

## **PROPOSTA DE UM MÉTODO PARA CONTROLE ESTATÍSTICO NA MANUFATURA DE PRODUTOS TÊXTEIS: ESTUDO DE CASO**

KACH, Sirnei César <sup>1\*</sup>; VEIGA, Raquel Sassaro<sup>2</sup>; MENEZES, Valcir Marques<sup>3</sup>; SOUZA, Joici Cristiani<sup>4</sup>.

<sup>1</sup> FAHOR, Curso de Engenharia de Produção, Faculdade Horizontina – Horizontina - RS, Brasil.

<sup>2</sup> FAHOR, Curso de Engenharia de Produção, Faculdade Horizontina – Horizontina - RS, Brasil.

<sup>3</sup> UFRGS, Curso de Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Porto Alegre - RS, Brasil.

<sup>4</sup> UNINTER, Curso de Gestão de Recursos Humanos. Centro Universitário Internacional - Santa Rosa - RS, Brasil.

\* kachsirneic@fahor.com.br

### **RESUMO**

O controle estatístico de processos contempla demandas como a coleta de dados, análise destes, geração da possibilidade de aumento da acurácia e resultados positivos, para a ação escolhida. Nesta pesquisa, o objetivo foi apresentar um cenário com estudo estatístico e tornar claro seu comportamento. Para tanto, a metodologia utilizada foi estudo de caso com proposição de ações ao final, tendo uma base quantitativa por conta da identificação de variáveis, por meio da estatística aplicada. Sendo assim, os objetivos alcançados estão relacionados a identificação de causas especiais do processo, caracterização de um mapeamento por meio de cartas de controle, possibilitando definição de ações futuras sobre o processo para que seja melhorado sem possibilidade de erro. Com isso, torna-se possível a definição precisa de ações efetivas como parte da proposta deste trabalho, vindo a compor um processo gradativo de melhorias na manufatura de produtos têxteis, por conta da utilização das cartas de controle e ranqueamento de demandas pelo Pareto.

**Palavras chave:** Estatística, Processos, Manufatura, Método, Gestão.

## **PROPOSAL FOR A METHOD FOR STATISTICAL CONTROL IN TEXTILE MANUFACTURING: CASE STUDY**

## ABSTRACT

The statistical process control contemplates demands such as data collection, analysis, generation of the possibility of increasing accuracy of the activity and positive results, for the chosen action. In this research, the objective was to present a scenario with statistical study and make clear its behavior. In this way, the methodology used was a case study with proposition of actions at the end, having a quantitative base due to the identification of variables, through the applied statistics. Therefore, the objectives achieved are related to the identification of special causes of the process, characterization of a mapping through control charts, allowing definition of future actions on the process to be improved without error possibility. Thus, it becomes possible to precisely define effective actions as part of the proposal of this work, forming a gradual process of improvements in the textile manufacture of products, due to the use of control charts and Pareto demand ranking.

**Keywords:** Statistic, Processes, Manufacturing, Method, Management.

## 1 INTRODUÇÃO

As empresas de manufatura têxtil estão cada vez mais empenhadas na melhoria contínua dos seus processos e por consequência no produto. Objetiva-se com esta dedicação a melhoria em relação à qualidade, menor prazo de entrega, redução de custos e maior satisfação dos clientes. Atender expectativas faz parte de qualquer demanda seja sobre produto ou serviços. Portanto focar em qualificação de recursos e resultados é fundamental para evoluir em termos de resultados e otimização destes.

Atendendo a necessidade de identificar falhas em produtos e no processo, esta pesquisa tem como objetivo analisar por meio de controle estatístico de processos as falhas e maiores dificuldades do processo. Tendo feito esta verificação, é possível definir com base em métodos específicos, a aplicação de ferramentas para identificar parâmetros específicos para os planos de ação a serem propostos.

