

Controle Estatístico do Processo em hastes flexíveis como ponto de partida para grupos de melhoria

Renan Felinto dos Santos, Ana Julia Dal Forno, Alexandre José Sousa Ferreira

Resumo: O presente artigo teve como principal motivação o índice de reclamação dos clientes de uma indústria têxtil de Santa Catarina. Assim, as principais reclamações foram: produto fora de especificação, embalagem e contaminação (sujidades). Dessa forma, esse trabalho tem o objetivo de melhorar a qualidade das hastes flexíveis no setor de algodão. Como metodologia utilizou-se a pesquisa-ação que contempla a revisão de literatura com os temas-chaves - ferramentas da qualidade (Ishikawa, Cartas de Controle, PDCA), características técnicas do algodão, melhoria de processos e instruções de trabalho da indústria têxtil. Após ocorreu a identificação do processo, com a coleta de dados, cálculos de capacidade, média, desvio padrão, limites de especificação, sugestão e aplicação das melhorias. Como resultados estabeleceu-se uma nova rotina de trabalho, com controles definidos e a redução da variabilidade do processo.

Palavras chave: Controle Estatístico do Processo, grupos de melhoria, hastes flexíveis.

Statistical Process Control in cotton swab as a starting point for improvement groups

Abstract: This article had as main motivation the rate customer complaint of a textile industry in Santa Catarina. Thus, the main complaints were product out of specification, packaging and contamination (impurities). Therefore, this work aims to improve the quality of cotton swab in the cotton sector. The methodology used an action-research that includes a bibliography review with key themes – quality tools (Ishikawa, control letters, PDCA cycle, etc), cotton technical characteristics, process improvement and working instructions of textile industry. After that, the process was identified, with data collection, capacity calculations, mean, standard deviation, application limits, suggestions and application of improvements. A new work daily routine was established because of the results, where controls were defined and the process variability decrease.

Key-words: Statistical Process Control, improvement groups, cotton swab.

1. Introdução

A indústria têxtil é reconhecida como um dos maiores setores de transformação mundialmente. No Brasil, a produção têxtil é o segundo maior empregador, ficando atrás apenas da indústria de alimentos e bebidas (ABIT, 2018), com cerca de 1,5 milhão de empregados diretos e oito milhões indiretos. Conforme ainda a mesma fonte – Associação Brasileira da Indústria Têxtil, em 2017, o setor teve um faturamento acima de 50 bilhões de dólares. Sendo assim, são incontestáveis as responsabilidades intrínsecas à área têxtil, visto o número de colaboradores e a participação na economia.

O objetivo foi realizar a melhoria de processos no produto com maior índice de reclamação. Para isso, utilizaram-se os conceitos e etapas de grupos de melhoria da qualidade e suas ferramentas.

O artigo está estruturado da seguinte forma: a seção 1 apresentou a contextualização do trabalho, os objetivos, procedimentos metodológicos, e a estruturação do artigo. A seguir, seguem-se os passos da pesquisa-ação - coletados os dados práticos para o diagnóstico do produto foco desse trabalho: hastes flexíveis. Por fim, há as considerações finais e as referências.

2. Procedimentos Metodológicos

Para fins de estrutura, esse artigo seguiu a metodologia da Pesquisa-ação que contempla etapas semelhantes ao ciclo PDCA e *kaizen*, incluindo a revisão de literatura. Para Miguel (2018) nesse método, o pesquisador, utilizando a observação participante, interfere no objeto de estudo de forma cooperativa com os participantes da ação para resolver um problema e contribuir para a base do conhecimento. De acordo com Thiollent (2007), na pesquisa-ação os pesquisadores desempenham um papel ativo no equacionamento dos problemas encontrados, no acompanhamento e na avaliação das ações desencadeadas em função dos problemas.

Ao mesmo tempo convém lembrar que o *kaizen*, segundo Imai (2014) e Dennis (2008), é uma das técnicas japonesas mais usadas na eliminação de desperdícios, com o significado de melhoria contínua.

Os passos da pesquisa-ação consistem basicamente em (Miguel, 2018; Thiollent, 2007):

- a) Planejar a ação (foco no problema, mapeamento da literatura)
- b) Coletar os dados
- c) Analisar os dados e planejar as ações
- d) Avaliar os resultados

De forma geral, muito semelhante ao ciclo PDCA que estão sintetizados na Figura 1.



Figura 1 – Ciclo PDCA com as etapas do trabalho

O método PDCA foi criado em 1920 pelo engenheiro Walter Shewhart, mas o modelo ganhou relevância em 1950, principalmente no Japão, através do professor americano William Deming, que é considerado o pai do controle de qualidade nos processos produtivos. Em síntese, segundo Alencar (2008), o PDCA centraliza as informações do controle de qualidade, previne erros nas análises e traduz as informações de um modo mais simples de entender. As etapas do PDCA são:

- a) **Plan** - consiste no estabelecimento da meta ou objetivo a ser alcançado, e do método para se atingir este objetivo.
- b) **Do** - consiste na execução do trabalho, de forma que todos os envolvidos entendam e concordem com o que se está propondo ou foi decidido.
- c) **Check** - durante e após a execução, deve-se comparar os dados obtidos com a meta planejada,

para saber se está indo em direção certa ou se a meta foi atingida.

d) **Act** – envolve colocar em ação a nova proposta e monitorar.

