

# COMPARANDO METODOLOGIAS DE ANÁLISE DE PROCESSOS DE USINAGEM.

**Igor Chagas Fiuza**

Graduando em Engenharia de Produção pelo Instituto Superior do Censa

**Henrique Rego Monteiro da Hora**

Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Estadual do Norte Fluminense ISECENSA /

Engenharia de Produção

*dahora@gmail.com*

## Resumo:

Este artigo tem com finalidade analisar sob a ótica do controle estatístico da qualidade, o método de controle do processo de usinagem numa empresa localizada no norte do Estado do Rio de Janeiro. A atividade realizada foi o estudo comparativo entre o método empregado pela empresa verificada e o método de controle segundo o gráfico  $p$ . Para realização deste estudo foi necessário a obtenção dos dados históricos do processo através de uma pesquisa documental. Para utilizar o método de avaliação de processo segundo o gráfico  $p$ , foram definidos dois períodos para realização dos testes: o primeiro período de janeiro de 2007 até novembro de 2007, utilizado para calibração; o segundo período de dezembro de 2007 até outubro de 2008, utilizado para validação. Após realização do teste, comparando os valores encontrados segundo os dois métodos avaliados, pode ser observado que os métodos utilizados pela empresa não considera os dados históricos do processo e o tamanho da amostra do período avaliado, induzindo a conclusões incorretas sobre o estado do processo pelo analista, diferente do gráfico de controle  $p$ . Após término desta pesquisa foi possível observar superioridade do método controle segundo o gráfico  $p$  em relação ao método utilizado pela empresa.

**Palavras-chave:** Qualidade, Gráfico de Controle, Processo de Usinagem.

## Abstract:

This article has analyzed with purpose from the perspective of statistical quality control, method of control of the machining process of a company located in the northern state of Rio de Janeiro. The activity was carried out the comparative study between the method employed by the company found and the method of control according to the chart  $p$ . For this study was necessary to obtain the historical data through a process of document retrieval. To use the method for evaluating process by the graphic  $p$ , were defined two periods for completion of the tests: the first from January 2007 until November 2007, used for calibration, the second from December 2007 until October 2008, used for validation. After the test, comparing the values found using the two methods, it may be noted that the methods used by the company does not consider the historical data of the process and the sample size of the reporting period, leading to incorrect conclusions about the state of the process by analyst Other than that of control chart  $p$ . After completion of this research was possible to observe superiority of the method under the control chart  $p$  on the method used by the company.

**Keyword:** Quality, Control Graphic, machining process.

## Introdução

A economia mundial tem tornado-se cada vez globalizada e isto faz com que as organizações tenham a necessidade de tornarem-se competitivas de forma sustentável, levando-as a implementação de programas de mudanças para aprimoração da qualidade de sua gestão, onde é visada a melhoria contínua em seu desempenho (OBADIA, *et al*, 2007).

Para uma empresa tomar uma decisão correta, sobre uma mudança a ser realizada em seus processos, precisa utilizar dados e informações, um dos princípios do sistema de gestão da qualidade da norma ISO 9001: “abordagem factual para tomada de decisões” (MOYSES, 2002).

Na segunda guerra mundial foi possível presenciar um grande crescimento no uso e aceitação do CEQ nas indústrias manufatureiras, tendo tornado-se claro na experiência obtida nos tempo de guerra que para controlar e melhorar a qualidade do produto era necessário à utilização de técnicas estatísticas (MONTGOMERY, 2004).

O objetivo deste trabalho é comparar a técnica de análise de controle do processo de usinagem da empresa BETA, localizada no Estado do Rio de Janeiro, e a técnica do gráfico de controle  $p$ . A partir desta análise será possível verificar se a empresa BETA está obtendo um resultado real do comportamento do processo.

Segundo (ALEXANDRE *et al*, 2006, p.2,p.3), a utilização dos Gráficos do Controle Estatísticos do Processo podem ser justificados nas seguintes razões:

- Fornecimento de uma técnica para a Melhoria da Produtividade;
- Tem eficiência na prevenção e detecção de defeitos;
- previnem ajustes desnecessários no processo;
- fornecem informações e diagnóstico e sobre a capacidade do processo.

