



Lean Six Sigma

Para
leigos

Tradução da 4ª Edição

**Martin Brenig-Jones
e Jo Dowdall**



ALTA BOOKS
GRUPO EDITORIAL
Rio de Janeiro, 2023

Sumário Resumido

Introdução	1
Parte1: Entendendo o Lean Six Sigma	5
CAPÍTULO 1: Definindo Lean Six Sigma	7
CAPÍTULO 2: Compreendendo os Princípios do Lean Six Sigma	27
Parte 2: Fundamentos do Lean Six Sigma	45
CAPÍTULO 3: Identificando os Clientes de Seu Processo	47
CAPÍTULO 4: Entendendo as Necessidades do Seu Cliente	57
CAPÍTULO 5: Entendendo o Processo	75
CAPÍTULO 6: Gerenciando Pessoas e Mudanças	99
Parte 3: Entendendo o Desempenho e Analisando o Processo	111
CAPÍTULO 7: Coletando Dados	113
CAPÍTULO 8: Apresentando Seus Dados	135
CAPÍTULO 9: Identificando as Causas Raiz	157
CAPÍTULO 10: Identificando o Desperdício e o que Não Agrega Valor	171
CAPÍTULO 11: Fazendo o Processo Fluir	185
Parte 4: Melhorando e Inovando	197
CAPÍTULO 12: Pensando Diferente e Gerando Soluções	199
CAPÍTULO 13: Descobrimo a Oportunidade de Prevenção	209
CAPÍTULO 14: Apresentando o Design for Six Sigma	225
CAPÍTULO 15: Descobrimo o Design Thinking	243
CAPÍTULO 16: Princípio Ágil em Projetos Lean Six Sigma	255
Parte 5: Aplicando o Lean Six Sigma e Fazendo a Mudança Acontecer	265
CAPÍTULO 17: Fazendo Eventos de Melhoria Rápida e Solucionando os Problemas com DMAIC	267
CAPÍTULO 18: Garantindo a Excelência Operacional	277
CAPÍTULO 19: Liderando a Implementação com os Projetos Certos	287
CAPÍTULO 20: Juntando Tudo: Checklists para Seu Projeto DMAIC	305

Parte 6: A Parte dos Dez	319
CAPÍTULO 21: Dez Melhores Práticas para Storyboards	321
CAPÍTULO 22: Dez Armadilhas a Evitar	327
CAPÍTULO 23: Dez (Mais Uma) Fontes de Ajuda	335
Índice	343

AMOSTRA

- » **Descobrimos os fundamentos do “Lean” e do “Six Sigma”**
- » **Entendendo os conceitos-chave**
- » **Trazendo novos pensamentos ao mix do Lean Six Sigma**

Capítulo **1**

Definindo Lean Six Sigma

Ao longo deste livro, falamos sobre as ferramentas e as técnicas disponíveis para ajudá-lo a alcançar uma melhoria real e sustentável em sua organização. Neste capítulo, nosso objetivo é levá-lo por um caminho de pensamento diferente que despertará suas papilas gustativas. Analisaremos os princípios essenciais por trás do Lean e do Six Sigma e o que compõe o “Lean Six Sigma” atual e apresentaremos também alguns dos principais conceitos e terminologias para ajudá-lo em seu caminho.

Apresentando o Pensamento Lean

O pensamento Lean [enxuto, em inglês] se concentra no aumento do valor para o cliente, melhorando e suavizando o fluxo de processos (abordado no Capítulo 11) e eliminando o desperdício (discutido no Capítulo 10). O pensamento Lean evoluiu desde a primeira linha de produção de Henry Ford, e grande parte do desenvolvimento foi liderada pela Toyota por meio do Sistema Toyota de Produção (TPS, da sigla em inglês). A Toyota foi construída com base nas ideias de produção de Ford, passando de alto volume e baixa variedade para alta variedade e baixo volume.

Embora o pensamento Lean seja geralmente visto como conceito e aplicação de manufatura, muitas das ferramentas e técnicas foram originalmente desenvolvidas em organizações de serviços. Elas incluem, por exemplo, diagramas de espaguete e o sistema visual utilizado pelos supermercados para reabastecer as prateleiras. Na verdade, foi um supermercado que ajudou a moldar o pensamento por trás do Sistema Toyota de Produção. Durante uma visita à General Motors e à Ford, Kiichiro Toyoda e Taiichi Ohno visitaram o Piggly Wiggly, um supermercado norte-americano, e notaram que os sistemas *Just in Time* e *kanban* estavam sendo aplicados. Essa inovação permitiu aos clientes do Piggly Wiggly “comprar o que precisam a qualquer momento” e evitou que a loja tivesse excesso de estoque.



