de rotina para que execute as tarefas básicas da metodologia de estabilização de processo deve ser montada uma agenda de trabalho conforme Figura 10.

A discussão e mudança do comportamento para as funções gerência e supervisão é um fator fundamental para o sucesso do projeto de estabilização. É necessário capacitar os responsáveis pela condução da rotina operacional.

As metodologias e ferramentas básicas para a manutenção dos resultados da rotina, como o tratamento de anomalias, a auditoria de padrão e o controle estatístico de processo, só serão eficazes se estas definições de responsabilidades forem bem entendidas e realizadas.

3.2.2 Identificação do Processo Crítico

Nesta etapa devem ser realizadas as seguintes atividades:

a- Elaboração do Fluxo do Processo - O fluxo do processo deve ser elaborado pelo grupo de trabalho. São determinadas primeiramente as tarefas iniciais e finais do processo. Após são descritas as etapas do processo. O nível de detalhamento deve ser definido pela equipe.

O fluxo do processo deve ser elaborado para estudar o processo, e o primeiro passo, e mais importante, é entendê-lo e documentá-lo.

b- Elaboração da Tabela de Garantia do Processo - A Tabela de Garantia do Processo é utilizada para o controle do processo. Tem como base as etapas críticas identificadas no fluxo do processo.

Este documento contém todos os parâmetros técnicos, como definidos pela área técnica da empresa, necessários à fabricação do produto. Nele são identificados, para cada etapa crítica do processo, as características de qualidade e o valor desejado, os parâmetros de controle e o valor desejado, os padrões correlacionados, quem deve e como devem ser monitorados e as ações corretivas

principais em caso de anomalia. Na sua elaboração é possível verificar a falta de parâmetros de controle importantes e da sua padronização

A Tabela de Garantia do Processo contém as instruções sobre os parâmetros que devem ser ajustados e os valores das características da qualidade que devem ser atingidos em cada processo, de forma a garantir a satisfação dos clientes.

A Figura 19 apresenta o modelo de Tabela de Garantia do Processo.

PROCESSO:		PRODUTO:								RESPONSÁVEL	
TAREFAS		QUALIDADE ASSEGURADA		RESULTADOS OPERADOR		ACOMPANHAMENTO DOS PARÂMETROS				AÇÃO CORRETIVA	
Fluxo	Críticas	Característica da Qualidade	Valor Assegurado	Parâmetro	Valor	Quem Mede	Quando Mede	Onde Mede	Como Mede	Quem Atua	O que Faz

Figura 19 - Tabela de Garantia do Processo

c- Definição dos Equipamentos e Operadores - Nesta etapa deve ser identificado o equipamento ou grupo de máquinas que serão considerados no projeto de estabilização. Uma prática usual é definir uma máquina piloto. Obtém-se como vantagem a agilidade para efetuar alterações no equipamento como reformas de componentes e introdução de novos dispositivos, redução do custo com alterações experimentais, menor número de operadores envolvidos nas alterações e menor interferência na rotina do processo.

Devem ser definidos os operadores que estão executando as tarefas críticas para participar da implantação do projeto de estabilização do processo.

d- Definição das Variáveis de Controle e Parâmetros de Processo - Nesta etapa são identificadas as variáveis de controle e os parâmetros de processo relacionados com o resultado do processo. Esta atividade é desenvolvida pelo grupo de trabalho com base na sua experiência e conhecimento do processo.

e- Levantamento de Dados e Informações - Nesta etapa são averiguados os métodos de medição para as variáveis de controle e os parâmetros de processo. São avaliadas a forma como os dados são coletados, a padronização da coleta, a precisão e aferição dos equipamentos utilizados e as condições ambientais.

Outro passo realizado nesta etapa é o levantamento de informações sobre as variáveis e parâmetros. Uma amostra dos dados é coletada e é realizada uma análise estatística para se conhecer o comportamento do processo na situação atual. São conhecidas as dispersões, distribuições, estabilidade, capacidade e tendências dos dados.

3.2.3 Análise do Processo Crítico

A análise do processo tem como objetivo identificar as causas que originam o problema e que estejam correlacionadas com o atendimento à meta do projeto. Esta análise visa encontrar os parâmetros que geram dispersão ou descentralização do resultado em relação às especificações desejadas das variáveis de controle.

Para identificar as principais causas deve ser utilizado o diagrama de causa e efeito ou de Ishikawa. As equipes que têm sucesso na solução de problemas de controle da qualidade são aquelas bem sucedidas na construção de ferramentas específicas para este fim.

Esta tarefa deve ser realizada pelo grupo de trabalho e convidados que tenham conhecimento técnico no processo e possam auxiliar na determinação dos fatores causais.

O diagrama é elaborado a partir da descrição do problema conectado a um ramo principal, formado por uma linha horizontal, onde são anexadas as tarefas críticas do fluxo do processo. De acordo com Tague (1995), ao perguntar novamente por que ocorre a falha, a resposta será a segunda sub-causa que deve ser escrita em um ramo secundário. Continue a perguntar por que, gerando níveis mais profundos das causas, até se chegar nas causas fundamentais.

3.2.4 Tratamento do Processo Crítico

Neste item devem ser definidas as seguintes etapas:

a- **Elaboração do plano de ação** - A partir da identificação das principais causas assinaladas no diagrama de causa e efeito é elaborado um plano de ação com ações corretivas para bloquear as causas fundamentais conhecidas. Uma distinção deve ser feita entre ações tomadas para atenuar o efeito (ação sobre o sintoma), e ações tomadas para eliminar as causas (ações preventivas).

O plano de ação é elaborado pelo grupo de trabalho e registrado num documento denominado 5W1H onde são detalhadas em o que, quem, quando, onde, como e por que será realizado. São determinadas ações corretivas para todas as causas levantadas. Ações em outras áreas ou fora da autoridade do grupo devem ser negociadas pelo responsável do projeto.

b- **Realização do plano de ação** - O plano de ação deve ser realizado conforme o planejado. Devem ser disponibilizados os recursos necessários para a sua realização.

O acompanhamento do plano de ação deve ser feito periodicamente pelo responsável através de reuniões periódicas e registrado no próprio documento se as ações estão sendo realizadas segundo o planejado.

Deve-se certificar de que as ações não produzam outros problemas como efeitos colaterais. Se isso ocorrer, outras ações devem ser adotadas ou medidas atenuantes para os efeitos colaterais.

3.2.5 Auditoria de Padrão

As etapas apresentadas na Figura 15 devem ser implementadas seguindo as seguintes etapas:

a- **Treinamento** - Refere-se a capacitação no método de auditoria de padrão. É ministrado aos facilitadores de rotina que irão aplicar a auditoria nos operadores. O treinamento deve conter as etapas seguintes de planejamento, realização e acompanhamento da auditoria.

b- Planejamento da auditoria - A etapa de planejamento busca identificar as atividades e os parâmetros do processo críticos que garantam o resultado que se quer estabilizar. Para isso é feito um desdobramento a partir das tarefas críticas identificadas no fluxo do processo. Esta análise é registrada na matriz de tarefas críticas, Figura 16. Também é planejado o cronograma das auditorias, conforme Figura 17.

c- Realização da Auditoria - A realização da auditoria é registrada no documento de relatório de auditoria, conforme Figura 18.

d- Acompanhamento das pendências da Auditoria - O acompanhamento das pendências é fundamental para a efetividade da auditoria de padrão e registrado no documento da Figura 18.

3.2.6 Controle Estatístico de Processo

Neste item devem ser definidas as seguintes etapas:

a- Definição das características e tipo de controle - As características de controle devem ser determinadas pelo grupo de trabalho. São as características que serão acompanhadas com as cartas de controle. Podem ser variáveis, que assumem um valor qualquer dentro de um intervalo, ou atributos, podendo apenas ser classificadas em conforme ou não conforme de acordo com critérios definidos. Pode ser ainda identificada o tipo de alvo: se o ideal é o valor nominal, maior-é-melhor ou menor-é-melhor.

b- Avaliação da Capacidade do sistema de Medição - É realizada através do teste de Repetibilidade e Reprodutibilidade (RR)

c- Definição dos Postos de Controle - Devem ser definidos locais adequados para a utilização das cartas de controle. A carta de controle deve ficar próxima ao posto de trabalho, onde o resultado da operação possa ser monitorado constantemente. Deve ficar em local visível e de fácil acesso. Deve ser organizada a forma de reposição das cartas no posto.

d- Definição das Responsabilidades - São definidas as responsabilidades pelo preenchimento das cartas de controle, pelo tratamento das causas especiais e comuns e pela análise periódica dos resultados.

e- Treinamento - Refere-se ao planejamento e execução da capacitação no controle estatístico de processo. Deve ser definido o conteúdo para o público-alvo e o tempo de duração. Deve ser ministrado por um especialista interno ou externo à empresa para os operadores, facilitadores de rotina, facilitadores de melhoria e gerentes.

f- Implantação do Controle Estatístico de Processo - É o início da aplicação das cartas de controle e seu gerenciamento. Deve tratar do início da coleta de dados, do início do monitoramento através das cartas de controle e dos primeiros resultados.

3.2.7 Tratamento de Anomalias

Neste item devem ser definidas as seguintes etapas:

a- Treinamento - Refere-se ao planejamento e execução da capacitação no método de tratamento de anomalias. O treinamento deve abranger o conceito e identificação de anomalias e a utilização do relatório de anomalias. É ministrado aos facilitadores de rotina, que conduzem o tratamento das anomalias, e aos facilitadores de melhoria que conduzem o tratamento de anomalias crônicas.

b- Implantação do Tratamento de Anomalias - Nesta etapa se inicia a aplicação do documento Relatório de Anomalia. Os formulários devem estar disponíveis em local acessível para os operadores. Deve ser definido um local para relatórios de anomalias abertos e organizado uma pasta para o seu arquivamento.

3.2.8 Conclusão

Na etapa de conclusão deve ser realizada uma avaliação geral do projeto. Verifica-se se as metas foram atingidas e se o processo está estabilizado e a continuidade da aplicação da carta de controle.

Deve ser avaliada a extensão do projeto aos demais equipamentos quando a implantação for executada em máquina piloto.

Deve-se também avaliar as dificuldades no decorrer do projeto como a falta de recursos, atrasos no cronograma, eficácia do trabalho da equipe, etc.

Deve ser elaborado o Padrão de Gerenciamento da Estabilização de Processos a fim de assegurar o gerenciamento e a verificação do método considerando-se um ciclo anual, a fim de incorporar melhorias, garantindo o seu aprendizado.

4 PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO ARAME FARPADO

Neste capítulo são apresentados os fundamentos do processo siderúrgico de manufatura do arame farpado.

A empresa é uma usina siderúrgica que produz aços longos, comuns para o segmento da construção civil, para a indústria e para uso agropecuário. O arame farpado é um produto oferecido a este último segmento.

O processo genérico de fabricação do arame farpado é constituído de cinco etapas: (i) fabricação do tarugo de aço, (ii) laminação do tarugo, (iii) trefilação do fio na máquina, (iv) galvanização do arame e (v) fabricação do arame farpado.

A Figura 20, abaixo, mostra o fluxo do processo de fabricação do arame farpado.

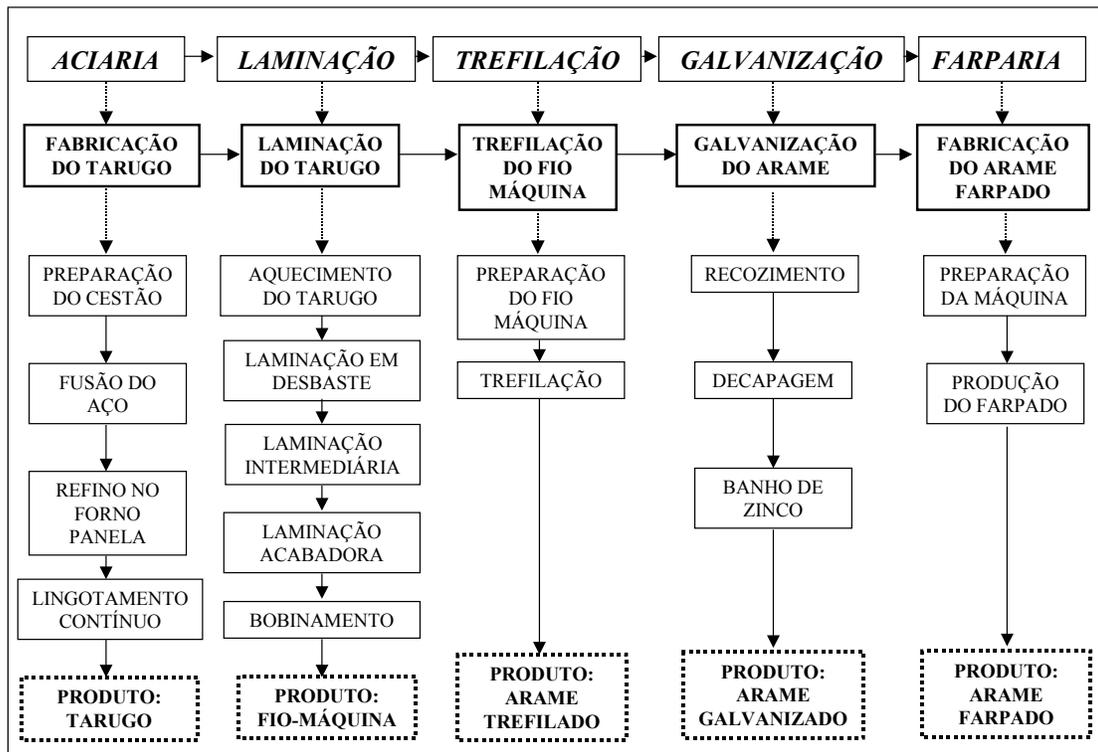


Figura 20 - Fluxo geral de fabricação do arame farpado

4.1 Processo de Fabricação do Tarugo de Aço

O processo de fabricação do tarugo de aço é composto por quatro etapas principais: (a) preparação da sucata, (b) fusão do aço, (c) forno panela e (d) lingotamento contínuo.

a Preparação da Sucata

A preparação da sucata se dá com a formatação da carga metálica nos cestões. Também é adicionado o ferro-gusa para aumentar a composição de carbono, bem como se adiciona cal para proteção do material refratário do forno panela e para a formação de escória, durante a fusão do aço.

b Fusão do Aço

Após o carregamento do forno elétrico com a carga metálica a fusão é realizada no forno elétrico a arco, com a utilização de energia elétrica como fonte de calor. A corrente elétrica de alta amperagem circula pela carga metálica abrindo arcos voltaicos e gerando calor para fusão da carga a uma temperatura em torno de 1600 °C.

c Refino no Forno Panela

A corrida é então vasada para o forno panela que tem a função de corrigir a composição química específica para cada tio de aço.

d Lingotamento Contínuo

O objetivo do lingotamento contínuo é transformar o aço líquido em tarugos sólidos para serem enviados ao processo de laminação.

Os tarugos devem atender especificações de qualidade quanto à composição química dos principais elementos como carbono, manganês, fósforo, enxofre, silício, níquel, cromo, molibdênio e alumínio, e quanto a defeitos superficiais e internos, como trincas, incrustações de escória, *blowholes* (furos internos), romboidade, entre outros.

4.2 Processo de Laminação do Tarugo

O processo de laminação do tarugo consiste na deformação plástica à quente do aço até a conformação desejada, através da passagem por dois cilindros paralelos em rotação. É composto por cinco etapas principais: (a) aquecimento do tarugo, (b) laminação e desbaste, (c) laminação intermediária, (d) laminação acabadora e (e) bobinamento.

a Aquecimento do Tarugo

O tarugo é transferido ao forno de reaquecimento onde sofre uma elevação de temperatura até uma faixa de 1100 a 1200 °C. Isto é necessário devido aos esforços exigidos durante as etapas de conformação mecânica.

b Laminação em Desbaste

Nesta etapa encontram-se os maiores esforços, pois nela é que são obtidas as maiores taxas de redução da seção.

