

Aplicação do Controle Estatístico de Processo (CEP) para o Comprimento da Fita Cirúrgica Microporosa

Eduardo da Silva Fernandes Edu.silva.fernandes@gmail.com
Fabiana Goulart de Carvalho goulartdecarvalhofabiana@gmail.com
Luiz Claudio Lopes Pinheiro luizclaudiolp@hotmail.com
Rafael Pelizza Pavan rafael_pavan@msn.com
Carla Schwengber ten Caten carlacaten@gmail.com

Resumo:

O objetivo deste artigo é apresentar a aplicação do Controle Estatístico de Processo (CEP) e de algumas ferramentas da qualidade, em uma empresa de industrialização de produtos para a saúde. Foi desenvolvido um estudo de caso através da coleta de amostras do comprimento e largura das fitas e então foi aplicado os gráficos de controle, ferramenta de Controle Estatístico de Processo, para monitorar os processos produtivos a fim de garantir sua qualidade e o atendimento às especificações. O monitoramento do processo por meio de gráficos de controle, permite identificar rapidamente anormalidades e orientar as ações corretivas para retornar o controle do processo. Os resultados mostram uma superestimação do comprimento das unidades produzidas por parte da empresa, evitando as não conformidades quanto às especificações, mas apresentando perda de material por unidade de fita. Este problema poderia ser resolvido com a implantação do CEP como parte do seu processo produtivo, tornando-o mais estável, com menor variabilidade e maior capacidade de produzir itens em conformidade com a legislação.

Palavras-chave: Amostragem. Controle Estatístico de Processo. Gráfico de Controle.

Statistical Process Control (SPC) application for the Microporous Surgical Tape length

Abstract:

The objective of this article is to present the application of Statistical Process Control (SPC) and some quality tools in a healthcare industrialization company. A case study was developed by collecting length and width samples of the tapes and then the control charts, Statistical Process Control tool, were used to control the production processes in order to guarantee their quality and compliance with the specifications. Monitoring the process through control charts allows to quickly identify abnormalities and guide corrective actions to return process control. The results show an overestimation of the units produced length by the company, avoiding nonconformities regarding specifications, but presenting material loss per unit of tape. This problem could be solved by implementing the SPC as part of its production process, making it more stable, with less variability and greater ability to produce items in compliance with legislation.

Keywords: Sampling, Statistical Process Control, Control Charts.

1. Introdução

A base de informações estatísticas é de extrema importância para a tomada de decisão nas organizações (COSTA, EPPRECHT e CARPINETTI, 2005). Tendo em vista a necessidade de monitorar os processos e melhorá-los para atingir um alto nível de qualidade, usam-se ferramentas do Controle Estatístico do Processo (CEP) para identificar e reduzir variabilidades que envolvem a produção (MONTGOMERY, 2004).

Desta forma, esse estudo tem por objetivo a aplicação de ferramentas e técnicas de controle

estatístico, que colaborem com o acompanhamento das condições de controle e também, ao atendimento as normas de qualidade.

O estudo foi realizado em uma indústria de produtos para a saúde, situada no Rio Grande do Sul, de cunho familiar, distribuindo produtos para todo o Brasil tendo como principal produto a Fita Cirúrgica Microporosa 25mm X 10 m.

O estudo surgiu da necessidade do atendimento ao cliente visando o cumprimento das especificações do produto e redução de desperdícios para a fábrica, de forma a garantir que a fita microporosa contenha 25mm de largura e 10 m de comprimento, totalizando 0,25m² de papel por carretel. Assim o estudo justifica-se pela necessidade de obter informações referentes ao comportamento do processo, com o objetivo de avaliar e controlar as principais variáveis (largura e comprimento).

Através das análises de amostras de fitas cirúrgica microporosa 25mmX10m, verificou-se as medidas da largura e comprimento no decorrer da produção para garantir o cumprimento da especificação do cliente, que considera uma tolerância de $\pm 2\%$. Com base nos dados das amostras foram gerados gráficos para melhor verificar o comportamento dos parâmetros largura e comprimento na totalidade das amostras (Figuras 1 e 2).

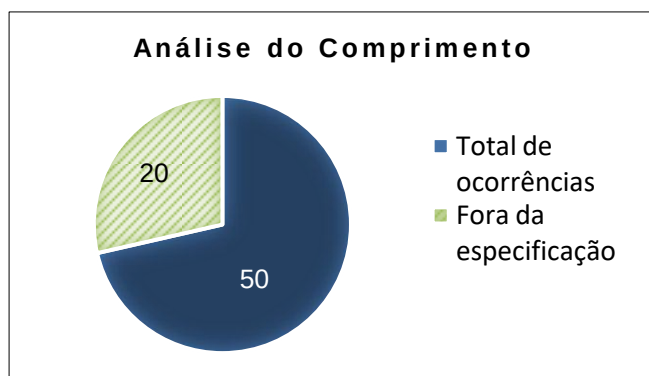


Figura 1 – Análise do comprimento nas amostras de fita cirúrgica microporosa com 10m de comprimento.