DICA

Kanban é uma palavra japonesa que significa “cartão que você consegue ver”. No Piggly Wiggly, era um cartão que dava o sinal para pedir mais estoque. Você verá os *kanbans* aparecerem novamente no Capítulo 16 quando analisarmos como princípios e abordagens Ágeis podem ser usados para acelerar os projetos Lean Six Sigma.

Lean é denominado assim não porque as coisas são enxutas até o osso. Lean não é uma receita para sua organização cortar os custos, embora provavelmente leve à redução de custos e a um melhor valor para o cliente. Encontramos o conceito da palavra “Lean” em 1987, quando John Krafcik (que mais tarde liderou o projeto do carro autônomo do Google) estava trabalhando como pesquisador para o MIT como parte do Programa Internacional de Veículos Automotores. Krafcik precisava de um termo para o fenômeno do TPS que descrevesse o que o sistema fazia. Em um quadro branco, ele escreveu os atributos de desempenho do Sistema Toyota em comparação com a produção em massa tradicional. O TPS:

- » Precisava de menos esforço humano para criar produtos e serviços.
- » Exigia menos investimento para determinada quantidade de capacidade produtiva.
- » Criava produtos com menos defeitos entregues.
- » Usava menos fornecedores.
- » Ia do conceito ao lançamento, do pedido à entrega e do problema ao reparo em menos tempo e com menos esforço humano.
- » Precisava de menos inventário em cada etapa do processo.
- » Causava menos acidentes aos funcionários.

Krafcik comentou:

Ele precisa menos de tudo para criar um determinado valor, então vamos chamá-lo Lean.

E assim, o Lean nasceu.

Mostrando o básico sobre o Lean

A Figura 1-1 mostra o Sistema Toyota de Produção, destacando várias ferramentas e termos em japonês e inglês do pensamento Lean que usamos ao longo deste livro. Neste capítulo, fornecemos algumas breves descrições para introduzir o básico sobre o Lean e o TPS.

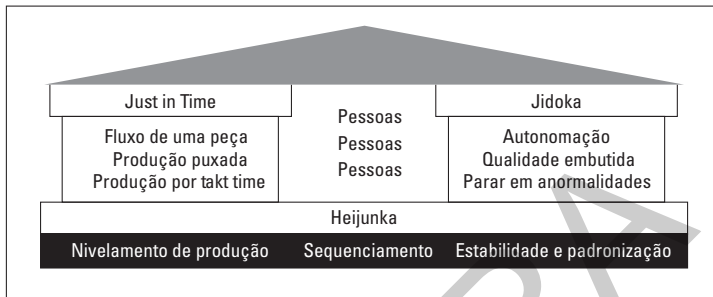


FIGURA 1-1:
A casa do TPS.

© Martin Brenig-Jones e Jo Dowdall

Taiichi Ohno, da Toyota, descreve a abordagem do TPS de forma muito eficaz:

Tudo o que estamos fazendo é analisar uma linha do tempo desde o momento em que o cliente nos faz um pedido até o ponto em que coletamos o dinheiro. E estamos reduzindo essa linha do tempo ao remover os desperdícios que não agregam valor.

A abordagem TPS tem realmente a ver com a compreensão de como o trabalho é feito, encontrando maneiras de fazê-lo melhor, mais suave e mais rápido e fechando a lacuna de tempo entre os pontos de início e fim de nossos processos. E isso se aplica a qualquer processo. Se você trabalha no setor público ou privado, em serviços, processos transacionais ou de fabricação, realmente não importa.

Pense por um momento em seus próprios processos. Você acha que algumas etapas ou atividades desnecessárias parecem desperdiçar tempo e esforço?

Devemos ressaltar, entretanto, que simplesmente adotar as ferramentas e as técnicas do TPS não é o suficiente para sustentar a melhoria e incorporar os princípios e o pensamento em sua organização. O presidente da Toyota, Fujio Cho, dá uma pista do que também é necessário:

O segredo do jeito Toyota não é nenhum dos elementos individuais, mas todos os elementos juntos como um sistema. Ele deve ser praticado todos os dias de uma maneira muito consistente — não em impulsos. Damos o maior valor à tomada de ação e à implementação. Melhorando com base na ação, é possível subir para o nível mais alto de prática e conhecimento.