Os laminadores são formados por uma seqüência de equipamentos denominados gaiolas.

Um ponto crítico no processo de laminação é a distância entre os cilindros, pois define a medida da bitola do produto. O desgaste do canal (onde passa a barra) dos cilindros é constantemente monitorado para controle da bitola.

c Laminação Intermediária

A função desta etapa é obter taxas de redução intermediárias e tolerâncias dimensionais mais estreitas. Podem ter diferentes configurações de equipamentos, mas modernamente são utilizados trens contínuos compostos de gaiolas em seqüência.

d Laminação Acabadora

Para a fabricação do fio-máquina, produto intermediário a ser trefilado para confecção do arame, é utilizado um equipamento denominado de Bloco Laminador. Nesta etapa as tolerâncias dimensionais e de forma são as definitivas do produto acabado.

e Bobinamento

Executado em máquinas denominadas de Formador de Espiras, esta etapa corresponde à formação de espiras que dá ao produto, a barra redonda laminada, o aspecto de bobina ou rolo, denominado de fio-máquina.

O fio máquina deve garantir a qualidade de características como a bitola, massa linear, ovalização e ser isento de defeitos superficiais como fio máquina com dobra, esfoliação, trincas, frisos, lascas, incrustações, marcas do cilindro de laminação e riscos. O rolo de fio máquina pronto deve estar isento de emaranhamento, espiras amassadas (internas e externamente), espiras salientes, espiras deslocadas e espiras arranhadas.

4.3 Trefilação do Fio Máquina

O processo de trefilação do fio máquina é composto por duas etapas principais: (a) preparação do fio máquina e (b) trefilação.

a Preparação do Fio Máquina

A carepa (camada superficial de oxidação) decorrente do processo de laminação deve ser removida através do processo de decapagem mecânica, que consiste na passagem do fio máquina por roletes que flexionam mecanicamente o fio, gerando a quebra e desprendimento da carepa.

b Trefilação

É o processo de conformação mecânica a frio, responsável pela redução da seção do fio máquina através da passagem do material por orifícios calibrados, denominados de feiras, aplicando-se um esforço na ponta do arame que sai da feira.

4.4 Galvanização do Arame

O processo de galvanização do arame é composto por três etapas principais: (a) recozimento e (b) banho de zinco.

a Recozimento

Durante a trefilação a frio, o aço endurece e aumenta a sua resistência. Para aumentar sua ductibilidade e torna-lo mais fácil de processar, devemos aquecer o aço acima de uma determinada temperatura, realizando tratamentos térmicos como o recozimento. Assim, o recozimento é o processo de aquecimento que visa amolecer o material. Ele consiste no aquecimento e no resfriamento lento do arame.

O recozimento é realizado pela condução dos fios através de um forno de recozimento com aquecimento por resistência elétrica. A velocidade do forno e a temperatura das zonas de aquecimento são os fatores críticos desta etapa.

b Banho de Zinco

A etapa de banho de zinco ocorre com a imersão do arame polido em um banho de zinco fundido, a fim de formar um revestimento, cujo objetivo é proteger o arame contra a oxidação e melhorar o seu aspecto visual. A proteção ocorre porque o zinco oxida-se no lugar do arame, formando uma camada de óxido de zinco.

O arame galvanizado deve atender as características de qualidade de forma como diâmetro, ovalização, peso linear e espessura da camada de zinco; e a propriedades mecânicas como limite de resistência, alongamento e ausência de defeitos superficiais como arranhões, trincas, lascas e manchas.

4.5 Fabricação do Arame Farpado

O processo de fabricação do arame farpado é composto por duas etapas principais: (a) preparação da máquina e (b) produção do arame farpado.

a Preparação da Máquina

A etapa de preparação da máquina inicia com a seleção e posicionamento do rolo de arame galvanizado na área dos roletes. O arame segue o caminho de roletes até o abastecimento da máquina, onde é introduzido até a posição de trabalho. São realizadas as regulagens principais de operação como número de pulsos e comprimento das farpas, além de outros parâmetros da máquina.

b Produção do Arame Farpado

Após a produção e bobinamento do arame farpado no carretel da máquina, o rolo é retirado, amarrado, etiquetado e estocado, conforme Figura 32.



Figura 32 - Rolo de arame farpado pronto

O rolo de arame farpado deve atender às características de qualidade de comprimento, peso e etiquetagem correta, conforme as especificações do padrão de produção.

5. IMPLANTAÇÃO DO MÉTODO DE ESTABILIZAÇÃO DE PROCESSOS NA PRODUÇÃO DO ARAME FARPADO

O objeto de estudo, no caso aqui apresentado, é a implantação da metodologia de estabilização de processos na produção de arame farpado em uma empresa siderúrgica. O presente capítulo é dedicado à apresentação dos resultados obtidos.

Este capítulo apresenta a seguinte estrutura: A etapa de planejamento do projeto é apresentada no item 5.1. A etapa de identificação do processo crítico é apresentada no item 5.2. A etapa de análise do processo crítico é apresentada no item 5.3. A etapa de tratamento do processo crítico é a apresentada no item 5.4. A etapa de auditoria de padrão é apresentada no item 5.5. A etapa de controle estatístico de processo é apresentada no item 5.6. A etapa de tratamento das anomalias é apresentada no item 5.7. A etapa de conclusão é apresentada no item 5.8.

Para a implantação da metodologia, foi realizado um treinamento com o gerente, facilitadores e operadores da área, com três horas de duração, ministrado pelo facilitador da área de Desenvolvimento da Qualidade. O treinamento é composto por uma visão geral do método de estabilização de processos, com o entendimento de suas etapas básicas e dos passos para a implantação, conforme a metodologia apresentada no capítulo 4.

5.1 Planejamento do Projeto

5.1.1 Definição do Projeto, do Indicador, da Meta e do Prazo

No planejamento estratégico da empresa, o desdobramento das diretrizes define metas para o período de três anos. Uma das diretrizes priorizadas foi o aumento da rentabilidade do negócio. A principal estratégia estabelecida para alcançá-lo foi redução dos custos operacionais. A única forma de aumentar ou manter o lucro, dado que o preço de venda é determinado pelo mercado, é através da redução dos custos (Ghinato, 1996). Esta estratégia gerou, no plano operacional,

com visão de um ano, o projeto de redução de perdas no processo industrial, através da estabilização de processos.

A etapa de planejamento do projeto foi realizada em reunião conjunta entre as equipes da área de produção (Farparia) e do Desenvolvimento da Qualidade, e teve como orientação a redução das perdas operacionais.

Com base no histórico da área de produção, levantaram-se as principais perdas geradas no processo produtivo. O principal problema foi identificado no processo de arame farpado de rolo de 400 metros de comprimento para o setor agropecuário. Com tolerância de 400 a 420 metros de comprimento de arame especificado na etiqueta do produto, os rolos de arame estavam sendo fornecidos com um comprimento bem acima do determinado, a fim de compensar variações não controladas do processo.

Isto gerava uma perda econômica pelo arame farpado excedente que estava sendo entregue para os clientes. Além disso, os usuários não estavam cientes que recebiam uma quantidade adicional de arame, não agregando, portanto, valor percebido pelo cliente. O fornecimento de material acima do especificado representava uma perda para a empresa, uma vez que era entregue sem gerar receita.

Este fato se dava porque as máquinas de farpar apresentavam uma alta taxa de variabilidade no comprimento, ao confeccionarem o rolo de arame. Como era essencial garantir que não fosse entregue ao mercado rolo com o comprimento abaixo da especificação, gerando reclamações dos clientes, a orientação era produzir rolos com metragem superior, com margem de segurança, para compensar a dispersão elevada. Este fato era aceito como prática normal pelo pessoal de produção, tornando-se um hábito de trabalho não questionado pelos operadores e facilitadores.

Um levantamento das médias do comprimento de rolos de 400 metros das seis máquinas da área de arame farpado, conforme mostrado na Figura 22, evidencia o problema de comprimento excessivo produzido pelas máquinas. A média geral das seis máquinas é de 438,4 metros. Observa-se também a variabilidade existente na produção entre as máquinas.

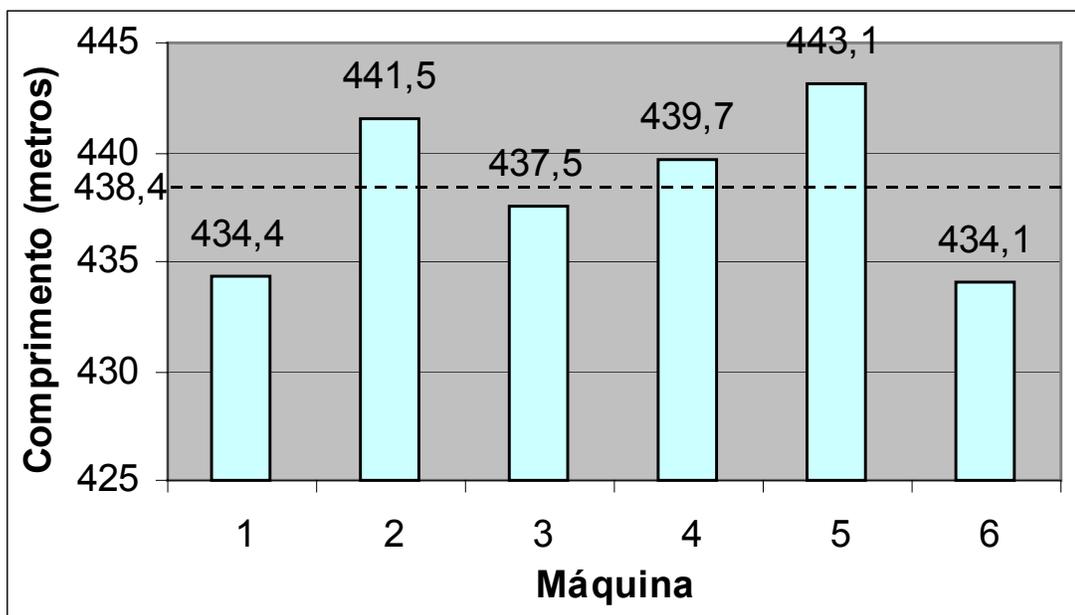


Figura 22 - Comprimento médio dos rolos de arame farpado por máquina

Estabeleceu-se como meta, para o projeto de estabilização do processo de rolos de arame farpado com comprimento de 400 metros, a produção com Índice de Desclassificação ID \leq (menor ou igual a) 1% dos rolos fora dos limites especificados, num prazo de nove meses. Definiu-se como critério de estabilidade a ausência de causas especiais desconhecidas ou não oriundas do desgaste natural do processo no final da etapa de estabilização do projeto.

Além de atingir as metas de redução das perdas no processo, outros resultados eram objetivados com a implantação do processo de estabilização:

- Reduzir a variabilidade das características de qualidade e dos parâmetros do processo;
- Maior envolvimento dos operadores na solução dos problemas e manutenção dos resultados da rotina (metas padrão);
- Maior comprometimento dos facilitadores e operadores com a qualidade do produto e redução de perdas no processo;
- Aprender e praticar métodos e ferramentas efetivas de solução de problemas;
- Delegação da gestão da rotina da produção de arame farpado aos operadores.

5.1.2 Definição do Responsável e do Grupo de Trabalho

Definiu-se que o responsável pelo projeto era o gerente de produção e o grupo de trabalho foi formado pelos facilitadores de melhoria e de rotina da farparia, pelo mecânico da farparia e pelo facilitador de sistemas de gestão da área de Desenvolvimento da Qualidade.

Foram definidas, também, as datas, horário e a duração das reuniões de trabalho, calculando-se uma carga prevista de 40 Homem/hora/mês de dedicação ao projeto.

5.1.3 Definição do Cronograma

Nesta etapa elaborou-se o cronograma de acompanhamento do projeto, que contempla as oito etapas, alocando-as no período de nove meses.

O monitoramento do atendimento aos prazos estabelecidos para cada etapa é realizado com a linha de data que é traçada, verticalmente, no cronograma ao final de cada mês, indicado a situação do projeto. Se a linha é uma reta vertical, significa que a tarefa está em dia. Se há uma inflexão para a esquerda, mostra que a tarefa está atrasada. A inflexão para a direita indica que a tarefa está adiantada.

A Figura 23, abaixo, mostra o cronograma utilizado com a aplicação da linha de data:

ETAPAS DO PROJETO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
1- Planejamento	█								
2- Identificação do Processo Crítico	█	█							
3- Análise do Processo Crítico		█							
4- Tratamento do Processo Crítico			█	█	█				
5- Auditoria de padrões					█	█			
6- Avaliação da Estabilidade						█	█	█	
7- Tratamento das Anomalias									█
8- Conclusão									█

Figura 34 - Cronograma das etapas da estabilização de processo

5.1.4 Definição das Funções Básicas e da Agenda de Trabalho

Para avaliar se as tarefas executadas pela equipe estão de acordo com as funções descritas na Figura 1, foi montada a tabela comparativa apresentada na Figura 9. A tabela preenchida é mostrada na Figura 24.

FUNÇÕES		OPERAÇÃO	SUPERVISÃO	APOIO	GERENCIAL
CARGOS					
OPERADOR	Atual				
	Proposto				
FACILITADOR DE ROTINA	Atual				
	Proposto				
FACILITADOR DE MELHORIA	Atual				
	Proposto				
GERENTE	Atual				
	Proposto				

Figura 24 - Tabela comparativa das funções das pessoas comparando o modelo proposto e a situação atual

Observa-se que os operadores estavam realizando algumas tarefas da função supervisão, de responsabilidade do facilitador de rotina. Os operadores de rotina, por sua vez, estavam dedicando tempo a atividades operacionais. Também foi possível constatar que os facilitadores de melhoria estavam sendo envolvidos na gestão da rotina e que o gerente dedicava tempo para atividades dos facilitadores de melhoria. A equipe concluiu que um modelo de gestão da rotina deficiente gerava um envolvimento maior de todos os níveis nos problemas e questões operacionais.

As tarefas foram revisadas, buscando atender as responsabilidades mostradas na Figura 8.

Para garantir o tempo e envolvimento necessário dos facilitadores de rotina nas funções básicas, de acordo com método de estabilização de processos, foi montada a agenda do facilitador de rotina da Figura 10. Esta agenda está apresentada na Figura 25.

	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
08:00 - 09:30	TRATAM. ANOMALIAS ATEND. PRODUÇÃO				
09:30 - 10:30	CUSTO	AUDITORIA PADRÕES		AUDITORIA PADRÕES	
10:30 - 12:00					
12:45 - 13:30	ATEND. PRODUÇÃO / MANUTENÇÃO	CAPACITAÇÃO CAPACITAÇÃO	ATEND. PRODUÇÃO / MANUTENÇÃO	CAPACITAÇÃO CAPACITAÇÃO	ATEND. PRODUÇÃO / MANUTENÇÃO
13:30 - 14:30	REUNIÃO APOIO	CAPACITAÇÃO CAPACITAÇÃO	UTILIZAÇÃO / PRODUTIVIDADE	CAPACITAÇÃO CAPACITAÇÃO	UTILIZAÇÃO / PRODUTIVIDADE
14:30 - 15:30	SEGURANÇA		SEGURANÇA		SEGURANÇA
15:30 - 16:30					
16:30 - 17:30	PROGRAMAÇÃO PRODUÇÃO	PROGRAMAÇÃO PRODUÇÃO	PROGRAMAÇÃO PRODUÇÃO	PROGRAMAÇÃO PRODUÇÃO	PROGRAMAÇÃO PRODUÇÃO

Figura 25 - Agenda de trabalho do facilitador de rotina

5.2 Identificação do Processo Crítico

5.2.1 Elaboração do Fluxo do Processo

Em reunião com o grupo de trabalho, elaborou-se o fluxo do processo de fabricação do rolo de arame farpado de 400 metros de comprimento. Definiu-se que a tarefa inicial era a seleção da matéria-prima e como tarefa final a estocagem do rolo com arame farpado pronto.

