



Engenharia de Produção



Engenharia da Qualidade II

Prof. Dr. Fabrício Maciel Gomes



Capacidade do Processo



Os estudos de capacidade do processo, ou capacidade do processo, tem por objetivo verificar se um processo estatisticamente estável atende às especificações de engenharia do produto ou se há geração de itens não conformes.

Esta análise costuma ser efetuada mediante cálculo e interpretação de índices específicos para essa finalidade.

Índice de Capacidade (C_p)

Este índice compara a variabilidade total permissível para as peças (ou tolerância de especificação) com a variabilidade do processo de fabricação (tolerância natural).

Para o processo ser capaz o valor deste índice não pode ser inferior a 1,33.

$$C_P = \frac{\textit{Tolerância}}{6 \cdot \hat{\sigma}} = \frac{LSE - LIE}{6 \cdot \hat{\sigma}}$$

$$\hat{\sigma} = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

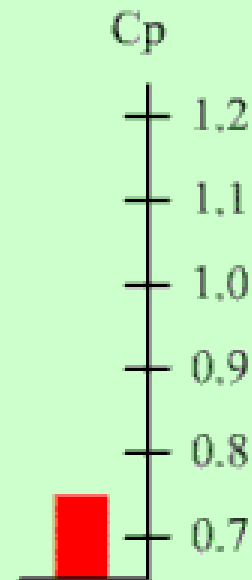
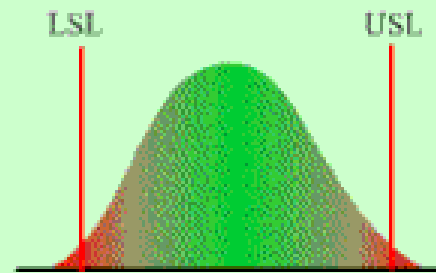
Nível do Processo	Cp	Proporção de Não Conformidade	Histograma Típico
Capaz	$Cp \geq 1,33$	$p \leq 64 \text{ ppm}$	
Razoável	$1 \leq Cp < 1,33$	$64\text{ppm} < p \leq 0,27\%$	
Incapaz	$Cp < 1$	$P > 0,27\%$	

PROCESS CAPABILITY INDICES

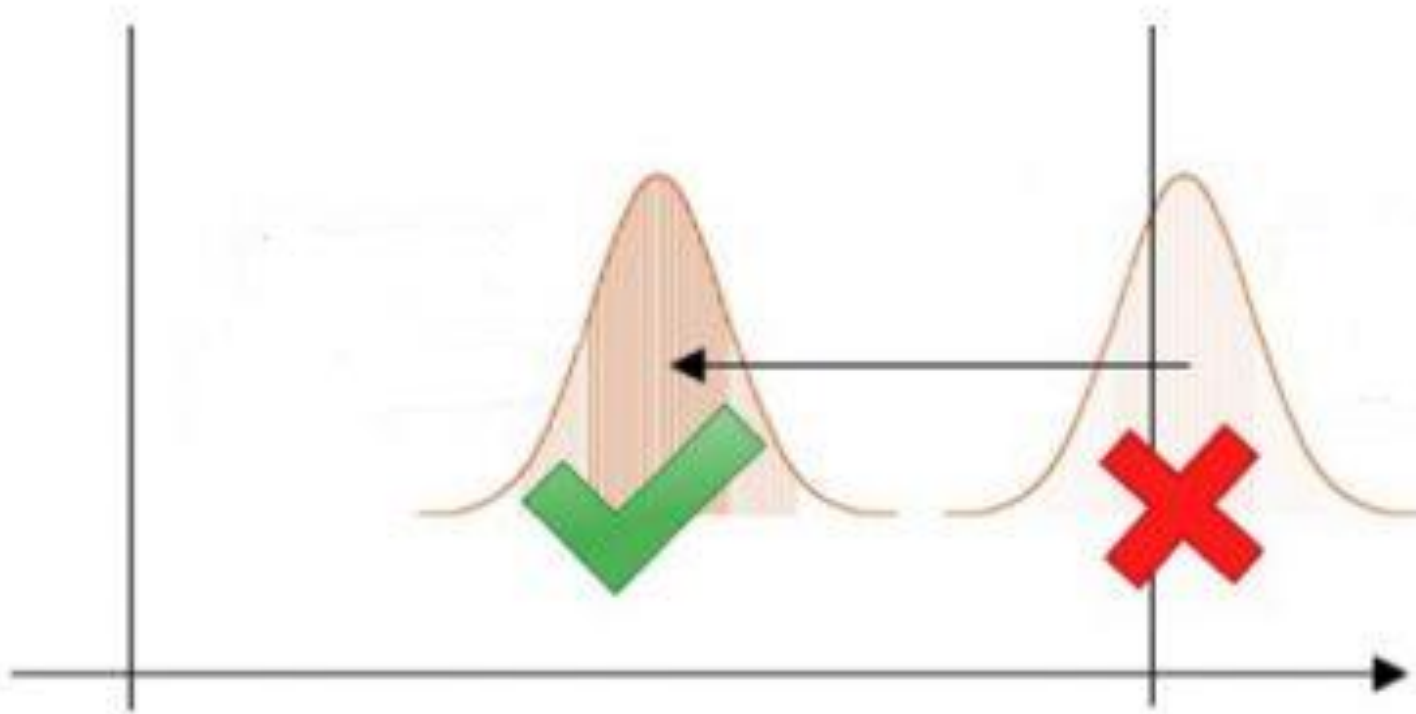
- ▶ play
- stop
- ▶▶ step
- ◀ rew

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6 \times \sigma}$$

Summarize process potential to meet two-sided specification limits.



Processos diferentes com o mesmo C_p





Capacidade do Processo



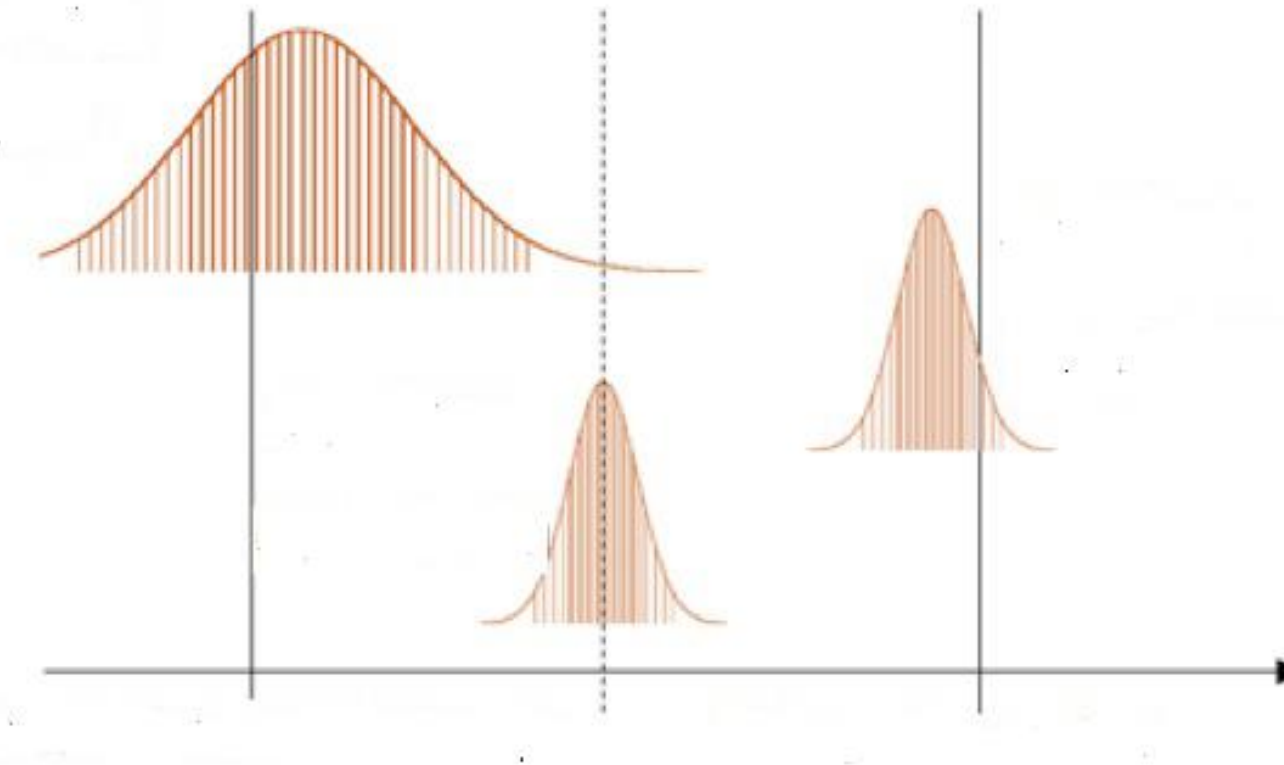
Índice de Capacidade Específica (C_{pk})

É recomendado o seu uso quando se estiver trabalhando com especificações unilaterais, ou quando a média do processo não puder ser deslocada (impossibilidade física ou custo excessivo).

Com este índice, além de se avaliar a variabilidade total permissível para as peças com a tolerância natural de fabricação, verifica-se também a centralização do processo com relação aos limites (superior e inferior) da especificação.

O valor deste índice deve ser igual ou superior a 1,33 para que o processo seja considerado capaz.

Interpretações da Capacidade Específica



Interpretações da Capacidade Específica

$$C_{PI} = \frac{\bar{X} - LIE}{3 \cdot \sigma}$$

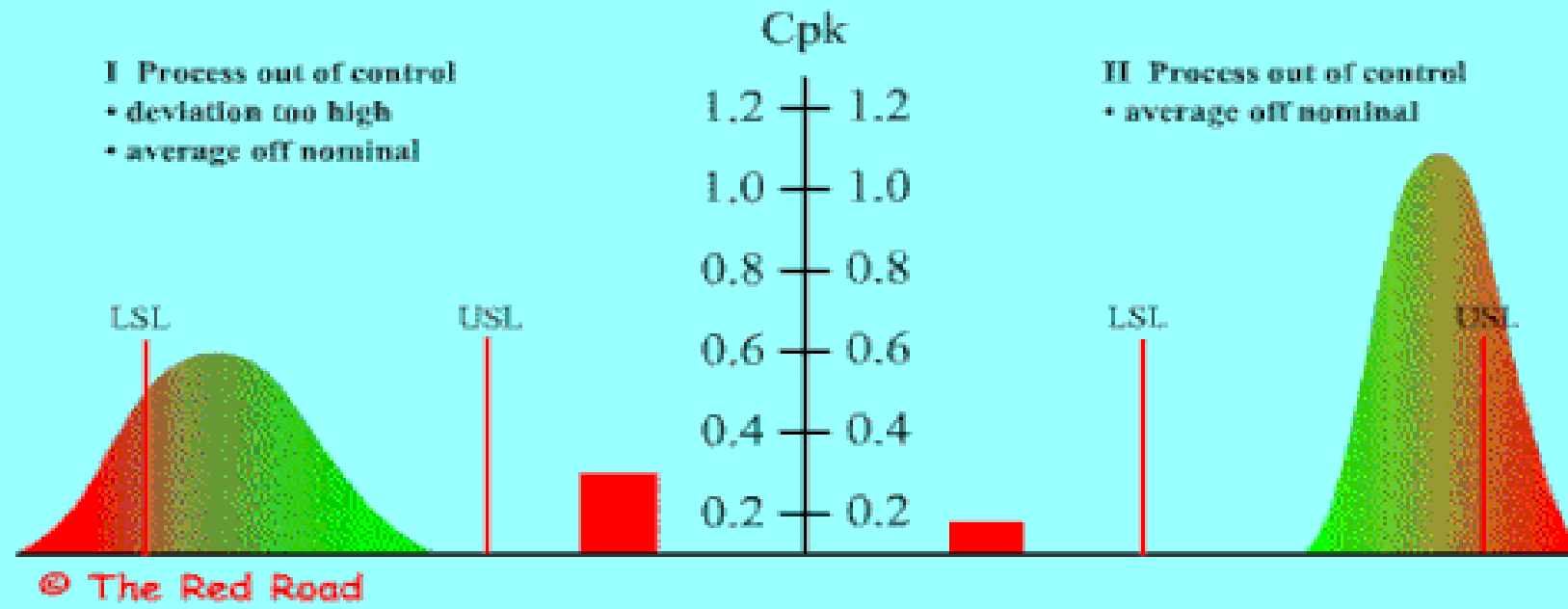
$$C_{PS} = \frac{LSE - \bar{X}}{3 \cdot \sigma}$$

$$C_{PK} = \min \{ C_P; C_{PS}; C_{PI} \}$$

- ▶ play
- stop
- ⏪ step
- ⏩ rew

$$Cpk = \frac{|m - \bar{x}|}{3 \times \sigma}$$

1. Summarize process potential to meet two-sided specification limits.
2. Cpk is a penalty factor for the process's being off nominal.





Capacidade do Processo



Exemplo 1: Quebra de Sapato

Proposta

Avaliar a capacidade do processo, usando Capability Sixpack (Normal) e Capability Analysis (Normal).

Problema

Uma importante característica da qualidade que influencia a quebra dos sapatos é a sua dureza (escala Rockwell). O limite inferior de especificação (LSL) é 39 e o limite superior de especificação (USL) é 43, ou seja o valor médio especificado pelo cliente é de 41.

Um analista foi solicitado para avaliar a capacidade do processo, certificando que a produção é capaz de atender as metas exigidas pelo cliente agora e no futuro. O Cpk de 1,5 é requerido para atender as exigências do cliente



Capacidade do Processo



Dados Coletados

Os operadores selecionaram aleatoriamente cinco sapatos da linha de produção em intervalos regulares. Estas amostra representam adequadamente a variação inerente ao processo ao longo do tempo. Durante as mensurações os operadores gravaram a dureza de cada sapato quebrado.

