

Introdução ao Minitab Statistical Software

Índice

1	Introdução	4
	Visão geral	4
	A história	4
	A interface de usuário do Minitab	4
	Tipos de dados	6
	Abrir e examinar uma worksheet	7
	No próximo capítulo	7
2	Criação de gráficos de dados	8
	Visão geral	8
	Criar, interpretar e editar histogramas	8
	Criar e interpretar gráficos de dispersão	13
	Organizar vários gráficos em um layout	16
	Salvar um projeto do Minitab	19
	No próximo capítulo	19
3	Analisar dados	20
	Visão geral	20
	Resumir os dados	20
	Comparar duas ou mais médias	22
	Salvar o projeto	28
	No próximo capítulo	28
4	Avaliação da qualidade	29
	Visão geral	29
	Criar e interpretar cartas de controle	29
	Crie e interprete as estatísticas de capacidade	34
	Salvar o projeto	35
	No próximo capítulo	35
5	Planejar um experimento	36
	Visão geral	36
	Criar um experimento planejado	36
	Exibir o experimento	39
	Inserir dados na worksheet	40
	Analisar o experimento e interpretar os resultados	41
	Usar o modelo armazenado para análises adicionais	44
	Salvar o projeto	47
	No próximo capítulo	48
6	Repetir a análise	49
	Visão geral	49
	Executar uma análise usando comandos da janela Session	49

Copiar comandos de sessão	50
Use um arquivo exec para repetir a análise	51
Salvar o projeto	52
No próximo capítulo	53
7 Importação e preparação dos dados	54
Visão geral	54
Importar dados de fontes diferentes	54
Prepare os dados para a sua análise	56
Quando os valores de dados mudam	59
Salvar a worksheet	59
Índice	60

1. Introdução

Visão geral

Introdução ao Minitab Statistical Software apresenta a você alguns dos recursos e tarefas mais comumente usados no Minitab.

Nota: Alguns recursos neste guia estão disponíveis apenas no aplicativo de desktop. Quando usar o aplicativo web em um computador Windows ou em um Mac, você pode abrir o aplicativo de desktop para acessar todos os recursos que o Minitab oferece.

A maioria das análises estatísticas exige seguir uma série de etapas, em geral direcionadas pelo conhecimento prévio ou pelo assunto que você está investigando. Os capítulos 2 a 5 ilustram as seguintes etapas:

- Explorar os dados com gráficos e apresentar resultados
- Conduzir análises estatísticas
- Avaliar a qualidade
- Planejar um experimento

Nos capítulos 6 e 7, você aprenderá a fazer o seguinte:

- Usar atalhos para automatizar análises futuras
- Importar dados para o Minitab a partir de diferentes tipos de arquivos e preparar os dados para análise

A história

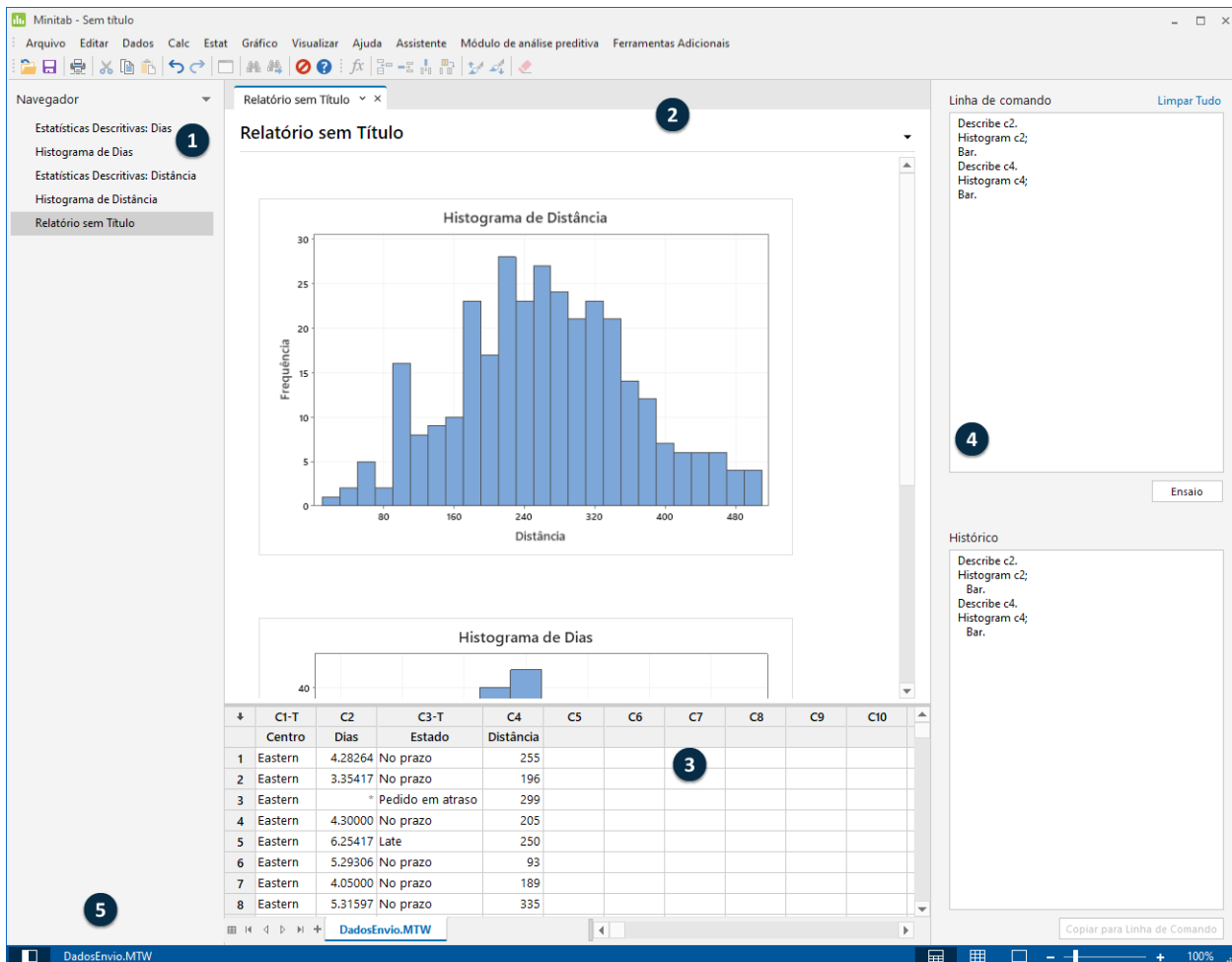
Uma empresa que vende livros online tem três centros de expedição regionais. Cada centro de expedição usa um sistema informatizado diferente para inserir e processar os pedidos. A empresa deseja identificar o sistema informatizado mais eficiente e usá-lo em todos os centros de expedição.

Acompanhando o *Introdução ao Minitab Statistical Software*, você analisará os dados dos centros de expedição enquanto aprende a usar o Minitab. Você criará gráficos e realizará análises estatísticas para identificar o centro de expedição que tem o sistema informatizado mais eficiente. Depois, você se concentrará nos dados desse centro de expedição. Primeiro, você criará cartas de controle para testar se o processo de expedição do centro está sobre controle. Em seguida, você realizará uma análise de capacidade para testar se o processo está funcionando dentro dos limites de especificação. Finalmente, você realizará um experimento planejado para determinar maneiras de melhorar esses processos.

Você também aprenderá como usar comandos de sessão para automatizar as futuras análises e como importar dados para o Minitab.

A interface de usuário do Minitab

Tudo que você vê na interface faz parte do seu projeto.



A interface do Minitab inclui os seguintes componentes:

1: Navegador

Contém a lista de títulos de saída e títulos de relatório em seu projeto. A saída e os relatórios são ordenados do mais antigo para o mais novo, com os itens mais recentes na parte de baixo da lista. Clique com o botão direito do mouse em qualquer título no **Navegador** para realizar as seguintes tarefas:

- Abra a saída ou o relatório em exibição dividida para comparar as saídas e para arrastar e soltar facilmente a saída em um relatório.
- Renomeie a saída ou o relatório. O nome também é atualizado no painel de saída.
- Envie a saída ou o relatório para um aplicativo diferente, como Microsoft® Word, Microsoft® PowerPoint, Minitab Engage™ ou Minitab Workspace®.
- Excluir a análise ou o relatório do projeto. É possível desfazer esta ação no menu **Editar**.

Dica: Se o seu projeto tem múltiplas worksheets, é possível visualizar a lista de saída por worksheet. Em **Navegador**, clique em  e selecione **Agrupar comandos por worksheet**

2: Painel de saída

Exibe uma lista das páginas de saída e páginas de relatório em um projeto. As páginas de Saída mostram a saída, como gráficos e tabelas, depois que uma análise é executada. As páginas de relatório exibem a saída que você coleta de uma ou mais páginas de saída. Você pode criar e editar relatórios no aplicativo de desktop. Você só pode abrir e visualizar relatórios no aplicativo web. Do painel de saída, é possível realizar as seguintes tarefas:

- Para mexer com os conteúdos de uma aba, clique em aba, em seguida clique em  próximo ao título da saída.

- Para mexer com uma tabela ou gráfico em específico, clique em gráfico ou tabela, em seguida clique em .
- Para visualizar uma saída que não está atualmente visível, clique no título da saída no **Navegador**.

Dica: Para comparar a saída de duas análises diferentes relatórios, clique com o botão direito do mouse na segunda parte da saída no **Navegador** e selecione **Abrir em visualização dividida**.

3: Painel de dados (worksheets)

Exibe a worksheet ativa. É possível ter várias worksheets no painel de dados; entretanto, o Minitab usa os dados na worksheet ativa para executar a análise.

Dica: Para renomear a worksheet, clique duas vezes no nome na guia da worksheet.

4: Painel linha de comandos/histórico

Por padrão, este painel não é mostrado. Para mostrar este painel, escolha **Visualizar > Linha de comandos/histórico**. Se você fechar o Minitab enquanto o painel estiver visível, este estará visível na próxima vez quando você abrir o Minitab.

Linha de comando

O local onde você entra ou cola a linguagem de comando para realizar uma análise.

Histórico

A linguagem de comando que o Minitab usa para realizar uma análise. É possível selecionar e copiar comandos e subcomandos do painel **Histórico** para o painel **Linha de comando**, onde é possível editá-los e executá-los novamente.

5: Barra de status

Use a barra de status para mostrar ou esconder o Navegador, o painel de dados ou o painel de saída. Você pode aumentar ou diminuir o zoom de um gráfico ou de uma worksheet, dependendo se o painel de dados ou o painel de saída estiver selecionado.

- Clique em  para exibir ou ocultar o **Navegador**.
- Clique em  para mostrar o painel de saída e o painel de dados ao mesmo tempo.
- Clique em  para mostrar somente o painel de dados.
- Clique em  para mostrar somente o painel de saída.

Tipos de dados

Uma worksheet pode conter os seguintes tipos de dados.

Dados numéricos

Números, como 264 ou 5,28125.

Dados de texto

Letras, números, espaços e caracteres especiais, como Teste nº4 ou América do Norte.

Dados de data/hora

Datas, como mar-17-2020, 17-Mar-2020, 3/17/20 ou 17/03/20.

Horas, como 08:25:22 AM.

Data/hora, como 3/17/19 08:25:22 AM ou 17/03/2020 08:25:22.

Abrir e examinar uma worksheet

É possível abrir uma nova worksheet vazia a qualquer momento. Também é possível abrir um ou mais arquivos que contenham dados, como um arquivo do Microsoft Excel. Ao abrir um arquivo, você copia o seu conteúdo para o projeto atual do Minitab. As alterações feitas na worksheet, enquanto você estiver no projeto, não afetarão o arquivo original.

Os dados dos três centros de expedição estão armazenados na worksheet, DadosEnvio.MTW.

Nota: Em alguns casos, será necessário preparar a worksheet antes de começar a análise. Para obter mais informações, acesse [Importação e preparação dos dados](#) na página 54.

1. Abra o conjunto de dados, [DadosEnvio.MTW](#).

Os dados são organizados em colunas e também são chamados de variáveis. O nome e o número da coluna estão sobre cada coluna.

↓	C1-T	C2-D	C3-D	C4	C5-T	C6
	Centro	Ordem	Chegada	Dias	Status	Distância
1	Oriente	3/4 8:34	3/8 15:21	4,28264	No prazo	255
2	Oriente	3/4 08:35	3/7 17:05	3,35417	No prazo	196
3	Oriente	3/4 08:38	*	*	Pedido pendente	299
4	Oriente	3/4 08:40	3/8 15:52	4,30000	No prazo	205
5	Oriente	3/4 08:42	3/10 14:48	6,25417	Atrasado	250

Na worksheet, cada linha representa um único pedido de livro. As colunas contêm as seguintes informações:

- Centro: nome do centro de expedição
- Pedido: data e hora do pedido
- Chegada: data e hora da entrega
- Dias: tempo de entrega em dias
- Estado: status da entrega
 - No prazo indica que o livro foi recebido a tempo.
 - Pedido em atraso indica que o livro ainda não pode ser enviado, pois não há disponibilidade em estoque.
 - Late indica que o livro foi recebido seis ou mais dias após a colocação do pedido.
- Distância: distância entre o centro de expedição e o local de entrega

No próximo capítulo

Agora que você tem uma worksheet aberta, está pronto para começar a usar o Minitab. No próximo capítulo, você usará gráficos para verificar a normalidade dos dados e examinar as relações entre as variáveis.

2. Criação de gráficos de dados

Visão geral

Antes de conduzir uma análise estatística, é possível usar os gráficos para explorar os dados e avaliar as relações entre as variáveis. Além disso, é possível usar gráficos para resumir dados e para ajudar a interpretar resultados estatísticos.

Você pode acessar os gráficos do Minitab nos menus **Gráfico** e **Estat**. Gráficos internos, que auxiliam a interpretar os resultados e avaliar a validade das suposições estatísticas, também estão disponíveis com vários comandos estatísticos.

Os gráficos do Minitab incluem os seguintes recursos:

- Galerias ilustrativas ajudam a escolher um tipo de gráfico
- Flexibilidade na personalização de gráficos
- Elementos gráficos que você pode alterar
- Opção a ser atualizada

Este capítulo explora a worksheet de dados de envio aberto no capítulo anterior. Você usará gráficos para verificar a normalidade dos dados, comparar médias, explorar a variabilidade e examinar os relacionamentos entre as variáveis.

Criar, interpretar e editar histogramas

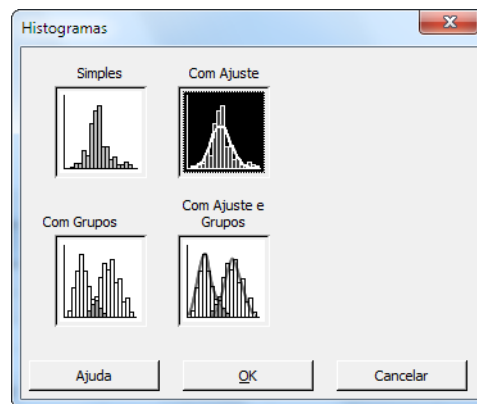
Antes de realizar uma análise estatística, primeiro você deve criar gráficos que apresentem características importantes dos dados. Em relação aos dados de envio, você deseja saber o tempo médio de entrega de cada centro de expedição e como os dados variam em cada centro. Você também deseja determinar se os dados de envio seguem uma distribuição normal, para que você possa usar métodos estatísticos padrão para testar a igualdade de médias.

Criar um histograma em painéis

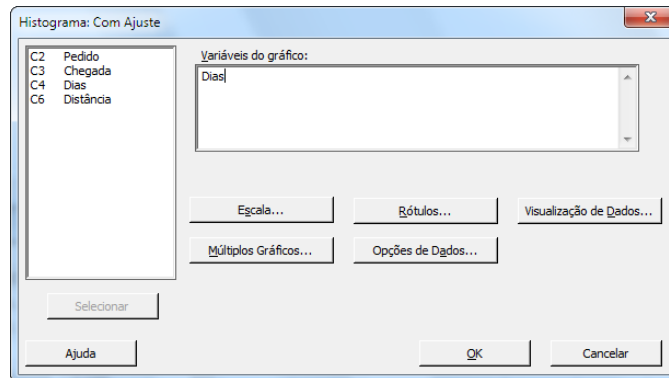
Para determinar se os dados dos centros de expedição seguem uma distribuição normal, crie um histograma em painéis do intervalo de tempo entre a data do pedido e a data de entrega.

Nota: Quando usar o aplicativo web, clique em [Abrir no aplicativo desktop](#) para concluir as seguintes etapas.

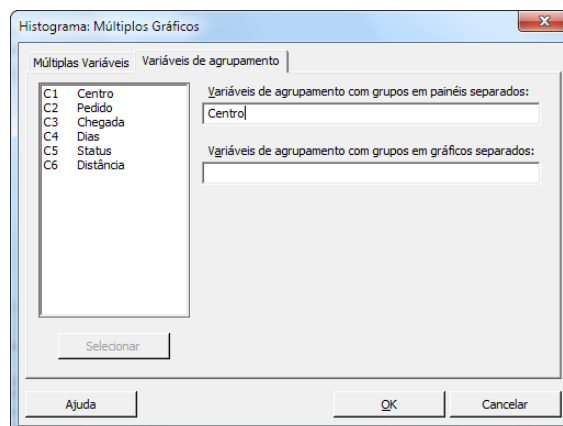
1. Se tiver lido o capítulo anterior, siga para o passo 2. Se não, abra o conjunto de dados, [DadosEnvio.MTW](#).
2. Selecione **Gráfico** > **Histograma**.



3. Selecione **Com Ajuste** e depois clique em **OK**.
4. Em **Variáveis do gráfico**, insira *Dias*.



5. Clique em **Múltiplos Gráficos**, e depois na guia **Por variáveis**.
6. Em **Por variáveis com grupos em painéis separados**, insira *Centro*.



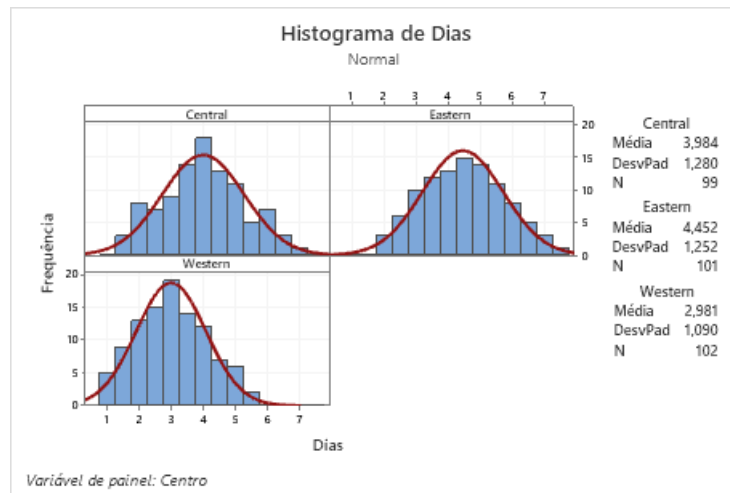
7. Clique em **OK** em cada caixa de diálogo.

