

Controle estatístico do processo aplicado em microempresa produtora de cordas de polietileno

Jeferson Kerbes, Alison de Barba

Resumo: As cordas são amplamente utilizadas em nosso cotidiano e em diversas aplicações distintas, sendo cada tipo de corda produzida de acordo com a sua aplicabilidade. O processo produtivo de cordas pode variar nos mais diversos tipos, contudo um modelo bastante comum é com uso de monofilamentos que são agrupados para fabricação da corda. Este processo de fabricação do fio monofilamento ocorre por meio de uma extrusora, que é um equipamento que recebe a matéria prima, derrete e força a passagem em uma matriz com vários furos, os quais darão origem aos fios. Este estudo se classifica como uma pesquisa aplicada, com abordagem definida como quantitativa e apresenta um comparativo entre o mesmo processo antes e após a aplicação do ajuste realizado para otimizar a produção. O estudo se deu em uma empresa de cordas localizada em Santa Catarina, onde percebeu-se um problema devido a variação das espessuras dos fios e, por meio do controle estatístico do processo, pode-se comprovar as variações e averiguar as possíveis causas. Após avaliar os aspectos relacionados ao problema, decidiu-se implantar a utilização de uma motobomba na extrusora, a fim de estabilizar a pressão na entrada da matriz. Esta intervenção proporcionou a eliminação do problema com as bitolas fora de padrão comercial, bem como redução da produção de sucatas em 17%. Além disso, este estudo pode ser utilizado como direcionador para organizações e profissionais que buscam aplicar o CEP para melhoria dos seus processos produtivos.

Palavras chave: Controle estatístico do processo, Cordas, Microempresa.

Statistical process control applied in polyethylene rope producing company

Abstract: Ropes are widely used in our daily lives and in many different applications, each type of rope being produced according to its applicability. The production process of ropes can vary in many types, however a very common model is with the use of monofilaments that are grouped to manufacture the rope. This process of fabrication of monofilament yarn occurs through an extruder, which is equipment that receives the raw material, melts and forces the passage in a matrix with several holes, which will give rise to the yarns. This study is classified as an applied research, with a defined approach as quantitative and presents a comparison between the same process before and after applying the adjustment made to optimize production. The study took place in a string company located in Santa Catarina, where a problem was noticed due to the variation of the wire thickness and, through the statistical process control, it was possible to verify the variations and to investigate the possible causes. After evaluating the aspects related to the problem, it was decided to deploy the use of a motor pump in the extruder in order to stabilize the pressure at the inlet of the die. This intervention has eliminated the problem of non-standard gauges and reduced scrap production by 17%. In addition, this study can be used as a guide for organizations and professionals seeking to apply SPC to improve their production processes.

Key-words: Statistical process control, Ropes, Micro business.

1. Introdução

Existem ferramentas e produtos que acompanham a humanidade há muitos anos e atualmente ainda são empregadas nas mais variadas áreas. Um exemplo desse tipo de equipamento é a corda, que mesmo sendo um aparato simples possui uma importância

considerável na execução de inúmeras atividades.

Suas aplicações são bastante amplas, e podem variar desde a construção civil e eletromecânica, até a utilização na área naval na amarração de petroleiros e ancoragem de plataformas e monobóias, além de atividades esportivas e recreativas, até alcançarem as artes e o vestuário. Tudo isso permite afirmar que, apesar de simples, seu uso é quase irrestrito. (AFIPOL, 2019).

A variedade de aplicações faz crescer o número de modelos de cordas presentes no mercado, tendo inclusive cordas sendo desenvolvidas para atividades específicas. É a atividade realizada que determina o material que irá compor a corda, bem como a estruturação dos seus fios. Essas variáveis são determinantes para que o dispositivo suporte e execute a atividade para a qual foi solicitado.

Devido ao extenso campo de atuação e à alta busca por esse produto é possível encontrar indústrias que atuam exclusivamente na produção desse dispositivo. Essa especialização das empresas na fabricação de determinado produto acabada aumentando o número de tecnologias desenvolvidas e otimização da organização dos processos. Portanto, a competitividade presente nesse mercado é alta e todo resultado ou redução de prejuízo conquistado pelas empresas é considerado uma vantagem real.

O estudo apresentado teve seu desenvolvimento com ênfase na redução de peças fora de conformidade de uma microempresa produtora de cordas localizada na cidade de Itajaí, em Santa Catarina. Essa empresa atua desde 2017 na região, produzindo cordas torcidas ou trançadas e fios de monofilamento de polietileno com resinas virgens e recicladas, tendo a linha de produção composta por extrusora (transforma a matéria-prima em fios), recolhadora (coleta os fios e armazena em carretéis), espuladeira (transfere os fios para carretéis menores, que possam ser utilizados nas demais máquinas), trançadora (agrupa os fios em cordas trançadas) e bobinador (armazena a corda em rolos). Esses equipamentos devem ser regulados e monitorados, para que não ocorram inconformidades no produto gerado.