De forma a estruturar melhor o trabalho, as próximas seções destinam-se a apresentar as etapas realizadas, conciliando com a teoria necessária e conforme sugerido nos procedimentos da pesquisa-ação.

3. Aplicação prática

A empresa, aqui chamada de “Algodão”, foi fundada em 1935 e está localizada em Blumenau/SC. Os artigos produzidos contemplam um portfólio de mais de 1800 itens, tais como esparadrapos, fita microporosas, gases, ataduras ortopédicas, fraldas, hastes flexíveis, algodões aglomerados em diferentes formas para diversas aplicações de primeiros socorros, higiene e bem-estar (discos, bolas, etc.).

3.1 Definição do produto

Para a definição do produto hastes flexíveis (Figura 2), o critério utilizado foi o maior índice de reclamação dos clientes, recebidos através do SAC (Serviço de Atendimento ao Consumidor).



Figura 2 – Produto mapeado: haste flexível

Desde o início, o setor do Algodão, responsável pela fabricação de produtos, basicamente como o próprio nome diz, nas mais diferentes formas: algodão bolas, disco, quadrado, rolo, zig-zag e dental, além de ataduras ortopédicas e hastes flexíveis, sendo o último citado, a área de maior concentração das atividades.

A família de hastes flexíveis foi um dos temas abordados nos grupos de melhoria, conforme citado anteriormente. Os dados levantados com base nas reclamações recebidas pela empresa indicavam três problemas de maior ocorrência: produto fora de especificação, embalagem e contaminação, conforme a Figura 3. Dessa forma, percebe-se que o defeito a ser tratado se enquadra nos produtos fora de especificação, em números, somam-se noventa e oito evidências (88%), contra oito e seis para problemas de embalagem e contaminação, respectivamente. Entretanto, como o tema pode ter inúmeras fontes diferentes, investigou-se dentro dessa classificação quais eram os apontamentos dos clientes. Sendo assim, uma segunda estratificação foi realizada para encontrar o foco, que pode ser observado na Figura 4.

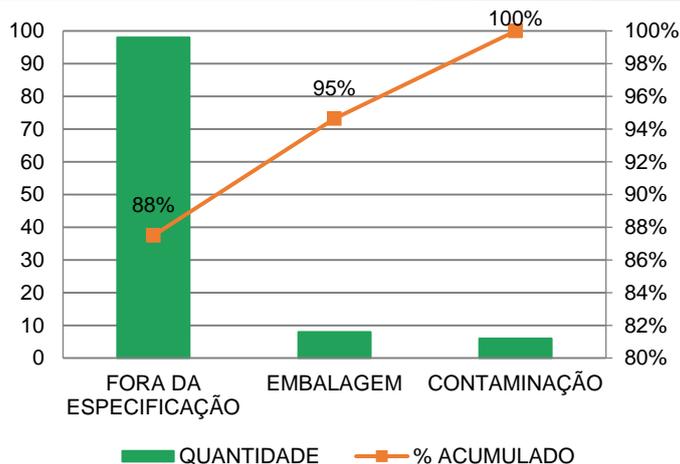


Figura 3 – Gráfico de Pareto com base na estratificação de dados do SAC 2018

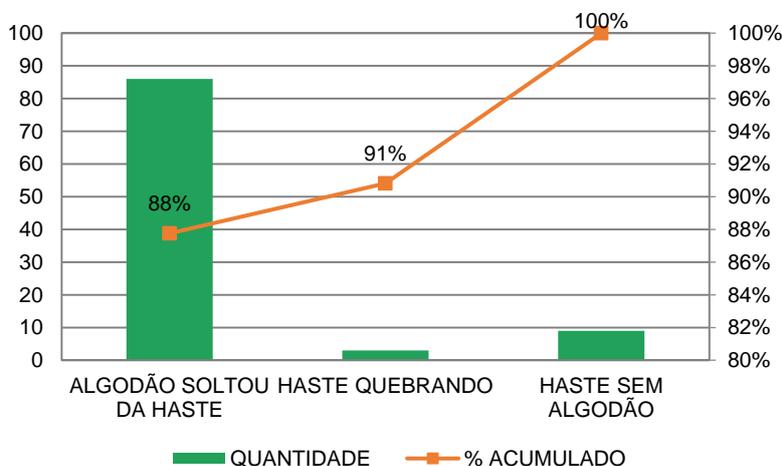


Figura 4 – Gráfico de Pareto para produtos fora de especificação

É interessante verificar que, novamente, um dos defeitos sobressai-se, ‘algodão soltou da haste’ com 88%. Deve-se ter em mente que o produto em questão necessita da quantidade necessária de algodão nas pontas das hastes, para garantir a qualidade do produto e sobretudo, a segurança do cliente, visto que o artigo é empregado de forma errônea pelo consumidor na limpeza das orelhas. Ressalta-se que é importante citar que as hastes devem ser utilizadas para secar e limpar apenas a parte externa e não ser introduzida no canal auditivo, conforme indicações de uso.

