

GRÁFICOS DE CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS PARA A ANÁLISE DO CONSUMO DE ÁGUA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO: UM ESTUDO DE CASO EM UMA UNIVERSIDADE¹

Samuel Rodrigues Reginatto², Elisa Henning³, Andreza Kalbusch⁴

¹ Vinculado ao projeto “GRÁFICOS DE CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSOS PARA A ANÁLISE DO CONSUMO DE ÁGUA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO”

² Acadêmico do Curso de Licenciatura em Matemática – CCT – Bolsista PIBIC/CNPq

³ Orientadora, Departamento de Matemática – DMAT – elisa.henning@udesc.br.

⁴ Coorientadora, Departamento de Engenharia Civil – DEC - andreza.kalbusch@udesc.br

Esta pesquisa teve como objetivo utilizar gráficos de controle estatístico de processos para análise do consumo de água do campus UDESC – CCT, nos últimos 4 anos. Pretendeu-se verificar as variações no consumo de água (em m³/mês) no período entre 2017 e 2022 especialmente por conter dados do período anterior e durante a pandemia COVID-19. Os gráficos utilizados foram escolhidos por apresentarem características específicas e distintas entre si, e assim, permitirem leituras mais amplas, além de *insights* que ajudam na compreensão e no monitoramento de consumo da água no ambiente construído. Como indicam Willis et al., (2011), é interessante utilizar diferentes métodos para melhor analisar os dados de consumo de água. Os autores também ressaltam que a gestão do consumo de água é fundamental para melhorias de ordem econômica e social.

Neste projeto usou-se gráficos de controle de Shewhart, EWMA e CUSUM. Trabalhar com estes três tipos de gráficos deu-se justamente pelo fato de os dois últimos serem gráficos com memória, e assim, acumulam as variações ao longo do tempo e atribuem distintos pesos para os dados na série temporal, permitindo uma análise diferenciada daquela que pode ser obtida com gráficos de Shewhart. Os gráficos de controle têm em seu mais importante uso a melhoria do processo (Montgomery, 2009). O gráfico de Shewhart tem a característica de apresentar os dados distribuídos ao longo do tempo entre linhas constantes, que indicam os limites superior e inferior, e neste, é de fácil observação os valores de média estatística e o desvio padrão.

O conjunto dos dados foi dividido em duas partes, chamadas de fase 1 e fase 2. A primeira é constituída de valores ditos de referência, já a segunda é a fase analítica. Para os meses utilizados na fase 1 foram necessários alguns ajustes que permitiram um subconjunto condizente com a realidade do consumo de água da instituição. Na fase 2 estão inclusos os meses em que a instituição esteve com a circulação de pessoas reduzida devido ao *lockdown* gerado pela pandemia.

Nos três gráficos vê-se uma queda significativa no consumo a partir do 29º ponto, na fase 2. Este é o momento em que se instaura o *lockdown* no Estado de Santa Catarina e assim se reduz o número de pessoas circulando na universidade. No gráfico de Shewhart há alguns pontos (43 e 44, por exemplo) em que o consumo aumenta, com o retorno gradual de alguns servidores. Nos gráficos com memória (CUSUM e EWMA) apresenta-se a característica de os valores de consumo se manterem abaixo do limite inferior, indicando uma redução no consumo.

A proposição de estratégias de melhorias relacionadas ao consumo de um recurso natural pode realizada por meio da análise de gráficos de controle com séries temporais. Com as técnicas de Controle Estatístico de Processos (CEP) aqui utilizadas, abre-se também possibilidades para análises preditivas no consumo de água. Utilizando-se como referência este mesmo histórico de

dados, faz-se possível construir gráficos que apresentem as tendências do processo utilizando técnicas estatísticas de previsão, e assim, dar continuidade à geração de pesquisa.

