



SPOLM 2007

ISSN 2175-6295

Rio de Janeiro- Brasil, 08 e 09 novembro de 2007.

## **DESENVOLVIMENTO DE UM ALGORITMO ESTRUTURADO EM PSEUDO-LINGUAGEM QUE AUTOMATIZA AÇÕES E DECISÕES DA TÉCNICA DE PRÉ-CONTROLE**

**FERNANDA DA ROSA NAGIB MURR**

UCS - CAMVA - DCSC - VACARIA – RS)

e-mail: femurr@terra.com.br

**MARIA EMILIA CAMARGO**

UCS - CAMVA - DCSC - VACARIA – RS – Brasil

e-mail: kamargo@terra.com.br

**Walter Priesnitz Filho**

UCS - CAMVA - DCSC - VACARIA – RS – Brasil

e-mail: wpfilho@ucs.br

### **Resumo**

Neste trabalho desenvolveu-se um algoritmo estruturado em pseudolinguagem, baseando-se nas condições de aplicação da técnica de pré-controle. O algoritmo recebe os limites superior e inferior de especificação e o valor nominal de engenharia, calcula a tolerância e define os limites de aceitação e rejeição e o número de peças a serem produzidas entre cada ciclo de controle na produção normal, definindo plano de controle; realiza o controle inicial de produção e a produção normal, solicitando o ajuste do processo sempre que houver rejeição. O protótipo inicial está sendo implantado em Delphi.

**Palavras chave:** Pré-controle; algoritmo estruturado; Controle Estatístico de Processo.

### **Abstract**

This work developed an algorithm structuralized in pseudolanguage, being based on the conditions of application of the daily pre-control technique. The algorithm receives superior and inferior the limits from specification and the nominal value of engineering, calculates the tolerance and defines the limits of acceptance and rejection and the number of parts to be produced between each cycle of control na normal production, defining plain of control; it carries through the initial control of production and the normal production, requesting the adjustment of the process always that it will have rejection. The initial archetype is being implanted in Delphi.

**Keywords:** Pre-Control; Algorithm Structuralized; Statistical Quality Process.

## **1. INTRODUÇÃO**

Este trabalho está inserido em um projeto maior que tem como objetivo desenvolver ferramenta computacional que automatize o controle de qualidade usando a técnica de pré-controle. Para isto, diversas etapas devem ser cumpridas:

- Estudo da técnica de pré-controle;
- Construção de um fluxograma que descreva a estrutura do pré-controle, constituída de quatro passos:
  - Preparação;
  - Início do processo;
  - Condições e ações;
  - Frequência de medição;
- Elaboração de um algoritmo estruturado que traduza o fluxograma de forma a avaliá-lo e preparar a implementação do pré-controle em programa de computador;
- Implementação em programa de computador do fluxograma que descreve o pré-controle;
- Testes e avaliação do primeiro protótipo;
- Aperfeiçoamento da ferramenta.

Assim o objetivo deste trabalho foi o desenvolvimento de um algoritmo estruturado em pseudolinguagem, levando em conta as condições de aplicação da técnica de pré-controle, com realização de estudo da técnica e de estudo e refinamento de fluxograma que descreve as ações e decisões que constituem o pré-controle, e que serve de base ao desenvolvimento do algoritmo estruturado.

Este trabalho está estruturado da seguinte forma: a seção 2 apresenta a fundamentação teórica sobre a técnica de pré-controle, na seção 3 são descritas as etapas do desenvolvimento do trabalho, partindo dos estudos da técnica de pré-controle e fluxograma prévio até a obtenção do algoritmo e sua primeira implementação; na seção 4 apresentam-se os resultados preliminares obtidos e na seção 5 tem-se a conclusão.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

O controle de qualidade para pequenos lotes deve usar técnicas específicas para efetuar seu controle de qualidade, e uma das ferramentas utilizadas é o gráfico de pré-controle, que é uma alternativa de fácil implementação e operação e que não tem a necessidade de cálculos complexos de estatística como outras ferramentas. O gráfico de Pré-Controle está baseado na hipótese de que a tolerância de engenharia se distribui conforme uma curva normal, desta maneira, de acordo com as probabilidades da curva normal, é possível determinar se o processo está fora de controle estatístico ou não (Montgomery, 1991).

O principal objetivo desta ferramenta é prevenir a ocorrência de não-conformidades no produto, levando em consideração as especificações de engenharia, e não verificar as variações ou a falta de estabilidade no processo após a produção.

Segundo Juran (1993), o procedimento pode ser descrito de forma simples a seguir: um novo processo (nova preparação, matéria-prima, operador, etc.) é qualificado tomando-se amostras consecutivas de peças até que cinco sucessivas caiam dentro da zona central. Isto nos certifica de que a distribuição é limitada o suficiente e próxima o bastante do centro para produzir um produto dentro dos limites de tolerância. Isto não é um controle estatístico; é controle de aptidão; sabe-se agora que o processo está apto para produzir um produto dentro da tolerância. Se o processo não pode ser qualificado, deve-se conduzir uma investigação usando critérios de engenharia, a fim de reduzir as causas das variações.

Uma vez qualificado o processo, ele é monitorado pela coleta de amostras periódicas consistindo de duas peças cada. Este pequeno tamanho de subgrupo, e a informação imediata

que ele proporciona diretamente ao operador do processo constituem um ciclo de *feedback* muito rápido.

A partir da distribuição normal, monta-se o gráfico de pré-controle definindo as linhas de pré-controle conforme o valor nominal de engenharia. As zonas de rejeição (vermelho) são as que ficam abaixo e acima dos limites inferior e superior de pré-controle; as zonas de alerta (amarelo) estão entre as linhas de tolerância de pré-controle e os limites inferior e superior de pré-controle; a zona de aceitação (verde) é a que se situa entre as linhas de tolerância de pré-controle, conforme figura 1.

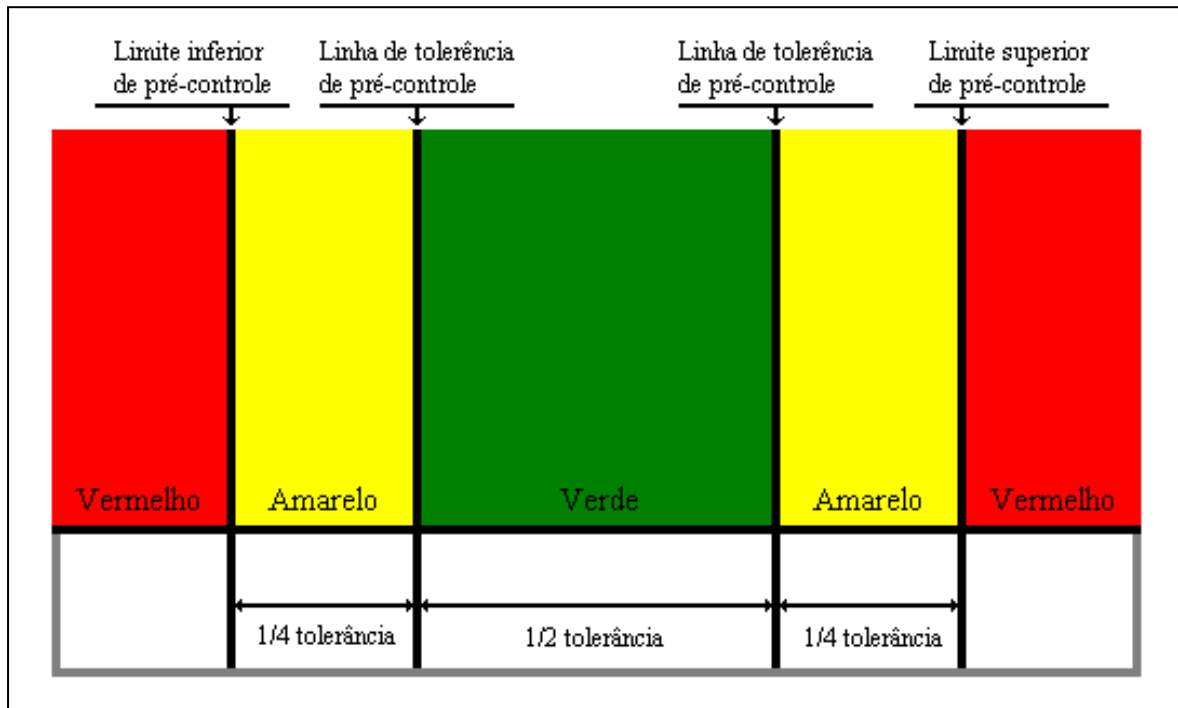


Figura 1 - Linhas de Pré-Controle para tolerância bilateral.

As principais vantagens de se utilizar este tipo de gráfico de controle são:

- Facilidade de cálculos para implementação, sendo que a maior dificuldade está em calcular a frequência para as leituras da amostragem;
- Facilidade de interpretação e sem necessidade de cálculos, sendo possível o controle ser executado pelo operador do processo;
- Rapidez de resposta;
- Necessidade de despender poucas horas de treinamento para o pessoal que utilizará o gráfico para controlar o processo.

Em vista disso, quer-se desenvolver ferramenta que automatize a técnica de pré-controle.

### 3. DESENVOLVIMENTO

A partir do estudo da técnica de pré-controle e de um fluxograma prévio, realizou-se o refinamento desse fluxograma que descreve a estrutura desta técnica, com especial atenção ao conjunto de ações a serem tomadas durante a produção normal — após o processo de início de produção — tomando-se duas amostras consecutivas. As ações são descritas na tabela 1.

Tabela 1 – Ações para o pré-controle

	<b>Condições</b>	<b>Ação</b>
Início de produção	Cinco peças na zona de aceite (verde)	Começa a produção normal
	Cinco peças nem todas na zona de aceite (verde)	Ajuste do processo de produção e obtenção de amostra de início de produção
Produção normal	Duas unidades na zona de aceite (verde)	Continua a produção
	Uma unidade na zona de aceite (verde) e uma na zona de alerta (amarela)	Continua a produção
	Duas unidades na mesma zona de alerta (amarela)	Ajuste do processo de produção
	Duas unidades em zona de alerta (amarela) opostas	Parar. Só retomar a produção se cinco unidades consecutivas estiverem na zona de aceite (verde).
	Uma unidade na zona de rejeição (vermelha)	Parar. Só retomar a produção se cinco unidades consecutivas estiverem na zona de aceite (verde)

O fluxograma, após o refinamento, ficou com a estrutura conforme mostrado na Figura 2, abaixo, o qual serviu de base para o desenvolvimento do algoritmo estruturado, que foi escrito em pseudolinguagem estruturada.

Ele prevê a entrada dos limites superior e inferior de especificação e do valor nominal de engenharia, para então calcular a tolerância e assim definir os limites de aceitação e rejeição e o número (N) de peças a serem produzidas antes de cada ciclo de controle na produção normal, estabelecendo, assim, o plano de controle.

De posse do plano de controle, passa executar a produção, realizando primeiro o controle inicial de produção, que consiste na avaliação de cinco (5) peças produzidas: caso todas as peças se encontrem na zona de aceite, a produção é considerada ajustada; caso contrário, é solicitado um ajuste da produção e mais cinco (5) peças são avaliadas.

Ajustada a produção, o algoritmo passa a contar as peças e a examinar duas peças sempre que se chegar ao número (N) de peças produzidas de acordo com o plano estabelecido, até que uma condição de parada de produção aconteça.

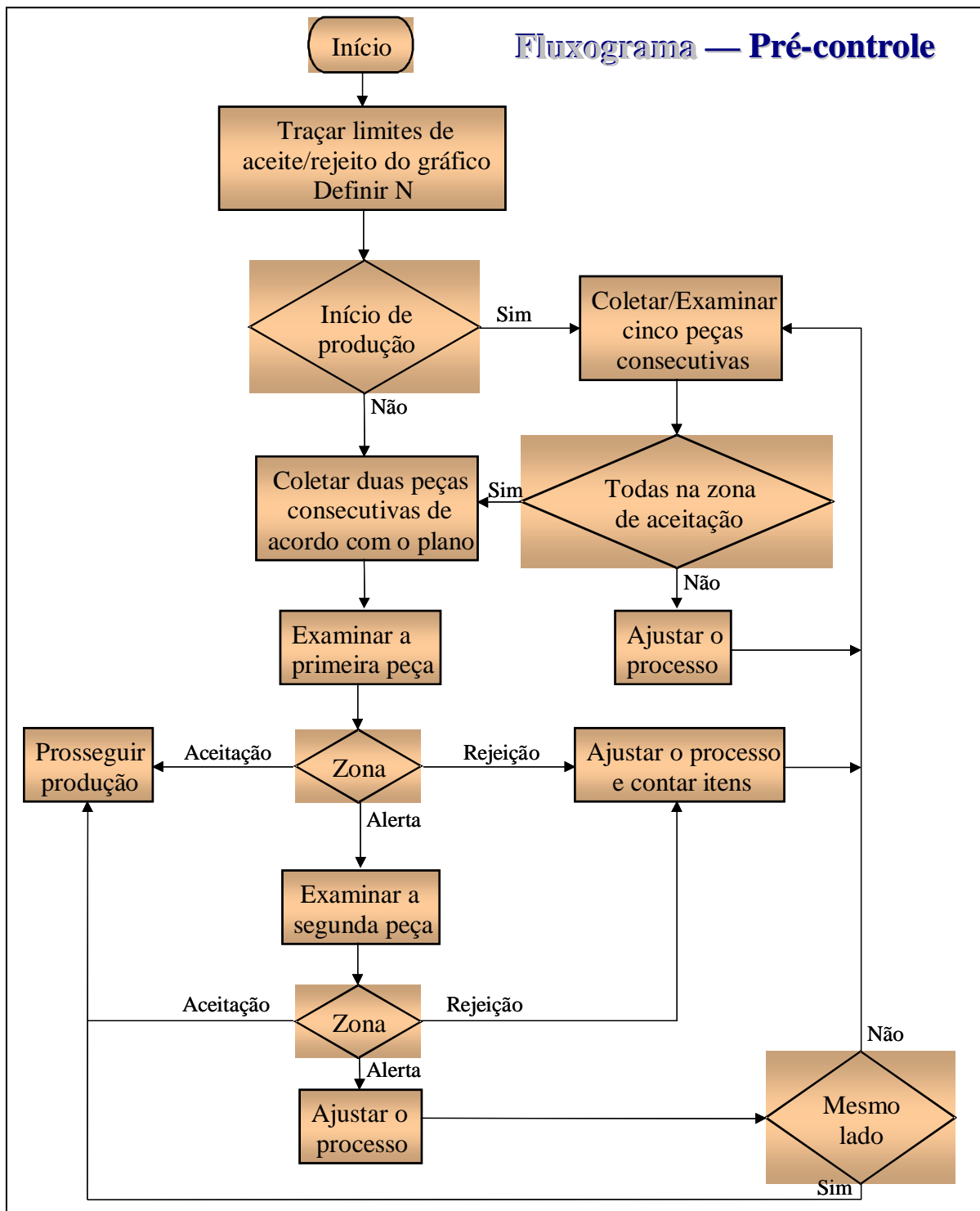


Figura 2 – Fluxograma de pré-controle

Com o resultado das duas peças examinadas, o algoritmo toma algumas decisões:

- Se uma das peças de controle estiver na zona de rejeição é disparada a solicitação de ajustes do processo de produção e produção de cinco peças na zona de aceite;
- Se as duas peças de controle estiverem na zona de alerta, em lados opostos, também é solicitado o ajuste do processo de produção e produção de cinco peças na zona de aceite;
- Se as duas peças de controle estiverem na mesma zona de alerta, é solicitado o ajuste do processo de produção;
- Se as duas peças estiverem na zona de aceite ou se uma estiver na zona de aceite e uma na zona de alerta, nenhum ajuste é solicitado.

A implementação do algoritmo acontece em Delphi, um ambiente de desenvolvimento orientada a eventos e a objetos, o que provoca adaptações, visto que o algoritmo foi desenvolvido de modo estruturado e a linguagem usada pelo ambiente Delphi é orientada a objetos (Pascal Orientado a Objetos).

