

# Guia completo para o desenvolvimento de sistemas de medição

- ▷ Como escolher o melhor sensor
- ▷ Como escolher o melhor hardware de aquisição de dados
- ▷ Como escolher o melhor barramento de computador
- ▷ Como escolher o melhor computador
- ▷ Como escolher o melhor software de driver
- ▷ Como escolher o melhor software de aplicação
- ▷ Como escolher as melhores ferramentas de análise
- ▷ Como escolher as melhores técnicas de visualização
- ▷ Como escolher o melhor formato de armazenamento de dados
- ▷ Como escolher as melhores ferramentas de geração de relatórios

# Como escolher o melhor sensor para o seu sistema de medição

## Visão geral

Atualmente, existem diferentes sensores que você pode escolher para medir todos os tipos de fenômenos naturais. Este capítulo categoriza e compara os sensores mais comuns para medir sete desses fenômenos, para ajudá-lo a escolher a melhor opção para a sua aplicação.

- ▷ Temperatura
- ▷ Deformação
- ▷ Som
- ▷ Vibração
- ▷ Posição e deslocamento
- ▷ Pressão
- ▷ Força

## Temperatura

Os sensores mais comuns para medição de temperatura são os termopares, termistores e detectores de temperatura por resistência (RTDs). Sendo mais especializados, os sensores de fibra óptica também se tornando populares nas medições de temperatura.

Sensor de temp.	Precisa de condicionamento de sinais	Exatidão	Sensibilidade	Comparação
Termopar	<ul style="list-style-type: none"> <li>Amplificação</li> <li>Filtragem</li> <li>Compensação por junção fria</li> </ul>	Bom	Bom	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alimentação interna</li> <li>Econômico</li> <li>Robusto</li> <li>Ampla faixa de temperatura</li> </ul>
RTD	<ul style="list-style-type: none"> <li>Amplificação</li> <li>Filtragem</li> <li>Excitação por corrente</li> </ul>	Excelente	Ótimo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bastante exata</li> <li>Bastante estável</li> </ul>
Termistor	<ul style="list-style-type: none"> <li>Amplificação</li> <li>Filtragem</li> <li>Excitação de tensão</li> </ul>	Ótimo	Excelente	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alta resistência</li> <li>Baixa massa térmica</li> </ul>
Fibras ópticas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pouca ou nenhuma amplificação</li> <li>Filtragem</li> </ul>	Excelente	Excelente	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bom para locais de risco</li> <li>Bom para longas distâncias</li> <li>Imune a ruído induzido por interferência eletromagnética (EMI)?</li> <li>Pequeno, leve</li> </ul>

Quadro 1. Comparação de sensores de temperatura comuns

### Termopares

Os termopares, os sensores de temperatura mais comuns, são eficazes em aplicações que exigem uma ampla faixa de temperatura. São econômicos (de \$1 a \$50 USD) e seu tempo de resposta dura frações de um segundo. Devido às propriedades do material e outros fatores, pode ser difícil chegar a uma exatidão inferior a 1 °C.

### RTDs

Os RTDs são tão populares quanto os termopares e podem manter uma leitura estável de temperatura por anos. Ao contrário dos termopares, os RTDs têm uma faixa de temperatura menor (-200 a 500 °C), requerem excitação de corrente e seu tempo de resposta é mais lento (2.5 a 10 s). São usados principalmente para medições de temperatura de alta exatidão ( $\pm 1.9$  por cento) em aplicações que não são de tempo crítico, podendo custar em torno de \$25 e \$1,000 USD.

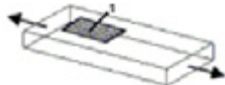

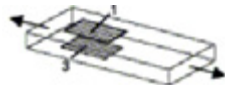
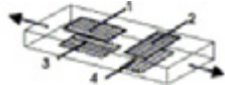
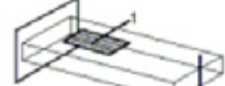




### Termistores

Os termistores possuem uma faixa de temperatura menor (-90 a 130 °C) do que as mencionadas anteriormente para os demais sensores. Têm a melhor exatidão ( $\pm 0.05$  °C), mas são mais frágeis do que os termopares ou RTDs. Incluem excitação como o RTD, mas requerem excitação de tensão em vez de excitação de corrente. O preço do termistor normalmente gira em torno de \$2 e \$10 USD.

### Fibras ópticas

Outra alternativa para medir a temperatura são as fibras ópticas. Os sensores de temperatura de fibra óptica são eficazes para ambientes de risco ou locais onde pode haver interferência eletromagnética. Eles são não condutivos, passivos eletricamente, imunes a ruído induzido por interferência eletromagnética (EMI) e podem transmitir dados em longas distâncias com pouca ou nenhuma perda da integridade dos sinais.

## Deformação

Strain	Gage Setup	Bridge Type	Sensitivity MV/V @ 100 $\mu$ E	Details
Axial		$\frac{1}{4}$	0.5	Good: Simplest to implement, but must use a dummy gage if compensating for temperature. Responds equally to axial strain.
		$\frac{1}{2}$	0.65	Better: Temperature compensated, but it is sensitive to bending strain.
		$\frac{1}{2}$	1.0	Better: Rejects bending strain, but not temperature. Must use dummy gages if compensating for temperature.
		Full	1.3	Best: More sensitive and compensates for both temperature and bending strain.
Bending		$\frac{1}{4}$	0.5	Good: Simplest to implement, but must use a dummy gage if compensating for temperature. Responds equally to axial strain.
		$\frac{1}{2}$	1.0	Better: Rejects axial strain and is temperature compensated.
		Full	2.0	Best: Rejects axial strain and is temperature compensated. Most sensitive to bending strain.
Torsional and Shear		$\frac{1}{2}$	1.0	Good: Gages must be mounted at 45 degrees from centerline.
		Full	2.0	Best: Most sensitive full-bridge version of previous setup. Rejects both axial and bending strains.

Quadro 2. Comparação de configurações de strain gages comuns

Normalmente, a deformação é medida por um strain gage resistivo. Esses resistores com formato achatado geralmente são acoplados a uma superfície que pode ser dobrada ou flexionada. Um caso de uso para os strain gages resistivos é o teste estrutural das asas de aviões. Eles podem medir pequenas torções, dobras e trações em superfícies. Quando mais de um strain gage resistivo é conectado junto, cria-se uma ponte.

Se você usar mais strain gages, é possível ter uma medição mais sensível. Você pode usar até quatro strain gages ativos para criar um circuito de ponte de Wheatstone, que é uma configuração denominada ponte completa. Existem também as configurações meia ponte (dois strain gages ativos) e um quarto de ponte (um strain gage ativo). Quanto mais strain gages você usar, mais precisas serão suas leituras.

Os strain gages exigem excitação de tensão ou corrente e são suscetíveis à deriva de temperatura, deformação por flexão e deformação axial, que podem apresentar falsas leituras sem o uso de outros strain gages resistivos.

- As pontes axiais medem a distensão ou desintegração de um material.
- As pontes por flexão medem uma distensão de um lado de um material e uma contração do outro lado.
- As pontes torcionais e de cisalhamento medem a torção de um material.

A deformação é medida com uma unidade adimensional ( $\epsilon$  ou  $\epsilon$ ), que é equivalente a uma pequena alteração na extensão dividida pela extensão total de um objeto sob medição.

De modo similar aos sistemas de temperatura, os sensores de fibra óptica podem ser utilizados para medir a deformação em locais de risco, onde uma medição elétrica regular pode ser alterada por interferência eletromagnética. Os sensores de deformação de fibra óptica são não condutivos, eletricamente passivos, imunes à ruídos induzidos por interferência eletromagnética e podem transferir dados em longas distâncias com pouca ou nenhuma perda da integridade dos sinais.

## Som

Microfones	Preço	Ambiente	Nível de impedância	Sensibilidade	Comparação
Condensador polarizado	Médio	Hostil	Médio	Excelente	<ul style="list-style-type: none"> <li>Os modelos condensadores são os mais usados</li> <li>Excelente em ambientes úmidos</li> </ul>
Condensador polarizado externamente	Alto	Hostil	Ótimo	Bom	<ul style="list-style-type: none"> <li>Os modelos condensadores são os mais usados</li> <li>Excelente em ambientes com alta temperatura</li> </ul>
Microfone de carbono	Baixo 0 – 50k lb ou 0 – 200 lb	Médio	Alto	Bom	<ul style="list-style-type: none"> <li>Baixa qualidade</li> <li>Usado em projeto básico inicial de handset de telefone</li> </ul>
Eletreto	Baixo 0 – 50k lb ou 0 – 200 lb	Médio	Baixo 0 – 50k lb ou 0 – 200 lb	Ótimo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ótimo com altas frequências</li> </ul>
Piezoelétrico	Médio	Hostil	Alto	Bom	<ul style="list-style-type: none"> <li>Apropriado para aplicações de medição de pressão de choque e impacto.</li> </ul>
Dinâmico/magnético	Alto	Hostil	Médio	Ótimo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resistente à umidade</li> <li>Não é bom em ambientes altamente magnéticos</li> </ul>

Quadro 3. Comparação de sensores de som comuns

Usados para medir sons, existem diversos tipos diferentes de microfones para você considerar ao escolher um sensor para a sua aplicação.

### Microfones condensadores

Os microfones condensadores são o tipo mais comum. Eles podem ser pré-polarizados, isto é, ter uma fonte de alimentação interna dentro do microfone, ou polarizados externamente. Os microfones condensadores polarizados externamente precisam de uma fonte de alimentação adicional, gerando custo extra para os projetos. Em ambientes úmidos onde algum componente da fonte de alimentação pode ser danificado, é preferível usar os microfones pré-polarizados. Já em ambientes com alta temperatura, é preferível usar os microfones condensadores polarizados externamente.

### Microfones piezoelétricos

Os microfones piezoelétricos robustos são usados em aplicações de medição de pressão de choque e impacto. São microfones duráveis e podem medir faixas de pressão de alta amplitude (decibéis). Sua desvantagem são os altos níveis de ruído que eles acabam capturando também.

### Microfones magnéticos/dinâmicos

Além do microfone piezoelétrico, os microfones magnéticos ou dinâmicos também funcionam em ambientes hostis. Eles dependem de um movimento para induzir magneticamente uma carga elétrica de um modo que os tornem resistentes à água, mas obviamente não são muito úteis para ambientes altamente magnéticos.

### Microfones de eletreto

Os microfones de eletreto são pequenos e eficientes na detecção de sons de alta frequência. São usados em milhões de computadores e dispositivos eletrônicos em todo o mundo. São relativamente baratos e sua única desvantagem é a falta de resposta em baixa frequência. Além disso, os microfones de carbono, menos comuns hoje, podem ser utilizados em aplicações nas quais a qualidade do som não é um problema.

## Vibração

Sensores de vibração	Frequência natural	Quantidade de eixos	Coefficiente de amortecimento	Fator de escala	Comparação
Piezoelétrico cerâmico (acelerômetro)	5 kHz	Até 3	Pequeno	Requer High Output	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Usado em medições de choque e vibração</li> </ul>
Transformador diferencial de variação linear (LVDT)	<80 Hz	Até 3	Médio	Varia	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Limitado à medição de vibração de baixa frequência ou aceleração em regime estável.</li> </ul>
Sonda de proximidade	<30 Hz	Até 3	Médio	Varia	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Limitado à medição de vibração de baixa frequência ou aceleração em regime estável.</li> <li>▪ Massa-mola acoplada ao ajustador do potenciômetro</li> </ul>
Relutância variável	<100 Hz	Até 3	Médio	Varia	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Só existe saída quando a massa está em movimento</li> <li>▪ Usado em estudos de choque e exploração de petróleo</li> </ul>

Quadro 4. Comparação de sensores de vibração comuns

### Acelerômetro ou sensor piezoelétrico cerâmico

A vibração ou aceleração são normalmente medidas com um sensor piezoelétrico cerâmico ou acelerômetro.

Existem três elementos principais que distinguem os sensores de vibração: a frequência natural, o coeficiente de amortecimento e um fator de escala. O fator de escala associa a saída a uma entrada de aceleração e está ligado à sensibilidade. Juntos, a frequência natural e o coeficiente de amortecimento determinam o nível de exatidão de um sensor de vibração. Em um sistema formado por uma mola e massa acoplada, se você puxasse a massa para trás a partir do equilíbrio e em seguida soltasse-a, a massa vibraria para frente (passando o equilíbrio) e para trás até parar. O atrito que faz a massa parar é definido pelo coeficiente de amortecimento, e a taxa na qual a massa vibra para frente e para trás é sua frequência natural.

Os sensores piezoelétricos cerâmicos de vibração são os mais comumente usados porque são os mais versáteis. Podem ser utilizados em medições de choque (testes de falha e explosões), medições de alta frequência e medições de vibração de baixa e menor frequência. Isso é mostrado por suas frequências naturais mais altas, e não pelas médias. No entanto, tipicamente têm saídas na faixa de milivolt e requerem um detector de baixo ruído e alta impedância de entrada para interpretar tensões de seus cristais piezoelétricos.

### Sondas de proximidade e transformadores diferenciais de variação linear (LVDTs)

As sondas de proximidade e os LVDTs são similares. Ambos são limitados à aceleração em regime estável ou medição de vibração em baixa frequência; no entanto, o sensor de vibração LVDT tem uma frequência natural um pouco maior, podendo lidar com/detectar mais vibração. A sonda de proximidade é simplesmente uma massa-mola acoplada ao ajustador de um potenciômetro.

### Sensor de relutância variável de vibração

Um sensor de relutância variável de vibração usa ímãs permanentes e movimentos por intermédio de bobinas para medir o movimento e a vibração. É um tipo especial de sensor de vibração porque registra a saída apenas quando a massa que ele está medindo está em movimento. Isso o torna especialmente útil em estudos de choque de terremotos e exploração de petróleo para capturar vibrações de estratos subterrâneos rochosos.

## Posição e deslocamento

Sensor de posição	Preço	Ambiente	Exatidão	Sensibilidade	Comparação
Sensor de efeito Hall	Baixo 0 – 50k lb ou 0 – 200 lb	Padrão	Ligado ou desligado	Ligado ou desligado	<ul style="list-style-type: none"> <li>Só entende que o target está próximo quando o sensor é apertado</li> </ul>
Encoders ópticos - Lineares e rotativos	Varia	Padrão	Varia	Alto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Exatidão determinada pelo número de revoluções</li> </ul>
Potenciômetros	Baixo 0 – 50k lb ou 0 – 200 lb	Padrão	Alto	Alto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Precisa estar fisicamente acoplado ao target em movimento</li> </ul>
Transformadores diferenciais de variação linear e rotativa	Alto	Conhecido por sua precisão e por ser tolerante a ambientes industriais com grande quantidade de poeira	Alto	Alto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Trabalha com um alto nível de potência</li> <li>Requer condicionamento de sinais</li> <li>Os RVDTs geralmente operam em uma faixa angular de <math>\pm 30</math> a <math>70^\circ\text{C}</math></li> </ul>
Sonda de proximidade (correntes parasitas)	Médio	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sem contato</li> <li>Tolerância a ambientes com bastante poeira</li> <li>Não é sensível ao material entre o sensor e o target</li> </ul>	Médio	Varia	<ul style="list-style-type: none"> <li>Não é bom onde é preciso alta resolução</li> <li>Não é bom quando há uma longa distância entre o sensor e o target (os sensores a laser e ópticos são melhores)</li> <li>Bom quando montado em uma estrutura mecânica fixa para medir o movimento de um maquinário próximo</li> </ul>
	Varia	Padrão	Varia	Alto	<ul style="list-style-type: none"> <li>É preciso uma linha de visão direta até o target para a medição</li> <li>Bom quando há uma longa distância entre o sensor e o target</li> <li>Exatidão determinada pela qualidade do sensor</li> </ul>

Quadro 5. Comparação de sensores de posição comuns

Existem diferentes tipos de sensores de posição para você escolher para o seu sistema. Os fatores que influenciam a escolha de um sensor de posição são excitação, filtragem, ambiente e se é preciso uma conexão física direta ou linha de visão para medir a distância. Não existe um tipo de sensor preferido universalmente tal como os de pressão e força. A posição tem sido medida com sensores já há bastante tempo, de modo que tanto a preferência, quanto a aplicação representam um papel importante na tomada dessa decisão.

### Sensores de efeito Hall

Com os sensores de efeito Hall, a presença de um objeto é determinada quando esse objeto pressiona um botão. Se o botão estiver pressionado estará “ativado” e se não estiver, estará “desativado”, e o target pode estar em qualquer lugar. Os sensores de efeito Hall têm sido usados em teclados e até em competições de batalhas de robôs, para determinar quando um golpe foi dado. Esse sensor não oferece escala da distância de um objeto com relação ao sensor quando o botão está “desligado”, mas é eficiente para aplicações que não precisam de informações extremamente detalhadas sobre a posição.

### Potenciômetros

Os potenciômetros são sensores que usam um contato de deslizamento para criar um divisor de tensão ajustável. Essa tensão ajustável mede a posição. Eles oferecem um leve



arrasto ao sistema que eles estão fisicamente conectados. Embora isso seja intrínseco ao seu uso, os potenciômetros são baratos comparados a outros sensores de posição e podem oferecer alta exatidão.

### **Encoders Ópticos**

Outro sensor de posição muito utilizado é o encoder óptico, que pode ser linear ou rotativo. Esses dispositivos podem determinar a velocidade, a direção e a posição com rápida e alta exatidão. Como o nome sugere, os encoders ópticos usam a luz para determinar a posição. Uma série de barras listradas divide a distância a ser medida pelas contagens. Quanto mais contagens, maior a exatidão. Alguns encoders ópticos rotativos podem ter até 30.000 contagens, oferecendo uma enorme exatidão. Além disso, como o seu tempo de resposta é rápido, eles são ideais para muitas aplicações de controle de movimento.