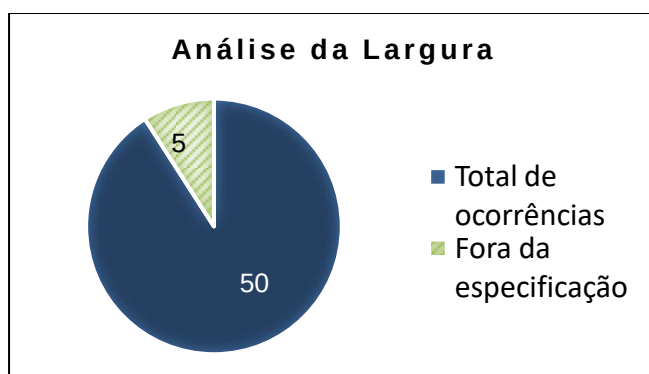


Figura 2 – Análise da largura nas amostras de fita cirúrgica microporosa 25mm de largura.

Os gráficos mostram que o parâmetro comprimento apresenta variabilidade significativa, pois 20 amostras excederam os limites estabelecidos pelo cliente ($\pm 2\%$), necessitando de um tratamento especial para o processo. No entanto, o parâmetro largura (Figura 2) apresenta um

comportamento mais estável e aceitável compreendendo os limites do cliente e não ultrapassando 5 ocorrências.

Desta forma, definiu-se como objetivo deste trabalho o estudo da variabilidade do comprimento da fita cirúrgica microporosa, definido em 10 m e avaliação dos fatores com maior influência sobre o comprimento da fita. A variável largura não será investigada devido ao seu comportamento no decorrer do processo, conforme apresentado na figura 2.

Para esse estudo será verificado a normalidade do processo, por meio de histogramas a fim de identificar o tipo de distribuição de probabilidade do processo. Além disso, serão aplicadas cartas de controle para verificar a capacidade do processo e detectar rapidamente suas alterações.

2. Metodologia

Esse estudo pode ser classificado como sendo um estudo de caso, pois o objetivo do trabalho foi investigar a variabilidade específica de um processo de produção utilizando as ferramentas de controle estatístico de processo (GIL, 2010).

A produção da fita é feita em máquinas de corte/rebobinagem, as quais são alimentadas com jumbos adesivados, composto por adesivo acrílico base água, onde são cortados na dimensão final e rebobinados no comprimento final. Os jumbos possuem largura de 1,015m e comprimento de 3500 m, totalizando 3552 m² o qual é cortado com discos de corte e rebobinado em carretéis de plástico, convertendo o jumbo em fita cirúrgica microporosa.

Para o ajuste do comprimento da fita, insere-se no painel do contador de metragem (CLP) o valor correspondente a metragem rebobinada que após envia a mensagem para o sensor óptico que monitora a contagem da metragem. Feito os ajustes da máquina, inicia-se a rebobinagem da fita em carretel.

A máquina inicia a rebobinagem do papel no carretel e quando completam os 10m de fita a máquina é desativada. O operador, com o auxílio de um estilete, corta a fita do carretel. Após o corte das fitas, os eixos contendo os carretéis são descarregados numa mesa, onde são submetidos as demais etapas do processo, como encapagem e rotulagem.

Para o estudo, foram coletadas 50 amostras do comprimento da fita cirúrgica microporosa, de medida 10m. A coleta de dados foi feita em 50 dias, com amostras de tamanho $n=3$ na sequência de produção, começando logo no início do corte/rebobinagem, no meio do turno e ao final do dia.

2.1. Caracterização da Empresa e do Processo de Produção

A indústria de produtos para a saúde situa-se na capital do Rio Grande do Sul e iniciou suas atividades com a utilização de jumbos adesivados de pequenos fornecedores do estado, e atualmente possui seu próprio maquinário de adesivagem e rebobinagem de fitas cirúrgicas.

A primeira etapa do processo é o recebimento do pedido do cliente, onde é gerada a Ordem de Produção para o início das transformações. A Figura 3, ilustra as etapas do processo de produção de fita cirúrgica microporosa:

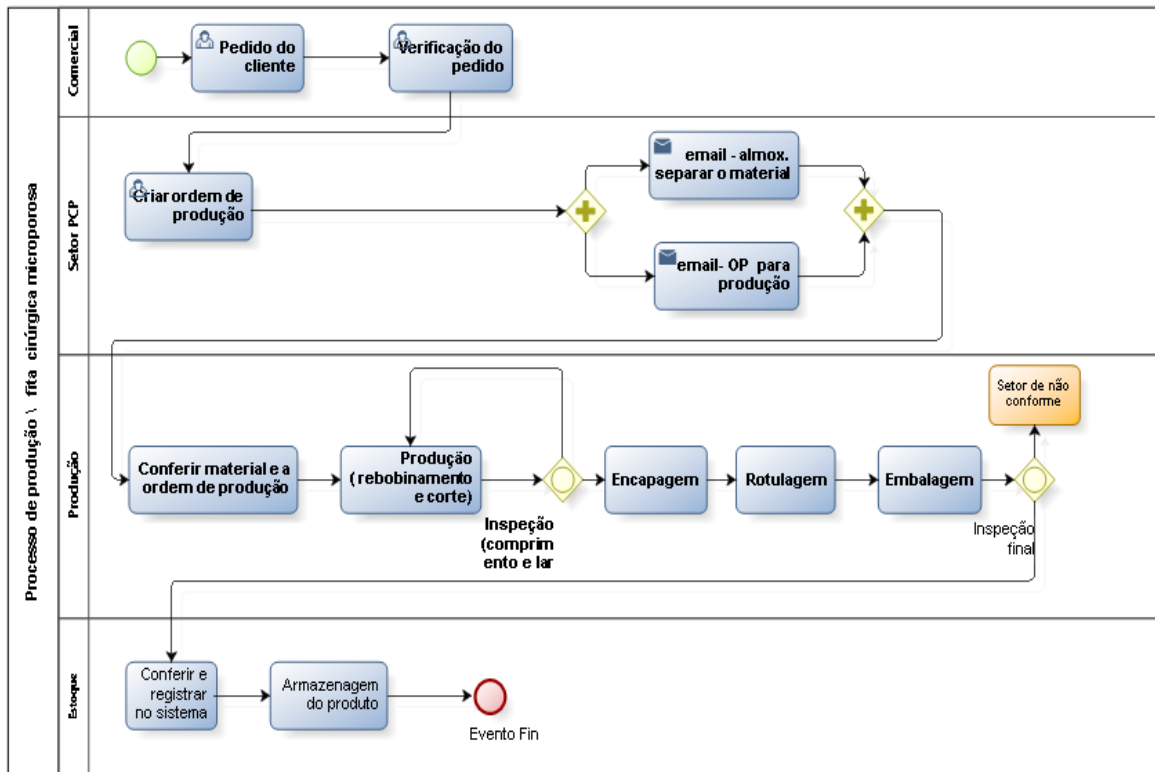


Figura 3: Processo de Produção da Fita

2.2. Especificação do Produto

O produto em estudo é a fita cirúrgica microporosa 25mmx10m, onde a tolerância do comprimento da fita é definida pela Portaria do INMETRO 149/2011 (Conteúdo Nominal em Comprimento) a qual limita a tolerância em $\pm 2\%$, obtendo-se os limites da Tabela 1:

	LIE	LSE
Comprimento (m)	9,8	10,2

Tabela 1 – Especificação do comprimento das fitas

Considera-se ideal quando a média dos valores encontra-se centralizada entre os limites inferior e superior da especificação. Porém, no estudo foi verificada apenas uma ocorrência com peças abaixo do comprimento de 10m. A maior incidência foi em peças com comprimento superior a 10m, o que comprova a possibilidade de potencializar a capacidade do processo, centralizando as médias da distribuição.

2.3. Fatores que influenciam na variabilidade do parâmetro Comprimento

Para o desenvolvimento do estudo foi avaliada os principais fatores que teriam influência na variabilidade no comprimento. Cada fator foi considerado uma variável de entrada que foi listada e avaliada pela equipe do projeto.

a) Máquina de corte/rebobinagem: as máquinas são de origem chinesa com tecnologia de discos de corte. São máquinas antigas em boas condições de uso que apresentam elevada produtividade e baixo custo operacional. A sua mecânica é formada por correias e

engrenagens devidamente lubrificadas para evitar o desgaste das peças ocasionando instabilidade na rebobinagem dos carretéis. Como a empresa apresenta um programa de manutenção preventiva, não considera-se essa variável como significativa no processo;

b) Discos de Corte: Os discos de corte são de aço carbono temperado, sem serrilha e de elevada qualidade no corte. Os discos são posicionados e fixados na extensão da máquina com distância pré-definida pela largura do corte desejado. No caso, a máquina do estudo apresenta os discos de corte posicionados para o corte do papel na largura de 25mm, descartando sua instabilidade no processo. Tal estabilidade pode ser comprovada nos dados apresentados na Figura 3;

c) Contador de metragem (CLP): Tem-se nessa variável grande expectativa de variabilidade, uma vez que o contador de metragem é controlado por um sensor óptico marca Autonix tipo PNP localizado no interior da máquina e que por falha no posicionamento, calibração ou funcionamento, influencia diretamente na quantidade de papel rebobinado.

2.4. Coleta de Dados e Avaliação

Foram coletadas 50 amostras de fita cirúrgica microporosa 25mmx10m produzidas na mesma máquina e com o mesmo operador, a partir do início da produção, meio e fim, durante 50 dias. Os dados são apresentados na Tabela 2.