O fluxo completo do processo está desenhado na Figura 26.



Figura 26 - Fluxo do processo de fabricação do rolo de arame farpado

5.2.2 Elaboração da Tabela de Garantia do Processo

A Tabela de Garantia do Processo (TGP) foi elaborada pelo grupo de trabalho em conjunto com a equipe de processo da área de Desenvolvimento da Qualidade, com base nas tarefas críticas do fluxo da Figura 26.

As Figuras 27 e 28 apresentam a Tabela de Garantia do Processo elaborada para o processo de arame farpado.

PROCESSO: FARPARIA		PRODUTO: ARAME FARPADO 400M								RESPONSÁVEL Facilitador de Rotina	
TAREFAS		QUALIDADE ASSEGURADA		RESULTADO OPERADOR		ACOMPANHAMENTO DOS PARÂMETROS				AÇÃO CORRETIVA	
Fluxo	Críticas	Característica da Qualidade	Valor Assegurado	Parâmetro	Valor	Quem Mede	Quando Mede	Onde Mede	Como Mede	Quem Atua	O que Faz
1	Selecionar matéria-prima	Identificação do material	Identificação correta SR-PR-000-200	Etiqueta do Fio-Máquina	Informações corretas de: - produto - bitola - operador - data/turno	Operador de máquina	A cada estocador	Estoque de Fio-Máquina	Visual	Facilitador de Rotina	-Identificar o material correto e comunicar área de galvanização
		Qualidade do Fio-Máquina	Ausência de defeitos SR-PR-000-200	Camada de zinco	- Excesso - Falhas -Manchas -Riscos - Opaca	Operador de máquina	A cada estocador	Estoque de Fio-Máquina	Visual	Facilitador de Rotina	-Identificar o material correto e comunicar área de galvanização
4	Regular a máquina	Comprimento do rolo	400 a 420 m SR-PO-000-100	Distância entre farpas	120 a 135 mm SR-PO-000-100	Operador de máquina	Início de produção	Processo	Trena	Operador de máquina	-Regular a máquina
		Comprimento do rolo	400 a 420 m SR-PO-000-100	Comprimento da farpa	14 a 24 mm SR-PO-000-100	Operador de máquina	Início de produção	Processo	Paquímetro	Operador de máquina	-Regular a máquina
5	Produzir	Comprimento do rolo	400 a 420 m SR-PO-000-100	Peso do rolo	29,52 a 32,0 SR-PO-000-100	Operador de máquina	Início de produção	Processo	Balança		

Figura 27 - Tabela de Garantia do Processo com as etapas críticas de produção

PROCESSO: FARPARIA		PRODUTO: ARAME FARPADO ELEFANTE 400M								RESPONSÁVEL Facilitador de Rotina	
TAREFAS		QUALIDADE ASSEGURADA		RESULTADO OPERADOR		ACOMPANHAMENTO DOS PARÂMETROS				AÇÃO CORRETIVA	
Fluxo	Críticas	Característica da Qualidade	Valor Assegurado	Parâmetro	Valor	Quem Mede	Quando Mede	Onde Mede	Como Mede	Quem Atua	O que Faz
5	Produzir	Comprimento do rolo	400 a 420 m SR-PO-000-100	Número de pulsos	2963 a 3500 SR-PO-000-100	Operador de máquina	Início de produção	Processo	Ajuste no painel	Operador de máquina	-Regulagem máquina
		Comprimento da farpa	14 a 24 mm SR-PO-000-100	Ajuste entre pino fixador da farpa e o suporte	0,5 mm SR-PO-000-100	Mecânico	Varição no comprimento da farpa	Processo	Gabarito	Operador de máquina	-Regular a máquina
		Comprimento do rolo	400 a 420 m SR-PO-000-100	Roletes lubrificadas	Ausência de roletes emperrados SR-PR-000-200	Operador de máquina	Início de produção	Processo	Visual	Operador de máquina	Lubrificar ou trocar os roletes
		Comprimento do rolo	400 a 420 m SR-PO-000-100	Canaleta de entrada dos fios	Desobstruída de zinco	Operador de máquina	Início de produção	Processo	Visual	Operador de máquina	Desobstruir a canaleta
		Distância entre farpas	120 a 135 mm SR-PO-000-100	Regulagem da polia	Conforme marcação na máquina	Operador de máquina	Início de produção	Processo	Visual	Operador de máquina	Chamar mecânico

Figura 28 - Tabela de Garantia do Processo com as etapas críticas de produção

5.2.3 Definição do Equipamento e Operadores

A área de trefilação possui seis máquinas de fabricação de arame farpado. Optou-se por trabalhar, experimentalmente, com uma máquina piloto, a número 5 (modelo STH-2).

A máquina número 5 foi escolhida por apresentar maior média de comprimento que as demais, como pode ser observado na Figura 29, em que é mostrado o gráfico de Pareto do comprimento médio das máquinas. A máquina 5 trabalha em regime contínuo de operação, permitindo resposta constante das alterações e experimentos realizados.

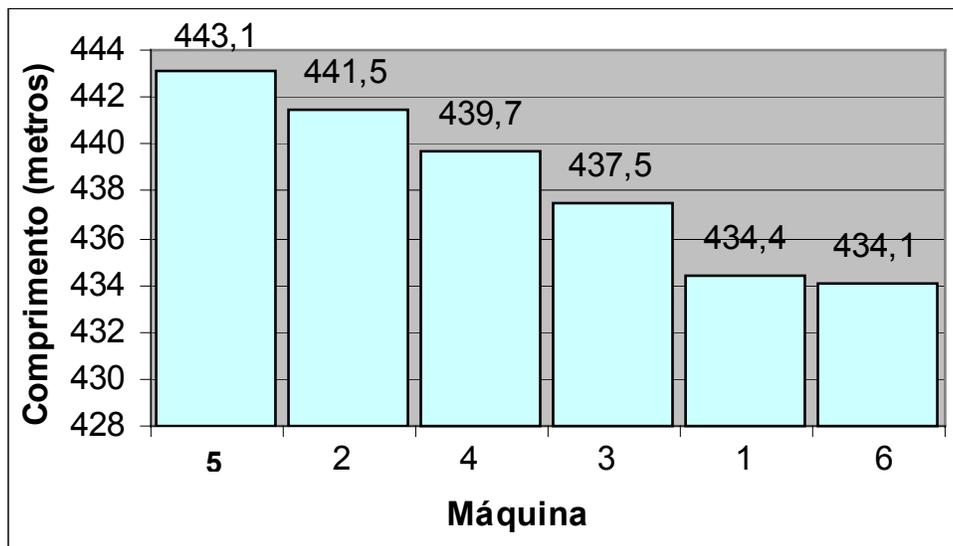


Figura 29 - Gráfico de Pareto do comprimento médio das máquinas

Uma vez atingidas as metas estabelecidas para o presente projeto, as melhorias realizadas com a máquina 5 devem ser estendidas para o grupo de máquinas do setor.

A máquina 5 funciona em regime de 2 turmas, com operadores diferentes em cada turma. Os dois operadores foram envolvidos no projeto de estabilização. Embora cada um deles opere três máquinas no seu turno, foram orientados para que as mudanças experimentais na forma de operação fossem aplicadas exclusivamente à máquina piloto.

5.2.4 Definição das Variáveis de Controle e Parâmetros de Processo

A variável de controle determinada foi o comprimento do rolo de arame farpado. A sua especificação é de 400 a 420 metros.

A equipe fez uma análise para determinar os parâmetros de processo significativos que afetam o comprimento do rolo e que eram passíveis de controle. Os parâmetros são os seguintes:

- Peso do rolo – É o peso do rolo de arame farpado. Sua variação é diretamente proporcional ao comprimento do rolo. Pela forma de inspeção utilizada, o peso do rolo é usado para monitorar o comprimento. A inspeção é feita dividindo-se o peso do rolo pelo peso linear em gr/metro retirado de uma amostra de 500mm. Sua especificação é de 29,5 a 32,0 Kg.
- Massa Linear do arame - É a variável que monitora o diâmetro do arame ao longo do seu comprimento. Se o diâmetro do arame variar, causará variação no peso do arame, alterando o peso do rolo e interferindo no cálculo do comprimento. Sua especificação é de 70 a 75 gr/metro.
- Distância entre as farpas – A programação do comprimento do rolo de arame se dá através de comando eletrônico, que determina o número de pulsos em função da passagem das farpas por um sensor. Sua especificação é de 120 a 135 mm.
- Comprimento da farpa – É usado para monitorar o comprimento das farpas. As variações no seu comprimento alteram o peso do rolo, utilizado no cálculo do comprimento. Sua especificação é de 14 a 24 mm.

5.2.5 Levantamento de Dados e Informações

A fim de avaliar a qualidade do levantamento dos dados e seu desempenho atual, foi realizada uma análise crítica da forma como são coletadas as informações sobre a variável de controle e os parâmetros de processo:

1- O comprimento do rolo é monitorado através de uma amostra, por turno, de cada máquina, que são enviadas ao laboratório de inspeção e ensaio, levando a medição a ser executada um dia após o produto ser produzido. A crítica que se faz aqui é que se utiliza uma baixa frequência de inspeção e que o monitoramento não é realizado pelo próprio operador, no momento em que está produzindo o rolo.

A amostra é cortada em comprimento aproximado de 500 mm e endireitada manualmente. É então pesada (em gramas), em balança de precisão, e tem medido o seu comprimento (em mm) com escala métrica. É calculada então a massa linear (g/m) dividindo-se o peso pelo comprimento da amostra. O comprimento estimado do rolo é obtido pela divisão do peso do rolo total de arame pronto pela massa linear calculada da amostra. Ações corretivas são tomadas apenas quando o cálculo do comprimento fica abaixo de 400 metros.

Constatou-se que não havia um monitoramento efetivo e sistêmico do comprimento do rolo de arame farpado durante a produção.

Foram levantados dados da máquina 5 para uma análise exploratória.

Cada observação corresponde a um rolo de arame.

Os dados referentes ao comprimento estão mostrados na Figura 30. A média é 443,1 metros e o desvio padrão é de 12 metros:

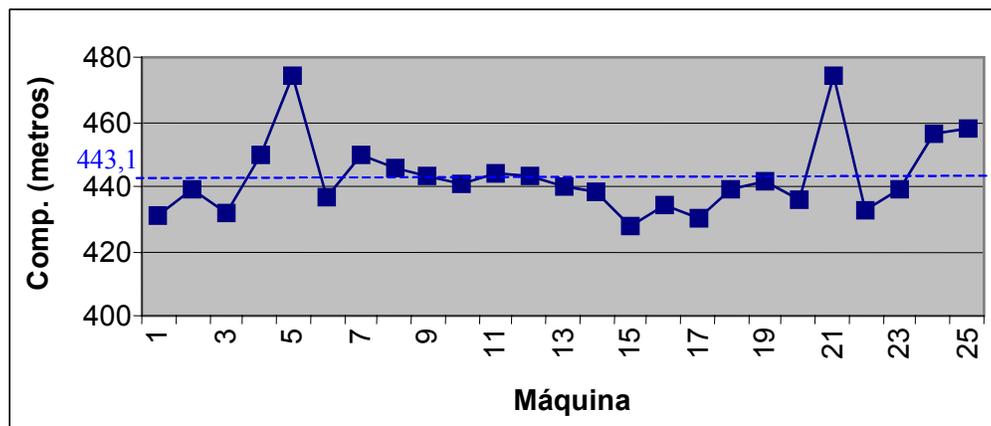


Figura 30 - Gráfico seqüencial do comprimento médio do rolo de arame de 400 metros da máquina 5

O histograma da Figura 31 mostra a frequência de distribuição dos dados. Pode-se observar que todos os pontos estavam acima do limite superior de especificação, que é de 420 metros.

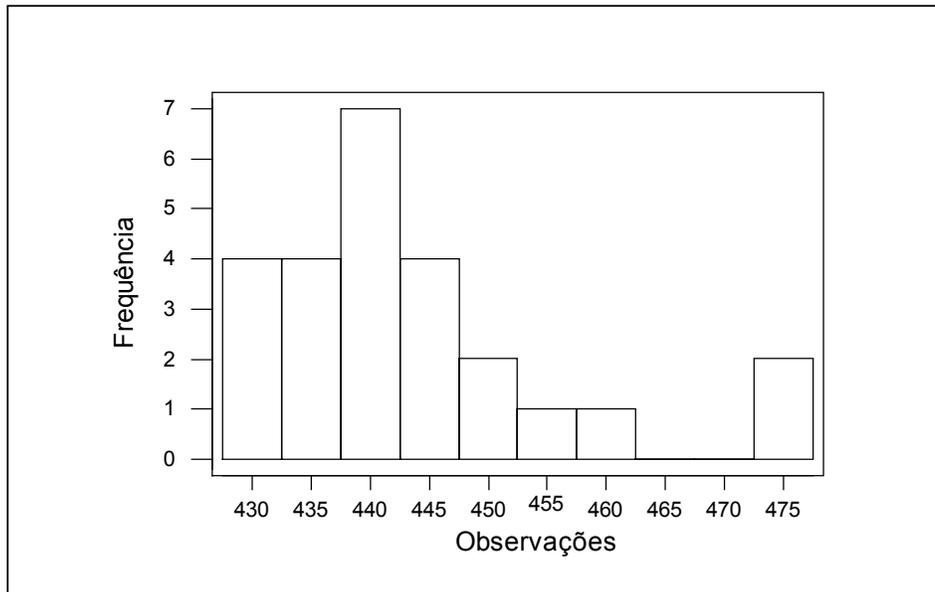


Figura 31 - Histograma do comprimento da máquina 5

Aplicando o teste de normalidade, apresentado na Figura 32, pode-se observar que a distribuição não é normal.

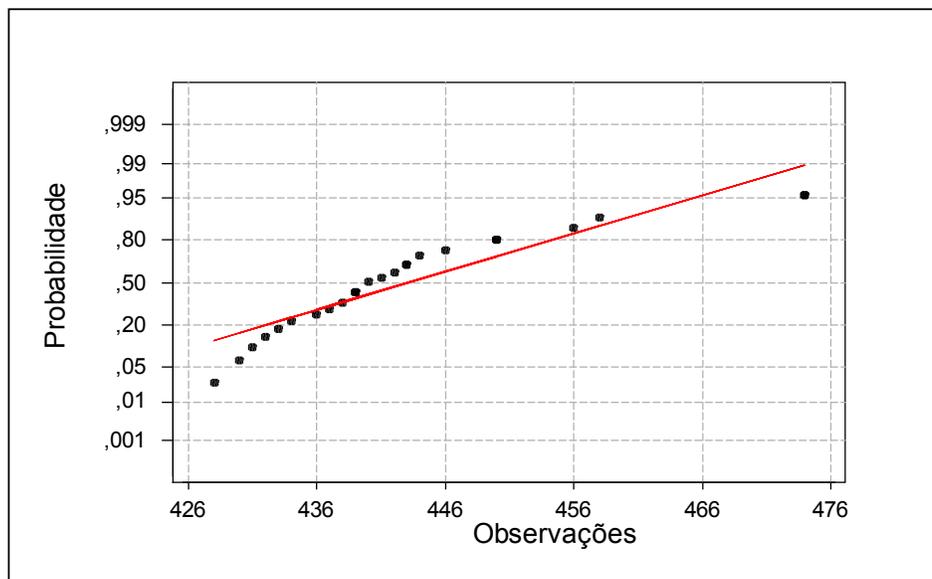


Figura 32 - Teste de normalidade da máquina 5

2- O peso do rolo é monitorado no início do turno e em regime aleatório. O operador pesa o rolo em uma balança aferida, localizada na linha de produção. Se o peso está abaixo da especificação, são tomadas ações corretivas genéricas, além da separação do rolo com peso baixo. A medida mais usual é aumentar o número de

pulsos para aumentar o peso. A crítica que se faz aqui é que o padrão de pulsos eletrônicos para o comprimento é alterado constantemente para corrigir as variações do processo. Não há a orientação de buscar conhecer e atuar sobre as fontes de variação.