Uma das principais causas de inconformidade nessa empresa é a dimensão inadequada dos fios que irão compor as cordas, o que altera a qualidade final do produto, pois o dimensionamento da corda sofrerá uma variação, que pode ultrapassar as bitolas comerciais, ou seja, o limite estabelecido pelo cliente. Portanto, para que o produto tenha as dimensões exigidas pelo cliente é necessário um controle do processo desde a produção dos fios, ou seja, desde a transformação da matéria-prima na extrusora. Para isso foi utilizado o controle estatístico de processo, que define os limites de variabilidade do dimensionamento das cordas, de forma a serem respeitados os limites estabelecidos pelo cliente.

2. Referencial Teórico

A revisão da literatura está composta pelas seguintes subseções: Controle estatístico do processo – o que é, para que serve e as ferramentas que o compõem, definindo para estes os principais conceitos e aplicabilidades.

2.1. Controle Estatístico do Processo (CEP)

Um dos métodos utilizados para monitorar os resultados apresentados por determinado processo é o controle estatístico de processos (CEP). Esse método utiliza dados estatísticos para apresentar a variabilidade da atividade que está sendo avaliada. Segundo (LOSADA, 2017) o CEP, corresponde a um ramo do controle de qualidade que se destina para a coleta,

análise e interpretação de dados, que são utilizados na busca pela manutenção e melhoria da qualidade de produtos e serviços. Portanto o CEP não serve apenas para gerar dados estatísticos, mas também apresenta os pontos que precisam ser melhorados.

2.1.1. Cartas de Controle

Uma das ferramentas usadas no CEP são as cartas ou gráficos de controle. Marshall et all (2011) define carta de controle como uma espécie de gráfico que acompanha a variabilidade de um processo auxiliando na identificação das causas comuns e aleatórias.

A utilização dessas ferramentas busca facilitar a visualização da variabilidade apresentada pela atividade. Esses gráficos têm como objetivo detectar desvios de parâmetros representativos do processo, reduzindo a quantidade de produtos fora de especificações e os custos de produção (ALENCAR, 2005).

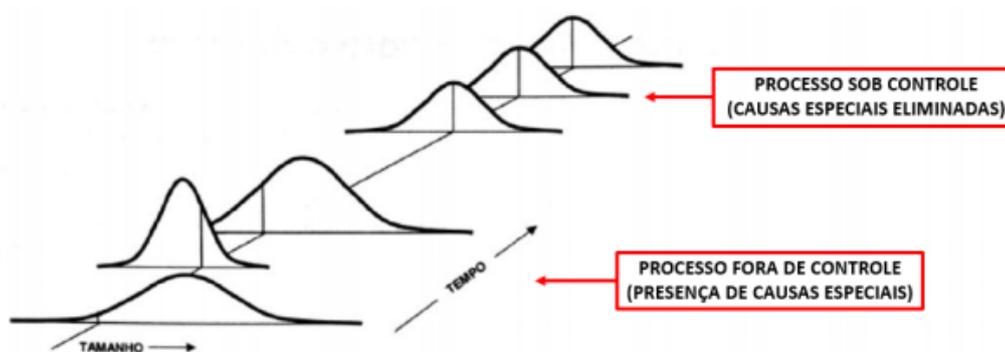
Com posse dos dados exigidos pelo CEP é possível verificar se o processo está gerando alguma inconformidade, que não irá permitir que o produto ou serviço oriundo desse processo atenda aos requisitos do cliente. Segundo Ribeiro (2012) o CEP possibilita o monitoramento das características de interesse, assegurando que elas irão se manter dentro de limites preestabelecidos e indicando quando devem ser tomadas ações de correção e melhoria.

Além disso, esse método é capaz de controlar e melhorar a qualidade apresentada pelo produto. O CEP busca a redução sistemática da variabilidade em processos para que, conseqüentemente, os produtos e serviços decorrentes deles apresentem adequado nível de qualidade (LOSADA, 2017).

2.1.2. Causas Comuns e Especiais

A variabilidade representada pelos dados pode ser gerada por causas comuns ou especiais. Uma causa comum é definida como uma fonte de variação que afeta todos os valores individuais do processo (TORMINATO, 2004). Essas são causas rotineiras, que podem ser controladas e previstas, reduzindo assim o impacto que elas causam no produto final.

Torminato (2004) comenta ainda que as causas especiais, esporádicas, aleatórias ou, ainda, assinaláveis são fatores geradores de variações que afetam o comportamento do processo de maneira imprevisível. São essas causas as responsáveis pela incerteza durante a previsão dos resultados apresentados pelo processo, conforme mostra a Figura 1.