Ferramentas

- Capability Sixpack Normal
- Capability Analysis Normal.

Arquivo de Dados: BRAKECAP.MPJ

Variável	Descrição
Hardness	Dureza do sapato quebrado
Subgroup	Identificação do subgrupo



Capacidade do Processo



Verificando as suposições associadas à Análise de Capacidade

Para obter uma estimativa real da capacidade, as seguintes suposições devem ser satisfeitas:

- O processo está sob controle;
- Os dados provém de uma distribuição normal.

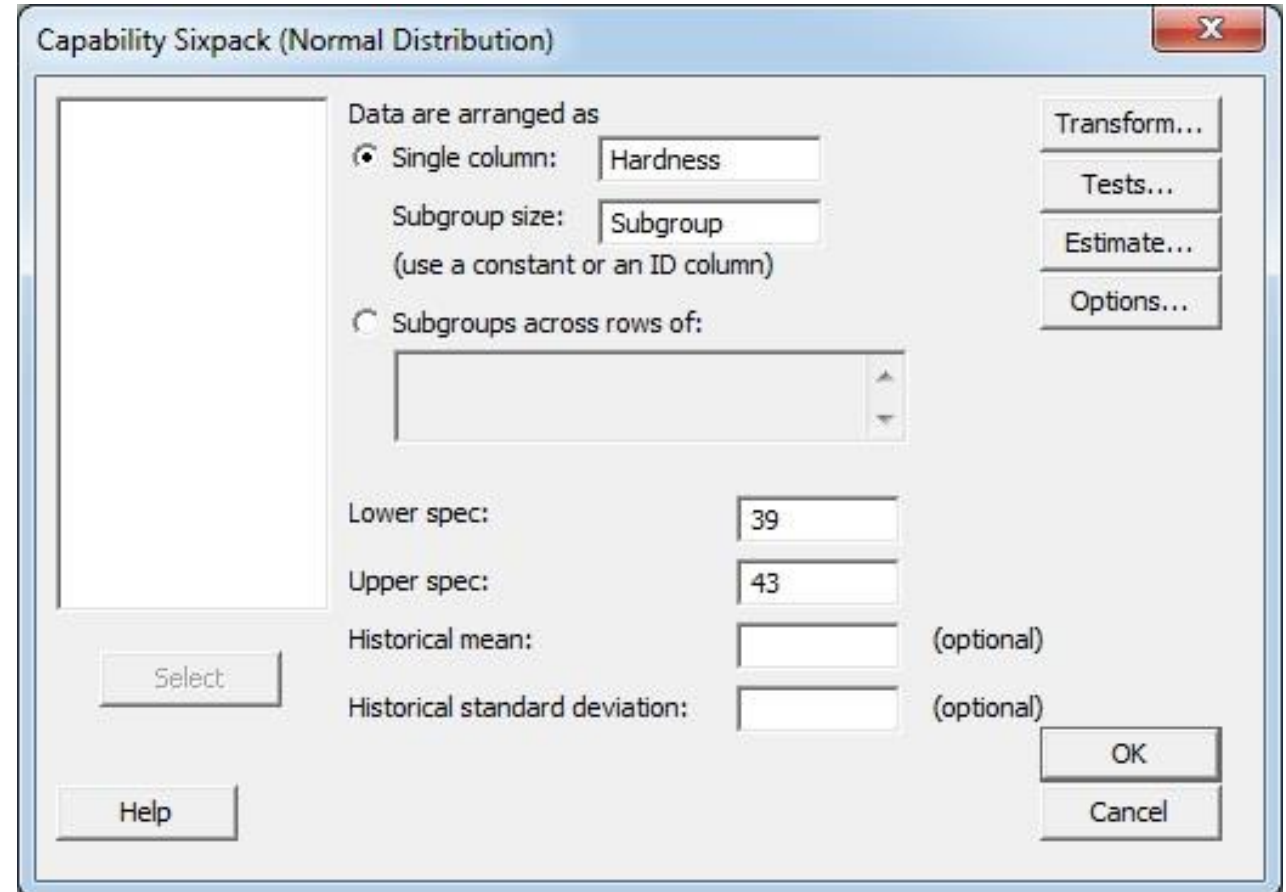
Use o **Capability Sixpack** para verificar estas suposições.

Com base nas determinações do guia AIAG (Automotive Industry Action Group), o Minitab determina qual o gráfico de controle deve ser traçado, baseado no tamanho do subgrupo.

Se o tamanho do Subgrupo é ...	Minitab mostra
1	Gráfico I-MR
2-8	Gráfico Xbar-R
9 ou mais	Gráfico Xbar-S

Capability Sixpack Normal

1. Abra **BRAKECAP.MPJ**;
2. Selecione **Stat>Quality Tools>Capability Sixpack>Normal**;
3. Complete a caixa de diálogo, como mostra a figura a seguir:
4. Clique em **Teste**, selecione **Perform All eight tests**.Clique em **OK**;
5. Clique em **Options**;
6. Em **Target (add Com to table)**, digite **41**.
7. Clique em **OK** em todas as caixas de diálogo



Capability Sixpack (Normal Distribution)

Data are arranged as

Single column:

Subgroups across rows of:

Subgroup size:
(use a constant or an ID column)

Lower spec:

Upper spec:

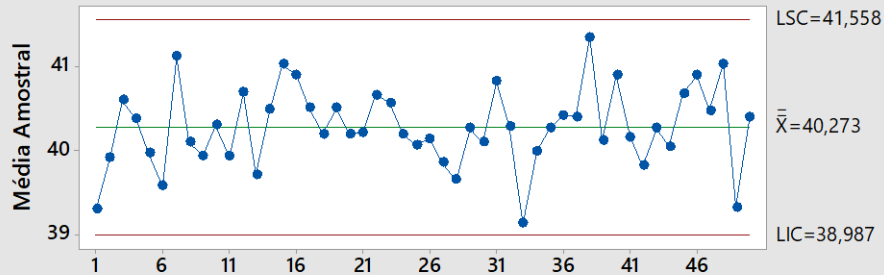
Historical mean: (optional)

Historical standard deviation: (optional)

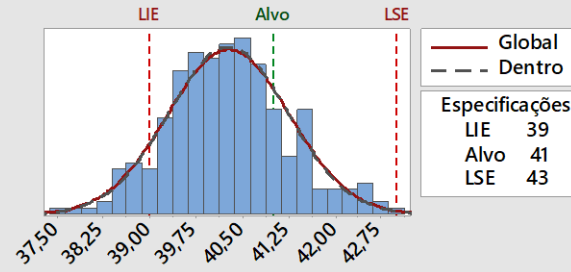
Buttons: Transform..., Tests..., Estimate..., Options..., Select, Help, OK, Cancel

Relatório de Process Capability Sixpack para Hardness

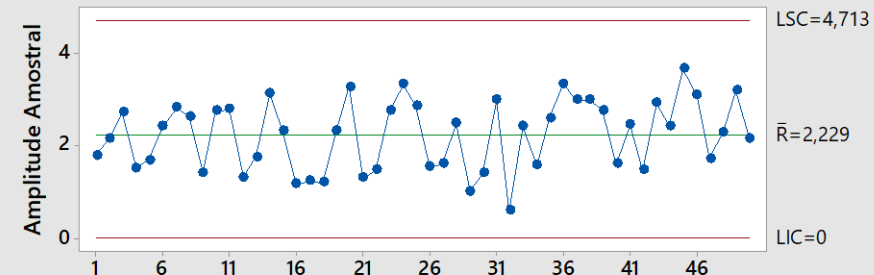
Carta Xbarra



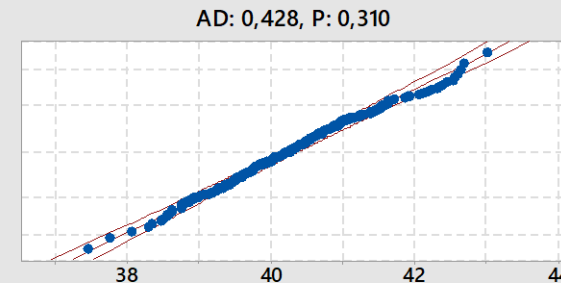
Histograma de Capacidade



Carta R



Normal Gráfico de Prob



Últimos 25 Subgrupos

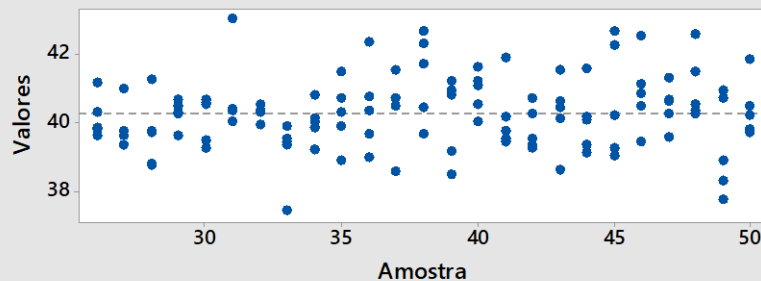


Gráfico de Capacidade

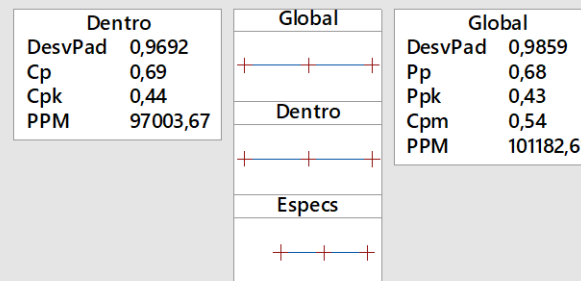
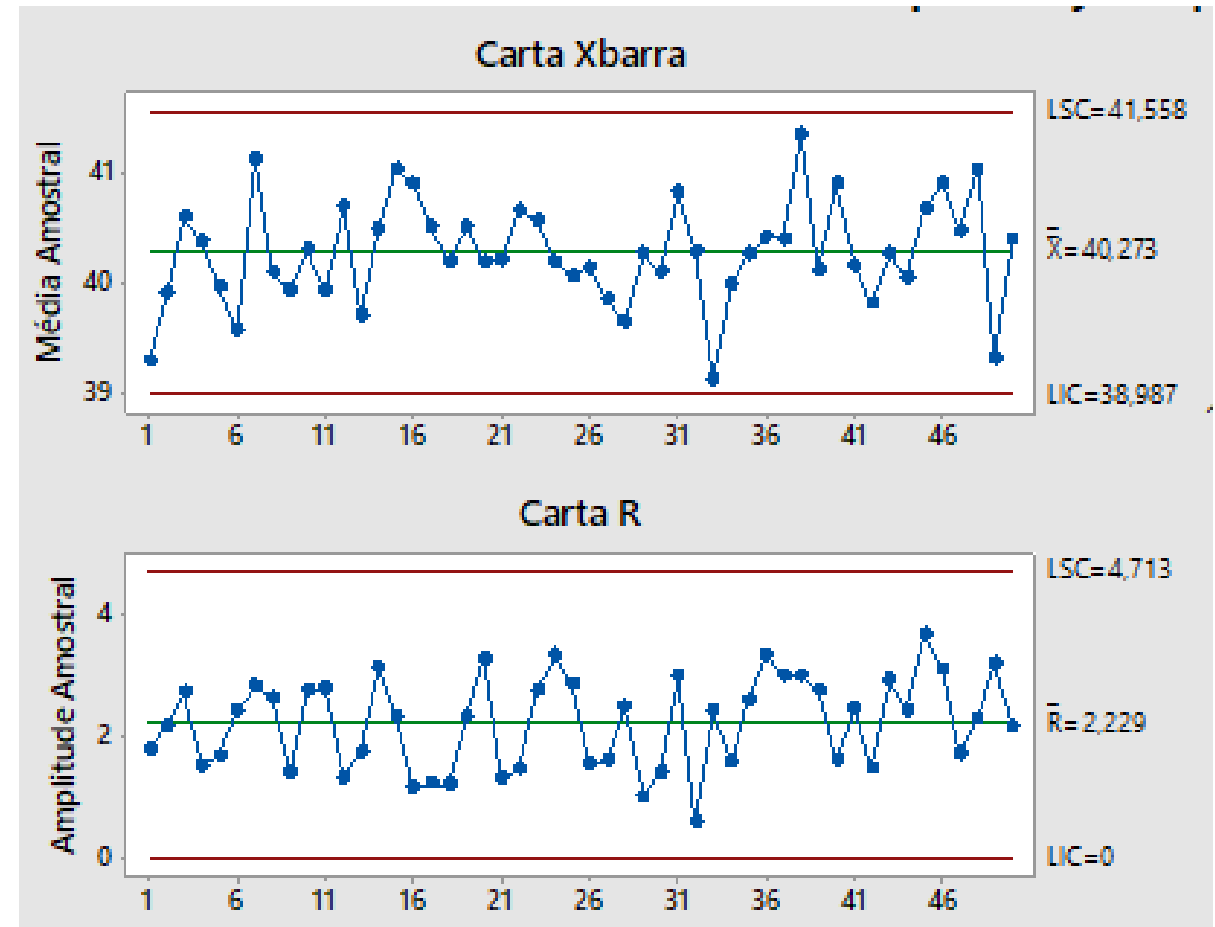


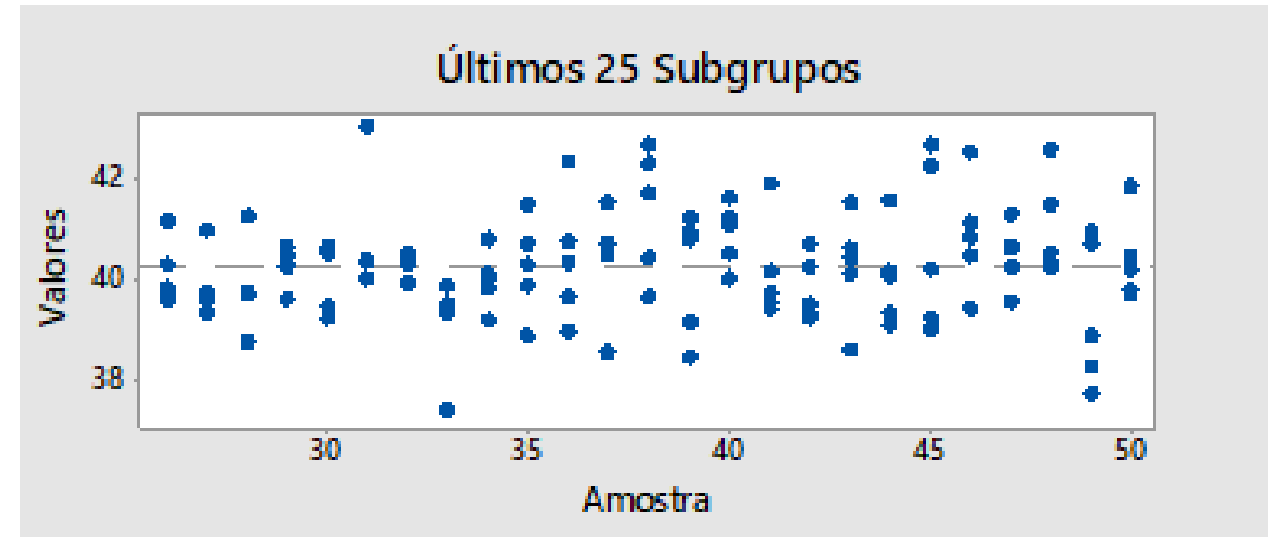
Gráfico Xbar-R

Os Gráficos de Controle mostram que os pontos estão dentro dos limites de controle, sugerindo que o processo se encontra estável. Sendo assim, a média do processo e o desvio-padrão podem ser usados para calcular o índice de capacidade.