Nota:

Para selecionar as variáveis na maioria das caixas de diálogo do Minitab, use um dos seguintes métodos:

- Clique duas vezes nas variáveis na caixa de lista de variáveis.
 - Destaque as variáveis na caixa da lista e depois clique em **Selecionar**.
 - Digite os nomes das variáveis ou números da coluna.
-

Histograma com grupos em painéis separados



Interpretar os resultados

Os histogramas parecem ter a forma aproximada de um sino e serem simétricos em torno da média, o que indica que os tempos de entrega de cada centro têm distribuição aproximadamente normal.

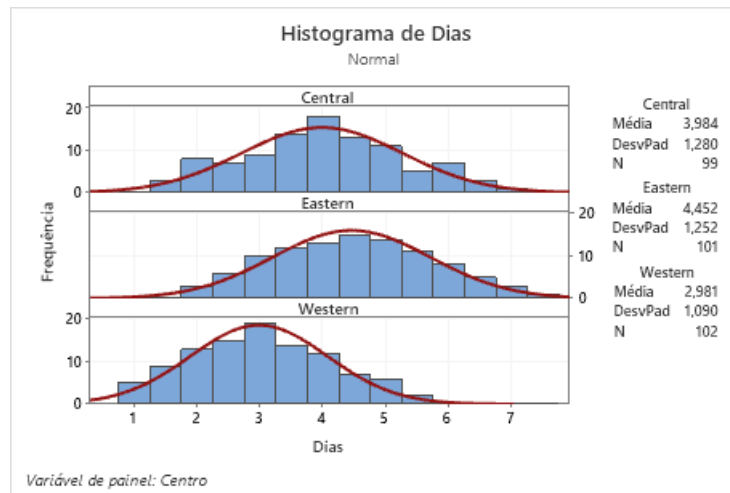
Reorganizar o histograma em painéis

Para o gráfico criado, você quer reorganizar os três painéis de modo de forma que as comparações entre as médias e as variações sejam mais fáceis.

Nota: Quando usar o aplicativo web, clique em [Abrir no aplicativo desktop](#) para concluir as seguintes etapas.

1. Clique duas vezes nas histograma para abrir a caixa de diálogo **Editar gráfico**.
2. Clique com o botão direito de qualquer um dos títulos do histograma (Central, Oriental ou Ocidental) e escolha **Editar painéis**.
3. Na guia **Organização**, em **Linhas e Colunas**, selecione **Personalizado**. Em **Linhas**, insira 3. Em **Colunas**, insira 1.
4. Clique em **OK** em cada caixa de diálogo para mostrar as alterações no painel de saída.

Histograma com painéis organizado em uma coluna



Interpretar os resultados

Os tempos de entrega médios para cada centro de expedição são diferentes:

- Central: 3,984 dias
- Leste: 4,452 dias
- Oeste: 2,981 dias

O histograma agrupado mostra que os centros Central e Leste são semelhantes em relação ao tempo médio de entrega e na dispersão do tempo de entrega. Diferentemente, o tempo médio de entrega do centro Oeste é menor e a distribuição é menos dispersa. [Analisar dados](#) na página 20 mostra como detectar diferenças significantes estatisticamente entre as médias usando a ANOVA (análise de variância).

Dica: Com alguns gráficos e saídas, como o histograma, o Minitab o notifica quando os dados da planilha são alterados. Quando os dados forem alterados, procure pela notificação na parte superior do painel de saída e clique em um dos links para atualizar os resultados ou criar novos resultados usando os dados atuais.

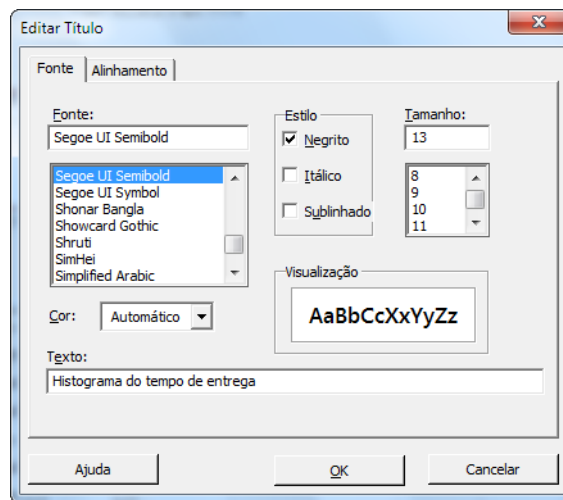
Editar o título e adicionar uma nota de rodapé

Para ajudar seu supervisor a interpretar rapidamente o histograma, é desejável alterar o título e adicionar uma nota de rodapé.

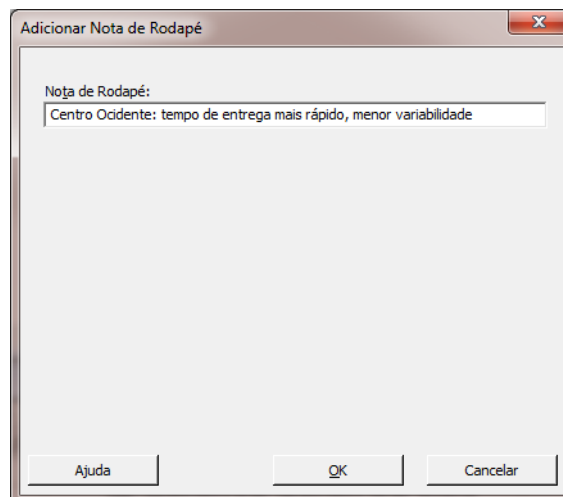
Nota: Quando usar o aplicativo web, clique em [Abrir no aplicativo desktop](#) para concluir as seguintes etapas.

1. Clique duas vezes no título, [Histograma de dias](#).

2. Em **Texto**, insira *Histograma do tempo de entrega*.

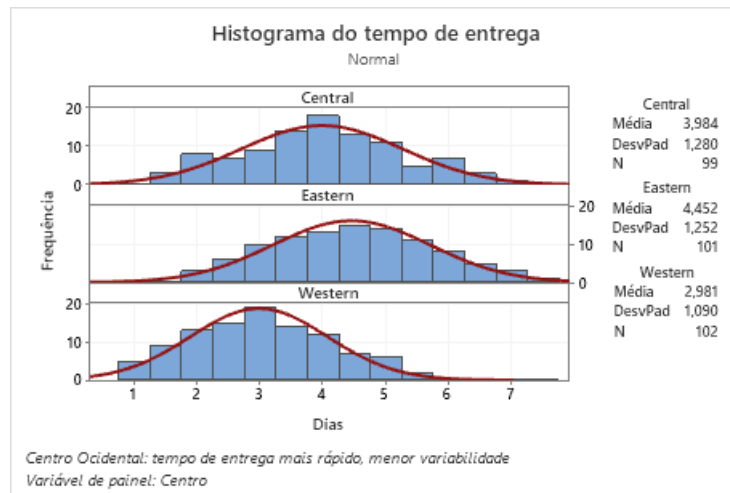


3. Clique em **OK**.
4. Clique com o botão direito no histograma e depois selecione **Adicionar** > **Nota de rodapé**.
5. Em **Nota de Rodapé**, insira *Centro Ocidente: tempo de entrega mais rápido, menor variabilidade*.



6. Clique em **OK** em cada caixa de diálogo para mostrar as alterações no painel de saída.

Histograma com título editado e nova nota de rodapé



Interpretar os resultados

O histograma em painéis agora possui um título mais descritivo e uma nota de rodapé que fornece uma breve interpretação dos resultados.

Criar e interpretar gráficos de dispersão

Gráficos podem ajudar a identificar se existem relações entre variáveis e a força das relações. Conhecer as relações entre as variáveis pode ajudá-lo a determinar quais variáveis são importantes para a análise e quais análises adicionais escolher.

Como cada centro de expedição atende a uma região, você supõe que a distância do local de entrega não afeta muito o tempo de entrega. Para verificar essa hipótese e eliminar a variável distância como um fator de potencial importância, examine a relação entre o tempo de entrega e a distância do local de entrega para cada centro.

Criar um gráfico de dispersão com grupos

Para examinar a relação entre duas variáveis, você usa um gráfico de dispersão. É possível escolher um gráfico de dispersão no menu Graph ou usar a Assistência do Minitab.

A Assistência pode ser usada para os testes estatísticos, gráficos, análises de qualidade e planejamento de experimentos (DOE) mais básicos. Use a Assistência nas seguintes situações:

- Você precisa de ajuda para escolher a ferramenta correta para uma análise.
- Você deseja caixas de diálogo que tenham menos terminologia técnica e que sejam mais fáceis de preencher.
- Você deseja que o Minitab verifique as suposições da análise para você.
- Você deseja saídas mais gráficas e que expliquem em detalhes como interpretar seus resultados.

Nota: Quando usar o aplicativo web, clique em [Abrir no aplicativo desktop](#) para concluir as seguintes etapas.

1. Selecione **Assistente** > **Análise gráfica**.
2. Em **Relações gráficas entre variáveis**, clique em **Gráfico de dispersão (grupos)**.
3. Em **Coluna Y**, insira *Dias*.

4. Em **Coluna X**, insira *Distância*.
5. Em **Número de colunas de X**, selecione **1**.
6. Em **X1**, insira *Centro*.



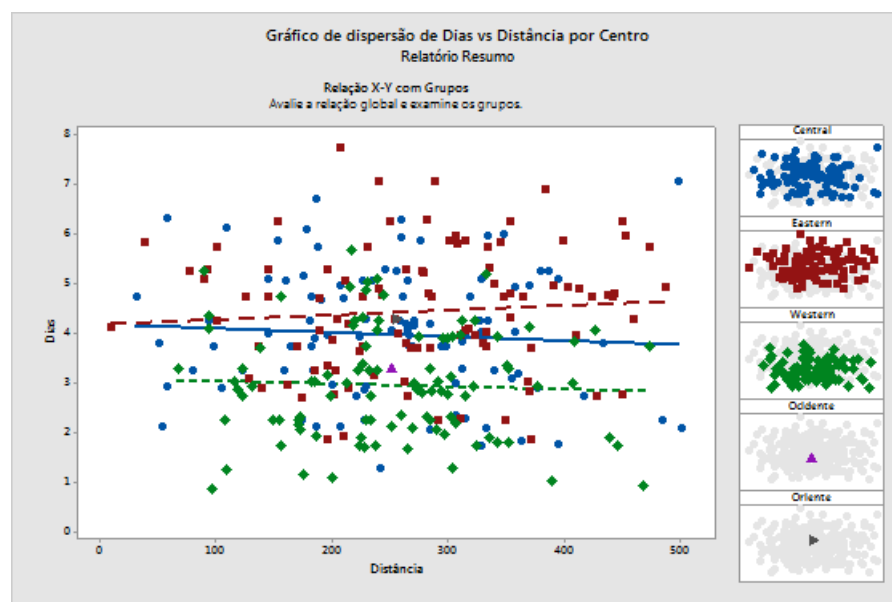
7. Clique em **OK**.

Interprete os resultados

A Assistência oferece relatórios padrão que o guiarão pelas análises e o ajudarão a interpretar os resultados com confiança.

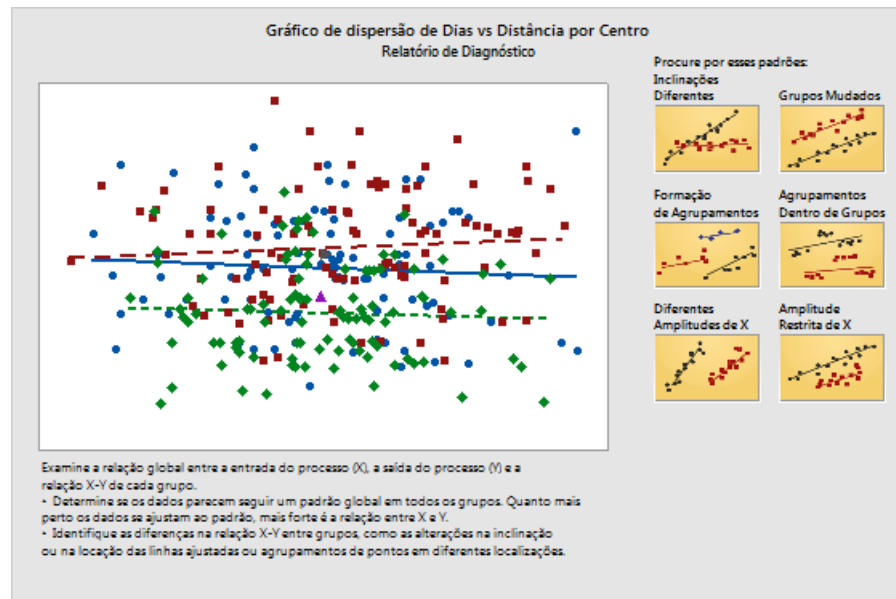
Relatório Resumo

O relatório resumo contém gráficos de dispersão de dias em relação à distância por centro de expedição sobrepostos no mesmo gráfico. Este relatório também fornece gráficos de dispersão menores para cada centro de expedição.



Relatório de Diagnóstico

O relatório de diagnóstico fornece orientação sobre possíveis padrões em seus dados. Os pontos no gráfico de dispersão não mostram relações aparentes entre dias e distância. A linha de regressão ajustada de cada centro é relativamente plana, o que indica que a proximidade do local de entrega em relação ao centro de expedição não afeta o tempo de entrega.



Relatório de estatísticas descritivas

O relatório de estatísticas descritivas contém as estatísticas descritivas de cada centro de expedição.

Gráfico de dispersão de Dias vs Distância por Centro
Relatório de Estatísticas Descritivas

Centro	N	Média	Dias			Média	Distância		
			DesvPad	Mínimo	Máximo		DesvPad	Mínimo	Máximo
Central	99	3,9840	1,2798	1,2674	7,0701	253,64	99,797	32	500
Eastern	100	4,4537	1,2586	1,8597	7,7479	276,15	105,28	11	487
Western	101	2,9785	1,0946	0,87083	5,6806	251,62	88,934	68	473
Ocidental	1	3,2764	*	3,2764	3,2764	252	*	252	252
Oriente	1	4,2826	*	4,2826	4,2826	255	*	255	255

Cartão de relatório

O cartão de relatório fornece informações sobre como verificar dados incomuns. O cartão de relatório também indica que parece haver uma relação entre a variável Y e as variáveis X. A variável Y é Dias e as variáveis X são Distância e Centro. Lembre-se de que o gráfico de dispersão indica que não parece haver uma relação entre dias e a distância. No entanto, pode haver uma relação entre dias e o centro de expedição, que você explorará em mais detalhes no próximo capítulo, [Analisar dados](#) na página 20.

Gráfico de dispersão de Dias vs Distância por Centro Cartão de Relatório		
Verificar	Status	Descrição
Dados Atípicos		Verifique a existência de pontos de dados atípicos, que são pontos que não parecem pertencer ao restante dos dados. Os dados atípicos podem fazer com que a linha ajustada seja empurrada para perto de pontos atípicos e para longe de outros pontos. Como os dados atípicos podem influenciar fortemente os resultados de quaisquer análises estatísticas que você realiza, tente identificar a causa de sua natureza atípica. Você pode passar o cursor sobre um ponto ou usar o recurso da Função Brush do Minitab para identificar as linhas da worksheet que correspondem aos outliers. Confira quaisquer erros de entrada de dados ou medições. Considere remover os dados associados a causas especiais e recriar o gráfico.
Próximos Passos		Parece haver uma relação entre Y e as variáveis X. Considere realizar uma análise de regressão para explorar mais a natureza da relação.

Organizar vários gráficos em um layout

Use a ferramenta de layout de gráfico do Minitab para organizar vários gráficos em um único layout. Você pode adicionar anotações ao layout e editar cada gráfico dentro do layout.

Para mostrar ao seu supervisor os resultados preliminares da análise gráfica dos dados de expedição, organize o relatório resumido e o histograma em painéis em um único layout.

Criar um layout de gráficos

Nota: Quando usar o aplicativo web, clique em [Abrir no aplicativo desktop](#) para concluir as seguintes etapas.

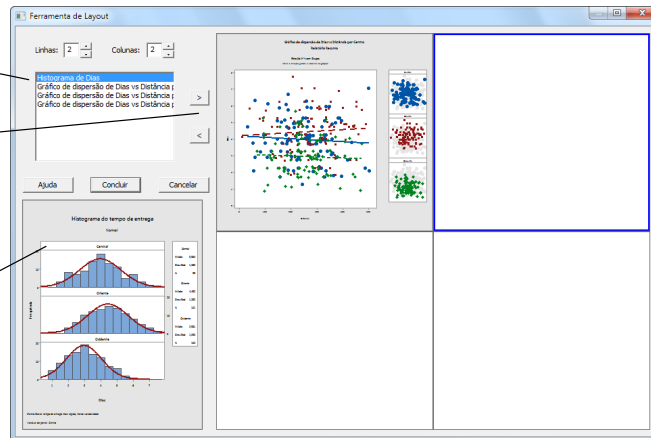
1. Clique com o botão direito do mouse no relatório de resumo e selecione **Ferramenta de layout**.

Layout gráfico com o relatório de resumo

Uma lista de todos os gráficos abertos

Botões usados para mover os gráficos para dentro e para fora do layout

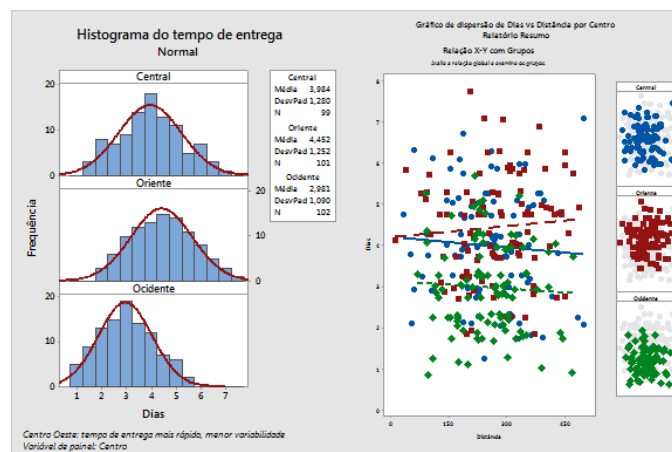
O próximo gráfico a ser movido para o layout



O relatório resumido que contém o do gráfico de dispersão já está incluído no layout.

2. Para organizar dois gráficos em uma página, em **Linhas**, digite 1.
3. Clique no relatório resumido e arraste-o para o lado direito do layout.
4. Na lista de gráficos abertos, selecione **Histograma de Dias**, e clique no botão de seta à direita  para posicionar o histograma em painéis no lado esquerdo do layout.
5. Clique em **Concluir**.

Layout gráfico com o histograma em painéis e o gráfico de dispersão



Nota: Se os dados da worksheet forem editados após a criação do layout, o Minitab não pode atualizar automaticamente os gráficos no layout. Você deve recriar o layout com os novos gráficos.

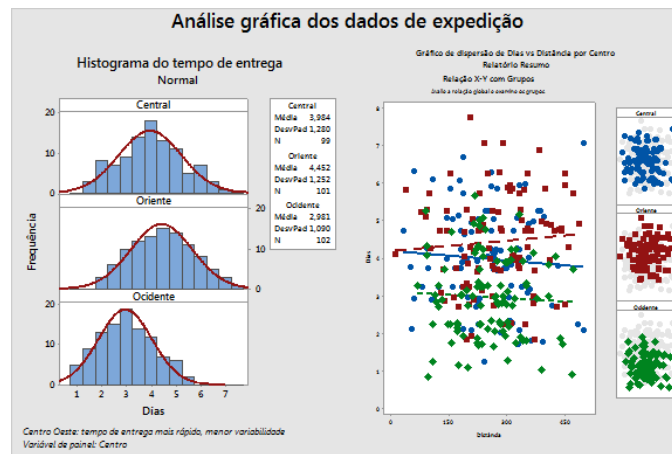
Adicionar anotações no layout do gráfico

Você deseja adicionar um título descritivo ao layout gráfico.

Nota: Quando usar o aplicativo web, clique em [Abrir no aplicativo desktop](#) para concluir as seguintes etapas.

1. Clique duas vezes no layout gráfico.
2. Para garantir que você tenha o layout gráfico inteiro selecionado, clique com o botão direito no gráfico e escolha **Selecionar item** > **Região do Gráfico**.
3. Na caixa de ferramentas do gráfico, clique em **Adicionar item** > **Título**.
4. Em **Título**, insira *Análise gráfica dos dados de expedição*.
5. Clique em **OK** em cada caixa de diálogo para mostrar as alterações no painel de saída.

Layout gráfico com um novo título



Enviar gráficos e tabelas para um relatório

Para obter o máximo de seus dados, é provável que você queira transmitir seus resultados a outras pessoas. Além disso, pode querer fornecer seus resultados com explicações e outros números que ajudem as pessoas a tomar as melhores decisões. Para compartilhar os seus conhecimentos com outras pessoas, você pode enviar tabelas e gráficos diretamente para um relatório do Minitab.

Nota: Quando usar o aplicativo web, clique em [Abrir no aplicativo desktop](#) para concluir as seguintes etapas.

Você pode enviar todos os gráficos e tabelas de uma análise específica ou apenas os gráficos e tabelas que você especificar. Em ambos os casos, o Minitab adiciona a saída a um novo relatório ou ao resultado de um relatório existente.

Enviar todos os gráficos e tabelas para um relatório

Para enviar todos os gráficos e tabelas a partir de uma análise, clique com o botão direito do mouse na análise em **Navegador** e selecione **Enviar para relatório**.

Envie tabelas e gráficos individuais para um relatório

Para enviar tabelas e gráficos individuais a partir de uma análise, clique com o botão direito do mouse na tabela ou gráfico no painel de saída e escolha **Enviar para relatório**.

Nota: Você também pode enviar a saída ou relatório para um aplicativo diferente, como Microsoft® Word, Microsoft® PowerPoint, Minitab Engage™ ou Minitab Workspace®.

Salvar um projeto do Minitab

Os dados do Minitab são salvos em worksheets. Também é possível salvar os projetos do Minitab. Quando você salva um projeto, o arquivo inclui todas as informações sobre seu trabalho, incluindo worksheets, saída, histórico de sua sessão e configurações de caixa de diálogo.

1. Se você ainda não salvou seu projeto, selecione **Arquivo > Salvar projeto**.
2. Vá até onde deseja salvar seu projeto.
3. Dê o nome *MyGraphs* ao seu projeto.
4. Clique em **Salvar**.

No próximo capítulo

A saída gráfica indica que os três centros de expedição possuem diferentes tempos de entrega para pedidos de livros. No próximo capítulo, você exibirá a estatística descritiva e fará uma análise de variância (ANOVA) para testar se as diferenças entre os centros de expedição são estatisticamente significativas.

3. Analisar dados

Visão geral

O campo da estatística fornece princípios e métodos para coletar, resumir e analisar dados e para interpretar os resultados. É possível usar a estatística para descrever dados e fazer inferências. Em seguida, use as inferências para melhorar os processos e produtos.

O Minitab oferece várias análises estatísticas, como regressão, ANOVA, ferramentas de qualidade e séries temporais. Os gráficos internos ajudam você a visualizar seus dados e validar seus resultados. No Minitab, também é possível exibir e armazenar medições estatísticas e de diagnósticos.

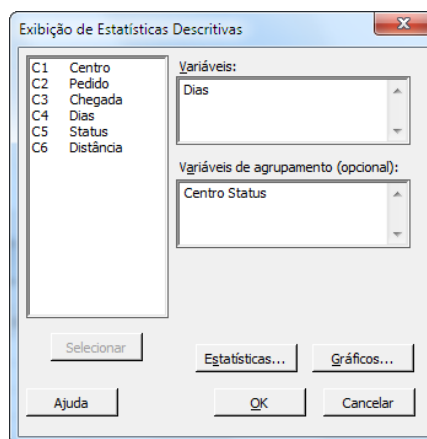
Neste capítulo, você avaliará o número de pedidos atrasados e pendentes, e testará se as diferenças nos tempos de entrega entre os três centros de expedição são estatisticamente significativas.

Resumir os dados

A estatística descritiva resume e descreve as principais características dos dados. Use **Exibição de Estatísticas Descritivas** para determinar quantos pedidos de livro foram entregues no prazo, quantos atrasaram e quantos foram colocados inicialmente como pendentes para cada centro de expedição.

Exibir estatísticas descritivas

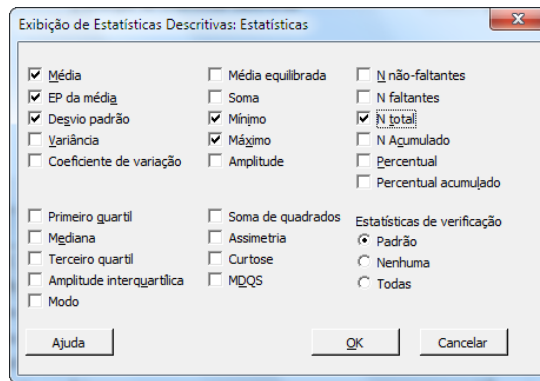
1. Abra o conjunto de dados, [DadosEnvio.MTW](#).
2. Escolha **Estat > Estatísticas Básicas > Exibição de Estatísticas Descritivas**.
3. Em **Variáveis**, insira *Dias*.
4. Em **Por variáveis (opcional)**, insira *Status do centro*.



Para a maioria dos comandos do Minitab, é necessário preencher apenas a caixa de diálogo principal para executar o comando. Frequentemente, é possível usar subcaixas de diálogo para modificar a análise ou exibir saídas adicionais, como gráficos.

5. Clique em **Estatísticas**.
6. Desmarque **Primeiro quartil**, **Mediana**, **Terceiro quartil**, **N não-faltantes** e **N faltantes**.

7. Marque **N total**.



8. Clique em **OK** em cada caixa de diálogo.

Nota: As alterações feitas na subcaixa de diálogo **Estatísticas** afetam apenas a sessão atual. Você pode alterar as opções padrão para as futuras sessões. Escolha **Arquivo > Opções**. Expanda **Comandos Individuais** e selecione **Exibição de Estatísticas Descritivas**. Selecione as estatísticas que deseja exibir. Ao abrir a subcaixa de diálogo **Estatísticas** novamente, ela exibirá suas novas opções.

Estatísticas Descritivas: Dias

Resultados para Centro = Central

Estatísticas

Variável	Status	Contagem		Média	EP	Média	DesvPad	Mínimo	Máximo
		Total							
Dias	Pedido pend	6		*		*	*	*	*
	Com atraso	6	6,431		0,157	0,385	6,078	7,070	
	Pontual	93	3,826		0,119	1,149	1,267	5,983	

Resultados para Centro = Oriente

Estatísticas

Variável	Status	Contagem		Média	EP	Média	DesvPad	Mínimo	Máximo
		Total							
Dias	Pedido pend	8		*		*	*	*	*
	Com atraso	9	6,678		0,180	0,541	6,254	7,748	
	Pontual	92	4,234		0,112	1,077	1,860	5,953	

Resultados para Centro = Ocidente

Estatísticas

Variável	Status	Contagem		Média	EP	Média	DesvPad	Mínimo	Máximo
		Total							
Dias	Pedido pend	3		*		*	*	*	*
	Pontual	102	2,981		0,108	1,090	0,871	5,681	

Nota: Você pode enviar qualquer saída para versões instaladas localmente do Microsoft® Word, Microsoft® PowerPoint, Minitab Engage™ e Minitab Workspace®. Para enviar um gráfico ou tabela individual, clique com o botão direito do mouse na saída e escolha o programa para o qual deseja enviar a saída. Para enviar o conteúdo de uma guia de saída inteira, clique com o botão direito do mouse no título de saída acima da linha na parte superior do painel.

Interpretar os resultados

O painel de saída exibe os resultados de cada centro, separadamente. Em cada centro, você pode ver o número de pedidos pendentes, atrasados e no prazo, na coluna Contagem Total:

- O centro Oriente apresenta o maior número de pedidos pendentes (8) e de atrasados (9).
- O centro Central está em segundo lugar no número de pedidos pendentes (6) e de atrasados (6).
- O centro Ocidente tem o menor número de pedidos pendentes (3) e não tem pedidos atrasados.

A saída contém também a média, o erro padrão da média, o desvio padrão e os tempos máximo e mínimo para entrega em dias para cada centro. Essas estatísticas não existem para pedidos pendentes.

Comparar duas ou mais médias

Um dos métodos mais comuns usados em análise estatística é o teste de hipóteses. O Minitab oferece muitos testes de hipóteses incluindo testes-t e ANOVA (análise de variância). Geralmente, ao realizar um teste de hipótese, você supõe que uma proposição inicial seja verdadeira, e depois testa essa proposição usando dados amostrais.

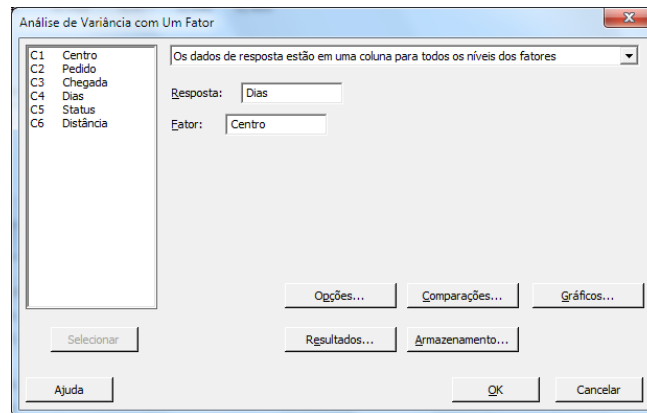
Os testes de hipótese contêm duas hipóteses (proposições), a hipótese nula (H_0) e a hipótese alternativa (H_1). A hipótese nula é a proposição inicial e, em geral, é definida por pesquisas prévias ou pelo senso comum. A hipótese alternativa é aquela que você acredita que pode ser verdadeira.

Baseado na análise gráfica no capítulo anterior e na análise descritiva acima, você supõe que a diferença no número médio de dias de entrega entre os centros de expedição é estatisticamente significativa. Para verificar essa suposição, execute uma ANOVA para 1 fator, que testa a igualdade de duas ou mais médias. Além disso, execute um teste de comparação múltipla de Tukey para verificar quais médias dos centros de expedição são diferentes. Para essa ANOVA para um fator, os dias de entrega são a resposta, e o centro de expedição é o fator.

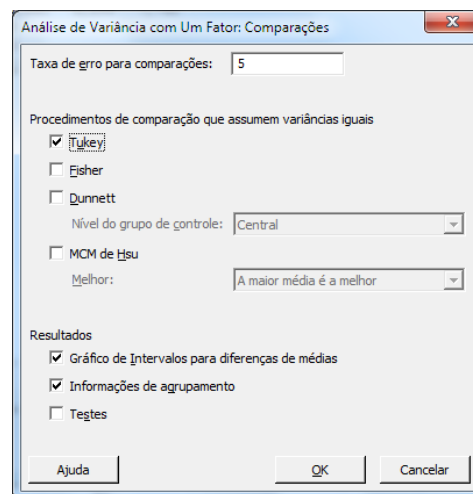
Executar uma ANOVA

1. Escolha **Estat > ANOVA > Um fator**.
2. Escolha **Os dados de resposta estão em uma coluna para todos os níveis dos fatores**.

3. Em **Resposta**, insira *Dias*. Em **Fator**, insira *Centro*.

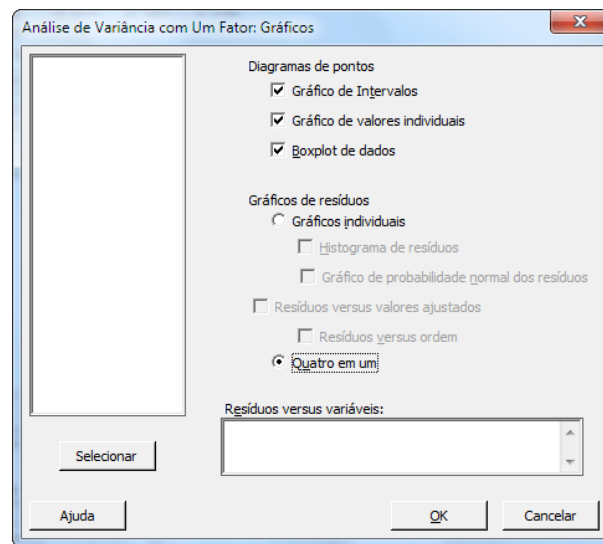


4. Clique em **Comparações**.
5. Em **Procedimentos de comparação que assumem variâncias iguais**, marque **Tukey**.



6. Clique em **OK**.
7. Clique em **Gráficos**.
- Para vários comandos estatísticos, o Minitab inclui gráficos que ajudam na interpretação dos resultados e na validação de suposições estatísticas. gráficos internos. Esses gráficos são chamados gráficos internos.
8. Em **Diagrama de pontos**, marque **Gráfico de Intervalos**, **Gráfico de valores individuais**, e **Boxplot de dados**.

9. Em **Gráficos de resíduos**, selecione **Quatro em um**.



10. Clique em **OK** em cada caixa de diálogo.

ANOVA com um fator: Dias versus Centro

Método

Hipótese nula Todas as médias são iguais
 Hipótese alternativa Nem todas as médias são iguais
 Nível de significância $\alpha = 0,05$
 Linhas não usadas 17

Assumiu-se igualdade de variâncias para a análise

Informações dos Fatores

Fator	Níveis	Valores
Centro	3	Central; Oriente; Ocidente

Análise de Variância

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
Centro	2	114,6	57,317	39,19	0,000
Erro	299	437,3	1,462		
Total	301	551,9			

Sumário do Modelo

S	R2	R2 (aj)	R2 (pred)
1,20933	20,77%	20,24%	19,17%

Médias

Centro	N	Média	DesvPad	IC de 95%
Central	99	3,984	1,280	(3,745; 4,223)


```

Oriente    101  4,452    1,252  (4,215; 4,689)
Ocidente   102  2,981    1,090  (2,746; 3,217)

```

DesvPad Combinado = 1,20933

Comparações Emparelhadas de Tukey

Informações de Agrupamento Usando Método de Tukey e Confiança de 95%

Centro	N	Média	Agrupamento
Oriente	101	4,452	A
Central	99	3,984	B
Ocidente	102	2,981	C

Médias que não compartilham uma letra são significativamente diferentes.

ICs Simultâneos de 95% de Tukey

Gráfico de Intervalos de Dias versus Centro

Gráfico de Valores Individuais de Dias versus Centro

Boxplot de Dias

Gráficos de Resíduo de Dias

Interpretar a saída

O processo de decisão de um teste de hipótese é baseado no valor-p, que indica a probabilidade de se rejeitar falsamente a hipótese nula quando ela é verdadeira.

- Se o valor-p é menor ou igual a um nível de significância (denotado por α ou alfa) predeterminado, a hipótese nula deve ser rejeitada e a hipótese alternativa deve ser apoiada.
- Se o valor-p é maior que o nível α , a hipótese nula não pode ser rejeitada e a hipótese alternativa não tem apoio.

Com um α 0,05, o valor-p (0,000) na tabela Análise de Variância fornece evidência suficiente para concluir que os tempos de entrega médios para pelo menos dois dos centros de expedição são significativamente diferentes.

Os resultados do teste de Tukey estão incluídos na tabela de informações de agrupamento, o que destaca as comparações significativas e não significativas. Como cada centro de expedição está em um grupo diferente, todos eles têm tempos médios de entrega significativamente diferentes entre si.

Interpretação dos gráficos de ANOVA

O Minitab gera vários gráficos para ajudá-lo a interpretar seus resultados. Normalmente, você examina primeiro os gráficos de resíduos. Depois, o gráfico de intervalos, gráfico de valores individuais e bloxplot juntos para avaliar a igualdade das médias. Finalmente, examine o gráfico de intervalo de confiança de 95% de Tukey para determinar a significância estatística.

Interpretar os gráficos de resíduos

Use os gráficos de resíduos, que estão disponíveis com vários comandos estatísticos, para verificar as suposições estatísticas.

Gráfico de Probabilidade Normal

Use esse gráfico para detectar não-normalidade. Pontos que seguem aproximadamente uma linha reta indicam que os resíduos seguem uma distribuição normal.

Histograma

Use este gráfico para detectar vários picos, outliers e não-normalidade. Procure um histograma normal, que é aproximadamente simétrico e com formato de sino.

Versus Ajustados

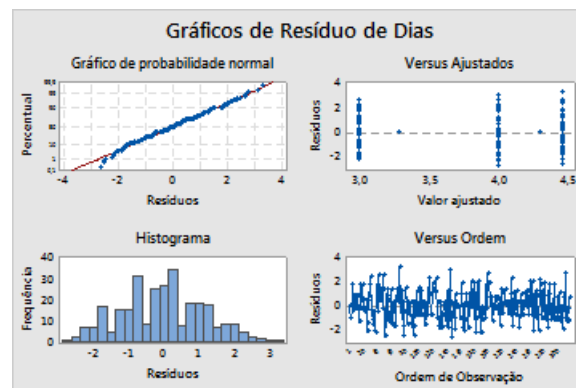
Use este gráfico para detectar variância não constante, termos faltantes de ordem superior e outliers. Procure por resíduos que estão dispersos aleatoriamente em torno de zero.

Versus Ordem

Use este gráfico para detectar a dependência dos resíduos em relação ao tempo. Inspeção o gráfico para se certificar de que os resíduos não exibam um padrão óbvio.

