

UM ESTUDO DA QUALIDADE DO PROCESSO DE FIAÇÃO POR MEIO DE TÉCNICAS DE CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO - CEP

Roberta Araujo Resende

Escola de Engenharia de São Carlos - USP.

Av. Dr. Carlos Botelho, 1465 - Cx. P. 359 - CEP. 13560-970 - São Carlos - SP. Tel: (016) 2739333

e-mail: robertaresende@zipmail.com.br

Mestranda em Engenharia de Produção.

Luiz Cesar Ribeiro Carpinetti

Escola de Engenharia de São Carlos - USP.

Av. Dr. Carlos Botelho, 1465 - Cx. P. 359 - CEP. 13560-970 - São Carlos - SP. Tel: (016) 2739333

e-mail: carpinet@prod.eesc.sc.usp.br

Professor Doutor em Engenharia de Produção.

ABSTRACT

The use of techniques and tools of Statistical Process Control (SPC) is very important in modern industry. This paper presents the application of the SPC in the spinning process of a textile industry to evaluate the process, suggesting corrective actions when of the occurrence of especial causes of variation and proposing projects for improvement.

KEYWORDS: Quality, Statistical Process Control, Textile Industry.

RESUMO:

O artigo apresenta o uso de técnicas e ferramentas de Controle Estatístico de Processo (CEP) a fim de avaliar o processo de fiação numa indústria têxtil de médio porte, possibilitando o surgimento de oportunidades de melhoria ou aparecimento de problemas a serem resolvidos tal que o processo possa ser aprimorado.

O trabalho começa mostrando a grande importância da melhoria dos processos produtivos. Baseado em estudo bibliográfico apresenta algumas definições importantes referentes às técnicas de Controle Estatístico de Processo. Em sequência relata a aplicação dessas técnicas na empresa estudada, detalhando os passos seguidos e os resultados e conclusões obtidas.

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, as ofertas de produtos de consumo e bens duráveis tornaram-se cada vez maiores que a demanda, levando a maior parte dos sistemas produtivos a funcionar com ociosidade. Além disso, a demanda tornou-se diferenciada devido ao perfil mais complexo da classe média que está cada vez mais seletiva e exigente. Por outro lado, a recente abertura do mercado brasileiro para o exterior expôs a indústria nacional a concorrência mundial, atingindo duramente vários segmentos industriais.

Com essas alterações de mercado e a conseqüente crescente competitividade, empresas de diferentes setores tem procurado vantagens competitivas em qualidade, custo e prazos de entrega através do desenvolvimento de programas de gerenciamento da qualidade e certificação de sistemas da qualidade.

Fundamental para a obtenção dessas vantagens competitivas é a melhoria dos processos produtivos (JURAN, 1993). Processos com qualidade de conformação insatisfatória não conseguem ser competitivos em custo, no mínimo em decorrência dos altos índices de refugo e retrabalho; não conseguem ser competitivos em prazos de entrega, já que o volume de produção aceitável será imprevisível; e finalmente não conseguem também ser competitivos em qualidade, já que muito provavelmente a perda de qualidade de produtos (aceitos) resultantes de processos com qualidade de conformação insatisfatória, será maior em função da dispersão excessiva dos resultados (TAGUCHI, 1990).

No século XIX, os esforços para eliminar as variações inerentes ao processo eram muitas vezes bem sucedidas devido à simplicidade de seus produtos manufaturados. Atualmente, com a maior complexidade dos sistemas de fabricação e montagem, grande atenção é despendida no controle da variação das características do produto em torno do valor nominal (PROVOST e NORMAN, 1990).

O *Controle Estatístico de Processo (CEP)* é um método estatístico utilizado para controlar as variabilidades do processo, e, através do uso dos *Gráficos de Controle*, monitora as características dos produtos com relação aos limites de especificação.

Os *Gráficos de Controle*, ou também chamados *Cartas de Controle*, estabelecem uma técnica para aumentar a produtividade, atuam efetivamente na detecção de defeitos, previnem ajustes desnecessários no processo, estabelecem uma informação de diagnóstico e permitem o cálculo da capacidade do processo.

Este artigo apresenta o uso de técnicas estatísticas e ferramentas da qualidade a fim de avaliar o processo de fiação de uma indústria têxtil de médio porte e apontar ações corretivas para resolução de problemas e melhoria do processo.

Ele começa com algumas definições importantes referentes às técnicas de *Controle Estatístico de Processo (CEP)* e posteriormente detalha a aplicação dessas técnicas na empresa estudada, relatando os passos seguidos e os resultados e conclusões obtidas.

2. O CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO (CEP)

O *CEP* envolve o uso de técnicas estatísticas e ferramentas da qualidade para medir e avaliar sistematicamente um processo. Caso um determinado processo apresente uma situação indicativa de um estado de descontrole estatístico, ações corretivas devem ser determinadas e executadas de forma a restabelecer a estabilidade do processo. Após o restabelecimento do estado de estabilidade, é possível determinar a capacidade do processo de satisfazer as especificações ou requisitos dos clientes e, ainda, conduzir o processo a níveis de qualidade desejáveis.

O fluxograma da Figura 1 ilustra os passos gerais para o controle da qualidade por meio do *CEP* (SOUZA, 1996).