Fonte: Crespo (2018)

Figura 1 – Influência das causas especiais no processo

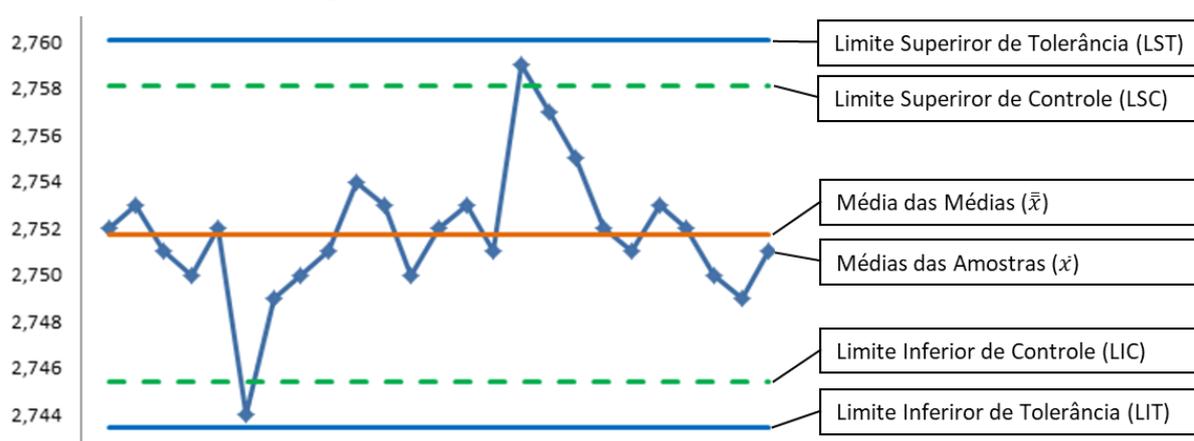
Além dos tipos de causas, responsáveis pela variação do processo, a característica dos dados analisados determina o tipo de gráfico que será gerado, sendo possível desenvolver gráficos

para atributos ou para variáveis. Os dados que não possuem representação numérica utilizam atributos para os classificar. Segundo Oliveira (2013) nestes casos, classifica-se cada item de ensaio ou amostra com um atributo que pode ser conforme ou não-conforme, presença ou ausência, positivo ou negativo. Já as informações que podem ser mensuradas com valores numéricos são apresentadas nos gráficos para variáveis. Independentemente do tipo de gráfico gerado o CEP irá se basear em limites, que irão servir de base para controlar a variabilidade do processo.

2.1.3. Limites de Controle e de Especificação

O gráfico de controle tem dois limites (calculados a partir dos dados amostrais) que separam a variação aleatória da variação não aleatória. O valor maior corresponde ao limite superior de controle (LSC) e o valor menor é chamado de limite inferior de controle (LIC) (CASTRO, 2012).

Seja qual for a categoria dos limites de controle, baseado em variáveis ou em atributos, o gráfico de controle sempre deve representá-los entre dois pontos que serão determinados pelo cliente, os limites de especificação ou de tolerância. Esses limites indicam valores que não podem ser superados, pois o cliente não irá aceitar o problema caso contrário, ou seja, os valores medidos não devem ultrapassar o limite superior de tolerância (LST) e o limite inferior de tolerância (LIT). Portanto, o gráfico de controle deve apresentar uma similaridade com o gráfico apresentado na Figura 2.



Fonte: Adaptado de Crespo (2018)

Figura 2 – Carta de controle

2.1.4. Histograma

O histograma, para Lima (2006) é uma representação gráfica da distribuição de frequências dos valores medidos (de uma característica da qualidade de um produto) na saída de um processo, constituindo-se em uma técnica simples e valiosa na análise da capacidade dos processos. Basicamente é um tipo de gráfico de barras que apresenta de forma clara a distribuição de um grupo de dados e são muito úteis na visualização do padrão de distribuição dos valores observados. Eles mostram tanto o grau de dispersão quanto a localização (tendência central) das amostras coletadas (CASTRO, 2012).

Com base no histograma, é possível se examinar a capacidade do processo, bem como se ter uma estimativa da taxa de rejeição presente no mesmo.

2.1.5. Capabilidade do Processo

Esse índice irá determinar se o processo analisado é capaz de atender a demanda. O índice de capabilidade é uma função adimensional dos parâmetros do processo e da especificação do processo desenvolvidos para proporcionar uma linguagem comum e de fácil entendimento para a quantificação do desempenho do processo (KANE, 1986). O CPK avalia a distância da média do processo aos limites da especificação (LIMA, 2006). Portanto, o processo se apresentará capaz, em teoria, se o índice for $CPK > 1$.

O CPK pode normalmente é analisado tanto para os limites superiores, quanto inferiores. Em ambos os casos, se o resultado do índice for menor que 1, tem-se que o processo não é capaz, contudo, se maior que 1, define-se que o processo é capaz.

3. Metodologia Aplicada

O estudo desenvolvido nesse trabalho pode ser classificado como uma pesquisa aplicada, pois estuda um problema relativo ao conhecimento científico ou à sua aplicabilidade (Marconi; Lakatos, 2003). A abordagem da pesquisa é definida como quantitativa, uma vez que analisa o número de peças com inconformidades no seu dimensionamento. Além disso, o estudo apresenta um comparativo, medido em percentual, entre o mesmo processo antes e após a aplicação do ajuste realizado para otimizar a produção.