Segundo Souza e Rigão (2005) o CEP (Controle Estatístico do Processo) é uma metodologia que atua preventivamente sobre o processo produtivo. Ela se utiliza da estatística como instrumento básico para avaliar suas alterações que possam estar ocorrendo na

manufatura. Esta base serve para corrigir e buscar o aperfeiçoamento da qualidade. Os gráficos de controle são considerados uma das suas ferramentas mais importantes de controle. São elementos visuais para o monitoramento da conformidade de características de produtos e processos e com isso facilitar a tomada de decisão bem como torná-la mais ágil.

Inicialmente, utilizou-se da técnica para coleta de dados e tabulação destes para evidenciar um controle estatístico de processos. Sendo assim é possível verificar a estabilidade do processo, procurando a presença de causas especiais para que sejam tratadas de acordo com a necessidade ou prioridade de ação se for objetivo.

A metodologia utilizada é um estudo de caso com cunho exploratório. Neste viés caracteriza-se como um trabalho que busca informações, que neste caso serão quantitativas por envolver análise de dados estatísticos e proposição de ações para melhoria do processo de controle. Estas propostas a serem feitas serão com base nos resultados e utilizando uma coleta em determinado período tendo identificado um grupo de falhas como referência para o estudo.

## **2 DESENVOLVIMENTO E DEMONSTRAÇÃO DOS RESULTADOS**

### **2.1 REFERENCIAL TEÓRICO**

Segundo Feigenbaum (1994), o TQM (Total Quality Management) é percebido por conta da aplicação de metodologias, ferramentas e ações para atender as reais necessidades de produtos ou serviços. Sendo assim é importante destacar que deve ser uma atividade global, capaz de integrar os diferentes departamentos existentes em uma organização em torno de uma ideal comum.

Vieira Filho (2007) afirma que o sistema para um efetivo gerenciamento da qualidade está ligado ao conhecimento e utilização eficaz das metodologias e ferramentas com habilidade de adaptá-las a cada situação encontrada. Percebe-se que cada situação possui suas particularidades e com isso não é possível manter um padrão, ajustes se fazem necessários.

O rol de ferramentas da qualidade bem como seus métodos, é muito vasto e que gera dúvidas ou dificuldades em definir aplicações específicas. Levando em conta a percepção de Werkema (2006), estas se classificam basicamente em sete, que são: folha de verificação, estratificação, fluxograma, gráficos de controle, diagrama de Pareto, diagrama de Ishikawa e histograma.

Segundo Toledo, Borrás e Mergulhão (2014) aplicar o CEP em produto, processos ou serviços favorece a decisão por conta do uso de dados que passam a ser conhecidos. Desta

forma, é necessário que a análise dos dados seja feita para identificar as causas de variabilidade, facilitando a definição e implementação das ações. Assim o mesmo poderá proporcionar a visibilidade do comportamento do processo, de modo a mantê-lo estável, sob condições favoráveis ao atendimento das especificações técnicas com suporte de métodos e ferramentas, evitando a decisão sem base clara dos fatos.

As vantagens e possibilidades com aplicação do CEP, Carvalho e Paladini (2005), apontam que o método utiliza a técnica de amostragem. Sendo assim é possível avaliar partes do processo e identificar problemas de qualidade que podem afetar todos os produtos, evitando assim o desperdício de recursos para a inspeção em todos os itens, também leva em conta que o controle de qualidade impulsiona os custos para baixo. Isso ocorre pela redução do percentual de itens fabricados com defeito em função das melhorias que podem ser feitas durante a fabricação.

Para uma análise estatística efetiva, a carta de controle é eficaz por detectar rapidamente as alterações de processo, permitindo agir antes que ocorra um problema maior, obviamente quando aplicada durante a execução do processo. É usual serem utilizados os gráficos de média (XBarra) e o gráfico de amplitude (R) para monitoramento de variáveis mensuráveis. Esses gráficos permitem agir corretivamente, caso os valores da variável passem a se posicionarem em pontos afastados da média e dos limites de controle do processo. Além disso, poderão gerar o histograma, que facilitará mais ainda a interpretação com uma gestão visual de dados, segundo Costa, Epprecht e Carpinetti (2005).

