

ELABORAÇÃO DE GRÁFICOS DE CONTROLE POR VARIÁVEIS E ATRIBUTOS

Bruna Nogueira¹
Caio Meirelles²
Diego de Souza³
Filipe Costa⁴
Flávio Henrique⁵
Jorge Augusto⁶
Rondinele Soares⁷

Dados de identificação

Curso: Engenharia de Produção

Disciplina: Práticas Experimentais II

Período: 8º

Objetivo da Ação

Esta atividade Produção Acadêmica teve por objetivo a aplicação da Metodologia Baseada em Problemas "PBL" como estratégia de avaliação de desempenho em uma disciplina de práticas experimentais II- Elaboração de Gráficos de Controle por Variáveis e Atributos de Projetos com objetivo de elaborar uma coleta de dados a partir de da medição de vários kits de blocos por um paquímetro analógico de 0,02 mm de fundo de escala. Foram medidas a profundidade de 20 lotes de 4 peças cada e para análise e reunião dos dados também utilizado o MS Excel. As informações dos 80 blocos foram coletadas e

¹ Graduanda em Engenharia de Produção (UGB-FERP)

² Graduanda em Engenharia de Produção (UGB-FERP)

³ Graduanda em Engenharia de Produção (UGB-FERP)

⁴ Graduanda em Engenharia de Produção (UGB-FERP)

⁵ Graduanda em Engenharia de Produção (UGB-FERP)

⁶ Graduanda em Engenharia de Produção (UGB-FERP)

⁷ Mestre em Ensino em Ciências da Saúde e do Meio Ambiente (UniFOA), Docente do UGB-FERP

aplicadas as ferramentas de monitoração do processo com finalidade de medir-se a qualidade do processo por meio dos gráficos de controle por variáveis.

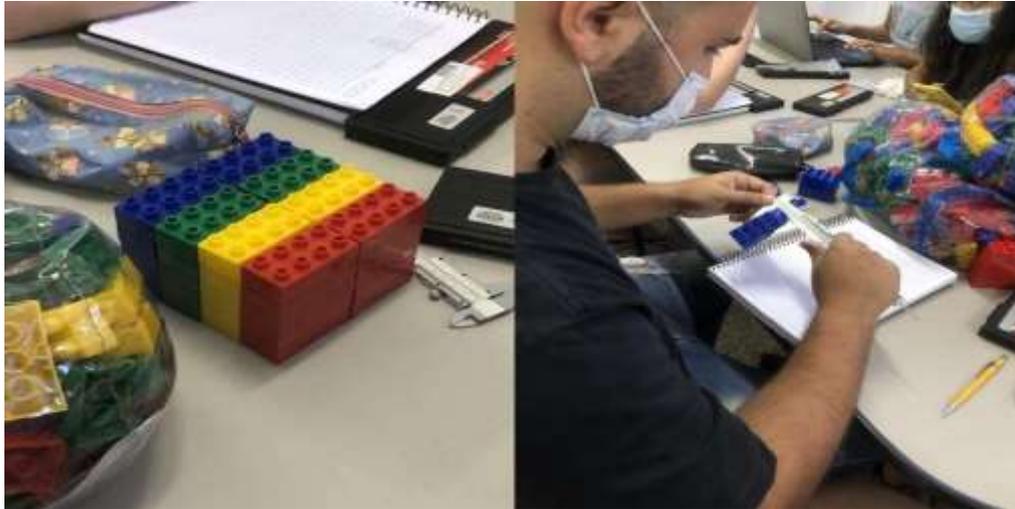
Conteúdos Trabalhados

A disciplina de práticas experimentais realizado durante o semestre abordou os seguintes conteúdos: Estatística Descritiva, Tabela de Frequência e gestão da qualidade.

Procedimentos

Realizado no Segundo semestre do ano de 2022 na turma do 8º período do curso de Engenharia de Produção/ Volta Redonda, esse trabalho foi desenvolvido pelos alunos. Divididos em grupos, os alunos receberam uma coleta de dados a partir de da medição de vários kits de blocos por um paquímetro analógico de 0,02 mm de fundo de escala foram medidas a profundidade de 20 lotes de 4 peças cada e para análise e reunião dos dados também utilizado o MS Excel. As informações dos 80 blocos foram coletadas e aplicadas as ferramentas de monitoração do processo com finalidade de medir-se a qualidade do processo por meio dos gráficos de controle por variáveis.

