

## MONITORAMENTO ON-LINE DA TAXA DE NÃO-CONFORMIDADES DE UMA PRODUÇÃO FINITA

**Carla Simone de Lima Teixeira**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Caixa Postal 1524 - Campus Universitário Lagoa Nova, CEP 59072-970, Natal/RN  
carla.cslt@gmail.com

**Pledson Guedes de Medeiros**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Caixa Postal 1524 - Campus Universitário Lagoa Nova, CEP 59072-970, Natal/RN  
pledson@ccet.ufrn.br

**Linda Lee Ho**

POLI – Universidade de São Paulo  
Av. Professor Almeida Prado, trav2, 12 – Butantã – CEP 05424-970, São Paulo/SP  
lindalee@usp.br

Em algumas indústrias, o número de saídas da produção não possibilita a classificação desta em processo do tipo contínuo (produção em lotes, por exemplo). Nestas, a produção tem horizonte finito e determinado.

Trabalhos anteriores propuseram modelos para controle on-line para variáveis em produções finitas, que visa minimizar o custo médio esperado, para o processo de inspeção, por item produzido. A importância dessa abordagem reside no fato de os modelos anteriores de controle on-line não poderem ser aplicadas para o caso particular da produção finita.

Porém, em muitos casos a qualidade do produto não é atestada através de mensuração. Assim, neste trabalho será proposta uma abordagem para monitoramento do número de não-conformidades dos itens inspecionados para produções finitas.

A taxa de não-conformidades por itens será considerada como parâmetro da distribuição de Poisson a ser empregada no cálculo dos riscos, necessários para o cálculo das probabilidades da matriz de transição, bem como para o cálculo do custo médio esperado por item produzido.

Para isto será utilizada as propriedades de uma cadeia de Markov finita de estados discretos para determinar as probabilidades de mudança de estado, a serem consideradas nas expressões de custo, a fim de determinar a estratégia ótima de monitoração. A estratégia ótima será obtida através da otimização dos seguintes parâmetros: o intervalo amostral ( $m$ ) e o tamanho amostral ( $r$ ). Esses parâmetros serão obtidos computacionalmente, através de busca direta, a fim de minimizar a expressão do custo médio por item produzido.

O processo inicia (ou reinicia) no Estado I, onde a frequência média de defeituosos é  $\lambda_0$ ; após a mudança para o Estado II, a frequência média de não-conformidades aumenta para  $\lambda_1$ . A mudança de estado, a cada item produzido, ocorre segundo uma distribuição geométrica com parâmetro  $\pi$ .

A cada ciclo de inspeção, inspeciona-se o  $m$ -ésimo item, mais  $(r-1)$  itens retrospectivamente. É monitorado o número de não-conformidades ( $D$ ) de cada item e se, entre os  $r$  itens inspecionados, todos obedecerem a regra de decisão ( $D < \Delta$ ), onde  $\Delta$  representa o limite superior de especificação, o processo continua operando; caso contrário, o processo é parado para ajuste. Não há itens produzidos entre o instante de detecção e a parada do processo.

Os itens inspecionados sofrerão inspeção destrutiva, sendo descartados depois de inspecionados. Um lote adicional será produzido para completar a encomenda do cliente. Este lote adicional não sofrerá inspeção.

O trabalho está estruturado da seguinte forma: inicialmente é determinado o modelo probabilístico para o monitoramento do número de não-conformidades em produções finitas,

através das probabilidades de transição da cadeia de Markov; depois é obtida a expressão do custo médio do sistema de controle por item, que é minimizada através da otimização dos parâmetros.

**PALAVRAS CHAVE.** Controle *on-line*, Produção finita, Número de Não-conformidades. PO na indústria.

#### **ABSTRACT**

In part of the industries, the outputs number doesn't allow classification this in continuous type (production batch, for example). In this case, the production horizon is finite and determined.

Previous papers have proposed models for on-line control for variables in short-run productions, which aims to minimize the average expected cost for the inspection process, per item produced. The importance of this approach lies in the fact that previous models of on-line control can not be applied to the particular case of finite production.

However, in many cases the product quality doesn't is attested by measurement. Then, this paper will propose an approach for monitoring the number of non-conformities of the items inspected for finite productions.

The number of non-conformities items will be considered by the parameter of the Poisson distribution to be used in calculating the risks necessary to calculate the probabilities of the transition matrix, as well as to calculate the average expected cost per item produced.

For this, will be used the properties of a finite Markov chain of discrete states to determine the probability of shift, to be considered in cost expressions, to determine the optimal strategy for monitoring. The optimal strategy is obtained by optimizing the following parameters: the sample interval ( $m$ ) and sample size ( $r$ ). These parameters will be obtained computationally through direct search, to minimize the average cost per item produced.

The process starts (or restart) in state I, where the average frequency of non-conformities is  $\lambda_0$ , after shift, the average frequency of non-conformities increases for  $\lambda_1$ . The shift, every item produced, occurs according to a geometric distribution with parameter  $\pi$ .

Each cycle, is inspect the  $m$ -th item, plus  $(r-1)$  items retrospectively. Is monitoring the number of non-conformities ( $D$ ) of each item and if, among the  $r$  items inspected, all of them meet the decision rule ( $D < \Delta$ ), where  $\Delta$  is the upper specification limit, the process continues; otherwise, the process is stopped for adjustment. No items are produced from the instant of detection and the stop of the process.

The items inspected will suffer destructive inspection, being discarded after inspection. An additional lot will be produced to complete the customer order. This additional lot will not suffer inspection.

The work will be structured as follows: initially is determined the probabilistic model for monitoring the number of non-conformities in short-run productions through the transition probabilities of Markov chain, then is obtained the expression from the average cost of control system per item, which is minimized by optimizing the parameters.

**KEYWORDS.** Online Control. Short-run Production. Non-conformities number. IND