O histograma é uma opção de medição que representa graficamente a variabilidade dentro de limites de controle, dados por amostragem a partir da carta de controle. O histograma obtido tende a apresentar o valor da variável próximo da média ou é o esperado para maioria dos casos medidos tendo uma distribuição uniforme dos valores. Sendo assim teremos um processo sob controle e nas condições desejadas para atender às especificações, afirmam Slack, Chambers e Johnston (2002).

As variações de processo apontando sua estabilidade ou não, podem indicar a presença de causas especiais de acordo com Costa, Epprecht e Carpinetti (2005). Estas causas especiais possuem uma classificação que divergem das limitações de controle apontadas nas cartas específicas aplicada na análise estatística. Não há relação direta e obrigatória entre a estabilidade e a capacidade de um processo, uma vez que este pode ser pouco capaz, mesmo quando está controlado. Por outro lado, pode estar fora de controle e ainda assim ser capaz, embora a presença de uma causa especial sempre piora sua capacidade. Muitas vezes a causa

especial não é percebida de imediato, mas o acompanhamento mesmo que por amostragem do processo deve ocorrer e sempre com base estatística o poder de reação e assertividade será maior.

Kach et al (2014), aponta que a utilização de dados confiáveis, conhecimento das ferramentas pela equipe e colaboração dos funcionários as metas poderão atingidas. Dado os fatos, o controle estatístico é importante, mas depende sempre de outros meios de coleta dos dados que pode ser o VSM (*Value Stream Mapping*), por exemplo. Este por sua vez é uma linha de gerenciamento que recebe apoio de inúmeras ferramentas para o controle de qualidade, redução de estoque, melhoria dos indicadores. A partir do desenvolvimento das ferramentas da produção enxuta, entende-se que os resultados serão efetivos e proporcionarão o crescimento da organização. Com estes entende-se que será uma forma segura para poder enfrentar as intempéries do mercado em constante oscilação e mudanças de comportamentos.

## 2.2 MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização do estudo foi necessário realizar o planejamento das etapas da pesquisa, ou seja, a forma como seriam coletados os dados, tabulação e a geração de gráficos sobre os resultados. Foi necessário definir qual o tipo de pesquisa que seria realizado, de forma que se atingisse o objetivo proposto.

A coleta de dados teve como base a carta de controle, com apontamentos diretos de seus resultados e gerando na sequência o indicativo deste comportamento. Os dados foram transferidos para planilhas e na sequência geração dos respectivos gráficos.

Quanto a natureza a pesquisa pode ser classificada como quantitativa, que de acordo com Silva e Menezes (2001) ocorre pela coleta e tabulação de números do processo. Com isso demonstra-se que uma boa base de dados garante a precisão na decisão, por conta de estarem relacionados a quantidades específicas do caso pesquisado.

Quanto aos fins, a mesma classifica-se como exploratória, que de acordo com Gil (2008) indica que a pesquisa é desenvolvida com o objetivo de proporcionar visão geral acerca de determinado fato e se volta para temas pouco explorados. Caracteriza-se pelo desenvolvimento, esclarecimento e modificação de ideias, com o objetivo de oferecer uma visão geral, de tipo aproximativo, acerca de determinado fato.

Também pode ser classificada como pesquisa bibliográfica, uma vez que foram explanados os conceitos de diferentes teóricos. Esta ação proporcionou uma maior

familiaridade com o assunto tratado, para conhecer o que existe de mais relevante sobre o tema a ser pesquisado. Para Marconi e Lakatos (2007) a pesquisa bibliográfica pode ser considerada como um procedimento formal, com método de pensamento reflexivo, sendo que toda pesquisa implica em levantamento de dados de variadas fontes.