A pesquisa tem como público alvo empresas que possuam falta de padronização dos seus produtos ou serviços, o que pode causar o descumprimento dos limites de tolerância estabelecidos pelos clientes. Para o estudo de caso realizou-se a pesquisa em uma microempresa que fabrica cordas compostas de fios de polietileno, localizada na cidade de Itajaí em Santa Catarina. Na pesquisa foram realizadas coletas periódicas de amostras dos fios que compõem as cordas, para verificar o seu dimensionamento.

Esta coleta contou com seis amostras diárias de cinco tomadas por amostra por um período de cinco dias. As primeiras amostras foram tomadas entre os dias 22 e 26 de outubro de 2018 e serviram para apoio a análise do processo e tomada de decisão para intervenção. A segunda tomada ocorreu entre 23 e 27 de setembro de 2019 e serviu basicamente para comparar os resultados após a intervenção realizada.

As coletas foram distribuídas em três pela manhã e três no período vespertino, conforme mostra o Quadro 1.

Manhã			Tarde		
Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Amostra 6
Hora:	Hora:	Hora:	Hora:	Hora:	Hora:
1º	1º	1º	1º	1º	1º
2º	2º	2º	2º	2º	2º
3º	3º	3º	3º	3º	3º
4º	4º	4º	4º	4º	4º
5º	5º	5º	5º	5º	5º

Fonte: O Autor

Quadro 1 – Modelo utilizado para coleta das medidas

Para ambas as análises, utilizou-se o Excel para apoio na tabulação dos dados e desenvolvimento dos gráficos utilizados para análise e apresentados neste artigo. As fórmulas utilizadas foram baseadas na literatura disponível nas referências utilizadas neste artigo.

4. Resultados Obtidos

A microempresa estudada compra a matéria-prima, polietileno com resinas virgens ou recicladas, para fabricar os fios que irão compor o seu produto. Essa matéria-prima é derretida e transformada em fios através da extrusora e posteriormente são agrupados por meio de um processo de trançado para obter o produto final. No segundo semestre de 2018 percebeu-se que algumas cordas estavam com a bitola (diâmetro) fora dos padrões comerciais e, após investigação, percebeu-se que a causa era o fato de que os fios não respeitavam as tolerâncias.

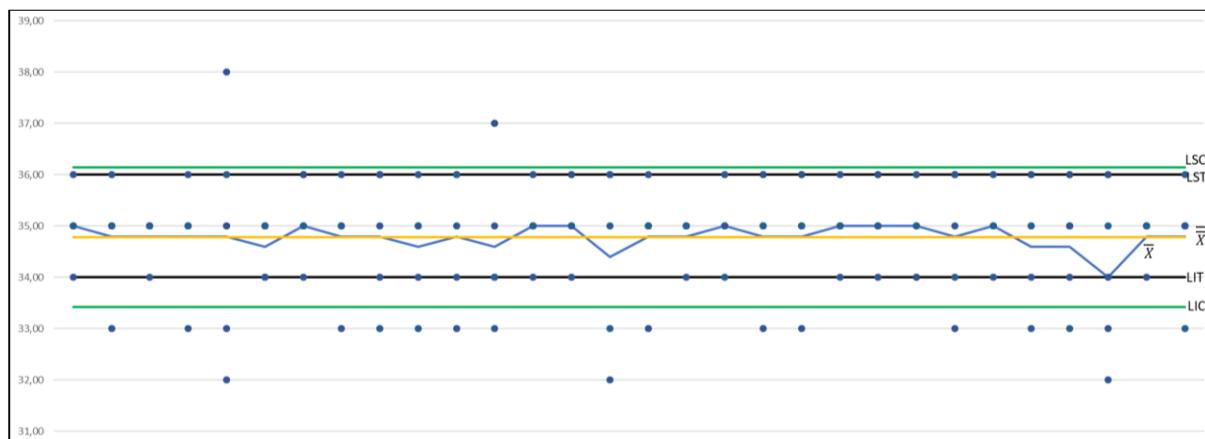
Para que a corda permaneça na bitola comercial, os fios não podem ser inferiores a 0,34 mm e não exceder 0,36 mm. Neste sentido, implementou-se a coleta de medidas com o uso do Quadro 1 durante cinco dias consecutivos, obtendo-se a Tabela 1, onde os valores apresentados estão multiplicados por 10, ou seja, um valor de 35 significa uma medição de 0,35 mm.