### **Metodologia**

Do ponto de vista do problema, a pesquisa adotada é do tipo quantitativa, pois seus resultados são alcançados com o uso e recursos de técnicas estatísticas. Com relação à natureza da pesquisa é do tipo aplicada, pois envolve verdades e interesses locais (SILVA & MENEZES, 2001).

A partir de uma pesquisa documental realizada nos indicidares do processo de usinagem da empresa BETA são coletados e separados os dados utilizados nesta pesquisa. O critério utilizado para separação dos dados foi o percentual definido pela empresa BETA como nível de aceitação para o processo de usinagem. O período total de meses utilizados na amostra foram vinte e dois, sendo que os primeiros onze meses utilizavam 15% como nível de aceitação e os últimos onze meses utilizavam 5%.

Os primeiros onze meses são utilizados como calibração do método, como forma de obtenção média a ser utilizada. Em seguida, com o valor da média obtido são calculados os valores dos limites dos últimos onze meses.

### **Qualidade**

Atualmente a exigência por produtos de maior qualidade e menor custo é uma realidade (PINTO & CARVALHO, 2006).

Para ser possível obter qualidade é necessária a existência de um processo com resultados homogêneos, definição afirmada por Deming (1990 apud PACHECO & PAIXÃO, 2006).

Numa empresa onde são utilizadas técnicas e ferramentas para melhoria contínua dos processos organizacionais, podem ser obtidos produtos e serviços de alta qualidade (SILVA & FERREIRA, 1999).

## Gráfico de Controle

O gráfico de controle é a representação gráfica de uma característica de qualidade medida ou calculada a partir de uma amostra versus o número da amostra ou tempo decorrido (TURNES & SOUZA, 1999).

A representação de um gráfico de controle é realizada por linhas horizontais, especificamente três, onde a central (LC), representa a média dos valores encontrados da característica investigada e as outras linhas representam simetricamente em relação à central os valores referente a três desvios-padrões ( $3\sigma$ ), sendo estes os limites superior de controle (LSC) e limite inferior de controle (LIC). Os pontos assinalados no gráfico são os valores das médias ou medidas observadas num determinado tempo (ZANINI, 2006, p. 18).

Quando não conseguimos mensurar com dados a qualidade de um produto, simplesmente classificamos em defeituosos ou não defeituosos. O gráfico utilizado para controlar produtos defeituosos é o gráfico np. Para controlar a “fração defeituosa” o gráfico p (COSTA et al, 2005).

O controle estatístico do processo atua de maneira preventiva sobre o processo produtivo e utiliza a estatística como instrumento básico para avaliar as alterações ocorridas, buscando desta forma o aperfeiçoamento contínuo da qualidade (SOUZA, 2005).

As diferenças apresentadas entre unidades produzidas, são conhecidas como variabilidade do processo e quando esta apresenta-se de maneira elevada, pode ser percebida facilmente, porém de maneira não-elevada, haverá dificuldade em observá-las. Shewart teve a preocupação de estudar a variabilidade do processo e são aceitas as suas explicações de que é impossível a produção de itens exatamente iguais, por melhor que seja o projeto e controle do processo, devido à existência de um componente conhecido como variabilidade natural do processo, porém todo processo é capaz de ter o surgimento imprevisto de perturbações maiores, conhecidas como causas especiais, que é um modo de operação anormal do processo, que permite ser corrigido ou eliminado (COSTA; EPPRECHT; CARPINETTI, 2005). Um processo que opera apenas com as causas aleatórias da variação está sob controle estatístico. Em outras palavras, as causas aleatórias são uma parte inerente ao processo (MONTGOMERY, 2004).

Para verificar o controle do processo através do gráfico *P* é necessário calcular a média  $\bar{p}$ , o desvio-padrão  $\sigma$ , o limite superior de controle *LSC* e inferior de controle *LIC*.

A obtenção da média é realizada dividindo-se a soma de todos os itens não-conformes pela soma entre todos os itens usinados:

- $$\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{\sum_{i=1}^n n_i}$$

A obtenção do desvio-padrão é realizada através da extração da raiz quadrada da média multiplicada por (1 – média) dividido por n(quantidade presente na amostra no período avaliado):

- $$\sigma = \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n_i}}$$

Para obtenção do Limite Inferior de Controle é subtraída da média o valor referente a três desvios-padrão:

- $LIC = \bar{p} - 3\sigma$ .

Para obtenção do Limite Superior de Controle é somada a média o valor referente a três desvios-padrão:

- $LSC = \bar{p} + 3\sigma$ .

### Comparativa entre a tecnica da Empresa BETA versus a Técnica do Gráfico de Controle P.

Conforme já descrito anteriormente, o objetivo deste trabalho é comparar a técnica utilizada pela empresa Beta com a técnica de criação e análise do gráfico de controle P. Para realizar este trabalho foi necessário o levantamento dos dados apresentados pelo processo de usinagem da empresa BETA, sendo possível a obtenção dos dados a partir de janeiro de 2007 até outubro de 2008. De acordo com os dados fornecidos pela empresa BETA, o percentual máximo de aceitação para peças não-conformes é 5%, porém este percentual passou a ser utilizado a partir do mês Dezembro de 2007, sendo o 15% o percentual utilizado como aceitação nos periodos anteriores a este mês.

Devido a ser uma amostra multivariada, foi necessário utilizar a abordagem de Limites de Controle com Largura Variável para Construção (MONTGOMERY, 2004).

Os dados fornecidos pela Empresa Beta são obtidos através do levantamento das peças usinadas, realizada através dos dados encontrados nos relatórios de usinagem, onde é possível obter a quantidade de peças inspecionadas, valor igual à quantidade de peças usinadas; e as peças definidas como não-conformes após inspeção dimensional. Todos estes valores são guardados em um banco de dados, onde posteriormente são acessados para geração dos gráficos e identificação quando necessário, dos distúrbios que venham a aparecer durante o processo.

Os dados fornecidos pela empresa BETA, foram divididos em dois períodos. O primeiro período que vai de janeiro de 2007 até novembro de 2007, foi utilizado para calibração. O segundo que vai de dezembro de 2007 até outubro 2008, para validação do processo.

A primeira etapa para se obter a calibração é a realização dos cálculos da média, desvio-padrão e limites de controle dos dados referentes ao primeiro período, tabela 01.

A segunda etapa para obtenção da calibração é a exclusão dos meses em que estiveram fora de controle, neste caso os meses de março, julho e agosto de 2007, e calcular a nova média a ser utilizada para verificação do processo. A média obtida anteriormente e que está sendo utilizada para os cálculos apresentados na tabela 02 é 0,029 e a nova média obtida após exclusão dos meses fora de controle é 0,018, tabela 02.

A próxima etapa e primeira para validação é realização dos cálculos dos desvios-padrão e limites de controle para o período especificado para validação. Neste é utilizado o valor da média encontrado após calibração do período anterior, os dados estão apresentados na tabela 03.

Tabela 01 – Dados antes do ajuste

AMOSTRAS ( $n_i$ )	PERÍODO	PEÇAS USINADAS (Tamanho da amostra, ( $ni_i$ ))	PEÇAS NÃO-CONFORMES	PERCENTUAL NÃO-CONFORME	Desvio- padrão	LIC	LSC
-----------------------	---------	--	------------------------	----------------------------	-------------------	-----	-----

			(D <sub>i</sub> )				
01	jan/07	107	02	0,019	0,016	-0,020	0,078
02	fev/07	114	01	0,009	0,016	-0,018	0,076
03	mar/07	52	13	0,250	0,023	-0,041	0,099
04	abr/07	148	04	0,027	0,014	-0,012	0,070
05	mai/07	111	01	0,009	0,016	-0,019	0,077
06	jun/07	125	01	0,008	0,015	-0,016	0,074
07	jul/07	51	09	0,176	0,023	-0,041	0,099
08	ago/07	35	09	0,257	0,028	-0,056	0,114
09	set/07	53	02	0,038	0,023	-0,040	0,098
10	out/07	84	02	0,024	0,018	-0,026	0,084
11	nov/07	53	05	0,094	0,023	-0,040	0,098
		<b>Σ =933</b>	<b>Σ =27</b>	<b><math>\bar{p} = 0,029</math></b>			