Por último, é classificado como um estudo de caso, que foi realizado em uma empresa do segmento têxtil. Para tanto foi elaborado um levantamento de dados sobre ocorrências de não conformidades correlacionados ao total da produção, sendo proposto com base nestes resultados ações de melhoria e eliminação das falhas. De acordo com Silva (2008), o estudo de caso “analisa um ou poucos fatos com profundidade. A maior utilidade do estudo de caso é verificada nas pesquisas exploratórias e no início de pesquisas mais complexas”.

Para a coleta de dados e sua análise e interpretação foram utilizadas as informações obtidas junto ao chão de fábrica. Após isso foram elaborados os gráficos com base na carta de controle utilizando uma das falhas identificadas, para verificação de como ocorre o processo no todo, dados identificados pelo Quadro 1.

### 2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo apresentou diferentes falhas em sua execução o que gera perdas por conta do volume de material utilizado, tempo de operação, atrasos e retrabalhos. Nesta pesquisa como o foco foi apresentar um estudo estatístico e propor esta metodologia como a ideal para melhoria de processos, não foram definidos os dados sobre o total envolvendo custos financeiros. Levados em conta apenas as perdas em unidades de peça com os respectivos defeitos para classificação de prioridades para planos de ação futuro.

Para expor a situação analisada o Quadro 1 apresentaram-se os principais defeitos identificados por um acompanhamento durante 7 meses com número de peças prontas e que foram perdidas ou necessitando retrabalho. Estes dados apresentam uma variação de processo sem apontar causa raiz específica, mas sim demonstra variações que serão mais visíveis nas cartas de controle Xbarra da Figura 2 e Rbarra da Figura 3.

Quadro 1 – Defeitos e seu respectivo período de ocorrência

DEFEITOS	PERÍODO DA COLETA DE DADOS														Total																
	agosto		setembro			outubro		novembro		dezembro		janeiro		fevereiro																	
Tecido com manchas	2	1	2	1	4	2	4	1	1	0	0	4	2	1	6	1	2	1	1	4	3	1	2	1	4	3	2	2	58		
Defeitos no corte	3	3	1	3	1	2	1	4	2	2	3	1	2	4	3	4	4	1	4	1	3	2	1	1	3	1	7	2	69		
Falha no encaixe de peças	3	2	4	1	4	4	3	5	1	4	5	1	1	2	3	4	1	1	2	2	3	3	2	1	1	1	4	7	75		
Bolsos tortos	1	3	1	1	1	3	1	2	2	1	5	2	2	3	7	3	2	4	1	1	1	2	1	5	1	5	2	2	65		
Falta de botões	1	2	5	5	1	2	1	1	1	1	3	3	1	5	2	2	1	1	3	1	3	1	1	2	2	1	1	1	54		
Zipper com defeito (não fecha)	1	3	1	1	1	1	4	2	1	2	1	1	3	1	2	1	3	1	1	4	1	4	5	1	1	1	2	3	53		
XBarraBarra (média das médias)	2	2	2	2	2	2	2	3	1	2	3	2	2	3	4	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2,23		
Range (amplitude)	2	2	4	4	3	3	3	4	1	4	5	3	2	4	5	3	3	3	3	3	3	3	2	3	4	4	3	4	6	6	3,43

Fonte: os autores

Com base nestes dados do Quadro 1 coletados do processo, pode-se identificar um cenário com diferentes variações e de certa forma com tendência à causas especiais. Mesmo que a meta deva sempre tender a zero e os dados estejam próximos a isso, causa certa preocupação o comportamento de certa forma estável nas ocorrências, ou seja, é um cenário onde os mesmo erros se repetem com determinada frequência. Com isso parte-se de um pressuposto de que é importante uma gestão destes dados para verificação de ações efetivas e precisas, para eliminação das falhas em lotes futuro.

Levando em conta estes dados tabulados no Quadro 1, foi preciso uma nova verificação para garantir a precisão da informação e uma maneira de classificação utilizada foi o gráfico de Pareto, Figura 1. Este gráfico trouxe detalhes em sua construção e para tanto esta necessidade de organização pode ser vista no Quadro 2, local onde os dados foram organizados em ordem crescente na coluna “total” e por consequencia as demais, sendo conveniência da estruturação do Pareto.

