

CÁLCULO DA DIMENSÃO DE UMA AMOSTRA – PARTE II

ricardo.anselmo.castro@tecnico.ulisboa.pt

ABSTRACT

O artigo pretende operacionalizar os conceitos do cálculo da dimensão de uma amostra, mediante dois cenários distintos: estimar o desempenho de um processo, tanto para o curto prazo, como para o longo prazo.

Palavras-chave: erro amostral, média, desvio-padrão, nível sigma, capacidade.

PROBLEMA

Será de senso-comum que é importante entender o nível de desempenho de um determinado processo, produto ou serviço, seja em termos de design, seja já durante o próprio ciclo de vida daquilo que se está a transacionar ou vender. Não só esta aferição pretende traduzir o nível de satisfação do cliente, como também o de se entender em que patamar de desempenho o negócio atualmente se situa. De entre as várias métricas e indicadores possíveis (seja por Cpk, Pp ou pelo nível sigma) sabe-se que para dados de natureza contínua todas elas necessitam de uma estimativa do desvio-padrão do próprio processo (seja este ou real ou ao nível de previsão futura, via design).

Importa por isso estimar, por exemplo, dois tipos de nível sigma: o de curto prazo (Zst) e o de longo prazo (Zlt), simplesmente porque se o primeiro traduz o potencial máximo de desempenho que se pode esperar de um processo (legitimidade), sem se recorrer a nova tecnologia ou elevados investimentos, o segundo refere-se à verdadeira experiência do cliente. Como fazê-lo?

DIREÇÃO DA SOLUÇÃO

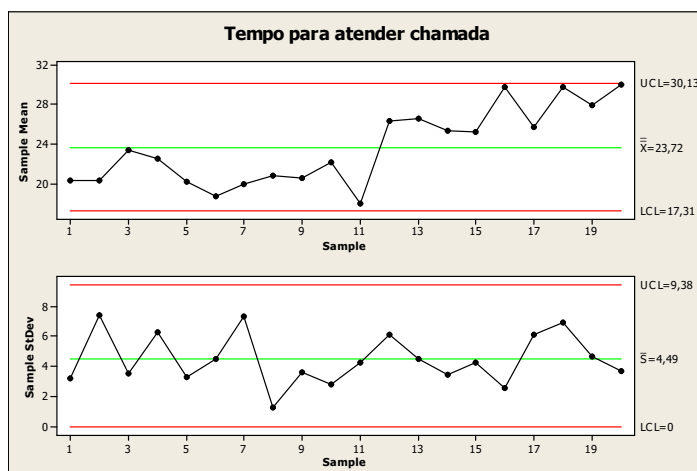
Precisamos antes demais definir um pouco melhor os próprios conceitos de curto e de longo prazo. Intuitivamente sabemos que algo

de curto prazo terá uma janela temporal de dimensão menor quando a comparamos com o nível sigma de longo prazo. Aqui encontramos a primeira barreira porque quão curto é curto e quão longo é longo? Na expectativa de que a intuição seja suficiente costumamo-nos apoiar nos especialistas, na experiência e na própria dinâmica do negócio. Mas talvez possamos adicionar algo mais palpável a esta análise. Antes de me adiantar na explicação, o leitor saberá também que ao desvio-padrão de curto ou longo prazo se associa uma outra variável, isto é, o modo como o próprio desvio padrão é calculado. Imagine-se que se recolhem amostras ao longo do tempo e em cada uma dessas amostras se obtêm subgrupos de 5, ou seja, 5 observações de cada vez, com instantes de tempo entre observações muito reduzidos. Em termos de engenharia da qualidade estamos a criar a condição de apenas observarmos aquilo a que se chama de *ruído branco*, ou seja, as diferenças detetadas dentro de cada subgrupo. Estas diferenças são provenientes da variabilidade devido às causas comuns do processo, isto é, à variabilidade intra-amostral. Neste sentido, não estamos a considerar os eventuais desfasamentos a um valor nominal ou à própria média de todas as observações. Consequentemente, o desvio-padrão deste modo apurado é necessariamente menor e, por isso mesmo, se denomina desvio-padrão de curto prazo. Por outro lado, se tivermos em consideração todas variações não só intra-amostrais, mas também de amostra para amostra (variações inter-amostrais), o desvio-padrão apurado denomina-se longo prazo (para além de se ter deixado passar mais tempo para deixar o processo variar). A partir do momento que conseguimos estimar cada uma destas variabilidades estaremos em condições de estimar o desempenho do processo tanto no curto como no longo prazo (esquecendo um pouco agora o possível cenário de estarmos a desenvolver o design de um novo produto ou serviço que ainda não chegou ao mercado).