Talvez seja por isso que a Toyota não se importou em compartilhar os segredos de seu sucesso. Talvez seja fácil replicar certas práticas e adotar certos conceitos, mas não é fácil replicar uma verdadeira cultura de Melhoria Contínua.

Construindo pessoas primeiro

“Primeiro, construímos pessoas”, afirmou o presidente da Toyota, Fujio Cho. “Depois, construímos carros.” A Figura 1-1 mostra que as pessoas estão no ângulo do TPS. O sistema concentra-se no desenvolvimento de pessoas e equipes excepcionais que seguem a filosofia da empresa para obter resultados excepcionais. Considere o seguinte:

- » A Toyota cria uma cultura forte e estável na qual valores e crenças são amplamente compartilhados e praticados ao longo de muitos anos.
- » A Toyota trabalha constantemente para reforçar essa cultura.
- » A Toyota envolve equipes multifuncionais para resolver problemas.
- » A Toyota continua ensinando pessoas sobre como trabalhar juntas.

Ser Lean significa envolver as pessoas no processo, equipando-as para serem capazes, e se sentirem capazes, para desafiar e melhorar seus processos e sua maneira de trabalhar. Nunca desperdice o potencial criativo das pessoas!

Espiando o jargão

Você pode ver na Figura 1-1 que o pensamento Lean envolve alguns jargões — em japonês, inglês e português. Esta seção define os vários termos para ajudá-lo a entender o pensamento Lean o mais rápido possível:

- » A **padronização** procura reduzir a variação na forma como o trabalho é realizado, para que todos operem o processo da “melhor maneira”. Isso destaca a importância de seguir um procedimento ou um *processo padrão de operação*. No espírito da Melhoria Contínua, é claro que a “melhor maneira” de realizar o processo continuará mudando, conforme as pessoas no processo identificam melhores maneiras de realizar o trabalho. Você precisa assegurar que a nova “melhor maneira” seja compreendida e totalmente implantada.
- » **Heijunka** abarca a ideia de processos e produção suaves ao considerar o nivelamento e o sequenciamento:
 - O **nivelamento** envolve suavizar o volume de produção no período de produção, a fim de reduzir os altos e os baixos, os picos e as depressões que podem dificultar o planejamento. Entre outras coisas,

o nivelamento procura evitar picos de “fim de período”, nos quais a produção é inicialmente lenta no início do mês, mas depois se acelera nos últimos dias de um período de vendas ou contábil, por exemplo.

- O **sequenciamento** pode envolver a mistura dos tipos de trabalho processados. Assim, por exemplo, ao estabelecer novos empréstimos em um banco, o tipo de empréstimo a ser processado é misturado para melhor atender à demanda do cliente, e ajuda a garantir que os pedidos sejam acionados em ordem cronológica. Muitas vezes, as pessoas são guiadas por metas de eficiência interna, onde elas processam as “tarefas simples” primeiro para tirá-las do caminho e “atingir suas metas”, deixando os casos mais difíceis para serem processados posteriormente. Isso significa que as tarefas não são processadas em ordem cronológica e as pessoas relutam em enfrentar uma pilha de casos difíceis no final do período de produção, tornando as coisas ainda piores para o cliente e a empresa.

» **Jidoka** trata da prevenção; ele se relaciona de perto com as técnicas como Análise dos Modos de Falhas e Efeitos (FMEA, da sigla em inglês), que é abordada no Capítulo 13. Jidoka tem dois elementos principais, e ambos buscam impedir que o trabalho continue quando há algo errado:

- A **autonomação** permite que as máquinas ou os processos operem de forma autônoma, desligando se algo dá errado. Esse conceito também é conhecido como automação com inteligência humana. O “no” em *autonomação* vem de “não” em inglês e é frequentemente sublinhado para destacar o fato de que não é permitido que nenhum defeito passe para um processo subsequente. Um exemplo inicial vem de 1902, quando Sakichi Toyoda, fundador do grupo Toyota, inventou um tear automatizado que parava sempre que um fio se rompia. Um exemplo simples hoje é uma impressora que para de processar uma cópia quando a tinta acaba.