#### **4. RESULTADOS**

A validação do algoritmo necessita do desenvolvimento de protótipos que o implementem e permitam avaliar a sua correção e desempenho. O primeiro protótipo implementado a partir do algoritmo estruturado realiza uma simulação de produção para testar o algoritmo. Ele apresenta uma tela inicial que dispara o processo em partes. Na primeira parte, o programa solicita que o usuário informe os valores dos limites superior e inferior de especificação e o valor nominal de engenharia para uma única característica de controle. De posse destes dados, o programa realiza os cálculos necessários - calcula a tolerância e define os limites de aceitação e rejeição e o número de peças a serem produzidas entre cada ciclo de controle na produção normal - e estabelece um plano de controle.

A segunda parte do programa é disparada pelo usuário, quando este solicita o início da produção. É aqui que vai acontecer o controle do processo e onde o programa vai solicitar ajustes quando necessário (realiza o controle inicial de produção e a produção normal, solicitando o ajuste do processo sempre que houver rejeição).

Como este protótipo efetua uma simulação, isto permite que os dados da produção podem ter diversas origens, a saber:

- Um conjunto de dados obtidos do mundo real, armazenados em uma base de dados;
- Um conjunto determinístico de dados, gerados a propósito com o fim de testar o sistema;
- Dados gerados de forma aleatória, segundo uma simulação de uma produção mais ou menos real.

#### **5. CONCLUSÃO**

Na construção do primeiro protótipo enfrentou-se o problema de adaptação resultante da troca de paradigma. Isto já era esperado, pois se partiu de um fluxograma, já existente, que primeiro foi refinado e que serviu de base para o desenvolvimento do algoritmo estruturado, no qual baseou-se a implementação do protótipo.

Os primeiros resultados desse protótipo inicial nos apontam para a possibilidade de desenvolver modelo mais avançado.

Esse novo protótipo deverá poder trabalhar associado a um banco de dados, de forma a permitir a formação de uma base de dados onde estarão descritas e armazenadas diversas peças com suas especificações de engenharia. Esta estrutura vai permitir que para cada peça, descrita na base de dados, seja possível controlar mais de uma característica de engenharia. Isto implica em alterações de interface, mas não do algoritmo, uma vez que se tenha parametrizado adequadamente cada parte implementada do mesmo.

Concluindo pode-se afirmar que um modelo mais avançado poderá trabalhar associado a um banco de dados que permita formar uma base de dados onde estarão descritas e

armazenadas diversas peças e que em cada peça se permita controlar mais de uma característica de engenharia. Isto implica em alterações de interface, mas não necessariamente do algoritmo, uma vez que se tenha parametrizado adequadamente cada parte implementada do mesmo.

## **6. BIBLIOGRAFIA**

- [1] BHOTE, K. R.. 1992. Qualidade de Classe Mundial (WCQ). Qualitymark Ed.,
- [2] FARRER, H. et al. 1989. Algoritmos Estruturados. Editora Guanabara, Rio de Janeiro, RJ.
- [3] FORBELLONE, A. L. V.. 2000. Lógica de Programação: a construção de algoritmos e estruturas de dados. 2ª ed. Rev. Ampl. São Paulo: Makron Books,
- [4] JURAN, J.M..1993. Controle da Qualidade HANDBOOK Volume VI. McGraww-Hill, São Paulo, SP.
- [5] MARTINS, R. A.; OPRIME, P. C..1992. CEP em Processos Contínuos e Auto Controlados: Uma Nova Proposta para o Problema da Autocorrelação.
- [6] MONTGOMERY, D. C..1991. Introduction to Statistical Quality Control. 2.nd. New York: Jonh Wiley & Sons, 1991.
- [7] SALVETTI, D.D.; BARBOSA, M.B.. 1998. Algoritmos.: Makron Books, São Paulo, SP.
- [8] WIRTH, Niklaus..1989. Algoritmos e Estruturas de Dados. Rio de Janeiro: Prentice-Hall, Rio de Janeiro, RJ.