Figura 1: Medição dos blocos



Após a coleta de todas as medidas dos blocos serem organizadas e catalogadas, é necessary também, o preenchimento das médias de cada peça e a sua amplitude, pela diferença entre a maior e a menor peça. Então será possível achar a média das médias e logo em seguida a média das amplitudes.

Tabela 1. Dados encontrados diferenciados por cores de cada bloco.apósmedição e processamento inicial dos mesmos.

	X1	X2	X3	X4	Xbar	Amplitude
1	31,1	31,2	31,2	31,1	31,15	0,1
2	31,15	31,1	31,1	31,1	31,1125	0,05
3	35,1	31,5	31,15	31,15	32,225	3,95
4	31,1	31,1	35,1	35,1	33,1	4
5	31,1	31,2	35,1	35,1	33,125	4
6	32	31,3	31,6	31,3	31,55	0,7
7	31,4	31,1	31,7	31,6	31,45	0,6
8	31,7	31,5	31,5	32	31,675	0,5
9	31,5	31,2	31,2	31,7	31,4	0,5
10	31,3	31,9	31,8	31,6	31,65	0,6
11	31,4	31,5	31,3	31,4	31,4	0,2
12	31,2	31,6	31,4	31,3	31,375	0,4
13	31,3	31,6	31,6	31,6	31,525	0,3
14	31,4	31,5	31,4	31,5	31,45	0,1
15	31,4	31,4	31,5	31,4	31,425	0,1
16	31,38	31,58	31,28	31,18	31,355	0,4
17	31,58	31,58	31,38	31,58	31,53	0,2
18	31,3	31,7	31,28	31,58	31,465	0,42
19	31,4	31,3	31,38	31,4	31,37	0,1
20	31,2	31,28	31,18	31,58	31,31	0,4
MÉDIA					31,632125	0,881

A partir desses dados reunidos é possível então formar a sua análise de controle mais aprofundada. Para isso é necessário a definição dos limites de controle superior e inferior, e também o médio. A fórmula utilizada para estabilizar os limites, como as constantes estão descritas na imagem abaixo.

Figura 2: Limites de controle.

$LSC = \bar{\bar{x}} + A_2 \cdot \bar{R}$
 $LM = \bar{\bar{x}}$
 $LIC = \bar{\bar{x}} - A_2 \cdot \bar{R}$
 $A_2 = 0,729$

$LSC = D_4 \cdot \bar{R}$
 $LM = \bar{R}$
 $LIC = D_3 \cdot \bar{R}$
 $D_3 = 0$
 $D_4 = 2,282$

Com isso foram encontrados os seguintes limites:

Tabela 2: Limites

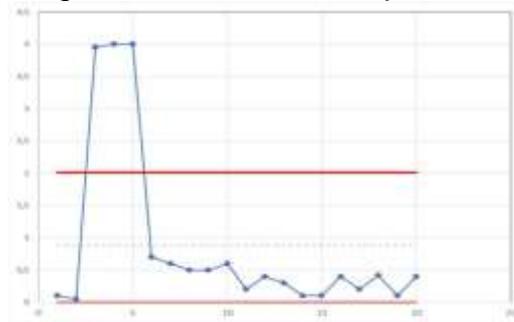
Xbar			R		
LSC	LM	LIC	LSC	LM	LIC
32,27437	31,63213	30,98988	2,010442	0,881	0

Aplicação da plotagem do gráfico para que seja possível a melhor compreensão dos dados e a partir daí a observação também, de possíveis causas especiais.

Figura 3. Gráfico das médias.



Figura 4: Gráfico das Amplitudes.



Ao observar a presença de pontos além do limite estabelecido anteriormente, é necessário que algumas decisões sejam tomadas para a estabilização do processo. Então foi decidido descartar o lote de peças da cor verde para que haja um controle melhor do processo, pois todos os pontos fora da curva se reuniam em seu lote.