Quadro 2 – Dados organizados para geração do Pareto

Defeitos	Total	% acumulado	% por defeitos
Falha no encaixe de peças	75	20,05%	20,05%
Defeitos no corte	69	38,50%	18,45%
Bolsos tortos	65	55,88%	17,38%
Tecido com manchas	58	71,39%	15,51%
Falta de botões	54	85,83%	14,44%
Zipper com defeito (não fecha)	53	100,00%	14,17%
Total de defeitos	374		

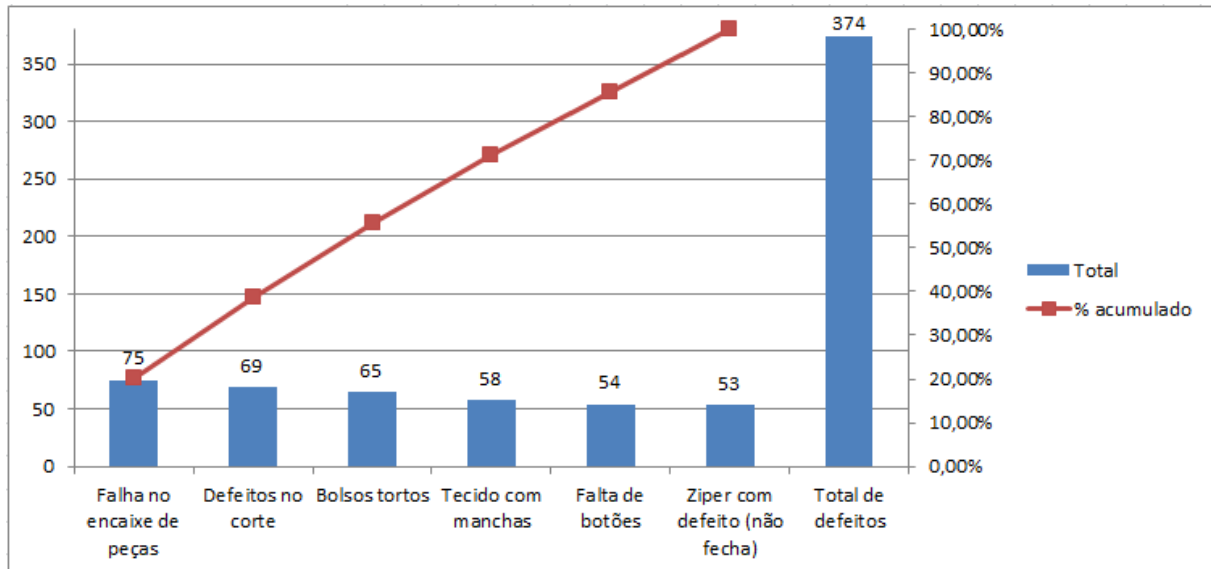
Fonte: os autores

A compilação correta dos dados foi fundamental para o início da análise, que por mais simples que pareça precisa de organização e atenção pois dela dependerá a tomada de decisão para implementação da ação correta e na forma mais viável.



O Pareto ilustra de forma mais clara e objetiva o que representa este cenário medido e que a Figura 1 acaba demonstrando.

Figura 1 – Gráfico de Pareto correlacionando defeitos



Fonte: os autores

Sendo assim já se tem um cenário do processo observando a Figura 1, onde há uma correlação de defeitos bem como sua ordenação por importância levando em conta apenas o número de peças com defeito por tipo de falha. Por conveniência dos pesquisadores, foi mantido na correlação de dados do Pareto, a coluna que apresenta o total de itens falhos no período controlado.

No contexto da pesquisa, definiu-se que a principal ação seria sobre a coleta de dados e gestão de ações definindo metas e forma de acompanhamento dos dados do processo. A partir e então apontando a eficiência ou não daquilo que foi definido como ação efetiva, no médio prazo e para outra pesquisa. Sendo assim, este estudo focou em outra demanda para estar evidenciando o método de monitoramento mais indicado e caracterizado como um CEP, aplicado no controle de dados.