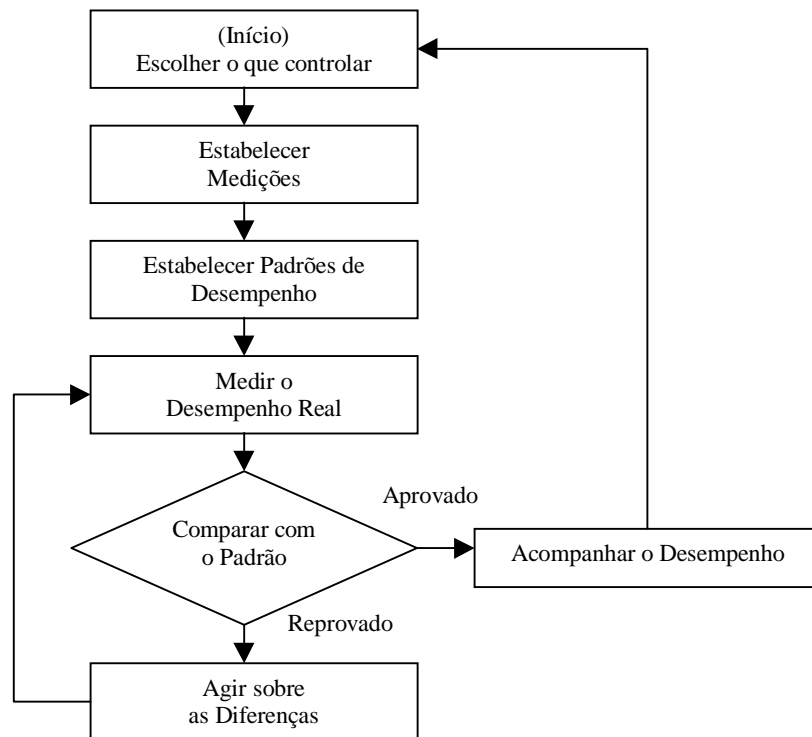


Figura 1: Passos gerais para o controle da qualidade por meio do *CEP*.

A melhoria da qualidade atua sobre os processos, produtos, serviços existentes afim de alcançar níveis de desempenho sem precedentes. Durante a fase de controle da qualidade, por meio do *CEP*, o desempenho é medido e avaliado. Isto possibilita o surgimento de oportunidades de melhoria ou aparecimento de problemas a serem resolvidos tal que o processo possa ser aprimorado. Acompanhar o processo sistematicamente é muito importante para evitar que problemas resolvidos reapareçam, porém o investimento na manutenção dos níveis atuais não assegura sua efetividade ao longo do tempo. É preciso buscar sempre o aprimoramento. Conforme o processo de melhoria da qualidade vai avançando, o *CEP* vai se tornando menos usado para a rotina de controle da qualidade e mais usado como ferramenta para melhoria da qualidade (MITRA, 1993; MONTGOMERY, 1991; SCHERKENBACH, 1993; SOUZA, 1996).

3. GRÁFICO DE CONTROLE

O *gráfico de controle* ou também chamado *carta de controle* é uma ferramenta para o monitoramento e para a avaliação da estabilidade de um processo (WERKEMA, 1995).

O *gráfico de controle* permite a distinção entre os dois tipos de causas de variação (comuns ou aleatórias, especiais ou assinaláveis), ou seja, informa se o processo está ou não sob controle estatístico. Ele processa e dispõe informações que podem ser utilizadas na identificação dessas causas.

Basicamente, o *gráfico de controle* é uma representação visual de uma característica da qualidade medida ou calculada para uma amostra de itens, grafada em função do número da amostra ou de alguma outra variável indicadora do tempo (ordem cronológica). Ele consiste de: uma linha média (*LM*); um par de limites de controle, um abaixo (limite inferior de controle - *LIC*) e outro acima (limite superior de controle - *LSC*) da linha média; e valores da característica da qualidade traçados no gráfico.

O processo está fora de controle quando: - os pontos caem fora dos limites de controle; - os pontos apresentam alguma configuração especial (configuração não aleatória).

4. CAPACIDADE DE PROCESSO

Um processo estável (sob controle estatístico) apresenta previsibilidade. No entanto, é possível que mesmo um processo com variabilidade controlada e previsível produza itens defeituosos. Logo não é suficiente simplesmente colocar e manter um processo sob controle. É fundamental avaliar se o

processo é capaz de atender às especificações estabelecidas a partir dos desejos e necessidades dos clientes. É justamente esta avaliação que constitui o estudo da capacidade do processo. Ainda pode-se observar que, se o processo não é estável, ele possui um comportamento imprevisível e portanto não faz sentido avaliar a sua capacidade (WERKEMA, 1995).

A capacidade do processo é definida a partir da faixa $\pm 3\sigma$, a qual é denominada faixa característica do processo. Se o processo estiver sob controle e se for verdadeira a suposição de normalidade, 99,73% dos valores da variável x de interesse devem pertencer a esta faixa. Então, para o estudo da capacidade do processo deve ser comparada esta faixa com as especificações.

A análise gráfica da capacidade de um processo consiste na comparação de histogramas e/ou gráficos sequenciais construídos para a característica da qualidade de interesse com os limites de especificação.

Um processo pode não ser capaz por apresentar: - elevada variabilidade; - média deslocada em relação ao ponto médio dos limites de especificação (valor nominal).

Outra forma de expressão da capacidade de um processo consiste no cálculo dos chamados índices de capacidade. Estes índices são números adimensionais que permitem uma quantificação do desempenho dos processos. Os índices de capacidade processam as informações de forma que seja possível avaliar se um processo é capaz de gerar produtos que atendam às especificações provenientes dos clientes internos e externos. Para utilizar os índices de capacidade é necessário que: - o processo esteja sob controle estatístico; - a variável de interesse tenha distribuição próxima da normal.

5. O CONTROLE DA QUALIDADE DO PROCESSO NA INDÚSTRIA TÊXTIL

O grau de variação e os tipos de defeitos passíveis de tolerância num determinado produto, dependem de fatores relacionados com o seu uso final. Os testes não supõem “de per si” nenhuma melhoria de qualidade, mas o correto emprego dos instrumentos pode conduzir a esse alvo, em paralelo com o aumento da produtividade, que por sua vez, diminuirá os custos da produção. Segundo VIEIRA (1988), cada vez mais se faz necessário contar com um sistema de qualidade na produção, pois a tendência, que se registra na Indústria Têxtil, é um menor espaço de tempo entre a entrada da matéria-prima e o produto acabado, maior produtividade mais amplo grau de

automatização, acompanhado da eliminação de muitas salvaguardas de qualidade, tendência essa que aumenta o risco da fabricação de produtos inaceitáveis.

Este trabalho é realizado dentro de uma empresa que opera no ramo têxtil, de capital nacional de médio porte e que opera no mercado há 50 anos. Seus principais produtos são: toalhas felpudas e aveludadas de algodão para banho, rosto, piso e praia; roupões e quimonos felpudos e aveludados de algodão. Sua capacidade de produção é em torno de 180 mil metros de tecido por ano, gerando 6 milhões de toalhas e 96 mil roupões e quimonos. Funciona ininterruptamente, em três turnos: 05:00 - 13:30 - 22:00 - 05:00.