Para os dados de expedição, os quatro gráficos de resíduos não indicam violação das suposições estatísticas. O modelo ANOVA para 1 fator ajusta os dados relativamente bem.

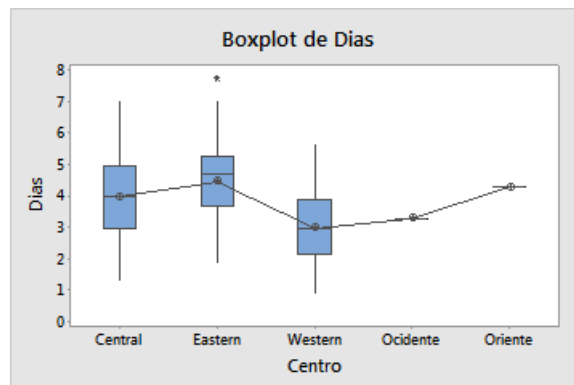
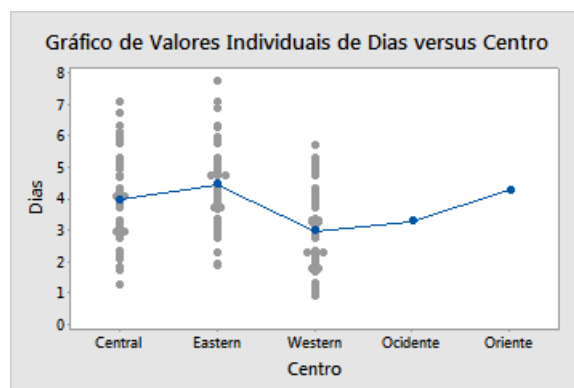
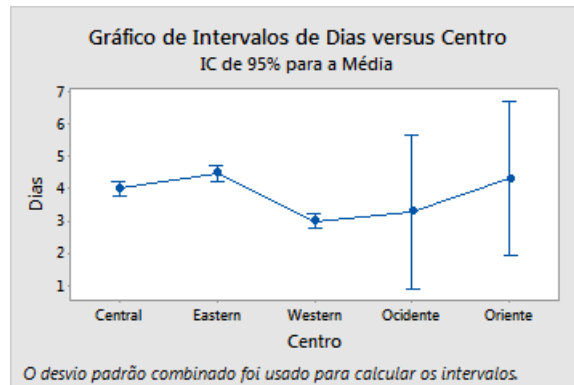
Nota: No Minitab, é possível visualizar cada um dos gráficos de resíduos em um gráfico separado na mesma guia.



Interpretar o gráfico de intervalos, gráfico de valores individuais e boxplot

Examine o gráfico de intervalos, gráfico de valores individuais e boxplot. Cada gráfico indica que o tempo de entrega varia por centro de expedição, o que é consistente com os histogramas do capítulo anterior. O boxplot para o centro de expedição Oriente tem um asterisco. Um asterisco identifica um outlier. Este outlier é uma ordem que tem um tempo de entrega anormalmente longo.

Examine o gráfico de intervalos novamente. O gráfico de intervalos exibe intervalos de confiança de 95% para cada média. Mantenha o ponteiro sobre os pontos no gráfico para visualizar as médias. Mantenha o ponteiro sobre as barras de intervalo para visualizar os intervalos de confiança de 95%. O gráfico de intervalos mostra que o centro de expedição Ocidente tem o tempo médio de entrega mais rápido (2,981 dias) e um intervalo de confiança de 2,75 a 3,22 dias.

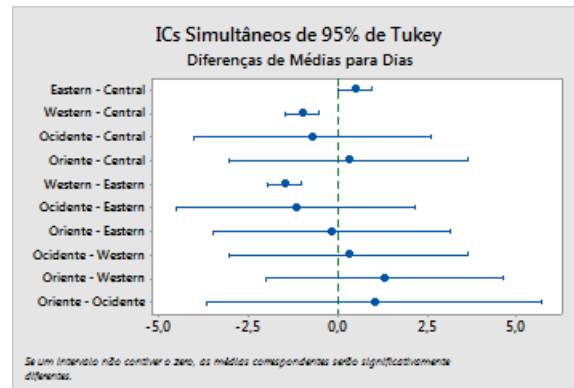


Interpretar o gráfico de intervalo de confiança de 95% de Tukey

O gráfico de intervalo de confiança de 95% de Tukey é o melhor gráfico para ser usado para determinar os intervalos prováveis das diferenças e para avaliar a significância prática dessas diferenças. Os intervalos de confiança Tukey mostram as seguintes comparações pareadas:

- A média do centro de expedição leste menos a média do centro de expedição central
- A média do centro de expedição oeste menos a média do centro de expedição central
- A média do centro de expedição oeste menos a média do centro de expedição leste

Pressione e segure o cursor sobre os pontos no gráfico para ver as estimativas média, superior e inferior. O intervalo da comparação entre Leste menos Central é 0,068 a 0,868. Isto é, o tempo de entrega médio do centro de expedição leste menos o tempo de entrega médio do centro de expedição central está entre 0,068 e 0,868 dias. As entregas do centro de expedição leste levam significativamente mais tempo que as entregas do centro de expedição central. Interprete os outros intervalos de confiança de Tukey da mesma maneira. Observe também a linha tracejada em zero. Se um intervalo não contiver o zero, as médias correspondentes serão significativamente diferentes. Portanto, todos os centros de expedição têm tempos médios de entrega significativamente diferentes.



Obtenha mais informações sobre a interpretação da saída

Suponha que você deseje mais informações sobre como interpretar uma ANOVA com 1 fator, particularmente o teste de comparação múltipla de Tukey. O Minitab fornece informações detalhadas sobre a saída para a maioria dos comandos estatísticos.

- No painel de saída, clique na seta  e selecione [Ajuda](#).

Salvar o projeto

Salve todo o seu trabalho em um projeto do Minitab.

- Se você ainda não salvou seu projeto, selecione [Arquivo](#) > [Salvar projeto](#).
- Vá até onde deseja salvar seu projeto.
- Dê ao seu projeto o nome de *MinhaEstatística*.
- Clique em [Salvar](#).

No próximo capítulo

Os resultados da ANOVA e da estatística descritiva indicam que o centro de expedição Ocidente tem o menor número de pedidos retornados e pendentes e o menor tempo de entrega. No próximo capítulo, você irá criar uma carta de controle e realizar uma análise de capacidade para investigar se o processo do centro Ocidente é estável ao longo do tempo e é capaz de funcionar de acordo com as especificações.

4. Avaliação da qualidade

Visão geral

Qualidade é o grau com que os produtos ou serviços atendem às necessidades dos clientes. Os objetivos comuns dos profissionais da área de qualidade incluem reduzir taxas de defeito, fabricar produtos dentro das especificações e padronizar o tempo de entrega.

O Minitab oferece muitos métodos para ajudá-lo a avaliar a qualidade de modo quantitativo e objetivo. Esses métodos incluem cartas de controle, ferramentas de planejamento da qualidade, avaliações dos sistemas de medição (análise de sistema de medições), capacidade do processo e análise de sobrevivência/confiabilidade. Este capítulo se concentra nas cartas de controle e na capacidade do processo.

Você pode personalizar as cartas de controle do Minitab das seguintes maneiras:

- Atualizar o diagrama depois de adicionar ou alterar dados.
- Escolher como estimar os parâmetros e limites de controle.
- Exibir testes para causas especiais e estágios históricos.
- Personalizar a carta, como adicionar uma linha de referência, alterar a escala e modificar os títulos.

É possível personalizar as cartas de controle ao criá-las ou posteriormente.

Com a análise de capacidade do Minitab, é possível fazer o seguinte:

- Analisar os dados do processo de várias distribuições diferentes, incluindo normal, exponencial, Weibull, gama, Poisson e binomial.
- Exibir cartas para verificar se o processo está sob controle e se os dados seguem a distribuição definida.

As análises gráficas e estatísticas conduzidas no capítulo anterior mostram que o centro de expedição oeste tem o menor tempo de entrega. Neste capítulo, você determinará se o processo do centro de expedição Ocidente está sob controle e é capaz de funcionar de acordo com as especificações.

Criar e interpretar cartas de controle

Padrões incomuns nos seus dados indicam a presença de variação de causa especial, ou seja, variação que normalmente não faz parte do processo. Use cartas de controle para detectar variação de causa especial para avaliar a estabilidade do processo ao longo do tempo.

As cartas de controle do Minitab exibem estatísticas de processo. As estatísticas do processo contêm médias do subgrupo, observações individuais, estatísticas ponderadas e números de defeitos. As cartas de controle do Minitab também exibem uma linha central e limites de controle. A linha central é o valor médio da qualidade estatística que você escolheu para avaliar. Se um processo estiver sob controle, os pontos variarão aleatoriamente em torno da linha central. Os limites de controle são calculados baseando-se na variação aleatória esperada no processo. O limite superior de controle (LSC) está 3 desvios padrão acima da linha central. O limite inferior de controle (LIC) está 3 desvios padrão abaixo da linha central. Se um processo estiver sob controle, todos os pontos na carta de controle estarão entre os limites superior e inferior de controle.

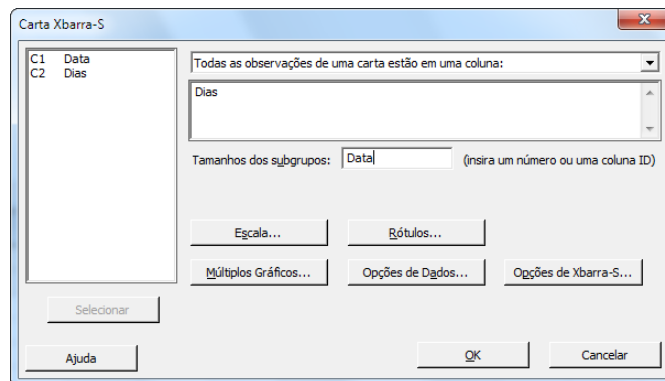
Você pode modificar as especificações padrão de todas as cartas de controle do Minitab. Por exemplo, você pode definir o método de estimativa para o desvio padrão do processo, especificar os testes para causas especiais e exibir estágios históricos.

Criar uma carta Xbarra-S

Crie uma carta Xbarra-S para avaliar a média e variabilidade do processo. Esta carta de controle exibe uma carta Xbarra e uma carta S no mesmo gráfico. Use uma carta Xbarra-S quando seus subgrupos contiverem 9 ou mais observações.

Para determinar se o processo de envio está estável ao longo do tempo, o gerente do centro de expedição Ocidente seleciona aleatoriamente 10 amostras de 20 dias.

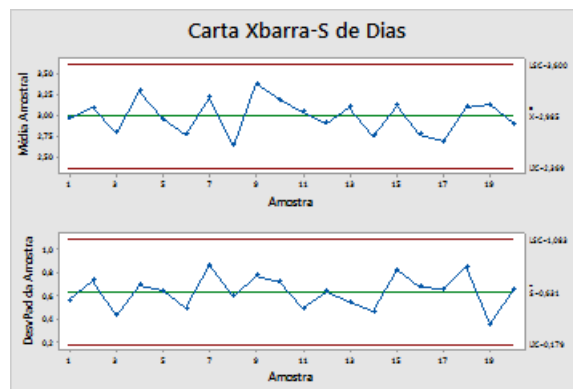
1. Abra o conjunto de dados, [Qualidade.MTW](#).
2. Escolha **Estat > Cartas de controle > Cartas variáveis para subgrupos > Xbarra-S**.
3. Escolha **Todas as observações de uma carta estão em uma coluna**, em seguida, selecione *Dias*.
4. Em **Tamanhos dos subgrupos**, insira *Data*.



Para criar uma carta de controle, você só precisa preencher a caixa de diálogo principal. Entretanto, você pode clicar em qualquer botão para selecionar as opções para personalizar sua carta.

5. Clique em **OK**.

carta Xbarra-S



Dica: Mantenha o cursor sobre os pontos na carta de controle ou gráfico para ver as informações sobre os dados.

Interpretar a carta Xbarra-S

Todos os pontos na carta de controle estão dentro dos limites de controle. Desta maneira, a média e o desvio padrão do processo parecem estar estáveis ou sob controle. A média do processo ($\bar{X}$) é 2,985. O desvio padrão médio ($\bar{S}$) é 0,631.

Adicionar estágios à carta de controle

É possível usar estágios em uma carta de controle para mostrar como um processo muda ao longo de períodos específicos. Em cada estágio, o Minitab calcula novamente a linha central e limites de controle.

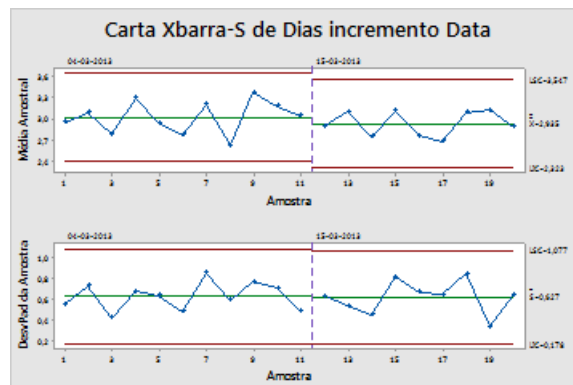
O gerente do centro de expedição Ocidente fez uma alteração no processo em 15 de março. Você deseja determinar se o processo estava estável antes e após essa alteração.

1. Pressione **Ctrl+E** para abrir a última caixa de diálogo ou escolha **Estat > Cartas de controle > Cartas variáveis para subgrupos > Xbarra-S**.

Dica: O Minitab salva suas configurações de caixa de diálogo com seu projeto. Para redefinir uma caixa de diálogo, pressione **F3**.

2. Clique em **Opções de Xbarra-S**.
3. Na guia **Estágios**, em **Definir estágios (grupos históricos) com esta variável**, insira *Data*.
4. Em **Quando iniciar um novo estágio**, selecione **Com a primeira ocorrência destes valores** e insira "3/15/2020".
5. Clique em **OK** em cada caixa de diálogo para mostrar as alterações no painel de saída.

Carta Xbarra-S com estágios



Interpretar os resultados

Todos os pontos na carta de controle estão dentro dos limites de controle antes e depois da alteração do processo. Para o segundo estágio, a média do processo ($\bar{X}$) é 2,935 e o desvio padrão médio ($\bar{S}$) é 0,627.

Nota: Como padrão, o Minitab exibe os limites de controle e rótulos de linha central do estágio mais recente. Para exibir os rótulos em todos os estágios, na caixa de diálogo **Carta Xbarra-S**, clique em **Opções de Xbarra-S**. Na guia **Exibição**, sob **Outro**, selecione **Exibir rótulos de linha central/limite de controle para todos os estágios**.

Adicionar mais dados e atualizar a carta de controle

Quando seus dados mudam, é possível atualizar qualquer carta de controle ou gráfico (exceto Diagrama Ramo-e-Folhas) sem criar novamente o gráfico.

Após criar a carta Xbarra-S, o gerente do centro de expedição Oeste fornece mais dados a você, que foram coletados em 24/03. Adicione os dados na worksheet e atualize a carta de controle.

Adicionar mais dados à worksheet

Você precisa adicionar os dados de data/hora a C1 e os dados numéricos a C2.

Nota: Quando usar o aplicativo web, clique em [Abrir no aplicativo desktop](#) para concluir as seguintes etapas.

1. Clique na worksheet para ativá-la.
2. Clique em qualquer célula em C1 e pressione a tecla **End** para ir até a parte inferior da worksheet.
3. Para adicionar a data 24/3 às linhas 201–210:
 - a. Insira 24/3 na linha 201 em C1.
 - b. Selecione a célula que contenha 24/3, e aponte para a alça Autopreenchimento no canto inferior direito da célula. Quando o ponteiro se transformar em um sinal de cruz (+), pressione a tecla **Ctrl** e arraste o ponteiro à linha 210 para preencher as células com o valor repetido de data. Ao pressionar a tecla **Ctrl** e mantê-la pressionada, uma cruz sobrescrita aparece acima do símbolo de cruz do autopreenchimento (+). A cruz sobrescrita indica que valores repetidos, em vez de sequenciais, serão acrescentados às células.
4. Adicione os seguintes dados a C2, começando na linha 201:
3,60 2,40 2,80 3,21 2,40 2,75 2,79 3,40 2,58 2,50

À medida que você inserir dados, pressione **Enter** para avançar para a próxima célula abaixo.

↓	C1-D	C2	C3
	Data	Dias	
1	24/3	3,60	
2	24/3	2,40	
3	24/3	2,80	
4	24/3	3,21	

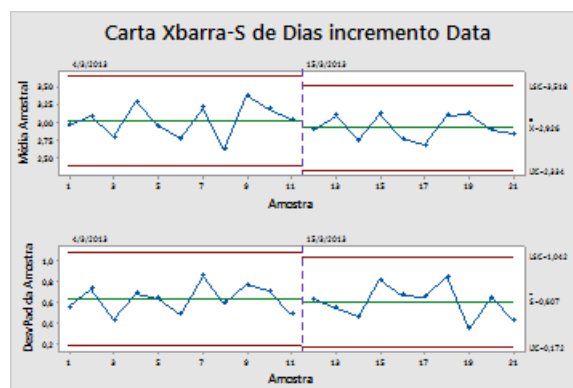
Nota: Se a seta de direção de entrada de dados  apontar para a direita, clique na seta para que ela aponte para baixo.

5. Verifique se você digitou os dados corretamente.

Atualizar a carta de controle

No painel de saída da carta Xbarra-S, sob o título de análise, escolha **Atualizar estes resultados**.

Carta Xbarra-S atualizada mostrando o novo subgrupo



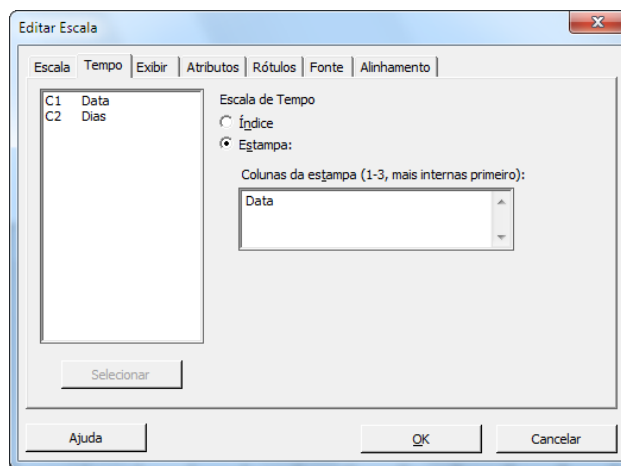
A carta Xbarra-S agora inclui o novo subgrupo. A média ($\bar{X}$ = 2,926) e o desvio padrão ($\bar{S}$ = 0,607) mudaram levemente, mas o processo ainda parece estar sob controle.

Adicionar rótulos de data/hora a uma carta de controle

Como padrão, os subgrupos nas cartas Xbarra-S são rotuladas em ordem numérica consecutiva. É possível editar o eixo x para mostrar datas.

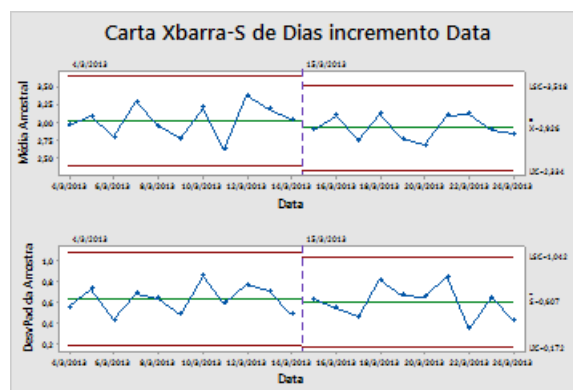
Nota: Quando usar o aplicativo web, clique em [Abrir no aplicativo desktop](#) para concluir as seguintes etapas.

1. Clique duas vezes no gráfico.
2. Clique duas vezes no eixo x na carta Xbarra (na carta superior).
3. Na guia **Hora**, em **Escala de Tempo**, selecione **Estampa**. Em **Colunas da estampa (1-3, mais internas primeiro)**, insira *Data*.



4. Clique em **OK**.
5. Repita para o eixo x na carta S.
6. Clique em **OK** para atualizar o gráfico no painel de saída.

Carta Xbarra-S com eixos x editados



Interpretar os resultados

O eixo x para cada gráfico agora mostra as datas em vez dos números de subgrupo.

Crie e interprete as estatísticas de capacidade

Após determinar se um processo está sob controle estatístico, você deseja saber se esse processo é capaz. Um processo é capaz quando atende a especificações e produz boas peças ou resultados. Para avaliar a capacidade, compare a dispersão da variação do processo com a extensão dos limites de especificação.

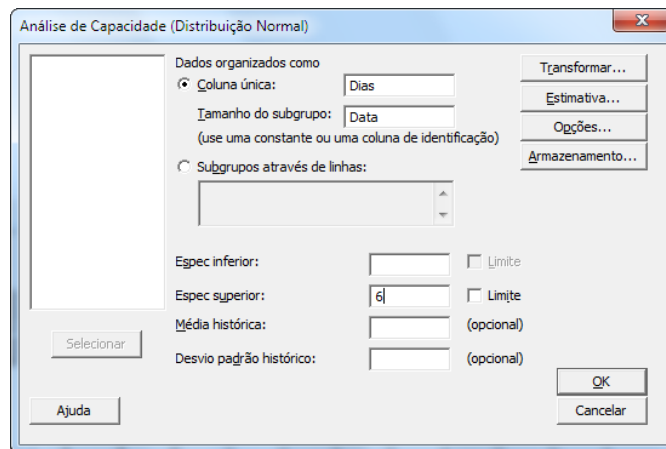
Importante: Não avalie a capacidade de um processo fora de controle, pois as estimativas da capacidade do processo podem estar incorretas.

Os índices de capacidade, ou estatísticas, são uma maneira simples de avaliar a capacidade do processo. Como os índices de capacidade reduzem as informações do processo a números simples, é fácil comparar um processo a outro.

Executar uma análise de capacidade

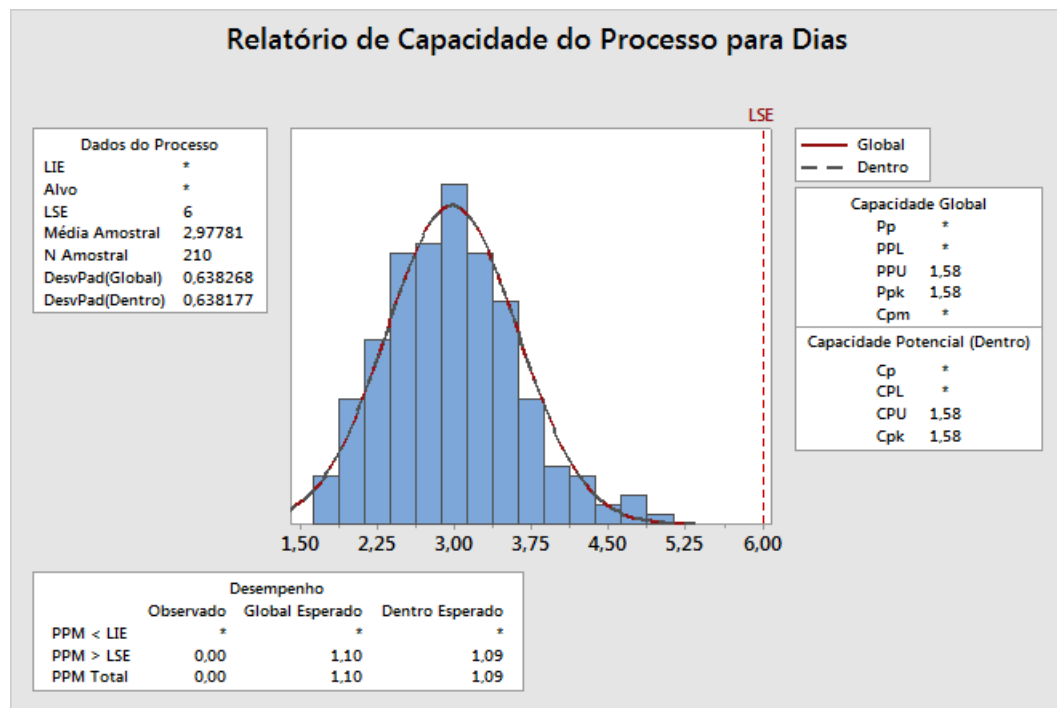
Agora que você sabe que o processo de entrega está sob controle, execute uma análise de capacidade para determinar se o processo de entrega está dentro dos limites de especificação e se produz tempos de entrega aceitáveis. O limite superior de especificação (USL) é 6, pois o gerente do centro de expedição oeste considera um pedido como atrasado se ele for entregue após 6 dias. O gerente não especifica um limite inferior de especificação (LSL). A distribuição é aproximadamente normal; assim, você pode usar uma análise de capacidade normal.

1. Escolha **Estat > Ferramentas da Qualidade > Análise de capacidade > Normal**.
2. Em **Dados organizados como**, selecione **Coluna única**. Insira *Dias*.
3. Em **Tamanho do subgrupo**, insira *Data*.
4. Em **Espec superior**, insira 6.



5. Clique em **OK**.

Análise de capacidade do processo de entrega



Interpretar os resultados

Cpk é uma medida da capacidade potencial do processo. Ppk é uma medida da capacidade global do processo. Tanto Cpk quanto Ppk são maiores que 1,33, que é geralmente o valor mínimo aceitável. Essas estatísticas indicam que o processo do centro de expedição Ocidente é capaz e que o centro de expedição entrega pedidos em um tempo aceitável.

Salvar o projeto

Salve todo o seu trabalho em um projeto do Minitab.

1. Se você ainda não salvou seu projeto, selecione **Arquivo > Salvar projeto**.
2. Vá até onde deseja salvar seu projeto.
3. Dê ao seu projeto o nome de *MinhaQualidade*.
4. Clique em **Salvar**.

No próximo capítulo

A análise qualitativa indica que o processo do centro Ocidente está sob controle e é capaz de atender aos limites de especificação. No próximo capítulo, você planejará um experimento e analisará os resultados para investigar maneiras de melhorar ainda mais o processo de pedido e entrega no centro de expedição Ocidente.

5. Planejar um experimento

Visão geral

O Planejamento de experimentos (DOE) ajuda a investigar os efeitos de variáveis de entrada (fatores) em variáveis de saída (resposta) ao mesmo tempo. Esses experimentos consistem em uma série de ensaios, ou testes, nos quais são feitas alterações deliberadas nas variáveis de entrada. A cada ensaio, são coletados dados. Use DOE para identificar as condições do processo e os componentes do produto que afetam a qualidade, e então determinar configurações de fatores que otimizem resultados.

O Minitab oferece cinco tipos de experimentos: filtragem de experimento, experimentos fatoriais, experimento de superfície de resposta, experimentos de mistura e experimentos de Taguchi (também chamados de experimentos robustos de Taguchi). As etapas seguidas no Minitab para criar, analisar e visualizar um experimento planejado são similares em todos os tipos. Depois de conduzir o experimento e inserir os resultados, o Minitab oferece várias ferramentas gráficas e analíticas para auxiliá-lo a entender os resultados. Este capítulo demonstra as etapas comuns para criar e analisar um experimento fatorial. Você pode aplicar essas etapas a qualquer experimento que criar no Minitab.

Os comandos DOE do Minitab incluem os seguintes recursos:

- Catálogos de planejamento de experimentos para ajudá-lo a criar um experimento
- Criação automática e armazenamento do seu experimento, uma vez especificadas suas propriedades.
- Exibição e armazenamento de estatísticas de diagnóstico, para ajudá-lo a interpretar os resultados
- Gráficos para ajudar a interpretar e apresentar os resultados

Neste capítulo, você investigará dois fatores que podem reduzir o tempo necessário para preparar um pedido de envio: o sistema de processamento de pedidos e o procedimento de embalagem.

O centro oeste tem um novo sistema de processamento de pedidos. Você quer determinar se o novo sistema reduz o tempo necessário para preparar um pedido. O centro também tem dois procedimentos de embalagem diferentes. Você deseja determinar qual é o procedimento mais eficiente. Você decide executar um experimento fatorial para testar qual combinação de fatores permite o menor tempo necessário para a preparação de um pedido para envio.

Criar um experimento planejado

Antes de poder inserir ou analisar dados de DOE no Minitab, é necessário primeiro criar um experimento planejado na worksheet. O Minitab oferece vários experimentos.

Filtragem

Inclui filtragens de experimento definitivas e experimento Plackett-Burman.

Fatorial

Inclui experimentos completos com 2 níveis, experimentos fracionais com 2 níveis, experimentos de parcelas subdivididas e experimentos Plackett-Burman.

Superfície de resposta

Contém experimentos centrais compostos e experimentos Box-Behnken.

Mistura

Contém experimentos simplex-centróide, experimentos simplex-lattice e experimentos de vértices extremos.

Taguchi

Contém experimentos com 2 níveis, experimentos com 3 níveis, experimentos com 4 níveis, experimentos com 5 níveis e experimentos com níveis misturados.

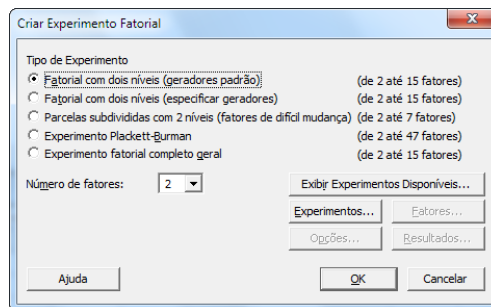
Selecione o experimento apropriado baseando-se nos requisitos do seu experimento. Selecione o experimento em **Estat > DOE** menu. Após escolher o experimento e os recursos, o Minitab cria o experimento e o armazena na worksheet.

Dica: É possível abrir uma barra de ferramentas para cada tipo de experimento selecionando **Visualizar > Barras de ferramentas**.

Selecione um experimento fatorial para examinar dois fatores

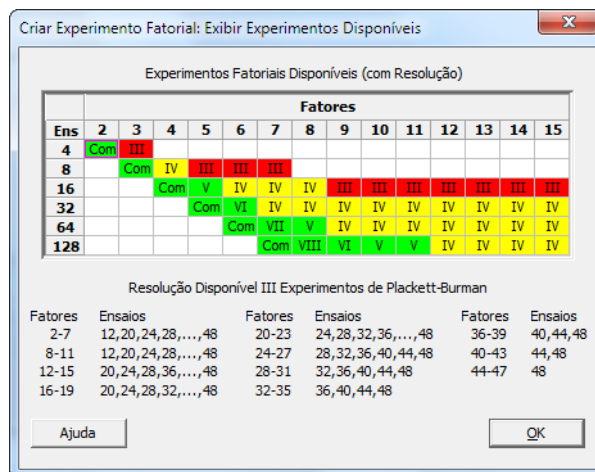
Crie um experimento fatorial para examinar o relacionamento entre dois fatores, o sistema de processamento de pedidos e o procedimento de embalagem, e o tempo necessário para preparar de um pedido para envio.

1. Selecione **Arquivo > Novo > Projeto**.
2. Selecione **Estat > DOE (Planejamento de Experimento) > Fatorial > Criar experimento fatorial**.



Ao criar um experimento no Minitab, apenas dois botões são ativados, **Exibir experimentos disponíveis** e **Experimentos**. Os outros botões são habilitados depois de você preencher a subcaixa de diálogo **Experimentos**.

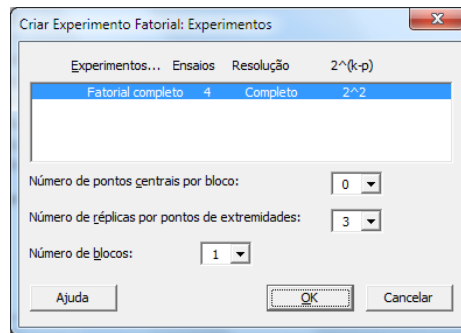
3. Clique em **Exibir experimentos disponíveis**.



Para a maioria dos tipos de experimentos, o Minitab exibe todos os tipos possíveis e o número de ensaios necessários na caixa de diálogo **Exibir experimentos disponíveis**.

4. Clique em **OK** para voltar à caixa de diálogo principal.
5. Em **Tipo de Experimento**, selecione **Fatorial com dois níveis (geradores padrão)**.
6. Em **Número de fatores**, selecione **2**.

7. Clique em **Experimentos**.



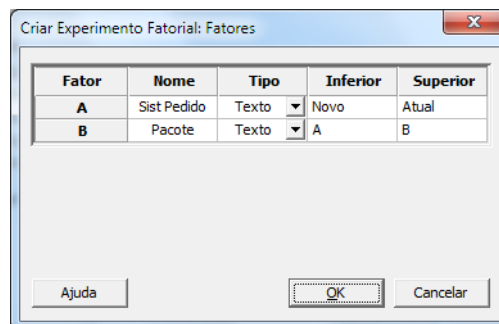
A área na parte de cima da subcaixa de diálogo mostra os experimentos disponíveis para o tipo de experimento e número de fatores selecionados. Neste exemplo, como você está realizando um experimento fatorial com dois fatores, há apenas uma opção, um experimento fatorial completo com quatro ensaios experimentais. Um experimento com dois níveis com dois fatores tem 2^2 (quatro) combinações de fatores possíveis.

8. Em **Número de réplicas por pontos de extremidades**, selecione **3**.
9. Clique em **OK** para voltar à caixa de diálogo principal.
Todos os botões estão agora ativados.

Inserir os nomes do fator e definir os níveis do fator

O Minitab usa os nomes de fator como rótulos para os fatores na saída de análise e gráficos. Se você não informou os níveis dos fatores, o Minitab define o nível inferior como -1 e o superior, como 1.

- Clique em **Fatores**.
- Na linha do **Fator A**, em **Nome**, insira *Sist Pedido*. Em **Tipo**, selecione **Texto**. Em **Inf.**, insira *Novo*. Em **Sup.**, insira *Atual*.
- Na linha para o **Fator B**, abaixo de **Nome**, insira o *Pacote*. Em **Tipo**, selecione **Texto**. Em **Inf.**, insira *A*. Em **Sup.**, insira *B*.



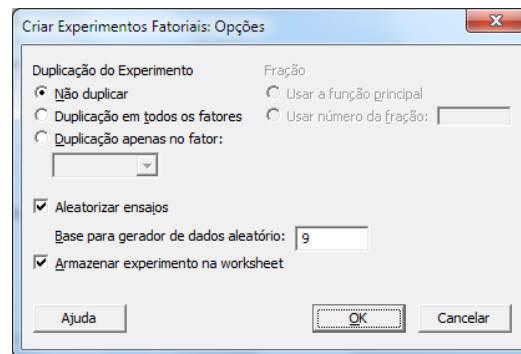
4. Clique em **OK** para voltar à caixa de diálogo principal.

Aleatorizar e armazenar o experimento

Na configuração padrão, o Minitab aleatoriza a ordem de ensaio de todos os tipos de experimento, exceto a ordem dos experimentos Taguchi. A aleatorização ajuda a garantir que o modelo atenda a certas suposições estatísticas. A aleatorização também pode ajudar a reduzir os efeitos dos fatores não incluídos no estudo.

Definir a base do gerador de dados aleatórios faz com que você obtenha a mesma ordem de ensaio cada vez que criar um experimento.

1. Clique em **Opções**.
2. Em **Base para gerador de dados aleatório**, insira 9.



3. Certifique-se de que **Armazenar experimento na worksheet** esteja selecionado.
4. Clique em **OK** em cada caixa de diálogo.

Exibir o experimento

Sempre que você cria um experimento, o Minitab armazena as informações e fatores nas colunas da worksheet.

1. Clique em  na barra de status para ver mais facilmente a estrutura de um experimento típico na worksheet.

↓	C1	C2	C3	C4	C5-T	C6-T	C7
	OrdemPad	OrdemEns	PtCentral	Blocos	SistemaPedidos	Pacote	
1	2	1	1	1	Atual	A	
2	11	2	1	1	Novo	B	
3	4	3	1	1	Atual	B	
4	3	4	1	1	Novo	B	
5	1	5	1	1	Novo	A	
6	12	6	1	1	Atual	B	
7	10	7	1	1	Atual	A	
8	7	8	1	1	Novo	B	
9	6	9	1	1	Atual	A	
10	8	10	1	1	Atual	B	
11	5	11	1	1	Novo	A	

↓	C1	C2	C3	C4	C5-T	C6-T	C7
	OrdemPad	OrdemEns	PtCentral	Blocos	SistemaPedidos	Pacote	
12	9	12	1	1	Novo	A	

A coluna OrdemEns (C2) indica a ordem para coletar dados. Se o experimento não for aleatorizado, as colunas OrdemPad e OrdemEns são iguais.

Neste exemplo, como você não acrescentou pontos centrais ou colocou os ensaios em blocos, o Minitab define todos os valores em C3 e C4 como 1. Os fatores inseridos são armazenados nas colunas C5 (Sist Pedido) e C6 (Pacote).

Nota: Você pode usar [Estat > DOE \(Planejamento de Experimento\) > Exibir experimento](#) para alternar entre as ordens padrão ou aleatória, e entre a exibição codificada ou não codificada. Para alterar os nomes ou configurações dos fatores, use [Estat > DOE \(Planejamento de Experimento\) > Modificar experimento](#). Se for necessário mudar apenas os nomes dos fatores, é possível inseri-los diretamente na worksheet.

Inserir dados na worksheet

Depois de conduzir o experimento e coletar os dados, você pode inseri-los na worksheet.

As características medidas são chamadas de resposta. Neste exemplo, você calcula o número de horas necessárias para preparar um pedido para envio. Foram obtidos os seguintes dados a partir do experimento:

14,72 9,62 13,81 7,97 12,52 13,78 14,64 9,41 13,89 13,89 12,57 14,06

1. Na worksheet, clique na célula do nome da coluna de C7 e insira *Horas*.
2. Na coluna Horas, insira os dados mostrados abaixo.