Dodplot para os últimos 25 subgrupos

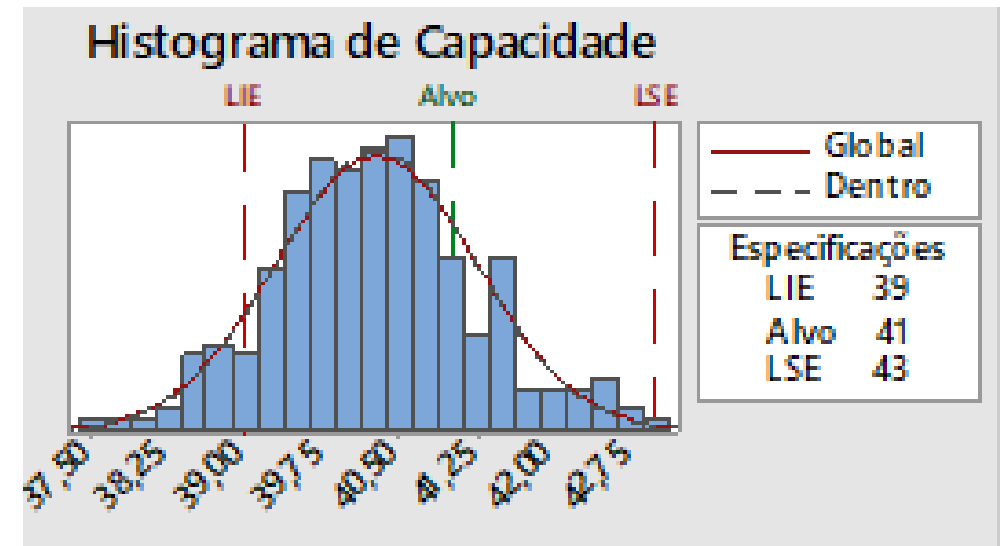
O Dotplot dos 25 últimos subgrupos indica que os valores observados são aleatórios e simetricamente distribuídos em torno da média do processo.



Histograma de Capacidade

Podemos usar o histograma com a curva de distribuição sobreposta sobre as barras para acessar visualmente se os dados provém ou não de uma distribuição Normal. Para acessar as distribuições de normalidade mais objetivamente, usaremos o gráfico de probabilidade e o resultado do teste de normalidade.

Também pode ser observado neste gráfico uma prévia da capacidade do processo, identificando onde ocorre a perda de capacidade.



Teste de Normalidade

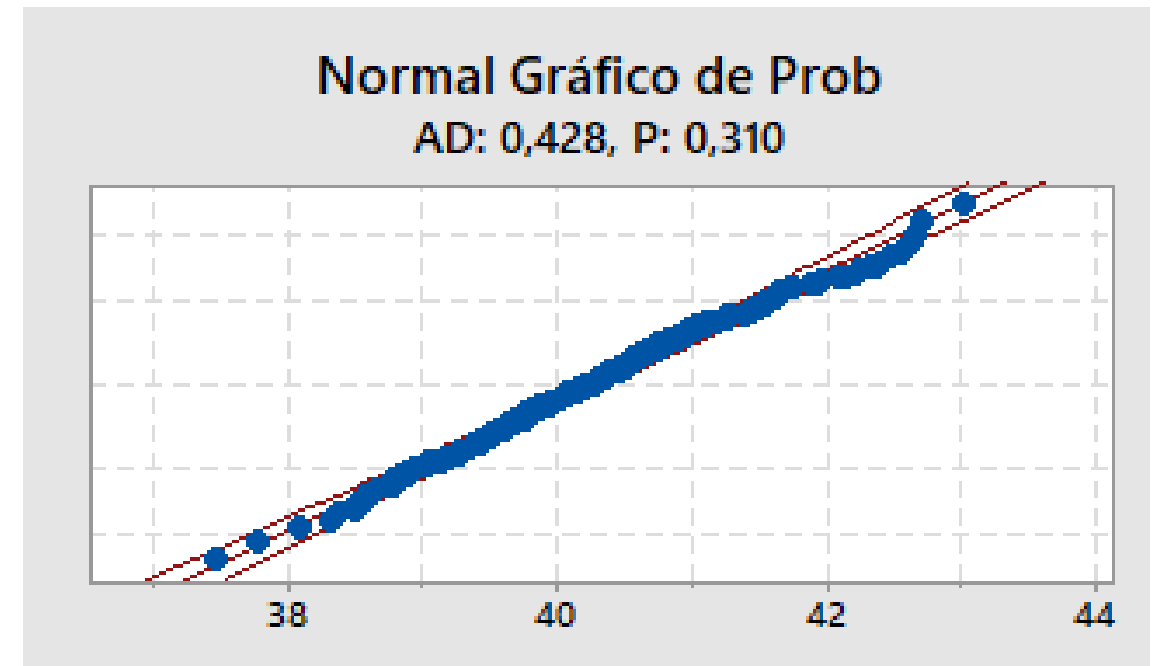
Os dados encontram-se dispersos aproximadamente ao longo de uma linha, indicando que a suposição de normalidade é razoável.

As hipóteses para o teste de normalidade de Anderson-Darling são:

H_0 : Dados provém de uma distribuição normal;

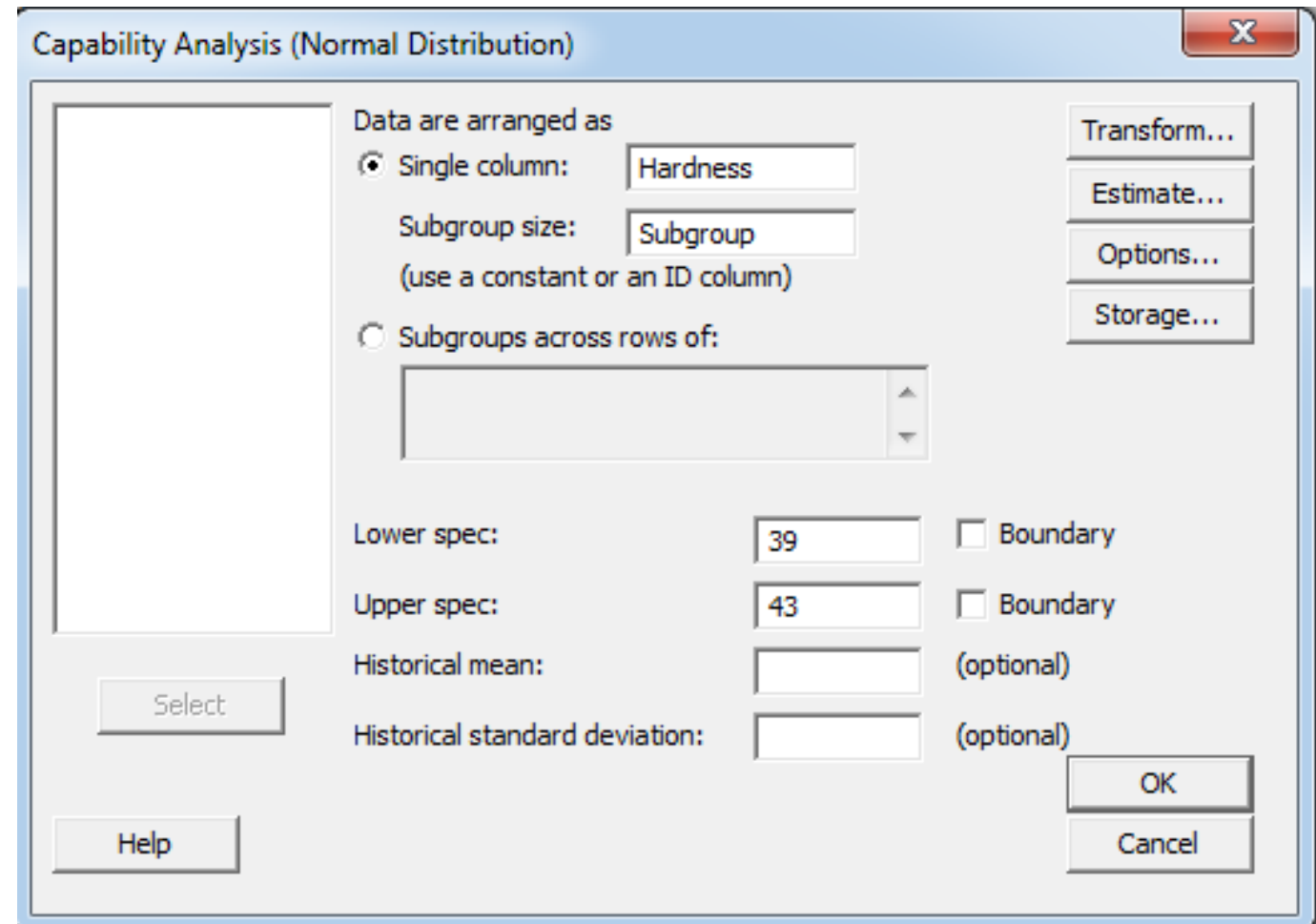
H_1 : Dados não provém de uma distribuição normal.

Como Valor-P observado (0,310) é maior que 0,05, não rejeitaremos a hipótese nula que os dados provém de uma distribuição Normal, ao nível de 5% de significância.



Capability Analysis Normal

1. Selecione **Stat>Quality Tools>Capability Analysis>Normal**;
2. Complete a caixa de diálogo, como mostra a figura a seguir:
3. Clique em **Options**;
4. Em **Target (adds Com to table)** digite **41**;
5. Marque **Include confidence intervals** ;
6. Selecione **Two-Sides**;
7. Clique em **Ok** em todas as caixas de diálogo.



Capability Analysis (Normal Distribution)

Data are arranged as

Single column:

Subgroup size:
(use a constant or an ID column)

Subgroups across rows of:

Lower spec: Boundary

Upper spec: Boundary

Historical mean: (optional)

Historical standard deviation: (optional)

Select

Help

Transform...

Estimate...

Options...

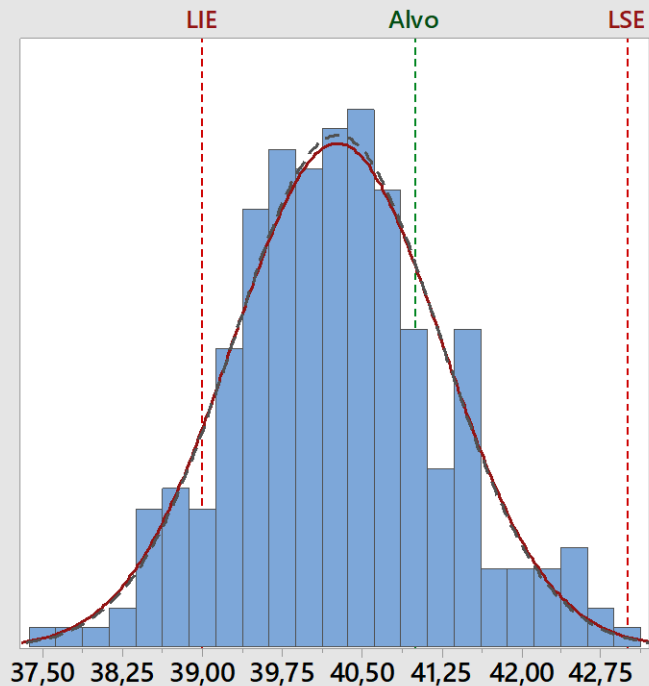
Storage...