A fábrica possui um sistema da qualidade certificado no padrão ISO 9002, tendo o BVQI como órgão certificador. Pretende-se a utilização de técnicas estatísticas com a finalidade de avaliar o processo, possibilitando o surgimento de oportunidades de melhoria ou aparecimento de problemas a serem resolvidos tal que o processo possa ser aprimorado.

Os setores de produção são divididos em: Fiação, Tinturaria, Preparação, Tecelagem, Aveludamento, Acabamento e Confecção. Dentro de cada área os processos de fabricação, formalizados em “folhas de processo”, apresentam formas de controle de qualidade de processos.

A Figura 2 apresenta o fluxograma do processo de fabricação de toalhas e roupões e seus pontos de controle de qualidade.

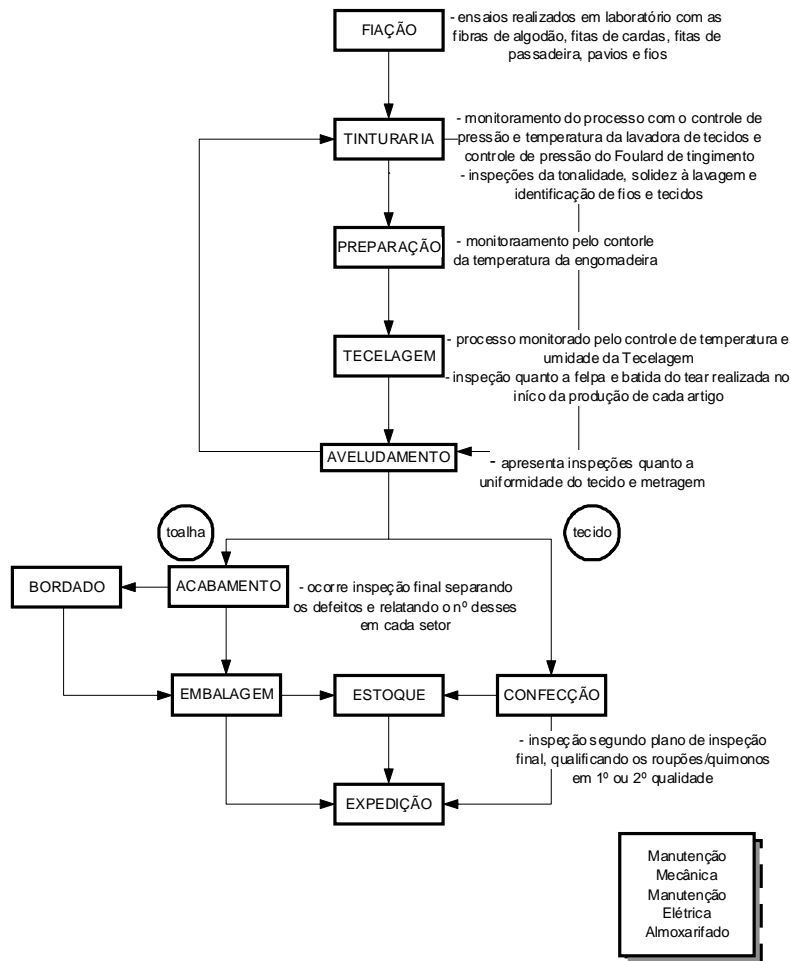


Figura 2: Fluxograma do processo de fabricação de toalhas e roupões e seus pontos de controle de qualidade.

Realizando-se uma avaliação das condições e disposições de cada setor produtivo da empresa, relacionada aos seus respectivos processos e formas de controle de processo; chegou-se à conclusão que a fiação é a melhor fase para um aperfeiçoamento do controle de qualidade do processo, por meio de ferramentas estatísticas e gerenciais, com possível aplicação de *Controle Estatístico do Processo (CEP)*, utilizando-se *Gráficos de Controle*. Os fatores determinantes desta decisão foram:

- É na fiação que se inicia o processo produtivo, dela sai o fio o produto acabado base, cuja qualidade é essencial para os processos subsequentes;
- O setor de fiação apresenta uma tecnologia relativamente avançada em relação aos outros setores da empresa;
- Apresenta processo produtivo definido e normalizado;
- Necessita de um controle adequado durante o processo, atuando nas causas e não nos efeitos;

- Possui um laboratório adequado, com aparelhos próprios para análises das amostras, desde o algodão até o fio, contando com operadores treinados;
- Interesse, disponibilidade e cooperação dos integrantes do setor.

6. O PROCESSO PRODUTIVO NA FIAÇÃO E SUA FORMA ATUAL DE CONTROLE DA QUALIDADE

Este é o primeiro setor da fábrica em estudo e tem responsabilidade pela produção de fios, a partir de fardos de algodão, que serão utilizados em outros setores para obtenção dos produtos finais: toalhas e roupões. Consiste de três espaços físicos: depósito, fiação, laboratório.

No depósito, são armazenados os fardos de algodão que chegam na fábrica e que são utilizados pela fiação.

No laboratório, são realizados diversos testes que objetivam o controle da qualidade do produto, desde o algodão que chega até o fio pronto. Para tanto, são feitas análises com os fardos, com as fitas e com os fios.

O processo da fiação começa com a limpeza do algodão, sendo que esta é realizada em duas máquinas: de abertura/limpeza e batedor. Após a limpeza, o algodão segue para a máquina abridora onde é feito o alinhamento das fibras desse material, formando assim uma manta. Saindo da abridora, a manta segue para a máquina acabadora, onde é afinada. Logo depois passa pelo compressor, terminando em forma de fita. Essa é então levada para a passadeira. A fita, após passadeira, destina-se a máquina open-end onde, finalmente, é esticada e torcida resultando no fio.

O fio depois de pronto pode seguir para Tecelagem, Preparação ou ainda Tinturaria.

O controle de processo atualmente aplicado na fiação é realizado por meio de coleta de uma amostra do lote, da qual é realizada a medida de uma propriedade de qualidade específica. Este valor, resumido em uma estatística, é comparado com o valor permissível especificado num plano de inspeção criado segundo critérios próprios estabelecidos pela empresa. Então, com base nesta amostra, o lote é aceito ou rejeitado.