↓	C1	C2	C3	C4	C5-T	C6-T	C7
	OrdemPad	OrdemEns	PtCentral	Blocos	SistemaPedidos	Pacote	Horas
1	2	1	1	1	Atual	A	14,72
2	11	2	1	1	Novo	B	9,62
3	4	3	1	1	Atual	B	13,81
4	3	4	1	1	Novo	B	7,97
5	1	5	1	1	Novo	A	12,52
6	12	6	1	1	Atual	B	13,78
7	10	7	1	1	Atual	A	14,64
8	7	8	1	1	Novo	B	9,41
9	6	9	1	1	Atual	A	13,89
10	8	10	1	1	Atual	B	13,89
11	5	11	1	1	Novo	A	12,57
12	9	12	1	1	Novo	A	14,06

Você pode inserir dados em qualquer coluna, exceto nas colunas que contenham informações do experimento. Também é possível inserir várias respostas para um experimento, uma resposta por coluna.

Nota: Para imprimir um formulário de coleta de dados, clique na worksheet e selecione [Arquivo > Imprimir](#). Certifique-se de que [Imprimir linhas de grade](#) esteja selecionado. Use o formulário para registrar as medições durante o experimento.

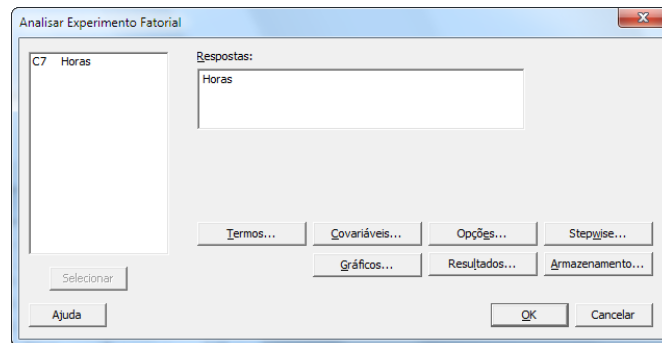
Analisar o experimento e interpretar os resultados

Após criar um experimento e inserir os dados de resposta, é possível ajustar um modelo para os dados e gerar gráficos para avaliar os efeitos. Use os resultados do modelo ajustado e gráficos para determinar quais fatores são importantes para a redução do número de horas necessárias para o preparo de um pedido para envio.

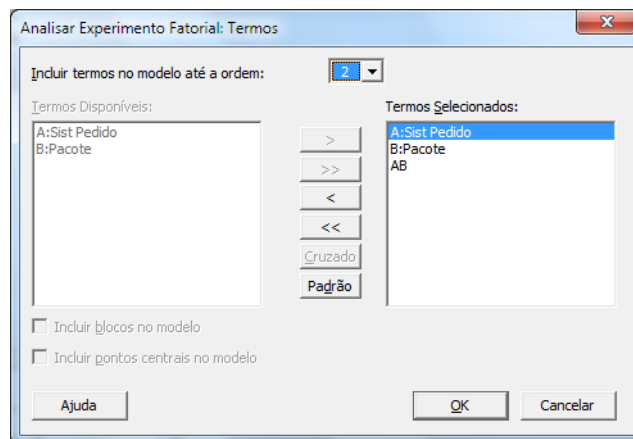
Ajustar um modelo

Como a worksheet contém um experimento fatorial, o Minitab ativa os comandos de menu **DOE (Planejamento de Experimento) > Fatorial, Análise de experimento fatorial e Gráfico de cubo**. Neste exemplo, você ajustará o modelo primeiro.

1. Selecione **Estat > DOE (Planejamento de Experimento) > Fatorial > Análise de experimento fatorial**.
2. Em **Respostas**, insira *Horas*.



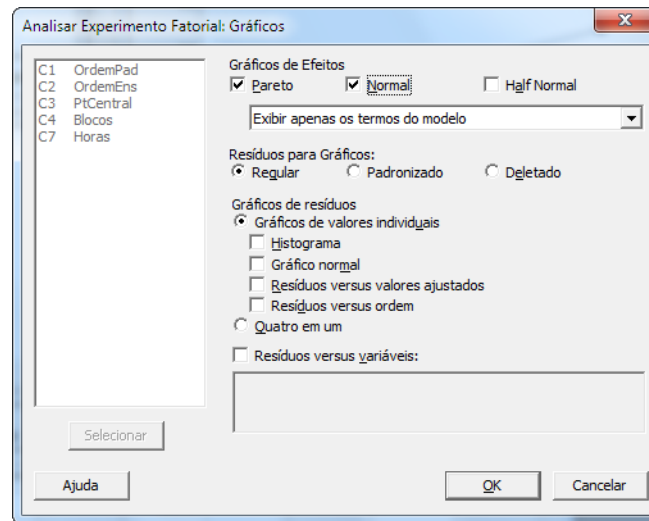
3. Clique em **Termos**. Verifique se **A:Sist Pedido**, **B:Pacote** e **AB** estão na caixa **Termos selecionados**.



Ao analisar um experimento, sempre use a subcaixa de diálogo **Termos** para selecionar os termos a serem incluídos no modelo. Você pode adicionar ou remover fatores e interações usando os botões de seta. Use as caixas de seleção para incluir blocos e pontos centrais no modelo.

4. Clique em **OK**.
5. Clique em **Gráficos**.

6. Em **Gráficos de Efeitos**, selecione **Pareto** e **Normal**.



Os gráficos de efeitos estão disponíveis apenas em experimentos fatoriais, filtragem de experimentos e projetos de superfície de resposta. Os gráficos de resíduos, usados na verificação de suposições do modelo, podem ser exibidos para todos os tipos de experimentos.

7. Clique em **OK** em cada caixa de diálogo.

O Minitab ajusta o modelo definido na subcaixa de diálogo **Termos**, exibe os resultados no painel de saída e armazena o modelo no arquivo da worksheet. Após identificar um modelo aceitável, é possível usar o modelo armazenado para executar análises subsequentes.

Identificar efeitos importantes

Você pode usar as tabelas e os dois gráficos de efeitos para determinar quais efeitos são relevantes para o seu processo. Primeiramente, observe as tabelas.

Regressão Fatorial: Horas versus Sist Pedido; Pacote

Análise de Variância

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
Modelo	3	53,894	17,9646	40,25	0,000
Linear	2	44,915	22,4576	50,32	0,000
Sist Pedido	1	28,768	28,7680	64,46	0,000
Pacote	1	16,147	16,1472	36,18	0,000
Interações de 2 fatores	1	8,979	8,9787	20,12	0,002
Sist Pedido*Pacote	1	8,979	8,9787	20,12	0,002
Erro	8	3,571	0,4463		
Total	11	57,464			

Sumário do Modelo

S	R2	R2 (aj)	R2 (pred)
0,668069	93,79%	91,46%	86,02%

Coefficientes Codificados

Termo	Efeito	Coef	EP de Coef	Valor-T	Valor-P	VIF
Constante		12,573	0,193	65,20	0,000	
Sist Pedido	3,097	1,548	0,193	8,03	0,000	1,00
Pacote	-2,320	-1,160	0,193	-6,01	0,000	1,00
Sist Pedido*Pacote	1,730	0,865	0,193	4,49	0,002	1,00

Equação de Regressão em Unidades Não codificadas

Horas = 12,573 + 1,548 Sist Pedido - 1,160 Pacote + 0,865 Sist Pedido*Pacote

Estrutura de Aliases

Fator	Nome
A	Sist Pedido
B	Pacote

Aliases

I
A
B
AB

Gráfico de Efeitos para Horas

Efeitos de Pareto para Horas

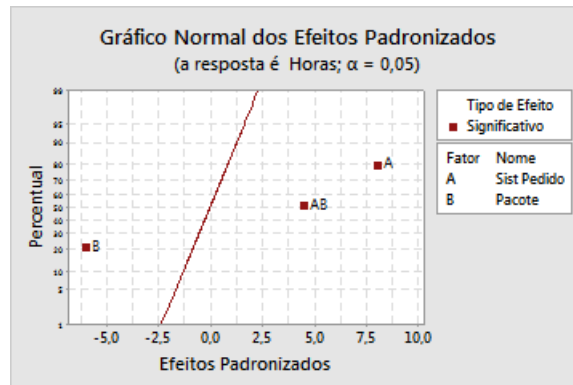
Ajuste o modelo completo, que inclui os dois efeitos principais e a interação dos dois fatores. Os efeitos são estatisticamente significativos quando seus valores-p na tabela Coeficientes Codificados são menores do que α . Em um α padrão de 0,05, os seguintes efeitos são significativos:

- Os efeitos principais do sistema de processamento de pedidos (Sist Pedidos) e o procedimento de embalagem (Pacote)
- O efeito da interação do sistema de processamento de pedidos e o sistema de embalagem (Sist Pedido*Pacote)

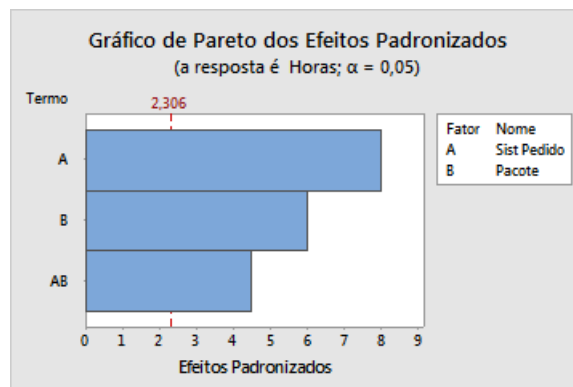
Interpretar os gráficos de efeitos

Também é possível avaliar o gráfico de probabilidade normal e o diagrama de Pareto dos efeitos padronizados para verificar quais efeitos influenciam a resposta, Horas.

Os quadrados identificam os termos significativos. Sist Pedido (A), Pacote (B), e SistPedido*Pacote (AB) são significativos, pois seus valores-p são menores que o α de 0,05.



O Minitab exibe o valor absoluto dos efeitos no diagrama de Pareto. Quaisquer efeitos que se estendam além da linha de referência são significativos. Sist Pedido (A), Pacote (B) e Sist Pedido*Pacote (AB) são todos significativos.



Usar o modelo armazenado para análises adicionais

Você identificou um modelo que contém efeitos significativos e o Minitab armazenou o modelo na worksheet. Uma marca de verificação no cabeçalho da coluna de resposta indica que o modelo está armazenado e atualizado. Mantenha o cursor sobre essa marca de verificação para visualizar um resumo do modelo.

↓	C1	C2	C3	C4	C5-T	C6-T	C7 ✓
	OrdemPad	OrdemEns	PtCentral	Blocos	SistemaPedidos	Pacote	Horas
1	2	1	1	1	Atual	A	14,72
2	11	2	1	1	Novo	B	9,62
3	4	3	1	1	Atual	B	13,81
4	3	4	1	1	Novo	B	7,97
5	1	5	1	1	Novo	A	12,52
6	12	6	1	1	Atual	B	13,78
7	10	7	1	1	Atual	A	14,64
8	7	8	1	1	Novo	B	9,41

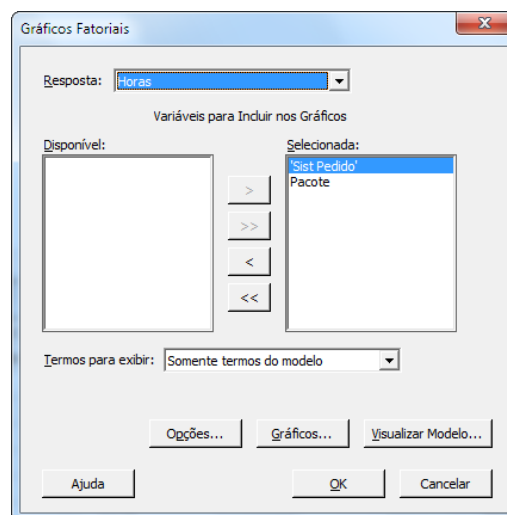
↓	C1	C2	C3	C4	C5-T	C6-T	C7 ✓
	OrdemPad	OrdemEns	PtCentral	Blocos	SistemaPedidos	Pacote	Horas
9	6	9	1	1	Atual	A	13,89
10	8	10	1	1	Atual	B	13,89
11	5	11	1	1	Novo	A	12,57
12	9	12	1	1	Novo	A	14,06

É possível usar o modelo armazenado para executar análises adicionais para compreender melhor seus resultados. Em seguida, crie gráficos fatoriais para identificar as melhores configurações de fator e use a análise **Predição** do Minitab para prever o número de horas dessas configurações.

Criar gráficos fatoriais

Use o modelo armazenado para criar um gráfico de efeitos principais e um gráfico de interações para visualizar os efeitos.

1. Selecione **Estat > DOE (Planejamento de Experimento) > Fatorial > Gráficos fatoriais**.
2. Verifique se as variáveis, **Sist Pedido** e **Pacote**, estão na caixa **Selecionado**.



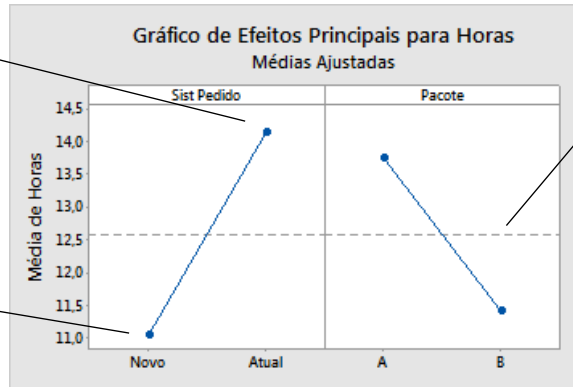
3. Clique em **OK**.

Interpretar os gráficos fatoriais

Os gráficos fatoriais incluem o gráfico de efeitos principais e o gráfico de interações. Um efeito principal é a diferença na resposta média entre dois níveis e um fator. O gráfico de efeitos principais mostra as médias de Horas usando os sistemas de processamento de pedidos e as médias de Horas usando ambos os procedimentos de embalagem. O gráfico de interações mostra o impacto de ambos os fatores, o sistema de processamento e procedimento de embalagem, na resposta. Como uma interação significa que o efeito de um fator depende do nível do outro fator, avaliar as interações é importante.

Esse ponto mostra a média de todos os ensaios que usaram o sistema atual de processamento de pedidos.

Esse ponto mostra a média de todos os ensaios que usaram o novo sistema de processamento de pedidos.



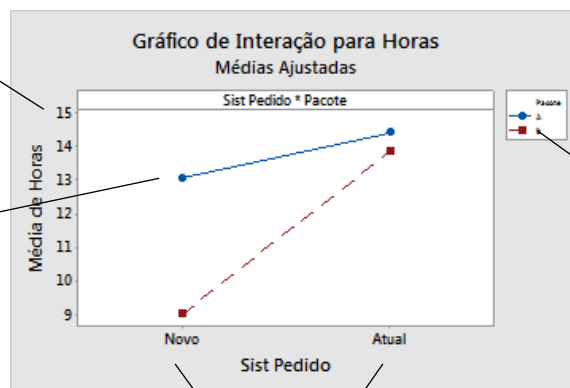
Essa linha mostra a média de todos os ensaios no experimento.

Cada ponto representa o tempo de processamento médio para um nível de um fator. A linha central horizontal mostra o tempo de processamento médio de todos os ensaios. O painel esquerdo do gráfico indica que os pedidos que foram processados usando o novo sistema de processamento de pedidos levaram menos tempo que os pedidos processados usando o sistema atual de processamento de pedidos. O painel direito do gráfico indica que os pedidos que foram processados usando o procedimento de embalagem B levaram menos tempo que os pedidos processados usando o procedimento de embalagem A.

Se não houve interações significativas entre os fatores, um gráfico de efeitos principais descreveria adequadamente as relações entre cada fator e a resposta. No entanto, como a interação é significativa, é também necessário examinar o gráfico de interação. Uma interação significativa entre dois fatores pode afetar a interpretação dos efeitos principais.

A escala vertical (eixo y) está em unidades de resposta (horas).

Esse ponto é o tempo médio necessário para preparar pacotes usando o novo sistema de processamento de pedidos e o procedimento de pacote A.



A legenda exibe os níveis do fator, Pacote.

A escala horizontal (eixo x) mostra os níveis do fator, 'Sist Pedidos'.

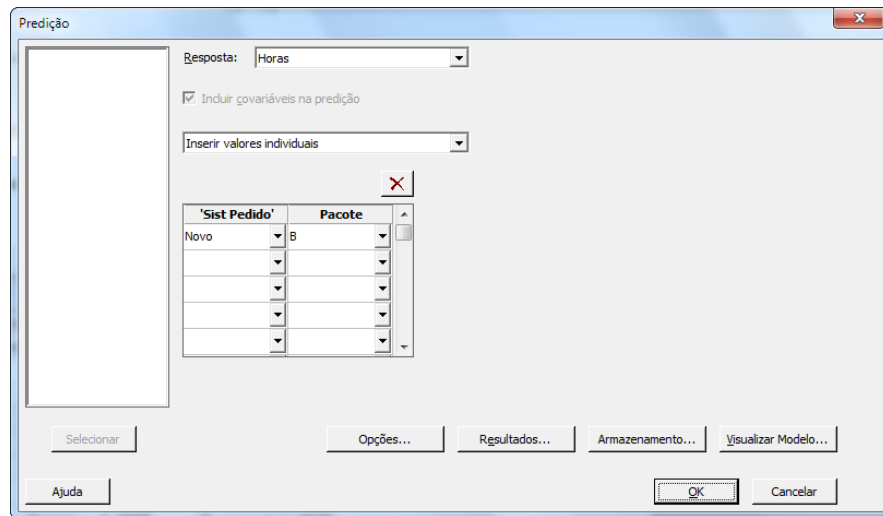
Cada ponto no gráfico de interações mostra o tempo de processamento médio em diferentes combinações de níveis de fator. Se as linhas não forem paralelas, o gráfico indicará que há uma interação entre os dois fatores. O gráfico de interações indica que os pedidos de livro que foram processados usando o novo sistema de processamento de pedidos e o procedimento de embalagem B levaram menos horas para serem preparados (9 horas). Os pedidos que foram processados usando o sistema atual de processamento de pedidos e o procedimento de embalagem A levaram mais horas para serem preparados (aproximadamente 14,5 horas). Como a inclinação da linha do procedimento de embalagem B é maior, você conclui que o novo sistema de processamento de pedidos tem um efeito maior quando o procedimento de embalagem B é usado, no lugar do procedimento de embalagem A.

Com base nos resultados do experimento, você recomenda que o centro de expedição Ocidente use o novo sistema de processamento de pedidos e o procedimento de embalagem B para reduzir o tempo de entrega de pedidos.

Predizer a resposta

Você determinou as melhores configurações, que são armazenadas no modelo DOE na worksheet. É possível usar o modelo armazenado para prever o tempo de processamento para essas configurações.