22/out						23/out						24/out						25/out						26/out					
A1	A2	A3	A4	A5	A6	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A1	A2	A3	A4	A5	A6
35	35	35	35	35	35	36	35	36	35	36	37	35	36	36	35	35	35	36	36	35	36	34	36	35	36	36	36	35	35
36	35	35	35	38	34	35	36	34	36	35	34	35	35	35	36	35	35	35	33	36	35	35	35	36	33	34	34	35	35
34	33	34	36	33	34	35	35	35	34	34	35	34	34	36	33	34	36	33	35	34	34	35	33	34	35	35	33	34	36
35	36	35	33	32	35	34	33	36	35	33	33	36	35	32	35	35	35	35	35	35	35	36	36	35	34	35	32	35	35
35	35	35	35	36	35	35	35	33	33	36	34	35	35	33	35	35	34	35	35	35	35	35	34	35	35	33	35	35	33

Fonte: O Autor

Tabela 1 – Dados coletados em 2018

Com os dados da Tabela 1, calculou-se a média, desvio padrão, amplitude, desvio padrão total, média das médias e os limites de controle superior e inferior. Com estas informações, desenvolveu-se a carta de controle, apresentada na Figura 3.

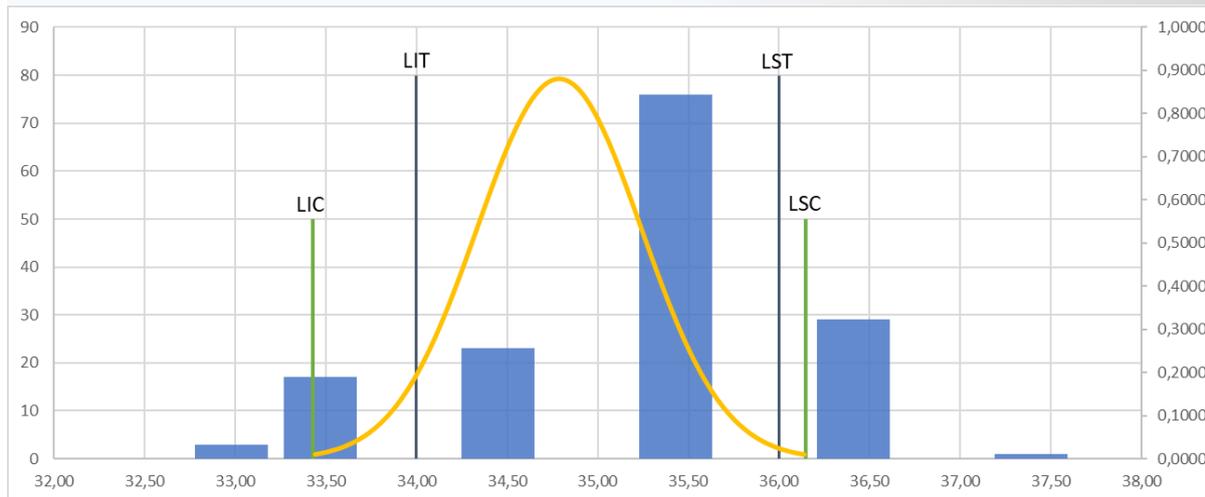


Fonte: O Autor

Figura 3 – Carta de controle de 2018

Ao se analisar a carta de controle, percebeu-se que existiam vários pontos fora dos limites de tolerância (LIT e LST), isto fez com que os limites de controle do processo (LIC e LSC) ultrapassassem os limites de tolerância. Este cenário mostra que o processo está fora de controle, ou seja, evidência que o problema das bitolas fora dos padrões comerciais realmente ocorreu devido a falta do padrão da espessura dos fios.

Os resultados percebidos na carta de controle também são evidenciados no histograma apresentado na Figura 4. Para um processo ideal, o LIC e LSC deveriam estar entre o LIT e LST, contudo no histograma percebe-se que ocorreu exatamente o inverso.



Fonte: O Autor

Figura 4 – Histograma de 2018

Quando se analisou a capacidade do processo, foi perceptível que o processo não era capaz, ou seja, não atendia as especificações requeridas pelo cliente. Os valores referentes a capacidade do processo são apresentados na Tabela 2.

1/2 Variação Permissível	1,21	1/2 Variação Permissível	0,79
1/2 Variação Real (3σ)	1,36	1/2 Variação Real (3σ)	1,36
CPKsup	0,89	CPKinf	0,58

Fonte: O Autor

Tabela 2 – Capabilidade do processo em 2018

Percebendo que os valores de CPk estão inferiores a 1, encerrou-se a análise concluindo que seria necessário realizar alguma intervenção para eliminar as causas especiais que afetavam o sistema de modo a prejudicar na qualidade do produto. Portanto, com o propósito de compreender o motivo da variabilidade nas dimensões dos fios, foi realizada uma inspeção no local onde está instalada a extrusora, bem como foi realizado um diálogo com os colaboradores que operam o equipamento.

Como resultado foi possível identificar que a causa para ocorrer alteração nas dimensões do material é a variação do volume de matéria-prima que passa pela matriz, componente do equipamento responsável pela confecção dos fios (similar os moldes para espaguete). A variação ocorria devido a alimentação para a matriz se dar por ajuste manual da velocidade de rotação do motor da extrusora e por não existir nenhum controle da pressão exercida pela matéria prima na entrada da matriz.