3.2 Formação da equipe e Identificação das causas do problema

O *time* de processos foi composto pela gerente, três analistas (cada qual responsável por uma área da empresa: fiação e tecelagem, algodão e manufatura) e dois estagiários, que trabalham juntos em prol da melhoria contínua dos processos industriais da unidade têxtil da empresa.

Neste sentido, o problema a ser tratado foi definido, prosseguindo para a etapa seguinte (*Do*). Como citado anteriormente, na busca no diagnóstico das causas do problema, realizou-se um *brainstorming* para levantar as fontes possíveis do defeito. Durante a discussão, diversos fatores foram indicados e assim, organizados pela responsável da equipe de forma visual em um diagrama de Ishikawa, de acordo com o representado na Figura 5.

A partir da análise de causas, foi possível identificar que os defeitos gerados pelo desprendimento de

algodão das hastes eram oriundos de dois fatores fundamentais de produção: a falta de ranhura nos palitos (1), que levava a má formação da cabeça de algodão e a ‘ponta azul’ (2), caracterizada pela quantidade de algodão menor que o especificado em estrutura. Sendo assim, partiu-se para a discussão dos ‘5 Por quês’ para investigar a origem do problema.

Levantou-se que (1) ocorria em função da desordem dos palitos no magazine de alimentação; visto que, se o insumo entrava desalinhado na máquina de hastes consequentemente, obstruía o caminho no qual o mesmo percorria dentro do equipamento, impossibilitando o fechamento do mordente que permitia a formação da ranhura. Deste modo, o algodão não era enrolado de modo adequado.

Para a causa (2), as hipóteses embasaram-se na regulagem excessiva da calandra que permite o enrolamento do algodão na máquina. A partir do fato de que quando eram observados muitos artigos chegando ao final do processo com a ponta do palito aparente, ‘ponta azul’, a ação para contornar o defeito seria o ajuste da calandra para inserir mais algodão no processamento. Por outro lado, o alinhamento não seria necessário se as fitas de material têxtil, provenientes da carda, estivessem conforme os limites de especificação. O apontamento considerou-se relevante em vista de análises anteriores, que já haviam ponderado que a produção de fita de carda estava abaixo do indicado pelo próprio equipamento. Assim, a fita que deveria ser produzida entre 1.40 e 1.60 [ktex], estava sendo enviada para a etapa posterior (máquina de hastes) com níveis que variavam muito, tanto para abaixo do limite inferior, como também, do superior.

