

Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação

Departamento de Matemática Aplicada e Estatística
SME0824 - Gestão da Qualidade

Projeto Prático para Avaliação

Aluno: Giovanna Garrefa Silveira - 13835983
Izabela Camila Souza Silva - 13827570
Vitória Gomes Guimarães - 12610497
Professor: Cibele Maria Russo Novelli

Outubro
2024

Conteúdo

1	Introdução	1
2	Exercício 1	2
2.1	Dados Utilizados	2
2.2	Metodologia	2
2.3	Código Utilizado	3
2.4	Resultados	5
3	Exercício 3	7
3.1	Dados Utilizados	7
3.2	Metodologia	7
3.3	Código Utilizado	7

1 Introdução

Este relatório apresenta a resolução de dois exercícios propostos no projeto prático da disciplina de Gestão da Qualidade. O objetivo principal é aplicar técnicas de controle estatístico de processos, desenvolvendo gráficos de controle e discutindo se os processos estão sob controle, com base nos dados fornecidos.

Para isso, os alunos deveriam tratar a base de dados proposta na linguagem de programação de sua preferência. Neste trabalho, foram utilizados códigos em Python, e o notebook será anexado junto a este relatório.

O primeiro exercício consistiu em analisar os dados do cozimento no processo de fotolitografia na fabricação de semicondutores, com amostras de tamanho 5. Foram desenvolvidos gráficos de controle para \bar{X} e S , e realizada a análise sobre a estabilidade estatística do processo.

O segundo exercício apresenta dados sobre o número de montagens de rolamentos e fechos em amostras de tamanho 100, sendo necessário elaborar gráficos de controle para a fração não conforme e interpretar os resultados obtidos.

Para garantir a eficácia do processo, foram utilizadas as bibliotecas pandas, numpy e matplotlib.pyplot.

2 Exercício 1

No exercício 1, foram analisados dados referentes ao processo de cozimento na fotolitografia de semicondutores. Utilizaram-se gráficos de controle \bar{X} e S para avaliar a estabilidade do processo.

2.1 Dados Utilizados

Os dados utilizados foram obtidos a partir do arquivo CSV disponível em:
<https://raw.githubusercontent.com/cibelerusso/Gestao-da-qualidade/main/Dados/Cozimento.csv>

2.2 Metodologia

A metodologia envolveu os seguintes passos:

- Leitura dos dados e cálculo das estatísticas iniciais, como o desvio padrão para cada amostra.
- Cálculo de \bar{X} e do desvio médio (S) para os gráficos de controle.
- Criação Gráfico de controle \bar{X} e (S)
- Identificação automática de pontos fora de controle, utilizando os limites de controle calculados inicialmente.
- Recalcular os limites de controle revisados após a remoção dos pontos fora de controle.

2.3 Código Utilizado

O código a seguir foi utilizado para realizar a análise:

```
1 # Leitura dos dados com ajuste no delimitador e no separador
   decimal
2 dados = pd.read_csv(url, delimiter=';', decimal=',')
3
4 # Limita em 25 amostras iniciais
5 df = dados.head(25)
```

Calculo Desvio Padrão, \bar{X} , Desvio Médio e finalmente, os Limites de Controle (LSC e LIC) para \bar{X} e S, respectivamente

```
1 df['desvio_padrao'] = df[['x1', 'x2', 'x3', 'x4', 'x5']].std(
   axis=1)
2
3 A3 = 0.606
4 B3 = 0.565
5 B4 = 1.435
6
7 x_bb = df['Xbarra'].sum() / 25
8
9 soma_desvios = df['desvio_padrao'].sum()
10 S_barra = soma_desvios/25
11
12 LSCx = x_bb + A3*S_barra
13 LCx = x_bb
14 LICx = x_bb - A3*S_barra
15
16 LSCs = B4*S_barra
17 LCs = S_barra
18 LICs = B3*S_barra
```

A partir desses cálculos, os seguintes gráficos foram elaborados:

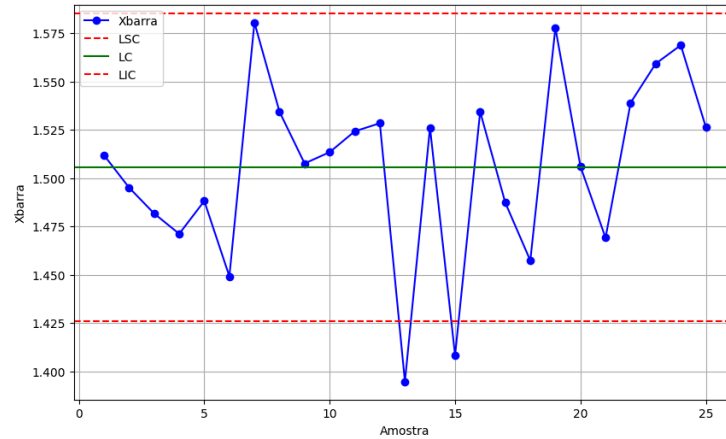


Figura 1: Gráfico de Controle - \bar{X}

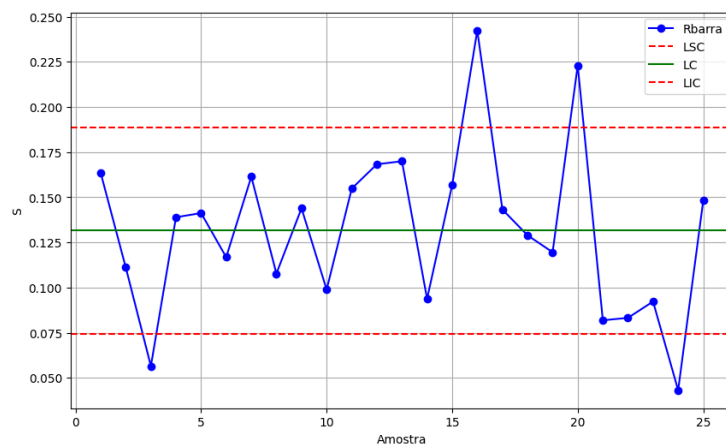


Figura 2: Gráfico de Controle - S

O processo está fora de controle, uma vez que mais de uma amostra se encontrava fora dos limites de controle estabelecidos no gráfico de S (amostras 3, 16, 20 e 24). Isso indica uma instabilidade na variabilidade do processo.

Além disso, no gráfico de controle de \bar{X} , também foi possível observar pontos fora dos limites, com um padrão de distribuição atípico nos dados.

Portanto, é necessário realizar uma análise mais detalhada para entender o que está comprometendo a eficiência desse processo. Serão necessárias estratégias para resolver os problemas identificados e uma reavaliação dos limites para um novo gráfico de controle. Assim, garantimos que o monitoramento dos dados

esteja atualizado, tornando-se uma ferramenta eficaz para reduzir a variabilidade no processo de produção.

Supondo, para fins pedagógicos, que as amostras fora dos limites resultem de eventos aleatórios, como a contratação de um novo funcionário, podemos recalcular os Limites de Controle. Para isso, o programa identificará os pontos fora de controle e refará os cálculos, excluindo-os.

Para isso, é necessário que o programa identifique os pontos fora de controle e refaça os cálculos os excluindo. Conforme demonstrado a seguir:

```
1 pontos_fora_controle_xbarra = df[(df['Xbarra'] > LSCx) | (df['  
   Xbarra'] < LICx)]  
2  
3 pontos_fora_controle_s = df[(df['desvio_padrao'] > LSCs) | (df['  
   desvio_padrao'] < LICs)]  
4  
5 df_revisado = df[~df['Amostra'].isin(pontos_fora_controle_xbarra  
   ['Amostra']) &  
6           ~df['Amostra'].isin(pontos_fora_controle_s['  
   Amostra'])]
```

Recalculando os Limites de Controle:

```
1 x_bb_revisado = df_revisado['Xbarra'].mean()  
2 S_barra_revisado = df_revisado['desvio_padrao'].mean()  
3  
4 LSCx_revisado = x_bb_revisado + A3 * S_barra_revisado  
5 LCx_revisado = x_bb_revisado  
6 LICx_revisado = x_bb_revisado - A3 * S_barra_revisado  
7  
8 LSCs_revisado = B4 * S_barra_revisado  
9 LICs_revisado = B3 * S_barra_revisado
```

2.4 Resultados

Os gráficos de controle iniciais mostraram que alguns pontos estavam fora dos limites de controle, indicando a presença de causas atribuíveis. Após a remoção dessas amostras e o recálculo dos limites, os gráficos revisados demonstraram que o processo voltou a estar sob controle.

