

5 Conclusão

Esse trabalho propôs o uso do modelo linear dinâmico de Harrison & Stevens (MLD-HS) para o CEP de variáveis na presença de dados serialmente correlacionados e analisou seu desempenho. Esse novo modelo de controle foi denominado de MLD-CEP. O pressuposto básico utilizado na elaboração desse trabalho é que se uma dada característica de qualidade se encontra em controle, ou seja, não existe nenhuma causa especial atuando, o modelo que estará operando é o modelo estacionário de HS. O intuito foi detectar algum tipo de descontinuidade na série, pois essa descontinuidade indicará uma possível atuação de causa especial no processo.

O fator de Bayes acumulado foi o instrumento utilizado para detecção de descontinuidades na série temporal e os resultados numéricos obtidos nesse trabalho foram para valores não negativos de ϕ , correspondendo a valores não negativos de ρ , pelo fato de valores não negativos de ρ serem típicos da quase totalidade dos processos autocorrelacionados industriais.

Os níveis de autocorrelação considerados nesse trabalho foram os mesmos utilizados no artigo de Lu & Reynolds (2001), ou seja, de baixo a moderadamente alto. Essa opção teve o intuito de viabilizar a comparação entre diferentes modelos citados no artigo e o MLD-CEP. O NMA_1 (o número médio de amostras até um sinal verdadeiro) foi a medida de desempenho considerada para efeito de comparação.

Para efeito da simulação, foi considerado que o processo está em controle ao iniciar-se o monitoramento e somente após transcorrido um certo tempo ocorre uma mudança na média do processo ξ .

O MLD-CEP para $(\phi, \psi) = (0,4/0,5)$ e $\delta^* = 0,5$, conduziu a bons resultados na detecção de *shifts* iguais ou superiores a 1 desvio-padrão. Já para $(\phi, \psi) = (0,8/0,9)$ e $\delta^* = 0,5$, o modelo apresentou melhores resultados na detecção de *shifts* pequenos a moderados.

Independente do *shift*, os melhores resultados, foram para $(\phi, \psi) = (0,4/0,9)$, com $\delta^* = 0,5$, ou seja, $\rho = \phi\psi = 0,36$, nível esse relativamente baixo de autocorrelação. Para tais valores de ϕ e ψ , o desempenho foi superior a todos os outros modelos, inclusive para detectar pequenos *shifts* na média do processo.

Os piores resultados foram para $(\phi, \psi) = (0,8/0,5) \therefore \rho = 0,40$, tais valores conduziram a um desempenho inferior em relação a todos os outros modelos, somente tendo um resultado satisfatório quando comparado ao modelo de Shewhart com resíduos para $\delta^* = 0,5$.

A principal dificuldade de se utilizar o esquema, operacionalmente falando, é a dependência maciça de processamento, os cálculos precisam ser programados, contudo, uma vez isso feito, é automático. Os resultados obtidos, menores NMA_1 's, podem tornar compensador esse investimento. Para uso em ambiente industrial, o usuário deverá entrar com os parâmetros (ϕ, ψ, δ^*) , além de estimar a média e a variância do processo.

Sugestões para prosseguimento da pesquisa com o MLD-CEP :

1. Otimização do *design*, gerando uma tabela de *designs* ótimos para uma série de triplas (ϕ, ψ, δ_0) onde δ_0 é o delta para o qual se quer minimizar o NMA_1 . Esta tabela serviria para pelo menos três propósitos:
 - Obter *designs* que minimizem o NMA_1 . Nesse trabalho, o δ^* foi discretizado entre os valores 0,5; 1,0; 2,0; mas não foi otimizado.
 - Ampliar a comparação com os esquemas EWMA-obs, EWMA-res, Cusum-obs, Cusum-res, Shewhart-obs, Shewhart-res, para outros valores de (ϕ, ψ) , de modo a indicar qual o esquema mais vantajoso em cada situação. Contudo, para que a comparação seja em igualdade de condições — i.e., entre *designs* ótimos —, caberia otimizar também cada um dos outros esquemas; por isso o trabalho seria muito extenso e fica indicado para pesquisa futura.
 - Guia para que o usuário escolha um *design* sem precisar ter o trabalho de otimizar o *design*.
2. Análise de sensibilidade, para ver quanto se deterioram (aumentam) os NMA_1 's quando se usa um *design* que foi desenvolvido (se foi

otimizado, melhor ainda) para um certo valor de (ϕ_0, ψ_0) , com intuito de controlar um processo que na realidade tem outros valores de (ϕ, ψ) (próximos de (ϕ_0, ψ_0) , mas diferentes). Isso faz sentido por duas ou mais razões: (a) se o usuário quiser aplicar o MLD-CEP para um processo com (ϕ, ψ) que não conste da (futura) tabela de *designs* ótimos, e utilizar então o *design* para os valores de (ϕ, ψ) mais próximos aos “seus” que ele encontrar na tabela, em quanto o desempenho do esquema se deterioraria? (b) mesmo se a tabela tiver os valores de (ϕ, ψ) que foram estimados para o processo, sempre existe um erro na estimação. Qual a “robustez” do *design* (ou do seu desempenho) em relação a esses erros? (c) quanto mais sensível for o desempenho aos valores de (ϕ, ψ) , menor deverá ser o intervalo de discretização dos valores de (ϕ, ψ) na(s) tabela(s) a ser(em) produzida(s), cabendo também analisar o que acontece com o NMA_0 .

Finalmente, os resultados mostram que o esquema MLD-CEP é competitivo e uma opção a ser considerada, se ainda restam aspectos a investigar (sugeridos como prosseguimentos da pesquisa), é porque o esquema é original e a pesquisa nele apenas se iniciou agora. Espera-se que este trabalho esteja inaugurando uma linha de pesquisa em MLD-CEP.