CASO PRÁTICO

Vamos assumir que recolhemos 20 amostras com subgrupos de dimensão 5 referente ao tempo decorrido até se atender uma chamada, num call center. Depois de se garantir que podemos, de facto, confiar nos dados – isto é, que o sistema de medição foi validado, a primeira coisa que queremos fazer para podermos vir a estimar o desempenho (capabilidade) do processo é entender se os dados são estáveis e se *até* seguem uma distribuição normal. A estabilidade dos dados pode ser operacionalmente aferida a partir de uma carta de controlo Xbar/S para o efeito (página seguinte). Não havendo pontos fora de controlo assume-se que o processo é estatisticamente estável (não se está a olhar para os padrões ditos de causa especial, mesmo quando os pontos estão dentro dos limites).

Fig. 1: Carta de controlo Xbar/S para o tempo de atendimento das chamadas. O p-value quanto à normalidade de cada um dos conjuntos de pontos é, tanto para a média como para o desvio-padrão intra-amostral, superior a 0,1.



Estimativa do desvio-padrão de curto e longo prazo

Para estarmos seguros de que o número de amostras é adequado para estas estimativas vamos usar os dados originais registados e desenhar, ao longo do tempo, o desvio-padrão intra-amostral acumulativo. Ou seja, para a primeira amostra o desvio-padrão das 5 observações foi de 3,2 segundos. Para a

segunda amostra o valor foi de 7,4 segundos, para a terceira amostra foi de 3,5 segundos, etc.

Com estes valores vamos calcular o desvio-padrão (pooled) acumulativo, sempre que adicionarmos mais uma amostra. Assim, o primeiro ponto no gráfico são os próprios 3,2 segundos. O segundo ponto já é a média dos dois primeiros valores, isto é, 5,3 segundos. E, o terceiro ponto será a média dos três primeiros valores, ou seja, 4,7. Estendendo o raciocínio para todas as amostras obtém-se o seguinte gráfico:

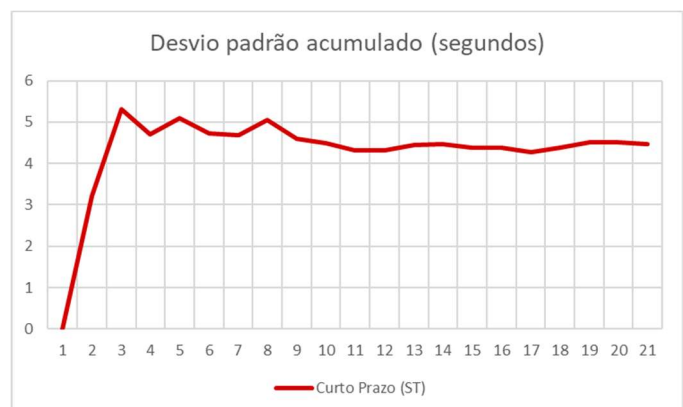


Fig. 2: Evolução da estimativa do desvio-padrão ao longo do tempo (sempre que se adiciona mais uma amostra).

Não parece haver dúvidas que o processo está totalmente estabilizado para que se possa estimar o desvio-padrão de curto prazo e, com isso, estimar o nível sigma de curto prazo. O desvio-padrão de curto prazo é dado pela fórmula:

$$\hat{\sigma} = \frac{\bar{S}}{c_4} \Leftrightarrow \hat{\sigma} = \frac{4,49}{0,94} \quad \hat{\sigma} = 4,78$$

c_4 é apenas um valor que vem em função da dimensão do subgrupo e que serve para corrigir um enviesamento da estimativa do desvio-padrão. Se, por exemplo, o limite de especificação superior deste processo for de 20 segundos e o valor nominal de 10 segundos,

então torna-se trivial o cálculo do nível sigma de curto prazo ($Z_{st}=2,1$):

$$P(X > 20) = P\left(Z > \frac{USL - T}{\hat{\sigma}_{ST}}\right)$$

$$P\left(Z > \frac{20 - 10}{4,78}\right) \approx P(X > 2,1) \approx 17900 \text{ defeitos}$$

Façamos o mesmo raciocínio para estimarmos o desvio-padrão de longo prazo. Desta vez, para cada subgrupo calculamos o desvio-padrão acumulativo, pela fórmula que tem em consideração os desvios da média. Por exemplo, o desvio-padrão de longo prazo, ao final da segunda amostra, não é mais do que o desvio padrão que tem por base as primeiras 10 observações (resultando em 5,4 segundos).