Sensores com componentes físicos que se acoplam a um sistema, como o potenciômetro, acrescentam uma pequena quantidade de resistência ao movimento das peças do sistema. No entanto, os encoders dificilmente produzem algum atrito quando se movimentam e são bem leves, mas possuem vedação para operar em ambientes agressivos ou com bastante poeira, o que eleva o seu custo. Nas aplicações de alta exatidão também existem esses custos adicionais porque os encoders ópticos precisam de seus próprios mancais para evitar desalinhamento quando incorporados aos produtos.

### **Transformadores diferenciais de variação linear (LVDTs)**

Os transformadores diferenciais de variação linear (LVDTs) e seus pares rotativos (RVDTs) usam indução magnética para determinar a posição. Ambos são eficazes para aplicações industrial e aeroespacial devido a sua robustez e requerem condicionamento de sinais, o que pode aumentar seu custo final. Além disso, precisam estar devidamente alinhados dentro de um packaging robusto e dispendioso e conter enrolamentos que são caros de fabricar. Além do alto custo, são conhecidos por oferecerem alta precisão.

### **Sensores de corrente parasita**

Os sensores de corrente parasita usam campos magnéticos para determinar a posição e têm um preço mais razoável. São menos utilizados em aplicações que exigem informações extremamente detalhadas sobre o posicionamento ou onde há uma longa distância entre o sensor e o target. Desse modo, são mais bem utilizados em linhas de produção, sendo montados em uma estrutura mecânica razoavelmente fixa para medir o movimento do maquinário ou produtos próximos. Para obter informações mais precisas sobre a posição, use um sensor óptico de proximidade.

### **Sensores ópticos reflexivos de proximidade**

Os sensores ópticos reflexivos de proximidade usam o tempo do percurso do feixe de/para um target reflexivo para determinar a distância. Seu tempo de resposta é rápido e são excelentes em aplicações nas quais existe uma longa distância entre o sensor e o target. Requerem linha de visada direta para seu uso eficaz, e sua qualidade e alta exatidão estão diretamente relacionadas ao seu preço.

## Pressão

A alta ou baixa pressão são totalmente relativas, da mesma forma que o calor. Pode estar "quente" em uma sala, mas a temperatura nessa sala não é nada comparada à temperatura da superfície do sol. No caso da pressão, a medição é feita por meio da comparação.

Existem cinco tipos de medição de pressão comuns: absoluta, diferencial, tipo gauge, de vácuo e selada. Considere o exemplo abaixo de medição de pressão dentro de um pneu e observe como cada tipo é relativo a diferentes pressões de referência.

Tipos de medição de pressão relativas	Exemplo de pneu	Comparação
Absoluta	Pressão absoluta = atmosférica padrão + pressão do gauge	Relativa a 0 Pa, a pressão em um vácuo
Gauge	Leitura a partir do medidor de pressão de pneu	Relativo à pressão atmosférica local
Vácuo	Valor tipicamente negativo quando é relativo à pressão atmosférica local Pneu furado = 0 kPa no medidor de vácuo	Relativo ao vácuo absoluto (0 Pa) ou pressão atmosférica local
Diferencial	Pressão diferencial = diferença de pressão entre dois pneus diferentes	Relativo a outro contêiner pressurizado
Selada	Pressão selada = pressão do gauge + diferença entre a pressão atmosférica local e a pressão do nível do mar	Relativo à pressão do nível do mar

### Comparação de tipos de medição de pressão relativas

- A medição de pressão absoluta inclui a pressão padrão a partir do peso da atmosfera (101.325 kPa) e a pressão adicional dentro do pneu. A pressão típica do pneu é 34 PSI ou cerca de 234 kPa. A pressão absoluta é 234 kPa mais 101.325 kPa ou 331.325 kPa.
- A medição de pressão tipo gauge é relativa à pressão atmosférica local e igual a 234 kPa ou 34 PSI.
- A pressão de vácuo é relativa a um vácuo absoluto ou pressão atmosférica local. Um pneu furado pode ter a mesma pressão que a atmosfera local ou 0 kPa (relativa à pressão atmosférica). Essa mesma medição de pressão de vácuo pode ser igual a 234 kPa (relativa a um vácuo absoluto).
- A pressão diferencial é a diferença entre dois níveis de pressão quaisquer. No exemplo do pneu, isso significa a diferença na pressão entre dois pneus. Pode significar também a diferença entre a pressão atmosférica e a pressão dentro de um pneu.
- Medições de pressão selada são medições de pressão diferenciais feitas com uma pressão de comparação conhecida. Tipicamente, essa pressão é a do nível do mar, mas pode ser qualquer pressão dependendo da aplicação.

Cada um desses tipos de medição pode alterar os valores da pressão; então, você precisa saber qual tipo de medição seus sensores estão adquirindo.

Os sensores baseados em ponte (strain gages), ou piezoresistivos, são os sensores de pressão mais utilizados devido a sua durabilidade e estrutura simples. Essas características permitem um custo mais baixo e os tornam ideais para sistemas com grandes quantidade de canais.

Esses sensores de pressão podem ser condicionados ou não condicionados. Normalmente, os sensores condicionados são mais caros porque contêm componentes para filtragem e amplificação de sinais, cabos de excitação e o circuito regular para medição. Se você estiver trabalhando com sensores pressão não condicionados baseados em ponte, seu hardware precisa de condicionamento de sinais. Verifique a documentação do sensor para saber se você precisa de componentes adicionais para amplificação ou filtragem.

## Força

Sensores de célula de carga	Preço	Faixa de peso	Exatidão	Sensibilidade	Comparação
Beam Style	Baixo 0 – 50k lb ou 0 – 200 lb	10 – 5k lb	Alto	Médio	<ul style="list-style-type: none"> <li>Usado em reservatórios, balanças de plataforma</li> <li>Os strain gages são expostos e requerem proteção</li> </ul>
S Beam	Baixo 0 – 50k lb ou 0 – 200 lb	10 – 5k lb	Alto	Médio	<ul style="list-style-type: none"> <li>Usado em reservatórios, balanças de plataforma</li> <li>Melhor selagem e proteção do que o bending beam</li> </ul>
Canister	Médio	Até 500k lb	Médio	Alto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Usado em caminhões, reservatórios e hopper scales</li> <li>Trabalha com movimentos de carga</li> <li>Sem proteção de carga horizontal</li> </ul>
Pancake/Low Profile	Baixo 0 – 50k lb ou 0 – 200 lb	5 – 500k lb	Médio	Médio	<ul style="list-style-type: none"> <li>Todo em aço inoxidável</li> <li>Usado em reservatórios, recipientes e plataformas</li> <li>Não permite o movimento de carga</li> </ul>
Button e Washer Low	Baixo 0 – 50k lb ou 0 – 200 lb	Tipicamente	Baixo 0 – 50k lb ou 0 – 200 lb	Médio	<ul style="list-style-type: none"> <li>As cargas precisam estar centralizadas</li> <li>Não permite o movimento de carga</li> </ul>

Quadro 7. Comparação de sensores de célula de carga tradicionais

Há algum tempo, as escalas de alavancas mecânicas eram usadas principalmente para medir força. Hoje, as células de carga baseadas em strain gage são as mais comuns porque não precisam da quantidade de calibração e manutenção que as escalas precisam.

As células de carga podem ser condicionadas ou não condicionadas. Tipicamente, os sensores condicionados são mais caros porque contêm componentes para filtragem, amplificação de sinais, bem como cabos de excitação e circuito regular para medição. Se você estiver trabalhando com sensores não condicionados baseados em ponte, seu hardware precisa de condicionamento de sinais. Verifique a documentação do sensor para saber se você precisa de componentes adicionais para amplificação ou filtragem.

As células de teste Beam Style são úteis quando se espera uma força linear e são tipicamente usadas em aplicações de pesagem de pequenos e grandes itens (de 10 lb a 5k lb). Possuem sensibilidade média, mas são altamente precisas. É um tipo de célula com uma estrutura simples e de baixo custo.

A célula de carga S Beam é similar à célula Beam Style, com exceção de sua construção. Em virtude dessa diferença de construção (o formato em S característico dessa célula de carga),

o sensor é eficaz para alta rejeição de carga lateral e para a medição do peso de uma carga que não esteja centralizada. A construção dessa célula de carga também é simples.

A célula de carga de compressão (canister) pode trabalhar com cargas maiores do que as células de teste S beam e beam style. Além disso, ela pode trabalhar facilmente com o movimento da carga e é altamente sensível; no entanto, o sensor precisa de proteção de carga horizontal.

As células de carga Pancake ou low-profile são projetadas de um modo que elas não precisem de nenhum movimento para obterem uma leitura precisa. Se a sua aplicação tiver restrições de tempo ou se você precisar de medições rápidas, o mais indicado é que você considere a célula de carga de compressão (canister).

Normalmente, as células de carga Button e Washer são usadas para medir o peso de objetos pequenos (de até 200 lb). Da mesma forma aplicada às células de carga pancake ou low-profile, para obter uma medição de alta exatidão, o objeto que está sendo pesado precisa estar imóvel. A carga também precisa estar centralizada em uma escala pequena. O benefício dessas células de carga é que elas são baratas.

▷ [Learn more about specific sensor types](#)

# Como escolher o melhor hardware de aquisição de dados para o seu sistema de medição

## Visão geral

Com tantos dispositivos de aquisição de dados disponíveis, pode ser difícil escolher aquele que melhor atende a sua aplicação. Este capítulo apresenta cinco questões que você precisa considerar ao escolher o seu hardware.

- ▷ Que tipos de sinais preciso medir ou gerar?
- ▷ Preciso de condicionamento de sinais?
- ▷ Com que velocidade preciso adquirir ou gerar amostras do sinal?
- ▷ Qual é a menor variação no sinal que preciso detectar?
- ▷ Qual é a quantidade de erro de medição permitida pela minha aplicação?

## Que tipos de sinais preciso medir ou gerar?

Diferentes tipos de sinais devem ser medidos ou gerados de maneiras diferentes. Um sensor (ou transdutor) é um dispositivo que converte um fenômeno físico em um sinal elétrico mensurável, como uma tensão ou corrente. Você também pode enviar um sinal elétrico mensurável para o seu sensor para criar um fenômeno físico. Desse modo, é importante entender os diferentes tipos de sinais e seus atributos correspondentes. Com base nos sinais em sua aplicação, você pode começar a considerar qual dispositivo de aquisição de dados usar.

### Funções dos dispositivos DAQ

- Entradas analógicas medem sinais analógicos
- Saídas analógicas geram sinais analógicos
- Entradas/saídas digitais medem e geram sinais digitais
- Contadores/temporizadores contam eventos digitais ou geram pulsos/sinais digitais

Existem dispositivos que são dedicados a apenas uma das funções apresentadas acima e à dispositivos multifuncionais que os suportam. Você pode encontrar dispositivos de aquisição de dados com uma quantidade fixa de canais para uma única função, incluindo entradas analógicas, saídas analógicas, entradas/saídas digitais ou contadores. No entanto, você precisa considerar adquirir um dispositivo com mais canais do que você precisa no momento para que possa aumentar a quantidade de canais futuramente caso seja necessário. Se você adquirir um dispositivo que tem os recursos necessários somente para sua aplicação atual, será difícil adaptar o hardware a novas aplicações no futuro.

Os dispositivos de aquisição de dados multifunção têm uma quantidade fixa de canais, mas oferecem uma combinação de entradas analógicas, saídas analógicas, entradas/saídas digitais e contadores. Como os dispositivos multifunção suportam diferentes tipos de E/S, você pode atender diferentes aplicações; algo que os dispositivos de uma única função não oferecem.

Outra opção é uma plataforma modular que pode ser customizada para atender seus requisitos específicos. Um sistema modular é formado por um chassi, que controla a temporização, a sincronização e uma variedade de módulos de E/S. Uma vantagem de um sistema modular é que você pode escolher diferentes módulos com funções diferentes, o que possibilita a criação de um maior número de configurações. Com essa opção, você pode encontrar módulos que executam uma determinada função com maior exatidão que um dispositivo multifuncional. Outra vantagem de um sistema modular é a sua capacidade de selecionar a quantidade de slots de seu chassi. Um chassi tem uma quantidade fixa de slots, mas você pode comprar um chassi que tenha mais slots do que você precisa no momento para poder expandi-lo futuramente.

## Preciso de condicionamento de sinais?

Um dispositivo DAQ de uso geral típico pode medir ou gerar  $\pm 5$  V ou  $\pm 10$  V. Alguns sensores geram sinais que podem ser difíceis demais ou perigosos demais para serem medidos diretamente com esse tipo de dispositivo de aquisição de dados. A maior parte dos sensores requer condicionamento de sinais, como amplificação ou filtragem, para que um dispositivo DAQ possa medir esses sinais com eficácia e exatidão.

Por exemplo, os sinais de saída dos termopares na faixa mV que precisam de amplificação para otimizar os limites dos conversores analógico-digital (ADCs). Além disso, é possível obter

melhores medições com termopares com o uso de filtros passa-baixas, que removem o ruído de alta frequência. O condicionamento de sinais oferece uma óbvia vantagem aos dispositivos DAQ, pois melhora o desempenho e a exatidão das medições feitas pelos sistemas de aquisição de dados.

O quadro 1 oferece um resumo dos tipos comuns de condicionamento de sinais para diferentes tipos de sensores e medições.

	Amplificação	Atenuação	Isolação	Filtragem	Excitação	Linearização	CJC	Complemento da ponte
Termopar:	X			X		X	X	
Termistor	X			X	X	X		
RTD	X			X	X	X		
Strain Gage	X			X	X	X		X
Carga, pressão, torque (mV/V, 4-20mA)	X			X	X	X		
Acelerômetro	X			X	X	X		
Microfone	X			X	X	X		
Sonda de proximidade	X			X	X	X		
LVDT/RVDT	X			X	X	X		
Alta tensão		X	X					

Quadro 1. Condicionamento de sinais para diversos sensores e medições

Se o seu sensor for um dos tipos relacionados no quadro 1, você deve considerar o condicionamento de sinais. Você pode incluir condicionamento de sinais externo ou utilizar um dispositivo DAQ que tenha condicionamento de sinais integrado. Muitos dispositivos também incluem conectividade para sensores específicos, tornando a integração desses sensores mais prática. Para ter um guia mais detalhado sobre o condicionamento de sinais, veja o Guia de condicionamento de sinais, para engenheiros.

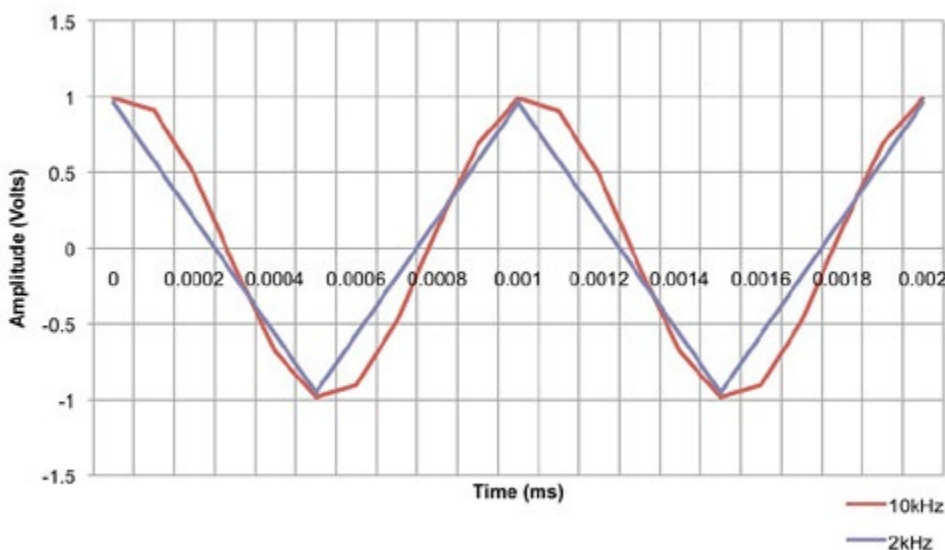


Figura 1. Representação de uma onda senoidal de 1 kHz com amostragem de 10 kHz e 2 kHz.

## Com que velocidade preciso adquirir ou gerar amostras do sinal?

Uma das especificações mais importantes de um dispositivo DAQ é a taxa de amostragem, que é a velocidade na qual o conversor analógico-digital do dispositivo DAQ coleta amostras de um sinal. Taxas de amostragem típicas são temporizadas por hardware ou software em taxas de até 2 MS/s. A taxa de amostragem de sua aplicação depende da componente de frequência máxima do sinal que você está tentando medir ou gerar.

De acordo com o teorema de Nyquist, você pode reconstruir com precisão um sinal amostrando duas vezes a componente de interesse de maior frequência. Na prática, porém, você deve amostrar pelo menos 10 vezes a frequência máxima para representar a forma do seu sinal. Escolher um dispositivo DAQ com uma taxa de amostragem correspondente a pelo menos 10 vezes a frequência de seu sinal garante que você meça ou gere uma representação mais exata de seu sinal.

Por exemplo, suponha que em sua aplicação você queira medir uma onda senoidal que tenha uma frequência de 1 kHz. Segundo o teorema de Nyquist, você deve amostrar a 2 kHz pelo menos, mas é altamente recomendado amostrar em 10 kHz para medir ou gerar uma representação mais exata de seu sinal. A figura 1 compara uma onda senoidal de 1 kHz medida a 2 kHz e 10 kHz.