O comportamento do peso do rolo está apresentado na Figura 33:

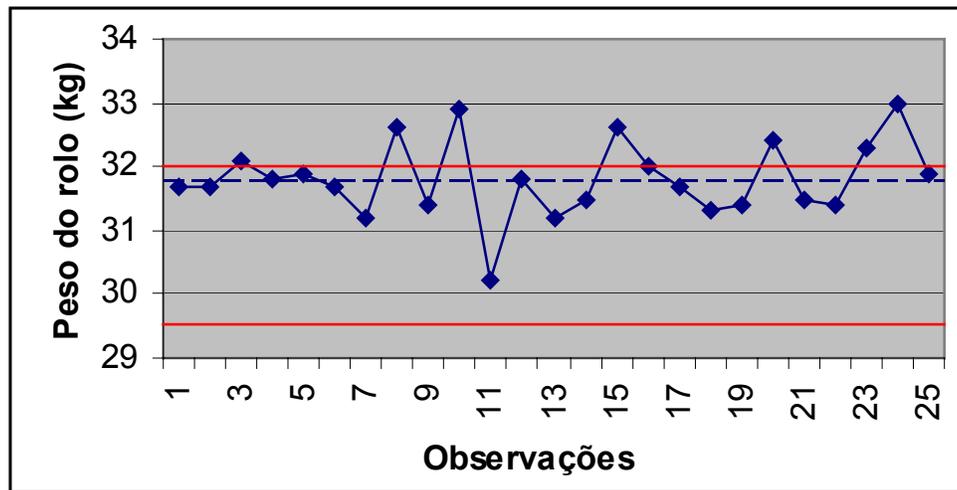


Figura 33 - Gráfico sequencial do peso do rolo

Observa-se que os pontos estão deslocados para o limite superior, na faixa especificada de 29,5 a 32kg. A faixa especificada para o peso está ajustada à produção de rolos com a condição atual, ou seja, com comprimento bem acima do especificado.

3- A massa linear, apesar de ser uma característica do arame pronto, é checada na ocorrência de comprimento ou peso do rolo abaixo da especificação, e na inspeção diária. A Figura 34 apresenta o levantamento de dados da massa linear. Observa-se que todos os pontos estão dentro da especificação, de 70 a 75 g/m.

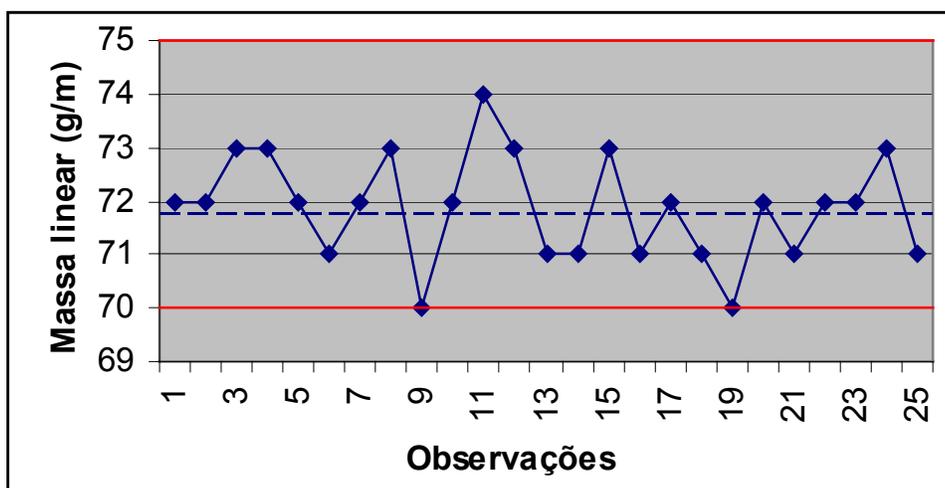


Figura 34 - Gráfico seqüencial da massa linear

4- A distância entre as farpas é conferida no início do turno, ou na ocorrência do peso ou do comprimento do rolo abaixo da especificação. Observa-se que todos os pontos estão dentro da especificação, de 120 a 135 mm. Os operadores eram orientados a manter esta característica dentro da faixa de especificação. A Figura 35 apresenta o gráfico seqüencial para a distância entre as farpas.

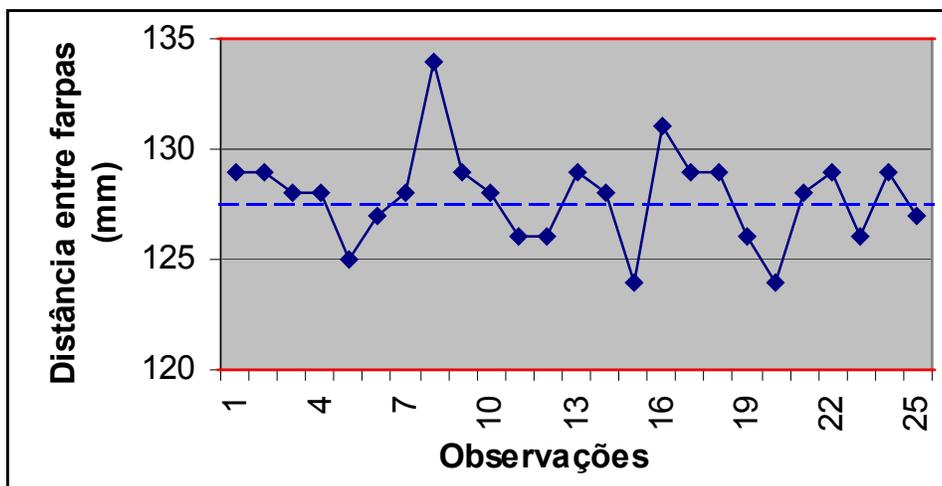


Figura 35 - Gráfico seqüencial da distância entre as farpas

5- O comprimento das farpas é monitorado no início do turno, ou na ocorrência do peso ou do comprimento do rolo abaixo da especificação, de 14 a 24 mm. Observa-se que todos os dados estão dentro da especificação, embora não estejam centralizados. Os operadores eram orientados a manter o comprimento da farpa dentro da faixa de especificação. A Figura 36 apresenta o gráfico seqüencial do comprimento das farpas.

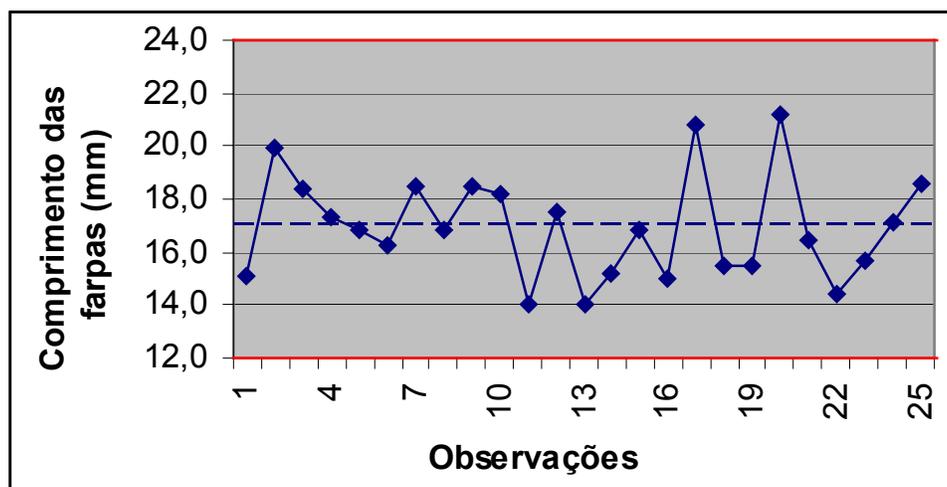


Figura 36 - Gráfico seqüencial do comprimento das farpas

5.3 Análise do Processo Crítico

5.3.1 Elaboração do Diagrama de Causa e Efeito

O grupo de trabalho fez reuniões para analisar detalhadamente as principais fontes de variação que geram rolos de arame farpado com comprimento acima do especificado.

Para as reuniões de elaboração do diagrama de causa e efeito foram convidados com conhecimento técnico e do processo de produção de arame farpado, envolvendo engenheiros, técnicos, mecânicos e operadores.

O diagrama teve como base as etapas descritas no fluxo do processo, mostrado na Figura 26. Para focar as atividades do grupo de trabalho, foram analisadas somente as etapas críticas do fluxo, ou seja, as que apresentavam maior relação de causa e efeito com o problema. Estas etapas críticas são apresentadas

na Tabela de Garantia do Processo, Figuras 27 e 28. São as etapas 1- Selecionar Matéria-Prima, 4- Regular a Máquina e 5- Produzir.

As etapas críticas formam os três ramos iniciais, com as principais causas do diagrama de causa e efeito. A partir daí derivam-se as demais sub-causas identificadas pelo grupo.

Na Figura 37 pode-se ver o diagrama de causa elaborado nesta etapa. As causas básicas foram numeradas para elaboração e monitoramento do plano de ação corretiva.

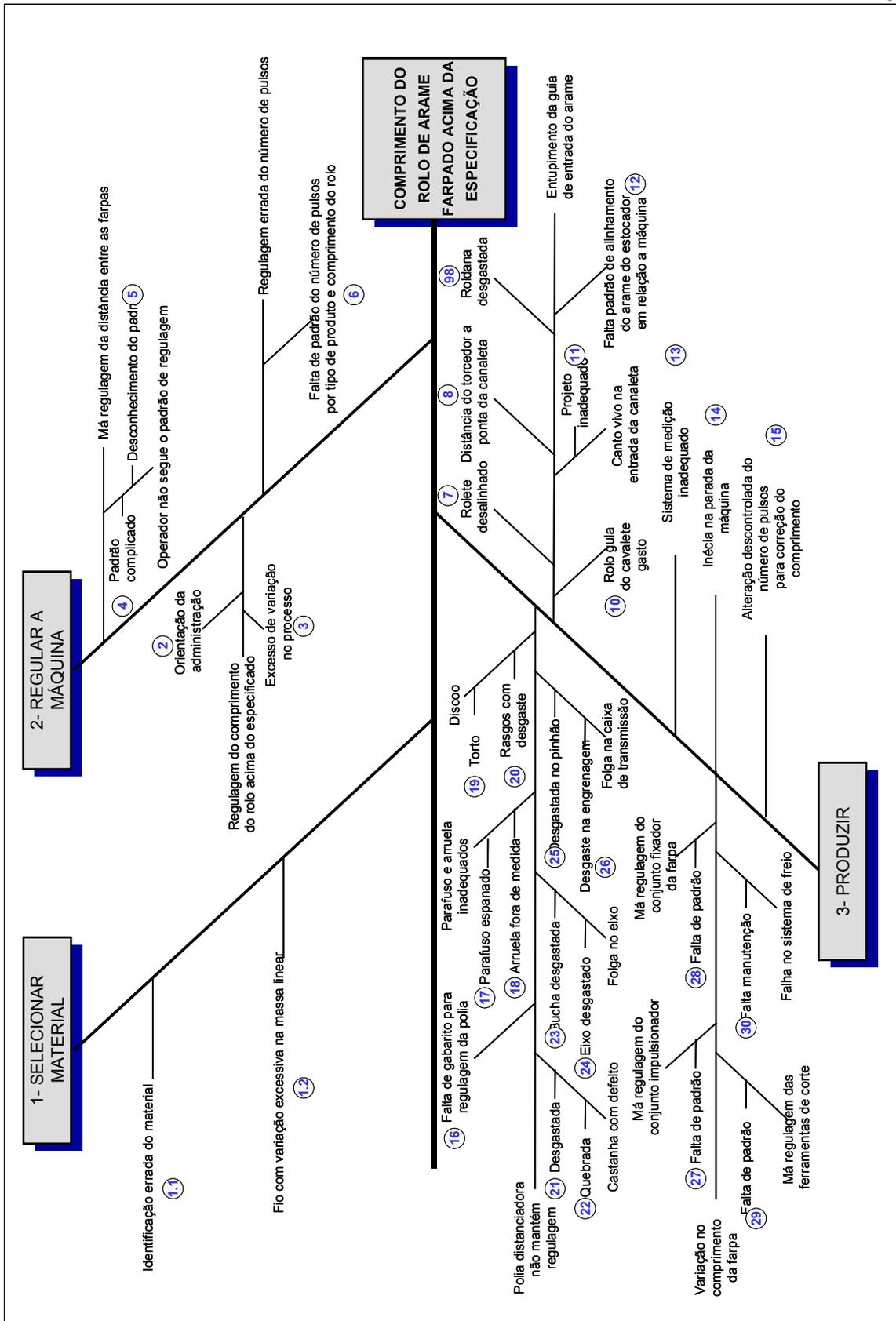


Figura 37 - Diagrama de causa e efeito das etapas críticas do processo

5.4 Tratamento do Processo Crítico

5.4.1 Elaboração do Plano de Ação

Esta etapa consiste na elaboração estruturada de um plano de ações corretivas para cada um dos fatores relevantes numerados no diagrama de causa e efeito.

O plano de ação foi elaborado pelo grupo de trabalho. As ações foram registradas na planilha do plano de ação onde, para cada causa ou conjunto de causas, foram detalhadas as ações corretivas. Também foram designados os responsáveis pelas ações, os prazos de conclusão, o indicador de conclusão, o detalhamento da ação no campo “como”, e o objetivo da ação, no campo “por que”.

As Figuras 38 e 39 mostram o plano de ação elaborado no projeto.