Sem esse conceito, a automação tem o potencial de permitir que um grande número de defeitos seja criado muito rapidamente, em especial se o processamento é em lotes (veja “Fluxo de uma peça”, na sequência).

- **Parar em cada anormalidade** é o segundo elemento do Jidoka. O funcionário pode parar uma linha automatizada ou manual, se detecta um erro. Na Toyota, todo funcionário está habilitado a “parar a linha”, talvez seguindo a identificação de uma causa especial em um gráfico de controle (veja o Capítulo 8).

Forçar tudo a parar e imediatamente focar um problema pode parecer algo incômodo no início, mas fazer isso é uma maneira eficaz de chegar rapidamente à causa dos problemas. Mais uma vez, isso pode ser especialmente importante se você está processando em lotes.

» **Just in Time (JIT)** fornece o outro pilar da casa TPS. O JIT envolve fornecer ao cliente o que é necessário, no momento certo, no local certo e na quantidade certa. O conceito se aplica tanto a clientes internos quanto externos. O JIT compreende três elementos principais:

- **Fluxo de uma peça (*Single piece flow*)** significa permitir que unidades únicas de produto escoem passo a passo pelo processo. Ao processar em lotes, os lotes (ou pacotes) de casos individuais são processados em cada etapa e passados ao longo do processo somente após um lote inteiro ter sido concluído. Os atrasos são aumentados quando os lotes percorrem a organização, tanto em termos do tempo de transporte quanto do tempo que ficam esperando para ser acionados. A qualquer momento, a maioria das unidades ou dos itens de trabalho de um lote estão ociosos, esperando para serem processados. Isso representa um excesso de estoque e pode ser caro. Além disso, os erros não podem ser percebidos nem tratados rapidamente; se ocorrerem, muitas vezes ocorrem em volume. E, é claro, isso também retarda a identificação da causa raiz. Com um fluxo de uma peça, podemos chegar mais rapidamente à análise da causa raiz, o que ajuda a evitar que um erro comum se repita durante todo o processo.

Em um sistema de fluxo de uma peça, cada pessoa realiza uma operação e faz uma rápida verificação de qualidade antes de transferir sua produção para a próxima pessoa no processo seguinte. Naturalmente, esse conceito também se aplica a operações automatizadas em que as verificações em linha podem ser realizadas. Se for detectado um defeito, o Jidoka será decretado: o processo é interrompido, e ações imediatas são tomadas para corrigir a situação, tomando contramedidas para evitar a reincidência. Esse conceito é uma verdadeira mudança de pensamento que nos afasta do processamento em lotes.

- **Produção puxada** é o segundo elemento do JIT. Cada processo pega o que precisa do processo anterior somente quando necessário e na quantidade exata. O cliente “puxa” o fornecimento e evita ser inundado por itens que não são necessários em determinado momento.

A produção puxada reduz a necessidade de espaço de armazenamento potencialmente dispendioso. Com muita frequência, a produção excessiva em um único processo, talvez para atender às metas locais de eficiência, resulta em problemas a jusante. Isso aumenta o trabalho em andamento e cria gargalos. A superprodução é um dos “oito desperdícios” abordados no Capítulo 10.

- **Takt time** é o terceiro elemento do JIT, proporcionando uma importante medida adicional. Ele lhe diz com que rapidez agir, dado o volume da demanda dos clientes. *Takt* é uma palavra em alemão que

significa “ritmo” ou “cadência”. Ela ajuda a pensar em um metrônomo que os músicos usam para manter um ritmo consistente, portanto, o takt time é a frequência com a qual um produto ou um serviço deve ser concluído para atender às necessidades do cliente.

Tirando a tensão das restrições

Muito do foco do pensamento Lean está em compreender e melhorar o fluxo dos processos e eliminar as atividades que não agregam valor. A *teoria das restrições* de Eliyahu Goldratt (explicada mais detalhadamente no Capítulo 11) fornece uma maneira de abordar e lidar com gargalos que retardam o fluxo do processo. Ao abordar o que está atrapalhando o caminho, você pode permitir um fluxo suave e entregar valor ao cliente.