Os limites de controle das cartas neste estudo, são encontrados a partir da aplicação das equações 1 e 2 respectivamente na Figura 2, onde se identificam os conceitos:

- UCLx e UCLr: limite superior de controle
- LCLx e LCLr: limite inferior de controle
- $\bar{X}$  e  $\bar{R}$ : média das médias;
- $\bar{R}$ : média das amplitudes;
- A2, D4 e D3: valores constantes identificados no Quadro 3.



Na Figura 2, estão identificadas as equações 1 e 2 respectivamente utilizadas para calcular os limites superiores e inferiores para as cartas de controle das Figuras 3 e 4.

Figura 2 – Equações 1 e 2 respectivamente

<p>Gráfico <math>\bar{X}</math> : <math>UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_2 * \bar{R}</math></p> <p><math>LCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_2 * \bar{R}</math></p>	<p>Gráfico <math>\bar{R}</math> : <math>UCL_{\bar{R}} = D_4 * \bar{R}</math></p> <p><math>LCL_{\bar{R}} = D_3 * \bar{R}</math></p>
--	--

Fonte: os autores

A utilização destas equações são específicas para o caso das cartas de controle Xbarra e Rbarra. Vale destacar que neste estudo de caso, foi apontado apenas o comportamento do processo, ou seja, análise de dados já ocorridos, gerando base para ações e possibilidade de alteração do cenário em um período futuro.

No Quadro 3, os valores constantes utilizados para cálculo de limites de controle das respectivas cartas aplicadas.

Quadro 3 – Valores constantes para carta de controle Xbarra e RBarra

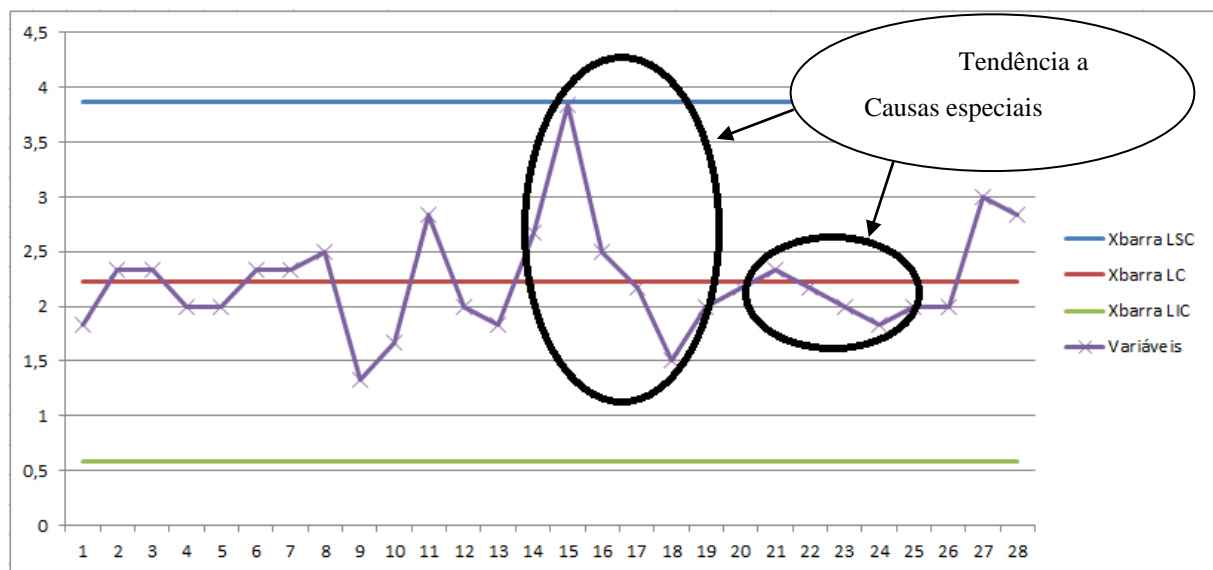
n	A2	D3	D4	d
2	1,88	0	3,27	1,13
3	1,02	0	2,57	1,69
4	0,73	0	2,28	2,06
5	0,58	0	2,11	2,33
6	0,48	0	2	2,53

Fonte: os autores

Desta forma o Quadro 3 serve de base complementar a identificação das variáveis e geração de limites de controle apontando apenas como se comportou o processo nas devidas cartas.