Nº	Causa	AÇÕES	QUEM (Responsável)	QUANDO (Conclusão)	ONDE	Indicador de conclusão	COMO	PORQUE	SITUAÇÃO
1	1.1	Revisar os padrões e treinar os operadores na etapa de etiquetagem dos rolos na área de trefilação	Gerente	Março	Trefilação	Padrão revisado e treinamento realizado	Reunião com a área de trefilação esclarecendo as características necessárias na etiquetagem do fio	Evitar envio de material com etiqueta de bitolas trocadas	OK
2	1.2	Definir item de controle na área de trefilação para monitoramento da bitola e seus fatores no processo de trefilação	Gerente	Março	Trefilação	Itens de controle com faixa definida	Reunião com a área de trefilação esclarecendo as características necessárias na qualidade do fio	Reduzir variação de massa linear (bitola) do fio que interfere no processo de medição	OK
3	2	Orientar os operadores a regular o comprimento do rolo no valor nominal (410 metros) a partir da redução da variação do processo	Facilitador rotina	Abril	Farparia	100% operadores regulagem no nominal	Explicar o resultado do projeto de estabilização do comprimento e a importância da centralização do processo	Deslocar o valor médio para o valor nominal	OK
4	3	Eliminar fatores de variação na fabricação do arame farpado	Gerente	Setembro	Farparia	Principais fontes de variação controladas	Segundo o método de estabilização de processos	Centralizar no valor nominal mantendo estabilidade e capacidade processo	OK
5	4	Revisão dos padrões de regulagem da distância entre as farpas	Facilitador rotina	Abril	Farparia	Padrões revisados e treinamento realizado	Avaliar formato e qualidade das informações contidas no padrão,	Tornar o padrão amigável e útil à operação	OK
6	5	Treinar operadores no padrão revisado	Facilitador rotina	Maio	Farparia	100% operadores treinados	Sala de treinamento com base no padrão	Garantir o conhecimento correto do conteúdo dos padrões	OK
7	6	Elaborar padrão do número de pulsos para a fábrica de arame farpado	Facilitador rotina	Abril	Farparia	Padrão elaborado e treinamento realizado	Conforme modelo da estrutura de padrões existentes	Padronizar a regulagem do número de pulsos	OK
8	7	Alinhar o conjunto tensionador dos roletes	Mecânico	Março	Máquina piloto	Conjunto alinhado	Alinhar com gabarito	Evitar raspagem do fio na entrada da guia	OK
9	8	Ajustar a distância do torcedor à porta da canaleta	Mecânico	Março	Máquina piloto	Distância ajustada	Regular a distância com régua	Evitar balanço excessivo do fio na entrada da canaleta	OK
10	9	Trocar conjunto de roldanas e padronizar lubrificação	Mecânico	Jun	Máquina piloto	Roldanas trocadas e padrões elaborados	Solicitar compra de jogo de roldanas. Elaborar padrão conforme estrutura de padronização	Evitar o trancamento do fio originado pelas roldanas	OK

Figura 38 - Plano de ações corretivas

Nº	Causa	AÇÕES	QUEM (Responsável)	QUANDO (Conclusão)	ONDE	Indicador de conclusão	COMO	PORQUE	SITUAÇÃO
11	10	Trocar o rolo guia do cavalete	Mecânico	Maio	Máquina piloto	Guia trocado	Solicitar compra de roldana guia.	Evitar o trancamento do fio originado pela roldana guia	OK
12	11	Confeccionar nova canaleta sem canto vivo na entrada	Facilitador melhoria	Maio	Engenharia	Nova canaleta em uso	Desenvolver com engenharia modelo com bucha bipartida	Evitar que o canto vivo raspe o zinco do fio, entupindo a canaleta	OK
13	12	Elaborar padrão de alinhamento do arame do estocador para a máquina	Facilitador rotina	Abril	Farparia	Padrão elaborado e treinamento realizado	Conforme modelo da estrutura de padrões existentes	Padronizar alinhamento do arame	OK
14	13	Avaliar e corrigir o sistema de medição do comprimento de arame do rolo	Facilitador de gestão	Maio	Farparia	Sistema de medição eficaz	Conforme metodologia RR	Reduzir variação oriunda do sistema de medição	OK
15	14	Avaliar e corrigir a metragem excedente devido a parada gradual da máquina	Facilitador melhoria	Abril	Máquina piloto	Sistema de parada corrigido	Avaliar a metragem média excedente e compensar na setagem do comprimento	Eliminar perda de arame farpado devido a inércia da máquina na parada	OK
16	15	Padronizar número de pulsos para determinar o comprimento e eliminar ajuste de pulso pelo operador para compensar variações do processo	Facilitador melhoria	Maio	Máquina piloto	Padrão elaborado e treinamento realizado	Conforme modelo da estrutura de padrões existentes	Padronizar o número de pulsos e evitar excesso de ajuste no processo	OK
17	16 A 20	Construir polia fixa para o comprimento de 400 metros	Facilitador melhoria	Junho	Máquina piloto	Polia fixa instalada	Construir sistema de polia sem sistema de regulagem, a prova de falha e desgaste de manuseio.	Eliminar regulagens que geram variações no comprimento	OK
18	21 22	Trocar castanhas desgastadas e quebradas	Mecânico	Abril	Máquina piloto	Castanhas substituídas	Verificar quantidade de castanhas danificadas e solicitar ao estoque	Evitar escorregamento do arame nas castanhas	OK
19	23 24	Trocar eixo e bucha desgastados. Incluir estes itens na manutenção preventiva	Mecânico	Julho	Máquina piloto	Eixo e bucha substituídos. Inclusão na preventiva	Solicitar ao almoxarifado. Passar a equipe de manutenção central a inclusão dos itens na manutenção preventiva	Evitar variação devido a folga no eixo	OK
20	25 26	Verificar e substituir pinhão e engrenagem com desgaste	Facilitador rotina	Maio	Máquina piloto	Verificação realizada	Exame visual e substituição dos itens sem condições de uso	Evitar variação devido a folga na caixa de transmissão	OK

Figura 39 - Plano de ações

5.4.2 Realização do Plano de Ação

À medida que as ações eram concluídas conforme definido na coluna “indicador de conclusão” no documento, escreveu-se OK na coluna “situação”, podendo ser acrescentadas algumas observações no campo.

As atividades de revisão e elaboração dos padrões e seu treinamento, foram realizadas dentro dos prazos definidos no cronograma. A eficácia destas tarefas será verificada posteriormente, na etapa de Auditoria de Padrão.

Verificou-se que uma grande fonte de variação vinha da falta de manutenção de certos componentes, e da manutenção inadequada para o nível de desgaste dos dispositivos móveis.

A máquina continha várias peças com desgaste, empenadas ou fora das dimensões originais, com substituições mal dimensionadas, feitas ao longo do tempo pela falta de desenho técnico do fabricante. As reformas definidas no plano de ação para troca e revisão de peças foram todas realizadas conforme o plano, com atrasos gerenciados para componentes que não eram itens de estoque e foram comprados, ou projetados e fabricados.

A ação número 15, “Avaliar e corrigir a metragem excedente devido à parada gradual da máquina” se destaca como uma melhoria decorrente da participação de operadores, pois relataram que quando a máquina chegava no número de pulsos programados eletronicamente, o dispositivo desligava automaticamente. O motor, de grande potência, apresentava uma forte inércia e continuava produzindo o arame farpado até que estacionasse completamente. Uma amostra com 10 rolos mostrou que a produção excessiva provocada pela inércia do motor acrescentava 4,2 metros (desvio padrão= 0,034) de produto ao rolo. Uma solução possível seria instalar freios nas máquinas, mas seu custo se mostrou proibitivo. Optou-se por compensar a inércia retirando o número proporcional aos 4,2 metros. Paralelamente, padronizou-se o número de pulsos e com isso os operadores ficaram impedidos de alterá-los para corrigir variações do comprimento. A nova orientação dada aos operadores é que buscassem descobrir as causas da variação do comprimento evitando o excesso de regulagens.

Para realizar a ação de número 14, “Avaliar e corrigir o sistema de medição do comprimento de arame do rolo”, decidiu-se avaliar o sistema de medição do comprimento do rolo de arame realizando teste de Repetibilidade e Reprodutibilidade.

Observa-se que a análise de capacidade do sistema de medição é executada na etapa de controle estatístico de processo descrito na metodologia no item 3.2.6. Neste estudo de caso, a análise foi realizada nesta etapa, por ter sido identificado o sistema de medição como uma das causas básicas do comprimento do rolo fora do especificado, na etapa três.

A análise foi realizada avaliando-se dez amostras diferentes. Cada amostra foi avaliada por 3 operadores, que mediram duas vezes cada uma.

Os resultados da análise do sistema de medição estão demonstrado na Figura 40.

Peça	Operador 1			Operador 2			Operador 3			Médias
	1a	2a	R	1a	2a	R	1a	2a	R	
1	421	421	0,0	419,7	419,7	0,0	419,7	421,6	1,9	420,45
2	416,5	417,8	1,3	415,3	415,9	0,6	415,3	414,1	1,2	415,82
3	422,4	423,1	0,7	421,2	422,4	1,2	421,8	423,1	1,3	422,33
4	421,8	421,8	0,0	420	421,2	1,2	420	420,6	0,6	420,90
5	419,1	419,1	0,0	417,9	417,8	0,1	417,2	417,9	0,7	418,17
6	420,4	421	0,6	419,1	420,9	1,8	420,9	422,2	1,3	420,75
7	420,3	420,3	0,0	416,1	420,3	4,2	419,1	420,4	1,3	419,42
8	425	425,6	0,6	423,7	424,9	1,2	426,2	425,6	0,6	425,17
9	420,3	420,3	0,0	417,2	419	1,8	419	419	0,0	419,13
10	416,5	415,3	1,2	413,5	415,3	1,8	415,3	415,3	0,0	415,20
Médias	420,43 0,44			419,06 1,39			419,72 0,89			
Repetitividade										
Sigma e = 0,8038 Rbar= (Ra + Rb + Rc)/No.Op.= 2,72/ 3 = 0,91										
VE = 4,1395 Sigma e = Rbar/d2 onde d2(m=2,g=30)=1,128										
VE=5,15xsigma e										
Reprodutibilidade										
Sigma o = 0,6781 R o = Xbar max - Xbarmin = 420,4 - 419,06 = 1,34										
VO = 3,492 d2(m=3,g=1) = 1,91										
n=10 r = 2										
VO= raiz[(5,15xRo/d2)² - (5,15xSigma e)²/nr]										
Sigma o = VO/5,15										
RR										
Sigma m = 1,052 Sigma m= raiz[(Sigma e)² + (Sigma o)²]										
RR = 5,415 RR= raiz[(VE)² + (VO)²]										
Varição peça a peça										
Sigma p = 2,94 Rp=Xbarmax - Xbarmin = 425,17 - 415,82 = 9,35										
VP = 15,14 d2(m=10,g=1) = 3,18										
sigma p = Rp / d2										
VP = sigma p x 5,15										
Varição Total										
Sigma t = 3,12 Sigma t= raiz[(Sigma m)² + (Sigma p)²]										
VT = 16,08 VT= raiz[(RR)² + (VP)²]										
Parcela Percentual										
VT										
Variâncias										
Tolerância= 20										
Repetitividade: VE % 25,74 VE2/VT2 6,627 VE/Tol 20,70										
Reprodutibilidade: VO % 21,72 VO2/VT2 4,716 VO/Tol 17,46										
RR: RR% 33,68 RR/Tol 27,08										
Peça a peça: VP % 94,15 VP2/VT2 88,65 VP/Tol 75,7										
Número de níveis distintos										
Nc = 3,94 Nc= 1,41x(Sigma p/ Sigma m)										

Figura 40 - Análise do sistema de medição do comprimento do rolo

Observa-se que o valor de RR % é elevado, tanto em relação à variação total $R\&R= 33,68$ como em relação à tolerância $R\&R= 27,08$ indicando que o sistema de medição possui variabilidade acima do nível aceitável de 20%.

O índice de níveis distintos $N_c= 3,94$ não atinge o nível esperado de 5 para uma distinção adequada entre as peças.

A análise dos resultados indicou que o sistema de medição deveria ser revisado. O sistema deveria ser melhorado tanto no aspecto da variação originada pelos operadores, a repetibilidade, quanto no aspecto da variação do equipamento, a reprodutibilidade.

O grupo de trabalho decidiu implementar as seguintes melhorias:

- Foram adquiridas uma balança de precisão e uma escala metálica para medição da amostra;
- Foi construído um posto de controle fechado, em local próximo a operação, porém livre das vibrações e ruído das máquinas de farpar, com temperatura controlada e mesa para endireitamento adequado das amostras;
- Foi realizado um estudo do modelo da amostra (50cm) com 4 e 5 farpas, para determinar a melhor representatividade do comprimento do rolo;
- Foi criado um padrão (modelo Q1) para medição das amostras, conforme Figura 41;
- Os operadores foram treinados no padrão de medição das amostras e tiveram acompanhamento prático realizado pelo facilitador de rotina.

QUALIDADE EM 1 PONTO

TÍTULO: Medição do comprimento de rolos de farpado 400m

Objetivos:- Padronizar sistema de medição para estabilização de processos

- Evitar erros no cálculo do comprimento estimado

1 Pesar o rolo de arame farpado nas balanças existentes entre as máquinas 4 vezes por turno. Descontar 0,2 Kg referente ao peso do carretel e anotar o valor encontrado em Kg com uma casa decimal após a vírgula

2 Cortar uma amostra de 500 mm, cortando exatamente no meio da distância entre duas farpas, deixando-a com 4 farpas

3 Pesar a amostra na balança de precisão e anotar o valor em gramas com duas casas decimais após a vírgula

4 Medir comprimento da amostra utilizando a escala metálica e anotar o valor em mm

5 Realizar o cálculo do comprimento estimado utilizando a fórmula abaixo:

$$\text{COMP. ESTIMADO} = \frac{\text{peso rolo (Kg)} \times \text{comprim. (mm)}}{\text{peso da amostra (g)}}$$

Figura 41 - Padrão Q1 para medição do comprimento do rolo de arame

Após a implementação das melhorias, foi realizada uma nova análise do sistema de medição. O resultado está apresentado na Figura 42.

Peça	Operador 1			Operador 2			Operador 3			Médias
	1a	2a	R	1a	2a	R	1a	2a	R	
1	423,3	424	0,7	423,8	423,5	0,3	423,6	423,7	0,1	423,65
2	418,1	419	0,9	419	419	0,0	419,7	420,4	0,7	419,20
3	418,1	418,4	0,3	419	418,6	0,4	418,9	418,7	0,2	418,62
4	421,5	421,7	0,2	421,4	421,7	0,3	421,3	421,5	0,2	421,52
5	419	419,6	0,6	420	420,5	0,5	420,4	420	0,4	419,92
6	421,1	421,7	0,6	421,6	421,7	0,1	420,9	421,4	0,5	421,40
7	419	419,2	0,2	419,3	419,4	0,1	419,9	419,6	0,3	419,40
8	421,9	422,1	0,2	422	422,2	0,2	422	422,5	0,5	422,12
9	416,1	415,8	0,3	416	416,3	0,3	416,9	417,2	0,3	416,38
10	422,7	423,1	0,4	423,2	423	0,2	422,7	422,9	0,2	422,93
Médias	420,27 0,44			420,56 0,24			420,71 0,34			
Repetitividade										
Sigma e = 0,3014 Rbar= (Ra + Rb + Rc)/No.Op.= 1,06/ 3 = 0,34										
VE = 1,5523 Sigma e = Rbar/d2 onde d2(m=2,g=30)=1,128										
VE=5,15xsigma e										
Reprodutibilidade										
Sigma o = 0,2039 R o = Xbar max - Xbarmin = 420,71 - 420,30 = 0,41										
VO = 1,05 d2(m=3,g=1) = 1,91										
n=10 r = 2										
VO= raiz[(5,15xRo/d2) ² - (5,15xSigma e) ² /nr]										
Sigma o = VO/5,15										
RR										
Sigma m = 0,3639 Sigma m= raiz[(Sigma e) ² + (Sigma o) ²]										
RR = 1,8741 RR= raiz[(VE) ² + (VO) ²]										
Varição peça a peça										
Sigma p = 2,94 Rp=Xbarmax - Xbarmin = 423,65 - 416,38 = 7,27										
VP = 15,14 d2(m=10,g=1) = 3,18										
sigma p = Rp / d2										
VP = sigma p x 5,15										
Varição Total										
Sigma t = 2,9624 Sigma t= raiz[(Sigma m) ² + (Sigma p) ²]										
VT = 15,256 VT= raiz[(RR) ² + (VP) ²]										
Parcela Percentual										
VT										
Variâncias										
Tolerância= 20										
Repetitividade: VE % 10,18 VE2/VT2 1,0354 VE/Tol 7,76										
Reprodutibilidade: VO % 6,883 VO2/VT2 0,4737 VO/Tol 5,25										
RR: RR% 12,28 RR/Tol 9,37										
Peça a peça: VP % 99,24 VP2/VT2 98,491 VP/Tol 75,7										
Número de níveis distintos										
Nc = 11,39 Nc= 1,41x(Sigma p/ Sigma m)										

Figura 42 - Análise do sistema de medição do comprimento do rolo com as melhorias implementadas

Observa-se que, com as melhorias implementadas no sistema de medição, o valor de RR % caiu abaixo de do nível aceitável de 20%, tanto em relação à variação

total R&R= 12,28 como em relação à tolerância R&R= 9,37 indicando que o sistema de medição está com a variabilidade adequada.

