

Aplicação de Gráficos EWMA em Redes de Abastecimento Predial de Água

Elisa Henning (UDESC) – elisa.henning@udesc.br

Andrea Cristina Konrath (UFSC) – andrea.ck@ufsc.br

Andreza Kalbusch (UDESC) – andreza.kalbusch@udesc.br

1. Introdução

Gráficos de Controle Estatístico de Processos são ferramentas fundamentais para a busca da qualidade e a melhoria contínua dos produtos e serviços.

Objetivos:

- O objetivo principal deste trabalho é apresentar os resultados parciais da investigação sobre o uso de Gráficos de Controle de Média Móvel Exponencialmente Ponderada (EWMA) para o monitoramento de variáveis relativas ao consumo de água.
- A partir de Gráficos de Controle de Média Móvel Exponencialmente Ponderada (EWMA) busca-se identificar:
 - tendências (aumento ou redução) no consumo de água,
 - detecção de vazamentos

O gráfico foi aplicado a uma série histórica referente ao consumo de água em válvulas de descarga de bacias sanitárias.

Duas situações são analisadas: ocorrência de vazamento e efetiva economia de água quando da troca dos equipamentos convencionais por economizadores.

Espera-se contribuir para o gerenciamento das águas urbanas, no tocante às redes prediais de abastecimento, por meio de monitoramento com dos gráficos de controle.

3. Gráficos de Controle

Um gráfico de controle é uma ferramenta estatística visual que desperta para a presença de causas especiais. Pelos gráficos de controle é possível detectar quando um processo está fora de sua condição de previsibilidade (sob controle estatístico) e começa a comportar-se de uma questão imprevisível (fora do controle estatístico).

Consiste basicamente na plotagem de três linhas paralelas ao eixo da abscissa, denominadas de linha central (LC) que é comumente definida a partir do valor médio, o limite superior de controle (LSC) e o limite inferior de controle (LIC). Se um ou mais pontos estiverem além dos limites de controle há indicação de que o processo possa estar fora de controle estatístico, isto é, pode existir um problema ou uma mudança na característica estudada.

Duas fases compõe um gráfico de controle. Na fase I, de prognóstico, são verificadas as suposições necessárias e estimados os parâmetros do gráfico. A fase II é a de monitoramento.

O gráfico de controle EWMA, permite identificar tendências de aumento ou redução na característica mensurada, identificando no tempo quando e onde a mudança ocorreu. Este gráfico apresenta alguma robustez a não normalidade dos dados, garantindo flexibilidade maior de aplicação.

4. Metodologia

Os dados coletados são parte de um projeto maior, no qual equipamentos como válvulas de descarga torneiras e bebedouros da instituição foram substituídos por outros economizadores. Neste trabalho, abordamos apenas os dados relacionados com válvulas de descarga.

A análise dos dados foi feita com o R (R Core Team, 2014) e o pacote qcc (Scrucca, 2004). Os parâmetros do gráfico são apresentados na Tabela 1.

ARL ₀	λ	LCL	UCL
370	0.2	0.4152516	0.6347609

Tabela 1: Parâmetros do gráfico EWMA.



5. Resultados e Discussão

O gráfico da Figura 1 sinaliza a primeira fase da coleta de dados, até a linha pontilhada. Estes valores correspondem à fase I, de diagnóstico e estimação dos parâmetros.

Na Fase 1 o processo deve estar sobre controle estatístico e as suposições de normalidade e autocorrelação dos dados devem ser atendidas. Esta fase corresponde ao uso das válvulas convencionais.

Na Figura 1, na Fase II, após a linha pontilhada, ainda tem-se o uso de válvulas convencionais. O ponto em vermelho sinaliza um pico de consumo correspondente a um problema de vazamento, detectado pelo gráfico.