Tabela 02 – Dados após ajuste

AMOSTRAS (i)	PERÍODO	PEÇAS USINADAS (Tamanho da amostra, (n <sub>i</sub> ))	PEÇAS NÃO-CONFORMES (D <sub>i</sub> )	PERCENTUAL NÃO-CONFORME	Desvio- padrão	LIC	LSC
01	jan/07	107	02	0,019	0,013	-0,021	0,056
02	fev/07	114	01	0,009	0,012	-0,019	0,055
04	abr/07	148	04	0,027	0,011	-0,015	0,050
05	mai/07	111	01	0,009	0,012	-0,020	0,055
06	jun/07	125	01	0,008	0,012	-0,018	0,053
09	set/07	53	02	0,038	0,018	-0,037	0,072
10	out/07	84	02	0,024	0,014	-0,025	0,061
11	nov/07	53	05	0,094	0,018	-0,037	0,072
		<b>Σ =795</b>	<b>Σ =14</b>	<b><math>\bar{p} = 0,018</math></b>			

Tabela – 03 – Período De Dezembro/07 Até Outubro/08

AMOSTRAS (i)	PERÍODO	PEÇAS USINADAS (Tamanho da amostra, (n <sub>i</sub> ))	PEÇAS NÃO-CONFORMES (D <sub>i</sub> )	PERCENTUAL NÃO-CONFORME	Desvio- padrão	LIC	LSC
01	dez/07	131	01	0,008	0,011	-0,017	0,052
02	jan/08	149	02	0,013	0,011	-0,015	0,050
03	fev/08	90	01	0,011	0,014	-0,024	0,059
04	mar/08	38	00	0,000	0,021	-0,046	0,082
05	abr/08	19	01	0,053	0,030	-0,073	0,108
06	mai/08	53	00	0,000	0,018	-0,037	0,072
07	jun/08	129	02	0,016	0,012	-0,017	0,052
08	jul/08	279	00	0,000	0,008	-0,006	0,041
09	ago/08	102	05	0,049	0,013	-0,021	0,057
10	set/08	215	00	0,000	0,009	-0,009	0,045
11	out/08	256	12	0,047	0,008	-0,007	0,042

Após realizar os cálculos com a nova média, foi gerado o gráfico de controle de  $p$ , figura 06.

No gráfico representado na figura 07, está representado a forma como a empresa BETA visualiza e analisa os dados obtidos no processo.

Quando verificado o gráfico de controle  $p$ , a partir dos dados obtidos do gráfico da empresa BETA, pode ser percebido que o valor do limite inferior assume o valor de zero, pois devido este ser utilizado para controlar a fração defeituosa, é considerada a inexistência de valores negativos.

No gráfico gerado segundo a técnica utilizada pela empresa BETA, pode ser verificado que o processo encontra-se fora de controle no mês de abril e que os meses de agosto e outubro encontram-se próximos ao limite máximo de aceitação de 5%, porém aprovados. O gráfico segundo a técnica da empresa BETA não leva em consideração o histórico do processo e verifica o processo somente com os dados do mês avaliado.

No gráfico de controle  $p$  o resultado é diferente, pois no mês de abril, o processo esteve dentro do controle estatístico. Também pode ser verificado neste gráfico que o mês de agosto esteve dentro do controle estatístico e que o mês de outubro considerado pela técnica da empresa BETA como controlado, encontra-se fora de controle. É possível verificar que no gráfico de controle  $p$  são considerados os valores obtidos no histórico do processo, portanto o resultado demonstrado no gráfico é uma representação que tem como base o histórico do processo.

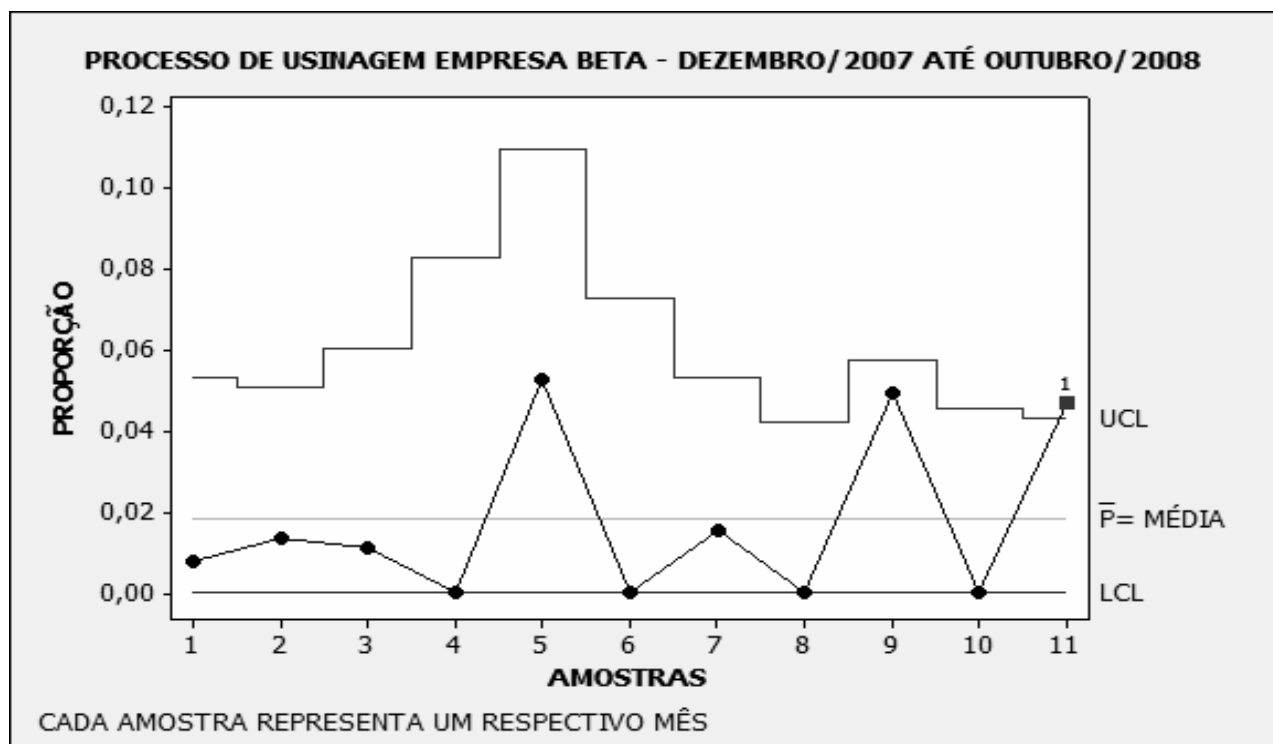


Figura 06 – Gráfico de Controle  $p$

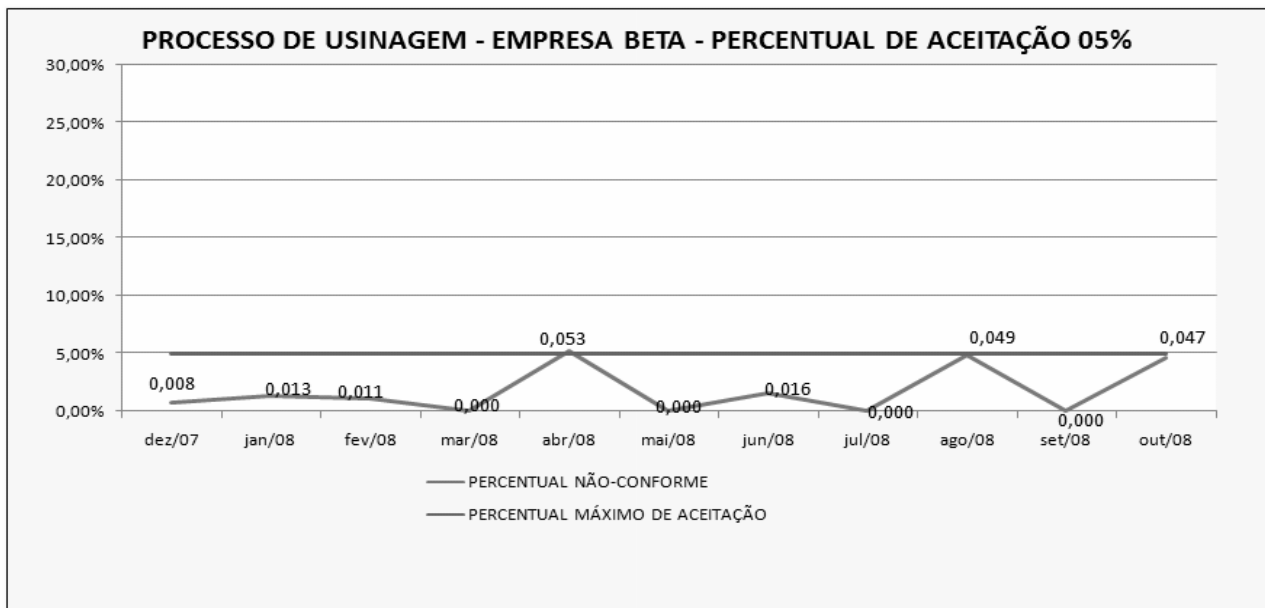


Figura 07 – Gráfico utilizado pela empresa Beta .

O gráfico de controle  $p$  considera o histórico do processo, pois seus valores são obtidos tendo como base o valor da média encontrado neste histórico, portanto mais sensível a modificações ocorridas no processo.

Através dos dados observados percebe-se que no gráfico de controle  $p$  que a medida que aumenta o tamanho da amostra, aumentam os limites de controle, ocorrendo o inverso quando diminui-se o tamanho da amostra. No gráfico gerado segundo a técnica da empresa BETA, independente do tamanho da amostra o valor de aceitação será de 5%.

### 3.6 – Conclusão

É possível verificar que a metodologia utilizada pela empresa BETA, não percebe variações importantes no processo, pois se o valor apresentado num determinado mês estiver abaixo do especificado, o processo é tido como sob controle estatístico. Agindo desta forma, corre-se o risco de superestimar um percentual de aceitação num determinado mês e subestimar num outro, fazendo com que o analista tire conclusões erradas sobre o controle do processo, acarretando uma má qualidade do processo e dos produtos nele obtido, altos custos desnecessários para corrigir um processo controlado e possibilidade de indução de problemas no processo devido a realização intervenções desnecessárias.

A metodologia utilizada no gráfico de controle  $P$  é melhor do que a utilizada pela empresa BETA, pois considera o histórico do processo em todos os momentos da avaliação. Para cada período avaliado, os limites controle comportam-se de acordo com tamanho da amostra, portanto possibilita uma análise real e melhor do processo avaliado.