O índice de níveis distintos $N_c = 11,39$ atinge o nível esperado de 5 para uma distinção adequada entre as peças.

Em relação aos parâmetros de processo, os operadores foram orientados para que centralizassem as medidas da distância entre as farpas e do comprimento das farpas.

5.5 Auditoria de Padrão

5.5.1 Treinamento

A implantação da auditoria de padrão iniciou com o treinamento dos facilitadores e operadores com duas horas de duração, ministrado pelo facilitador da área de Desenvolvimento da Qualidade. O treinamento básico é composto por uma visão geral da estabilização de processos com o entendimento de suas etapas básicas, da importância da padronização para manutenção dos resultados e da aplicação das planilhas da auditoria de padrão.

5.5.2 Planejamento da Auditoria

O planejamento da auditoria teve como base as etapas críticas do processo. Foi utilizada a planilha de Matriz de Tarefas Críticas. Na Figura 43 é mostrada a aplicação desta planilha, onde as tarefas são desdobradas até as atividades dos operadores, que devem ser auditadas.

NOME DO PROCESSO					RESULTADOS		
FARPARIA					COMPRIMENTO		
FACILITADOR							
ADILSON							
FLUXO	TAREFAS CRÍTICAS	PR	PO	Q1	ATIVIDADES CRÍTICAS		
1	SELECIONAR MATERIAL	X			1-Checar etiqueta do fio	X	
4	REGULAR A MÁQUINA		X		2-Número de pulsos correto	X	
			X		3-Distância entre as farpas	X	
			X		4-Comprimento das farpas	X	
5	PRODUZIR	X	X		5-Parte maior dos roletes paralelos com 0,5 mm de folga entre si	X	
	(INSPECIONAR O ROLO DE ARAME)	X	X		6-Posicionamento correto dos fios	X	
			X		7-Sistema de freio funcionando corretamente	X	
			X		8-Número de pulsos	X	
			X		8-Peso do rolo	X	
			X		9-Comprimento do rolo	X	
			X		10-Instrumentos de medição aferidos	X	
				X	11-Massa linear do Fio-Máquina	X	
				X	12-Procedimentos de medição do comprimento do rolo	X	
○ Criar		PO - Padrão Operacional					
⊗ Revisar		PR - Procedimento de Rotina					
X OK							

Figura 43 - Matriz de tarefas críticas

O passo seguinte foi o planejamento da data das auditorias. Para isto foi utilizada a planilha do Cronograma de Auditorias. Na planilha ficaram registradas as semanas do ano em que foram programadas as auditorias de cada operador, com os padrões das tarefas críticas.

Nas auditorias seguintes, foi verificado se as pendências estavam sendo cumpridas no prazo.

5.6 Controle Estatístico de Processo

O controle estatístico de processo crítico foi realizado através da aplicação de cartas de controle. Foram seguidas as etapas do método, conforme relatado a seguir:

5.6.1 Definição das Características e Tipo de Controle

Nesta etapa foram detalhadas as características a serem monitoradas, distinguidas entre características do produto ou parâmetros do processo. A Figura 46 apresenta a definição dos parâmetros de controle:

CARACTERÍSTICA	NATUREZA	TIPO	CLASSIFICAÇÃO	CONTROLE	ESPECIFICAÇÃO	ALVO
COMPRIMENTO	VARIÁVEL	NOMINAL	CARCT. QUAL.	CARTA X-AM	400 - 420 metros	410
PESO DO ROLO	VARIÁVEL	NOMINAL	PAR. PROCESSO	INSPEÇÃO	29,5 - 32,0 kg	30,75
DIST. ENTRE FARPAS	VARIÁVEL	NOMINAL	PAR. PROCESSO	ITEM VERIFICAÇÃO	120 - 135 mm	128
COMPRIMENTO FARPA	VARIÁVEL	NOMINAL	PAR. PROCESSO	ITEM VERIFICAÇÃO	14 - 24 mm	18
MASSA LINEAR	VARIÁVEL	NOMINAL	PAR. PROCESSO	INSPEÇÃO	70 - 75 g/m	72,5

Figura 46 - Definição da característica do produto e dos parâmetros do processo

Definiu-se que o comprimento de arame do rolo seria monitorado com o uso de carta de controle por indivíduos e amplitude móvel, com amostragem a cada duas horas. Estudou-se utilizar amostras de tamanho maior, mas como cada rolo leva cerca de 20 minutos para ser produzido, um tamanho de amostra maior como $n=3$ ou $n=5$ levaria de uma a uma hora e meia para ser amostrado, tornando o acompanhamento inviável. A Figura 47 apresenta o modelo de carta por indivíduos e amplitude móvel (X-AM) utilizado no projeto.

As características Peso do Rolo e Massa Linear passaram a ser inspecionadas diariamente, conforme o padrão Q1 sobre forma de amostragem do comprimento do rolo.

5.6.2 Avaliação da Capacidade do Sistema de Medição

Esta etapa foi realizada e apresentada no item 5.4.2.

5.6.3 Definição do Posto de Controle

O registro dos dados do comprimento passou a ser feito na carta de controle pelos operadores. Foi projetado um suporte metálico para as cartas de controle com a base inclinada em 30 graus e apropriado para ser fixado em parede ou na máquina. O objetivo do suporte é facilitar o manuseio das cartas de controle e deixá-las em local visível, acessível e próximo aos operadores. Para a medição do comprimento foi utilizado o posto de controle comentado no item 5.4.2. A Figura 48 mostra o suporte para as cartas de controle.

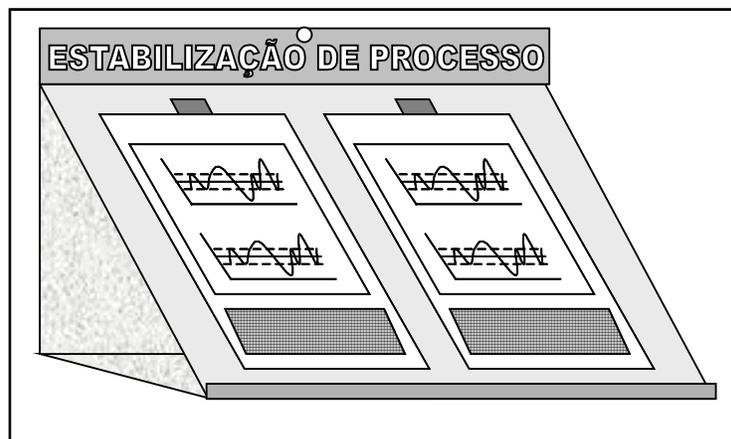


Figura 48 - Suporte para as cartas de controle

5.6.4 Definição das Responsabilidades

Os operadores receberam a responsabilidade pela coleta dos dados, pelo preenchimento das cartas de controle e do diário de bordo. Devem também identificar a origem das causas especiais apontadas no gráfico de controle e tomar ações corretivas.

O acompanhamento no uso das cartas, a coleta e análise das cartas preenchidas foram realizadas pelo facilitador de rotina.

O gerente verificou, mensalmente, o desempenho das cartas de controle e a efetividade das ações tomadas sobre as causas especiais. Também analisou e dispôs recursos para tratar as causas comuns, com auxílio da equipe técnica.

5.6.5 Treinamento

O nível operacional recebeu treinamento de Controle Estatístico de Processo Básico com duração de 20 horas. O conteúdo era composto por:

- Introdução ao CEP;
- Variação e Distribuição Normal;
- Causas Comuns e Especiais;
- Cartas de Controle;
- Análise de estabilidade e diário de bordo.

O treinamento foi realizado apenas com os operadores da máquina 5, em nível teórico e prático. Foram aplicados exercícios das cartas de controle, utilizando exemplos e dados reais do arame farpado para simular sua aplicação.

Os facilitadores e gerentes receberam treinamento de Controle Estatístico de Processo Avançado com duração de 40 horas. O conteúdo era composto por:

- Introdução ao CEP;
- Variação de Processos;
- Distribuição Normal;
- Raciocínio Estatístico: causas comuns e especiais;
- Cartas de Controle por Variáveis e Atributos;
- Análise de Estabilidade;
- Análise de Capacidade.

Os treinamentos estavam sob a responsabilidade e foram ministrados pelo facilitador da área de Desenvolvimento da Qualidade.

5.6.6 Implantação do Controle Estatístico de Processo

A implantação da carta de controle foi realizada no início do turno do primeiro dia útil da semana de implantação, para que os operadores tivessem um

acompanhamento integral dos facilitadores. O apoio e esclarecimento das dúvidas nesta etapa inicial foram fundamentais para que o operador se ambientasse com o uso e absorvesse corretamente os novos procedimentos de inspeção do produto e controle do processo.

As cartas de controle foram disponibilizadas para uso dos operadores com a linha central e os limites de controle já assinalados e calculados com base num levantamento de dados antes da implantação das cartas. Estas linhas eram recalculadas periodicamente quando havia uma evolução significativa no processo.

O teste de normalidade da Figura 49 mostra que, no momento da implantação das cartas de controle, o processo estava com a distribuição normal. Este fato é atribuído aos resultados decorrentes das ações implementadas do plano de ação na etapa 4.

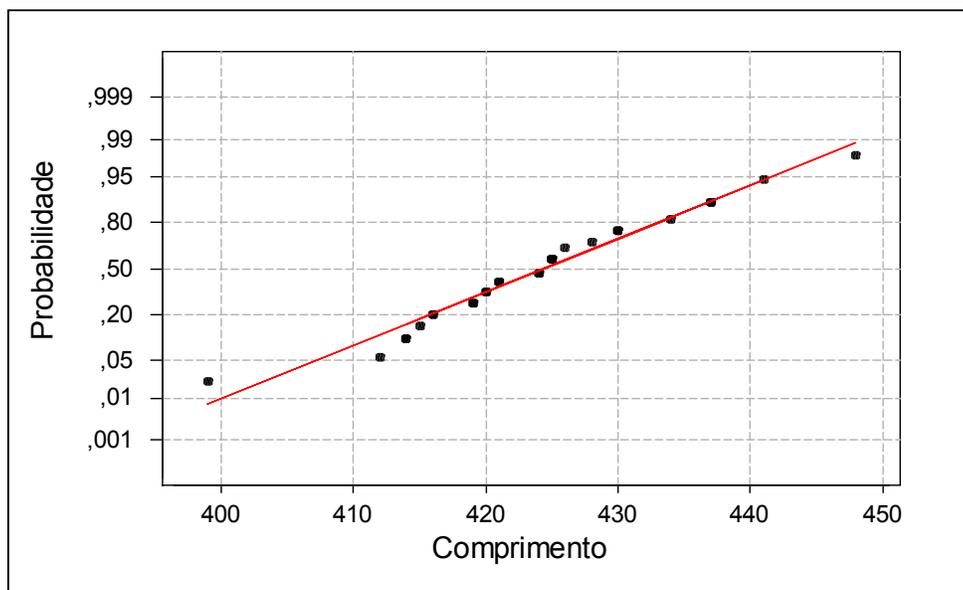


Figura 49 - Teste de normalidade na implantação da carta de controle

Na implantação da carta de controle, os dados apresentaram o desempenho mostrado na Figura 50.

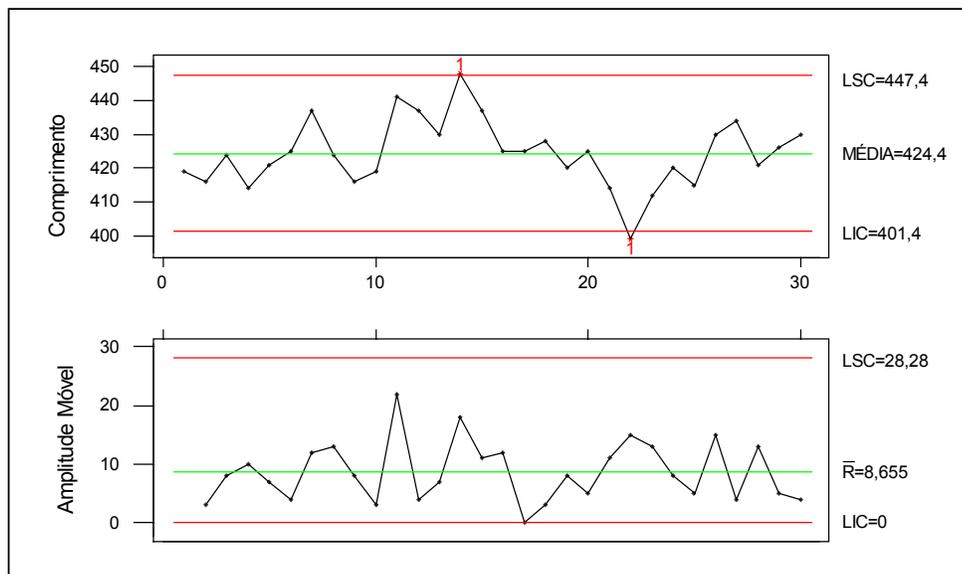


Figura 50 - Carta de controle para o comprimento do rolo na implantação do controle estatístico do processo

Observa-se que o processo apresentou um ajuste na média do comprimento em relação aos dados iniciais (gráfico seqüencial da Figura 29) de 443,1 m para 424,4 m e uma queda do desvio padrão de 9,87 m ($\sigma = R_b/d_2 = 11,13/1,128$) para 7,67 m ($= 8,65/1,128$) equivalente a 22,3 % de redução na variabilidade.

O gráfico em Boxplot (que subdivide os dados em quatro quartis) da Figura 51 mostra a diferença entre as médias da situação inicial e após a execução do plano de ação.

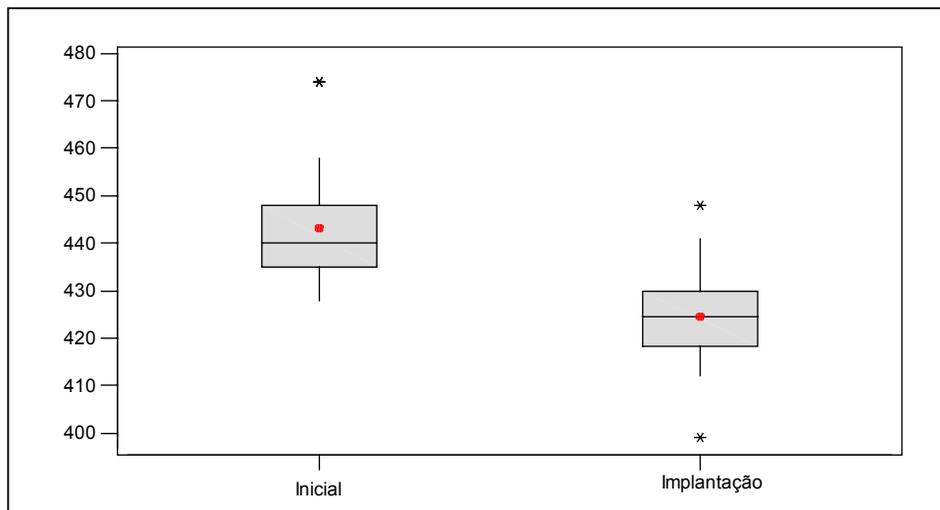


Figura 51 - Boxplot para os dados iniciais e na implantação da carta de controle do comprimento do rolo

O processo era instável e a média era deslocada em relação ao alvo de 410 metros.

O permanente monitoramento dos resultados através da carta de controle; a avaliação constante da estabilidade do processo; as ações tomadas no processo, na correção das causas especiais; os procedimentos padronizados e homogêneos entre operadores; o controle dos parâmetros de processo; e a melhoria gradativa das condições do equipamento, na medida em que as ações do plano eram concluídas, levaram a uma melhor centralização e à estabilidade do comprimento do arame farpado no rolo de 400m.