OK

Cancel

Relatório de Capacidade do Processo para Hardness (usando 95,0% de confiança)

Dados do Processo	
LIE	39
Alvo	41
LSE	43
Média Amostral	40,2728
N Amostral	250
DesvPad(Global)	0,985882
DesvPad(Dentro)	0,969225



—	Global
- - -	Dentro

Capacidade Global	
Pp	0,68
IC para Pp	(0,62; 0,74)
PPL	0,43
PPU	0,92
Ppk	0,43
IC para Ppk	(0,37; 0,49)
Cpm	0,54
LI para Cpm	0,51

Capacidade Potencial (Dentro)	
Cp	0,69
IC para Cp	(0,62; 0,76)
CPL	0,44
CPU	0,94
Cpk	0,44
IC para Cpk	(0,38; 0,50)

	Desempenho		
	Observado	Global Esperado	Dentro Esperado
PPM < LIE	96000,00	98347,40	94555,64
PPM > LSE	4000,00	2835,22	2448,03
PPM Total	100000,00	101182,61	97003,67



Capacidade do Processo



Capacidade (dentro do Subgrupo) Potencial

Os índices de Capacidade são calculados usando a estimativa da média e desvio-padrão do processo nos subgrupos.

C_p

Este índice de capacidade compara a variação tolerada para o processo especificado pelo cliente (tolerância) com a região total ocupada pelo processo sob controle estatístico. A equação de cálculo é:

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6 \cdot \sigma_{within}}$$

Se somente o limite superior de especificação for avaliado, o Minitab não processa o C_p. Devido ao fato do C_p não avaliar se o processo se encontra centrado no valor alvo, ele representa teoricamente a capacidade potencial do processo.

Cpu e Cpl

Ambas estatísticas Cpl e Cpu avaliam não somente a variabilidade, mas também se o processo se encontra centrado no valor alvo especificado pelo cliente. As equações de cálculo são:

$$CPL = \frac{\bar{x} - LSL}{3 \cdot \sigma_{within}}$$

$$CPU = \frac{USL - \bar{x}}{3 \cdot \sigma_{within}}$$

CpK

O CpK é igual ao menor valor entre Cpl e Cpu. Se CpK e Cp forem idênticos significa que o processo está centrado nos limites de especificação. Quanto mais distante o processo estiver do centro da especificação do cliente, menor será o valor de CpK em relação ao Cp.

Capacidade Total

Ambas as variações entre os subgrupos e dentro de cada subgrupo contribuem com a variação total do processo. Quando o processo está sob controle estatístico, a cada variação entre os subgrupos é atribuído um peso marcado nos subgrupos, então podemos dizer grosseiramente que o desvio-padrão total é igual ao desvio-padrão nos subgrupos.

As equações de cálculo da Capacidade Total são similares as da Capacidade Potencial com exceção do desvio padrão:

$$Pp = \frac{USL - LSL}{6 \cdot \sigma_{overall}} \quad , \quad PPL = \frac{\bar{x} - LSL}{3 \cdot \sigma_{overall}} \quad , \quad PPU = \frac{USL - \bar{x}}{3 \cdot \sigma_{overall}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$



Capacidade do Processo



Cpm

Ocasionalmente, alguns analistas gostam de operar em torno de um valor alvo que não é necessariamente centrado nos limites de especificação do cliente. Neste caso, o Cpk não é uma estatística útil e, ao invés disso, utilizaremos o Cpm.

O Cpm será calculado através da equação:

$$C_{pm} = \frac{USL - LSL}{6 \cdot \sqrt{\frac{\sum (X_i - Alvo)^2}{n-1}}}$$



Capacidade do Processo



Exemplo 2: Isolamento Cerâmico

Proposta

Avaliar a capacidade do processo, para dados não normais, usando a transformação de Box-Cox e Johnson

Problema

Para a Companhia que produz isolamentos cerâmicos, o estudo avalia a capacidade da Companhia em atingir as especificações do cliente. O isolamento cerâmico é um cilindro com um orifício no centro. As especificações exigem que o orifício seja concêntrico, com diâmetro máximo de 30 microns.



Capacidade do Processo



Dados Coletados

Isolamentos Cerâmicos são assados em grandes fornos formando lotes em cada três horas. Por motivos de monitoramento de processo, os técnicos selecionaram aleatoriamente 10 isolamentos cerâmicos de cada lote e mediram sua concentricidade.

Ferramentas

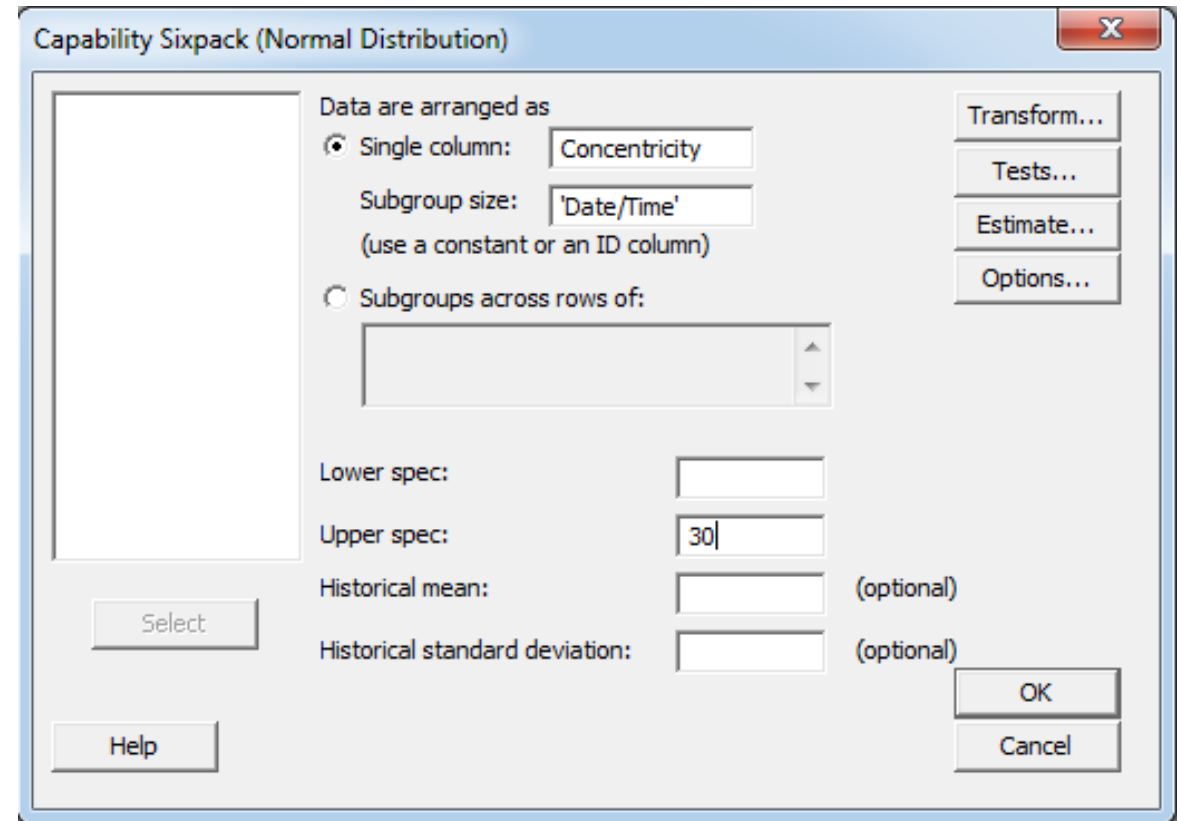
- Capability Sixpack Normal
- Individual Distribution Identification;
- Johnson Transformation;
- Capability Analysis NonNormal.

Arquivo de Dados: CERAMIC.MPJ

Variável	Descrição
Concentricity	Diâmetro do orifício
Date/Times	Data e hora que o isolador foi fabricado

Capability Sixpack Normal

1. Abra **CERAMIC.MPJ**;
2. Selecione **Stat>Quality Tools>Capability Sixpack>Normal**;
3. Complete a caixa de diálogo, como mostra a figura a seguir:
4. Clique em **Test**, selecione **Perform All eight tests**;
5. Clique em **OK** em todas as caixas de diálogo



Capability Sixpack (Normal Distribution)

Data are arranged as

Single column: Concentricity

Subgroup size: 'Date/Time'
(use a constant or an ID column)

Subgroups across rows of:

Lower spec:

Upper spec: 30

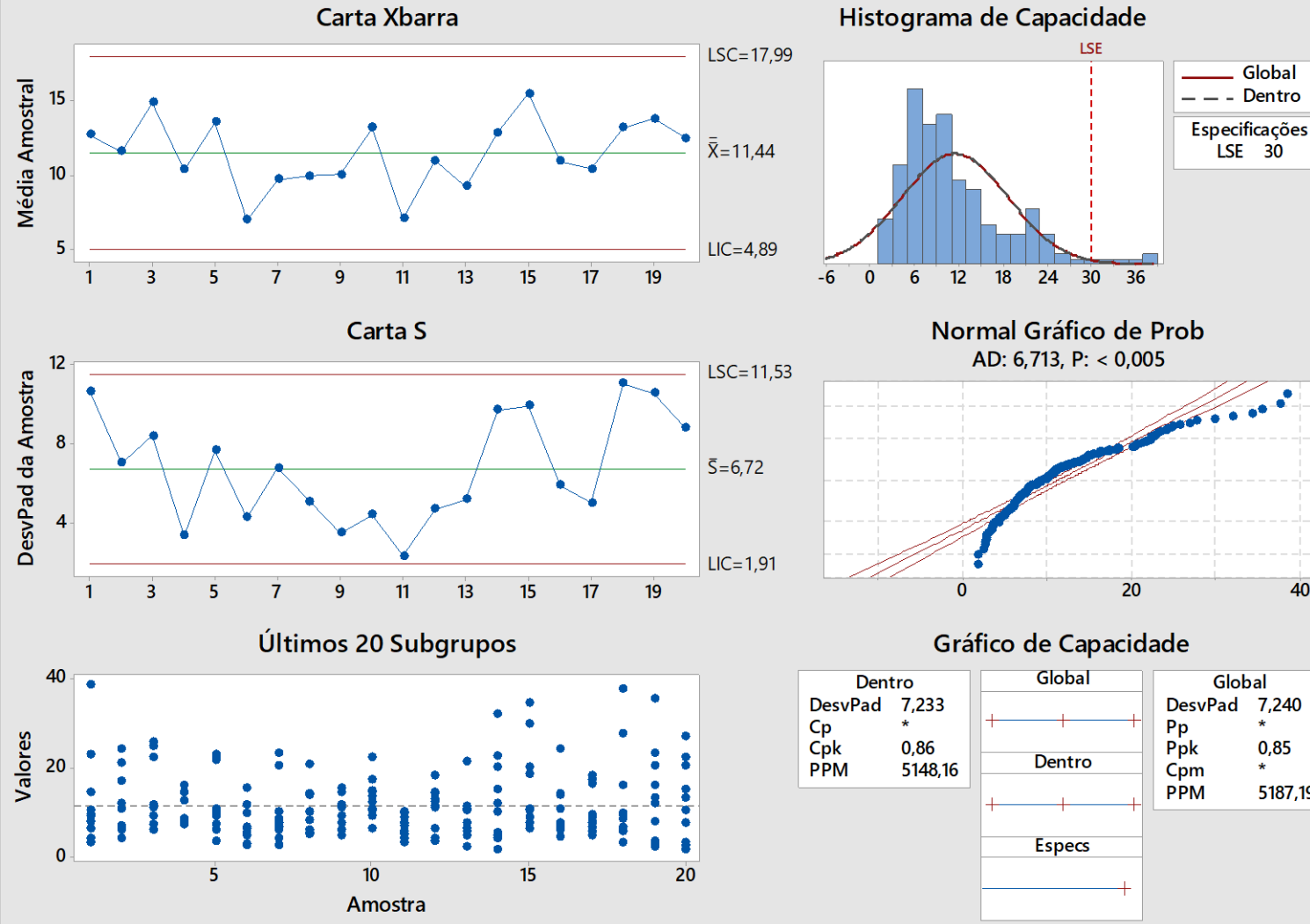
Historical mean: (optional)

Historical standard deviation: (optional)