7. O CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO (CEP) NA FIAÇÃO

No laboratório da fiação são analisadas amostras dos fardos, fibras de algodão, fitas de carda, fitas da passadeira e fios, verificando se as condições de finura, comprimento, uniformidade, maturidade,

tenacidade e alongamento, estão dentro dos padrões aceitos para serem considerados de boa qualidade.

Os ensaios são também realizados para investigação e identificação das causas dos defeitos e orientação na manutenção da máquina quando esta for uma das causas identificáveis.

Entretanto, por meio de avaliação do produto final (fio) feita pelos setores que têm esse material como matéria-prima, pôde-se constatar que o fio nem sempre apresenta todas as suas propriedades dentro dos padrões de qualidade, principalmente em relação ao seu título, gerando problemas nas etapas seguintes do processo.

Com base nessa análise inicial, planejou-se o estudo preliminar da utilização de *Controle Estatístico do Processo (CEP)*, nas possíveis etapas da fiação, como forma de controle da qualidade do processo. Considerando-se que o título é uma das principais propriedades do fio, analisou-se o controle desta característica.

7.1 O ENSAIO DE TITULAGEM

O ensaio de titulação diz respeito à verificação da massa do material contida em um determinado comprimento dentro do padrão estabelecido, por meio de uma leitura direta do título na escala *Ne* (símbolo do título inglês) da balança Marte Modelo 903, com comprimento especificado para cada tipo de amostra (fita da carda, fita da passadeira ou fio).

O primeiro ensaio de titulação é realizado com a fita proveniente da carda. Esta é abastecida de flocos de algodão vindos do batedor alimentado por um operador responsável pela abertura dos fardos (Linha de Abertura). Então ela realiza a paralelização das fibras, alinhando-as e formando um véu, que em seguida é condensado gerando a fita, sendo disposta em tambores (vasos). Observa-se que esta máquina é de difícil regulagem e, além disso sofre a influência humana do operador, que pode abrir muito ou pouco o algodão que serve de matéria-prima.

Então, a fita da carda é encaminhada à passadeira, onde ocorre duas passagens. Esta máquina é composta de duas cabeças, cada uma alimentada por seis vasos de fitas das cardas, que são condensados num único vaso por cabeça, homogeneizando e estirando essas fitas. Vale destacar que em cada passagem é realizado ensaio de titulação das fitas para ambas as cabeças, faz-se uma média dos valores dessas duas e verifica-se se está dentro dos limites de especificação; se estiver fora, a passadeira possui uma engrenagem que pode ser alterada, regulando o título da fita.

A fita, saindo da passadeira, segue para a máquina open-end, gerando o fio, que também passa por um ensaio de titulação, cujos resultados, dentro ou fora dos padrões, não podem mais ser corrigidos. Portanto, o controle do título deve ser aplicado na fita de algodão, onde existem formas de correção.

7.2 O CEP NAS CARDAS E PASSADEIRAS

Com o objetivo de atacar as causas, resolvendo o problema de instabilidade (gerador de defeitos) logo no início do processo, planejou-se uma análise de introdução do *CEP* principalmente nas cardas, onde se tem o primeiro valor do título e onde ocorre a maior variação, e também nas passadeiras.

Inicialmente, considerou-se dois fatores importantes que interferem no controle do processo:

- As cardas pertencentes à fábrica são de difícil regulagem (possuem uma válvula de pressão que é ajustada pelo operador apenas quando algum valor do ensaio de titulação se apresenta muito fora dos limites de especificação) e influenciadas pelo trabalho humano que atua na abertura dos fardos de algodão, gerando dificuldades na melhoria da qualidade do processo.
- As passadeiras, como já descrito anteriormente, compõe-se de duas cabeças, cada uma alimentada por seis vasos de fitas provenientes das cardas, que são condensados num único vaso por cabeça, homogeneizando e estirando as fitas. Essas máquinas apresentam a vantagem de possuírem uma engrenagem ligada às duas cabeças (a alteração desta engrenagem interfere nas duas cabeças ao mesmo tempo), que pode ser ajustada, regulando o título da fita quando este se encontra fora dos limites de especificação e, assim, possibilitando uma menor variabilidade do processo.

Conforme inspeção de qualidade realizada na fábrica, o valor da média calculada dos títulos das amostras de fita de algodão retiradas de cada uma das doze cardas precisa estar dentro dos seguintes limites especificados: min. = 0,090 Ne, médio (ideal) = 0,120 Ne, máx. = 0,140 Ne.

As fitas vindas das cardas passam duas vezes pelas passadeiras, sendo que: - Primeira passagem: realizada pela passadeira 01 e passadeira 03, com os seguintes limites de especificação estabelecidos para o título: min. = 0,118 Ne, médio (ideal) = 0,120 Ne, máx. = 0,124 Ne; - Segunda passagem: feita pela passadeira 02 e passadeira 04, com os seguintes limites: min. = 0,116, médio (ideal) = 0,120 e máx. = 0,124.

Utilizou-se para esse estudo o *Gráfico (Carta) de Controle* como ferramenta para o monitoramento da variabilidade e para avaliação da estabilidade do processo. Escolheu-se esta técnica estatística pelo fato de processar e dispor informações que podem ser utilizadas na identificação dos dois tipos de causas de variação - comuns ou aleatórias e especiais ou assinaláveis - informando se o processo está ou não sob controle estatístico. Esta verificação é importante pelo fato de processos instáveis resultarem em produtos defeituosos, perda de produção, baixa qualidade e, de modo geral, em perda da confiança do cliente.

7.2.1 PRIMEIRA COLETA DE DADOS, CONSTRUÇÃO E ANÁLISE DOS GRÁFICOS DE CONTROLE NAS CARDAS E PASSADEIRAS

Coleta de dados:

Nas doze cardas existentes na fiação, os ensaios relativos ao título das fitas de algodão foram realizados com uma amostra ($n = 1$), retirada a cada três horas, durante cinco dias; embora, normalmente, conforme plano de inspeção estabelecido pela empresa, os ensaios são feitos com três amostras, duas vezes ao dia. Nota-se que, exclusivamente para este estudo, reduziu-se o número de amostras de fitas, pelo fato destas serem usualmente coletadas uma em seguida da outra, não se acreditando acontecer variações consideráveis no valor do título; e aumentou-se a frequência dos ensaios, afim de detectar melhor as variações.

Nas quatro passadeiras para cada uma de suas cabeças, os ensaios de titulação das fitas produzidas foram executados com uma amostra ($n = 1$), retirada a cada uma hora, durante cinco dias. Conforme plano de inspeção da fábrica, esses ensaios são regularmente realizados com três amostras, a cada uma hora. Portanto, para esta análise, reduziu-se o número de amostras também acreditando-se em pequenas variações no título das amostras coletadas em seqüência; e manteve-se a frequência dos ensaios devido ao fato dessas máquinas apresentarem a engrenagem de ajuste, geradora de menor variabilidade do processo.

Construção dos Gráficos de Controle:

Os tipos de gráficos de controle correspondentes à característica da qualidade selecionada (título), que é expressa por números em uma escala contínua de medidas, são os Gráficos de Controle para Variáveis. Dentro desses, por tratar-se de amostras individuais ($n = 1$), os considerados mais adequados foram os Gráficos \bar{x} e R_m (Amplitude Móvel), que assume que k observações individuais consecutivas são disponíveis e que estas observações são aproximadamente distribuídas segundo uma Distribuição Normal. Além destes, devido ao interesse em pequenas flutuações, usou-se

também o Gráfico de Soma Cumulativa (Cusum), o qual incorpora (acumula) a informação da seqüência de amostras através do registro no gráfico da soma acumulada dos desvios, em relação ao valor alvo, das médias amostrais. Esses três tipos de gráficos de controle foram elaborados para cardas e passadeiras segundo seus dados coletados, contando-se com o auxílio do *Software Statistica*. As figuras a seguir mostram os gráficos de controle construídos para a carda nº 04 e passadeira nº 01/cabeça01.

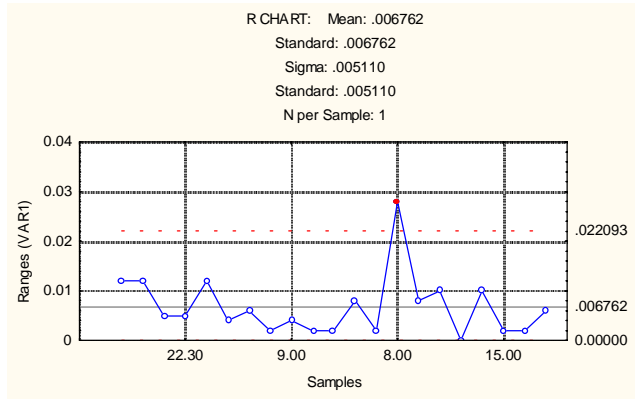


Figura 3: Gráfico de Amplitude Móvel, R_m - carda 04

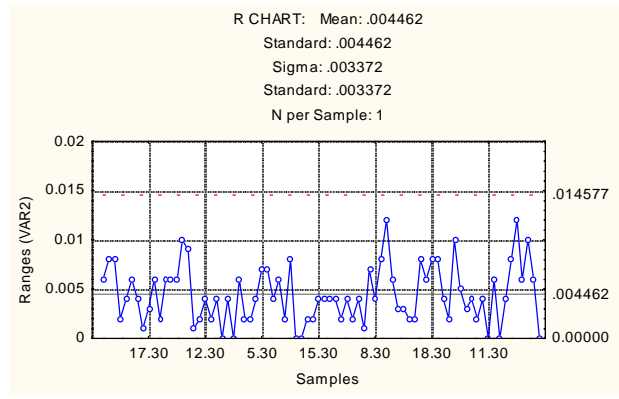


Figura 6: Gráfico de Amplitude Móvel, R_m - passadeira 01 - cabeça 01.

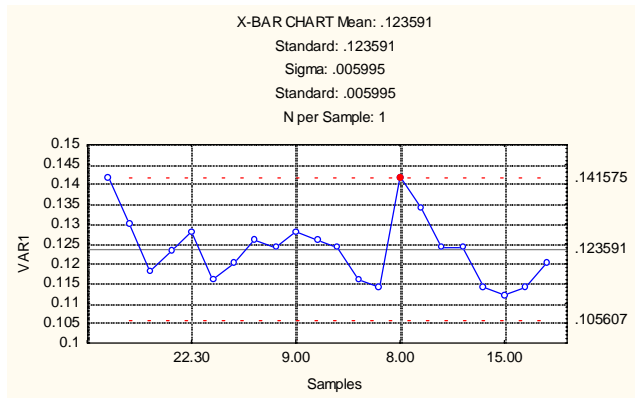


Figura 4: Gráfico de x - carda 04.

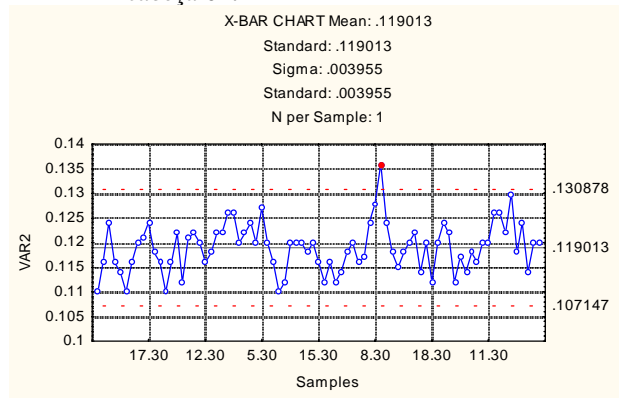


Figura 7: Gráfico de x - passadeira 01 - cabeça 01.

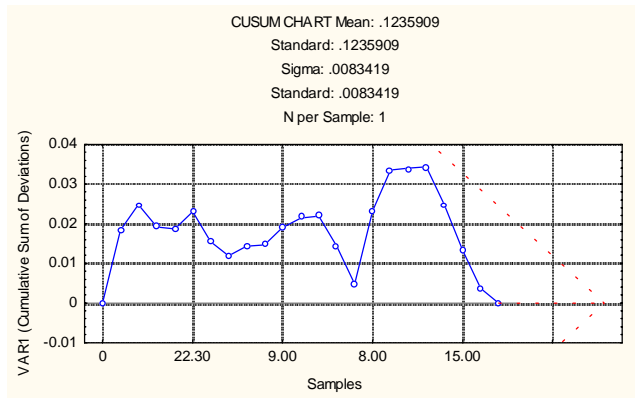


Figura 5: Gráfico Cusum - carda 04.

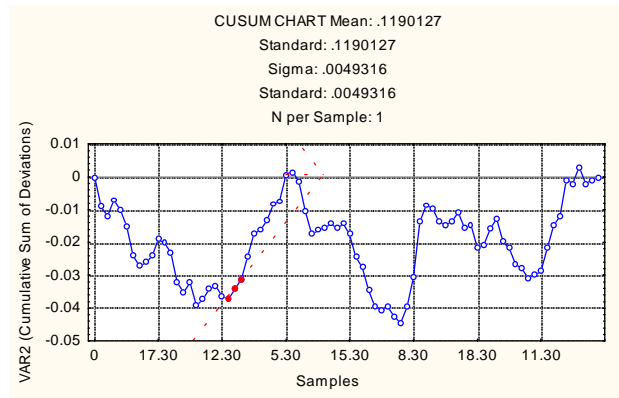


Figura 8: Gráfico Cusum - passadeira 01 - cabeça 01.

Análise dos Gráficos de Controle

Os gráficos de controle apresentados pelas cardas e passadeiras, segundo uma visão geral e imediata, demonstraram não estabilidade de seus processos, ou seja, possuem um comportamento imprevisível. A indicação mais evidente desta falta de controle é a ocorrência de pontos fora dos limites de controle e as amplas e frequentes variações dos pontos em relação à linha média em cada gráfico.

Por razão disso, surgiu a necessidade de uma análise de possíveis fatores externos causadores da grande variabilidade do título geradora de descontrole do processo.

Realizou-se, então, uma pesquisa baseada apenas em entrevista com um especialista da fiação da fábrica em questão. Os possíveis fatores apontados como responsáveis por essa variação foram: mudanças nas condições ambientais, relacionadas à temperatura ambiente e porcentagem de umidade do ar, afetando a porcentagem de umidade do material (quanto menor a umidade, menor o peso do material e maior o valor o título); mudanças de turno, gerando alterações de habilidades, atenção, cansaço de motivação dos operadores; e a interferência dos ajustes das máquinas no decorrer do processo.

Além disso, notou-se, comparando-se os gráficos de controle das cardas com os das passadeiras 01 e 03, onde ocorre a primeira passagem das fitas vindas das cardas, que, apesar dos ajustes nas engrenagens dessas passadeiras, há permanência de grande variação do valor do título, o que pode ser justificado pelas grandes deficiências das cardas. Esta variabilidade somente é amenizada na segunda passagem desse material, realizada nas passadeiras 02 e 04.

Assim, para verificação da existência de influência dos resultados do processo nas cardas sobre o processo subsequente, sugeriu-se um rastreamento do produto, desde sua saída das cardas até o gerado pelas passadeiras 01 e 03. Para este propósito, utilizou-se etiquetas que foram fixadas nos latões de fitas, definindo o número da carda produtora, data e hora da correspondente amostra ensaiada.

7.2.2 SEGUNDA COLETA DE DADOS, CONSTRUÇÃO E ANÁLISE DOS GRÁFICOS DE CONTROLE NAS CARDAS E PASSADEIRAS

Os ensaios de titulação das fitas de algodão nas cardas deu-se com uma amostra, retirada a cada latão cheio, durante cinco dias. Houve um novo aumento na frequência de ensaios com a mesma finalidade de perceber melhor as variações.

Em cada latão correspondente a uma carda específica, fixou-se a etiqueta de identificação.

Nas passadeiras, os ensaios relativos ao título das fitas foram feitos com uma amostra, a cada uma hora, durante cinco dias.

Para todos valores dos títulos obtidos nas cardas e passadeiras, relatou-se: data e hora da coleta; existência ou não de ajuste das máquinas; temperatura ambiente; porcentagem de umidade do ar; porcentagem de umidade do material. Além disso, apenas para as passadeiras 01 e 03, responsáveis pela primeira passagem das fitas (fase subsequente às cardas), listou-se os seis latões alimentadores de cada cabeça dessas máquinas, que já haviam sido adequadamente identificados.

É importante esclarecer que, conforme procedimento estabelecido no setor, as engrenagens das passadeiras 01 e 03 devem ser reguladas com a menor frequência possível, pois os valores dos títulos variam muito nesta fase, podendo gerar grandes conflitos (descontroles).

Construção dos Gráficos de Controle

Tratando-se de amostras individuais, utilizou-se os Gráficos \bar{x} e R_m (Amplitude Móvel), que foram elaborados por meio do *Software Statistica*. Além desses, devido ao interesse em pequenas flutuações, usou-se também o Gráfico Cusum Tabular ou Algorítmico (outra forma de Gráfico Cusum), permitindo uma melhor visualização das pequenas flutuações do processo e que foi obtido com a ajuda do *Software Excel*.

Esses três tipos de gráficos de controle foram construídos para cardas e passadeiras segundo seus dados coletados. As figuras a seguir mostram os gráficos de controle construídos para a carda nº 01 e passadeira nº 01/cabeça01.

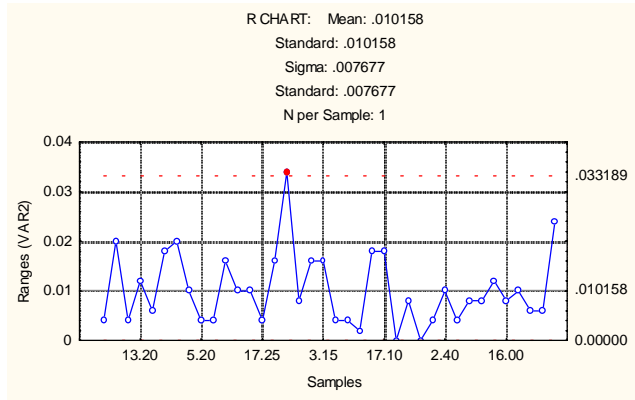


Figura 9: Gráfico de Amplitude Móvel, R_m - carda 01.

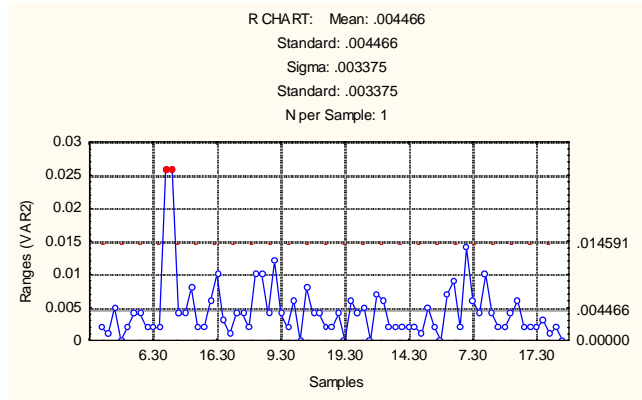


Figura 12: Gráfico de Amplitude Móvel, R_m - passadeira 01 - cabeça 01

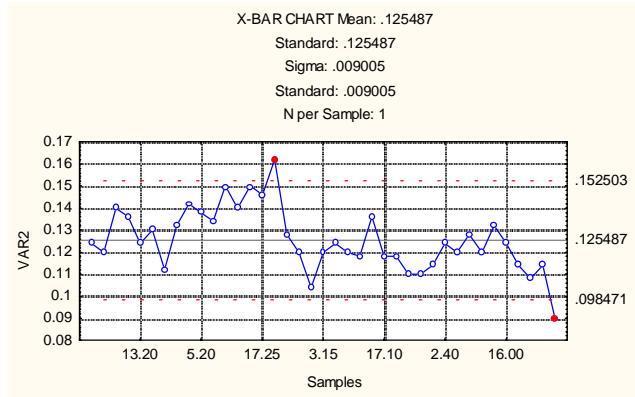


Figura 10: Gráfico de x - carda 01.

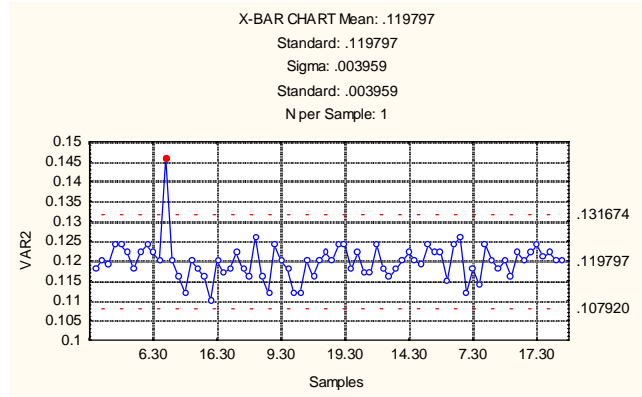


Figura 13: Gráfico de x : passadeira 01 - cabeça 01.

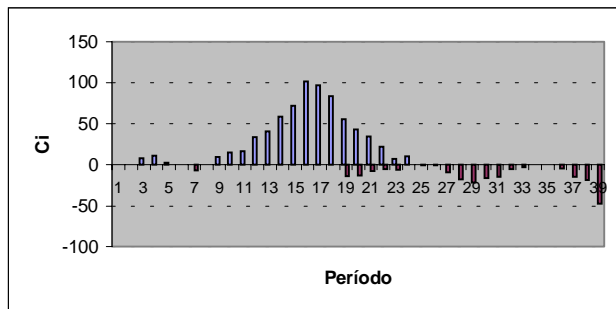


Figura 11: Gráfico Cusum Tabular: carda 01.

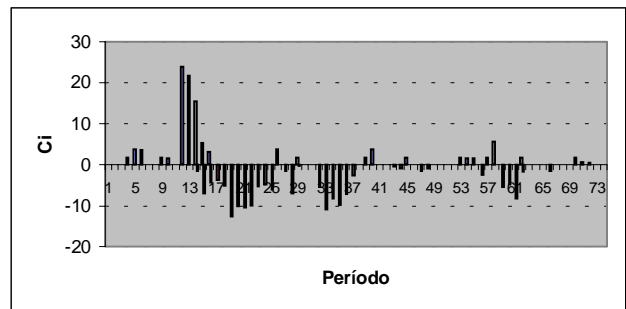


Figura 14: Gráfico Cusum Tabular - passadeira 01 - cabeça 01.

Análise dos Gráficos de Controle

Os gráficos de controle apresentados pelas cardas e passadeiras, nesta segunda coleta de dados, continuam demonstrando a não estabilidade dos processos. Há novamente a ocorrência de pontos fora dos limites de controle e amplas e frequentes variações, evidenciando a falta de controle. É

descartada algumas hipóteses: erro de registro dos dados, de cálculo ou de medição; utilização de algum instrumento descalibrado; ação incorreta realizada por algum operador; e defeitos nos equipamentos.

Analisou-se os dados referentes aos fatores apontados como possíveis causadores de variabilidade (temperatura, umidade do ar, umidade do material e trocas de turno), procurando-se relacionar suas mudanças com a variação do título, que é expressa por meio do comportamento dos gráficos, que são formados por curvas de diversas configurações. Entretanto, nem todos indicativos de falta de controle foram justificados pela interferência desses fatores.

Mas o que causou grande surpresa, foi a constatação de apenas uma pequena influência das deficiências provenientes da grande variabilidade do processo nas cardas sobre o processo de primeira passagem das fitas nas passadeiras 01 e 03. O rastreamento realizado permitiu perceber, por meio dos dados coletados e comportamento dos gráficos que, uma variação do título apresentada por uma amostra de fita de um latão, produzido por uma determinada carda, em um determinado dia e hora; não interferia consideravelmente no valor do título apresentado por uma amostra de fita produzida pela passadeira alimentada por este latão identificado.

Esta observação gerou discussões e surgiu uma possível explicação para esta contradição: a variação do título da fita dentro de um latão é tão grande, que uma amostra retirada deste não é suficiente para representá-lo e, conseqüentemente, não é capaz de demonstrar corretamente o comportamento do processo na carda correspondente.