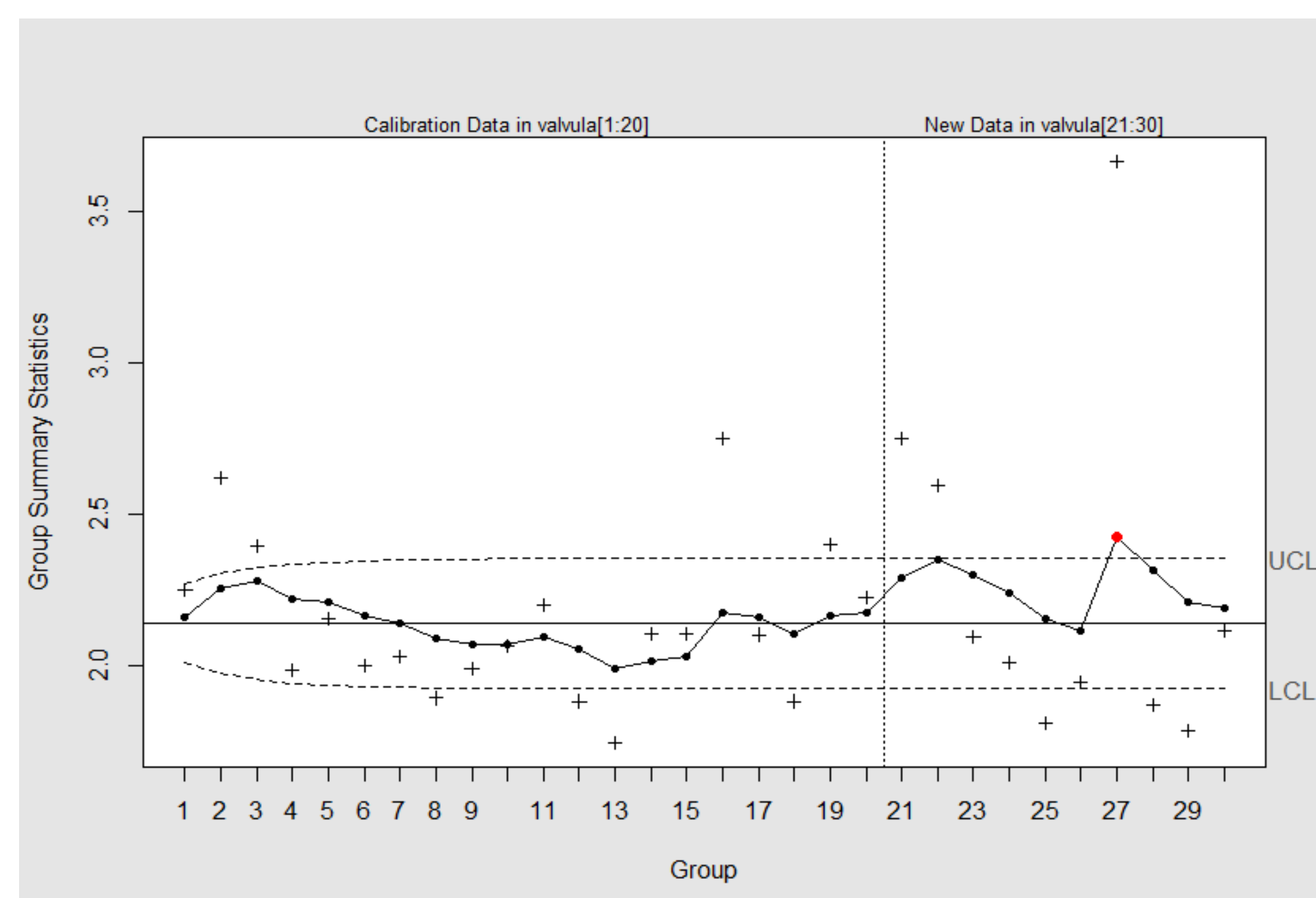


Figura 1: Gráfico EWMA para dados de medição de consumo de água em válvulas com $\lambda=0,2$ e $2,86\sigma$.

O gráfico EWMA, (Figura 2), na fase 2 (a partir da linha pontilhada) apresenta dados relativos ao consumo após a troca de equipamentos.

A partir da amostra 23 o gráfico indica uma situação fora de controle estatístico. A tendência negativa aponta para a redução no consumo de água. A troca de equipamentos ocorreu na amostra 21.

Embora a linha de controle inferior só tenha sido ultrapassada na amostra 23, pode-se verificar que há uma tendência de decréscimo na média do processo desde a amostra 21. Assim, o gráfico detectou a mudança no padrão de consumo.