Amostra	Ob1	Ob2	Ob3	Média da amostra	Amplitude da amostra
1	10,11	10,12	10,13	10,12	0,02
2	10,15	10,12	10,13	10,133	0,03
3	10,18	10,2	10,24	10,207	0,06
4	10,17	10,13	10,15	10,15	0,04
5	10,26	10,24	10,22	10,24	0,04
6	10,5	10,3	10,6	10,467	0,3
7	10,2	10,21	10,19	10,2	0,02
8	10,21	10,2	10,18	10,197	0,03
9	10,9	10,1	10,12	10,373	0,8
10	10,7	10,8	10,1	10,533	0,7
11	10,14	10,15	10,1	10,13	0,05
12	10,13	10,14	10,17	10,147	0,04
13	10,12	10,1	10,14	10,12	0,04
14	10,2	10,5	10,6	10,433	0,4
15	10,32	10,3	10,28	10,3	0,04
16	10,28	10,3	10,32	10,3	0,04
17	10,16	10,18	10,15	10,163	0,03
18	10,12	10,15	10,17	10,147	0,05
19	10,7	10,6	10,7	10,667	0,1
20	10,22	10,2	10,18	10,2	0,04
21	9,6	9,63	9,58	9,603	0,05
22	10,5	10,2	10,3	10,333	0,3
23	10,31	10,33	10,3	10,313	0,03
24	10,17	10,15	10,19	10,17	0,04

25	10,18	10,2	10,19	10,19	0,02
26	10,17	10,16	10,2	10,177	0,04
27	10,15	10,17	10,18	10,167	0,03
28	10,3	10,7	10,5	10,5	0,4
29	10,22	10,24	10,26	10,24	0,04
30	10,18	10,15	10,16	10,163	0,03
31	10,2	10,17	10,19	10,187	0,03
32	10,22	10,19	10,24	10,217	0,05
33	10,12	10,1	10,13	10,117	0,03
34	10,15	10,18	10,13	10,153	0,05
35	10,9	10,12	10,13	10,383	0,78
36	10,6	10,9	10,7	10,733	0,3
37	10,1	10,12	10,1	10,107	0,02
38	10,37	10,35	10,33	10,35	0,04
39	10,3	10,27	10	10,19	0,3
40	10,21	10,15	10,1	10,153	0,11
41	10,21	10,7	10,2	10,37	0,5
42	10,19	10,17	10,17	10,177	0,02
43	10,15	10,14	10,15	10,147	0,01
44	10,1	10,11	10,25	10,153	0,15
45	10,15	10,13	10,14	10,14	0,02
46	10,13	10,13	10,14	10,133	0,01
47	10,14	10,15	10,1	10,13	0,05
48	10,12	10,13	10,15	10,133	0,03
49	10,26	10,2	10,17	10,21	0,09
50	10,21	10,17	10,15	10,177	0,06
Média				10,229	0,13
Desvio padrão				0,198	

Tabela 2: Comprimento das amostras coletadas.

2.5. Ferramentas Utilizadas para a Análise dos Resultados

Para análise dos resultados foi utilizado o software MINITAB 14 e foram gerados os gráficos do histograma de comprimento, análise da capacidade e as cartas de controle dos valores individuais e da amplitude.

3. Resultados e discussão

3.1. Análise da Normalidade

Seguindo para as análises e aplicações do CEP, utilizando as ferramentas do MINITAB 14, foi feita a análise de normalidade a partir de um histograma do comprimento dos valores individuais encontradas para as amostras, a fim de identificar se os dados seguem uma distribuição normal. A Figura 4 mostra o histograma das amostras.

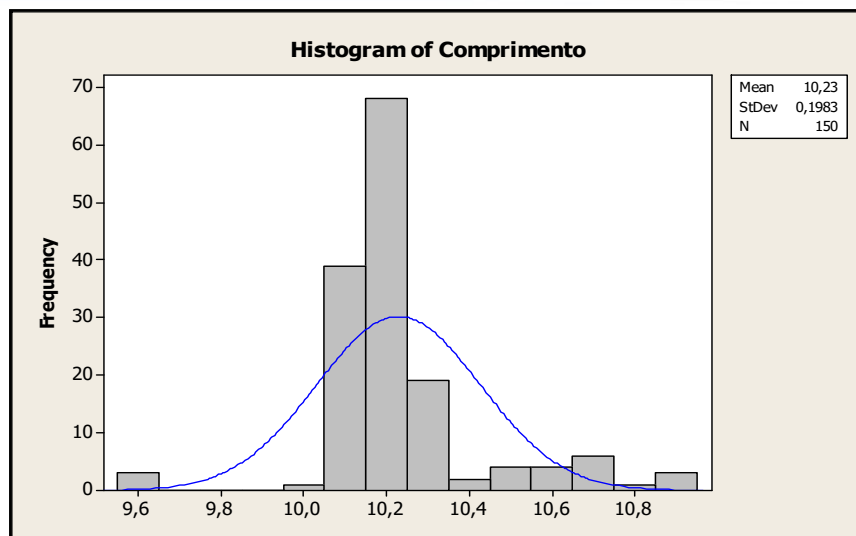


Figura 4: Histograma do comprimento

O histograma indica que indica uma distribuição normal, levemente deslocado para a direita.

3.2. Análise de Estabilidade

Partindo da aceitação de normalidade dos dados coletados, foi possível aplicar a ferramenta de cartas de controle e análise de capacidade de processo do CEP, sem que a confiança dos resultados seja comprometida.

Optou-se pelo gráfico dos valores das médias para verificar as causas especiais e o gráfico de amplitude que fornece informações quanto a variabilidade dentro da amostra, permitindo encontrar resultados que se referem ao comportamento real do processo, entre e dentro das amostras coletadas. A Figura 5 apresenta o resultado das cartas de controle para os valores de comprimento médio e amplitude.

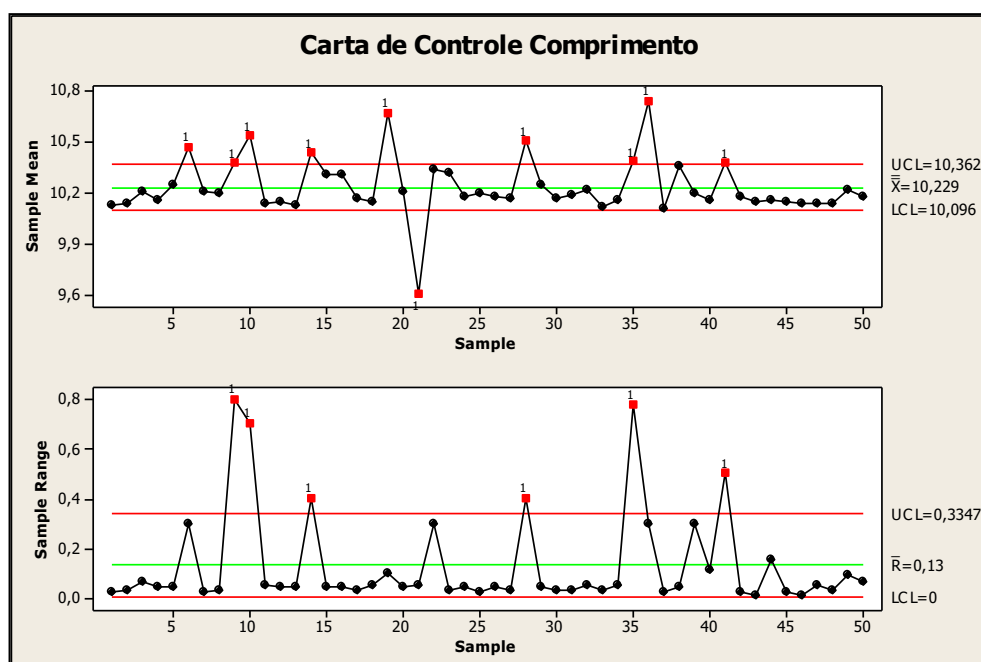


Figura 5: Carta de controle para os valores Individuais

Todas as observações dispostas fora dos limites de controle são consideradas causas especiais as quais foram eliminadas por meio de ações corretivas para alcançar a redução da variabilidade e melhorar a qualidade. Após foi aplicada novamente as cartas de controle (Figura 6) para verificar a redução das causas especiais.

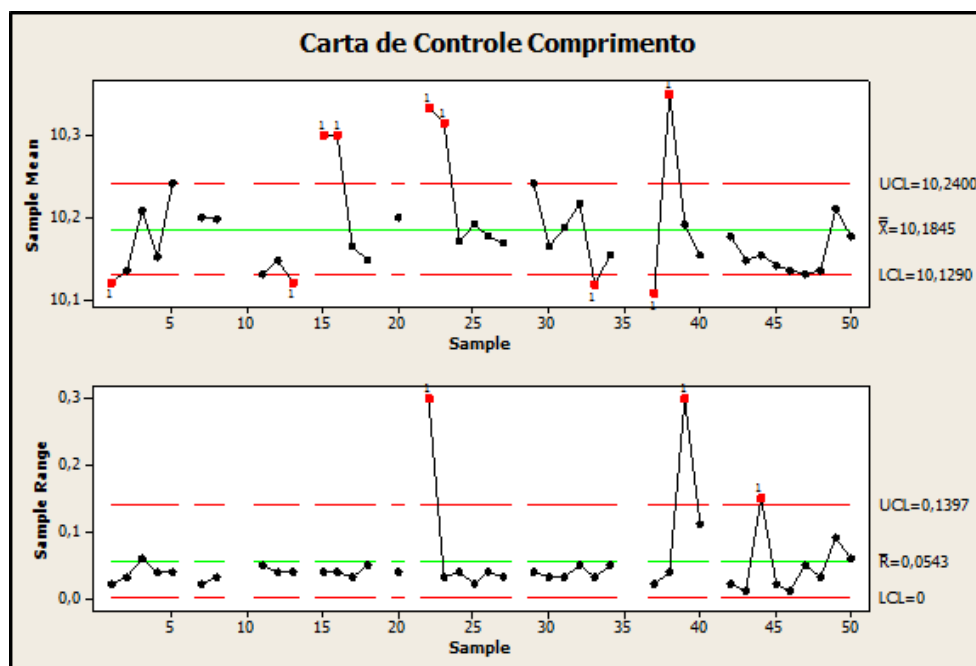


Figura 6: Carta de controle para os valores Individuais

Posteriormente à redução das causas especiais, observa-se na Figura 6 que o processo ainda se comporta de forma instável, pois existem amostras que excederam os limites de controle superior e inferior.