A Figura 52 apresenta a carta de controle com o processo estável:

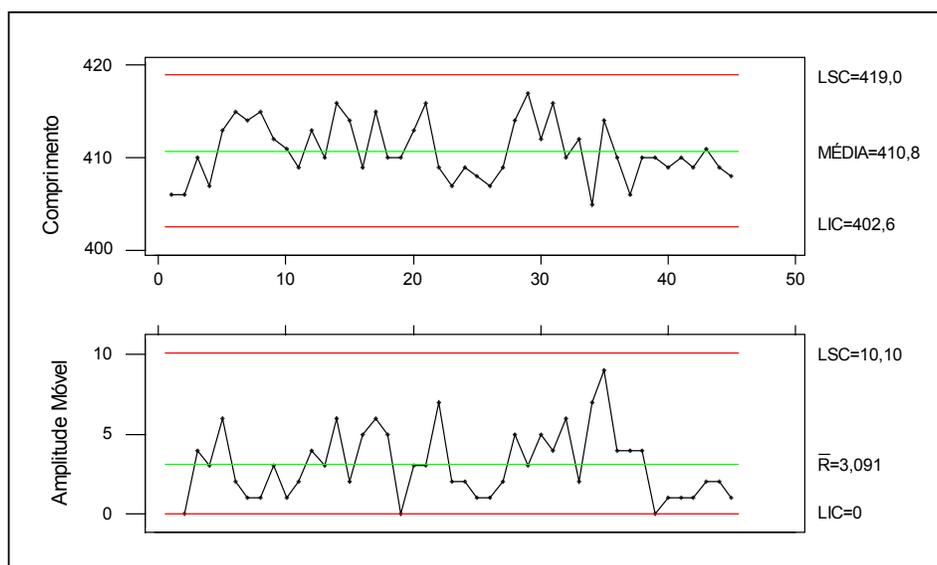


Figura 52 - Carta de controle do comprimento do rolo com o processo estável

Foi aplicado o teste de normalidade e verificou-se que a distribuição é normal. O teste é apresentado na Figura 53.

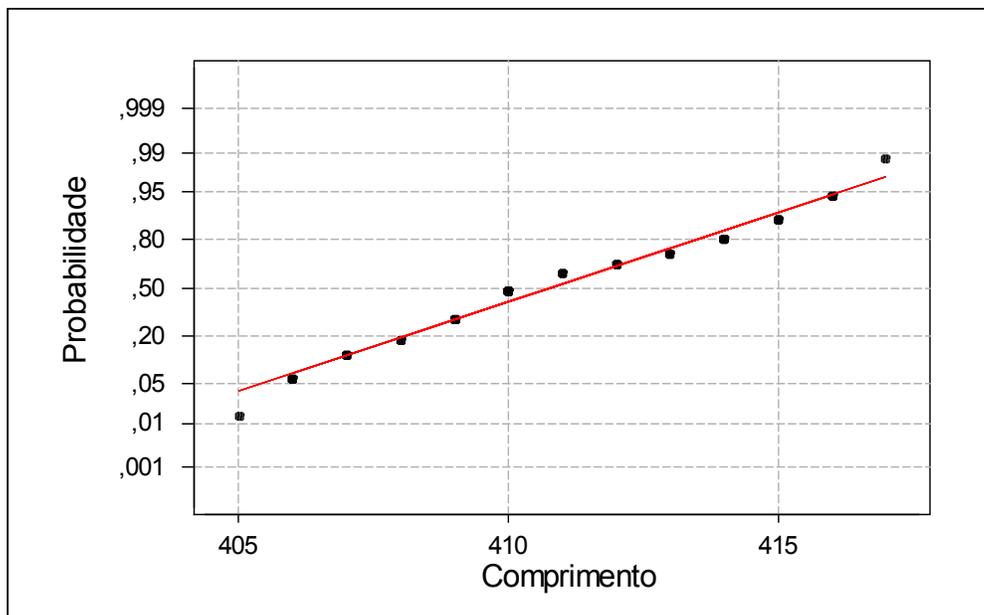


Figura 53 - Teste de normalidade para o processo estável

Com o processo estável, foi possível calcular a capacidade do processo e mensurar o índice de peças fora da especificação.

A Figura 54 apresenta os dados da análise e sua representação gráfica:

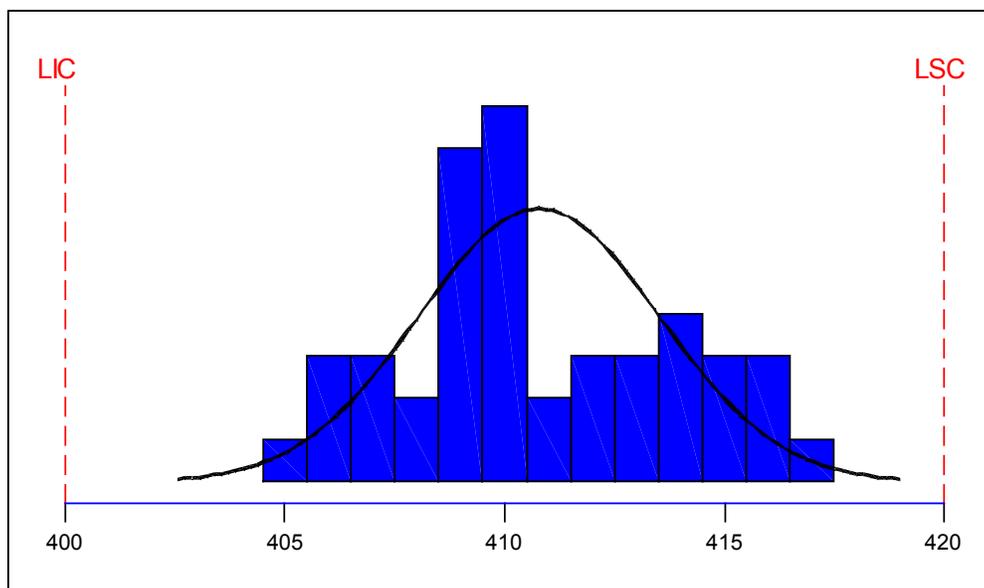


Figura 54 - Análise da capacidade do processo

Pode-se observar que a média do processo atual de 410,77 m está praticamente sobre o alvo. O desvio padrão do processo está em 2,74 metros, representando uma redução significativa na variabilidade do comprimento de 72,2% em relação à situação inicial do projeto.

O gráfico em Boxplot da Figura 55 mostra a diferença entre as médias do comprimento na implantação das cartas de controle e após o processo estar estabilizado.

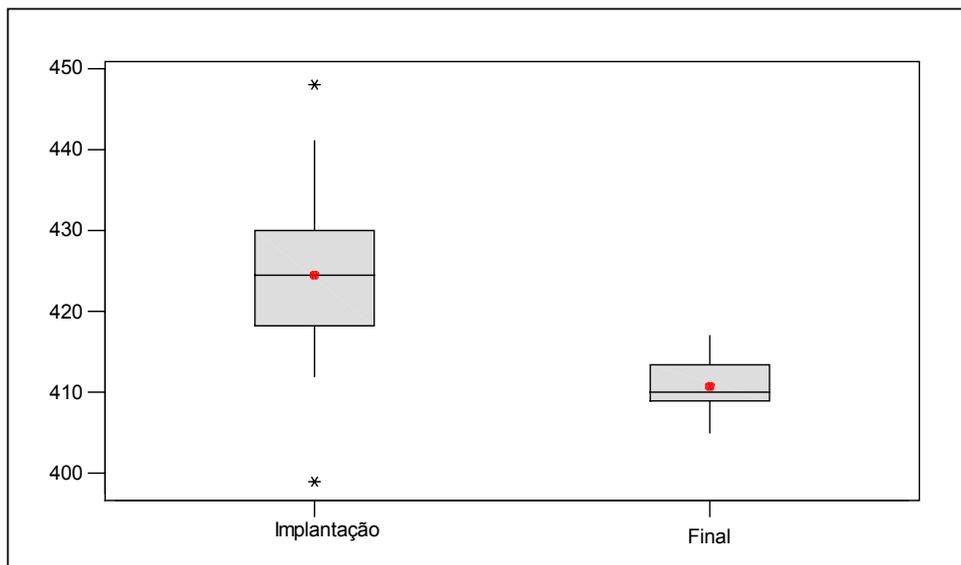


Figura 55 – Boxplot do comprimento do farpado no momento da implantação da carta de controle depois do processo estar estabilizado.

A análise da capacidade do comprimento do rolo apresentou os índices $C_p = 1,22$ e $C_{pk} = 1,12$. O valor de C_{pk} está abaixo do índice de 1,33 para o processo ser considerado capaz. O índice de capacidade passou a ser avaliado periodicamente pelos facilitadores e gerente, para tomada de ações gerenciais sobre o processo.

Observa-se também que o processo passou a ter um índice de zero rolos com o comprimento fora da especificação. Com base na tabela de distribuição normal, calculou-se que a probabilidade de ocorrerem peças fora da especificação era de 0,04 %.

Na etapa de planejamento, item 5.1.1, estabeleceu-se como meta do projeto um processo estável, com índice de desclassificação menor ou igual a 1%.

5.7 Tratamento de Anomalias

5.7.1 Treinamento

A implantação do tratamento de anomalias foi realizada imediatamente após a implementação da carta de controle, na etapa de estabilização de processo, e iniciou com o treinamento dos facilitadores e operadores, com duas horas de treinamento, ministrado pelo facilitador da área de Desenvolvimento da Qualidade. O treinamento básico é composto por uma visão geral da estabilização de processos com o entendimento de suas etapas básicas e da aplicação do Relatório de Anomalias.

5.7.2 Implantação do Tratamento de Anomalias

Toda causa especial, considerada uma anomalia, passou a ser analisada no local de trabalho, pelos operadores com o facilitador de rotina. A abertura do relatório de anomalia assegurou o cumprimento das etapas básicas da metodologia de solução de problemas.

Os relatórios de anomalia foram conduzidos pelo facilitador de rotina e acompanhados periodicamente pelo gerente da área.

As Figuras 56 e 57 mostram a frente e o verso do Relatório de Anomalia aplicado ao tratamento de uma causa especial.

TRATAMENTO DE ANOMALIA

ÁREA <i>Trefila</i>	NÚMERO <i>0004</i>
-------------------------------	------------------------------

CÉLULA: <i>Farpado</i>	TURMA: <i>P</i>	IDENTIFICADO POR: <i>Paulo</i>	DATA: <i>07/09</i>
PRODUTO (X)	PROCESSO ()	CRÔNICAS ()	
PRODUTO <i>Arame farpado 400 m</i>	PARAMETRO FORA DE CONTROLE	MOTIVO	
BITOLA/QUALIDADE: -----	PRODUTO/BITOLA/QUALIDADE		
LOTE: -----	LOTE		
QUANTIDADE <i>15 rolos</i>	QUANTIDADE		
CLIENTE/FORNECEDOR: -----	EQUIPAMENTO		
DESCRIÇÃO DA ANOMALIA			
<i>7 pontos em seqüência abaixo da média na carta de controle</i>			
DISPOSIÇÃO (REMOÇÃO DO SINTOMA)			
PARA PRODUTO:			
<input type="checkbox"/> SUCATEAR	QUANTIDADE	DÉBITO PARA A ÁREA	
<input type="checkbox"/> RECLASSIFICAR	QUANTIDADE	RECLASSIFICADO PARA	
<input type="checkbox"/> LIBERAR SOB CONCESSÃO	QUANTIDADE	CLIENTE E CONTATO	
<input checked="" type="checkbox"/> RECUPERAR	QUANTIDADE <i>15 rolos</i>	RESULTADO DA REVERIFICAÇÃO	
COMENTÁRIOS:			
NOME DO RESPONSÁVEL PELA DISPOSIÇÃO: <i>Adilson</i>			DATA: <i>08/09</i>
OBSERVAÇÃO DA ANOMALIA			
(O QUE FOI OBSERVADO NO MOMENTO DA ANOMALIA?)			
<i>Houve entupimento com zinco na canaleta de entrada dos fios da cordoalha provocando tranca-</i>			
<i>mentos na saída do arame pronto.</i>			

Figura 56 - Frente do relatório de anomalia aplicado ao tratamento de uma causa especial

ANÁLISE DAS CAUSAS (POR QUE OCORREU A ANOMALIA?)			
ANALISE OS PORQUÊS DA(S) PRINCIPAL(IS) CAUSA(S) ESCOLHIDA(S):			
1-POR QUÊ? <i>Excesso de zinco acumulado na canaleta</i>	1-POR QUÊ? <i>Excesso de zinco acumulado na canaleta</i>		
2-POR QUÊ? <i>Canaleta com rasgo de entrada muito apertado</i>	2-POR QUÊ? <i>Roletes de entrada desalinhados</i>		
3-POR QUÊ? <i>Projeto inadequado da canaleta</i>	3-POR QUÊ? <i>Roletes de entrada mal alinhados</i>		
4-POR QUÊ?	4-POR QUÊ?		
5-POR QUÊ?	5-POR QUÊ?		
PLANO DE AÇÃO			
O QUE ?	QUEM ?	QUANDO ?	SITUAÇÃO
1- Reprojeter e testar canaleta com largura de rasgos maiores	Sérgio	12 / set	OK
2- Trocar posição do conjunto de roletes tensionadores	Adílson	10/set	OK
3-			
4-			
5-ELABORAR / REVISAR PADRÕES			
6- TREINAR / RETREINAR PESSOAL			
VERIFICAÇÃO DA EFICÁCIA			
QUEM VERIFICA ? <i>Adílson</i>		QUANDO ? <i>15/set</i>	
EVIDÊNCIAS DO BLOQUEIO:			
<i>Verificadas nas 2 semanas seguintes o nível de entupimento da canaleta. Não houve reincidência</i>			
NOME E VISTO: <i>Adílson</i>		DATA: <i>30/set</i>	
CONCLUSÃO			
<i>As causas do entupimento da canaleta foram bloqueadas com as ações tomadas</i>			
NOME E VISTO: <i>Jean</i>		DATA: <i>30/set</i>	

Figura 57 - Verso do relatório de anomalia aplicado ao tratamento de uma causa especial

5.8 Conclusão

O projeto atendeu às metas propostas para o período planejado. O processo se encontra estável e com índice de desclassificação abaixo de 1%.

Embora a meta tenha sido atingida, o grupo de trabalho continuará utilizando as cartas de controle, buscando reduzir mais as variações por causas especiais e comuns do processo, para melhorar a capacidade e atingir ou superar o índice de $Cpk = 1,33$.

A eficácia dos resultados obtidos consolidou o projeto de estender a estabilização da máquina 5 para as demais máquinas que produzem arame farpado. Para isso serão realizados os 8 passos da estabilização. Algumas etapas devem ocorrer de forma mais acelerada, por já serem conhecidas e as melhorias nos equipamentos serem rapidamente implementadas, porque são semelhantes à máquina 5.

Para garantir a melhoria contínua e a eficácia da metodologia, além de gerenciar a continuidade do projeto de estabilização de processos, foi implementado o padrão de gerenciamento da rotina através da estabilização de processos. A Figura 58 apresenta o modelo do padrão de gerenciamento citado.