Este procedimento permitia que quando a velocidade era reduzida o fluxo de material diminuía, gerando fios com dimensão inferior ao tolerável. Já quando ocorria a elevação da velocidade, o fluxo de matéria prima passando pela matriz aumentava, produzindo fios com dimensões superiores ao aceitável.

Essa conclusão fez com que o procedimento utilizado para abastecer a extrusora fosse alterado. Para isso, utilizou-se uma motobomba reguladora de pressão, que foi instalada para que a pressão de entrada de material para a matriz permanecesse constante.

Portanto, o uso da motobomba reduz a variação do fluxo de material na extrusora. Essa mudança permite que os fios sejam produzidos em dimensões similares, por fornecer vazão

contínua de material par a matriz. Sendo assim, o produto irá possuir maior padronização com relação as suas medidas e irá produzir cordas com dimensões compreendidas entre os limites de especificação.

Após instalado a motobomba, identificou-se grande melhora no processo. Esta melhora é evidenciada por meio das análises realizadas por meio das amostras tomadas no ano de 2019. Estas amostras estão apresentadas na Tabela 3.

23/set						24/set						25/set						26/set						27/set					
A1	A2	A3	A4	A5	A6	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A1	A2	A3	A4	A5	A6
34	35	35	34	35	35	34	35	35	34	35	35	34	35	34	35	35	34	34	34	34	34	34	35	34	34	35	34	34	34
35	34	34	35	33	34	35	35	34	35	34	33	35	33	35	34	34	35	34	35	35	35	35	34	35	34	35	35	34	35
35	35	34	35	35	35	35	35	35	34	35	35	35	36	34	35	34	35	35	34	35	34	35	35	34	35	34	35	35	35
34	36	35	35	36	35	36	36	34	35	35	36	35	35	35	36	36	35	34	36	35	35	34	36	35	36	35	35	36	35
35	35	35	35	35	35	35	35	35	36	35	35	36	35	35	34	35	35	35	34	34	35	34	35	35	35	35	35	35	35

Fonte: O Autor

Tabela 3 – Dados coletados em 2019

Com os dados da Tabela 3, calculou-se a média, desvio padrão, amplitude, desvio padrão total, média das médias e os limites de controle superior e inferior. Com estas informações, desenvolveu-se a carta de controle, apresentada na Figura 5.

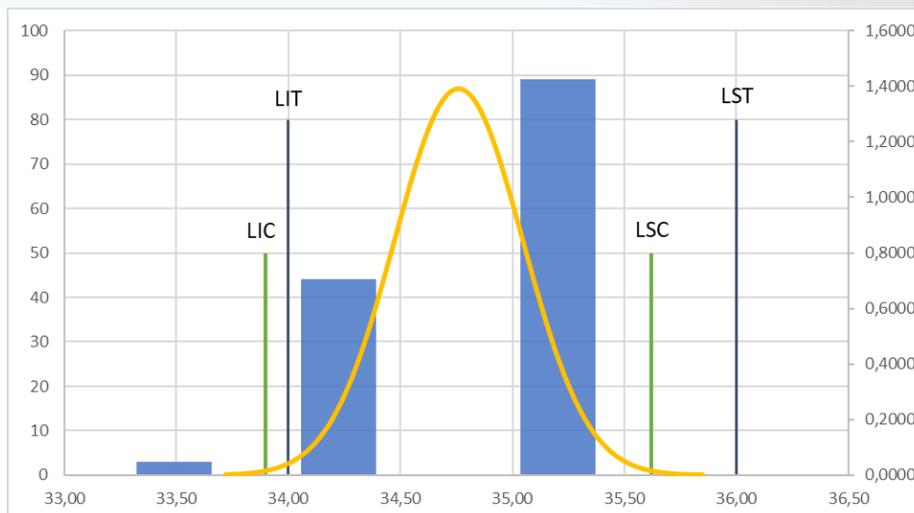


Fonte: O Autor

Figura 5 – Carta de controle de 2019

Ao se analisar a carta de controle, é possível perceber que ainda existem pontos fora do limite inferior de tolerância (LIT), isto fez com que o limite inferior de controle (LIC) ultrapassasse o limite de tolerância. Este cenário mostra que o processo ainda está fora de controle e sofrendo de causas especiais, contudo com muito menos pontos excedentes que em 2018.

Os resultados percebidos na carta de controle também são evidenciados no histograma apresentado na Figura 6. Para um processo ideal, o LIC e LSC deveriam estar entre o LIT e LST, contudo no histograma percebe-se que ocorreu exatamente o inverso.



Fonte: O Autor

Figura 6 – Carta de controle de 2019

Quando se analisou a capacidade do processo, foi perceptível que o processo sofreu grande melhora, principalmente no CPK superior, que passou de 0,89 para 1,44. O CPK inferior ainda se mostra abaixo de 1, contudo também melhorou em comparação com o resultado de 2018, quando estava em 0,58. Os valores referentes a capacidade do processo são apresentados na Tabela 4.