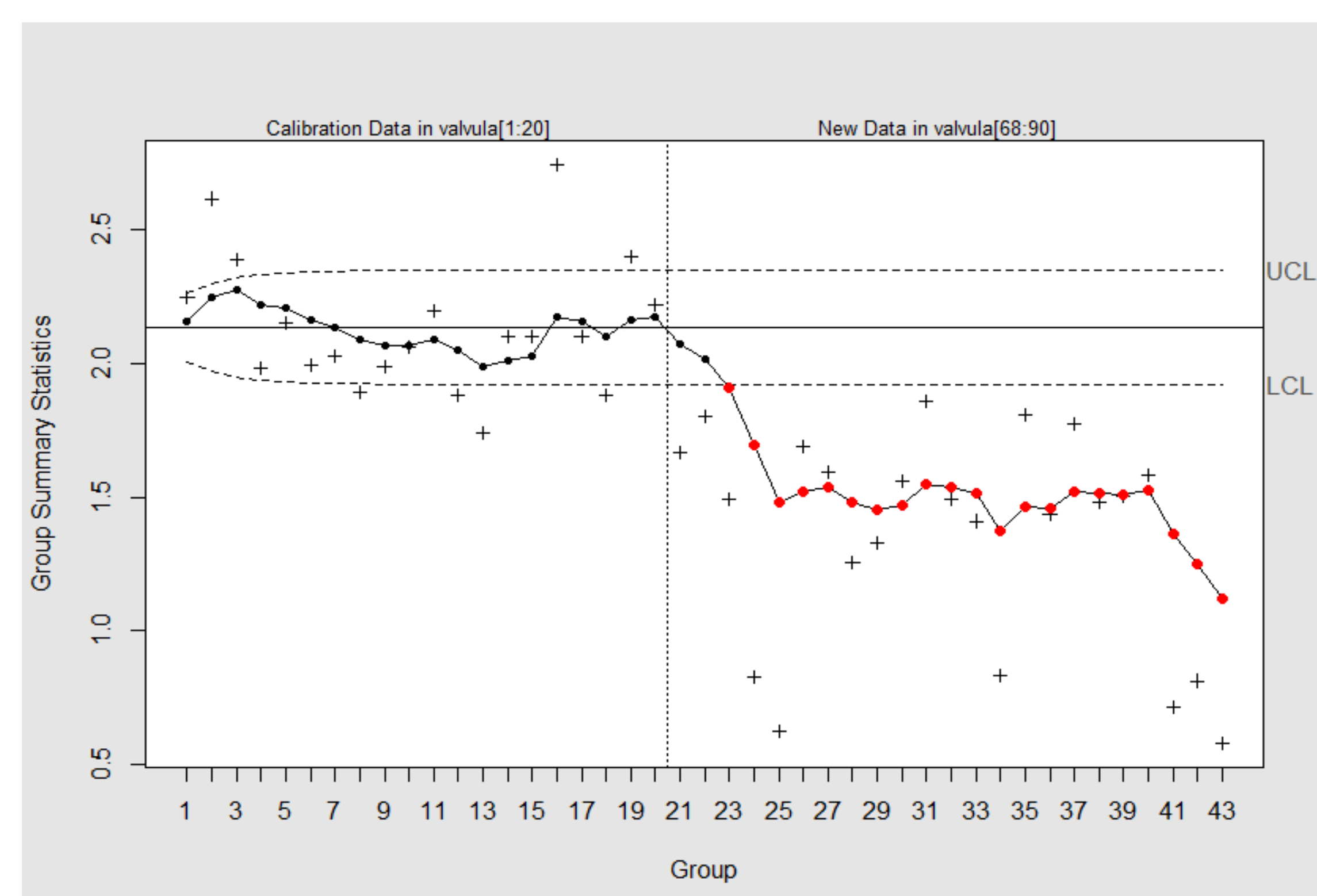


Figura 2: Gráfico EWMA aplicado ao período após a troca de equipamentos.

6. Conclusão

O gráfico de controle EWMA, permitiu tanto a sinalização do vazamento, como indicação da redução do consumo de água. Assim, o procedimento EWMA se configura como uma alternativa para sinalização efetiva de mudanças decorrentes de alterações de legislação, políticas públicas e campanhas educativas para redução de consumo de água, como também uma opção para detecção de problemas, como vazamentos na rede.

Apoio:

