

O Propósito do Controle Estatístico do Processo em Tempo Real

Todos os processos produtivos têm uma variação inerente. Quer dizer, nenhuma peça é produzida precisamente semelhante a outra se for medida com precisão. Variação pode ser categorizada em termos de “causas comuns” e “causas especiais”. Um processo estável faz produtos que variam dentro de uma gama previsível. Isto é chamado “causa comum” de variação. Por outro lado, resultados de variação de “causas especiais” de eventos imprevisíveis são como não-conformidades de matéria-prima, uma ferramenta quebrada, etc. O Controle Estatístico do Processo nos dá a ferramenta para medir o grau de ambos os tipos de variação com a meta de eliminar as causas especiais completamente e, sistematicamente, atacar as causas comuns para reduzi-las com o passar do tempo.

Cartas de controle e estudos de capacidade são as ferramentas principais que descrevem os processos graficamente. Gráficos de controle são construídos para evidenciar os resultados em função do tempo e plotados como pontos em gráficos especiais. Existem diferentes tipos de gráficos de controle para variáveis (distribuições contínuas) ou atributo (conforme/não conforme, distribuições discretas).

Cartas de controle variáveis são compostas por dois gráficos. O primeiro gráfico monitora o processo estatístico, medindo se o processo está ajustado corretamente, comparando e plotando o valor do cálculo da média do processo e o valor do alvo. O segundo gráfico monitora a variação de processo.

Carta de controle de atributo é composta de um único gráfico que monitora variações lote-a-lote em termos de porcentagem ou número de não-conformidades.

Estudos de capacidade são usados para prever a habilidade global de uma distribuição contínua (tipo variável) do processo, para fazer produtos dentro das especificações exigidas. O Controle Estatístico do Processo permite utilizar estes tipos de gráficos de controle junto com o estudo de capacidade.

O Controle Estatístico de Processo opera de modo melhor quando usado com entrada de dados em tempo real. Isto significa que assim que o dado é inserido, os pontos são plotados. Como resultado, os envolvidos no processo recebem avaliação imediata que permite uma tomada de decisão rápida para resolver os problemas.

Há um grande ganho de tempo e dinheiro que vem com a implantação de um programa de CEP. É importante lembrar que o foco de usar o CEP não é produzir relatórios, mas sim usar os relatórios para identificar fontes de variação, encontrando soluções para reduzir ou eliminar os problemas. A intenção do CEP é prover um banco de dados para gerar facilmente relatórios e pesquisas rápidas. Reduzindo significativamente o tempo gasto para executar estas tarefas tediosas, há mais tempo para analisar e resolver os reais problemas do processo.

Fonte:

- Cep Training - Megabyte



doutorcep@datalyzer.com.br

Técnicas de Amostragem

O que é?

É o estudo de um pequeno grupo de elementos retirado de uma população que se pretende conhecer.

Esses pequenos grupos retirados da população são chamados de Amostras.

Por que realizar um estudo por amostragem?

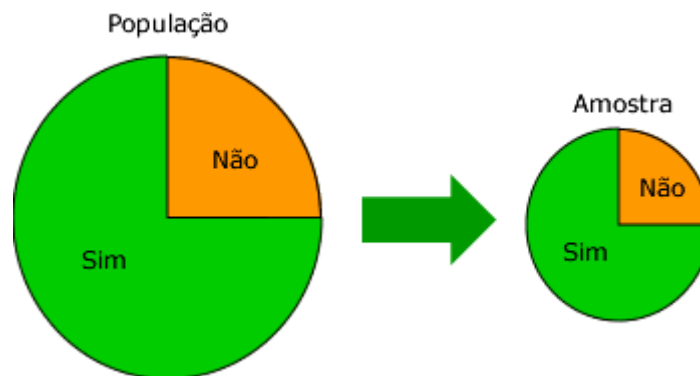
Como a amostragem considera apenas parte da população, diferentemente de um censo, o tempo para análise e o custo são menores, além de ser mais fácil e gerar resultados satisfatórios.

Quando não se deve realizar um estudo por amostragem?