Sabendo a componente de frequência máxima do sinal que deseja medir ou gerar, você pode escolher um dispositivo DAQ com a taxa amostragem apropriada para a aplicação.

## Qual é a menor variação no sinal que preciso detectar?

A menor variação detectável em um sinal determina a resolução necessária para o seu dispositivo DAQ. Resolução refere-se à quantidade de níveis binários que um conversor analógico-digital pode usar para representar um sinal. Para ilustrar esse conceito, imagine como uma onda senoidal seria representada se ela fosse passada através de um conversor analógico-digital

com resoluções diferentes. A figura 2 compara um conversor analógico-digital de 3 bits e 16 bits. Um ADC de 3 bits pode representar oito (2 elevado a 3) níveis discretos de tensão. Um ADC de 16 bits pode representar 65,536 (2 elevado a 16) níveis discretos de tensão. A representação da onda senoidal com uma resolução de 3 bits parece mais com uma função degrau do que uma senoide, enquanto que o ADC de 16 bits oferece uma representação clara de uma onda senoidal.

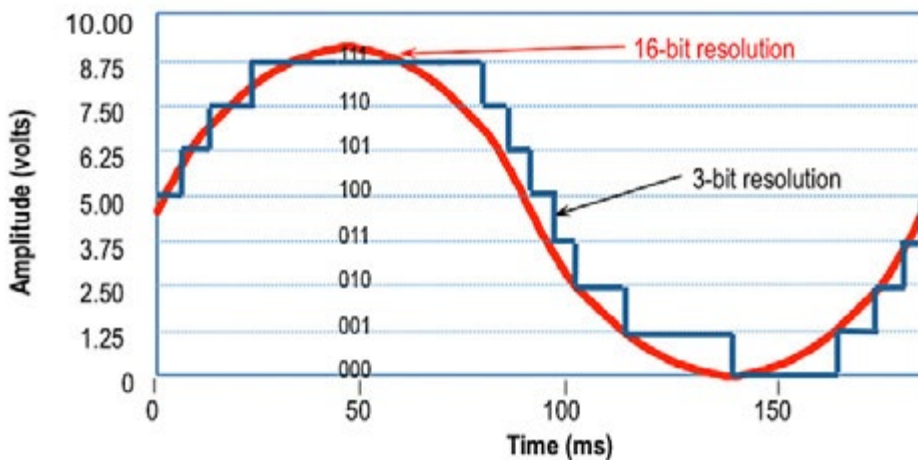


Figura 2. Representação de uma onda senoidal com resoluções de 16 bits e 3 bits

Dispositivos DAQ típicos têm faixas de tensão de  $\pm 5$  V ou  $\pm 10$  V. Os níveis de tensão que podem ser representados estão distribuídos uniformemente por uma faixa selecionada, de modo a aproveitar toda a resolução. Por exemplo, um dispositivo DAQ com uma faixa de  $\pm 10$  V e 12 bits de resolução (2 elevado a 12 ou 4,096 níveis distribuídos uniformemente) pode detectar uma variação de 5 mV, enquanto que um dispositivo com 16 bits de resolução (2<sup>16</sup> ou 65,536 níveis distribuídos uniformemente) pode detectar uma variação de 300  $\mu$ V. Muitos requisitos da aplicação são atendidos com dispositivos que têm 12, 16 ou 18 bits de resolução. No entanto, se você estiver medindo sensores com faixas de tensão grandes e pequenas, provavelmente será proveitoso para você ter a faixa dinâmica de dados disponível com dispositivos de 24 bits. A faixa de tensão e resolução exigidas para a sua aplicação são fatores essenciais para que você possa selecionar o melhor dispositivo para a sua aplicação.



## Qual é a quantidade de erro de medição permitida pela minha aplicação?

Exatidão (accuracy) é uma medida que mostra a capacidade de um instrumento de indicar fielmente o valor de um sinal medido. Esse termo não está relacionado à resolução; no entanto, a exatidão nunca poderá ser melhor do que a resolução do instrumento. O modo como você especifica a exatidão da sua medição depende do tipo de dispositivo de medição. Um instrumento ideal sempre mede o valor real com certeza de 100 por cento. Entretanto, na vida real, os instrumentos fornecem um valor que tem uma incerteza especificada pelo fabricante. A incerteza pode depender de diversos fatores, tais como o ruído do sistema, erro de ganho, erro de offset e não linearidade. Uma especificação muito utilizada pelos fabricantes para informar a incerteza é a exatidão absoluta. Essa especificação fornece o erro de pior caso de um dispositivo DAQ em uma determinada faixa. Veja abaixo um exemplo de cálculo de exatidão absoluta de um dispositivo multifunção da NI. Exatidão absoluta = ([leitura \* erro de ganho] + [faixa de tensão \* erro de offset] + incerteza do ruído)

$$\text{Exatidão absoluta} = 2.2 \text{ mV}$$

É importante observar que a exatidão de um instrumento depende não apenas do instrumento, mas também no tipo de sinal que está sendo medido. Se o sinal que estiver sendo medido tiver ruído, a exatidão da medição é afetada negativamente. Há diversos tipos de dispositivos DAQ, com graus variados de exatidão e preço. Alguns dispositivos podem oferecer autocalibração, isolamento e outros circuitos eletrônicos, para melhorar a exatidão. Enquanto um dispositivo DAQ básico pode oferecer uma exatidão absoluta maior do que 100 mV, um dispositivo que tenha os recursos citados anteriormente pode oferecer uma exatidão absoluta de aproximadamente 1 mV. Sabendo qual é a exatidão de que precisa, você poderá escolher um dispositivo DAQ com exatidão absoluta que atenda às necessidades de sua aplicação.

- ▷ Compare diferentes produtos de hardware de aquisição de dados para a sua aplicação

# Como escolher o melhor barramento para seu sistema de medição

## Visão geral

Quando existem centenas de diversos dispositivos de aquisição de dados para escolher a partir de uma ampla variedade de barramentos, pode ser difícil escolher o melhor barramento para atender às necessidades da sua aplicação. Cada barramento tem diferentes vantagens e é otimizado para transferência de dados, latência, portabilidade ou distância de um host. Este capítulo analisa as opções mais comuns de barramento de PC e apresenta considerações técnicas para você ter em mente durante a escolha do melhor barramento para sua aplicação de medição.

- ▷ Que quantidade de dados poderei transmitir com esse barramento?
- ▷ Quais são os requisitos das minhas E/S de ponto único?
- ▷ Preciso sincronizar diversos dispositivos?
- ▷ Que grau de portabilidade esse sistema deve ter?
- ▷ Qual será a distância entre o meu computador e as medições?

## Outros tópicos

- ▷ Guia de seleção dos barramentos mais comuns
- ▷ Visão geral de barramentos de DAQ

## Que quantidade de dados poderei transmitir com esse barramento?

Todos os barramentos de PC têm um limite de quantidade de dados que pode ser transferida em um determinado período. Isso é conhecido como a largura de banda do barramento e muitas vezes é especificada em megabytes por segundo (MB/s). Se as medições de formas de onda dinâmicas forem importantes para a sua aplicação, não deixe de considerar um barramento com largura de banda suficiente.

Dependendo do barramento que você escolher, a largura de banda total pode ser compartilhada entre diversos dispositivos ou dedicada a determinados dispositivos. O barramento PCI, por exemplo, tem uma largura de banda teórica de 132 MB/s que é compartilhada entre todas as placas PCI no computador. O Gigabit Ethernet oferece 125 MB/s compartilhado com dispositivos em uma rede ou sub-rede. Os barramentos que oferecem largura de banda dedicada, como PCI Express e PXI Express, oferecem a transferência máxima de dados por dispositivo.

Ao fazer medições de formas de onda, existe uma determinada taxa de amostragem e resolução que precisa ser atingida com base na velocidade que seus sinais se alteram. Você pode calcular a largura de banda mínima requerida pegando a quantidade de bytes por

$$\frac{2 \text{ bytes}}{S} \times \frac{4 \text{ MS}}{\text{seg}} \times 4 \text{ canais} = 32 \text{ MB/s}$$

amostragem (arredondado para o próximo byte), multiplicada pela velocidade de amostragem, e depois multiplicar pela quantidade de canais.

Por exemplo, um dispositivo de 12 bits (2 bytes) amostrando a 4 MS/s em quatro canais seria:

A largura de banda do seu barramento precisa poder suportar a velocidade na qual os dados estão sendo adquiridos e é importante observar que a largura de banda real do sistema será menor do que os limites teóricos do barramento. A largura de banda real observada depende da quantidade de dispositivos em um sistema e qualquer tráfego adicional no barramento decorrente do funcionamento normal do sistema. Se você precisar transferir muitos dados em uma grande quantidade de canais, a largura de banda será a consideração mais importante ao escolher seu barramento de aquisição de dados.

## Quais são os requisitos das minhas E/S de ponto único?

As aplicações que requerem escritas e leituras ponto a ponto normalmente dependem da atualização imediata e consistente dos valores das E/S. Com base no modo como as arquiteturas são implementadas no hardware e software, os requisitos das E/S de ponto único podem ser o fator determinante para o barramento que você escolher.

A latência é a resposta da E/S. É o atraso de tempo quando uma função do software de driver é chamada e o valor real da E/S do hardware é atualizado. Dependendo do barramento que você escolher, esse atraso pode variar entre menos de um microssegundo e alguns milissegundos.

Por exemplo, em um sistema de controle proporcional-integral-derivativo (PID), essa latência do barramento pode impactar diretamente a velocidade máxima do loop de controle.

Outro fator importante em aplicações de E/S de ponto único é o determinismo, que é uma medida de quão consistentemente a E/S pode ser executada pontualmente. Os barramentos

que sempre têm a mesma latência quando se comunicam com a E/S são mais determinísticos do que os barramentos que podem variar suas respostas. O determinismo é importante para controlar aplicações porque ele impacta diretamente a confiabilidade do loop de controle e pode controlar os algoritmos que são projetados com a expectativa de que o loop de controle sempre será executado a uma taxa constante. Qualquer desvio da taxa esperada torna o sistema de controle como um todo menos eficaz e menos confiável. Portanto, ao implementar aplicações de controle de malha fechada, você deve evitar barramentos como Ethernet, sem fio ou USB que possuem alta latência e pouco determinismo.

A parte do software referente a como um barramento de comunicação é implementado desempenha um papel importante no determinismo e na latência do barramento. Os drivers de software e barramento que têm suporte para sistemas operacionais de tempo real oferecem o melhor determinismo, proporcionando a você o maior desempenho. No geral, barramentos internos como PCI Express e PXI Express são melhores para aplicações de E/S de ponto único e baixa latência do que os barramentos externos como USB ou sem fio.

## Preciso sincronizar diversos dispositivos?

Muitos sistemas de medição possuem necessidades complexas de sincronização, seja na sincronização de centenas de canais de entrada ou de diversos tipos de instrumentos. Por exemplo, um sistema de estímulo-resposta pode precisar dos canais de saída para compartilhar os mesmos clocks de amostragem e triggers de partida como os canais de entrada para correlacionar a E/S e analisar melhor os resultados. Dispositivos de aquisição de dados em diferentes barramentos oferecem diferentes modos de fazer isso. O modo mais simples de sincronizar as medições em diversos dispositivos é compartilhar um clock e um trigger. Muitos dispositivos DAQ oferecem linhas digitais programáveis para importação e exportação de clocks e triggers. Alguns dispositivos até oferecem linhas de trigger especializadas com conectores BNC. Essas linhas de trigger externo são comuns em dispositivos USB e Ethernet, uma vez que o hardware DAQ fica fora do invólucro do PC. Entretanto, certos barramentos possuem linhas de trigger e temporização adicionais integradas para fazer sincronização entre dispositivos do modo mais fácil possível. As placas PCI e PCI Express oferecem o barramento de integração do sistema em tempo real (RTSI), no qual diversas placas em um sistema de desktop podem ser diretamente conectadas juntas dentro do gabinete. Isso exclui a necessidade de fiação adicional no conector frontal e simplifica a conectividade da E/S.

A melhor opção de barramento para sincronização de diversos dispositivos é a plataforma PXI, incluindo o PXI e PXI Express. Esse padrão aberto foi projetado especificamente para triggers e sincronização de alto desempenho, com diferentes opções para sincronização de módulos de E/S dentro do mesmo chassi e sincronização de diversos chassis.

## Que grau de portabilidade esse sistema deve ter?

A grande adoção da computação portátil é inegável e tem oferecido novas maneiras de inovar com a aquisição de dados baseada em PC. A portabilidade é um fator importante para muitas aplicações e pode ser facilmente o principal motivo para escolher um barramento em vez de outro. As aplicações de aquisição de dados no veículo, por exemplo, se beneficiam de um hardware que seja compacto e transportado facilmente. Barramentos externos como USB e Ethernet são particularmente bons para sistemas de aquisição de dados portáteis devido à rápida instalação e compatibilidade com computadores laptop. Os dispositivos USB alimentados por barramento oferecem uma comodidade adicional porque não precisam de uma fonte de

alimentação separada, além da porta USB. Usar o barramento de transferência de dados sem fio é outra boa opção de portabilidade porque o hardware de medição se torna portátil enquanto o computador pode permanecer imóvel.

## Qual será a distância entre o meu computador e as medições?

A distância entre as medições que você precisa e onde o computador está localizado pode variar significativamente entre aplicações. Para obter a melhor integridade dos sinais e exatidão da medição, você precisa colocar seu hardware de aquisição de dados o mais próximo possível da fonte de sinal. Isso pode ser um desafio para medições distribuídas de grande porte como as utilizadas para monitoramento de integridade estrutural ou monitoramento ambiental. Trabalhar com cabos longos em uma ponte ou chão de fábrica é dispendioso e pode resultar em sinais com ruído. Um modo de solucionar esse problema é usar uma plataforma de computação portátil para colocar todo o sistema próximo da fonte de sinal. Com a tecnologia sem fio, a conexão física entre o computador e o hardware de medição é totalmente removida, e você pode fazer medições distribuídas e enviar os dados de volta para um local central.

## Guia de seleção dos barramentos mais comuns

Com base em cinco questões apresentadas anteriormente, o quadro 1 mostra um guia de seleção dos barramentos para DAQ mais comuns.

Barramento	Transmissão de forma de onda <sup>1</sup>	E/S de ponto único	Múltiplos dispositivos	Portabilidade	Medição distribuída	Exemplo
<b>PCI</b>	132 MB/s (compartilhado)	Excelente	Ótimo	Bom	Bom	Série M
<b>PCI Express</b>	250 MB/s (por pista)	Excelente	Ótimo	Bom	Bom	Série X
<b>PXI</b>	132 MB/s (compartilhado)	Excelente	Excelente	Ótimo	Ótimo	Série M
<b>PXI Express</b>	250 MB/s (por pista)	Excelente	Excelente	Ótimo	Ótimo	Série X
<b>USB</b>	60 MB/s	Ótimo	Bom	Excelente	Ótimo	CompactDAQ
<b>Ethernet</b>	125 MB/s (compartilhado)	Bom	Bom	Excelente	Excelente	CompactDAQ
<b>Sem fio</b>	6.75 MB/s (por 802.11g canal)	Bom	Bom	Excelente	Excelente	DAQ sem fio

As taxas teóricas máximas de transferência de dados são baseadas nas seguintes especificações de barramento: PCI, PCI Express 1.0, PXI, PXI Express 1.0, USB 2.0, Gigabit Ethernet e Wi-Fi 802.11g.

Quadro 1. Guia de seleção de barramentos com base em requisitos da aplicação, com exemplo de produtos da NI.

## Visão geral de barramentos de DAQ

Como existem diferentes tipos de formatos e barramentos, esta seção destaca os sete barramentos mais comuns:

- PCI
- PCI Express
- USB
- PXI
- PXI Express
- Ethernet
- Sem fio

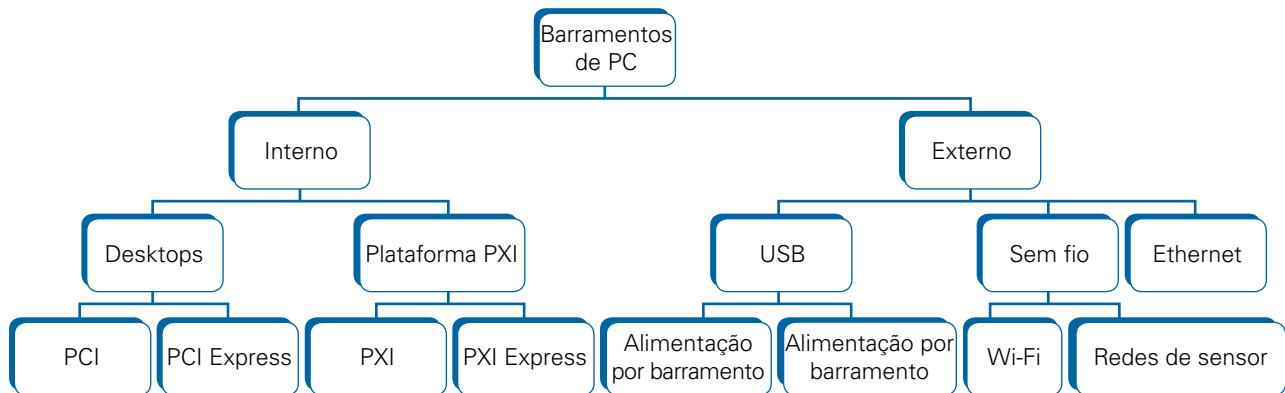


Figura 1. Para atender seus requisitos de DAQ, você pode escolher entre diversos tipos de barramentos

Na figura 1, os barramentos são organizados em uma hierarquia de barramentos de PC de produtos DAQ da NI, desde opções plug-ins internos a barramentos externos de troca a quente.

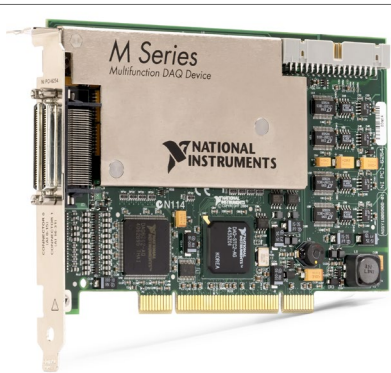


Figura 2. DAQ multifunção PCI da Série M

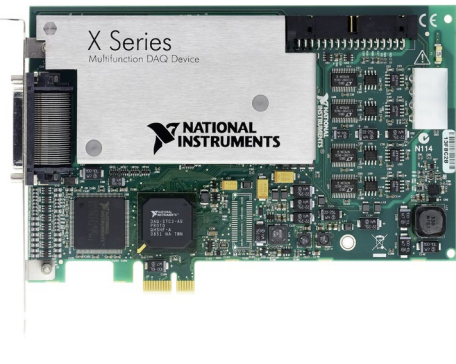


Figura 3. DAQ multifunção PCI Express da Série X

## PCI

O barramento Peripheral Component Interconnect (PCI) é um dos barramentos internos de computador mais usados hoje. Com uma largura de banda compartilhada de 132 MB/s, o PCI oferece transferência de dados em alta velocidade e transferência determinística de dados para aplicações de controle de ponto único. Existem muitas diferentes opções de hardware de aquisição de dados para PCI, com placas de E/S multifunção de até 10 MS/s e até 18 bits de resolução.

► Saiba mais sobre os dispositivos DAQ PCI

## PCI Express

O PCI Express, uma evolução do PCI, oferece um novo nível de inovação na indústria de PC. O maior benefício da arquitetura do PCI Express é a largura de banda dedicada do barramento fornecida por pistas de transferência de dados independentes. Diferentemente do PCI, no qual 132 MB/s de largura de banda é compartilhado entre todos os dispositivos, o PCI Express usa pistas de dados independentes, que são capazes de realizar transferência de dados em até 250 MB/s.

O barramento PCI Express também pode ser ampliado de uma única x1 ("por um") pista de dados a x16 pistas de dados, oferecendo uma transferência de dados máxima de 4 GB/s, suficiente para preencher um disco rígido de 200 GB em menos de um minuto. Para aplicações de medição, isso significa altas taxas sustentadas de transferências de dados e de amostragem e que diversos dispositivos não precisarão disputar por tempo no barramento.

► Saiba mais sobre os dispositivos DAQ PCI Express

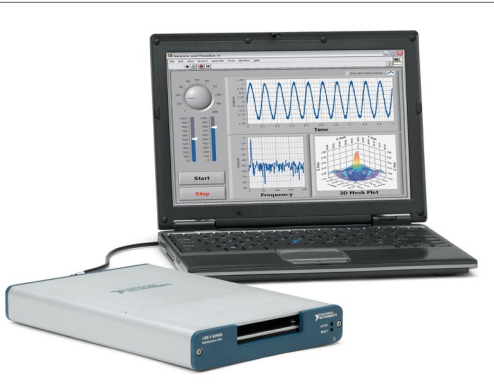


Figura 4. YUSB da Série X adiciona aquisição de dados a qualquer computador com uma porta USB.

## USB

O barramento serial universal (USB) foi originalmente desenvolvido para conectar dispositivos periféricos, como mouses e teclados aos PCs. Contudo, ele se mostrou útil para muitas outras aplicações, como medição e automação. Além disso, oferece uma conexão entre dispositivos DAQ e PCs econômica e fácil de usar. O USB 2.0 tem uma largura de banda teórica máxima de 60 MB/s, que é compartilhada entre todos os dispositivos conectados a uma controladora USB. Os dispositivos USB são inerentemente latentes e não determinísticos. Isso significa que as transferências de dados de ponto único podem não acontecer quando esperado. Desse modo, o USB não é recomendado para aplicações de controle de malha fechada, como PID.

Por outro lado, o barramento USB têm diversas características que o tornam mais fácil de usar do que alguns barramentos internos de PC tradicionais. Os dispositivos que se conectam usando o USB podem ser desconectados a quente e, portanto, eliminam a necessidade de desligar o PC para adicionar ou remover um dispositivo. O barramento também possui detecção automática de dispositivo, de modo que os usuários não precisam configurar manualmente seus dispositivos após conectá-los. Após os drivers de software terem sido instalados, o sistema operacional deve detectar e instalar o dispositivo sozinho.

► [Veja as opções da NI para aquisição de dados com USB](#)

## Plataforma PXI

O PCI eXtensions for Instrumentation (PXI) foi desenvolvido para reduzir as diferenças entre os sistemas PC desktop e os sofisticados sistemas VXI e GPIB. O PXI Systems Alliance, com mais de 200 membros, mantém esse padrão aberto e, em 2006, aprovou a especificação PXI Express para oferecer a tecnologia de transferência de dados PCI Express à plataforma PXI.

Baseado no CompactPCI, o PXI incorpora extensões de instrumentação e especificações mais rígidas de sistema para garantir uma especificação aberta, porém de alto desempenho, para medição e automação. Os benefícios dos sistemas DAQ baseados em PXI incluem uma arquitetura robusta que pode suportar as condições severas que geralmente existem nas aplicações industriais. Os sistemas PXI também oferecem um arquitetura modular, o que significa que você pode colocar vários dispositivos em um mesmo espaço como um instrumento autônomo e pode expandir seu sistema muito além da capacidade de um computador desktop com um barramento PCI. Um dos benefícios mais importantes que o PXI oferece é sua temporização integrada e recursos de trigger. Sem nenhuma conexão externa, diversos dispositivos podem ser sincronizados usando os barramentos internos localizados no backplane de um chassi PXI.

► [Compare as opções da NI para aquisição de dados com o PXI](#)





Figura 6. Suportando 100 m por segmento e podendo usar a infraestrutura de rede existente, a aquisição de dados via Ethernet pode expandir o alcance do seu sistema de medição.

## Ethernet

O padrão Ethernet é a base de quase todas as redes corporativas no mundo, estando, assim, abundantemente disponível. Como um barramento para aquisição de dados, o padrão Ethernet é ideal para fazer medições distribuídas ou portáteis em distâncias que vão além de 5m de comprimento de um cabo USB. Um cabo Ethernet pode expandir 100 sem precisar de um hub, switch ou repetidor. Essa distância combinada com uma grande base de instalação de redes em laboratórios, escritórios e instalações de produção tornam a Ethernet uma escolha ideal para medições de distribuição em locais remotos. Embora a largura de banda de rede disponível dependa da quantidade de dispositivos em rede, o padrão Ethernet 100BASE-T (100 Mbit/s) pode acomodar diversos dispositivos DAQ Ethernet em execução em máxima velocidade. Além disso, o Gigabit Ethernet (1000BASE-T) pode agregar dados de várias redes 100BASE-T ou dispositivos com maior velocidade para sistemas de grande porte.

► [Veja as opções da NI para aquisição de dados com Ethernet](#)

## Tecnologia sem fio

A tecnologia sem fio leva a flexibilidade e portabilidade da aquisição de dados baseada em PC para as aplicações de medição onde os cabos são inconvenientes ou inviáveis, como usinas eólicas ou estruturas civis. O padrão sem fio pode reduzir drasticamente os custos, eliminando cabos e o tempo de instalação. Entretanto, a tecnologia sem fio tem a maior latência entre os demais barramentos de aquisição de dados. Assim, não é recomendada para aplicações que precisam de determinismo e controle de alta velocidade. Existem muitos tipos de diferentes de tecnologias sem fio disponíveis, sendo o padrão IEEE 802.11 (Wi-Fi) o mais popular.

Figura 7. A aquisição de dados com Wi-Fi usa redes de padrão 802.11 para eliminar a necessidade de fios entre o hardware de medição e o PC host.

O Wi-Fi está entre as tecnologias sem fio mais fáceis de configurar. Conectar um "hotspot" Wi-Fi é tão familiar quanto conectar um cabo USB. Após 10 anos de uso no setor de TI, o Wi-Fi também é seguro. O IEEE 802.11i (WPA2) é o mais alto padrão segurança de tecnologia sem fio disponível comercialmente no momento com criptografia AES de 128 bits e autenticação IEEE 802.1x. Para a transmissão de sinais dinâmicos de formas de onda, o Wi-Fi oferece mais largura de banda do que as demais tecnologias sem fio, tornando-o ideal para monitoramento de condição de máquina e outras aplicações de alta velocidade.

► [Saiba mais sobre os dispositivos de aquisição de dados sem fio da NI](#)

► [Compare diferentes produtos de hardware de aquisição de dados para a sua aplicação](#)



# Como escolher o melhor computador para o seu sistema de medição

## Visão geral

Após escolher seu dispositivo de aquisição de dados, você poderá passar facilmente para o processo de escolha do melhor computador para sua aplicação. O computador pode ser a parte mais importante de seu sistema de aquisição de dados. Ele oferece flexibilidade em relação aos sistemas tradicionais de instrumentos autônomos, alojando o dispositivo de aquisição de dados, executando o software que controla o dispositivo, analisando as medições e armazenando os resultados. Este capítulo analisa as informações de que você precisa para escolher o melhor computador para sua aplicação.

- ▷ Qual é a capacidade de processamento de que preciso?
- ▷ Preciso que meu computador seja portátil?
- ▷ Quanto custa o computador?
- ▷ Preciso que meu computador seja robusto?
- ▷ Preciso que meu computador seja modular?
- ▷ Preciso de um sistema operacional de tempo real?

## Outras informações sobre computadores

- ▷ Guia de seleção de computadores
- ▷ Visão geral dos tipos de computadores

## Qual é a capacidade de processamento de que preciso?

Quase todo computador tem três componentes principais que exercem um grande impacto na capacidade de gerenciamento de dados: o processador, a memória RAM e o disco rígido. O processador é a parte do computador que interpreta e executa instruções — pensemos nele como o cérebro do computador. Os processadores na maior parte dos novos computadores têm dois ou quatro núcleos, o que significa que o computador pode usar dois ou mais processadores independentes (denominados "cores") para ler e executar instruções do programa. A capacidade de processamento de um computador também é composta pela memória RAM, a capacidade do disco rígido e a velocidade do processador. Uma memória RAM de maior capacidade aumenta a velocidade e permite que mais aplicações sejam executadas ao mesmo tempo. Mais espaço no disco rígido permite que você armazene mais dados. Por fim, processadores de maior velocidade permitem uma operação mais rápida de sua aplicação. De maneira geral, quanto mais rápido, melhor. Mas processadores de marcas diferentes podem trabalhar em velocidades diferentes. Se você precisar analisar ou armazenar os dados que adquiriu de sua aplicação, a capacidade de processamento é o principal fator a ser considerado para o seu computador.

## Preciso que meu computador seja portátil?

A portabilidade será uma característica importante para seu computador se você tiver de utilizá-lo em várias aplicações ou locais diferentes frequentemente. Por exemplo, um computador portátil é essencial caso você queira fazer medições em campo e depois voltar ao laboratório para analisar os dados. A portabilidade também será uma característica importante se você precisar monitorar aplicações em diferentes locais. As principais considerações na avaliação da portabilidade são o tamanho e o peso do produto. Você não gostaria de andar por aí com um computador pesado, difícil de ser carregado.

## Quanto custa o computador?

O orçamento é uma preocupação em quase todos projetos. Muito provavelmente, seu computador responderá por uma grande parte do custo total do sistema. Os recursos e o modelo do computador são os maiores responsáveis pelo custo final. A escolha de um computador para sua aplicação se torna uma escolha entre preço e desempenho; os melhores recursos custam mais e aumentam o preço do produto. Por exemplo, um computador com um processador mais rápido é mais caro. Além disso, o modelo do computador também faz diferença no custo do computador. Tipicamente, entre um laptop e um desktop com recursos semelhantes, um laptop é mais caro devido à sua maior portabilidade. Por fim, as especificações industriais ou otimizações para instrumentação podem elevar o custo do sistema, com o benefício adicional de proporcionar uma plataforma de teste robusta.

## Preciso que meu computador seja robusto?

A robustez de seu computador pode ser uma característica essencial se você estiver monitorando sua aplicação em um ambiente de condições extremas. As especificações de um computador referentes à robustez são suas condições de operação. Os PCs comerciais não são projetados para resistir às condições de ambientes industriais. Por exemplo, as condições de operação para computadores compreendem a temperatura de operação e armazenamento, a umidade relativa e altitudes máxima de operação e armazenamento. Especificações típicas

são 10 °C a 35 °C (temperatura de operação), -25 °C a 45°C (temperatura de armazenamento) 3.000 metros (altitude de operação) e 4.500 metros (altitude de armazenamento). Portanto, quaisquer computadores que apresentarem especificações melhores do que essas serão considerados robustos. Você somente precisará prestar atenção a essas características caso seja exigido por sua aplicação

## Preciso que meu computador seja modular?

A modularidade de seu computador pode ser crucial se você estiver considerando aplicações futuras ou estiver trabalhando em várias aplicações. A modularidade descreve o grau em que os componentes de um sistema podem ser separados e recombinaados. Se você quiser ter a possibilidade de trocar módulos em seu sistema ou modificar suas aplicações com facilidade, ter um sistema modular será essencial. Um computador modular pode oferecer a você uma flexibilidade sem igual. Você pode modificar e adaptar o sistema conforme suas necessidades específicas e fazer expansões no futuro, além de introduzir upgrades em componentes individuais sem ter de adquirir um sistema totalmente novo. Com um sistema modular, você pode instalar um disco rígido novo se precisar de mais espaço ou usar um dispositivo de aquisição de dados que tenha um conversor analógico-digital mais rápido, se precisar de uma maior amostragem. Lembre-se de que os laptops e tablets oferecem portabilidade, mas são mais integrados, o que dificulta seu upgrade. A modularidade pode ser uma característica importante, se você precisar adaptar sua aplicação atual às necessidades futuras.

## Preciso de um sistema operacional de tempo real?

O sistema operacional é um recurso importante a ser considerado na escolha de um computador para aquisição de dados. Não há dúvidas de que o sistema operacional de uso geral mais usado é o Windows, mas aplicações de aquisição de dados e controle às vezes exigem um sistema operacional mais especializado. Um sistema operacional de tempo real dá a você a capacidade de operar de maneira determinística, o que significa que as aplicações podem ser executadas conforme os requisitos de temporização precisos. Um sistema operacional de tempo real é determinístico porque não é o sistema operacional que determina o momento em que ocorre um processo; é o usuário quem define a ordem e a temporização dos processos. Com isso, você tem maior controle sobre sua aplicação e a capacidade de execução a taxas mais rápidas do que as de um sistema operacional não determinístico. Se você precisar de um sistema operacional determinístico, precisará procurar por computadores que possam atender a esse requisito.

► Saiba mais sobre sistemas operacionais de tempo real

## Guia de seleção de computadores

Com base em seis questões apresentadas anteriormente, o quadro 1 mostra um guia de seleção dos tipos mais comuns de computadores.

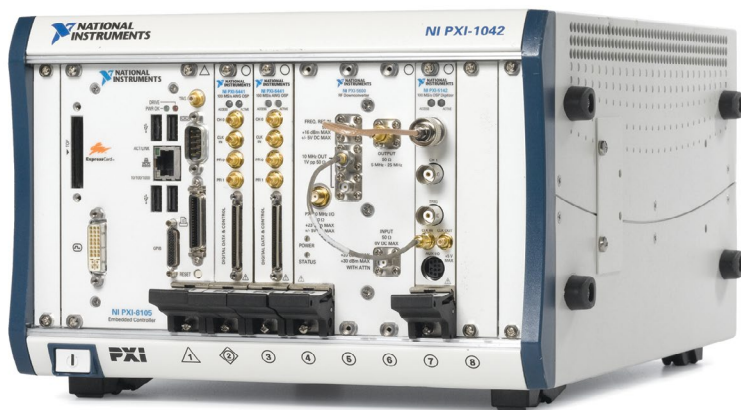
	Sistema PXI	Desktop	PC industrial	Laptop	Tablet
Capacidade de processamento	Excelente	Excelente	Ótimo	Ótimo	Bom
Compatibilidade com SO	Excelente	Excelente	Bom	Ótimo	Bom
Modularidade	Excelente	Ótimo	Ótimo	Bom	Bom
Alta robustez	Ótimo	Ótimo	Excelente	Bom	Bom
Portabilidade	Ótimo	Bom	Bom	Excelente	Excelente
Custo	Bom	Ótimo	Bom	Ótimo	Excelente

Quadro 1. Guia de seleção de computadores com base nas seis características mais importantes.

## Visão geral dos tipos de computadores

Tipicamente, cinco tipos de computadores são usados na aquisição de dados. O computador comunica-se com o seu hardware de aquisição de dados; dessa maneira, sua escolha de computador dependerá de suas necessidades de análise de dados, o ambiente no qual o sistema irá operar e a quantidade de canais necessária para o seu sistema. Esta seção enfoca os seguintes tipos de computadores:

- Sistema PXI
- Desktop
- PC industrial
- Laptop
- Tablet



### Sistema PXI

PXI (PCI eXtensions for Instrumentation) é uma plataforma modular e robusta baseada em PC, para sistemas de medição e automação. Um sistema PXI é formado por uma controladora, chassi e módulos de instrumentação. A controladora do sistema PXI executa o sistema operacional e atua como o "computador" do sistema. Ela contém um processador, memória RAM, disco rígido e outros componentes. O chassi aloja a controladora e contém em torno de 4 a 18 slots, que você pode utilizar para combinar o seu computador e a instrumentação em um único equipamento compacto. Já se a sua aplicação incorporar diversas medições e exigir sincronização precisa entre os instrumentos, ou se for necessário adaptar a sua instrumentação a

Figura 1. Um sistema PXI contém uma controladora, chassi e até 17 instrumentos modulares.

outras aplicações no futuro, o PXI poderá ser a sua melhor solução. O PXI é uma plataforma de instrumentação poderosa e flexível, mas a modularidade de um sistema PXI pode envolver um custo inicial maior do que o de um laptop ou desktop com instrumentação com USB. Dessa maneira, escolhendo um sistema PXI, você pode economizar tempo e dinheiro no futuro, quando as suas necessidades de instrumentação mudarem.