Os gráficos a seguir ilustram a situação:

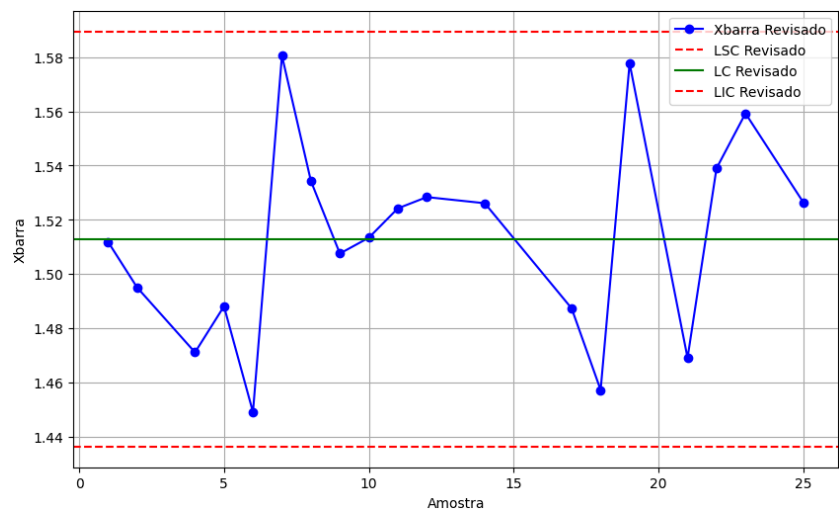


Figura 3: Gráfico de Controle Revisado - \bar{X}

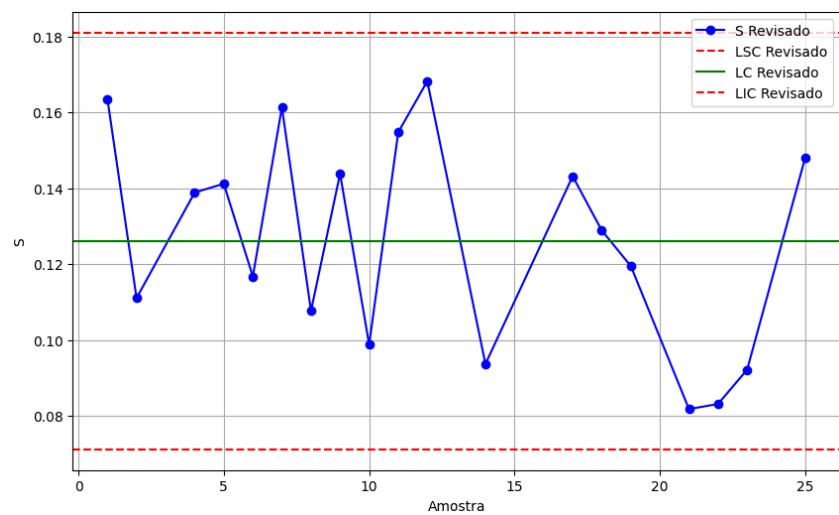


Figura 4: Gráfico de Controle Revisado - S

3 Exercício 3

No exercício 3, foram analisados os dados sobre o número de montagens de rolamentos e fechos em amostras de tamanho 100. O objetivo foi construir o Gráfico de Controle para Fração Não Conforme, analisar os gráficos e, se necessário, supor a existência de causas atribuíveis para amostras fora de controle, revisando os Limites de Controle.

3.1 Dados Utilizados

Os dados foram obtidos a partir do arquivo CSV disponível em:
<https://github.com/cibelerusso/Gestao-da-qualidade/blob/main/Dados/Rolamentos.csv>

3.2 Metodologia

A metodologia envolveu os seguintes passos:

- Cálculo da fração não conforme
- Criação Gráfico de Controle para Fração Não Conforme
- Identificação automática de pontos fora de controle, utilizando os limites de controle calculados inicialmente.
- Recalcular os limites de controle revisados após a remoção dos pontos fora de controle.