O gráfico de amplitude apresentou três pontos fora do limite superior de controle, referente a amostras 20, 40 e 45, indicando que a diferença entre os comprimentos medidos de unidades produzidas quase simultaneamente foi elevada, sinalizando uma instabilidade do processo.

3.3. Análise da Capacidade

Para verificar a capacidade do processo em atender as especificações, realizou-se um teste de capacidade do processo, levando em consideração a especificação do produto segundo a norma vigente do INMETRO (Figura 7). Logo tem-se que a especificação inferior para este produto é de 9,8m e a superior 10,20m.

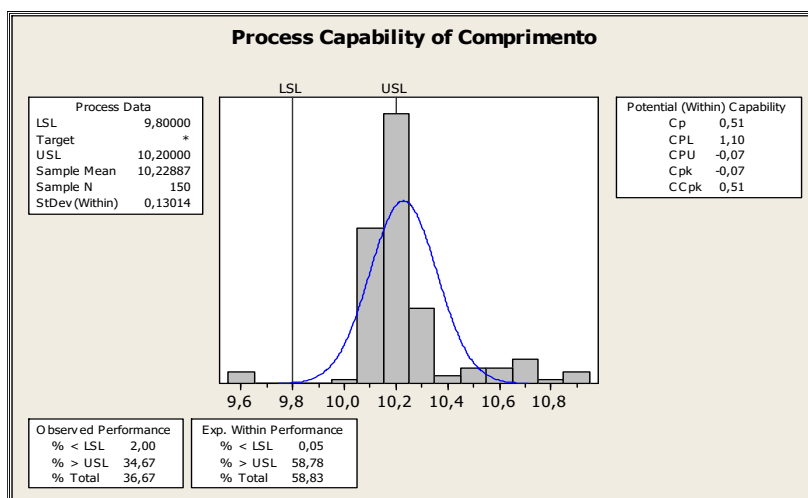


Figura 7: Capacidade do Processo

Na Figura 7 é possível verificar que a distribuição dos valores está com a média deslocada sobre o limite superior de especificação. A capacidade potencial $C_p=0,51 < 1$, mostra um processo potencialmente não capaz e sendo $C_p \neq C_{pk}$, demonstra que o processo está descentralizado. Também foi possível verificar que o processo apresenta no total 58,83% de peças fora da especificação, ou seja, o processo está significativamente comprometido, pois representa um custo direto da não qualidade, sendo este apresentado na Tabela 3.

Número peças produzidas/mês	100.000 rolos
Custo do rolo	R\$ 0,51
Numero de peças fora especificação/mês	58.830 rolos
Custo direto mensal	R\$ 30.003,30
Custo direto anual	R\$ 360.039,60

Tabela 3: Custo direto da não qualidade

É possível observar que os valores são expressivos, indicando uma ação corretiva de imediato através da centralização do processo, deslocando a média para o centro entre os limites superior e inferior de especificação, ou seja, trazendo a média do processo = 10,22 para o valor meta = 10.

O estudo sugere que o problema esteja relacionado a parte mecânica do processo devido ao deslocamento da média, desta forma a primeira variável a ser tratada foi o contador de metragem e em seguida foi feita uma revisão da parte mecânica da máquina.

Como ação imediata foi feita a revisão do posicionamento do sensor ótico e a calibração do CLP para posterior análise dos dados e aplicação da ferramenta CEP.

3.4. Análise dos Dados após Melhorias

Após as ações corretivas foram coletadas novamente 50 amostras e aplicadas a ferramenta de CEP. A Figura 8 apresenta o histograma do comprimento após feitas as melhorias.