Quando o tamanho da amostra é grande em relação ao tamanho da população, ou quando se exige o resultado exato, ou quando já se dispõe dos dados da população, é recomendado realizar um censo, que considera todos os elementos da população.

A partir das três perguntas anteriores, vamos aprender a realizar um estudo por amostragem, conhecendo suas diferentes técnicas.

Para realizar um estudo por amostragem, a amostra deve ser representativa da população estudada. Para isso, existem técnicas adequadas para cada tipo de situação.



Veremos a seguir as principais técnicas de amostragem, divididas em probabilísticas e não-probabilísticas:

Técnicas Probabilísticas (aleatórias)

As técnicas probabilísticas garantem a possibilidade de realizar afirmações sobre a população com base nas amostras. Normalmente, todos os elementos da população possuem a mesma probabilidade de serem selecionados. Assim, considerando N como o tamanho da população, a probabilidade de cada elemento ser selecionado será $1/N$. Estas técnicas garantem o acaso na escolha.

São técnicas probabilísticas:

▪ Amostragem Aleatória Simples

É o processo mais elementar e freqüentemente utilizado. Pode ser realizado numerando-se os elementos da população de **1** a **n** e sorteando-se, por meio de um dispositivo aleatório qualquer, **X** números dessa seqüência, que corresponderão aos elementos pertencente à amostra.

Exemplo

Obter uma amostra representativa, de 10%, de uma população de 200 alunos de uma escola.

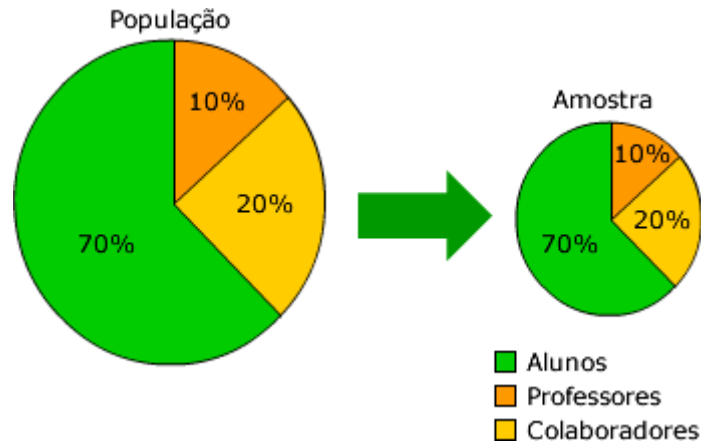
- 1º) Numerar os alunos de 1 a 200;
- 2º) Escrever os números de 1 a 200 em pedaços de papel e colocá-los em uma urna;
- 3º) Retirar 20 pedaços de papel, um a um, da urna, formando a amostra da população.

Nesta técnica de amostragem, todos os elementos da população têm a mesma probabilidade de serem selecionados: $1/N$, onde N é o número de elementos da população.

Amostragem Estratificada

Quando a população possui características que permitem a criação de subconjuntos, as amostras extraídas por amostragem simples são menos representativas. Nesse caso, é utilizada a amostragem estratificada.

Como a população se divide em subconjuntos, convém que o sorteio dos elementos leve em consideração tais divisões, para que os elementos da amostra sejam proporcionais ao número de elementos desses subconjuntos. Observe a figura abaixo:



Exemplo

Em uma população de 200 alunos, há 120 meninos e 80 meninas. Extraia uma amostra representativa, de 10%, dessa população.

Nesse exemplo, há uma característica que permite identificar 2 subconjuntos, a característica Sexo. Considerando essa divisão, vamos extrair a amostra da população.

SEXO	POPULAÇÃO	AMOSTRA (10%)
Masculino	120	12
Feminino	80	8
Total	200	20

Portanto, a amostra deve conter 12 alunos do sexo masculino e 8 do sexo feminino, totalizando 20 alunos, que correspondem a 10% da população.