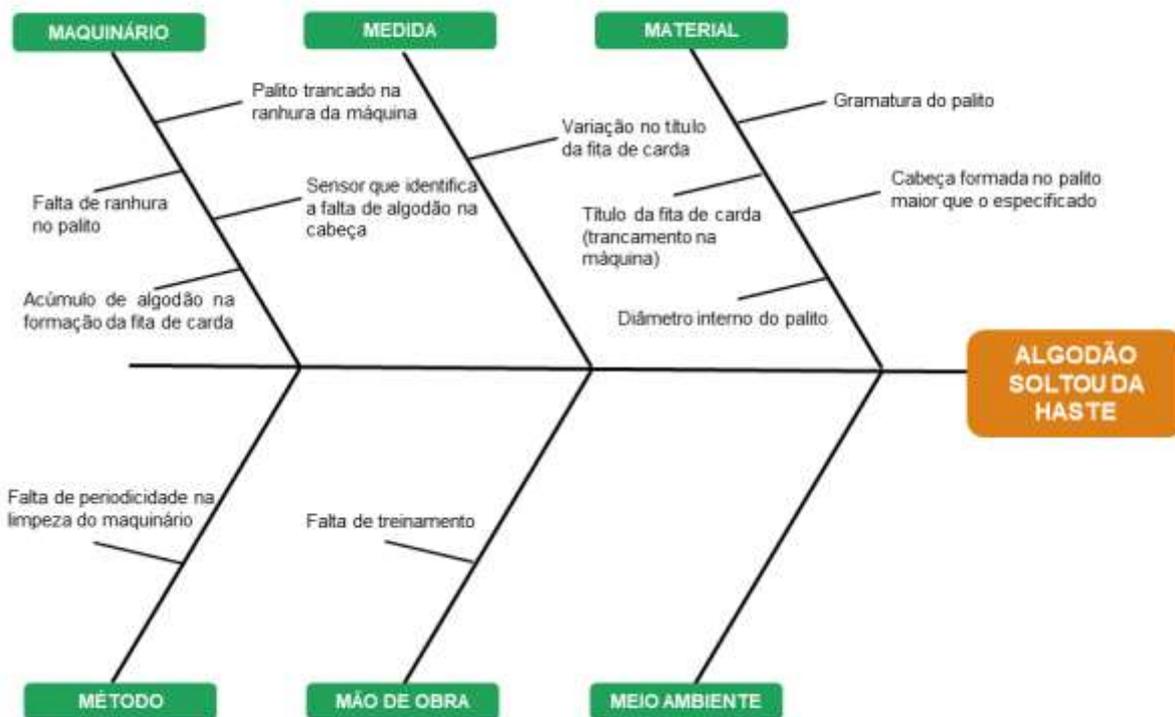


Figura 5 – Diagrama de Ishikawa

3.3 Descrição do Processo

O algodão que irá alimentar o processo é sujeito ao processamento típico dos equipamentos da sala de abertura e da carda. Como característica destas etapas do processo de fiação convencional, o

algodão apresentará uma taxa de impureza. Esta taxa de impureza encontra-se entre os padrões para a obtenção de fios, mas pode ser intolerável para a obtenção de hastes flexíveis. Neste sentido, conforme citado por Purushothama (2016), a carda tem como objetivo principal individualizar as fibras, conformando o material final em uma fita, depositadas em latas e enviada para a etapa seguinte de processamento de produtos têxteis.

A máquina de hastes flexíveis é alimentada por duas latas que entregam na alimentação 1 fita cada, conforme ilustrado na Figura 6, cada qual responsável pela entrega de algodão em cada lado do palito. O fato é afirmado visto as situações recorrentes no dia-a-dia da produção, como por exemplo, o rompimento da fita de carda e conseqüente recolocação, manutenção e ajuste do equipamento, dentre outras circunstâncias. Sendo assim, o tempo médio de consumo de uma lata é de 87 ± 18.17 [min].



Figura 6 – Latas alimentando a máquina de hastes flexíveis

Em uma mesma máquina os consumos das entradas podem ser diferentes. A fim de maior entendimento, considera-se ponto A e B, como entradas de cada fita de carda. Sendo assim, conforme dados obtidos, a Máquina de Hastes 2 na entrada A levou 122 [min] para que a troca de latas fosse realizada, por outro lado, 100 [min] foi o período para que o mesmo processo ocorresse em B. A hipótese que levantada, seria que a diferença nos tempos de consumo ocorre por disparidades no comprimento da fita em cada lata, como também, ocasionalmente os problemas característicos ao próprio algodão. Visto que, observou-se a troca prematura de latas, ou seja, antes mesmo do completo esgotamento da matéria-prima. Em questionamento, a justificativa para a não utilização completa da fita disponível é a quantidade de emendas no final da lata, conforme afirmação dos operadores. Ressalta-se que este problema é originado durante o processo de cardagem, com os rompimentos da fita durante a produção do material.

Para o cálculo de produção teórica da carda foi aplicado a Equação (1) e comparados com a produção prática média, baseada resultados anotados durante o acompanhamento. É relevante citar que para a produção teórica, nenhuma perda foi considerada, ou seja, eficiência 100%, além disso, salienta-se que os valores obtidos correspondem a apenas uma saída da carda, ou seja, devem ser calculados para as quatro saídas.

$$\text{Produção teórica} = (\text{vel}) \times (\text{título}) \times (t) \times (\text{conversão}) \quad (1)$$

onde:

prod. teórica = produção teórica de fita [kg/h];

vel. = velocidade de entrega [m/min];

título = relação comprimento/massa da fita [ktex];

t = tempo de produção [min/h];

conversão = base de cálculo 1/1000 [kg/g].

Os resultados obtidos mostraram que na prática a média é de 7.10 [kg/h] para cada saída trabalhando com velocidade de entrega de 90 [m/min], enquanto teoricamente, deveriam ser produzidos 8.10 [kg/h] de fita, somando o total de 32.40 [kg/h] em cada partida do equipamento, conforme indicado no visor e descrito no manual da máquina. Deste modo, a eficiência era de 87.6%. Neste sentido, seriam necessários mais dados para verificar a produção e entender as razões para a produção abaixo do esperado.

3.4 Controle Estatístico do Processo

Para o controle de variáveis em um processo, a inspeção da produção é recomendável para garantir a qualidade da manufatura. Deste modo, os gráficos de controle podem ser aplicados na avaliação das operações no intuito auxiliar na distinção entre dois tipos de causa de variação, por meio da estatística é indicado se o processo está ou não em equilíbrio (SHEWHART, 1986; PEREIRA, 2013).

Conforme citado por Costa et al. (2004), todo processo por mais planejado que seja, está sujeito a causas ditas 'naturais' ou 'aleatórias', oriundas de perturbações desprezíveis e que podem ser relevadas e assume-se que as operações estão em estado de controle estatístico. Por outro lado, o mesmo autor afirma que existem efeitos maiores que interferem na produção e que alteram a distribuição da média \bar{X} , aumentando sua dispersão, caracterizado como causas especiais. Sendo assim, deve-se atentar a essas alterações, eliminando-as e evitando que o processo esteja fora de controle.