Considerando o cliente

O cliente, e não sua organização, especifica o valor. Valor é o que seu cliente está disposto a pagar. Para satisfazer seu cliente, sua organização tem que fornecer os produtos e os serviços certos, no momento certo, ao preço certo e com a qualidade certa. Para fazer isso, e fazê-lo de forma consistente, você precisa identificar e entender como seus processos funcionam, melhorar e suavizar o fluxo, eliminar as etapas desnecessárias no processo e reduzir ou impedir desperdícios, tais como retrabalho.

Imagine os processos envolvidos em sua própria organização, começando com um pedido do cliente (demanda de mercado) e terminando com dinheiro no banco (fatura ou conta paga). Pergunte-se o seguinte:

- » Quantas etapas estão envolvidas?
- » Você precisa de todas essas etapas?
- » Tem certeza?
- » Como pode reduzir o número de etapas e o tempo envolvido do começo ao fim?

Examinando os princípios do pensamento Lean

O pensamento Lean tem cinco princípios fundamentais:

- » Entender o cliente e sua percepção de valor.
- » Identificar e compreender o fluxo de valor para cada processo e o desperdício dentro dele.

- » Permitir que o valor flua.
- » Deixar o consumidor “puxar” o valor através dos processos, de acordo com suas necessidades.
- » Buscar continuamente a perfeição (Melhoria Contínua).

Você verá que os princípios são universais, pois se aplicam a qualquer tipo de processo em qualquer tipo de organização. Eles também são atemporais, pois são tão relevantes agora como sempre foram. No Capítulo 2, mostramos como os princípios se combinam com os princípios-chave do Six Sigma para formar o *Lean Six Sigma*.

Compreendendo o Six Sigma

O Six Sigma é uma abordagem sistemática e robusta de melhoria, que se concentra no cliente e em outros stakeholders fundamentais. O Six Sigma procura melhorar os processos para que ofereçam resultados consistentes e confiáveis. Ele foi desenvolvido nos anos 1980 dentro da Motorola e foi amplamente utilizado pela General Electric. Quando Jack Welch, ex-CEO da GE, apresentou o Six Sigma, ele disse:

Mudaremos o paradigma de consertar produtos para consertar e desenvolver processos, para que não produzam nada além da perfeição, ou quase isso.

Considerando os elementos fundamentais do Six Sigma

Alguns princípios simples fundamentam o Six Sigma:

- » **Entenda os CTQs de seus clientes e stakeholders.** Para oferecer a melhor experiência ao cliente, você precisa saber quem são eles e o que querem — suas exigências e expectativas. *CTQ* é a abreviação de Critical To Quality [Crítico para a Qualidade], e os CTQs são os requisitos de desempenho que mais importam para seus clientes. Para entendê-los, você precisa ouvir e entender a *voz do cliente* (VOC, da sigla em inglês). O Capítulo 4 contém mais informações sobre esses elementos importantes.
- » **Entenda os processos de sua organização e garanta que reflitam os CTQs dos clientes.** Você precisa saber como seus processos funcionam e o que estão tentando alcançar. Deve haver um objetivo claro para cada processo, focado nas exigências do cliente (os CTQs).

- » **Gerencie com base em fatos e reduza a variação.** A medição e a gestão baseadas em fatos permitem uma tomada de decisão mais eficaz. Ao entender a variação, você pode considerar quando deve tomar medidas ou não.
- » **Envolve a equipe e as pessoas no processo.** Para ser verdadeiramente eficaz, você precisa equipar as pessoas de sua organização para estarem capacitadas — e sentirem-se capazes — a desafiar e melhorar seus processos e a maneira como trabalham.
- » **Efetue atividades de melhoria de forma sistemática.** O trabalho sistemático o ajuda a não tirar conclusões ou propor soluções precipitadas. O Six Sigma utiliza um processo chamado DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Melhorar — *Improve*, em inglês — e Controlar) para melhorar os processos existentes. Falamos sobre o DMAIC no Capítulo 2. Ao projetar novos processos, usamos o DMADV (que é abordado no Capítulo 14).

Você reconhecerá algumas semelhanças com os princípios Lean descritos anteriormente no capítulo e alguns conceitos novos. Vejamos esses conceitos com um pouco mais de detalhe, concentrando-nos na medição e na variação em particular. Parte do conteúdo pode parecer um pouco pesada — queremos que você tenha uma explicação clara dos conceitos —, mas lembre-se de que o pragmatismo é um tema deste livro.