### ► Saiba mais sobre os sistemas PXI



Figura 2. Computadores desktop muitas vezes contêm a tecnologia de PC mais moderna a um preço razoável

### Desktop

Um computador desktop é um PC destinado a usos comuns em um único local. Os computadores desktop normalmente são utilizados em escritórios, laboratórios ou outros ambientes onde as condições não são extremas. São formados pelos seguintes componentes: um monitor, um teclado, um mouse e o computador propriamente dito. Como há muitas peças em um computador desktop, você não irá querer movê-lo constantemente para locais diferentes. Entretanto, como os computadores desktop são maiores, eles podem dissipar mais calor, o que permite que eles tenham processadores maiores e mais potentes. Dessa forma, o maior atributo do computador desktop é sua capacidade de processamento. Se você precisar analisar ou registrar dados em um disco em altas taxas, mas não precisar de mobilidade, o computador desktop pode ser exatamente o que você precisa para sua aplicação.



Figura 3. Computadores industriais possuem todos os componentes de um PC comum e uma construção mecânica robusta.

### PC industrial

Os PCs industriais, como seu nome sugere, são computadores especiais, otimizados para o uso em ambientes industriais ou condições extremas. Eles são mecanicamente mais robustos e têm de seguir especificações ambientais extremas, de vibração, choque, temperatura e umidade. Por terem essa construção mais robusta, esses PCs são mais caros do que outros tipos de computadores. Essas especificações são essenciais para muitas aplicações; dessa forma, se você precisar monitorar aplicações em ambientes extremos, o PC industrial será uma ótima escolha para sua aplicação.



Figura 4. Você pode usar computadores laptop leves e portáteis para adquirir dados em campo.

## Laptop

Um computador laptop é um PC destinado a uso móvel. Devido ao seu tamanho, tipicamente os laptops são usados com sistemas de medição portáteis. Todas as peças são alojadas juntas em um laptop, o que facilita muito transportá-lo de um lugar a outro. O laptop dá a você a liberdade de monitorar diferentes aplicações em vários locais com facilidade. Mas como todas as peças estão juntas em um único aparelho, você precisará se certificar de que o ambiente onde o laptop ficará exposto não irá danificá-lo. Por exemplo, a maior parte dos laptops não é protegida contra poeira ou umidade. Se você estiver procurando um computador portátil de uso geral que tenha capacidade de analisar e armazenar dados, o computador laptop poderá atender suas necessidades.



Figura 5. Os tablets têm menor capacidade de processamento, mas oferecem custo mais baixo e menor tamanho.

## Tablet

Os tablets se tornaram uma plataforma de computação cada vez mais popular, otimizada para desempenho móvel e de toque. Hoje, existem muitas configurações de hardware e software de tablet disponíveis no mercado, e ao escolher um tablet para aquisição de dados, essas configurações devem ser levadas em consideração. Para as tarefas de aquisição de dados, primeiramente verifique se o software e hardware de aquisição de dados serão compatíveis com seu tablet e sistema operacional (OS). Um Android ou tablet iOS pode ser útil para algumas tarefas, mas, a menos que seu hardware de aquisição de dados suporte esses sistemas operacionais, um tablet que execute o Windows pode ser uma solução mais adequada. No geral, os tablets são dispositivos extremamente práticos e portáteis, mas não deixe de verificar a compatibilidade e o desempenho de sua tarefa antes de escolher essa plataforma de computação.



# Como escolher o melhor software de driver para o seu sistema de medição

## Visão geral

Normalmente, não se dá muita atenção ao software de driver na escolha de um dispositivo de aquisição de dados (DAQ). Esse software cuida da camada de comunicações entre os dispositivos de hardware e o software de aplicação. As especificações de hardware são muito importantes, mas um software de driver inadequado pode prejudicar bastante o tempo de desenvolvimento e o desempenho de todo o seu sistema. Este capítulo analisa as questões que você precisa considerar ao avaliar um software de driver de dispositivo DAQ.

- ▷ Esse driver é compatível com o meu sistema operacional?
- ▷ Esse driver apresenta uma boa integração com o meu software de aplicação?
- ▷ Que documentação é fornecida com o driver?
- ▷ Esse driver inclui utilitários de configuração ou diagnóstico?
- ▷ Esse driver pode ser usado posteriormente com um maior número de dispositivos?

## Esse driver é compatível com o meu sistema operacional?

Você pode fazer sua escolha entre diversos sistemas operacionais, como Windows, Mac e Linux, que oferecem diferentes vantagens a diferentes tarefas e operações. Cada um desses sistemas operacionais pode também ter diferentes versões, distribuições ou projetos para processadores específicos. Por exemplo, temos versões do Windows que vão do Windows Vista ao Windows 10 e diferentes versões para processadores de 32 bits e 64 bits. Como o Linux é de código aberto, você pode fazer sua escolha dentre centenas de variedades desse sistema operacional. Cada tipo e versão de um sistema operacional funciona de maneira diferente e pode ser ou não compatível com outros.

Consequentemente, os drivers DAQ, de forma geral, não suportam todos os tipos e versões de sistema operacional. A maior parte dos drivers DAQ trabalha com alguma versão do sistema operacional Windows, pois este é o sistema mais comum. Entretanto, se você utilizar outro sistema operacional, lembre-se de verificar se o driver trabalha com ele antes de escolher um dispositivo DAQ. Você pode encontrar o sistema operacional e o suporte de versões no arquivo readme do driver.

## Esse driver apresenta uma boa integração com o meu software de aplicação?

Existem diversos graus de integração entre o driver e o software de aplicação. A parte central de um driver é sua biblioteca (geralmente um DLL). Essa biblioteca gerencia a comunicação com o hardware de aquisição de dados. Normalmente, a biblioteca é fornecida com documentação e distribuída com wrappers para diversas linguagens de programação. Esses wrappers são camadas finas de código que traduzem as funções da biblioteca em uma interface compatível para uma determinada linguagem de programação. Em alguns casos, pode ser que não haja um wrapper para a sua linguagem preferida ou até mesmo nenhum. Nessas situações, você precisará escrever manualmente seu próprio wrapper para fazer interface com o seu software de aplicação.

A melhor integração ocorre quando o driver fornecido é integrado nativamente ao seu software de aplicação. Nesse caso, o driver é reescrito para a linguagem nativa. Com isso, você terá um melhor desempenho e uma experiência mais consistente, pois as funções e a documentação são introduzidas diretamente no software de aplicação.

## Que documentação é fornecida com o driver?

Os drivers possuem muitas formas de documentação, incluindo manuais de usuário, referências de funções, notas de versão, problemas conhecidos e exemplos de código. Ter de navegar por uma documentação de baixa qualidade, confusa, vaga e incompleta pode ser um imenso desperdício de tempo. Quando a interface de programação de um driver é mal documentada, você desperdiçará tempo de maneira desnecessária e frustrante, testando suas funções por "tentativa e erro". Embora o método de tentativa e erro possa ser uma ótima maneira de aprender mais sobre funções e sintaxe, de vez em quando você precisará conseguir consultar o manual. Dessa maneira, ter uma documentação completa e bem organizada é algo extremamente valioso.

A melhor documentação de software de driver é completa, de fácil navegação e fácil de ser seguida. O ideal é que ela ofereça exemplos de código específicos para suas linguagens de



programação prediletas e apresente informações detalhadas e úteis sobre as mensagens de erro. Avaliando antecipadamente a documentação do software de driver, você pode evitar dores de cabeça no futuro.

## Esse driver inclui utilitários de configuração ou diagnóstico?

Além da documentação, utilitários de configuração e diagnóstico podem ajudá-lo a colocar sua aplicação pronta para o trabalho rapidamente, além de diagnosticar problemas. Com os painéis de teste, você pode testar funções de hardware no nível mais básico antes de projetar a aplicação final. Você pode gerar e medir sinais brutos e eliminar problemas no hardware DAQ independentemente de outros fatores de programação e do software que podem introduzir níveis adicionais de incerteza. Os utilitários de calibração levam você pelo procedimento de autocalibração de seu dispositivo, que irá garantir a exatidão de suas medições. Os assistentes de definição de escala do sensor ajudam você a fazer o mapeamento entre valores brutos de tensão e unidades de engenharia, sem que você tenha de fazer a programação. Alguns drivers incluem até mesmo assistentes de configuração completos, que encapsulam todos esses utilitários. Esses assistentes irão orientá-lo na configuração de sua tarefa de medição e ajudá-lo a fazer a sua primeira medição em seu software de aplicação. Em geral, os utilitários de configuração e diagnóstico são muito úteis quando você está começando a trabalhar com o seu dispositivo DAQ ou diagnosticando problemas. Mas nem todos os drivers DAQ incluem esses utilitários. Dessa forma, você precisa considerar essa questão cuidadosamente ao escolher um dispositivo DAQ.

## Esse driver pode ser usado posteriormente com um maior número de dispositivos?

Pode ser difícil determinar quais mudanças e expansões serão necessárias no futuro em seu sistema DAQ. Talvez você precise fazer um upgrade em seu dispositivo, para ter especificações de melhor desempenho ou incorporar medições adicionais. Alguns drivers DAQ são criados para um único dispositivo; outros são criados para trabalhar com uma grande diversidade deles.

Drivers DAQ criados para um único dispositivo geralmente são mais leves do que os que trabalham com uma grande diversidade deles. Esses drivers podem fazer o trabalho, no início, mas quando um novo dispositivo for incluído ou se um existente for substituído, você poderá ter um esforço significativo de programação para integrar o novo driver desse dispositivo. A interface de programação desse driver pode ter uma estrutura diferente e pode exigir alterações significativas em seu código.

Por outro lado, drivers que trabalham com uma grande diversidade de dispositivos podem ser adaptados com maior facilidade a novas funções e dispositivos. A interface de programação é consistente entre todos os dispositivos; dessa forma, a inclusão de um dispositivo novo é facilitada, exigindo poucas ou até mesmo nenhuma alteração em seu código. Esses drivers também podem suportar outros recursos, que facilitam a sincronização e a combinação de medições provenientes de vários dispositivos.

▷ [Leia mais sobre os produtos de software de driver da NI para a aquisição de dados](#)

# Como escolher o melhor software de aplicação para o seu sistema de medição

## Visão geral

O software de aplicação é parte vital dos modernos sistemas de aquisição de dados (DAQ). Dessa forma, é essencial que você escolha uma ferramenta de software que, além de ser adequada às necessidades de sua aplicação atual, também possa ser ampliada junto com o seu sistema. A última coisa que você vai querer é ter de reescrever todo o seu código usando um software de aplicação novo, simplesmente porque o seu código antigo não tem capacidade para ser ampliado. A escolha dos critérios utilizados na seleção da melhor ferramenta de software de aplicação para o seu sistema DAQ dependerá dos requisitos a serem atendidos. Este capítulo discute cinco questões a serem consideradas na escolha de seu software de aplicação.

- ▷ O software é suficientemente flexível para atender minhas necessidades futuras?
- ▷ Quanto tempo vai levar para que eu aprenda o software?
- ▷ O software tem boa integração com o driver e outras ferramentas de produtividade (análise, visualização, armazenamento)?
- ▷ Existe alguma comunidade de recursos que posso usar quando tiver problemas?
- ▷ Esse software tem um histórico comprovado de estabilidade e sucesso?

## O software é suficientemente flexível para atender minhas necessidades futuras?

As ferramentas de software DAQ podem variar de programas pronto para o uso, que não exigem programação, a ambientes de desenvolvimento de aplicações totalmente customizáveis. Embora seja fácil tomar uma decisão sobre a escolha de um software de aplicação com base nas necessidades atuais de desenvolvimento de sistemas, é importante considerar como será possível expandir o uso dessa ferramenta e resolver problemas quando o sistema ficar mais maduro.

As ferramentas de software prontas para o uso muitas vezes têm funções definidas, tendo sido criadas para executar medições ou rotinas de teste específicas, normalmente com um subconjunto limitado de opções de hardware. Esse tipo de ferramenta de software será uma boa escolha para o seu sistema DAQ se atender às necessidades de seu ambiente atual e você não estiver planejando modificar ou ampliar a funcionalidade de seu sistema. Sua principal desvantagem é que um software de aplicação pronto para o uso nem sempre pode ser ampliado para incorporar novas funções em um sistema DAQ existente.

Para aproveitar as vantagens de uma ferramenta de software de aplicação que atende às necessidades de seu sistema atual e pode ser ampliada no futuro, você deverá escolher um ambiente de desenvolvimento que lhe permitirá criar aplicações customizadas. Ambientes de desenvolvimento de aplicações são extremamente flexíveis no sentido de que você pode integrar drivers DAQ no software e desenvolver um código e uma interface de usuário (IU) customizada para executar exatamente as medições ou rotinas de teste de que você precisa. A única desvantagem é que você precisa despende algum tempo no início para aprender a linguagem de programação e desenvolver suas aplicações sozinho. Embora possa parecer que isso consumirá muito tempo, os ambientes modernos de desenvolvimento oferecem uma variedade de ferramentas que irão lhe ajudar no começo. Entre esses recursos estão treinamento on-line e presencial, exemplos prontos para o uso, assistentes de geração de código e fóruns da comunidade onde são compartilhados códigos e discutidos desafios, além de assistência pessoal fornecida por engenheiros de aplicação ou equipes de suporte.

## Quanto tempo vai levar para que eu aprenda o software?

O tempo necessário para aprender a usar um software é diferente para cada um. Dependerá do tipo da ferramenta de software escolhida e/ou da linguagem que será utilizada para programar suas aplicações de aquisição de dados.

Aprender a usar ferramentas de software prontas para o uso é mais fácil e mais rápido, porque elas não exigem que você conheça detalhes da programação do usuário. Ao escolher aplicações customizadas para o seu sistema DAQ, será preciso ter a certeza de que você terá à sua disposição recursos adequados para atender suas necessidades de aquisição de dados e para ajudá-lo a aprender rapidamente a usar a ferramenta. Alguns desses recursos incluem manuais de usuário, informações de help, comunidades online e fóruns de suporte.

O aprendizado de um ambiente de desenvolvimento de aplicações muitas vezes é mais demorado, mas a maior parte desse tempo é usada para aprender a linguagem usada no ambiente para a programação de suas aplicações. Se você conseguir encontrar um ambiente de desenvolvimento de aplicações que utilize uma linguagem que já lhe é familiar, com certeza você poderá reduzir o tempo necessário para se tornar um programador eficiente com um novo

ambiente de desenvolvimento de aplicações. Muitos ambientes de desenvolvimento de aplicações podem ser integrados, e até mesmo compilados, com várias linguagens diferentes em um único sistema.

Quando você estiver avaliando ambientes de desenvolvimento de aplicações que exigem que você aprenda uma nova linguagem, é importante considerar aqueles que lhe permitem se concentrar no problema de engenharia que você está resolvendo, e não nos detalhes de baixo nível da linguagem de programação. As linguagens baseadas em texto, como ANSI C/C++, muitas vezes são mais difíceis de serem aprendidas, devido às complexas regras de gramática e sintaxe que devem ser obedecidas para que a compilar e executar o código.

Linguagens de programação gráfica, como a oferecida no LabVIEW, normalmente são aprendidas mais facilmente, por terem uma implementação mais intuitiva e serem visualmente consistentes com o modo como um engenheiro pensa.

```
int32 CreateDAQTaskInProject(TaskHandle *taskOut1)
{
    int32 DAQmxError = DAQmxSuccess;
    TaskHandle taskOut;

    DAQmxErrChk(DAQmxCreateTask("DAQTaskInProject", &taskOut));

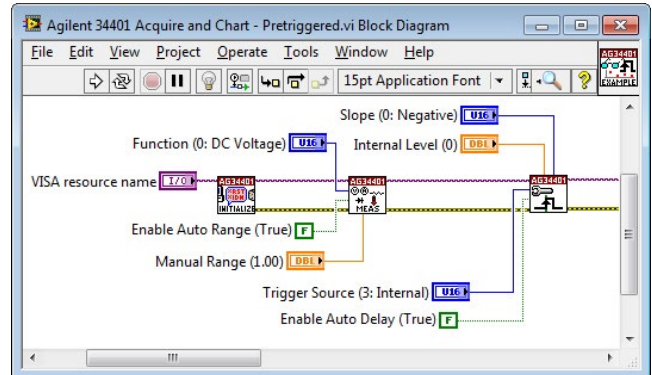
    DAQmxErrChk(DAQmxCreateAIVoltageChan(taskOut, "Dev1/ai2",
        "Voltage", DAQmx_Val_Diff, -10, 10, DAQmx_Val_Volts, ""));

    DAQmxErrChk(DAQmxCfgSampClkTiming(taskOut, "",
        1000, DAQmx_Val_Rising,
        DAQmx_Val_FiniteSamps, 100));

    *taskOut1 = taskOut;

    Error:
    return DAQmxError;
}
```

Código ANSI C



Código do LabVIEW

Você também precisa considerar os recursos fornecidos com o software de aplicação que lhe permitam começar a trabalhar imediatamente. Esses recursos podem ajudá-lo a começar a trabalhar com sua nova ferramenta de software em pouco tempo. Veja a seguir alguns recursos úteis para qualquer ferramenta de software pronta para o uso:

- **Teste** – O teste gratuito do software permite que você realize testes e verifique se a ferramenta atende às necessidades de sua aplicação.
- **Curriculum on-line** – Tutoriais, vídeos e artigos on-line são recursos valiosos para o aprendizado dos conceitos básicos do software de aplicação.
- **Aula ministrada em sala de aula** – Aulas sobre o software de aplicação são uma maneira perfeita para começar a desenvolver o seu sistema DAQ. O preço do curso e seu nível de detalhamento variam de acordo o ambiente em que ele será ministrado. Normalmente, você pode encontrar opções que vão de seminários gratuitos a salas de aula tradicionais e cursos on-line ministrados por instrutores.
- **Exemplos prontos para uso** – Os conjuntos de exemplos prontos para o uso têm uma quantidade suficiente de códigos para os tipos mais comuns de aplicações DAQ. Com esses exemplos, você nunca precisará começar a partir do zero. Você pode economizar tempo simplesmente modificando os exemplos fornecidos para atender às necessidades de desenvolvimento de seu sistema.