1. Escolha **Estat > DOE (Planejamento de Experimento) > Fatorial > Predição**.
2. Sob **SistemaPedidos**, selecione **Novo**.
3. Sob **Pacote**, selecione **B**.



4. Clique em **OK**.

Predição para Horas

Equação de Regressão em Unidades Não codificadas

$$\text{Horas} = 12,573 + 1,548 \text{ Sist Pedido} - 1,160 \text{ Pacote} + 0,865 \text{ Sist Pedido} * \text{Pacote}$$

Variável Configurações

Sist Pedido Novo

Pacote B

Ajuste EP do

Ajuste	Ajustado	IC de 95%	IP de 95%
9	0,385710	(8,11055; 9,88945)	(7,22110; 10,7789)

Interpretar os resultados

A saída exibe a equação do modelo e os níveis da variável. O valor ajustado (também chamado de predito) desses níveis é 9 horas. No entanto, todas as estimativas contêm incerteza, pois usam dados amostrais. O intervalo de confiança de 95% é o intervalo de valores prováveis do tempo de preparação médio. Se você usar o novo sistema de processamento de pedidos e o procedimento de embalagem B, você pode ter 95% de confiança de que o tempo de preparação médio de todos os pedidos será entre 8,11 e 9,89 horas.

Salvar o projeto

1. Se você ainda não salvou seu projeto, selecione **Arquivo > Salvar projeto**.

2. Vá até onde deseja salvar seu projeto.
3. Dê ao seu projeto o nome de *MeuDOE*.
4. Clique em **Salvar**.

No próximo capítulo

O experimento fatorial indica que você pode diminuir o tempo que é necessário para preparar pedidos no centro de expedição Ocidente usando o novo sistema de processamento de pedidos e procedimento de pacote B. No próximo capítulo, você aprenderá como usar a linguagem de comando e como criar e executar arquivos `exec` para executar novamente uma análise de forma rápida quando novos dados forem coletados.

6. Repetir a análise

Visão geral

Nota: Quando usar o aplicativo web, clique em [Abrir no aplicativo desktop](#) para concluir as tarefas deste capítulo.

Quando você usa um comando de menu no Minitab, o Minitab preserva as linhas de comando que registram suas ações. Você pode usar estes comandos de sessão para repetir rapidamente uma análise sobre um novo conjunto de dados.

Cada comando do menu corresponde a um comando de sessão. Os comandos de sessão consistem em um comando principal e, geralmente, em um ou mais subcomandos. Tanto os comandos principais quanto os subcomandos podem ser acompanhados de uma série de argumentos, que podem ser colunas, constantes, ou matrizes, strings de texto, ou números. O Minitab fornece três maneiras de usar os comandos de sessão:

- Insira os comandos de sessão no painel [Linha de comando](#).
- Copie os comandos de sessão do painel [Histórico](#) para o painel [Linha de comando](#).
- Copie e salve comandos de sessão em um arquivo executável.

Quando você visualiza o painel [Linha de comandos/histórico](#), e, em seguida, executa um comando de um menu, os comandos de sessão correspondentes são exibidos no painel [Histórico](#). Essa técnica é uma maneira prática de aprender os comandos de sessão.

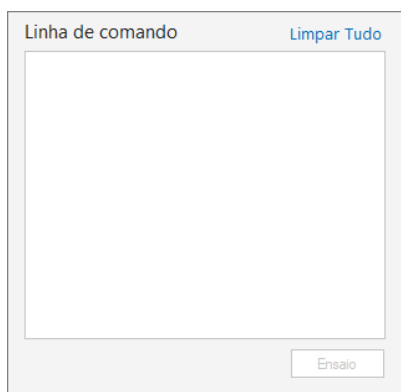
O centro Oeste coleta e analisa continuamente informações sobre os tempos de envio sempre que há novos dados disponíveis. Em [Avaliação da qualidade](#) na página 29, você realizou uma análise de capacidade dos dados referentes ao mês de março. Neste capítulo, você usará comandos de sessão para realizar uma análise de capacidade dos dados referentes a abril.

Executar uma análise usando comandos da janela Session

Uma maneira de usar comandos da janela Session é inseri-los no painel [Linha de comando](#). O Minitab não exibe o painel por padrão, de forma que você deve habilitá-lo.

Exibir o painel Linha de comando

1. Caso esteja continuando do capítulo anterior, selecione [Arquivo](#) > [Novo](#) > [Projeto](#). Caso contrário, inicie o Minitab.
2. Abra o conjunto de dados, [ComandosSessão.MTW](#).
3. Escolha [Visualizar](#) > [Linha de comandos/histórico](#).



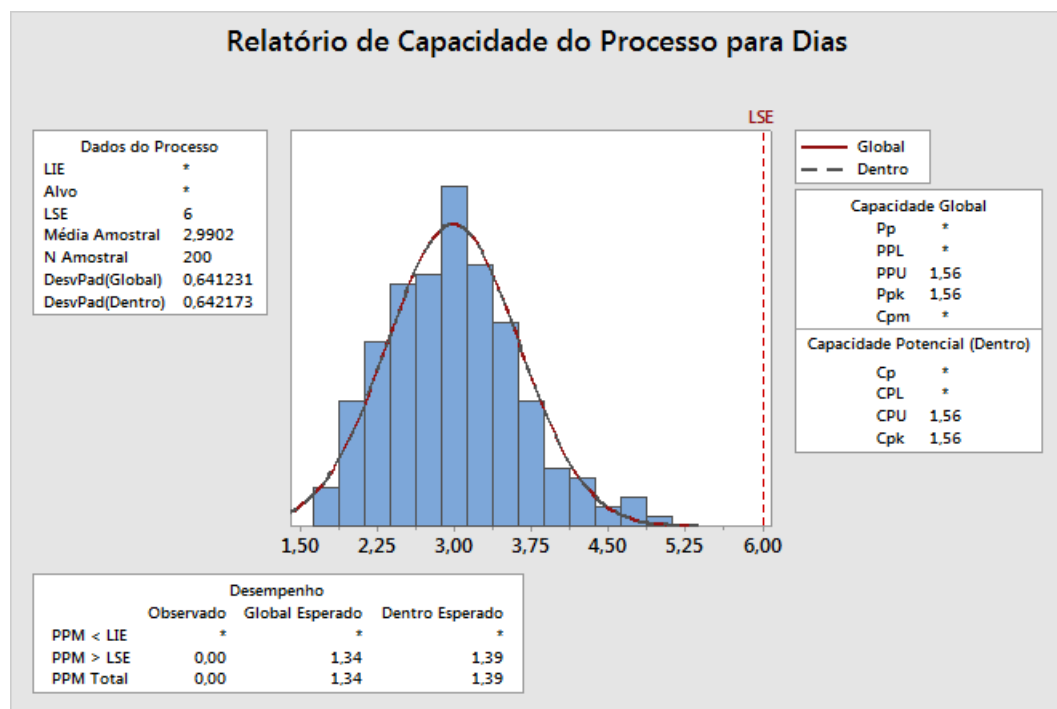
Inserir comandos de sessão

Em [Avaliação da qualidade](#) na página 29, você realiza uma análise de capacidade para determinar se os tempos de entrega estão dentro das especificações (menos de 6 dias para entrega). Para executar essa análise, você usou [Estat > Ferramentas da Qualidade > Análise de capacidade > Normal](#). Depois, você inseriu a coluna de dados, a coluna de subgrupo e o limite superior de especificação.

Para continuar a avaliar os tempos de entrega do centro de expedição Oeste, você planeja repetir essa análise regularmente. Ao coletar novos dados, é possível repetir essa análise usando alguns comandos de sessão.

1. No painel [Linha de comando](#), insira Capacidade "Dias" "Data";
O ponto e vírgula indica que você deseja inserir um subcomando.
2. Pressione [Enter](#).
3. Insira USPEC 6.
O ponto indica o fim de uma sequência de comando.
4. Clique em [Ensaio](#).
O conteúdo do painel [Linha de comando](#) não é apagado depois da execução dos comandos. Selecione [Limpar tudo](#) na parte superior direita para apagar o conteúdo do painel.

Análise de capacidade para os dados de expedição do mês de abril



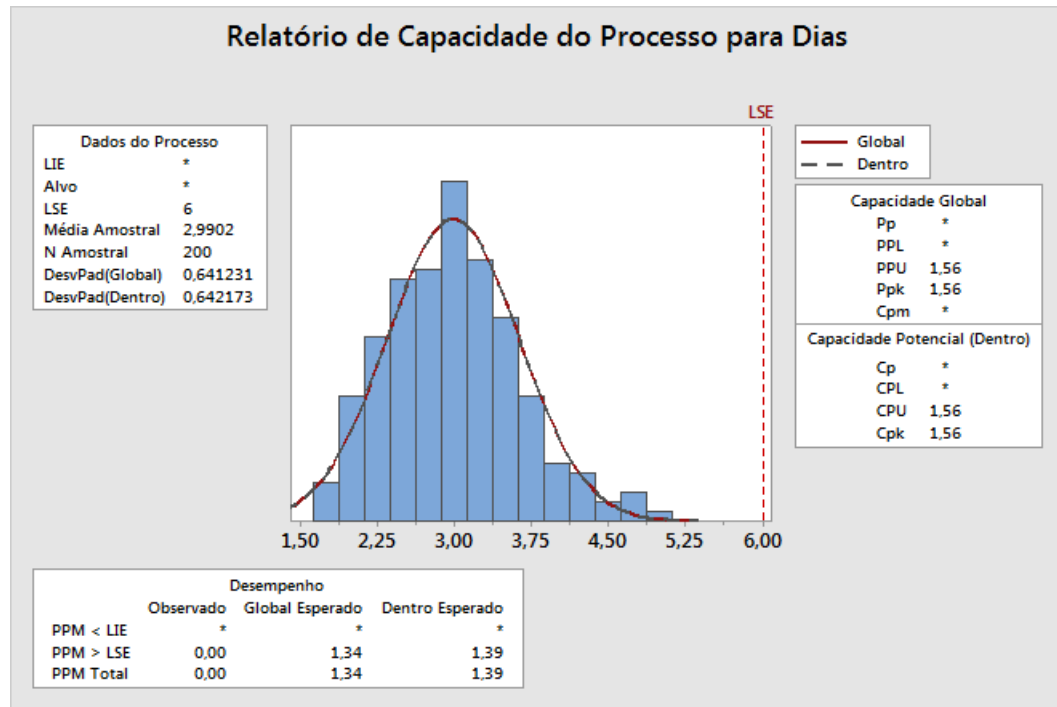
Dica: Para abrir um arquivo PDF que relacione os comandos de sessão do Minitab, no painel [Linha de comando](#), insira Ajuda, em seguida, clique em [Ensaio](#).

Copiar comandos de sessão

O Minitab gera comandos de sessão para a maioria dos comandos de menu e armazena-os no painel [Histórico](#). Você pode executar novamente esses comandos selecionando-os e clicando em [Copiar para linha de comando](#).

1. No painel **Linha de comando**, clique em **Limpar tudo**.
2. No painel **Histórico**, clique duas vezes em Capacidade "Dias" "Data" para selecionar o comando e o subcomando.
3. Clique em **Copiar para linha de comando**.
4. Clique em **Ensaio**.

Análise de capacidade para os dados de expedição do mês de abril



Você recriou a análise de capacidade usando os comandos do painel **Histórico**.

Use um arquivo exec para repetir a análise

Um arquivo executável é um arquivo de texto que contém uma série de comandos do Minitab. Para repetir uma análise sem usar os comandos do menu ou os comandos de sessão, salve os comandos como um arquivo executável e, depois, execute-o.

Criar um arquivo exec a partir do painel **Histórico**

Salve os comandos de sessão da análise de capacidade como um arquivo executável.

1. No painel **Histórico**, clique duas vezes em Capacidade "Dias" "Data" para selecionar o comando e o subcomando.
2. Clique com o botão direito do mouse nos comandos selecionados e escolha **Copiar**.
3. Abra um editor de texto como o Notepad.
4. Cole os comandos no editor de texto.
5. Salve o arquivo de texto com o nome e a extensão *GráficosEnvio.mtb*.

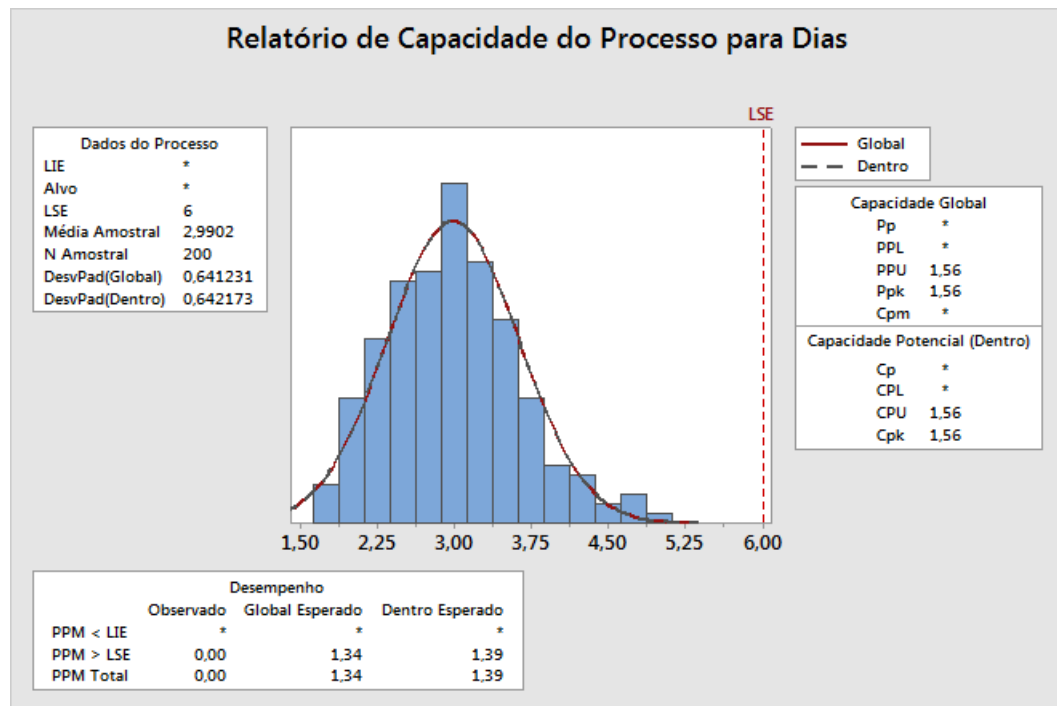
Executar os comandos novamente

Você pode repetir a análise, executando o arquivo exec.

1. Escolha **Arquivo > Executar uma exec.**
2. Clique em **Selecionar Arquivo.**
3. Selecione o arquivo, GráficosEnvio.MTB e clique em **Abra.**

Análise de capacidade para os dados de expedição do mês de abril

O Minitab executa os comandos do arquivo exec para gerar a análise de capacidade.



Você pode executar um arquivo usando qualquer worksheet se o nome das colunas forem iguais. Assim, é possível compartilhar um arquivo exec com outros usuários do Minitab que precisam executar a mesma análise. Por exemplo, o gerente do centro de expedição Ocidente pode compartilhar GráficosEnvio.MTB com os gerentes de outros centros de expedição para que eles possam executar a mesma análise com seus próprios dados. Se desejar usar um arquivo exec com outra worksheet ou outras colunas, edite o arquivo exec usando um editor de texto.

Salvar o projeto

Salve todo o seu trabalho em um projeto do Minitab.

1. Se você ainda não salvou seu projeto, selecione **Arquivo > Salvar projeto.**
2. Vá até onde deseja salvar seu projeto.
3. Dê ao seu projeto o nome de *MeusComandosSessão.*
4. Clique em **Salvar.**

No próximo capítulo

Você aprendeu como usar os comandos da janela Session como alternativa aos comandos do menu e como uma maneira rápida de repetir uma análise. No capítulo seguinte, você insere dados em uma planilha a partir de várias fontes. Além disso, para preparar os dados e simplificar a análise, você irá editá-los e reorganizar as colunas e as linhas.

7. Importação e preparação dos dados

Visão geral

Frequentemente, você usará worksheets que já foram criadas por você. No entanto, algumas vezes, será necessário inserir ou importar dados na worksheet do Minitab antes de iniciar uma análise.

Você pode inserir dados em uma worksheet do Minitab das seguintes maneiras:

- Digite os dados diretamente na worksheet.
- Copie e cole os dados de outros aplicativos.
- Importe os dados de arquivos Microsoft Excel ou de arquivos de texto.

Depois de inserir os dados no Minitab, você pode editar as células ou reorganizar as colunas e as linhas para preparar os dados para análise. Algumas das manipulações de dados comuns são empilhamento, subagrupamento, especificação de nomes de colunas e edição de valores de dados.

Neste capítulo, você importará dados no Minitab de diferentes fontes. Você também saberá como [DadosEnvio.MTW](#) foi preparado para análise.

Importar dados de fontes diferentes

Para a análise inicial do *Guia de introdução do Minitab Statistical Software*, a worksheet [DadosEnvio.MTW](#), que contém dados dos três centros de expedição, já está configurada. Entretanto, originalmente, os três centros de expedição armazenaram os dados de pedidos de livros das seguintes maneiras:

- O centro de expedição Oriente armazenou os dados em uma worksheet do Minitab.
- O centro de expedição Central armazenou os dados em um arquivo do Microsoft Excel.
- O centro de expedição Ocidente armazenou os dados em um arquivo de texto.

Para analisar todos os dados de expedição, abra cada arquivo no Minitab e empilhe-os em uma worksheet.

Abrir uma worksheet

Comece com os dados do centro de expedição Leste.

- Abra o conjunto de dados, [Oriental.MTW](#).

Abrir dados de uma planilha Excel

Os dados do centro de expedição central estão armazenados em uma planilha do Excel. É possível abrir arquivos do Excel no Minitab.

Nota: No aplicativo web, você pode abrir arquivos .xlsx, mas não pode abrir arquivos .xls e .xml.

1. Salve o conjunto de dados, [Central.xlsx](#).
2. Selecione **Arquivo > Abrir**.
3. Navegue até a pasta onde salvou o conjunto de dados.
4. Selecione [Central.xlsx](#).
5. Clique em **OK**.

Abrir dados de um arquivo de texto (*.txt)

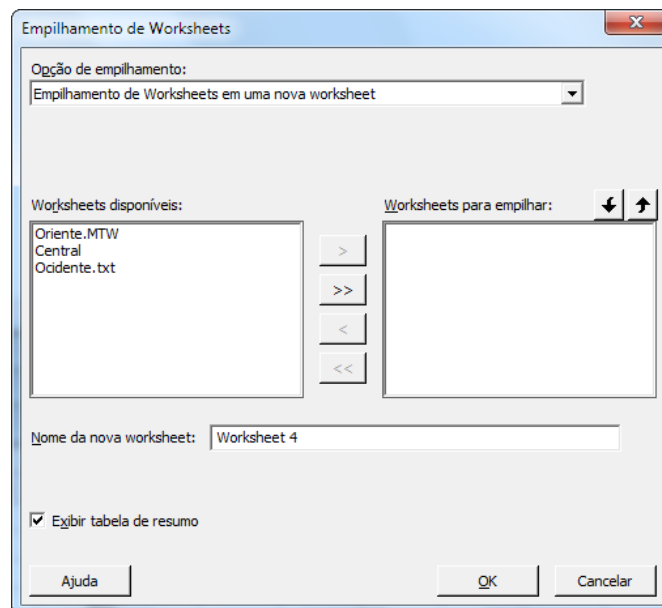
Os dados do centro de expedição Ocidente estavam em um arquivo de texto. Abrir o arquivo de texto.