Buttons: Transform..., Tests..., Estimate..., Options..., OK, Cancel

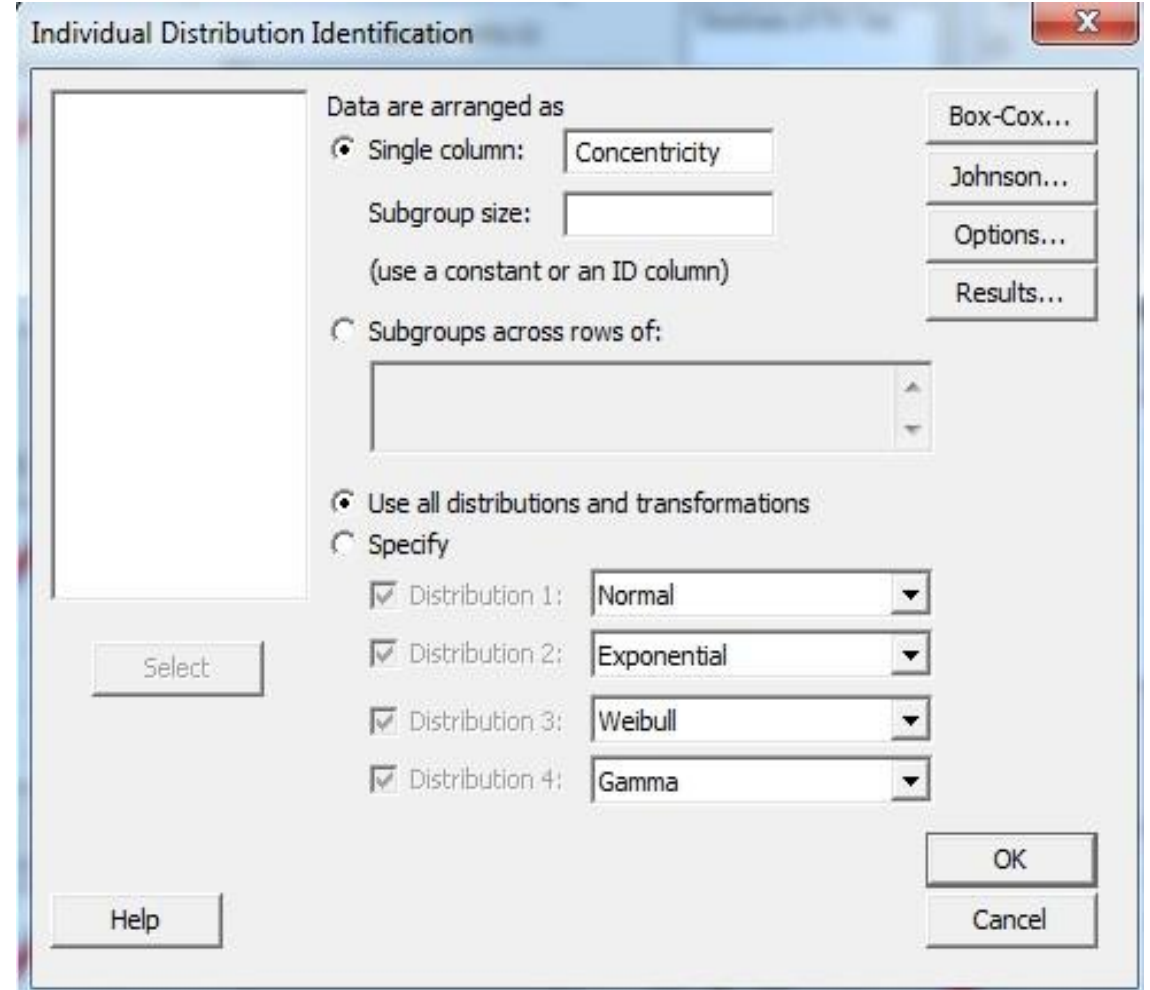
Buttons: Select, Help

Relatório de Process Capability Sixpack para Concentricity



Individual Distribution Identification

1. Selecione **Stat>Quality Individual Distribution Identification**;
2. Complete a caixa de diálogo, como mostra a figura a seguir:
3. Clique em **Ok**.



Individual Distribution Identification

1. Selecione **Stat>Quality Individual Distribution Identification**;
2. Complete a caixa de diálogo, como mostra a figura a seguir:
3. Clique em **Ok**.