## O software tem boa integração com o driver e outras ferramentas de produtividade (análise, visualização, armazenamento)?

Muitas vezes os desenvolvedores pressupõem que a existência de um driver de dispositivo é suficiente para a integração de seu dispositivo de medição com um sistema DAQ. O que esses desenvolvedores nem sempre consideram é como esse driver se integra ao software de aplicação que eles estão usando para desenvolver o sistema de aquisição de dados. É importante que você escolha um driver e uma ferramenta de software que sejam compatíveis entre si para integrar todo o seu sistema DAQ com eficiência.

Os sistemas DAQ muitas vezes requerem integração com o sistema e o software de gerenciamento de dados para poderem executar pós-processamento, análise ou armazenamento de dados. Cuide para escolher um software de aplicação que ofereça uma maneira fácil de gerenciar os dados após eles terem sido adquiridos.

As análises são comuns nos sistemas de medição, e a maior parte dos produtos de software de aplicação para a aquisição de dados fornecem essas rotinas através de uma ferramenta ou API de manipulação de sinais. Você precisa garantir que as rotinas de análise necessárias para o seu sistema sejam fornecidas dentro do software de aplicação. Caso contrário, você terá de enfrentar o desafio de aprender dois ambientes – um para a aquisição e outro de análise – assim como a complicação de ter de trocar dados entre eles.

Visualização e armazenamento de dados geralmente caminham juntos em um sistema DAQ. O software de aplicação escolhido deve oferecer um modo fácil de visualizar os dados que você adquire, seja por uma interface de usuário previamente definida ou controles de interface de usuário customizados, de modo que você possa apresentar os dados adquiridos ao usuário. Além disso, o software de aplicação precisa ter uma maneira simples de integração com o sistema e software de gerenciamento de dados para armazenar grandes quantidades de dados ou testes. Os engenheiros frequentemente precisam armazenar dados para manipulá-los posteriormente. Dessa forma, seu software de aplicação precisa ter uma grande variedade de ferramentas para acomodar um grande número de opções de armazenamento e compartilhamento. Isso dá a você uma maior flexibilidade de pós-processamento dos dados e geração de relatórios profissionais padronizados.

## Existe alguma comunidade de recursos que posso usar quando tiver problemas?

O ecossistema no qual o software de aplicação está inserido é tão importante quanto a ferramenta de software propriamente dita. Um ecossistema saudável oferece uma grande riqueza de recursos, que facilitam seu aprendizado de uma nova ferramenta de software e lhe oferecem orientação no desenvolvimento de suas aplicações. Você precisa reservar algum tempo para conhecer os fóruns das comunidades, determinar o quanto eles são ativos e ver o tipo de informações compartilhadas (código, discussões, dicas e truques). Você poderá tirar muito proveito de uma comunidade ativa, que compartilha informações estritamente relacionadas aos problemas que você está resolvendo.

Além disso, o ecossistema de usuários de um software de aplicação muitas vezes leva a desenvolvimentos futuros. É importante que você verifique se a organização que está por trás de um software de aplicação apresenta respostas imediatas às necessidades de sua

comunidade e se a base de usuários pode fornecer informações que levem a novos recursos para o software futuramente.

## Esse software tem um histórico comprovado de estabilidade e sucesso?

Por fim, em sua escolha de um software de aplicação para o seu sistema DAQ, é preciso que você considere não apenas sua documentação formal ou suas especificações de recursos, mas as recomendações de seus usuários. Veja estudos de caso em que indivíduos tiveram sucesso com seu software de aplicação ou converse com aqueles que usaram a ferramenta de software em seus projetos. Ter a perspectiva de pessoas de fora da empresa no qual o software foi desenvolvido dá a você uma indicação real do histórico de sua estabilidade e sucesso. A escolha de um software de aplicação com estabilidade e longevidade comprovada ajuda a garantir a reutilização e a escalabilidade de seu sistema, para que o ambiente escolhido não fique obsoleto em seu sistema em pouco tempo.

- ▷ [Leia mais sobre o LabVIEW e veja se ele é adequado para as necessidades do seu software de aplicações de medição](#)

# Como escolher as melhores ferramentas de análise para o seu sistema de medição

## Visão Geral

Dados brutos às vezes não trazem logo de imediato informações úteis. As transformações de dados, como remoção de ruído dos sinais, compensação de efeitos ambientais como temperatura e umidade e calibração para evitar erros no equipamento, são necessárias para ajudar a transformar dados brutos em dados úteis. Produzir dados úteis é um resultado essencial nas aplicações de engenharia. Desse modo, o processamento de sinais abrangente é um requisito fundamental para qualquer ferramenta de análise usada na aquisição de dados. Este capítulo apresenta cinco questões a serem consideradas na escolha de ferramentas de análise para seu sistema de aquisição de dados.

- ▷ Preciso analisar meus dados inline, offline ou ambos?
- ▷ Minha(s) ferramenta(s) de análise pode(m) trabalhar com meus dados (volume, velocidade)?
- ▷ Minha(s) ferramenta(s) de análise oferece(m) os recursos de que preciso?
- ▷ Posso ampliar minhas opções de ferramentas de análise da aplicação com add-ons?
- ▷ Posso integrar minhas rotinas de análise antigas ou customizadas?

## Preciso analisar meus dados inline, offline ou ambos?

A maior parte das aplicações exige alguma forma de processamento de sinais, mas uma decisão importante é saber onde esse processamento será executado: inline, offline ou ambos.

### Inline

Na visualização inline, os dados são analisados na própria aplicação que os adquiriu. Se sua aplicação envolver o monitoramento de um sinal e a mudança de variáveis de teste com base nas características dos dados de entrada, você deve fazer a análise inline. Ao medir e analisar certos aspectos de seus sinais, você pode fazer com que a aplicação se adapte a determinadas circunstâncias e permitir os parâmetros de execução apropriados - talvez salvando dados no disco no caso de um cenário de alarme ou aumentando a taxa de amostragem se os valores de entrada excederem um limiar. Para fazer análise inline, seu software de aplicação precisa ter funções de análise de sinais incorporadas ou poder se integrar facilmente a um IP externo.

Uma observação a considerar é que para fazer o processamento de sinais inline leva tempo para executar esses cálculos. Se sua aplicação de aquisição tiver requisitos rígidos de temporização, você precisará cuidar para que o algoritmo de processamento de sinais não demore muito para ser executado porque você poderá perder alguns dados enquanto ele estiver fazendo essa operação. Enquanto você estiver desenvolvendo sua aplicação, poderá verificar quanto tempo leva para adquirir, analisar e visualizar os seus dados e verificar se você não está perdendo pontos de dados. Outra opção que pode ajudar é configurar seu código em paralelo de forma que uma seção adquira dados enquanto outra faz o processamento de sinais. Esse é um ótimo recurso, que aproveita as várias CPUs atualmente disponíveis na maior parte das máquinas. Mas estabelecer um padrão para esse tipo de aplicação (por exemplo, arquitetura produtor/consumidor) também assegura que ela atenda os requisitos temporização e coleta de dados.

A análise ponto a ponto é um subconjunto de análise inline onde os resultados são calculados após cada amostragem individual em vez de um grupo de amostragens. Ela é essencial quando se trabalha com processos de controle que apresentam aquisição de dados single-point determinística e de alta velocidade. A abordagem ponto a ponto simplifica o projeto, a

implementação e os processos de teste porque o fluxo da aplicação é muito similar ao fluxo natural dos processos do mundo real que a aplicação monitora e controla.

Com a análise ponto a ponto ágil, o processo de aquisição e análise pode ser colocado mais próximo do ponto de controle porque a latência entre a aquisição e a decisão é reduzida. Você pode reduzir ainda mais essa latência da aquisição implementando sua análise em field-

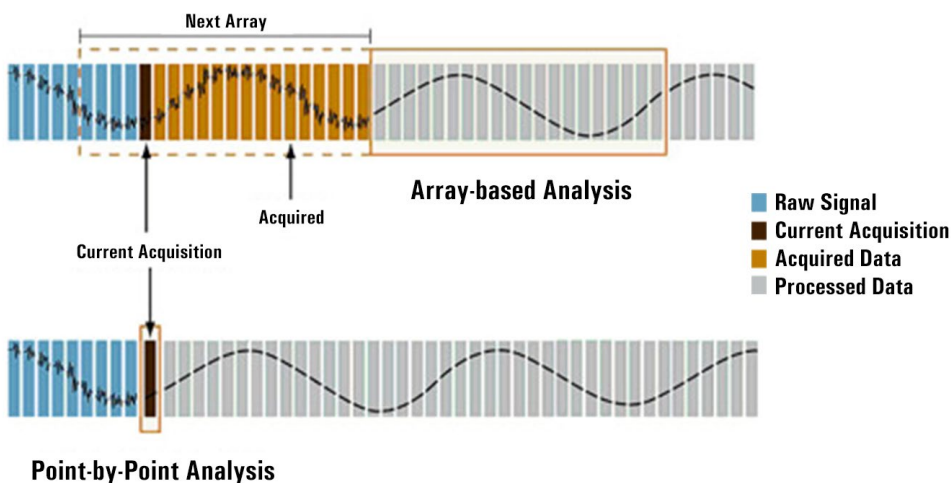


Figura 1. Análise baseada em array e análise ponto a ponto



programmable gate arrays (FPGAs), chips de processamento de sinal digital (DSP), controladoras embarcadas, CPUs dedicadas e ASICs.

Incluindo esses poderosos algoritmos e rotinas em suas aplicações, você pode eliminar tentativas e criar processos inteligentes, que podem analisar resultados durante o tempo de execução, aumentando a eficiência e correlacionando de forma alternativa as variáveis de entrada, para experimentar ou processar o desempenho.

## Offline

Nem sempre a análise inline é a metodologia correta para a implementação de suas rotinas de análise. Você pode escolher a análise offline quando não precisar tomar decisões enquanto adquire os dados. Isso envolve salvar os dados adquiridos no disco para obter iterações ilimitadas posteriormente. Normalmente, o propósito de uma aplicação de análise offline é a identificação das causas e efeitos das variáveis que afetam um processo, pela correlação de vários conjuntos de dados. Como você faz essa análise após adquirir os dados, você não estará limitado pelas restrições de temporização e memória da aquisição dos dados, pois as aplicações de análise somente exigem a disponibilidade de recursos computacionais suficientes. Isso oferece diversas vantagens para fazer análise. Primeiramente, a análise offline oferece uma interatividade de dados muito melhor, de modo que você possa realmente explorar os dados brutos e os resultados da implementação da análise. Histogramas, tendências e ajustes de curvas são tarefas comuns da análise offline. Além disso, a análise para uma aquisição em tempo real não mais será um gargalo, considerando a quantidade de tempo que os algoritmos que exigem alta capacidade de processamento de sinais podem levar quando operam grandes conjuntos de dados.

Algumas aplicações precisam de uma combinação de análise de dados inline e offline. Normalmente, as rotinas de análise inline são menos intensas nesses casos, e a análise offline faz a maior parte do trabalho pesado da comparação de conjunto de dados e dos algoritmos que exigem bastante processamento. Um exemplo de uma análise inline menos intensa seria escrever dados em um arquivo ou fazer a conversão básica da temperatura. Se a sua aplicação exigir uma combinação de análise inline e offline, cuide para que sua ferramenta de análise possa atender suas necessidades adequadamente.

## Minha(s) ferramenta(s) de análise pode(m) trabalhar com meus dados (volume, velocidade)?

Uma questão que geralmente preocupa na escolha das ferramentas de análise é o tamanho e a velocidade dos dados que elas podem processar. As máquinas de aquisição de dados estão se tornando mais rápidas, e os transdutores estão ficando mais baratos. Isso significa que os engenheiros estão coletando mais dados de mais lugares com mais rapidez do que antes. Se as ferramentas de análise de dados que eles usam diariamente não conseguem acompanhar essas novas tendências, os engenheiros têm agora mais dados do que nunca, mas nada para analisá-los de modo eficaz.

Engenheiros e cientistas estão começando a perceber que suas ferramentas rudimentares de análise de dados não atendem suas necessidades. As ferramentas de análise de dados que foram criadas para análise financeira e não para a aquisição de dados se deparam com esses limites. Se você estiver tentando manipular ou correlacionar grandes conjuntos de dados, será de bom proveito usar ferramentas de análise que são desenvolvidas com essa finalidade. Sem os instrumentos adequados para análise de dados, você perceberá que fazer qualquer análise é

um processo demorado ou talvez não conseguirá fazer nenhuma análise devido ao enorme volume de dados.

Conversar com fornecedores sobre o tamanho dos seus dados, a velocidade e os requisitos de análise ajudam a determinar se a ferramenta de análise é certa para você. É sempre melhor encontrar uma ferramenta desenvolvida especificamente para grandes conjuntos de dados, uma vez que essa é a tendência para a aquisição de dados.

## Minha(s) ferramenta(s) de análise oferece(m) os recursos de que preciso?

Se você precisar de uma análise inline, verifique seu software de aplicação para garantir que ele inclui recursos de expansão. Por outro lado, se as necessidades de sua análise envolver uma análise offline, seu software de aplicação deve poder salvar dados em um formato que seu pacote de análise offline possa consumir.

A maioria dos fornecedores de ferramentas de análise tem uma lista bem documentada de quais recursos suas ferramentas incluem. Se você souber quais são suas necessidades específicas para processamento de sinais, verificar essas listas de recursos é uma ótima opção. Se você não souber exatamente o que precisa, procure por uma ferramenta que tenha muitos recursos relacionados à sua área ou tipo de aplicação. As ferramentas de análise de dados apropriadas têm diversos recursos incorporados (mais de 600). Embora seja bom ter recursos básicos e complexos de cálculos matemáticos, certifique-se de haja funções específicas para sua área de interesse. Por exemplo, se a sua aplicação trabalha com controle, procure por funções de controle proporcional-integral-derivativo (PID). Já se a sua aplicação trabalha com reconhecimento óptico de caracteres (OCR), procure por essas funções. Tendo funções específicas disponíveis (incorporadas ou como add-ons), você pode ter mais eficácia no desenvolvimento de sua aplicação porque não precisará gastar tempo criando essas funções sozinho.

Além disso, é importante lembrar-se de que suas necessidades de análise muitas vezes aumentam ao longo do tempo. Assim, considere os requisitos de análise que você precisa atender hoje, mas não deixe de verificar se o seu software de aplicação tem espaço suficiente para uma inevitável expansão de suas necessidades de análise

## Posso ampliar minhas opções de ferramentas de análise da aplicação com add-ons?

Uma medida importante é verificar se a ferramenta de análise de dados possui um ecossistema de add-ons. Antigamente, ao considerar um software, as pessoas escolhiam uma ferramenta e eram forçadas a aceitar apenas o que o fornecedor colocava no produto. Isso significava que elas tinham que ficar a mercê do fornecedor para incluir quaisquer funções ou recursos que elas desejassem. À medida que o desenvolvimento do software progrediu, os fornecedores começaram a criar add-ons para que as pessoas pudessem adquiri-los para ampliar os recursos de seus produtos. Isso funcionou bem porque os usuários podiam comprar o recurso específico que eles precisavam; mas eles ainda estavam limitados pelos add-ons que os fornecedores ofereciam.

Hoje, as pessoas esperam um ecossistema de add-ons para ampliar seus produtos não apenas de um fornecedor, mas também de outros fornecedores parceiros e clientes. Essa tendência se corrobora com o surgimento de “lojas de aplicativos” que ampliam a funcionalidade de um

produto. Ao escolher sua ferramenta de análise dados, busque por uma que tenha um grande ecossistema de add-ons para que você possa ampliar os recursos de seu produto quando for necessário. Procure, também, comunidades ativas de usuários que compartilham seus add-ons ou IP para produtos, uma vez que essas comunidades muitas vezes oferecem outros recursos a um preço barato ou sem custo algum.

## Posso integrar minhas rotinas de análise antigas ou customizadas?

Às vezes, os engenheiros possuem algoritmo de análise que simplesmente não podem ser comprados como software add-on. Além disso, como os requisitos da aplicação mudam com o passar do tempo, a maioria dos engenheiros muitas vezes investe tempo e dinheiro criando rotinas de análise ou IP customizado em ferramentas alternativas ou mais velhas. Você precisa procurar um pacote de análise de dados que seja aberto para incorporar essas rotinas de análise externas. Não há necessidade de reinventar a mesma funcionalidade em uma ferramenta mais nova quando seus algoritmos existentes podem trabalhar corretamente.