Subgrupo	1	2	3	4	5			
Amostra	Tempo.ChamadaTelefónica					S_ST (pooled)	S_Acum_ST	S_LT
1	20	22	25	17	18	3,2	3,2	3,2
2	10	26	28	22	16	7,4	5,3	5,4
3	25	21	19	24	28	3,5	4,7	4,9
4	26	18	14	28	27	6,2	5,1	5,1

Fig. 3: Excerto dos dados originais e valores respetivos do desvio-padrão de curto e de longo prazo.

Contudo, se fizermos o gráfico respetivo, vemos que a linha cinzenta, que representa o desvio-padrão de longo prazo não está a convergir, o que nos leva a pensar que o número de amostras recolhidas para estimar o nível sigma de longo prazo (e consequentemente o Zshift) ainda não é suficiente. Haverá mais variáveis de ruído que precisam ser contabilizadas no cálculo para termos uma verdadeira avaliação do desvio-padrão. Qualquer cálculo feito ao dia de hoje iria simplesmente sobrestimar a verdadeira capacidade de longo prazo do processo. Será por isso preciso continuar a recolher mais amostras até que a linha convirja para um declive próximo de zero.

CONCLUSÃO

Neste artigo mostrou-se uma visão mais aprofundada quanto aos verdadeiros pressupostos no cálculo da dimensão da

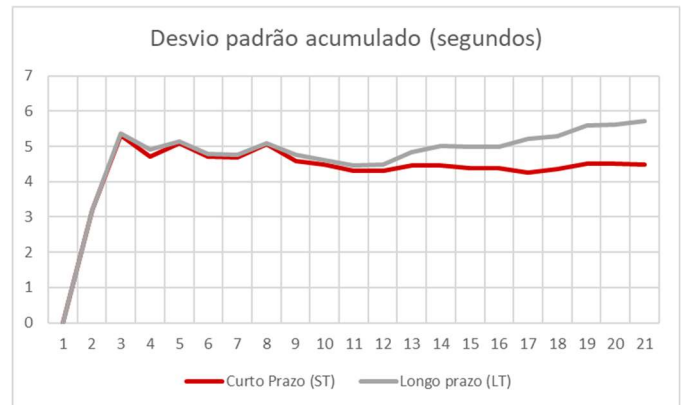


Fig. 4: Evolução da estimativa do desvio-padrão ao longo do tempo (sempre que se adiciona mais uma amostra), tanto para curto como para longo prazo.

amostra, sempre que se pretende estimar o desempenho de um processo.

Pretendeu-se demonstrar que avaliar a

estabilidade dos dados, apenas por SPC tradicional (Shewhart) pode não ser suficiente, sempre que se pretender estimar o

desempenho do processo tanto no curto como no longo prazo. A validação destes pressupostos de estabilidade são relevantes na medida em que se pretende descrever a realidade como ela é e não como gostaríamos que fosse. Estas considerações permitem à equipa de projeto avaliar e medir de forma sólida o desempenho do processo tanto no curto como no longo prazo, a partir de definições operacionais objetivas. Tal irá prevenir um menor ruído na comunicação com o cliente, um maior alinhamento das expectativas e uma melhor caracterização do próprio negócio. Pretende-se que esta informação possa ser usada em termos práticos pelo praticante de projetos de melhoria contínua, mais especificamente o Black Belt.

REFERÊNCIAS

[1] Harry, M. (2003) *Resolving the mysteries of six sigma*. NY Times and Business Week.

Ricardo Anselmo de Castro é coordenador do Programa de Especialização de Lean Six Sigma Black Belt, do Instituto Superior Técnico, e tem dois livros publicados na mesma área.

doctorflow.net

<https://tecnicomais.pt/diploma-de-formacao-avancada/lean-six-sigma-black-belt>