Familiarizando-se com a variação

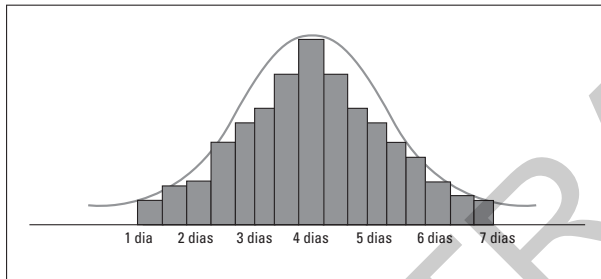
O *desvio-padrão* é uma medida que revela a quantidade de variação. É representado com a letra grega em caixa baixa σ (sigma) e descreve a dispersão média dos pontos de dados individuais a partir de sua média geral. Por que isso é útil? Quanto menor for o valor do desvio-padrão, menor será a variação existente. Ao contrário, quanto maior o valor, maior a variação. Ao entender a quantidade e o tipo de variação em nossos resultados, podemos chegar mais perto de entender o “comportamento” do processo (ou o que estamos medindo) e o que isso significa para os clientes.

Apresentando um exemplo simples

Suponha que você queira entender o tempo de ciclo (lead time) de um processo em sua organização em dias. Você poderia coletar uma amostra representativa de dados (veja mais sobre amostragem no Capítulo 7) e, a partir dessa amostra, calcular o número médio (ou média) de dias. Calculando a diferença média entre o tempo de cada ciclo em seu conjunto de dados e o tempo médio global do ciclo, você obterá o desvio-padrão. O desvio-padrão é sempre expresso com a mesma unidade da “coisa” que você está medindo; nesse caso, estamos falando de dias.

A Figura 1-2 mostra o tempo necessário para processar os pedidos. O tempo do ciclo varia de um dia até sete dias. Cada uma das barras de dados representa a experiência de alguns clientes no processo. Além de ver o quanto o desempenho varia, você também pode ver a “forma” dos dados. Esses dados parecem estar distribuídos normalmente. Em uma distribuição normal, a forma é simétrica em torno da média, e os dados têm 50% de chance de ficar de cada lado. Às vezes, essa forma é referida como *curva de sino* ou *distribuição gaussiana*. Muitas coisas que são medidas têm essa forma — por exemplo, as alturas das pessoas, o tamanho dos flocos de neve e as pontuações de QI.

FIGURA 1-2: Histograma mostrando o tempo necessário para processar pedidos.



© Martin Brenig-Jones e Jo Dowdall

Quando os dados têm uma distribuição normal, podemos entender a porcentagem provável da população dentro de mais um ou menos um desvio-padrão da média, mais dois ou menos dois desvios-padrão da média, e assim por diante. Presumindo que sua amostra seja representativa, você pode ver como seus dados fornecem uma boa imagem do tempo do ciclo do processo. Você verá que aproximadamente dois terços estão entre 3 dias e 5 dias, cerca de 95% estão na faixa de 2 dias a 6 dias, e cerca de 99,73% estão entre 1 dia e 7 dias. Isso é ilustrado na Figura 1-3.

A fórmula usada para calcular o desvio-padrão é mostrada na Figura 1-4. Parece um pouco assustadora à primeira vista, mas, como em todas as fórmulas, quando você começa a decompô-la, fica mais acessível.

x na fórmula representa seus pontos individuais de dados

x_i representa cada x , de x_1 a x_n

n representa o número de pontos de dados em seu conjunto de dados

\bar{x} representa a média de seus pontos de dados

Σ representa a “soma de”

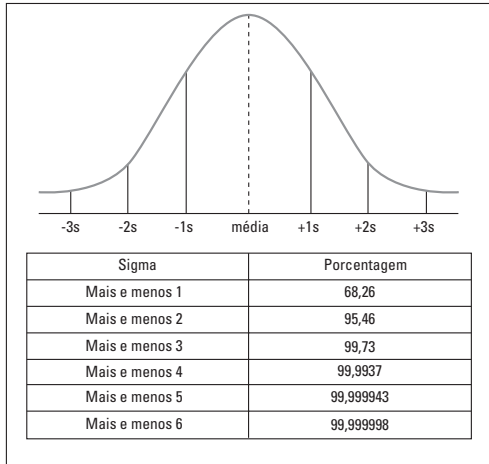


FIGURA 1-3:
Desvio-padrão.