1/2 Variação Permissível	1,24	1/2 Variação Permissível	0,76
1/2 Variação Real (3σ)	0,86	1/2 Variação Real (3σ)	0,86
CPK_{sup}	1,44	CPK_{inf}	0,88

Fonte: O Autor

Tabela 4 – Capacidade do processo em 2019

5. Análise dos Resultados

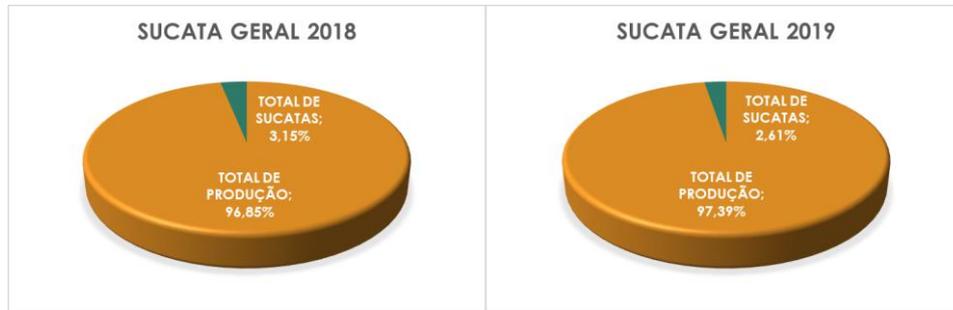
O estudo realizado na microempresa, evidentemente trouxe bons resultados, uma vez que eliminou grande parte da variação das espessuras dos fios. Ao analisar os dados apresentados anteriormente, percebe-se que em 2019 o processo ainda não se mostra capaz, contudo isto em termos teóricos. Na prática, não foram identificadas variações consideráveis no produto final, ou seja, o problema de cordas com bitolas fora dos padrões comerciais foi eliminado após a instalação da bomba.

Neste sentido, conclui-se que mesmo existindo algumas variações pontuais e esporádicas nas variações das espessuras dos fios, o processo está atendendo as tolerâncias dos clientes. Este fenômeno pode ser explicado pelo fato de que uma corda é formada pela combinação de vários fios, variando de 10 a 75 fios dependendo da bitola que se deseja. Portanto, se um fio estiver fora da espessura adequada, causará um impacto muito pequeno no diâmetro final da corda, o que não acontece se há uma combinação de vários fios fora do padrão (cenário em 2018). Além disso, um mesmo fio pode sofrer variação na sua espessura no decorrer do tempo (causas comuns), ou seja, sem em um determinado momento a medição apresentou espessura de 0,33 mm, segundos depois poderá apresentar, para o mesmo fio, espessura de 0,35mm.

Vale apresentar também os resultados que surgiram como efeitos colaterais da intervenção realizada, pois são bastante significativos para a microempresa. Estes resultados referem-se a

redução da produção de sucata, ou seja, redução das perdas de matéria prima durante a produção dos fios.

Pode-se perceber na Figura 7 que houve uma redução de 17,15% na produção de sucatas ao comparar o ano de 2018 com o ano de 2019. Vale salientar que nos meses de novembro e dezembro de 2018 já houve redução da produção de sucatas, portanto a redução real é ligeiramente maior que 17,15%.