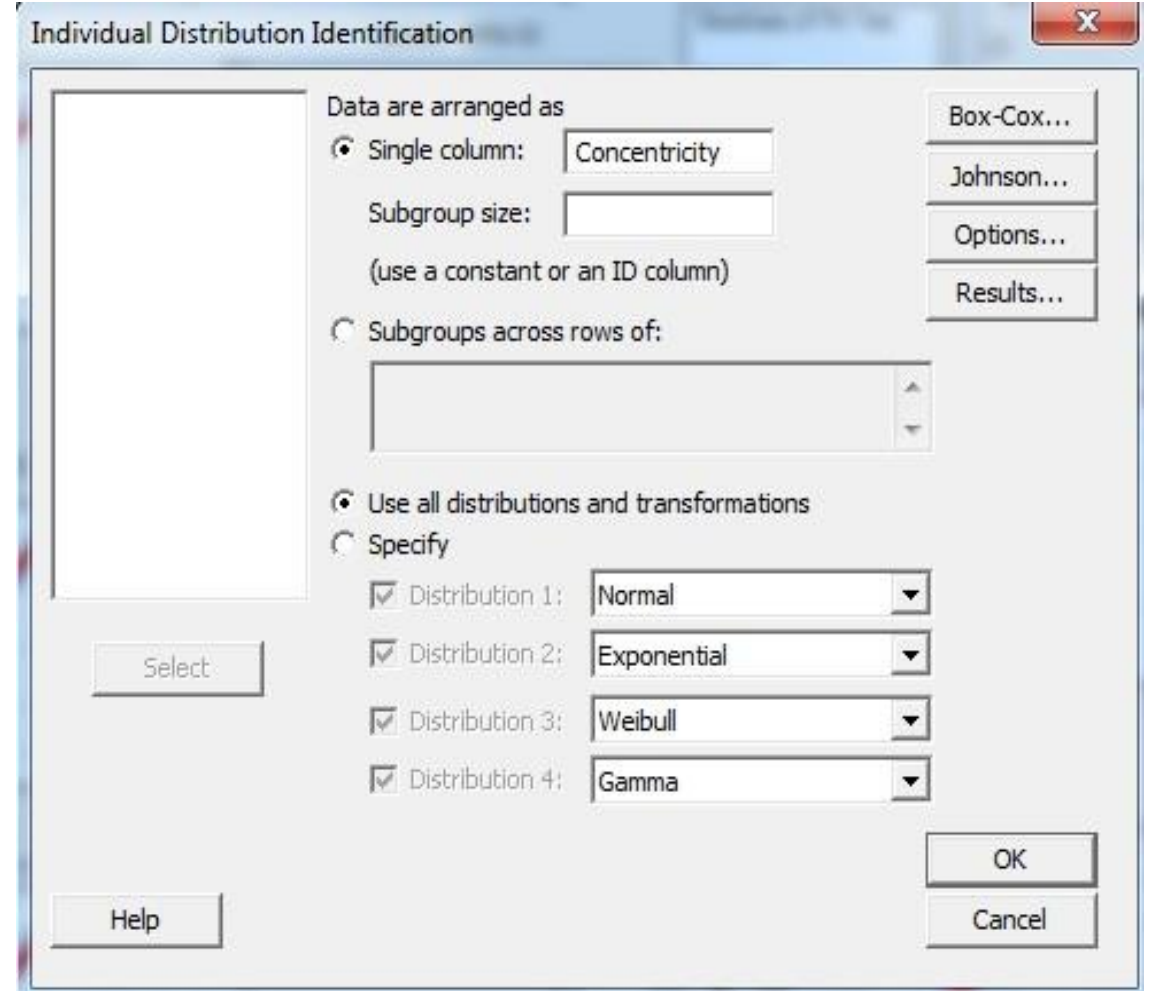


Gráfico de Probabilidade para Concentricity

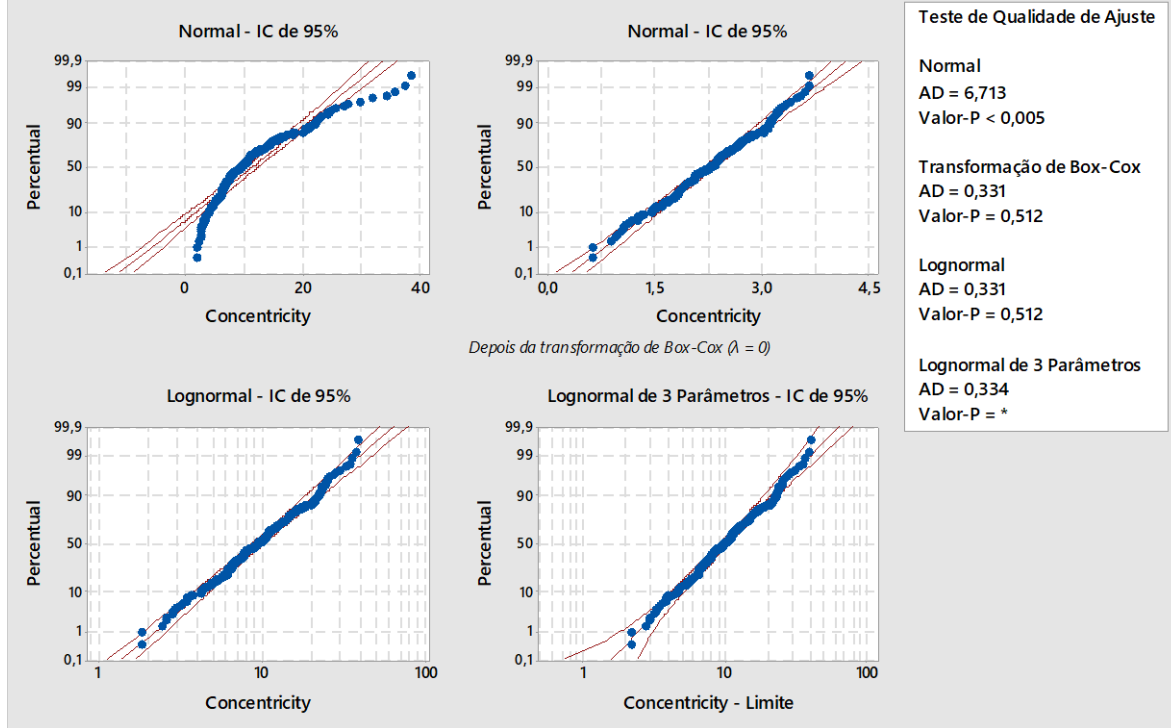


Gráfico de Probabilidade para Concentricity

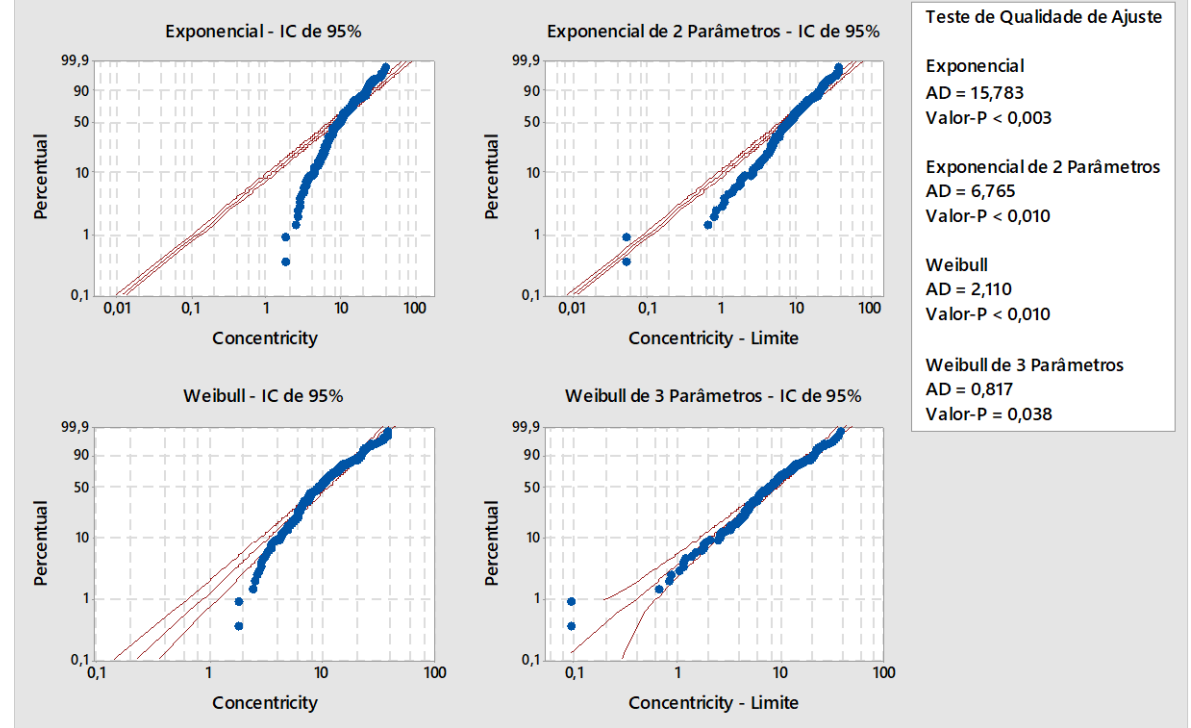


Gráfico de Probabilidade para Concentricity

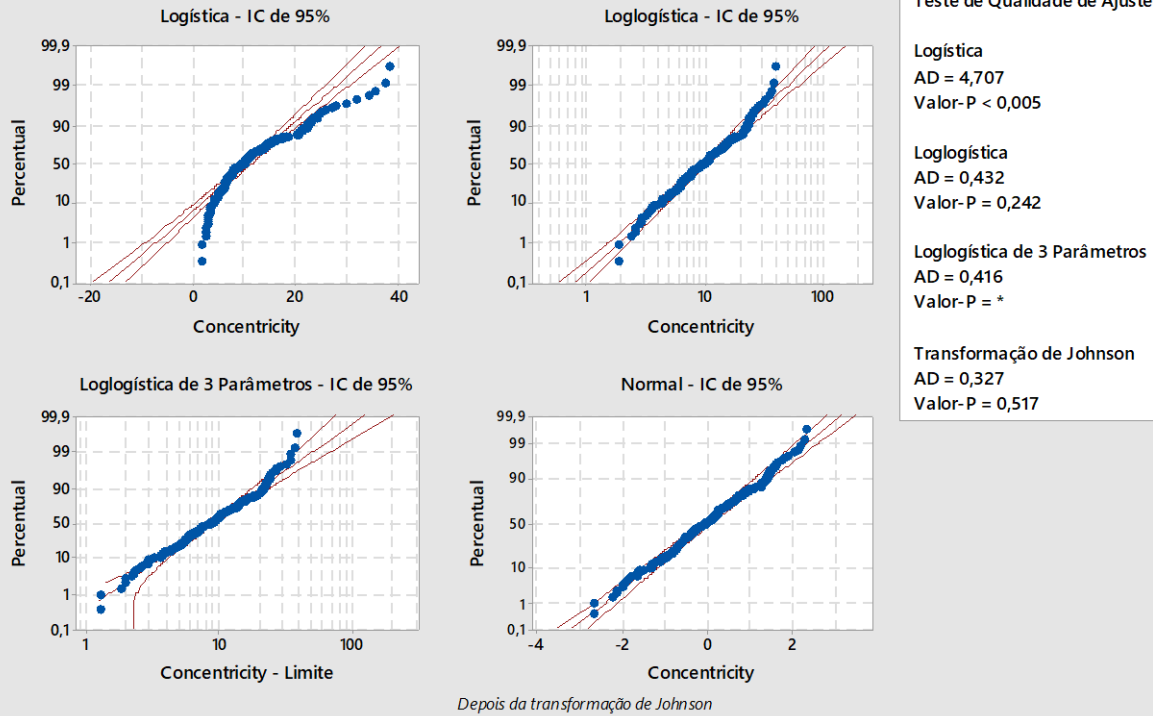
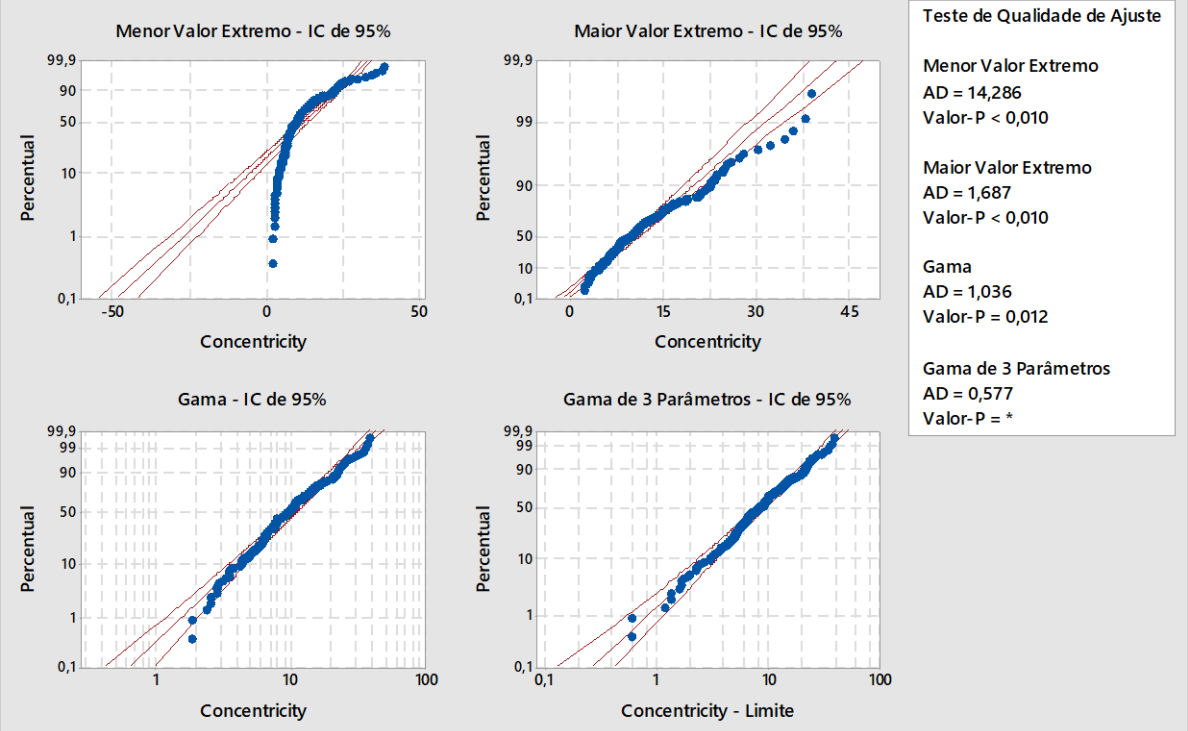
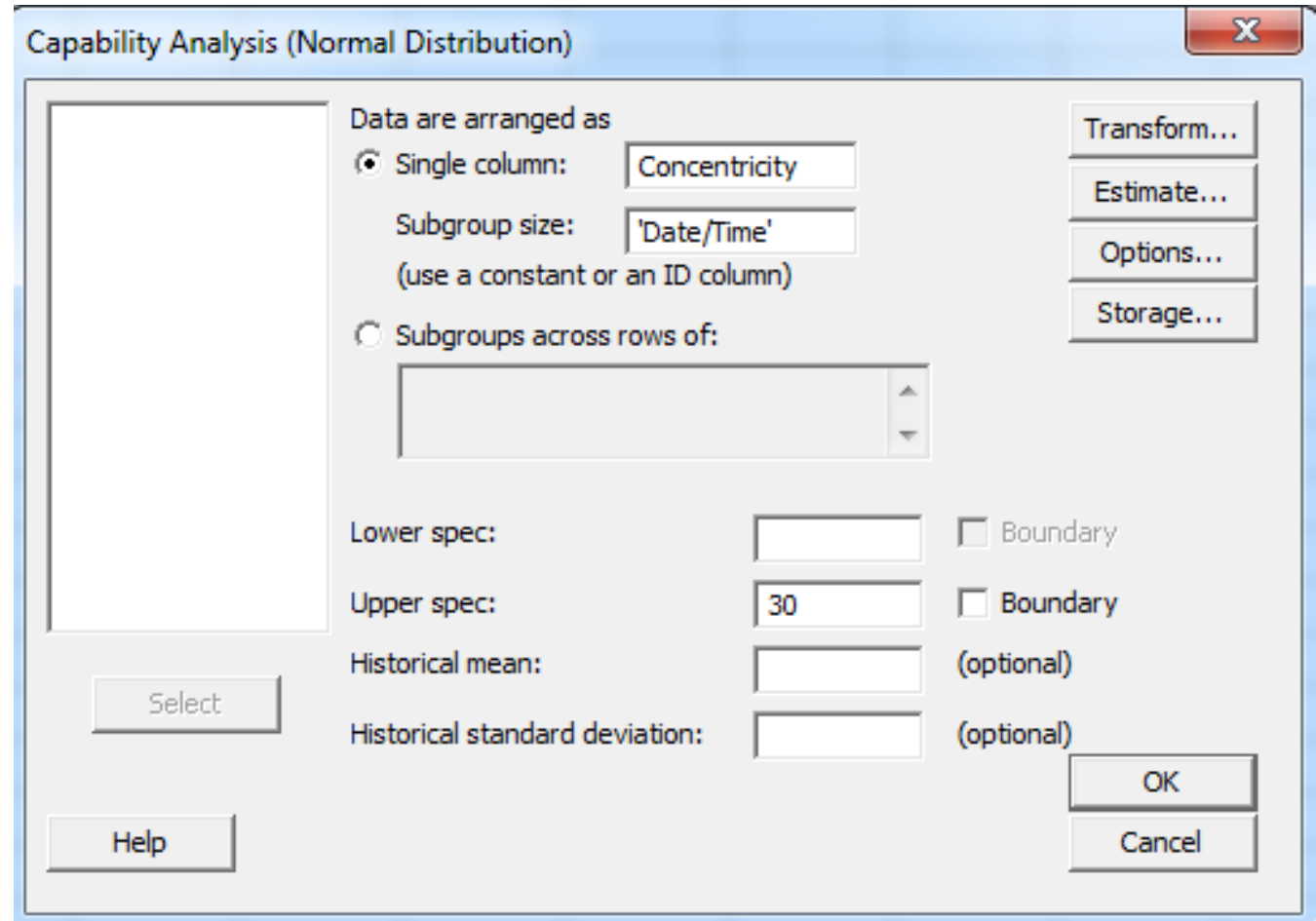


Gráfico de Probabilidade para Concentricity



Capability Analysis (Normal) Box-Cox Transformation

1. Abra **CERAMIC.MPJ**;
2. Selecione **Stat>Quality Tools>Capability>Normal**;
3. Complete a caixa de diálogo, como mostra a figura a seguir:
4. Clique em **Transform**, marque **Box-Cox power transformation ($W = Y^{**\lambda}$)**, e marque a opção **Use optimal lambda**.
5. Clique em **Options**, então marque **Include confidence intervals**;
6. Clique em **OK** em todas as caixas de diálogo.



Capability Analysis (Normal Distribution)

Data are arranged as

Single column:

Subgroup size:

(use a constant or an ID column)

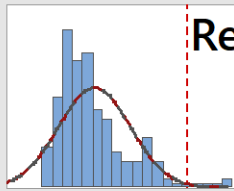
Subgroups across rows of:

Lower spec: Boundary

Upper spec: Boundary

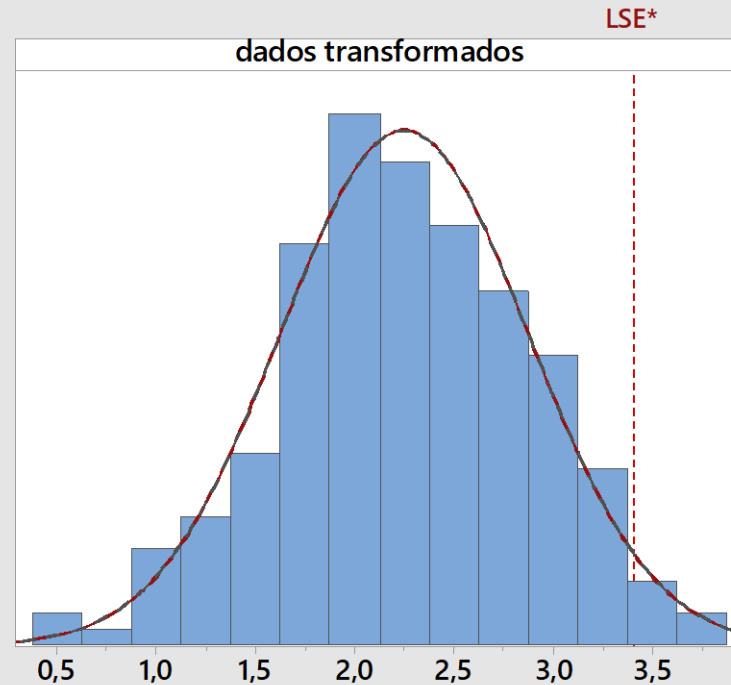
Historical mean: (optional)

Historical standard deviation: (optional)



Relatório de Capacidade do Processo para Concentricity Usar Transformação de Box-Cox com $\lambda = 0$ (usando 95,0% de confiança)

Dados do Processo	
LIE	*
Alvo	*
LSE	30
Média Amostral	11,4425
N Amostral	200
DesvPad(Global)	7,24028
DesvPad(Dentro)	7,23288
Depois da Transformação	
LIE*	*
Alvo*	*
LSE*	3,4012
Média Amostral*	2,25027
DesvPad(Global)*	0,62389
DesvPad(Dentro)*	0,624649



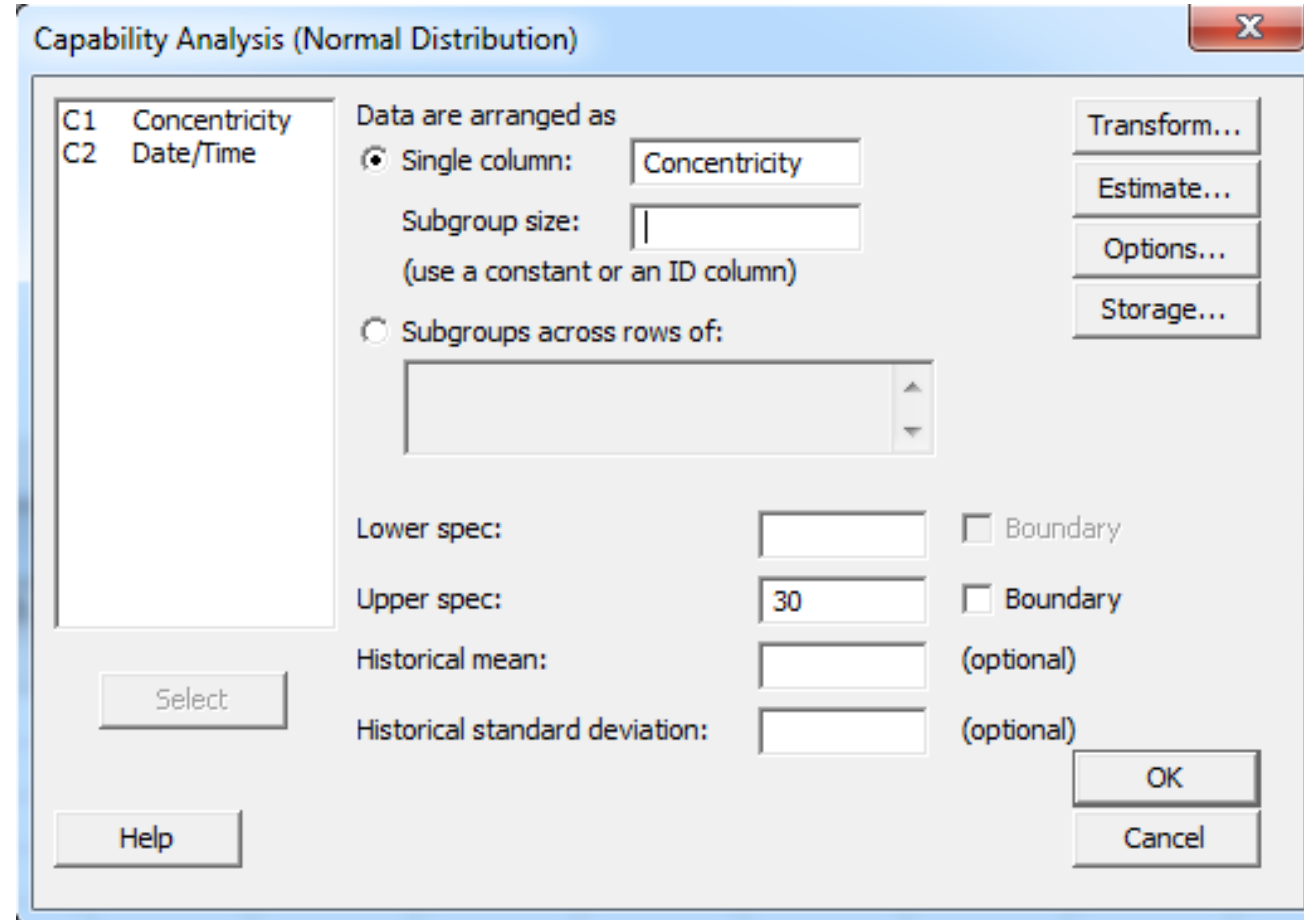
Capacidade Global	
Pp	*
IC para Pp	(*; *)
PPL	*
PPU	0,61
Ppk	0,61
IC para Ppk	(0,54; 0,69)
Cpm	*
Capacidade Potencial (Dentro)	
Cp	*
IC para Cp	(*; *)
CPL	*
CPU	0,61
Cpk	0,61
IC para Cpk	(0,54; 0,69)

	Desempenho		
	Observado	Global Esperado*	Dentro Esperado*
PPM < LIE	*	*	*
PPM > LSE	25000,00	32536,18	32699,80
PPM Total	25000,00	32536,18	32699,80

* Calculado com LIE* e LSE*

Capability Analysis (Normal) Johnson Transformation

1. Selecione **Stat>Quality Tools>Capability Analysis>Normal**;
2. Complete a caixa de diálogo, como mostra a figura a seguir:
3. Clique em **Transform**;
4. Selecione **Johnson Transformation (for overall analysis only)**;
5. Clique em **OK**;
6. Clique em **Options**;
7. Marque **Include confidence intervals**.
8. Clique em **OK** em todas as caixas de diálogo.