Em virtude das observações possíveis de serem realizadas neste processo, chega-se a conclusão de que seria mais proveitoso para empresa BETA utilizar o gráfico de controle  $p$  no controle de seu processo.

### 3.7 Referência Bibliográfica

**ALEXANDRE, J. W. C.** et al. Aplicação do gráfico de controle por grupos em uma indústria manufatureira do estado do Ceará. ENEGEP, 26, 2006, Fortaleza. **Artigo.**

**COSTA, A. F. B. C.; EPPRECHT, E. K.; CARPINETTI, L. C. R.** Controle Estatístico da Qualidade. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2005. V.

**MOYSÉS**, G. L. R.. Análise comparativa do sistema de gestão de qualidade ISO 9001:2000 e o sistema oficial de classificação de meios de hospedagem. ENEGEP, XXII, 2002, Curitiba. Artigo.

**MONTGOMERY**, D.C. **Introdução ao Controle Estatístico da Qualidade**. 4ª Edição. LTC, 2004.

**OBADIA**, I. J.; **VIDAL**, M. C. R.; **MELO**, P. F. F. Uma abordagem adaptativa de Intervenção para mudança organizacional. **Gestão e Produção**, v.14, n.1, p. 125-138, jan.-abr., 2007.

**SILVA**, J. C. T.; **FERREIRA**, D.. A gestão da qualidade e a dimensão das organizações. Bauru. Internet.

**PINTO**, S. H. B.; **CARVALHO**, M. M.; **HO**, L. L..Implementação de Programa de Qualidade: um survey em empresas de grande porte no Brasil. **Gestão e Produção**, v.13, n.2, p. 191-203, mai-ago. 2006.

**ZANINI**, Ruviaro Roselaine. **A Utilização dos Gráficos de Controle: Uma Aplicação na Área da Saúde**. 2006. 110p. Dissertação ( Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.