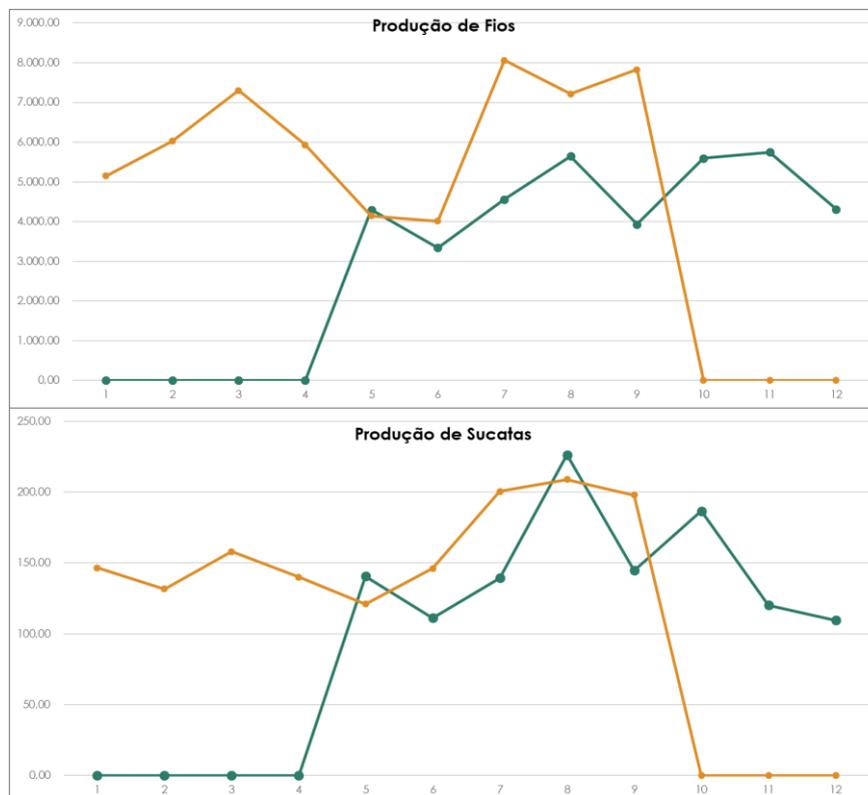


Fonte: O Autor

Figura 7 – Comparação da produção de sucatas

Os resultados citados podem ser percebidos também da Figura 8, que apresenta a produção mensal de fios e de sucata em quilograma. É perceptível que nos meses de novembro (11) e dezembro (12) do ano de 2018 já houve queda na produção de sucatas, mesmo ocorrendo aumento na produção do mês 11.

Além disso, pode-se perceber que mesmo com uma produção bastante superior de fios no ano de 2019, as sucatas mantêm praticamente o nível de 2018. Isto mostra que realmente houve redução das perdas do processo por meio da utilização da motobomba.



Fonte: O Autor

Figura 8 – Carta de controle de 2019

6. Considerações Finais

Os principais fatores de destaque neste estudo são a identificação do problema, posteriormente a investigação no local juntamente com o diálogo com os operadores da máquina, aplicação do CEP para comprovação do problema e para servir como insumos para a tomada de decisão na solução ao problema.

Além disto, o estudo incorporou na cultura organizacional da microempresa a utilização do CEP, pois desde o ocorrido em 2018, todos os dias são tomadas as 6 amostras em horários distintos. Além deste procedimento permitir análises posteriores, garante que o operador acompanhe as espessuras dos fios e, em caso de variações, consiga realizar ajustes para evitar futuros problemas.

Portanto, a melhoria se mostrou atrativa para a empresa em vários aspectos, pois conseguiu reduzir a variação dos fios e da produção de sucatas, o que permitiu aumentar a capacidade produtiva. Existem também ganhos não mensuráveis como valoriação do produto e da marca para os clientes.

Porém, mesmo com os ganhos, a alteração aplicada ainda mantém alguns pontos para serem melhorados. Uma dessas melhorias é o ajuste do processo, para que não ocorram mais casos em que o dimensionamento dos fios ultrapasse os limites de tolerância, como ocorreu ao longo da coleta de dados após a aplicação da motobomba.

Por fim, este estudo pode ser utilizado como direcionador para organizações e profissionais que buscam aplicar o CEP para melhoria dos seus processos produtivos.

Referências

Livro

Kane, V.E. Process Capability Indices. Journal of Quality Technology, volume 18, 41-52, 1986.

LOSADA, Gisele. Controle estatístico de processos. Porto Alegre: Sagah, 2017.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. Fundamentos de Metodologia Científica. 5. ed. São Paulo: Atlas S.a., 2003.

Periódico

CRESPO, Adalberto Nobiato et al. Estudo da capacidade e sua importância no processo de usinagem. Campinas: Ensaio Usf, 2018.

MARSHALL JUNIOR, Isnard et al. Gestão da Qualidade. 10. ed. São Paulo: FGV, 2011.

OLIVEIRA, Camila Cardoso de et al. Manual para elaboração de cartas de controle para monitoramento de processos de medição quantitativos em laboratórios de ensaio. São Paulo: Governo do Estado de São Paulo, 2013.

Artigo de periódico

ALENCAR, João Rui B. et al. Uso de Controle Estatístico de Processo para Avaliação da Estabilidade e Validação da Fase de Compressão de Formas Farmacêuticas Sólidas. Acta Farm. Bonaerense. Rio de Janeiro, p. 426-435. jul. 2005.

LIMA, A. A. N. et al. Aplicação do controle estatístico de processo na indústria farmacêutica. Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada, Recife, v. 27, n. 3, p.177-187, nov. 2006.

Monografia, dissertação e tese

TORMINATO, Sílvio Miotta. Análise Da Utilização Da Ferramenta CEP: Um Estudo De Caso Na Manufatura De Autopeças. 2004. 93 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

Trabalho em evento

CASTRO, Denyse Roberta Correa et al. A aplicabilidade dos gráficos de controle nas empresas como modelo de inspeção para a avaliação da qualidade. Bento Gonçalves: Enegep, 2012.

RIBEIRO, José Luis Duarte; CATEN, Carla Schwengber Ten. Série monográfica Qualidade: Controle Estatístico do Processo. Porto Alegre: Feeng, 2012.

Internet

AFIPOL. História - A civilização da corda. Disponível em: <https://mda.wiki.br/Manual_de_Cordas>. Acesso em: 14 out. 2019.

MONTES, Eduardo. Gráfico de controle. Disponível em: <<https://escritoriodeprojetos.com.br/grafico-de-controle>>. Acesso em: 15 out. 2019.