1. Salve o conjunto de dados, [Ocidental.txt](#).
2. Selecione **Arquivo** > **Abrir**.
3. Navegue até a pasta onde salvou o conjunto de dados.
4. Selecione Ocidental.txt.
5. Clique em **OK**.

Combinar os dados em uma worksheet

Observe que as worksheets para os centros de expedição têm os mesmos nomes de coluna. Para facilitar a análise dos dados, é preciso combinar os dados em uma worksheet pelo empilhamento de colunas que tenham os mesmos nomes. É possível mover dados copiando e colando ou usando comandos no menu **Dados**.

1. Escolha **Dados** > **Empilhamento de Worksheets**.
2. Em **Opção de empilhamento**, selecione **Empilhamento de Worksheets em uma nova worksheet**.
3. Use os botões de seta para mover as três worksheets de **Worksheets disponíveis** para **Worksheets para empilhar**.
4. Em **Nome da nova worksheet**, insira *MeusDadosEnvio*.



5. Clique em **OK**.

Mover e nomear uma coluna

A coluna Fonte contém os rótulos que identificam os dados dos centros de expedição. Mova a coluna Fonte para C1 e renomeie a coluna Centro.

Nota: Quando usar o aplicativo web, clique em [Abrir no aplicativo desktop](#) para concluir as seguintes etapas.

1. Clique na coluna Fonte, clique com o botão direito, depois escolha **Mover colunas**.
2. Em **Mover Colunas Selecionadas**, selecione **Antes da coluna C1**.
3. Clique em **OK**.
4. Clique no nome da coluna, Fonte, insira *Centro* e pressione **Enter**.

Prepare os dados para a sua análise

Agora que os dados estão em uma única worksheet, você pode prepará-los ou manipulá-los para que eles sirvam à sua análise específica. Por exemplo, você pode recodificar os dados ou criar uma coluna de valores calculados.

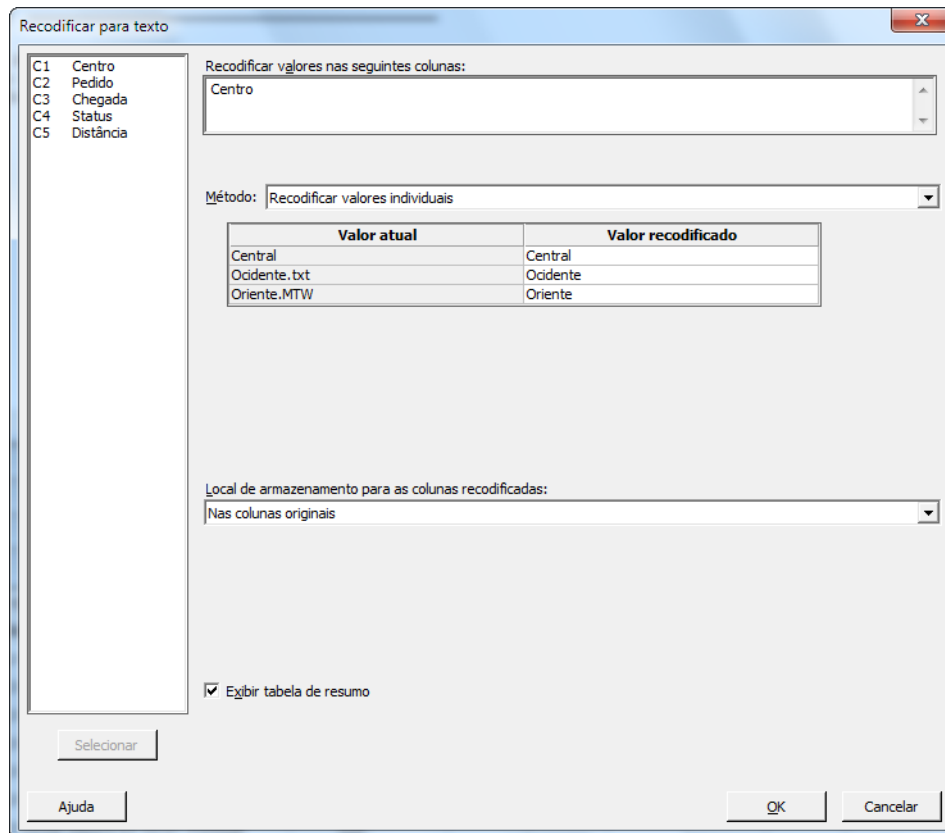
Dica: Para obter mais informações sobre manipulações de dados no Minitab, acesse [Manipular dados em worksheets, colunas e linhas](#).

Recodificar os dados

Os rótulos na coluna Centro não identificam corretamente de que centro os dados provêm. Recodifique os rótulos para remover a extensão do arquivo.

1. Selecione **Dados > Recodificar > Para texto**.
2. Em **Recodificar valores nas seguintes colunas**, insira *Centro*.
3. Em **Método**, selecione **Recodificar valores individuais**.
4. Sob **Valor recodificado**, substitua Oriente.MTW por *Oriente*.
5. Sob **Valor recodificado**, substitua Ocidente.txt por *Ocidente*.

6. Em **Local de armazenamento para as colunas recodificadas** selecione **Nas colunas originais**.



7. Clique em **OK**.

Os rótulos na coluna Centro agora são Eastern, Central e Western.

Criar uma coluna de valores calculados

Antes de salvar sua nova worksheet e executar as análises, é necessário calcular o número de dias entre a data do pedido e a data de entrega. Você pode usar a Calculadora do Minitab para atribuir uma fórmula a uma coluna, para calcular esses valores. Se você alterar ou acrescentar dados, os valores calculados serão atualizados automaticamente.

Inserir uma coluna

Inserir uma coluna entre Chegada e Estado.

Nota: Quando usar o aplicativo web, clique em [Abrir no aplicativo desktop](#) para concluir as seguintes etapas.

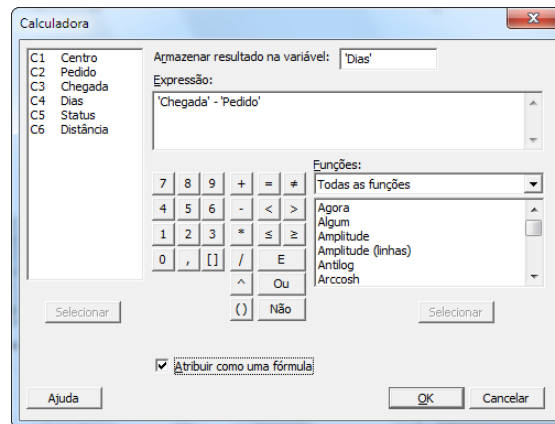
1. Clique em qualquer célula da coluna C4 para ativá-la.
2. Clique com o botão direito do mouse e, em seguida, selecione **Inserir colunas**.
3. Clique na célula de nome da coluna C4. Digite *Dias*, em seguida, pressione **Enter**.

Atribuir uma fórmula a uma coluna

Use a Calculadora do Minitab para realizar operações aritméticas e matemáticas básicas. O Minitab armazena os resultados em uma coluna ou uma constante. Você pode atribuir uma fórmula a uma coluna para que os valores calculados sejam atualizados automaticamente se os dados forem alterados.

Calcule o tempo de entrega e armazene os valores na coluna Dias.

1. Selecione **Calc > Calculadora**.



2. Em **Armazenar resultado na variável**, insira *Dias*.
3. Em **Expressão**, insira *Chegada - Pedido*.
4. Selecione **Atribuir como uma fórmula**.
5. Clique em **OK**.

Dica: Você também pode adicionar uma fórmula a uma coluna clicando com o botão direito do mouse na coluna e escolhendo **Fórmulas > Atribuição de fórmula à coluna**.

Examinar a worksheet

A coluna Dias contém os novos valores calculados que representam o tempo de entrega. Esses valores estão expressos em número de dias. Quando uma fórmula é atribuída a uma coluna, um indicador de status é exibido no canto superior direito do cabeçalho da coluna na worksheet. O indicador especifica se a fórmula está definida corretamente e se é necessário recalcular os valores para atualizar os dados. Uma marca de verificação verde ☒ indica que os dados estão atualizados.

↓	C1-T	C2-D	C3-D	C4 ☒	C5-T	C6	C7
	Centro	Ordem	Chegada	Dias	Status	Distância	
1	Oriente	3/4 8:34	3/8 15:21	4,28264	No prazo	255	
2	Oriente	3/4 08:35	3/7 17:05	3,35417	No prazo	196	
3	Oriente	3/4 08:38	*	*	Pedido pendente	299	
4	Oriente	3/4 08:40	3/8 15:52	4,30000	No prazo	205	
5	Oriente	3/4 08:42	3/10 14:48	6,25417	Atrasado	250	
6	Oriente	3/4 08:43	3/9 15:45	5,29306	No prazo	93	
7	Oriente	3/4 08:50	3/8 10:02	4,05000	No prazo	189	

↓	C1-T	C2-D	C3-D	C4 ✓	C5-T	C6	C7
	Centro	Ordem	Chegada	Dias	Status	Distância	
8	Oriente	3/4 08:55	3/9 16:30	5,31597	No prazo	335	
9	Oriente	3/4 08:58	3/9 10:32	5,06528	No prazo	211	
10	Oriente	3/4 09:11	3/8 16:02	4,28542	No prazo	254	

Dica: Pressione e segure o cursor sobre o indicador de status para ver a fórmula atribuída à coluna. Clique duas vezes no indicador para editá-la.

Quando os valores de dados mudam

Suponhamos que você observe que a data de chegada de um pedido na região de expedição central esteja incorreta. Se você corrigir a data na worksheet, o Minitab atualizará automaticamente a coluna Dias, que contém a fórmula que calcula o tempo decorrido.

Altere a data de chegada na linha 127.

1. Na coluna Chegada, clique com o botão direito do mouse e selecione **Localizar e substituir > Ir para**, em seguida, insira o número da linha 127.
2. Na célula, altere 3/7 9:17 para 3/8 9:17.
3. Pressione **Enter**.

O Minitab atualiza automaticamente o valor na coluna Dias de 2,98125 para 3,98125.

Nota: Para atualizar as fórmulas manualmente, clique com o botão direito do mouse na coluna que contém a fórmula e escolha **Fórmulas > Calcular todas as fórmulas automaticamente** para desmarcar essa opção. Se os valores na worksheet mudarem e fizerem com que a fórmula na coluna fique desatualizada, o indicador de status dessa coluna muda para um triângulo amarelo. Clique com o botão direito do mouse na coluna que contém a fórmula e escolha **Fórmulas > Calcular todas as fórmulas agora** para atualizar todas as fórmulas no projeto.

Salvar a worksheet

Salve todo o seu trabalho em uma worksheet do Minitab.

Nota: Quando usar o aplicativo web, clique em **Abrir no aplicativo desktop** para concluir as seguintes etapas.

1. Clique na worksheet, em seguida selecione **Arquivo > Salvar Worksheet Como**.
2. Vá até onde deseja salvar sua worksheet.
3. De o nome *MyShippingData* à sua worksheet.
4. Em **Salvar como tipo**, selecione **Minitab**.
5. Clique em **Salvar**.

Índice

A

abertura de uma worksheet 7, 54
adicionando anotações ao layout de gráfico 18
adicionando dados a uma worksheet 32
Ajuda, acesso 28
aleatorizando a ordem de ensaio 39
analisar dados 20
análise de capacidade 34
análise de variância 22
ANOVA 22
ANOVA para 1 fator 22, 28
aplicativo de desktop 4, 5
aplicativo web 4, 5, 8, 10, 11, 13, 16, 18, 32, 33, 49, 56, 57, 59
Arquivo Exec 51
arquivos
 formato xlsx 54
 mesclando 54, 55
 salvando projetos 19, 28, 35, 47, 52
 texto 55
 Tipo de arquivo MPX, MPJ 19, 28, 35, 47, 52
 Tipo de arquivo MWX, MTW 54, 59
arquivos de projeto, salvando 19, 28, 35, 47, 52
arquivos de texto 55
Assistente 13
atribuindo fórmulas a uma coluna 58
atualizando gráficos 31
atualizando uma fórmula 59
automatizando uma análise 51
Autopreenchimento (Autofill) 32
avaliação da qualidade 29

B

barra de status 6
boxplot 23, 26

C

Calculadora 58
calculando fórmulas 58
capacidade do processo 34
carta Xbarra-S 29
 interpretação 30
cartas de controle 29, 31
 atualização 32
 edição dos rótulos do eixo x 33
 estágios 31
 subgrupos 30
causas especiais 29

codificando dados 56
Colunas 7
 atribuindo fórmulas 58
 inserindo 57
 mover 56
 número 7
 renomear 56
comandos da janela Session 49
 habilitando 49
 usando 49
comparação múltipla
 acesso à Ajuda em relação a 28
comparação múltipla de médias 22
 interpretação 25
criação de gráficos de dados 8

D

dados
 adicionando à worksheet 32
 análise 20
 codificando 56
 importação 54
 mesclando 54, 55
 preparação 54
 preparando 56
 substituindo 56
 tipos 6
diagrama de Pareto dos efeitos 43
distribuição normal 8
DOE 36

E

empilhamento de worksheets 55
estabilidade 29
estágios, cartas de controle 31
estatística descritiva, utilizando 20
Excel, mesclando dados em uma worksheet 54
Exibir estatísticas descritivas 20
experimentos de mistura 36
experimentos de superfície de resposta 36
experimentos fatoriais 36
 ajustando um modelo 41
 aleatorizando a ordem de ensaio 39
 análise 41
 criação 36
 gráfico de efeitos principais 45
 gráfico de interações 45
 gráficos de efeitos 43
 inserção de nomes de fator 38
 inserindo dados 40
 selecionando 37

F

ferramenta de layout para gráficos 16
 adicionando anotações 18
Formato de arquivo MPX, MPJ 19, 28, 35, 47, 52
Formato de arquivo MWX, MTW 54, 59
formato do arquivo xlsx 54
fórmula em uma coluna 58
funções aritméticas 58
funções matemáticas 58

G

gráfico de dispersão
 criação 13
 interpretação 14
gráfico de efeitos principais 45
gráfico de interações 45
gráfico de intervalos 23, 26
gráfico de probabilidade normal dos efeitos 43
gráfico de resíduos quatro-em-um 26
gráfico de valores individuais 23, 26
gráficos 8
 atualização 31
 boxplot 23, 26
 edição 11
 efeitos 43
 fatoriais 45
 ferramenta de layout 16
 internos 8, 20, 23
 intervalo 23, 26
 resíduo 24, 26
 valores individuais 23, 26
gráficos de efeitos 43
gráficos de resíduos 24
 gráfico de probabilidade normal 26
 histograma dos resíduos 26
 quatro-em-um 26
 resíduos versus pedido 26
 resíduos versus valores ajustados 26
gráficos fatoriais 45
gráficos internos 8, 20
 gerando 23

H

histograma
 em painéis 8
 em painéis, interpretação 11
histograma agrupado 8
 interpretação 11
histograma em painéis
 criação 8

empilhando 10
interpretação 10, 11

I

inserindo uma coluna 57
intervalos de confiança 25

L

limites de especificação 34
linhas em uma worksheet 7

M

macros 51
mesclando arquivos 54, 55
mover colunas 56

N

Navegador 5

P

Painel
 dados 6
 Histórico 6, 50
 Linha de comando 6, 50
 saída 5
painel de dados 6
Painel de Linha de Comando 6, 49, 50
painel de saída 5
Painel Histórico 6, 50
planejamento de experimentos 36
planejamento de experimentos (DOE)
36

Q

qualidade, avaliação 29

R

relatório 5, 18
renomear colunas 56
repetindo uma análise 50
réplicas 38
rodapé, adicionando a gráficos 11
rótulos do eixo x 33

S

salvando
 Execs 51
 projeto 19, 28, 35, 47, 52
 worksheet 59

seta de direção de entrada de dados
32
seta, direção de entrada de dados 32
subgrupos 30
substituindo valores em uma worksheet
56

T

teste de hipóteses 22
Teste de Tukey
 acesso à Ajuda em relação a 28
 comparação múltipla de médias 22,
 25
 intervalo de confiança de 95% 27

V

valor de p 25
variáveis 7
 digitando em uma caixa de diálogo
 9
visualização dividida 5
visualizando
 Navegador 6
 Painel linha de comandos/histórico
 6, 49
 saída 22

W

worksheet
 abrindo 7, 54
 adicionando dados 32
 Autopreenchimento (Autofill) 32
 empilhando 55
 inserindo dados 32
 mesclando dados do Excel 54
 mesclar dados de um arquivo de
 texto 55
 preparação dos dados 56
 salvando 59

Minitab Our mission is to help people discover valuable insights in their data.

Minitab helps companies and institutions to spot trends, solve problems and discover valuable insights in data by delivering a comprehensive and best-in-class suite of data analysis and process improvement tools. Combined with unparalleled ease-of-use, Minitab makes it simpler than ever to get deep insights from data. Plus, a team of highly trained data analytic experts ensure that users get the most out of their analysis, enabling them to make better, faster and more accurate decisions.

For nearly 50 years, Minitab has helped organizations drive cost containment, enhance quality, boost customer satisfaction and increase effectiveness. Thousands of businesses and institutions worldwide use Minitab Statistical Software, Minitab Connect, SPM, Quality Trainer, Minitab Engage, and Minitab Workspace to uncover flaws in their processes and improve them. Unlock the value of your data with Minitab.

Data Analysis



Minitab®

Powerful statistical software
everyone can use

Data Transformation



Minitab Connect™

Data access, automation, and
governance for comprehensive insights

Predictive Modeling



SPM®

Machine Learning and Predictive
analytics software

Online Stat Training



Quality Trainer®

Master statistics and Minitab
anywhere with online training

Visual Business Tools



Minitab Workspace®

Visual tools to ensure process and
product excellence

Project Ideation & Execution



Minitab Engage™

Start, track, manage, and execute
innovation and improvement initiatives

© 2021 by Minitab, LLC. All rights reserved.

Minitab®, Minitab Workspace®, Minitab Connect®, Quality Trainer®, SPM® and the Minitab® logo are all registered trademarks of Minitab, LLC, in the United States and other countries. Additional trademarks of Minitab, LLC can be found at www.minitab.com. All other marks referenced remain the property of their respective owners.

Release 20.2