Capability Analysis (Normal Distribution)

C1	Concentricity
C2	Date/Time

Data are arranged as

Single column:

Subgroup size:
(use a constant or an ID column)

Subgroups across rows of:

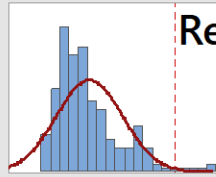
Lower spec: Boundary

Upper spec: Boundary

Historical mean: (optional)

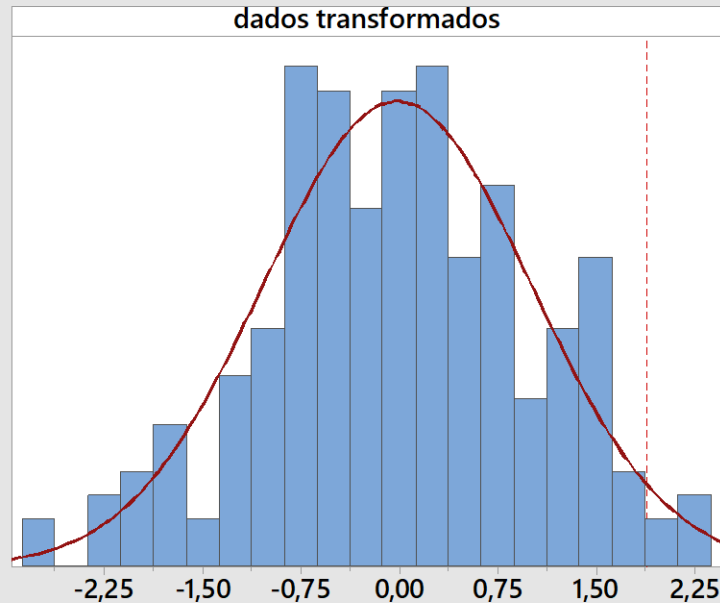
Historical standard deviation: (optional)

Buttons: Transform..., Estimate..., Options..., Storage..., Select, Help, OK, Cancel



Relatório de Capacidade do Processo para Concentricity
 Transformação de Johnson com SL Tipo de Distribuição
 $-3,809 + 1,671 \times \ln(X + 0,161)$
 (usando 95,0% de confiança)

Dados do Processo	
LIE	*
Alvo	*
LSE	30
Média Amostral	11,4425
N Amostral	200
DesvPad(Global)	7,24028
Depois da Transformação	
LIE*	*
Alvo*	*
LSE*	1,88372
Média Amostral*	-0,0147461
DesvPad(Global)*	1,02141



Capacidade Global	
Pp	*
IC para Pp	(*; *)
PPL	*
PPU	0,62
Ppk	0,62
IC para Ppk	(0,54; 0,70)
Cpm	*

	Desempenho	
	Observado	Global Esperado*
PPM < LIE	*	*
PPM > LSE	25000,00	31536,80
PPM Total	25000,00	31536,80

* Calculado com LIE* e LSE*



Capacidade do Processo



Exemplo 3: Comprimento do Pino

Proposta

Avaliar a capacidade do processo, para dados normais multivariados.

Problema

Um fabricante usa duas máquinas para produzir pinos de conectores. Um engenheiro de qualidade quer comparar a capacidade de processo de cada máquina. O engenheiro seleciona aleatoriamente amostras de cinco pinos por caixa de cada máquina. O intervalo de especificação do comprimento do pino é 13 mm a 25 mm..

Arquivo de Dados: [comprimentodopino.MPJ](#)

Capability Sixpack Normal

1. Abra **comprimentodopino.MPJ**;
2. Selecione **Stat>Quality Tools>Capability Sixpack>Normal**;
3. Complete a caixa de diálogo, como mostra a figura a seguir:
4. Clique em **Teste**, selecione **Perform All eight tests**.Clique em **OK**;
5. Clique em **Options**;
6. Em **Target (add Com to table)**, digite **19**.
7. Clique em **OK** em todas as caixas de diálogo

Capability Sixpack (Normal Distribution) ✕

C1	Comprimento
C2	Máquina

Data are arranged as

Single column:

Subgroup size:
(use a constant or an ID column)

Subgroups across rows of:

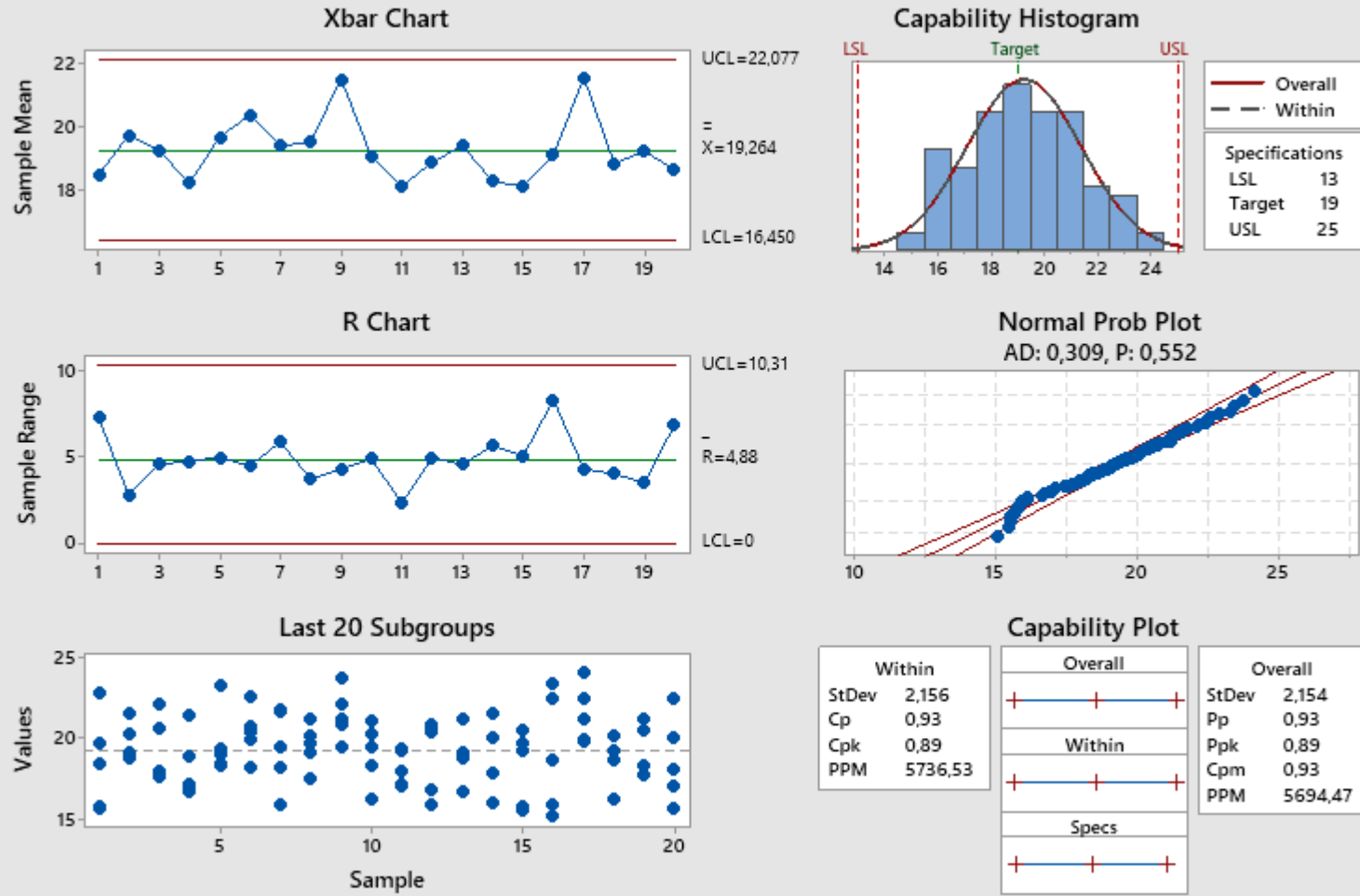
Lower spec:

Upper spec:

Historical mean: (optional)

Historical standard deviation: (optional)

Process Capability Sixpack Report for Comprimento



The actual process spread is represented by 6 sigma.

Capability Analysis Normal

1. Selecione **Stat>Quality Tools>Capability Analysis>Normal**;
2. Complete a caixa de diálogo, como mostra a figura a seguir:
3. Clique em **Options**;
4. Em **Target (adds Com to table)** digite **19**;
5. Marque **Include confidence intervals**;
6. Selecione **Two-sides**;
7. Clique em **Ok** em todas as caixas de diálogo.

Capability Analysis (Normal Distribution) ×

Data are arranged as

Single column:

Subgroup size:
(use a constant or an ID column)

Subgroups across rows of:

Lower spec: Boundary

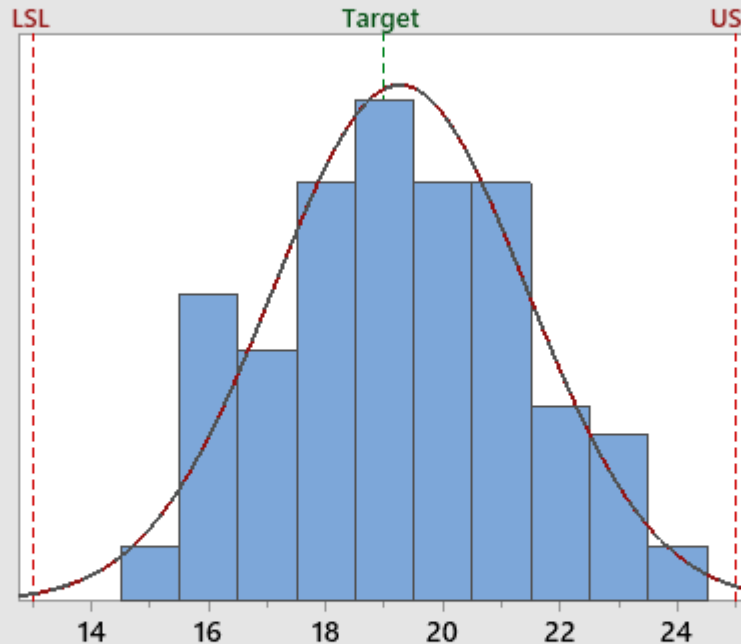
Upper spec: Boundary

Historical mean: (optional)

Historical standard deviation: (optional)

Process Capability Report for Comprimento 95% Confidence

Process Data	
LSL	13
Target	19
USL	25
Sample Mean	19,2637
Sample N	100
StDev(Overall)	2,15419
StDev(Within)	2,15609



—	Overall
- - -	Within

Overall Capability	
Pp	0,93
CI for Pp	(0,80; 1,06)
PPL	0,97
PPU	0,89
Ppk	0,89
CI for Ppk	(0,75; 1,03)
Cpm	0,93
CI for Cpm	(0,80; 1,05)

Potential (Within) Capability	
Cp	0,93
CI for Cp	(0,78; 1,07)
CPL	0,97
CPU	0,89
Cpk	0,89
CI for Cpk	(0,73; 1,04)

	Observed	Performance			
		Expected Overall	CI	Expected Within	CI
PPM < LSL	0,00	1820,72	(393,12; 6991,04)	1835,69	(341,82; 7886,24)
PPM > USL	0,00	3873,75	(1026,73; 12436,45)	3900,84	(913,51; 13759,8)
PPM Total	0,00	5694,47	(1744,54; 18422,68)	5736,53	(1546,76; 21036,17)

The actual process spread is represented by 6 sigma.

Capability Analysis Multiple Variables (Normal)

1. Selecione **Stat>Quality Tools>Capability Analysis>Multiple Variables (Normal)**;
2. Complete a caixa de diálogo, como mostra a figura a seguir:
3. Clique em **Options**;
4. Em **Target (adds Com to table)** digite **19**;
5. Marque **Include confidence intervals**;
6. Selecione **Two-sides**;
7. Clique em **Ok** em todas as caixas de diálogo.