Os gráficos são delimitados por margens calculadas a partir dos dados amostrais retirados do processo, conhecidos como limite superior de controle (LSC) e o limite inferior de controle (LIC), com linha central representando o limite médio (LM). Quando a seleção amostral se encontra em distribuição aleatória dentro dos limites, sugere-se processo controlado, caso contrário, a extrapolação indica não-aleatoriedade resultante de causas especiais e dita como fora de controle (REBELATO et al., 2006).

Neste sentido, os gráficos de controle são aplicados de forma a detectar as causas que provocam variabilidade no processo e que precisam ser tomadas medidas corretivas para evitar a produção de itens fora de especificação.

Em conversa com operadores, mecânicos e professores, levantou-se uma questão relevante que poderia solucionar a não uniformidade da fita, ou pelo menos, minimizar e mantê-la nos parâmetros de especificação: a limpeza do equipamento. Assumindo-se os relatos como potencial alternativa, buscou-se na literatura as indicações sobre os cuidados com a carda.

O aspecto apontado também é citado por Purushothama (2016), no qual caracteriza como atividades periódicas, como a limpeza e ajuste do equipamento, são requisitos para a garantia de qualidade do material da cardagem. Ao referir-se a tal assunto, Purushothama (2016) diz que das ações necessárias para a eficiência da produção de fitas de carda, deve-se monitorar e controlar com periodicidade os resíduos gerados da mistura e do equipamento, cartões de qualidade, limpeza de componentes internos e externos, remoção de resíduos adequada de tempos em tempos, gestão de estoque de matéria-prima, dentre outros.

Uma vez identificada a necessidade de limpeza, avaliou-se o método e a periodicidade, no qual a atividade era executada. Semanalmente, a retirada de impurezas do equipamento é realizada pela equipe de manutenção, segunda, quarta e sexta-feira, durante o período matutino. A operação contempla a abertura das portas laterais e frontais, com passagem de ar comprimido nos

componentes internos e externos, retirando todo o excesso de algodão e outras sujidades.

Assim, na empresa em questão do estudo, coletou-se os dados sobre o título da fita produzida [ktex] sem a limpeza da carda (antes) e após a limpeza da carda (depois), conforme Tabelas 1 e 2, respectivamente. Considera-se as letras A, B, C, D, E, F, H e I, como definição das oito análises realizadas, assim como, 1, 2, 3 e 4, referentes a cada saída do equipamento, onde ressalta-se que o mesmo contava com quatro entregas de fita. Os valores obtidos foram medidos a quinze vezes ao longo de quatro mil metros de fita produzida, sendo distribuídos em três momentos: começo, meio e fim da lata.

Amostra	SL															Média \bar{X}	Desvpad s
	Replicatas																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
B1	15,600	15,690	15,370	15,450	15,900	16,100	14,350	15,850	15,210	15,390	15,570	15,960	16,450	15,900	16,000	15,653	0,486
B2	15,900	16,100	16,200	16,700	16,300	17,420	16,880	16,610	16,400	16,810	16,530	16,380	16,390	16,330	16,870	16,521	0,377
B3	12,910	13,980	13,870	13,960	13,550	14,620	14,640	14,930	14,570	14,780	14,940	14,140	14,320	14,290	14,420	14,261	0,551
B4	14,460	14,430	14,500	14,510	14,620	13,780	13,260	15,210	14,850	14,840	14,510	13,480	16,300	15,170	14,920	14,589	0,737
C1	14,730	15,180	15,140	15,410	15,430	15,600	14,570	15,120	15,580	14,890	15,640	16,230	16,060	13,690	16,060	15,289	0,656
C2	16,050	16,370	16,600	15,880	16,400	16,100	14,110	17,370	16,220	16,230	16,000	16,030	14,650	16,550	16,360	16,061	0,776
C3	14,450	13,950	15,000	14,830	14,670	13,240	14,310	14,320	16,170	13,930	15,680	15,850	16,920	16,840	15,650	15,054	1,093
C4	14,400	14,500	14,650	14,620	14,520	12,870	14,010	13,020	14,200	14,400	15,650	15,580	15,320	15,850	15,880	14,631	0,921
E1	13,200	13,090	13,180	13,610	13,300	14,360	14,940	14,510	15,050	13,830	14,400	14,780	14,850	14,600	14,510	14,147	0,706
E2	14,530	14,510	14,590	14,380	14,520	15,000	16,550	14,820	16,390	16,190	15,460	15,640	15,530	15,320	15,660	15,273	0,725
E3	11,900	12,300	12,400	12,300	12,290	13,140	13,180	13,080	13,500	13,550	13,520	13,500	13,440	13,500	13,180	12,985	0,577
E4	13,610	14,410	13,930	13,430	13,700	13,910	13,350	14,240	14,150	14,010	14,570	14,640	14,070	14,280	14,470	14,051	0,401
F1	14,510	14,050	13,930	14,050	14,460	13,520	12,540	13,730	13,930	13,630	13,980	14,680	13,910	14,030	13,930	13,925	0,497
F2	16,390	15,560	15,690	15,640	15,760	15,100	15,780	15,730	15,680	15,640	16,000	16,150	15,920	16,270	15,840	15,810	0,314
F3	13,550	13,240	13,070	13,280	13,020	12,790	12,130	13,020	13,000	12,190	13,030	13,010	12,640	13,220	12,760	12,930	0,384
F4	15,330	13,010	12,810	12,380	12,550	13,970	13,710	13,610	14,110	12,690	13,930	14,010	14,280	13,750	14,250	13,626	0,800
																\bar{X}	14,676
																s	0,625