Se você criou sua rotina de análise em outra linguagem de programação, usou um script em uma ferramenta antiga de análise financeira ou herdou algum arquivo de configuração, converse com o fornecedor para garantir que você esteja incorporando a rotina de análise antiga em suas ferramentas análise de dados. Se você não puder adicionar isso com facilidade, gastará muito tempo no início para recriar a funcionalidade na nova ferramenta. As ferramentas modernas de análise de dados devem ser abertas para usar o IP criado em outros ambientes, para que seus usuários possam obter mais eficácia.

▷ [Veja mais informações sobre a análise incorporada e o processamento de sinais no LabVIEW](#)

# Como escolher as melhores técnicas de visualização para o seu sistema de medição

## Visão geral

A visualização dos dados é uma função existente em quase todos os sistemas de medição. Da simples construção de um gráfico do sinal adquirido à correlação dos dados das medições com vídeo, som ou projeção de modelos 3D, você tem muitas opções de visualização para sistemas de aquisição de dados (DAQ) à sua disposição. Escolher a melhor técnica de visualização para a sua aplicação pode ser a diferença entre ser capaz de obter adequadamente informações úteis para a execução de ações a partir de dados brutos ou perder informações importantes. Este capítulo aborda cinco perguntas a serem consideradas na escolha de suas ferramentas de visualização.

- ▷ Preciso visualizar meus dados inline, offline ou ambos?
- ▷ Minha(s) ferramenta(s) de visualização pode(m) trabalhar com meus dados?
- ▷ Minha(s) ferramenta(s) de análise oferece(m) os recursos de que preciso?
- ▷ Posso adaptar minha visualização às necessidades de minha aplicação?
- ▷ Preciso visualizar dados de medição sincronizados com dados de outras fontes?

## Preciso visualizar meus dados inline, offline ou ambos?

A maior parte das aplicações exige algum recurso de visualização, mas uma questão importante a considerar é saber onde esse processamento será executado: inline, offline ou ambos.

### Inline

Na visualização inline, os dados são exibidos na própria aplicação que os adquiriu. Por exemplo, os dados adquiridos podem ser exibidos em uma tela de computador, de forma que um técnico possa literalmente ver o sinal que está sendo medido e garantir que todas as conexões tenham sido feitas corretamente. Se a análise inline for executada com visualização inline, uma versão filtrada do sinal pode também ser exibida no monitor. Esse tipo de arquitetura dá a você um "feedback instantâneo", pois permite que você visualize os dados adquiridos quase em tempo real, mas ela requer que o software de aplicação escolhido contenha todas as ferramentas de visualização que você pode precisar.

Assim como ocorre na análise inline, a visualização de dados inline exige cuidado quanto à maior capacidade de processamento exigida para executar cálculos e apresentar dados. As atualizações da interface de usuário são uma das ações que mais exigem da CPU. Isso significa que se sua aplicação de aquisição tiver requisitos rígidos de temporização, você precisará cuidar para que sua visualização não se torne um gargalo do sistema, fazendo-o perder dados. Enquanto você estiver desenvolvendo sua aplicação, você pode verificar quanto tempo leva para adquirir, analisar e visualizar os seus dados e cuidar para que esteja perdendo pontos de dados. Outra opção é configurar seu código em paralelo, para que um thread faça a aquisição dos dados, enquanto outro cuida de todo o processamento e visualização dos dados com menor prioridade, somente quando houver recursos da CPU disponíveis. Esse recurso aproveita as várias CPUs atualmente disponíveis na maioria das máquinas.

### Offline

Embora comum, a visualização inline nem sempre é a metodologia correta para a implementação de seu sistema. Na verdade, ela não é nem mesmo necessária em algumas aplicações. Você pode escolher executar a visualização offline quando não precisar visualizar os dados à medida que eles vão sendo adquiridos, ou quando quiser garantir que o processador de seu computador poderá se concentrar inteiramente na aquisição e transferência de dados ao disco. A visualização offline envolve o armazenamento de dados para inspeção posterior e requer um formato de armazenamento apropriado e a seleção de uma ferramenta dedicada à visualização offline. Entretanto, a opção de visualizar dados offline oferece a você flexibilidade ilimitada na interação com os seus dados, uma vez que você tem acesso aos dados brutos originais como eles foram adquiridos. Além disso, você não estará limitado pelas restrições de temporização e memória da aquisição dos dados, e a visualização durante a aquisição não mais será um gargalo, pois a CPU não terá de executar atualizações gráficas que exigem um intenso esforço computacional.

Muitas aplicações combinam a visualização de dados inline e offline. Normalmente, a visualização inline é limitada ao processamento mínimo necessário para confirmar se o sistema está se comportando corretamente (por exemplo, pela redução da taxa de atualização de um gráfico). Você pode usar a visualização offline em conjunto com a visualização inline para inspecionar e correlacionar dados em detalhes, quando isso não afetar a aquisição.

## Minha(s) ferramenta(s) de visualização pode(m) trabalhar com meus dados?

Ao escolher sua ferramenta de visualização, você precisa considerar o volume de dados que você pode representar e o formato dos dados de entrada. Se os seus dados estiverem sendo visualizados inline, com o uso do software de aplicação que você escolheu para aquisição, a formatação não deverá ser problema. No entanto, lembre-se de que a taxa de dados tem influência na quantidade de dados que precisam ser representados, o que no final acaba afetando a capacidade de processamento gráfico necessária para construir a visualização.

Se sua ferramenta de visualização for offline, será preciso considerar o formato dos dados. Você precisará ter certeza de que a ferramenta de visualização que escolheu é capaz de interpretar o arquivo ou o formato da base de dados que você pretende usar para armazenar dados.

Além disso, até mesmo as ferramentas de análise de dados offline são limitadas pela quantidade de memória alocada pelo sistema operacional e, dessa forma, podem carregar apenas uma determinada parte de conjuntos de dados maiores. Muitas ferramentas de visualização impõem restrições aos dados devido a essa limitação e impedem que os engenheiros carreguem e representem graficamente mais do que um volume de dados pré-determinado. Por exemplo, muitas ferramentas financeiras impõem um limite de carregamento de 1.048.576 (2 elevado a 20) pontos de dados por coluna e um limite de representação gráfica de 32.000 pontos por charts. Selecionar uma ferramenta de visualização desenvolvida para lidar com conjuntos de dados de engenharia ajuda você a acessar e visualizar os seus dados adequadamente e muitas vezes inclui técnicas de redução dos dados, que simplificam o trabalho com conjuntos de dados extremamente grandes.

## Minha(s) ferramenta(s) de análise oferece(m) os recursos de que preciso?

Para a visualização, a maioria dos engenheiros precisa, no mínimo, de recursos de representação por charts e gráficos. Por sorte, quase todas as ferramentas de visualização de dados do mercado podem criar charts e gráficos simples. Além disso, ferramentas dedicadas à visualização oferecem um poderoso conjunto de recursos adicionais, que você pode usar para obter mais informações de seus dados.

Se você souber que vai precisar representar graficamente curvas que utilizam escalas "y" muito diferentes, em um mesmo chart, precisará verificar se sua ferramenta de geração de relatórios consegue diferenciar essas escalas. Muitas ferramentas têm esse recurso, mas têm também um número máximo limitado de eixos y.

Além disso, você precisa considerar suas necessidades de visualização que vão além da representação gráfica básica em 2D. Por exemplo, se você precisar representar dados usando gráficos polares, ou se os seus dados forem melhor representados na forma de um gráfico 3D, então sua ferramenta de visualização terá de poder trabalhar com esses recursos.

## Posso adaptar minha visualização às necessidades de minha aplicação?

A escalabilidade e capacidade de customização dos recursos de visualização são considerações importantes. Como cada aplicação de medição de engenharia é diferente – seja por conter tipos de medição diferentes ou ter objetivos diferentes – sua ferramenta de visualização precisa ser suficientemente flexível para poder ser adaptada às necessidades de sua aplicação. As ferramentas prontas para o uso, que incorporam aquisição e visualização dos dados em um pacote fechado, muitas vezes impõem limitações rígidas quanto ao tipo de visualização oferecida. Embora essa característica possa ser adequada inicialmente, você pode precisar ver os dados adquiridos de maneira mais completa para tomar decisões melhores. Isso requer que mais dados sejam colocados no gráfico para cada curva, mais curvas sejam plotadas em cada gráfico e que mais gráficos sejam visualizados. Ou pode ser necessário simplesmente utilizar ferramentas de zoom, deslocamento e escala que são limitadas em muitos pacotes de visualização. Se você espera que suas necessidades aumentem conforme sua aplicação se expande, cuide para escolher uma ferramenta de visualização que possa ser ampliada.

## Preciso visualizar dados de medição sincronizados com dados de outras fontes?

Ferramentas avançadas de pós-processamento de dados de engenharia possuem o recurso de visualização sincronizada, que vai além de planilhas e gráficos estáticos simples. Além dos recursos de zoom e deslocamento nos eixos dos gráficos, os cursores de gráficos diferentes podem ser sincronizados – normalmente utilizando uma base de tempo comum – para correlacionar as informações visualizadas nesses gráficos. Por exemplo, os cursores de um gráfico podem permitir que um engenheiro especifique o início e o fim da região "x" de uma curva que é utilizada para calcular e apresentar dinamicamente transformadas rápida de Fourier (FFT) dos dados nessa região. A visualização dessa banda poderá então ser ampliada ou reduzida dentro de todo o conjunto de dados, para isolarmos a região de interesse.

Além da sincronização dos gráficos dos dados de medição com outros gráficos de dados ou cálculos resultantes, as ferramentas avançadas podem sincronizar os dados de medição nos gráficos com dados provenientes de outras fontes, como vídeo, som, modelos 3D ou GPS. Ao correlacionar os dados das medições com informações fornecidas por essas fontes, que muitas vezes oferecem um maior contexto de engenharia do que simples curvas nos gráficos, você poderá aproveitar melhor seu investimento em medição. Por exemplo, essas ferramentas de sincronização permitem o uso de recursos avançados de visualização, que reproduzem os dados de medição vinculados ao vídeo, de modo que você possa ver o que aconteceu durante a medição; ao som, para que você possa ouvir o que aconteceu; ou ao GPS, para que você possa determinar onde algo aconteceu.

► Saiba mais sobre a visualização de dados no LabVIEW

# Como escolher o melhor formato de armazenamento de dados para o seu sistema de medição

## Visão geral

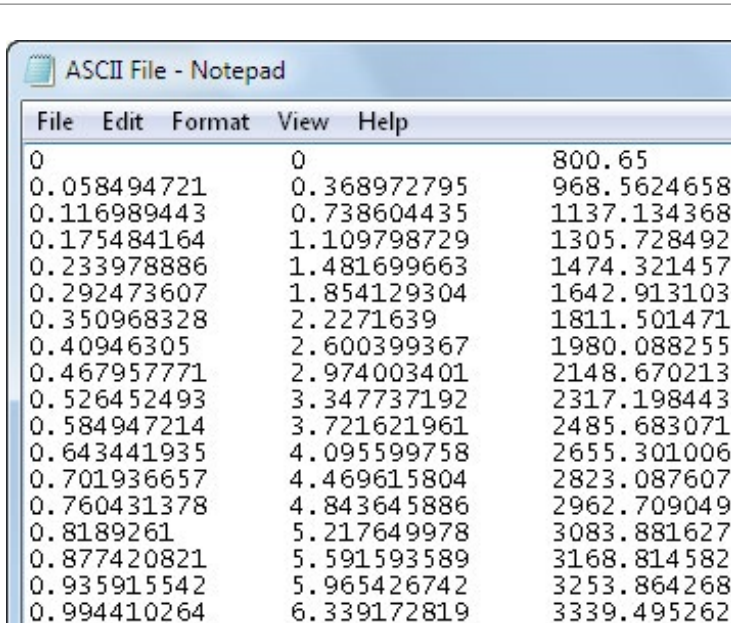
Para muitos sistemas de medição novos, escolher a melhor abordagem de armazenamento de dados é uma consideração secundária. Os engenheiros muitas vezes acabam selecionando a estratégia de armazenamento que mais facilmente atende às necessidades da aplicação em seu estado atual, sem considerar requisitos futuros. No entanto, as escolhas do formato de armazenamento de dados tem um grande impacto sobre a eficiência do sistema de aquisição, bem como na eficiência do pós-processamento de dados brutos ao longo do tempo.

Os produtos complexos de hoje exigem aquisição de dados durante todo o projeto e processo de desenvolvimento. As empresas, por sua vez, fazem um investimento significativo nos dados que coletam. O aumento da velocidade do microprocessador e da capacidade de armazenamento com a redução dos custos de hardware e software tem resultado em uma explosão de dados armazenados em arquivos e base de dados. Enquanto a tecnologia permite reter uma maior quantidade de dados de maior qualidade e maior rapidez, o gerenciamento e o bom uso e proveito desses dados, no entanto, continuam sendo grandes desafios. Este capítulo apresenta cinco considerações pertinentes para a escolha de seu formato de armazenamento de dados.

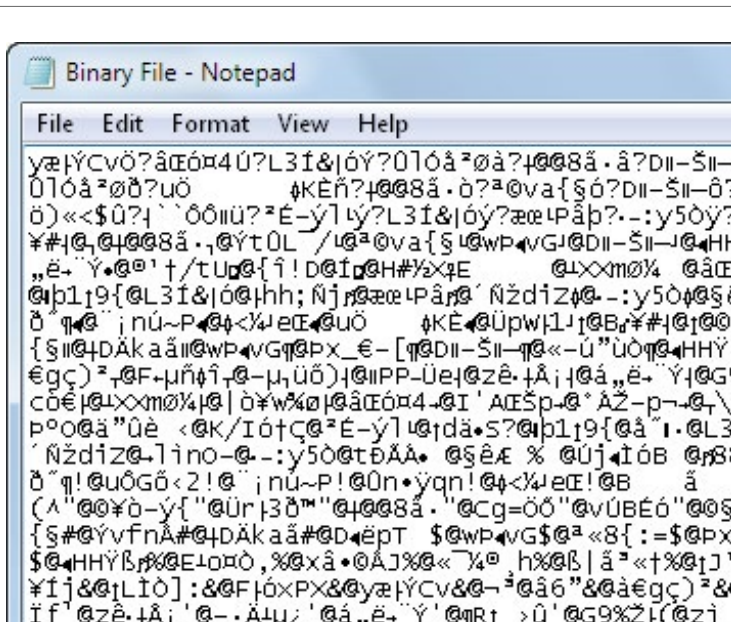
- ▷ Meu formato de armazenamento de dados pode atender meu volume de dados e velocidade de transferência de dados?
- ▷ Preciso compartilhar dados com meus colegas?
- ▷ Meu software de visualização ou análise pode usar meu formato de armazenamento?
- ▷ Meu formato de armazenamento é flexível o suficiente para minhas necessidades futuras?
- ▷ Como recupero meus dados armazenados futuramente?



Meu formato de armazenamento de dados pode atender meu volume de dados e velocidade de transferência de dados?



*Figura 1. Os arquivos ASCII permitem a fácil troca de dados, mas podem ser muito lentos e ocuparem bastante espaço em muitas aplicações.*



*Figura 2. Os arquivos binários são proveitosos em aplicações de alta velocidade e com espaço limitado, mas podem apresentar problemas de compartilhamento.*

O primeiro passo para obter uma solução de gerenciamento de dados consistente é garantir que os dados sejam armazenados do modo mais eficiente, organizado e escalável possível. Muitas vezes, os dados são armazenados sem informações descritivas, em formatos inconsistentes e dispersos em arrays de computadores, criando um conglomerado de informações que tornam extremamente difícil localizar um conjunto de dados específico e tomar decisões a partir dele.

Dependendo da aplicação, você pode priorizar determinadas características em relação a outras. Os formatos tradicionais de armazenamento como ASCII, binário e XM têm seus pontos fortes e fracos em diferentes áreas.

## Arquivos ASCII

Muitos engenheiros preferem armazenar dados usando arquivos ASCII devido ao fácil compartilhamento de dados e fácil leitura que esse formato oferece. Esses arquivos, no entanto, têm muitas desvantagens, como muita ocupação do disco, o que pode ser um problema quando o espaço de armazenamento é limitado (por exemplo, armazenamento de dados em um sistema distribuído). Comparadas a outros formatos, a escrita e a leitura de um arquivo ASCII podem ser significativamente lentas. Em muitos casos, a velocidade da escrita de um arquivo ASCII não consegue acompanhar a velocidade dos sistemas de aquisição, o que pode levar à perda de dados.

## Arquivos binários

Outra abordagem típica de armazenamento que de certa forma está do lado oposto do espectro do ASCII são os arquivos binários. Ao contrário dos arquivos ASCII, os arquivos binários ocupam um espaço do disco significativamente menor e podem ser transferidos ao disco em taxas extremamente altas, tornando-se ideais para aplicações de tempo real e com grande quantidade de canais. Uma desvantagem dos arquivos binários é seu formato

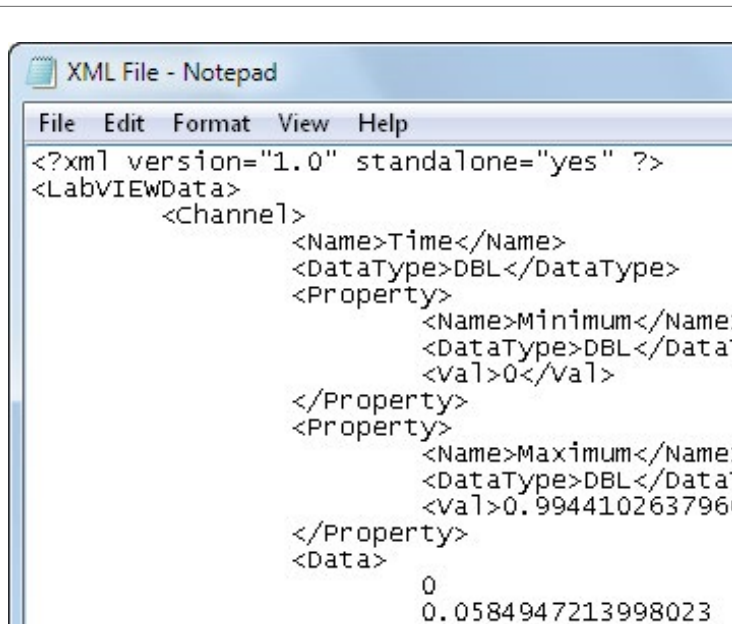


Figura 3. Os arquivos XML podem ajudá-lo a definir estruturas complexas, mas são significativamente maiores e mais lentos do que os outros formatos.