3.3 Código Utilizado

Inicialmente, é preciso calcular o valor da fração não conforme para que assim, seja possível calcular os Limites Superior de Controle (UCL), Linha Central (LCL), Limite Inferior de Limite (LCL)

```
1 data['p_hat'] = data['Numero de montagens não conformes'] / n
2 p_bar = data['p_hat'].mean()
3
4 UCL = p_bar + 3 * np.sqrt((p_bar * (1 - p_bar)) / n)
5 LCL = p_bar - 3 * np.sqrt((p_bar * (1 - p_bar)) / n)
6 LCL = max(0, LCL)
```

Note que, o Limite Inferior de Controle calculado é menor que 0 (-0.0119), por esse motivo, iremos adotar que $LCL = 0$. O gráfico de controle dessa base de dados está apresentada a seguir:

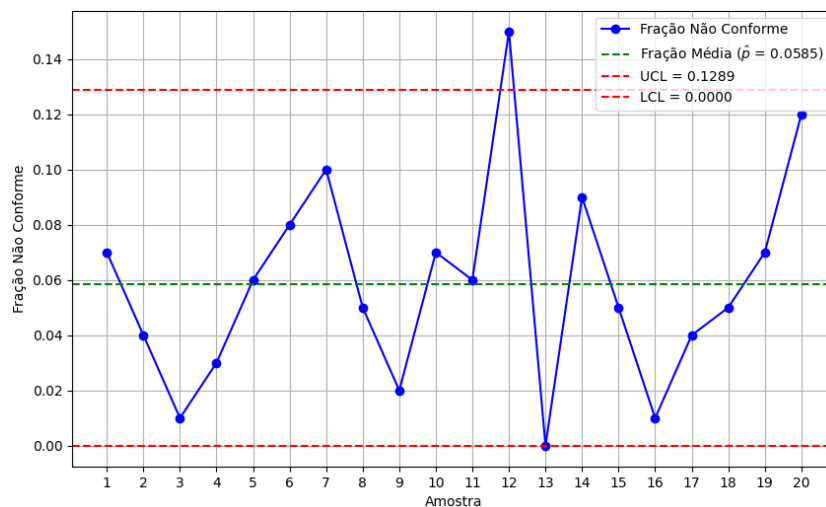


Figura 5: Gráfico de Controle para Fração Não Conforme

O gráfico de controle mostrou que o processo estava fora de controle, com a amostra 12 acima da Linha Superior de Controle. Supõe-se que essa amostra apresente causas atribuíveis, conforme descrito no enunciado do exercício, o que tornou necessária a revisão dos limites de controle.

```

1 out_of_control_points = data[(data['p_hat'] > UCL) | (data['
  p_hat'] < LCL)]
2
3 data_revised = data[data['Amostra'] != 12]
4 p_bar_revised = data_revised['p_hat'].mean()
5 UCL_revised = p_bar_revised + 3 * np.sqrt((p_bar_revised * (1 -
  p_bar_revised)) / n)
6 LCL_revised = p_bar_revised - 3 * np.sqrt((p_bar_revised * (1 -
  p_bar_revised)) / n)
7 LCL_revised = max(0, LCL_revised)

```

Segue o Gráfico de Controle com os limites revisados:

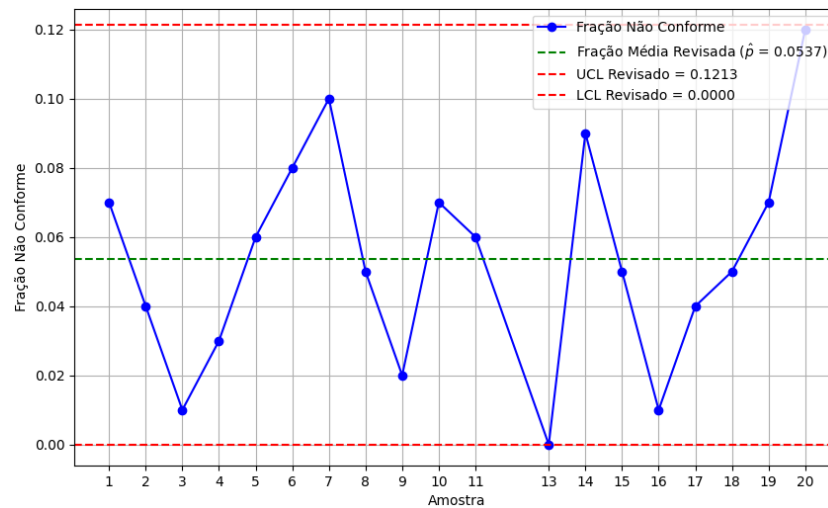


Figura 6: Gráfico de Controle Revisado para Fração Não Conforme

Dessa forma, o gráfico foi atualizado, tornando-se uma ferramenta eficaz para controle e auxiliando na redução da variabilidade do processo.