PADRÃO DE GERENCIAMENTO DA ROTINA

PG-100.001	0
------------	---

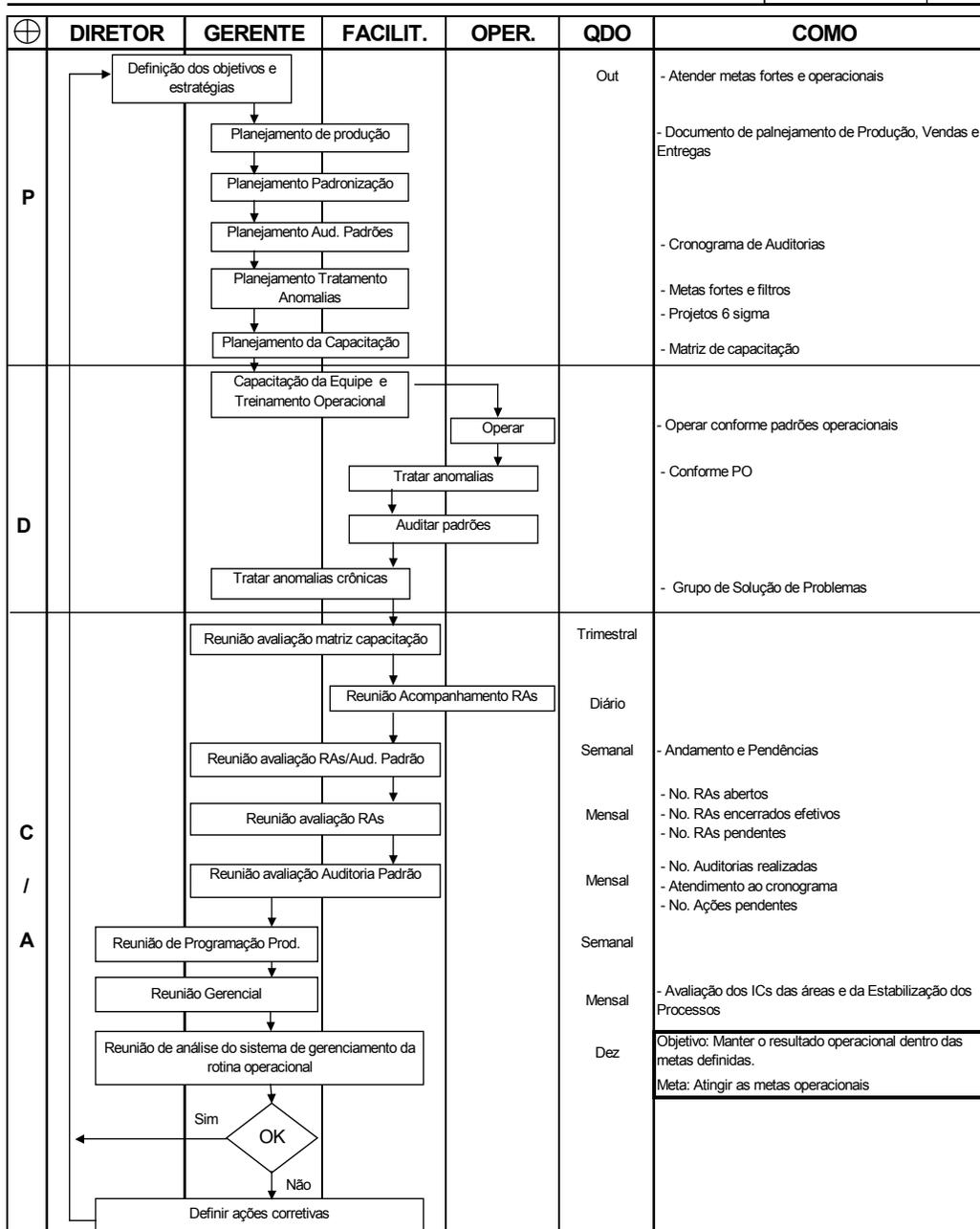


Figura 58 - Padrão de gerenciamento da rotina através da metodologia de estabilização de processo

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.1 Conclusões

Esta dissertação apresentou um modelo conceitual para o gerenciamento da rotina através da estabilização do processo.

O modelo proposto tem como base o entendimento de que as atividades básicas do gerenciamento da rotina são: o controle para manter os resultados dentro de uma faixa, denominada meta-padrão, e o controle para melhorar os resultados de tal forma a atingir uma nova meta que indique um desempenho superior.

Para se obter esses resultados é necessário organizar a equipe nas funções operacionais e gerenciais. O controle para manter é executado pelas funções operacionais, e suas principais atividades são: a padronização, o treinamento operacional, o tratamento de anomalias, a auditoria de padrão e o controle estatístico de processo.

O controle para melhorar é conduzido pelas funções gerenciais, e suas principais atividades são: estabelecer uma meta de melhoria, identificar as causas da diferença para a meta e conduzir um plano de ação para efetivá-la.

Anomalias crônicas, identificadas como causas comuns, são tratadas pela função gerencial através da avaliação de suas causas e elaboração de um plano de ação, e as anomalias pontuais, identificadas como causas especiais, são resolvidas pela função operacional através do tratamento de anomalias.

Outro ganho inerente à aplicação do controle estatístico, que busca a estabilidade do processo no gerenciamento para manter, é proporcionar uma melhoria gradativa, pela redução contínua da variabilidade dos parâmetros operacionais, levando a atingir resultados com patamares superiores, medidos pelos índices de capacidade.

Com a implementação da metodologia de estabilização de processo na produção do arame farpado, o processo foi mapeado, os principais fatores que afetam o resultado foram analisados e divulgados em reunião aos participantes do projeto, levando a todos os conhecimentos acumulados, de maneira estruturada.

A padronização das operações do arame farpado foi revisada detalhadamente. Padrões foram revisados e elaborados, levados ao conhecimento dos operadores através do treinamento das tarefas críticas. Locais adequados e próximos aos operadores foram definidos para facilitar o acesso aos padrões.

Foram eliminados todos os pontos de variação provenientes do equipamento como folgas, desgastes, dispositivos inoperantes e ineficientes.

Foi revisado o sistema de manutenção corretiva e implementada a manutenção preditiva na máquina.

O trabalho em conjunto, no cumprimento das tarefas, e a participação da equipe nas etapas da estabilização levou a todos os participantes os conhecimentos sobre a metodologia de análise de processo, gerenciamento de ações corretivas, aplicação de ferramentas estatísticas, métodos de auditoria, de tratamento de anomalias e principalmente de trabalho em equipe. Isto pode ser observado, inicialmente, pela evolução na eficácia das reuniões, que passaram a ser mais participativas e produtivas ao longo do projeto.

Algumas oportunidades de melhoria puderam ser identificadas no decorrer do trabalho. Uma das principais diz respeito ao bom planejamento dos recursos disponíveis e do comprometimento dos membros da equipe e alta direção com as metas do projeto. As seguintes dificuldades ocorridas alertam para este aspecto: tarefas do plano de ação que não foram concluídas no prazo e tiveram que ser gerenciadas; reuniões que não puderam contar com todos os participantes convocados; auditorias de padrão que não foram realizadas na data prevista; o tempo de assessoria dada aos operadores na implantação das cartas de controle, que ficou aquém do planejado e o tratamento de anomalias que não tiveram todas as ações concluídas no prazo.

6.2 Sugestões para Trabalhos Futuros

A validação do modelo, através do estudo de caso, permitiu identificar alguns pontos que poderiam constituir melhorias para trabalhos futuros, como segue:

- a- Identificar os projetos para aplicar a metodologia de estabilização de processos através da voz do cliente, obtida por uma pesquisa de mercado;

- b- Desdobrar as expectativas dos clientes em requisitos técnicos de qualidade, através da utilização da Matriz da Qualidade;
- c- Aplicação de outras técnicas e ferramentas estatísticas para avaliar o resultado de modificações no processo, como teste de hipótese e análise de variância;
- d- Aplicação de técnicas e ferramentas de otimização de processo com a aplicação de projeto de experimentos para delinear novas formas ou parâmetros de operação;
- e- Implementação de software de controle estatístico de processo para aplicação na operação, substituindo as cartas de controle em papel e facilitando a análise e o monitoramento dos dados;
- f- A exploração do tema “Padronização”, não aprofundado nesta dissertação. A padronização é um aspecto fundamental na manutenção de resultados e um estudo de sua estruturação na empresa, e da qualidade e eficácia dos padrões existentes, é pertinente.
- g- Da mesma forma, o tema “Treinamento” não constituiu o foco desta dissertação. O treinamento adequado é fundamental para transmissão dos conhecimentos contidos no padrão para o operador, a fim de habilitá-lo da melhor forma possível para a execução da tarefa. A forma de detectar as necessidades das pessoas e da empresa, as diferentes formas de se aplicar um treinamento ou levar o conhecimento ao público alvo, a avaliação da eficácia do treinamento e o gerenciamento da capacitação das pessoas são temas abrangentes e relevantes.

REFERÊNCIAS

- 1 AKAO, Y. Desdobramento das diretrizes para o sucesso do TQM. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1988.
- 2 BARRETO, Y. Como treinar sua equipe. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1995.
- 3 BOOG, G.G. Manual de treinamento e desenvolvimento. São Paulo: McGraw Hill do Brasil, 1980.
- 4 BOOG, G.G. Manual de treinamento e desenvolvimento 2. ed. São Paulo: McGraw Hill do Brasil, 1995.
- 5 CAMPOS, V.F. TQC: controle da qualidade total (no Estilo Japonês). Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1992.
- 6 CAMPOS, V.F. Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia. 7. ed. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1999.
- 7 CAMPOS, V.F. Gerenciamento pelas diretrizes (Hoshin Kanri). Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1996.
- 8 CAMPOS, V.F. Qualidade total: padronização de empresas. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1990.
- 9 CATEN, C.S. Controle integrado da qualidade em processos de manufatura de revestimentos cerâmicos. 1999. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- 10 CATEN, C.S.; RIBEIRO, J.L; FOGLIATTO, F.S. Implantação do controle integrado de processos. Revista Produto e Produção, v. 4, n. 1, p. 22-39, fev. 2000.
- 11 DELLARETTI FILHO, O.; DRUMOND, F.B. Itens de controle e avaliação de processos. 2. ed. Minas Gerais: Fundação Christiano Ottoni, 1994.
- 12 DEMING, W.E. Qualidade: a revolução da administração. Rio de Janeiro: Marques-Saraiva, 1990.
- 13 DEMING, W.E. Controle estatístico de processo na Ford: apostila de treinamento básico de controle estatístico de processo na Ford Motors Company. Chicago: [s.n.], 1984.
- 14 GHINATO, P. Sistema Toyota de produção. Caxias do Sul: EDUCS, 1996.

- 15 GRIFFITH, G.K. Statistical process control methods for long and short runs. 2. ed. Milwaukee: ASQC Quality Press, 1996.
- 16 JURAN, J.M. Juran na liderança pela qualidade. São Paulo: Pioneira, 1989.
- 17 JURAN, J.M.; GRZYNA, F.M. Juran's quality control handbook. – 4. ed. New York: McGraw-Hill, 1989.
- 18 ISHIKAWA, K. What is total quality control?: the japanese way. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1985.
- 19 KUME, H. Métodos estatísticos para melhoria da qualidade. São Paulo: Gente, 1993.
- 20 MONTGOMERY, D.C. Introduction to statistical quality control. 3. ed. New York: John Wiley, 1996.
- 21 MOREIRA, L.C. Qualidade em serviços: apostila de treinamento da Gerdau S.A. Porto Alegre: [s.n.], 1992.
- 22 PIEROZAN, L., Estabilização de processos: um estudo de caso no setor de pintura automotiva. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- 23 PIRES, V.T. Implantação do controle estatístico de processo em uma empresa de manufatura de óleo de arroz. 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- 24 RIBEIRO, J.L.; CATEN, C.S. Controle Estatístico de Processos - Apostila de Curso. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Porto Alegre: UFRGS, 2000.
- 25 RIBEIRO, J.L.; CATEN, C.S.; FRITSCH, C. Controle integrado de processos. Revista Produto e Produção. v. 2, n. 3, p. 160-175, out. 1998.
- 26 ROESCH, S.M.A. A dissertação de mestrado em administração: proposta de uma tipologia. Porto Alegre: UFRGS, 1994.
- 27 STIMSON, N. Treinando seus funcionários. São Paulo: Clio, 1994.
- 28 TAGUE, N.R. The quality toolbox. Milwaukee: ASQC Quality Press, 1994.
- 29 WERKEMA, M.C.C. As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos. Belo Horizonte: EDG, 1995.
- 30 WERKEMA, M.C.C. Avaliação da qualidade de medidas. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1996.

31 WHEELER, D.J. Understanding variation: the key to managing chaos. Knoxville: SPC Press, 1993.

32 WHEELER, D.J.; CHAMBERS, D.S. Understanding statistical process control. Knoxville, Tennessee: 1992.

GLOSSÁRIO

Amostra – É um conjunto de peças que serão avaliadas quanto a um determinado item de controle (característica de qualidade).

Atributos – São itens de controle que são comparados com um certo padrão e são classificados como conforme ou não-conforma o padrão. Podem assumir apenas valores discretos.

Auditoria de padrão – Metodologia para averiguar a efetividade do sistema de padronização. São verificadas a qualidade dos padrões e sua aplicação na pelos operadores.

Capacidade do Processo – Um processo é considerado capaz quando consegue fabricar peças conforme as especificações exigidas pela área técnica ou pelos clientes.

Características da Qualidade – São itens de controle que avaliam o desempenho do processo de manufatura. As características de qualidade podem ser características intermediárias do processo ou características finais do produto.

Cartas de Controle – São gráficos onde se registra uma série temporal da característica de qualidade e compara-se com os limites de controle. Também chamadas de gráficos de controle.

Causas Comuns – São as diversas pequenas causas de variação que estão sempre presentes em todos os processos. Elas são mais difíceis de identificar e eliminar e são responsáveis pela variabilidade inerente ao processo.

Causas Especiais – São causas imprevisíveis que provocam grandes variações no resultado do processo e por isso devem ser identificadas e neutralizadas. Também chamadas de causas atípicas.

Controle Estatístico de Processo – É um sistema de inspeção por amostragem realizada ao longo do processo, com o objetivo de verificar a presença de causas especiais.

Capacidade Real (C_{pk}) – É um índice adimensional que avalia a capacidade efetiva do processo produzir peças conforme as especificações.

Capacidade Potencial (C_p) - É um índice adimensional que avalia a capacidade potencial do processo produzir peças conforme as especificações. É a capacidade do processo caso a média do processo coincida com o valor nominal das especificações.

Estabilidade do Processo – Um processo estável é aquele que apresenta sempre o mesmo comportamento aleatório ao longo do tempo.

Limites de Controle – São linhas registradas nas cartas de controle que representam a variabilidade do processo, associada com as causas comuns da variabilidade.

Meta-Padrão – Uma meta para manter consta de uma faixa aceitável de valores para o item de controle considerado, representando especificações de produtos provenientes dos clientes internos e externos da empresa. As metas para manter são denominadas Metas Padrão.

Parâmetros de Processo – São aspectos do processo que podem ser controlados pelos técnicos e operadores do processo e que possivelmente têm algum efeito sobre o resultado do processo.

PDCA (ciclo do) – Significa Planejar, executar, checar e agir corretivamente. Metodologia utilizada para gerenciar o processo quando se busca sua melhoria

contínua ou manutenção dos resultados (neste caso denominado SDCA onde s é a padronização).

Padrão de Gerenciamento – São as etapas do ciclo PDCA aplicado ao gerenciamento da metodologia. Visa avaliar periodicamente o sistema a fim de garantir melhorias contínuas.

Processo – É uma seqüência ordenada e sucessiva de tarefas que tem como finalidade a elaboração de um produto ou serviço e geram um resultado. O processo tem um início e um fim bem definidos e um responsável pelo seu resultado.

Processo Crítico – É o processo associado ao problema ou meta que se quer atingir.

Tratamento de Anomalias – Metodologia baseada no PDCA para solução de problemas que atua e registra as etapas corretivas no relatório de anomalias.

Variáveis – São itens de controle que são medidos através de um sistema de medição e podem assumir quaisquer valores dentro de um intervalo.