Tabela 1 – Dados das amostras sem a limpeza da carda

Amostra	CL															Média \bar{X}	Desvpad s
	Replicatas																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
A1	15,320	14,700	15,280	15,140	15,050	15,180	15,100	15,050	16,720	16,170	15,510	15,220	15,550	15,380	16,010	15,425	0,516
A2	15,080	15,160	15,100	14,970	15,140	14,870	15,010	14,590	15,010	14,950	15,660	15,570	15,730	15,740	15,170	15,183	0,340
A3	14,900	14,460	14,490	14,350	14,410	14,010	14,660	14,300	15,390	15,320	15,900	15,840	15,910	15,990	15,220	15,010	0,684
A4	15,010	14,100	14,670	15,020	14,730	15,380	14,500	14,810	14,840	15,110	15,760	15,540	16,130	16,150	15,800	15,170	0,606
D1	14,100	14,050	14,120	14,170	14,010	14,050	14,070	14,010	14,360	14,350	13,910	14,580	14,360	14,390	14,480	14,201	0,201
D2	15,870	15,340	15,250	15,650	15,370	15,350	15,270	15,120	15,310	15,860	14,400	15,010	14,910	14,350	14,670	15,182	0,458
D3	14,280	14,140	14,200	14,380	14,350	14,930	13,960	14,100	14,760	14,150	14,280	14,340	14,590	14,860	14,040	14,357	0,299
D4	14,530	14,020	14,380	14,350	14,280	14,250	14,070	14,800	14,690	14,090	13,540	13,450	14,370	14,050	13,940	14,187	0,373
H1	15,010	15,190	15,740	15,580	15,620	14,580	14,490	14,720	14,510	14,510	15,160	15,660	15,460	15,480	15,470	15,145	0,471
H2	15,600	16,140	15,490	15,890	15,640	15,100	15,180	15,050	15,040	15,030	15,840	15,690	15,930	15,910	15,790	15,555	0,381
H3	14,280	14,490	14,270	14,800	14,610	14,850	14,410	14,350	14,620	14,460	14,460	15,370	15,420	15,050	14,770	14,681	0,365
H4	14,460	15,100	14,760	14,440	15,000	14,530	14,100	14,600	14,320	14,780	15,250	15,350	14,920	15,690	15,250	14,837	0,440
I1	15,830	15,490	15,850	15,920	15,940	15,840	15,290	14,670	14,620	15,930	15,770	15,580	15,940	14,490	15,820	15,532	0,520
I2	15,940	15,670	15,910	15,950	15,350	15,750	15,350	15,530	14,920	15,610	15,710	15,860	15,150	15,920	14,690	15,554	0,391
I3	15,330	15,220	15,340	15,920	15,810	15,640	15,120	15,740	15,870	15,760	15,760	15,590	15,580	15,910	15,670	15,617	0,254
I4	15,850	15,900	15,680	15,960	15,890	14,100	14,250	15,050	14,730	15,160	15,530	15,480	15,610	15,580	15,790	15,371	0,596
																\bar{X}	15,063
																s	0,431

Tabela 2 – Dados das amostras com a limpeza da carda

A partir dos resultados obtidos, nota-se que “sem a limpeza” (SL) possui maior variação do título ao longo de todo o comprimento da fita, comparado com as latas produzidas “com a limpeza” (CL). Em números, SL obteve média de 14.68 ± 0.63 , por outro lado, para CL a resposta foi de 15.06 ± 0.43 , com base na avaliação dos resultados em função da média (\bar{X}) e desvio padrão médio (s) globais. Além disso, a partir do coeficiente de variação (CV), para ambas as análises identificam-se que de fato do processo de limpeza impõe melhoria na regularidade da fita, tendo em vista há uma redução de 6.94% (SL) para 2.92% (CL), enquanto no estudo anterior, o resultado obtido foi de 7%.

Como forma de enfatizar as diferenças, foram elaboradas cartas de controle para monitoramento do processo, sendo utilizado tanto cartas de média (\bar{X}) e amplitude (R), como também, média (\bar{X}) e desvio padrão (s), para extrair e avaliar adequadamente os resultados com base em ferramentas

estatísticas de qualidade. As cartas de controle \bar{X} e R podem ser visualizadas nas Figuras 7 até 10 na qual ressalta-se a relevância do processo de limpeza.

