

CONTROLE ESTATÍSTICO DE QUALIDADE

COM R E PYTHON

Breno Cauã Rodrigues da Silva Carlos Antonio Costa De Farias
Emerson Vitor Da Costa De Lima Ingrid Moreira Melo
Lucas Yukio Da Silva Sakai Roberta Rhayane Borges Delgado
Wallery Reis Risuenho

Índice

Prefácio	3
I Formulação Matemática-Estatística	4
1 Introdução ao Controle Estatístico de Qualidade	5
2 Gráficos de Controle para Variáveis	6
3 Gráficos de Controle para Atributos	7
4 Índice de Capacidade	8
II Gráficos de Controle no R Base	9
5 Introdução	10
III Gráficos de Controle no R usando o pacote ggplot2	11
6 Introdução	12
IV Gráficos de Controle no Python usando Customização Avançada	13
7 Introdução	14
References	15

Prefácio

O **Controle Estatístico de Qualidade (CEQ)** consolidou-se, ao longo do último século, como um dos pilares da moderna gestão da qualidade. Desde as contribuições pioneiras de Walter A. Shewhart, que introduziu os gráficos de controle na década de 1920, até as aplicações contemporâneas em manufatura, saúde, tecnologia da informação e administração pública, o CEQ tornou-se uma ferramenta indispensável para compreender e reduzir a variabilidade dos processos.

Mais do que um conjunto de técnicas, o CEQ representa uma mudança de paradigma: a passagem de uma postura reativa — que atua apenas quando falhas são detectadas — para uma abordagem **proativa e preventiva**, voltada a monitorar continuamente os processos e identificar causas de variação antes que estas se traduzam em defeitos ou perdas.

Este projeto nasce da convicção de que a difusão do CEQ deve ir além dos ambientes industriais e alcançar diferentes áreas de conhecimento e prática profissional. Para isso, combinamos o estudo dos **fundamentos estatísticos** com o uso de **ferramentas computacionais modernas**, em especial as linguagens **R** e **Python**, que tornam possível a aplicação prática em contextos reais de análise de dados.

Nosso objetivo não é apenas apresentar técnicas, mas também estimular uma visão crítica sobre sua utilização, incentivando o leitor a compreender o “porquê” por trás dos métodos. O caminho aqui proposto é duplo: rigor matemático-estatístico aliado a uma postura prática de experimentação com softwares livres, de modo que a teoria encontre aplicação imediata em exemplos concretos.

Assim, este trabalho pretende contribuir tanto para estudantes quanto para profissionais que buscam aprofundar-se nos métodos do CEQ, oferecendo uma base sólida para a análise, o monitoramento e a melhoria contínua de processos.

Este é um **Quarto Book**. Para saber mais sobre **Quarto Book**, visite <https://quarto.org/docs/books/>.

Part I

Formulação Matemática-Estatística

1 Introdução ao Controle Estatístico de Qualidade

A busca pela qualidade acompanha a história da produção de bens e serviços. Desde os primeiros artesãos, que inspecionavam manualmente suas peças, até os sistemas modernos de manufatura avançada e serviços digitais, sempre houve a necessidade de garantir que o produto final atendesse a requisitos previamente definidos. No entanto, foi apenas no início do século XX que a **estatística** passou a desempenhar um papel central nesse processo.

O **Controle Estatístico de Qualidade (CEQ)** surge como uma metodologia estruturada para compreender, monitorar e melhorar processos por meio de técnicas estatísticas. Seu objetivo central é distinguir a **variabilidade natural** — inerente a qualquer processo — das **causas especiais de variação**, que sinalizam problemas ou mudanças não planejadas. Essa distinção, introduzida por **Walter A. Shewhart**, é a base conceitual dos gráficos de controle, uma das ferramentas mais utilizadas até hoje.

A aplicação do CEQ traz benefícios que vão além da simples detecção de falhas. Ao proporcionar uma visão clara sobre a estabilidade de um processo, ele permite:

- **Reduzir desperdícios e custos**, ao identificar rapidamente fontes de defeitos;
- **Aumentar a confiabilidade** de produtos e serviços;
- **Tomar decisões baseadas em evidências**, em vez de percepções subjetivas;
- **Promover a melhoria contínua**, princípio central da gestão da qualidade moderna.

Ao longo das décadas, o CEQ expandiu sua influência. Inicialmente aplicado em linhas de produção industriais, hoje é utilizado em áreas tão diversas quanto **saúde pública**, **administração de serviços**, **engenharia de software** e **educação**. Essa diversidade de aplicações reflete o caráter universal das ferramentas estatísticas: qualquer processo que gere dados pode ser analisado sob a ótica do controle estatístico.

Neste projeto, exploraremos tanto os fundamentos matemáticos e estatísticos do CEQ quanto suas aplicações práticas em softwares livres. O uso de **R** e **Python** será fundamental para ilustrar, passo a passo, como implementar as técnicas e interpretar seus resultados. Assim, o leitor poderá não apenas compreender a teoria, mas também praticá-la em contextos reais, desenvolvendo autonomia para aplicar o CEQ em sua área de atuação.

2 Gráficos de Controle para Variáveis

3 Gráficos de Controle para Atributos

4 Índice de Capacidade

Part II

Gráficos de Controle no R Base

5 Introdução

Part III

Gráficos de Controle no R usando o pacote ggplot2

6 Introdução

Part IV

Gráficos de Controle no Python usando Customização Avançada

7 Introdução

References