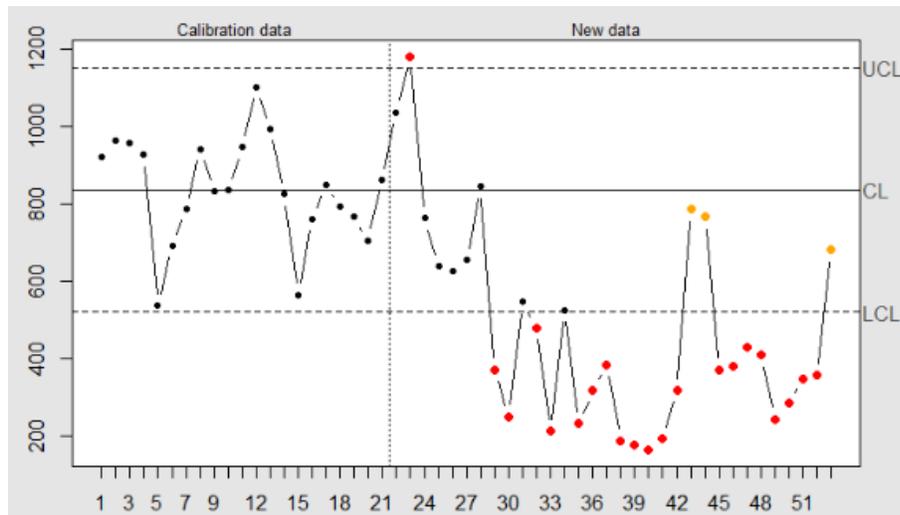


Figura 1. Gráfico de Shewhart para os dados de consumo de água do Campus CCT Agosto de 2017 a abril de 2022

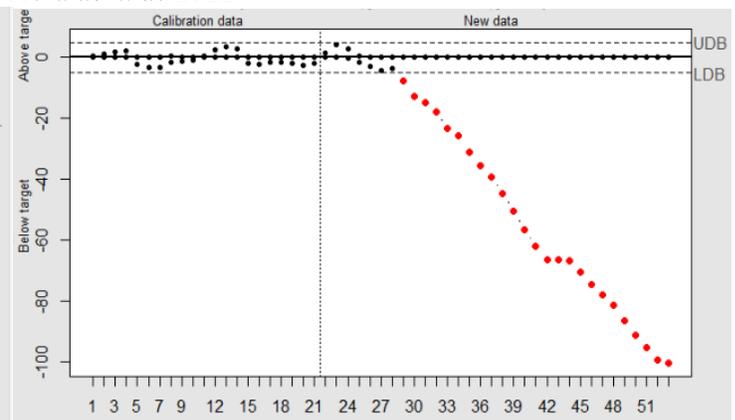
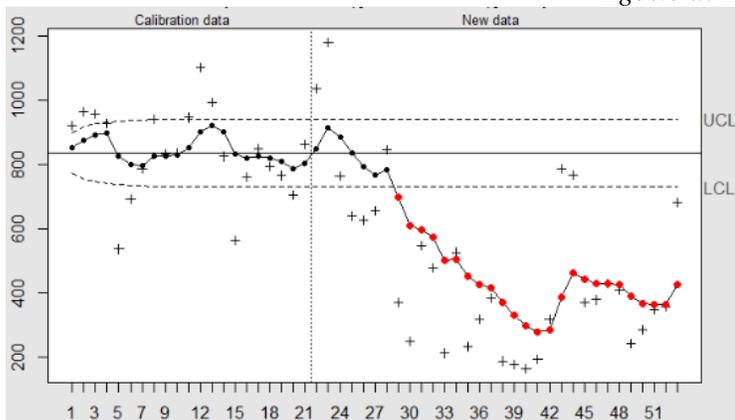


Figura 2. Gráfico de Média Exponencial Ponderada (EWMA).

Figura 2. Gráfico de Soma Acumulada (CUSUM).

Referências no resumo:

- MONTGOMERY, D. C. Introdução ao Controle Estatístico da Qualidade, 7ª edição. [Digite o Local da Editora]: Grupo GEN, 2016.
- WILLIS, R. M.; STEWART, R. A.; PANUWATWANICH, K.; WILLIAMS, P. R.; HOLLINGSWORTH, A. L. Quantifying the influence of environmental and water conservation attitudes on household end use water consumption. *Journal of Environmental Management*, v. 92; n. 8; p. 1996-2009, 2011.

Palavras-chave: Controle Estatístico de Processos. Consumo de água em ambiente construído. Pandemia.