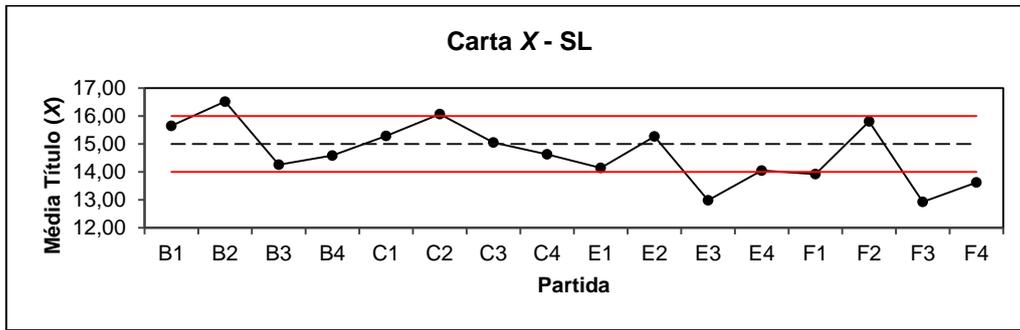


Figura 7 – Gráfico de controle \bar{X} (sem limpeza)

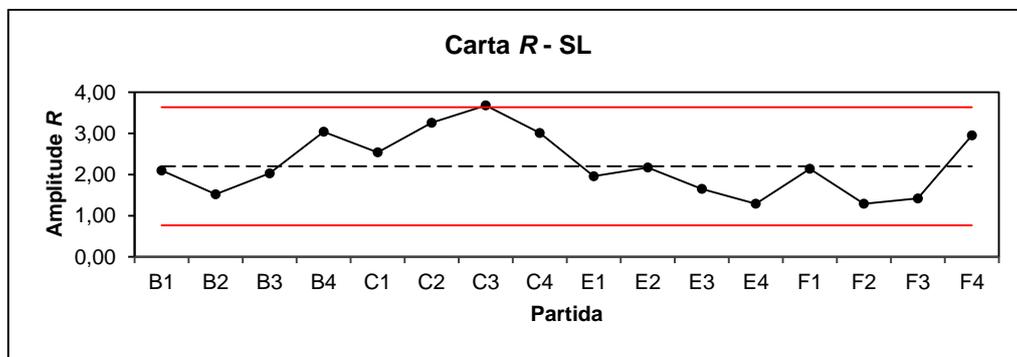


Figura 8 – Gráfico de controle R (sem limpeza)

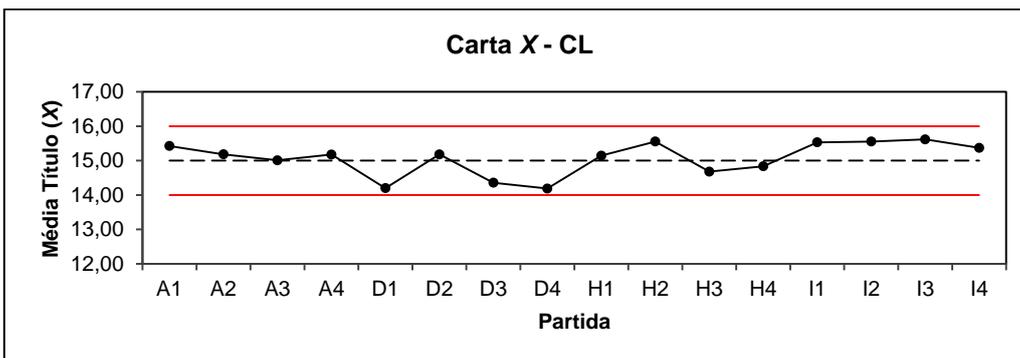


Figura 9 – Gráfico de controle \bar{X} (com limpeza)

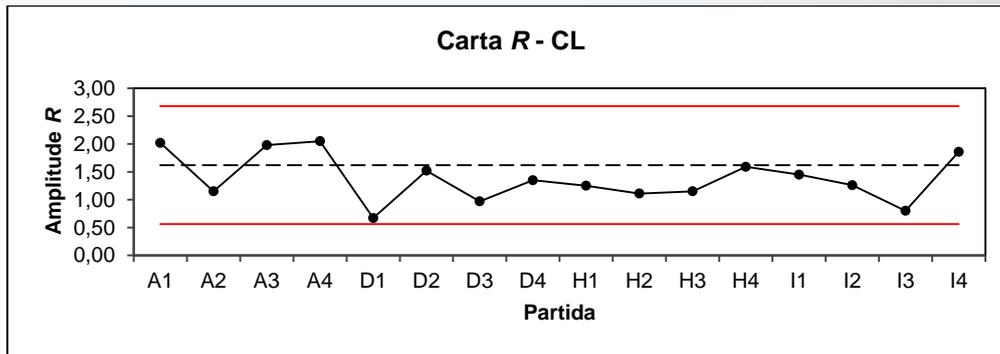


Figura 10 – Gráfico de controle R (com limpeza)

A recomendação é para que os gráficos sejam analisados de forma conjunta, ou seja, aqueles que pertencem ao mesmo grupo em análise (SL-SL e CL-CL). Atentando-se primeiramente as cartas da amplitude R, na Figura 1(b), é possível identificar que há um ponto fora do limite superior de especificação. Como também, ao analisar a Figura 7 percebeu-se seis pontos fora dos limites de controle, desta forma, mostrando que o processo não está controlado. Partindo para a análise das cartas referentes à CL, verifica-se que não há pontos fora dos limites de especificação, sendo assim, todos possuem aleatoriedade dentro dos limites denominados como causas comuns.