© Martin Brenig-Jones e Jo Dowdall

Como na maioria das coisas da vida, abordar a fórmula em fases facilita, então vamos começar.

Comece somando todos os pontos de dados que você tem. Por exemplo, se os pontos de dados são 5, 6, 7, 8 e 9 (usaremos alguns simples), a soma é 35. O número de pontos de dados que temos é 5, então o valor de n na fórmula é 5. Podemos então descobrir a média (ou \bar{x}) desses pontos de dados e a média (\bar{x}) é 7 (porque $\frac{35}{5} = 7$). Está acompanhando? Ótimo!

Na sequência, precisamos descobrir a parte $x_i - \bar{x}$. Isso significa subtrair o valor \bar{x} (7) de cada um dos pontos de dados: $5 - 7 = -2$, $6 - 7 = -1$, $7 - 7 = 0$, e assim por diante. Está indo tudo bem, mas agora temos alguns números negativos no mix e precisamos nos livrar deles. Isso é feito elevando-se esses números ao quadrado. Assim, $-2 * -2 = 4$, $-1 * -1 = 1$, $0 * 0 = 0$, e assim por diante. Então, adicione todas as respostas que já obtivemos. Se ainda está acompanhando e fez essa parte, deverá ganhar um 10. Agora temos os números reais com os quais trabalhar, e os números que colocamos na fórmula são $\frac{10}{5}$ (sim, fizemos tudo isso para obter 10 dividido por cinco). 10 dividido por 5 dá 2. Por fim, achamos a raiz quadrada de 2 para obtermos o valor do desvio-padrão 1,41. Viva!

Observe que há duas versões da fórmula de desvio-padrão incluídas na Figura 1-4. A primeira é usada quando temos uma amostra de dados, e a segunda é usada quando temos a população toda. O conjunto de dados que usamos para o exemplo anterior era muito pequeno! Caso estivéssemos usando a fórmula para uma amostra, em vez de n , usaríamos $n-1$. Então, teríamos o resultado $\frac{10}{4}$, que é 2,5. A raiz quadrada de 2,5 é 1,58.

FIGURA 1-4:
Fórmula do
desvio-
-padrão.

Observando uma amostra	Observando a população toda
$\sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$	$\sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n}}$

© Martin Brenig-Jones e Jo Dowdall

Na prática, quando o tamanho da amostra é maior que 30, há pouca diferença entre usar n ou $n-1$. Quando nos referimos a uma “população”, isso pode se relacionar com pessoas ou coisas que já foram processadas, por exemplo, uma população de documentos de políticas internas completos e enviados.



DICA

Agora, as boas notícias: você pode usar uma calculadora científica, o *Excel* ou qualquer uma das inúmeras calculadoras online para achar o desvio-padrão em seus dados sem ter que se preocupar com a fórmula.

Os valores do Sigma do Processo são calculados ao observar o desempenho de nosso processo em comparação com as exigências do cliente, assunto da próxima seção.

Considerando as exigências do cliente

Até aqui, tudo certo, mas sem entender as exigências do cliente, não é possível dizer se o desempenho do tempo de ciclo é bom ou ruim.

Digamos que o cliente espere a entrega em cinco dias ou menos. Na linguagem do Lean Six Sigma, as principais exigências do cliente são chamadas de CTQs, (*Critical To Quality — Crítico para a Qualidade*). Discutimos os CTQs no Capítulo 2 e os detalhamos no Capítulo 4, mas essencialmente eles expressam as exigências dos clientes de uma forma que é mensurável. Os CTQs são um elemento vital no Lean Six Sigma e fornecem a base de seu conjunto de medição do processo. Em nosso exemplo, o CTQ é de cinco dias ou menos, mas o desempenho médio na Figura 1-2 é de quatro dias. Lembre-se de que é a média; seus clientes experimentam *todo o intervalo* de seu desempenho.



CUIDADO

Diversas organizações usam a média como uma forma conveniente de fazer seus desempenhos parecerem melhor do que realmente estão.

No exemplo fornecido, todos os pedidos que levam mais de cinco dias são *defeitos* para o cliente no idioma Six Sigma. Os pedidos que levam cinco dias ou menos cumprem o CTQ. Mostramos essa situação na Figura 1-5. Podemos expressar o desempenho como a porcentagem ou a proporção de pedidos processados em cinco dias ou podemos calcular o *nível Sigma*