Para selecionar os elementos da população para formar a amostra, podemos executar os seguintes passos:

- 1º) Numerar os alunos de 1 a 200, sendo os meninos numerados de 1 a 120 e as meninas, de 121 a 200;
- 2º) Escrever os números de 1 a 120 em pedaços de papel e colocá-los em uma urna A;
- 3º) Escrever os números de 121 a 200 em pedaços de papel e colocá-los em uma urna B;
- 4º) Retirar 12 pedaços de papel, um a um, da urna A, e 8 da urna B, formando a amostra da população.

São exemplos desta técnica de amostragem as pesquisas eleitorais por região, cidades pequenas e grandes, área urbana e área rural, sexo, faixa etária, faixa de renda, etc.

Amostragem Sistemática

Esta técnica de amostragem em populações que possuem os elementos ordenados, em que não há a necessidade de construir um sistema de referência. Nesta técnica, a seleção dos elementos que comporão a amostra pode ser feita por um sistema criado pelo pesquisador.

Exemplo

Obter uma amostra de 80 casas de uma rua que contém 2000 casas. Nesta técnica de amostragem, podemos realizar o seguinte procedimento:

1º) Como 2000 dividido por 80 é igual a 25, escolhemos, por um método aleatório qualquer, um número entre 1 e 25, que indica o primeiro elemento selecionado para a amostra.

2º) Consideramos os demais elementos, periodicamente, de 25 em 25.

Se o número sorteado entre 1 e 25 for o número 8, a amostra será formada pelas casas: 8ª, 33ª, 58ª, 83ª, 108ª, etc.

Apesar de esta técnica ser de fácil execução, há a possibilidade de haver ciclos de variação, que tornariam a amostra não-representativa da população.

▪ **Amostragem por Conglomerados**

Esta técnica é usada quando a identificação dos elementos da população é extremamente difícil, porém pode ser relativamente fácil dividir a população em conglomerados (subgrupos) heterogêneos representativos da população global.

A seguir, é descrito o procedimento de execução desta técnica:

1º) Seleciona uma amostra aleatória simples dos conglomerados existentes;

2º) Realizar o estudo sobre todos os elementos do conglomerado selecionado.

São exemplos de conglomerados: bairros, famílias, organizações, agências, edifícios, etc.

Exemplo

Estudar a população de uma cidade, dispondo apenas do mapa dos bairros da cidade.

Neste caso, não temos a relação dos moradores da cidade, restando o uso dos subgrupos heterogêneos (conglomerados). Para realizar o estudo estatístico sobre a cidade, realizaremos os seguintes procedimentos:

1º) Numerar os bairros de 1 a n;

2º) Escrever os números de 1 a n em pedaços de papel e colocá-los em uma urna;

3º) Retirar um pedaço de papel da urna e realizar o estudo sobre os elementos do conglomerado selecionado.

Técnicas Não-Probabilísticas (não-aleatórias)

São técnicas em que há uma escolha deliberada dos elementos da população, que não permite generalizar os resultados das pesquisas para a população, pois amostras não garantem a representatividade desta.

São técnicas não-probabilísticas:

▪ **Amostragem Acidental**

Trata-se da formação de amostras por aqueles elementos que vão aparecendo. Este método é utilizado, geralmente, em pesquisas de opinião, em que os entrevistados são acidentalmente escolhidos.

Exemplo

Pesquisas de opinião em praças públicas, ruas movimentadas de grandes cidades, etc.

▪ Amostragem Intencional

De acordo com determinado critério, é escolhido intencionalmente um grupo de elementos que comporão a amostra. O pesquisador se dirige intencionalmente a grupos de elementos dos quais deseja saber a opinião.

Exemplo

Em uma pesquisa sobre preferência por determinado cosmético, o pesquisador entrevista os freqüentadores de um grande salão de beleza.

Agora que já conhecemos as principais técnicas de amostragem, vamos aprender a calcular o tamanho das amostras dos estudos estatísticos.

Antes de prosseguir, vamos definir alguns termos:

Parâmetro: Característica da população.

Estatística: Característica descritiva de elementos de uma amostra.

Estimativa: valor acusado por uma estatística que estima o valor de um parâmetro.

O cálculo do tamanho da amostra está diretamente ligado ao erro amostral tolerável.