Pode ser identificado através do Quadro 1, os defeitos como referência na estruturação das cartas para identificar como foi o comportamento das falhas neste período. Como a proposta é identificar um método adequado para evidenciar uso do CEP, na Figura 3, pode ser entendido melhor o comportamento destas, considerando que a carta de controle tenha sido aplicada em todo o período.

Figura 3 – Carta de controle XBarra



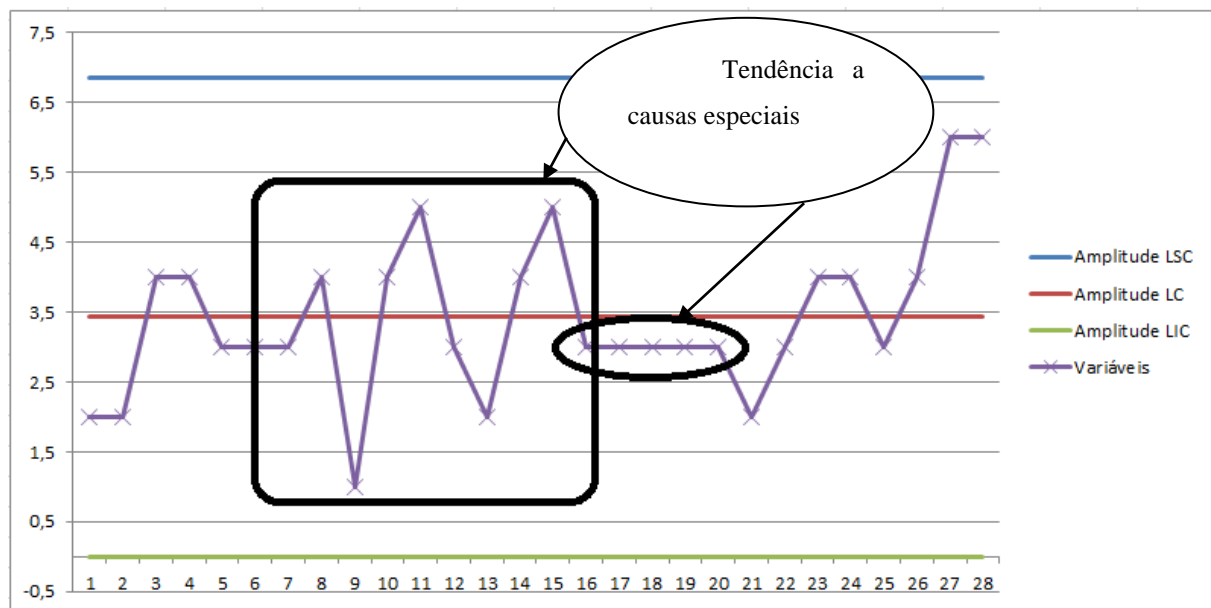
Fonte: os autores

A carta de controle da Figura 3, representa como foi o comportamento do processo com base nas médias mensais de amostras coletadas semanalmente no período de 7 meses. Para a carta de controle estão definidos o LSC (limite superior controlado), LIC (limite inferior controlado) e LC (limite central ou Xbarra).

No caso da carta da Figura 3, os círculos no canto superior direito apontam possibilidade de ocorrência de causas especiais. Esta comprovação se dá pela sequência de variáveis no mesmo sentido, podendo ser em linha crescente ou oscilação para maior ou menor do que a linha central indica pela média.