Para provar este fato, realizou-se uma terceira coleta de dados.

7.2.3 TERCEIRA COLETA DE DADOS, CONSTRUÇÃO E ANÁLISE DOS GRÁFICOS DE CONTROLE NAS CARDAS

Escolheu-se quatro cardas aleatoriamente e realizou-se os ensaios de titulação com três amostras, a cada dez minutos, no período das 08:30 às 16:00 com intervalo de meia hora (das 11:30 às 12:00) para o almoço, durante dois dias. Houve um aumento no número de amostras e freqüência de ensaios, com a finalidade de detectar maior número de variações.

Utilizou-se os seguintes gráficos de controle: Gráfico da Média \bar{x} e Gráfico da Amplitude R . Eles foram elaborados para as cardas conforme os dados coletados, contando-se novamente com o auxílio do “*Software Statistica*”. As figuras a seguir mostram os gráficos construídos para a carda nº 07.

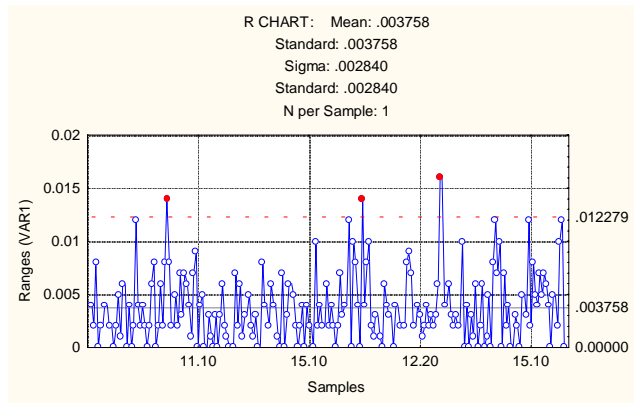


Figura 15: Gráfico de R - carda 07.

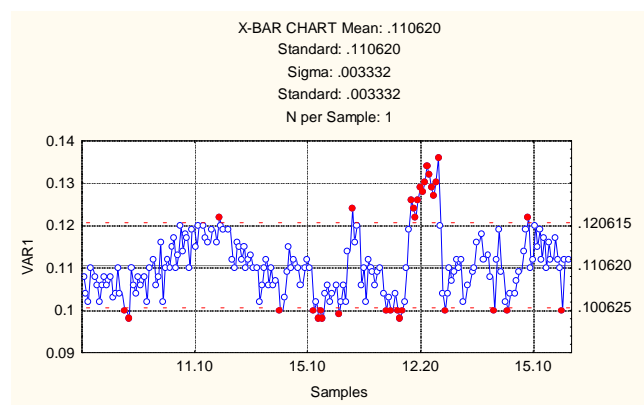


Figura 16: Gráfico de \bar{x} - carda 07.

Analisou-se esses gráficos e observou-se realmente uma variação ampla e muito frequente dos valores dos títulos (mesmo entre as três amostras tomadas sequencialmente dentro de cada ensaio), demonstrando a grande variabilidade do processo nas cardas. Isto pôde justificar a falta de coincidência da variação do processo nas cardas com a variabilidade apresentada nas passadeiras, conforme constatou-se na segunda coleta de dados.

8. CONCLUSÃO

Notou-se o descontrole do processo, ou seja, a variabilidade do título da fita de algodão no processo é muito grande; portanto, não faz sentido avaliar sua capacidade.

Os diversos fatores geradores dessa instabilidade não puderam ser claramente identificados nos gráficos de controle elaborados.

A identificação e análise das causas crônicas e esporádicas desse resultado deve ser cuidadosamente realizada, com base em mais informações, considerando-se também os processos antecedentes à carda - abertura/limpeza/batedor.

Para este estudo das causas do problema da variabilidade do processo, sugere-se o uso do diagrama causa-efeito (também conhecido como espinha de peixe ou diagrama de Ishikawa, seu inventor). Este ilustra claramente possíveis causas de não conformidade num produto e seu relacionamento com o mesmo (MONTGOMERY, 1991).

Com isto espera-se ser possível a proposição de soluções adequadas de melhoria da qualidade.

Deve-se ter a consciência de que as máquinas citadas envolvidas no processo avaliado (cardas e passadeiras) estão tecnologicamente ultrapassadas. Conforme pesquisa realizada dentro da empresa em questão e em outras indústrias têxteis de grande porte, pode-se afirmar que a obtenção de

máquinas mais avançadas com dispositivos de autocontrole, responsáveis pela diminuição da variabilidade do processo, possibilita à empresa maior eficiência do uso do *Controle Estatístico de Processo (CEP)*, gerando o controle e monitoramento do processo.

9. BIBLIOGRAFIA

JURAN, J. M. *Juran na Liderança pela Qualidade*. 2.ed. São Paulo, Pioneira, 1993.

MITRA, A. *Fundamentals of Quality Control and Improvement*. Ed. Macmillan P. C., New York, 1993.

MONTGOMERY, D. C. *Introduction to Statistical Quality Control*. New York: John Wiley & Sons, 1991.

PROVOST, L. P., NORMAN, C. L. *Variation Through the Ages*. Quality Progress, 39-44, 1990.

SCHERKENBACH, W. *O Caminho de Deming para a Melhoria Contínua*. Ed. Qualitymark, Rio de Janeiro, 1993.

SOUZA, M. N. *Metodologia de Aplicação do Controle Estatístico da Qualidade para Melhoria de Processos*. Tese de Mestrado em Sistemas e Computação, Instituto Militar de Engenharia (IME), Rio de Janeiro, 1996.

TAGUCHI, G.; ELSAYED, E.; HSIANG, T. *Taguchi - Engenharia da Qualidade em Sistemas de Produção*. McGraw-Hill, 1990.

VIEIRA, O. F. *Controle de Qualidade na Indústria de Fiação e Tecelagem*. Rio de Janeiro, SENAI/CETIQT, vol. II, 1988.

WERKEMA, M. C. C. *TQC: Ferramentas Estatísticas Básicas para o Gerenciamento de Processos*. Fundação Christiano Ottoni, Belo Horizonte, 1995.