Mas o que é erro amostral?

É a diferença entre o valor que a estatística pode acusar e o verdadeiro valor do parâmetro que se deseja estimar.

O erro amostral tolerável é a margem de erro aceitável em um estudo estatístico. Para esclarecer melhor, é quando o apresentador do telejornal, em ano de eleições, anuncia:

“O candidato Fulano de Tal tem 42% das intenções de voto, 2 para mais, 2 para menos.”

Quando o apresentador cita “2 para mais, 2 para menos”, ele se refere ao erro amostral tolerável para aquela pesquisa de intenções de voto.

Tamanho da Amostra

Obs.: um passo importante antes de iniciar o cálculo do tamanho da amostra é definir qual o erro amostral tolerável para o estudo que será realizado.

Observe a seguinte fórmula:

$$n_0 = \frac{1}{E_0^2}$$

, onde:

- n_0 é a primeira aproximação do tamanho da amostra
- E_0 é o erro amostral tolerável (Ex.: 2% = 0,02)

$$n = \frac{N \cdot n_0}{N + n_0}$$

, onde:

- **N** é o número de elementos da população
- **n** é o tamanho da amostra

Observe o seguinte exemplo para compreender melhor:

Exemplo

Em uma empresa que contém 2000 colaboradores, deseja-se fazer uma pesquisa de satisfação. Quantos colaboradores devem ser entrevistados para tal estudo?

Resolução

$$N = 2000$$

Definindo o erro amostral tolerável em 2%

$$E_0 = 0,02$$

$$n_0 = 1 / (E_0)^2$$

$$n_0 = 1 / (0,02)^2$$

$$n_0 = 2500$$

$$n = (N \cdot n_0) / (N + n_0)$$

$$n = (2000 \cdot 2500) / (2000 + 2500)$$

$$n = \mathbf{1111 \text{ colaboradores}}$$

Com o erro amostral tolerável em 2%, 1111 colaboradores devem ser entrevistados para a pesquisa.

Vamos repetir os cálculos, definindo o erro amostral tolerável em 4%.

$$N = 2000$$

$$E_0 = 0,04$$

$$n_0 = 1 / (E_0)^2$$

$$n_0 = 1 / (0,04)^2$$

$$n_0 = 625$$

$$n = (N \cdot n_0) / (N + n_0)$$

$$n = (2000 \cdot 625) / (2000 + 625)$$

$$n = \mathbf{476 \text{ colaboradores}}$$

Através deste segundo cálculo, é possível observar que, quando aumentamos a margem de erro, o tamanho da amostra reduz.

E se houvesse 300.000 colaboradores na empresa?

$$N = 300.000$$

$$E_0 = 0,04$$

$$n_0 = 1 / (E_0)^2$$

$$n_0 = 1 / (0,04)^2$$

$$n_0 = 625$$

$$n = (N \cdot n_0) / (N + n_0)$$

$$n = (300.000 \cdot 625) / (300.000 + 625)$$

$$n = 623 \text{ colaboradores}$$

Observe que a diferença entre n e n₀, neste último cálculo, é muito pequena.

Portanto: se o número de elementos da população (N) é muito grande, a primeira aproximação do tamanho da amostra já é suficiente.

Observe ainda:

$$N = 2000$$

$$E_0 = 0,04$$

$$n = 476 \text{ colaboradores} = 23,8\% \text{ da população}$$

$$N = 300.000$$

$$E_0 = 0,04$$

$$n = 623 \text{ colaboradores} = 0,2\% \text{ da população}$$

Até o próximo mês, pessoal!

Fonte:

- Estatística Aplicada às Ciências Sociais, Cap. 3
Pedro Alberto Barbetta. Ed. UFSC, 5ª Edição, 2002
- FACEV - Faculdade de Ciências Econômicas de Vitória
<http://www.ai.com.br/pessoal/indices/2A3.HTM> (acessado em 20/11/2006)
- Laboratório de Epidemiologia e Estatística
http://www.lee.dante.br/pesquisa/amostragem/que_amostragem.html (acessado em 20/11/06)

<http://www.datalyzer.com.br>