Figura 5: Gráfico das médias sem lote verde

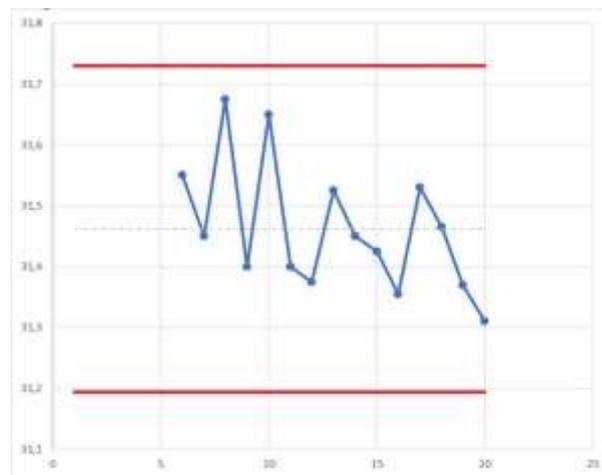
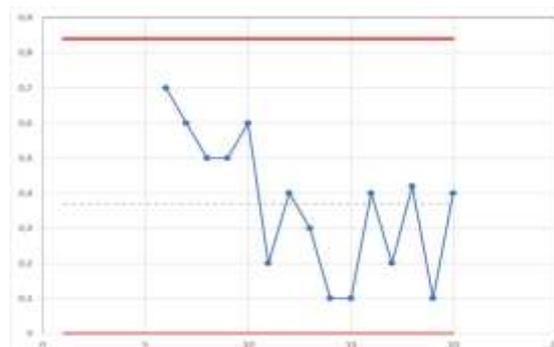


Figura 6: Gráfico das amplitudes sem o lote verde.



Só após a exclusão de todo o lote da cor verde foi possível estabilizar o processo de maneira mais eficiente, pois ao retirar somente as peças fora de padrão, os limites apontavam então peças de outras cores como fora do padrão. Então foi acordado entre os analisadores a exclusão de um lote que facilitaria o controle de todo o processo em sequência. Em seguida foram medidos lotes inteiros de peças. Foram avaliadas 10 amostras de 50 unidades e 10 amostras de 40 unidades de forma visual, com o objetivo de encontrar erros de coloração ou deformação em suas formas.

Tabela 2: Lote de peças e itens defeituosos.

M	Tamanho da Amostra (n)	Itens Defeituosos
1	50	15
2	50	20
3	50	7
4	50	2
5	50	4
6	50	11
7	50	6
8	50	8
9	50	1
10	50	11
11	40	12
12	40	5
13	40	5
14	40	1
15	40	3
16	40	8
17	40	7
18	40	19
19	40	2
20	40	9

Após esses dados serem encontrados, é possível achar também os limites de controle, utilizando as seguintes fórmulas:

Tabela 3: Média p e n.

p		
0,3		
0,4		
0,14		
0,04		
0,08		
0,22		
0,12		
0,16		
0,02		
0,22		
0,3		
0,125		
0,125		
0,025		
0,075		
0,2		
0,175		
0,475		
0,05		
0,225		

$\sum n =$	900
$\sum d =$	156
\bar{p}	0,1733
\bar{n}	45

Figura 8: Fórmulas.

$$LSC = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$LM = \bar{p}$$

$$LIC = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

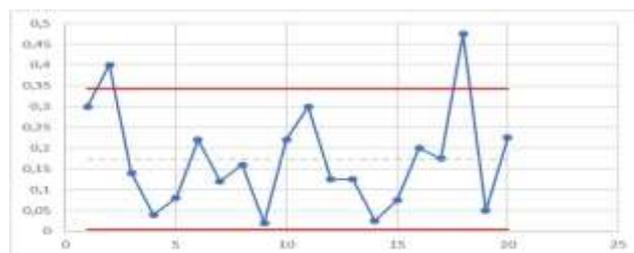
Com isso os limites podem ser estabelecidos para que seja viável uma interpretação melhor dos dados através do gráfico a ser plotado em seguida.