Capability Analysis for Multiple Variables (Normal Distribution) ✕

C1	Comprimento
C2	Máquina

Variables: Comprimento

Subgroup sizes: 5

By variables: Máquina

Lower spec: 13
 Boundary:

Upper spec: 25
 Boundary:

Variation:
 Within subgroups
 Between/Within subgroups

Buttons: Historical..., Transform..., Estimate..., Graphs..., Options..., Storage..., Select, Help, OK, Cancel

Process Data

Máquina	LSL	Target	USL	Sample Mean	Sample N	StDev(Within)	StDev(Overall)
1	13	19	25	19,5137	50	2,00763	2,01197
2	13	19	25	19,0136	50	2,30763	2,28038

Overall Capability

Máquina	Pp	95% CI	PPL	PPU	Ppk	95% CI	Cpm	95% CI
1	0,994	(0,798; 1,190)	1,079	0,909	0,909	(0,707; 1,111)	0,972	(0,783; 1,162)
2	0,877	(0,704; 1,050)	0,879	0,875	0,875	(0,679; 1,071)	0,886	(0,713; 1,059)

Potential (Within) Capability

Máquina	Cp	95% CI	CPL	CPU	Cpk	95% CI
1	0,996	(0,779; 1,213)	1,081	0,911	0,911	(0,691; 1,131)
2	0,867	(0,677; 1,056)	0,869	0,865	0,865	(0,654; 1,076)

Observed Performance

Máquina	PPM < LSL	PPM > USL	PPM Total
1	0,00	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00

Exp. Within Performance

Máquina	PPM < LSL	95% CI	PPM > USL	95% CI	PPM Total	95% CI
1	588,35	(30,68; 6543,62)	3140,68	(346,19; 19092,72)	3729,02	(500,80; 27200,63)
2	4580,74	(596,12; 24350,20)	4740,82	(626,30; 24896,32)	9321,56	(1757,75; 47872,36)

Exp. Overall Performance

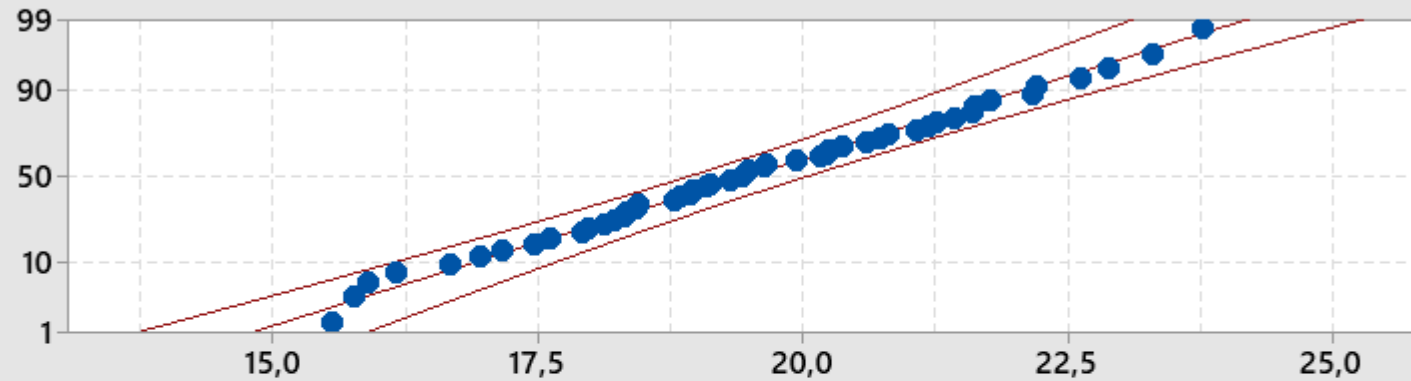
Máquina	PPM < LSL	95% CI	PPM > USL	95% CI	PPM Total	95% CI
1	602,97	(41,46; 5556,42)	3197,36	(428,50; 17005,01)	3800,33	(614,15; 23133,71)
2	4180,85	(622,80; 20379,18)	4330,20	(654,00; 20868,31)	8511,05	(1825,95; 38721,84)

Capacidade do Processo

Probability Plots of Comprimento by Máquina

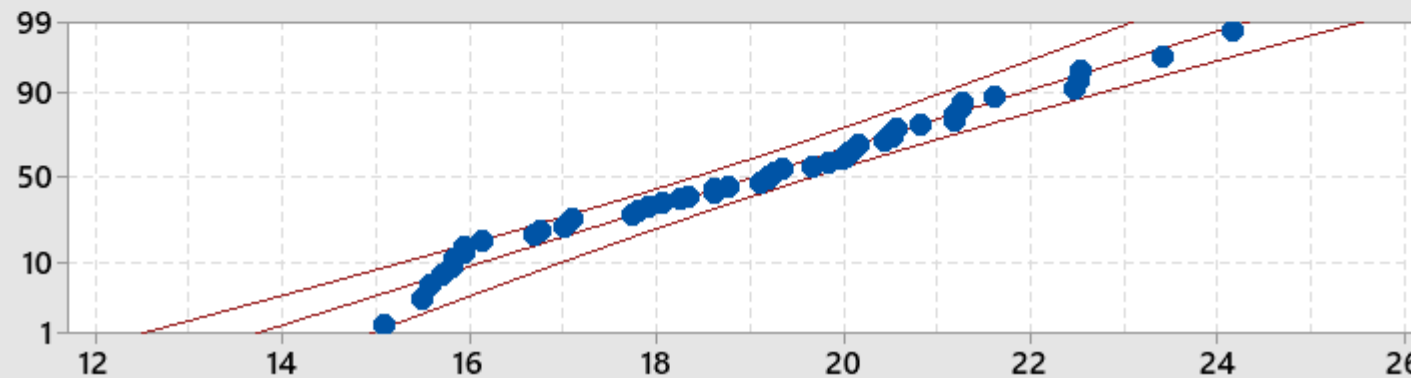
Máquina = 1

Normal - 95% CI, AD: 0,119, P: 0,989



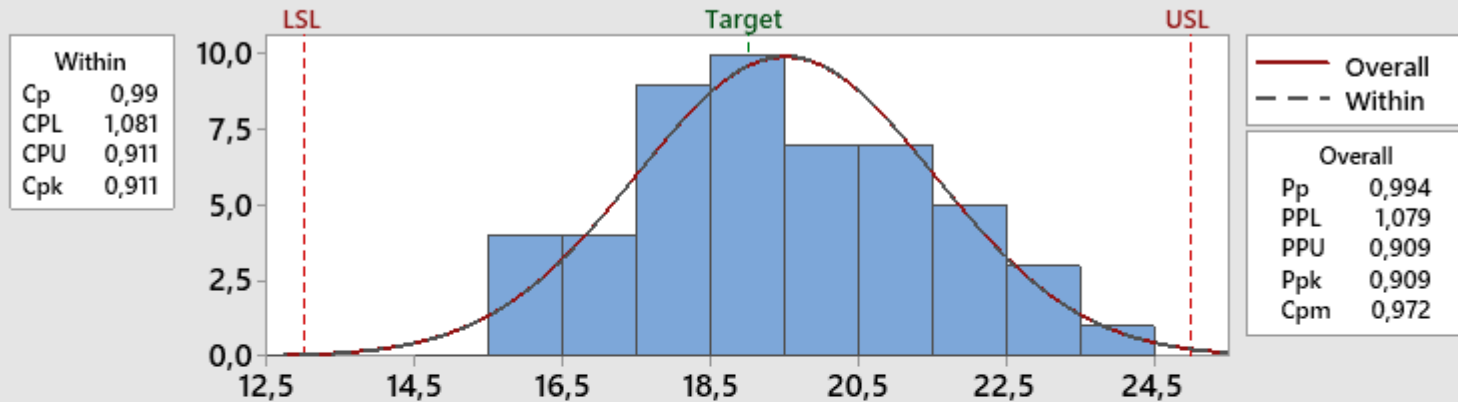
Máquina = 2

Normal - 95% CI, AD: 0,373, P: 0,406

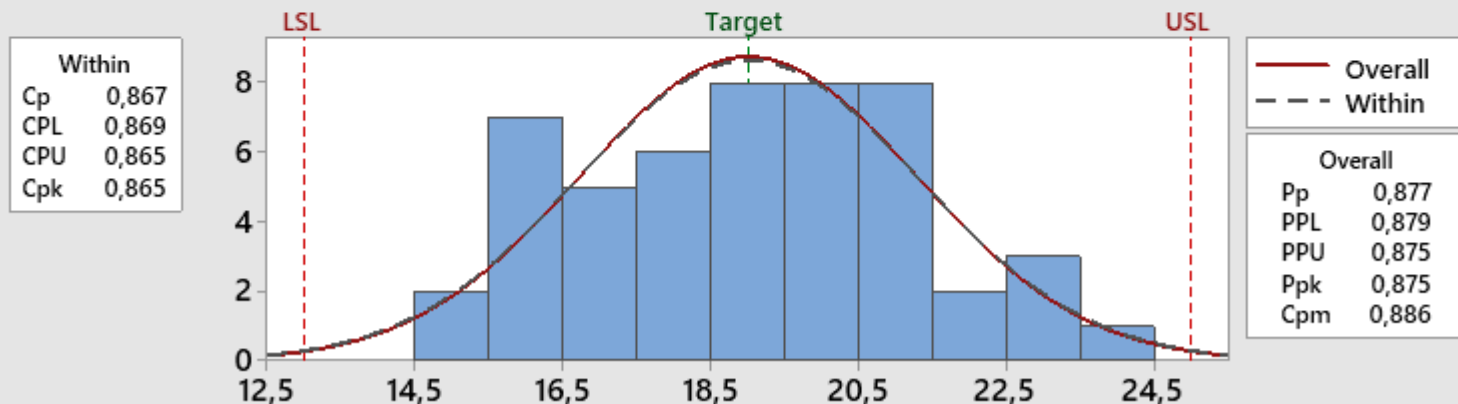


Process Capability Report for Comprimento by Máquina

Máquina = 1



Máquina = 2



The actual process spread is represented by 6 sigma.



Capacidade do Processo



Exemplo 4: Defeitos do Fio

Proposta

Avaliar a capacidade do processo, para dados não normais

Problema

Uma engenheira de qualidade quer avaliar o processo de isolamento de fio. O engenheiro seleciona aleatoriamente os comprimentos de fios elétricos e testa esses fios quanto a pontos fracos no isolamento submetendo-os a uma tensão de teste. Ele registra o número de pontos fracos (defeitos) e o comprimento de cada fio em metros.

Arquivo de Dados: defeitosfio.MPJ

1. Abra **defeitosdefio.MPJ**;
2. Selecione **Stat>Quality Tools>Capability>Poisson**;
3. Complete a caixa de diálogo, como mostra a figura a seguir:
4. Clique em **Tests**, então marque **Perform all four tests**;
5. Clique em **OK** em todas as caixas de diálogo.

Capability Analysis (Poisson Distribution) ✕

Defects:

Sample size

Constant size:

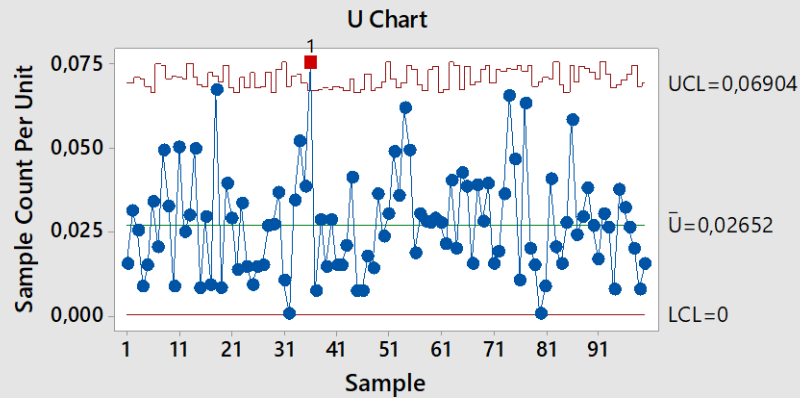
Use sizes in:

Historical μ : (optional)

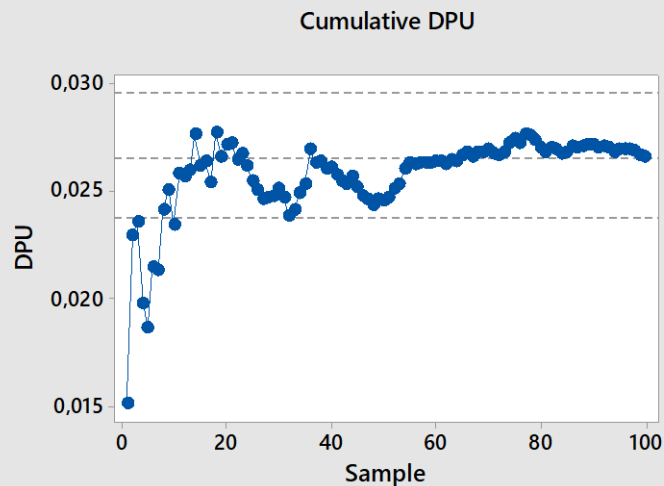
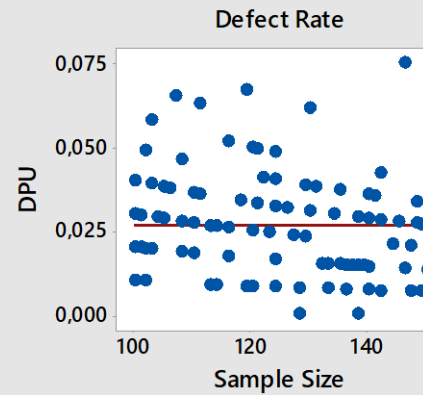
Enter a target DPU for this process (optional)

Target:

Poisson Process Capability Report for Pontos Fracos



Tests are performed with unequal sample sizes.



Summary Stats	
(95,0% confidence)	
Mean DPU:	0,0265
Lower CI:	0,0237
Upper CI:	0,0295
Min DPU:	0,0000
Max DPU:	0,0753
Targ DPU:	0,0000