Na aplicação da carta de controle Xbarra, vem seguido da verificação da carta R, esta indica a amplitude da variação e sua média (Rbarra). Serve para demonstrar a variação entre a máxima e a mínima medições dos defeitos, que foram realizados no período. Este resultado pode ser visto na Figura 4, com o gráfico do comportamento da amplitude e gerado com base nas médias das amostras. A carta R demonstra apenas como ocorreu a oscilação do processo correlacionando a máxima e a mínima amplitude identificada nas medições, neste caso ocorrência da quantidade de falhas entre as semanas medidas.

Figura 4 – Gráfico de amplitudes (carta R)



Fonte: os autores

Na Figura 4 ficou clara a correlação entre a carta de médias da Figura 3 e esta, de que poderão ocorrer causas especiais no processo, conforme balão indicativo no canto superior direito da Figura 4, se as ações de contenção não forem tomadas. Mesmo que as cartas indiquem um controle entre os limites superior e inferior, as causas especiais são alinhamentos necessários pois tratam de uma tendência do processo. Firmando esta possibilidade, comprova-se que o processo não está totalmente sob controle, mas necessitando interferências imediatas de contenção.

## CONCLUSÃO

Portanto, com base nos dados coletados e apresentados no Quadro 1, geração de cartas de controle nas Figuras 3 e 4, conclui-se que há uma análise com base estatística do processo. Sendo assim, esta sequência de medições e geração de informações caracteriza-se como um método de controle estatístico, apontando possíveis variáveis caracterizadas por causas especiais, ou tendência de ocorrerem apontados nas cartas de controle das Figuras 3 e 4. Na Figura 1 podemos entender como tem ocorrido a sequência de falhas e aquela que mais aponta perdas ou características de falhas.

Sendo assim, conclui-se que a análise apontou com eficiência as informações relacionadas e as dificuldades, fazendo com que se tenha uma base de dados para ações. Na

sequência deverá haver um novo estudo atacando as falhas com viés de soluções técnicas e específicas para resolução dos problemas e reduzindo as perdas. Objetivos alcançados e proposta de CEP apresentada para controle do respectivo processo.

## REFERÊNCIAS

- CARVALHO, M. M; PALADINI, E. P. **Gestão da Qualidade: Teoria e Casos**. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.
- COSTA, A. F. B.; EPPRECHT, E. K.; CARPINETTI, L. C. R. **Controle Estatístico de Qualidade**. 2. ed. – São Paulo: Atlas, 2005
- FEIGENBAUM, A. V. **Controle da qualidade total**. Vol. I. São Paulo: Makron Books, 1994.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2008.
- KACH, S. C; OLIVEIRA, R. J; VEIGA, L. R da; GALHARDI, A. C. **Mapeamento do Fluxo de Valor: Otimização do Processo Produtivo sob a ótica da Engenharia da Produção**. Disponível em: <<https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos14/20520470.pdf>>. Acesso em: 27 de abril de 2019.
- MARCONI, M. A; LAKATOS, E. M. **Metodologia do trabalho científico**. 7ª edição revista e ampliada. São Paulo: Atlas, 2007.
- SILVA, A. C. R. da. **Metodologia da pesquisa aplicada à contabilidade: orientações de estudos, projetos, artigos, relatórios, monografias, dissertações, teses**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- SILVA, E. L. da. MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e elaboração da dissertação**. 2ª Edição. Florianópolis. UFSC, 2001.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- SOUZA, A. M.; RIGÃO, H. **Identificação de variáveis fora de controle em processos produtivos multivariados**. Revista Produção, v. 15, n. 1. 2005
- TOLEDO, J.C; BORRÁS, M. Á; MERGULHÃO, R. C. **Qualidade: Gestão e Métodos**. Rio de Janeiro: LTC,2014.
- VIEIRA FILHO, G. **Gestão da Qualidade Total: uma abordagem prática**. 2. ed. São Paulo: Alínea, 2007.
- WERKEMA, M. C. C. **As Ferramentas da Qualidade no Gerenciamento de processos**. Belo Horizonte. Editora de Desenvolvimento Gerencial. 2006.