Tabela 4: Limites para a normalização dos dados

LSC	LM	LIC
0,342619	0,1733	0,004047

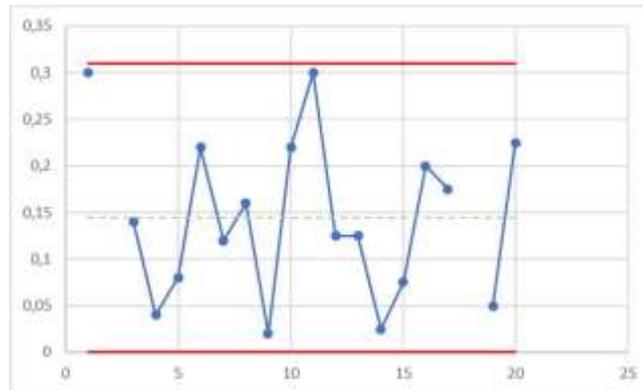
O gráfico foi plotado e pode-se observar as possíveis causas especiais:

Figura 9: Gráfico de controle tipo p antes da normalização.



Ao analisar o gráfico, é possível ver de forma mais clara os lotes que estão impossibilitando a normalização do processo, então pode-se concluir que os lotes 2 e 18 são os que possuem maior incidência de defeitos de pintura e deformações. Por conseguinte, eles foram retirados para que o controle do processo seja feito efetivamente.

Figura 10: Gráfico do processo normalizado.



Resultados

Por conseguinte, é possível ressaltar alguns pontos que foram observados durante a execução deste trabalho através da sua prática, como o processo cansativo e também interpretativo das medições, já que consiste de uma tarefa de grande atenção para uma boa precisão e repetibilidade ao executá-la, pode se tornar um obstáculo ao realizar a elaboração de todo o projeto.

Como a distorção das medidas obtidas na mesma peça por operadores diferentes que resultou em causas especiais nos blocos verdes, que por conseguinte apresentou grande influência em todo o processo, deixando todo ele desestabilizado. Pois o mesmo apresentou dois pontos fora na cor verde, após a retirada deles os limites mudaram de forma drástica, tendo que eliminar outras peças de cores diferentes e além disso, uma maior quantidade de peças, então optou-se por remover todo o lote que havia maior distorção entre eles.

Ao retirar esse lote defeituoso, foi possível estabelecer os limites de controle de forma precisa da média (LSC:31,7302; LM:31,462; LIC:31,19373) e da Amplitude (LSC: 0,839776; LM: 0,368; LIC:0).

Já no outro exercício pode-se observar a medição de lotes maiores, então foi utilizada a carta do tipo p, e para isso foram encontrados alguns problemas quanto ao tamanho das amostras e principalmente para alinhar os defeitos a serem apontados

por todos os operadores de forma uniforme. Ao catalogar então todos os dados e iniciar a plotagem do gráfico, foi possível visualizar dois lotes com grandes distorções em relação aos demais, os lotes 2 e 18 apresentaram grande diferença entre os demais. E após a remoção dos mesmos do processo, foi possível estabilizar os limites de forma mais precisa (LSC: 0,310162; LM: 0,1444; LC:0). Ao realizar todas as análises, chegou-se a conclusão que a carta de controle se encaixa melhor na proposta da atividade, sendo possível realizar de forma mais eficiente e dinâmica.

Referências

Série monográfica Qualidade Controle Estatístico do Processo

http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/388_apostilacep_2012.pdf

Gráfico de controle de atributos- UFJF

http://bessegato.com.br/UFJF/cep_10_atributos.pdf

Tipo de dados para carta de controle

<https://support.minitab.com/pt-br/minitab/18/help-and-how-to/quality-and-process-improvement/control-charts/supporting-topics/data/types-of-data-for-control-charts/>

Controle estatístico de Qualidade

<http://leg.ufpr.br/~walmes/ensino/CEQ/slides/07-gc-atributos.pdf> **Universidade Federal do Paraná - Departamento de Estatística**

<https://docs.ufpr.br/~taconeli/CE21917/CE21917.html>