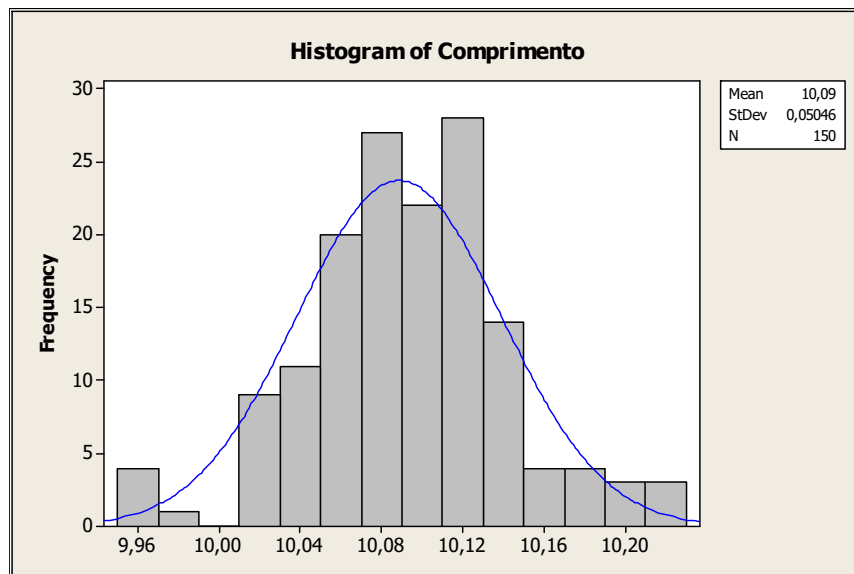


Figura 8: Histograma do comprimento após melhorias

Após a melhoria, observa-se no histograma que a média deslocou-se para mais próximo do alvo de 10,22 para 10,09, melhorando a sua distribuição e apresentando uma melhor centralização do processo, conforme verificado na Figura 8.

Para as cartas de controle dos valores de comprimento médio e amplitude (Figura 9), identificou-se que algumas amostras ainda apresentaram valores abaixo e acima dos limites de controle os quais foram extraídos em seguida.

O gráfico de amplitude apresentou um ponto fora do limite superior de controle, indicando a diferença de comprimento entre as unidades produzidas, o que sinaliza uma instabilidade do processo no que se refere à amplitude.

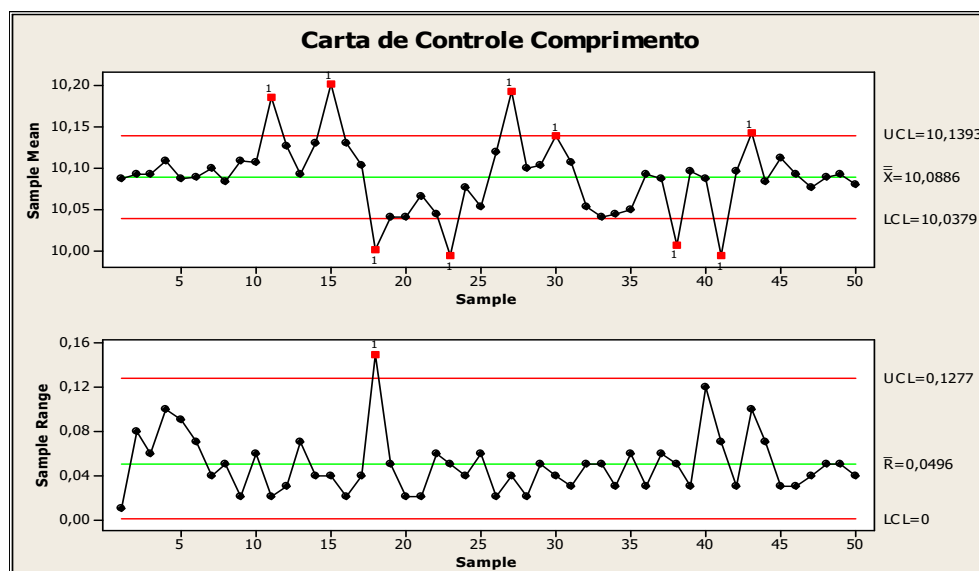


Figura 9 - Carta de controle para os valores Individuais excluindo as causas especiais.

A Figura 10 apresenta a carta de controle para os valores individuais excluindo as causas especiais.

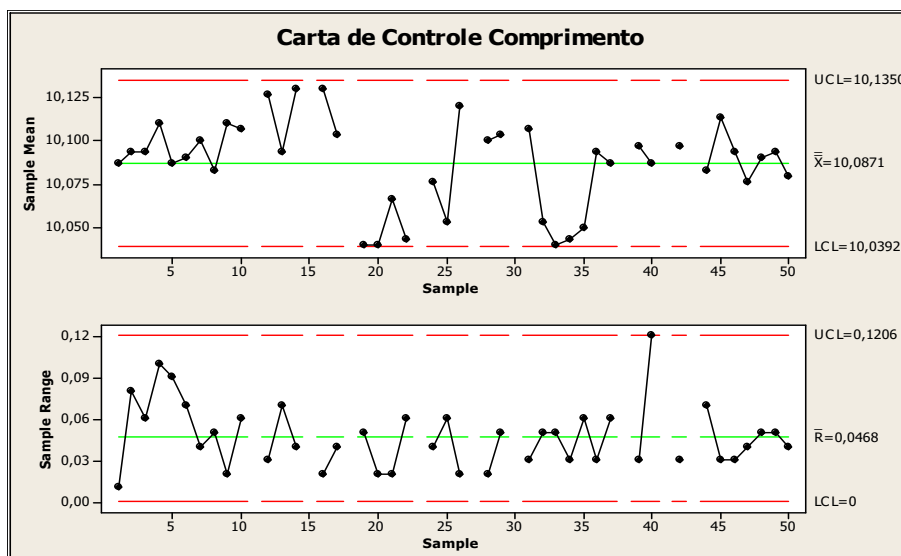


Figura 10 - Carta de controle para os valores Individuais excluindo as causas especiais.

É perceptível que, com a eliminação da causa especial da primeira observação, o processo se comporta de forma estável. Com isso, é possível se estudar a capacidade do processo. A Figura 11 apresenta o histograma da distribuição dos valores de comprimento.

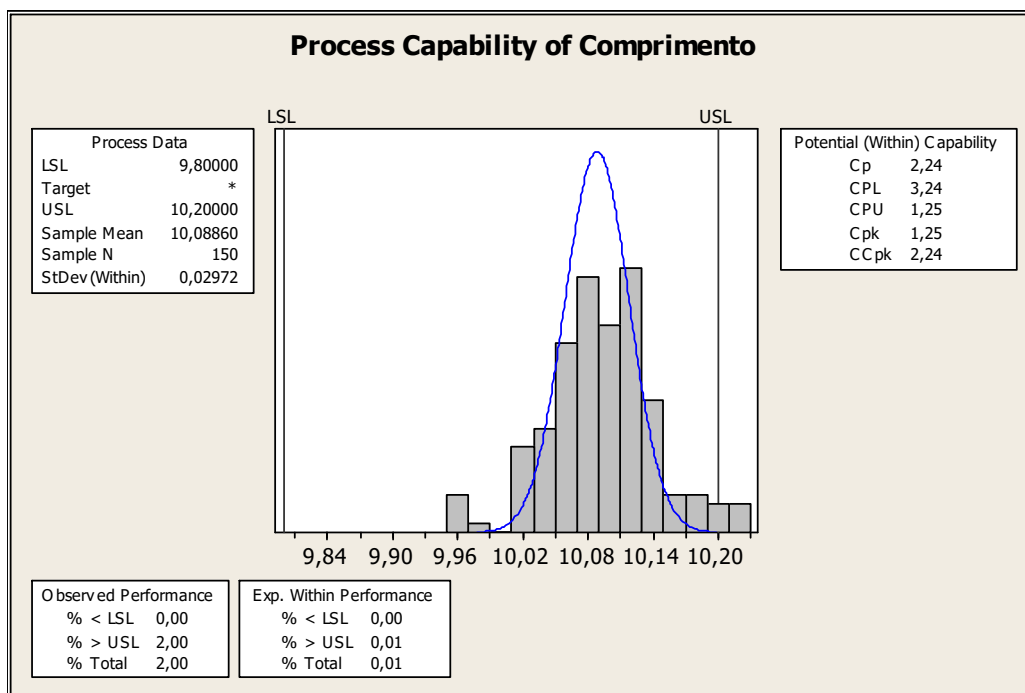


Figura 11 - Capacidade do Processo após melhorias

Na Figura 11 é possível verificar a capacidade potencial $C_p=2,24>1,0$ demonstrando um processo potencialmente capaz, com capacidade efetiva $C_{pk}=1,25$ evidenciando que o processo é efetivo, com percentual de defeito de 2%.

4. Conclusões

Esse estudo teve como objetivo avaliar o atendimento da especificação do comprimento da fita cirúrgica microporosa (25mmx10), aplicando-se as ferramentas CEP para identificar a normalidade, estabilidade e capacidade do processo. O estudo iniciou-se a partir da avaliação preliminar das amostras para verificar o comportamento do processo e as principais variáveis que influenciam no processo.

De acordo com os resultados foi possível verificar que o produto em estudo, fita cirúrgica microporosa (25mmx10m), apresentava desvios significativos em seu comprimento de forma a não atender as especificações do cliente quando comparado ao limite superior 10,20m, pois a média estava com seu valor muito deslocado para 10,22m. Atribuiu-se a descentralização da curva ao sistema mecânico da máquina, e principalmente ao contador de metragem.

Após as melhorias em máquina, a aplicação das ferramentas de CEP na nova amostragem identificou que o processo estudado foi capaz de atender as especificações, uma vez que o índice ficou muito acima do limite de 1,0. Desta forma pode-se dizer que a indústria atende às especificações, porém não desenvolve um Controle Estatístico. Considera-se que a empresa arca com custos adicionais de produto que é comercializado além do necessário, devido ao desconhecimento da aplicabilidade do CEP no monitoramento da produção. Nesse contexto, sugere-se que seja avaliado o sistema de contagem de metragem e a possibilidade da aplicação de um controle estatístico do processo.

REFERÊNCIAS

COSTA, A. F. B.; EPPRECHT, E. K.; CARPINETTI, L. C. R. *Controle Estatístico de Qualidade*. 2. ed. – São Paulo: Atlas, 2005

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MONTGOMERY, D. C. *Introdução ao Controle Estatístico da Qualidade*. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004.