Com a exposição dos resultados anteriores, uma nova proposta de periodicidade na limpeza (NCL) foi implementada, visando comprovar a importância da operação na rotina de produção. Sendo assim, decidiu-se que o novo método se embasara nas ações que ocorrem diariamente na fição, onde os operadores responsáveis pela supervisão de cardas realizam a limpeza duas vezes por turno (após o intervalo e ao final do expediente) da carenagem e sentinela, além de identificar visualmente quando há acúmulo de algodão na escova do pente e procedem removendo a impureza utilizando ar comprimido.

Ainda, além de outros cálculos que totalizaram 42 horas de acompanhamento. Novas coletas foram realizadas com a implementação da rotina de limpeza, realizados cálculos de capacidade do processo Cp e Cpk, realizados testes em laboratório (ensaio do aspecto visual da haste, embalagem, cor, resistências das cabeças direita e esquerda, massa do algodão, diâmetro da cabeça do algodão); além de replicado a outros processos da empresa, tais como a fição.

4. Considerações Finais

Esse artigo reforçou a importância do trabalho em equipe, tal como destaca Dennis (2008) e também mencionado em diversos trabalhos práticos, dentre eles o de Fontes e Loos (2016), que a utilização do *kaizen*, combinada com a gestão da qualidade, destacou a relevância de verificar os processos, focalizar as atenções para o que agrega valor, a gestão visual de mostrar os problemas, a valorização das pessoas e suas ideias e o baixo custo de implementação das melhorias.

Ainda, através da aplicação das ferramentas da Qualidade (Pareto, Ishikawa, 5W2H, 5 Por quês) e do Controle Estatístico do Processo (Controle da média do processo, variabilidade do processo, determinação da eficiência da máquina, análise da capacidade do processo), o maior ganho foi a redução de 58% na variabilidade do processo. Esse ganho foi devido principalmente a realização de limpezas periódicas na carda, que produz a fita que posteriormente é utilizada na obtenção do produto analisado: haste flexível. Devido às restrições de espaço, as demais fórmulas utilizadas e outros cálculos não foram apresentados. No entanto, como trabalhos futuros recomenda-se a análise dos demais produtos e processos da empresa, além de unir ferramentas da qualidade e controles de processos às ações permanentes dos grupos de melhoria de forma estruturada.

Referências

- ALENCAR, J. F. **Utilização do ciclo PDCA para análise de não conformidades em um processo logístico**. Monografia (Graduação) em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA TÊXTIL (ABIT). **Dados gerais do setor referentes a 2017**. Disponível em: < <http://www.abit.org.br/cont/perfil-do-setor> > acesso em 10 de jun de 2019.
- COSTA, A. F.; EPPRECHT, E. K.; CARPINETTI, L. C. **Controle estatístico de qualidade**. Ed. Atlas, 2004.
- DENNIS, Pascal. **Produção Lean Simplificada: Um Guia para Entender o Sistema de Produção Mais Poderoso do Mundo**. Bookman: Porto Alegre, 2008.
- FONTES, Érica Golfeto; LOOS, Maurício J. **Aplicação da metodologia Kaizen: um estudo de caso em uma indústria têxtil do centro oeste do Brasil**. Vol. 38; nº 21, 2017.
- IMAI, Masaaki. **Gemba Kaizen: Uma Abordagem de Bom Senso à Estratégia de Melhoria Contínua**. Bookman: Porto Alegre, 2014.
- MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick. **Metodologia de Pesquisa Em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. 3. ed. Elsevier: 2018.
- PEREIRA, F. D. **Conceitos baseado no ciclo PDCA para melhoria no processo produtivo: estudo de caso da aplicação na manufatura de tubos em fibra de vidro**. Monografia (Especialização) em Engenharia de Produção Mecânica. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2013.
- PURUSHOTHAMA, B. **Handbook on cotton spinning industry**. Woodhead Publishing India in Textiles. 2016.
- REBELATO, M. G.; SOUZA, G. A.; RODRIGUES, A. M.; RODRIGUES, I. C. Estudo sobre a aplicação de gráficos de controle em processos de saturação de papel. In: **XIII SIMPEP**. Bauru, São Paulo. 2006.
- SHEWHART, W. A. **Economic control of quality of manufactured products**. São Paulo: ASQPR, 1986.
- THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 15. ed. São Paulo: Cortez, 2007.