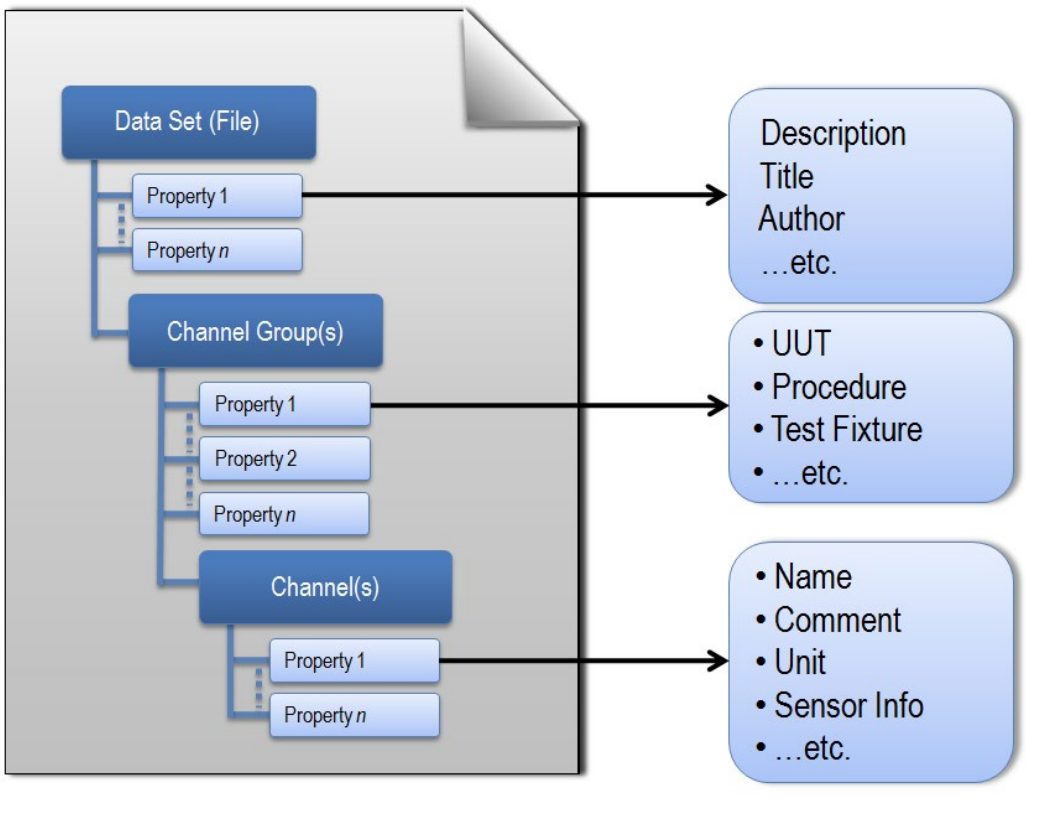


Figura 4. O arquivo TDMS hierárquico é desenvolvido para atender às necessidades dos engenheiros na coleta de dados de medição.

ilegível, que complica a troca de dados entre usuários.

## Arquivos XML

Nos últimos anos, o formato XML começou a ganhar popularidade devido à sua capacidade de armazenar estruturas complexas de dados. Com os arquivos XML, você pode armazenar dados e fazer formatação junto com os valores brutos da medição. A flexibilidade do formato XML permite que você armazene informações adicionais com os dados de uma maneira estruturada. Além disso, o XML é relativamente legível e pode ser compartilhado. De modo similar aos arquivos ASCII, os arquivos XML podem ser abertos em muitos editores de texto comuns e navegadores da internet compatíveis com o XML, como o Microsoft Internet Explorer.

## Arquivos de base de dados

Os arquivos de base de dados são compostos por uma série de tabelas, criadas com o uso de linhas e colunas, e as informações podem ou não estar conectadas entre as tabelas. Embora as bases de dados sejam vantajosas porque permitem a busca de arquivos, os arquivos de base de dados são inviáveis para aplicações de medição baseadas em tempo, dada a quantidade de dados adquiridos e a necessidade de comprar ou desenvolver do zero uma solução formal de base de dados.

## Arquivos TDMS

O TDMS é um formato de arquivo baseado no binário, ocupando uma pequena área do disco e

pode transferir dados para o disco em alta velocidade. Ao mesmo tempo, os arquivos TDMS contêm um componente principal que armazena informações descritivas ou atributos com os dados. Algumas informações, como nome de arquivo, data e localização de arquivo, são armazenadas automaticamente; no entanto, você pode adicionar facilmente suas próprias informações customizadas. Outra vantagem do formato de arquivo TDMS é sua hierarquia incorporada em três níveis: arquivo, grupo e canais.

Um arquivo TDMS pode conter uma quantidade ilimitada de grupos, e cada grupo pode conter um número ilimitado de canais. Você pode incluir atributos em cada um desses níveis descrevendo e documentando seus dados de teste para melhor entendê-los. Essa hierarquia cria uma organização inerente de seus dados de teste.

## Preciso compartilhar dados com meus colegas?

Muitas vezes, os sistemas de teste e simulação aumentam ao longo de alguns anos, normalmente de modo independente e com equipamentos de diferentes fornecedores. Consequentemente, os dados são armazenados em diferentes formatos de arquivo, com pouca ou nenhuma informação descritiva e em diferentes locais. Todos esses fatores apresentam obstáculos que impedem a troca ideal de informações, tornando extremamente difícil localizar um conjunto específico de dados e tomar decisões a partir dele. Como resultado, muitas empresas têm observado perda da eficiência e aumento dos custos de desenvolvimento à medida que os dados que elas armazenam aumentam.

### Arquivos ASCII

Muitos engenheiros preferem armazenar dados usando arquivos ASCII em virtude da facilidade de compartilhamento de dados e da fácil leitura que esse formato oferece. Os arquivos ASCII facilitam a rápida abertura de arquivos escritos em aquisições, a visualização de dados imediata e o compartilhamento dos dados com colegas, na medida em que os arquivos podem ser abertos em aplicações de software comuns encontradas na maioria dos computadores, como Notepad, WordPad e Microsoft Excel.

### Arquivos binários

A desvantagem de salvar dados em um formato de arquivo binário é que ele não é legível, dificultando, assim, o compartilhamento de dados entre usuários. Os arquivos binários não podem ser abertos imediatamente por um software comum; eles precisam ser interpretados por um programa ou aplicação especializados. Diferentes aplicações podem interpretar os dados binários de modos diferentes, o que acaba gerando confusão. Para compartilhar os arquivos com colegas, você precisa fornecê-los com uma aplicação que interprete seus arquivos binários específicos corretamente. Além disso, se você fizer modificações em como os dados são escritos na aplicação de aquisição, essas alterações devem ser feitas na aplicação que estiver lendo os dados. Isso pode gerar problemas de versão na aplicação no longo prazo e dores de cabeça que podem por fim resultar em perda de dados.

## Arquivos XML

Em seu formato bruto, o XML possui tags dentro do arquivo que descreve as estruturas. Essas tags também aparecem quando os arquivos XML são abertos nessas aplicações, o que de certa forma limita a leitura, pois você precisa poder entender essas tags. Isso pode ser um desafio para colegas com pouco envolvimento no desenvolvimento da arquitetura do arquivo. Outro inconveniente em conseguir armazenar essas estruturas complexas é que elas podem exigir um grande planejamento no desenvolvimento de seu layout ou esquema.

## Arquivos de base de dados

Os arquivos de base de dados podem ser compartilhados entre membros da equipe e geralmente são abertos com aplicações comuns. Com dados de medição, eles têm limitações similares aos arquivos ASCII e XML: muita ocupação do disco, riscos de perda de dados e limitada transferência de dados para o disco.

## Arquivos TDMS

Embora os arquivos TDMS sejam binários, você pode abri-los em muitas aplicações de uso comum, como Microsoft Excel e OpenOffice Calc, para compartilhá-los com colegas. Com os arquivos TDMS, você tira proveito do fácil compartilhamento de dados e inclusão de atributos sem sacrificar a velocidade e o espaço de armazenamento.

## Meu software de visualização ou análise pode usar meu formato de armazenamento?

Ao escolher um formato de arquivo, você precisa saber quais formatos seu software de visualização ou análise pode aceitar.

## Arquivos ASCII

Os arquivos ASCII podem ser abertos por quase todos os pacotes de visualização e análise disponíveis no mercado, mas, como é típico do formato, sua velocidade de leitura no disco é limitada. Processar e visualizar os arquivos ASCII é muito mais lento do que seu binário equivalente.

## Arquivos binários

Arquivos binários customizados precisam ser atualizados e alterados ao longo do tempo, o que significa que o software de visualização e análise precisa acomodar essas modificações de versão. Quando o software de aplicação é atualizado para interpretar o arquivo binário, a velocidade da análise e visualização aumenta radicalmente com o formato binário, na medida em que o software não precisa lidar com o formato ASCII.

## Arquivos XML

Como o XML é desenvolvido sob um modelo de esquema, é preciso mapear esse esquema para a API de análise e visualização. No entanto, esse mapeamento pode ser difícil e complexo, podendo gerar atrasos e apresentar erros em seu projeto. Além disso, os erros encontrados durante o processamento de um arquivo XML podem interromper seu pós-processamento e atrasarem o seu projeto.

## Arquivos de base de dados

Os arquivos de base de dados que são criados de modo estruturado similar aos arquivos XML enfrentam os mesmos desafios em termos de mapeamento do conteúdo e do aumento de sua complexidade à medida que seu conjunto de dados fica maior e mais diversificado. O software de aplicação precisa poder fazer interface com a base de dados para ler e converter os conjuntos de dados antes da análise e visualização.

## Arquivos TDMS

Como o TDMS é um formato de arquivo binário, é extremamente eficiente analisar e visualizar dados com ele. O TDMS é um padrão aberto que pode usar plug-ins ou uma DLL gratuita para carregar dados TDMS em uma variedade de pacotes de software diferentes.

## Meu formato de armazenamento é flexível o suficiente para minhas necessidades futuras?

Existe uma variedade de opções de formatos de armazenamento de dados de medição. Mas infelizmente, não se dá tanta atenção às opções de armazenamento no planejamento da aplicação. A escolha do formato de arquivo muitas vezes fica em segundo plano em virtude de decisões de maior visibilidade, como o projeto do sistema de hardware ou a arquitetura do software. Às vezes, as decisões de armazenamento de dados são feitas arbitrariamente ou conforme necessário para cada aplicação, sem se preocupar com sua reutilização e escalabilidade. E isso acaba levando a uma rearquitetura do software complexa e dispendiosa. É preciso que você considere cuidadosamente a escalabilidade do formato de armazenamento de dados escolhido para garantir que ele possa ser reutilizado em modificações futuras nos requisitos.

## Como recupero futuramente meus dados armazenados?

No ambiente de negócios altamente competitivo de hoje, mais do que nunca as empresas precisam transformar rapidamente dados de simulação e teste em informações úteis para conduzir de modo eficaz o desenvolvimento do produto e reduzir o tempo para lançamento no mercado. Em muitos sistemas de aquisição de dados, a aplicação é projetada para coletar os dados brutos e armazená-los no disco rapidamente, possivelmente com algum processamento inline para a tomada de decisões. No entanto, para passar efetivamente de dados brutos a resultados sólidos, você precisa de ferramentas que ajudam rapidamente a encontrar tendências e condições em dados, analisar essas tendências e apresentá-las de uma maneira que elas possam ser compartilhadas com outros.

Somente os arquivos de base de dados e TDMS permitem uma busca fácil sem a necessidade de abrir cada arquivo e procurar manualmente pelos dados que você precisa. Dependendo do modo como um arquivo de base de dados está estruturado, o processo de busca pode ser lento. Além disso, os arquivos de base de dados que você deseja procurar precisam estar no mesmo local e estruturados exatamente do mesmo modo. Com a diversidade de equipes que há em todo o mundo, implementar uma estrutura rígida de arquivo de base de dados pode ser praticamente impossível, uma vez que cada engenheiro, departamento e empresa já tem suas próprias políticas de gerenciamento de dados, que provavelmente são distintas entre si.

Em contrapartida, os arquivos TDMS podem ser pesquisados e não precisam ser formatados e armazenados precisamente no mesmo local. Na verdade, quanto mais propriedades



customizadas você usar para documentar seus dados de medição, mais facilmente você poderá localizá-los futuramente. As informações descritivas localizadas no arquivo, um dos principais benefícios do TDMS, oferecem um modo fácil de documentar os dados sem que você tenha que desenvolver sua própria estrutura do header. Você não precisa projetar novamente sua aplicação à medida que os requisitos de sua documentação aumentam; apenas precisará ampliar o modelo para atender suas necessidades específicas

## Sumário

	ASCII	Binário	XML	Base de dados	TDMS
Pode ser compartilhado	✓		✓		✓
Ocupa pouco espaço no disco		✓			✓
Permite uma busca fácil				✓	✓
Atributos inerentes			✓		✓
Transferência em alta velocidade		✓			✓
Suportado pelas plataformas da NI	✓	✓	✓	✓?	✓

\*É necessário um toolkit ou módulo add-on.

Quadro 1. O formato de arquivo TDMS combina os benefícios de diversas opções de armazenamento de dados em um formato de arquivo.

Muitos obstáculos podem impedir o compartilhamento eficaz de informações técnicas. O mais notório deles é o armazenamento inadequado de informações na hora do teste ou simulação. Você sempre precisa cuidar para que seus dados sejam armazenados com informações descritivas, em formatos consistentes e com facilidade de localização. O quadro 1 resume as vantagens e desvantagens de algumas das opções tradicionais mais escolhidas para o armazenamento de dados de medição.

► [Leia mais sobre a mineração e o gerenciamento de dados com o DIAdem](#)

# Como escolher as melhores ferramentas de geração de relatórios para o seu sistema de medição

## Visão Geral

Dados são adquiridos por um motivo: para tomar decisões com base em informações obtidas a partir de dados brutos. Enquanto a tecnologia permite guardar uma maior quantidade de dados de maior qualidade com maior rapidez, o armazenamento, gerenciamento e compartilhamento desses dados continuam sendo grandes desafios. A meta da maior parte dos sistemas de aquisição de dados (DAQ) é coletar dados para análise, que no final será apresentada ou compartilhada na forma de um relatório. Existe uma grande quantidade de opções à sua escolha para a geração de relatórios. Entretanto, você deverá considerar cuidadosamente os recursos da ferramenta de geração de relatórios escolhida, para garantir que ela não será um gargalo em seu sistema. Este artigo apresenta cinco considerações a serem feitas para a escolha de suas ferramentas de geração de relatórios para sua aplicação.

- ▷ Minha(s) ferramenta(s) de geração de relatórios pode(m) trabalhar com meus dados?
- ▷ Minha(s) ferramenta(s) de geração de relatórios oferece(m) os recursos visuais de que preciso?
- ▷ Posso usar templates para simplificar a geração de relatórios repetitivos?
- ▷ Posso automatizar a geração de relatórios para economizar algum tempo?
- ▷ Minha(s) ferramenta(s) de geração de relatórios exporta(m) dados no formato certo?

## Minha(s) ferramenta(s) de geração de relatórios pode(m) trabalhar com meus dados?

Após escolher um formato de armazenamento, você precisará se certificar de que a ferramenta de geração de relatórios desejada será compatível com o formato dos dados utilizado. Isso envolve a análise de dois fatores importantes: o formato de arquivo e o volume de dados. Uma ferramenta de geração de relatórios precisa ser capaz não somente de carregar dados a partir de um formato de arquivo escolhido, mas também tratar do volume de dados salvo.

### Formato de arquivos

Os tipos de arquivo tradicionais raramente atendem todos os requisitos de que você precisa em um formato de arquivo. Por exemplo, arquivos ASCII são fáceis de serem compartilhados, mas são grandes demais e têm leitura e escrita lentas. As velocidades de leitura e escrita dos arquivos binários são adequadas para equipamentos de alta velocidade, mas nem todos trabalham com esses arquivos.

O formato de arquivo Technical Data Management Streaming (TDMS) atende às necessidades específicas e aos exigentes requisitos de engenheiros e cientistas. Os arquivos TDMS são baseados no modelo de dados TDM para salvar dados de teste e medição de maneira bem organizada e documentada.

Com arquivos no formato TDMS, você não precisa reprojetar sua aplicação quando tiver requisitos de DAQ mais exigentes. Você simplesmente amplia o modelo de dados para atender suas necessidades. Como foi desenvolvido para atender às necessidades de todos os engenheiros, o TDMS oferece facilidade de uso, streaming em alta velocidade e facilidade de compartilhamento.

As ferramentas tradicionais de análise financeira, muitas vezes utilizadas em relatórios de engenharia, usam a célula como seu elemento fundamental. As células formam linhas e colunas para formar uma planilha, uma arquitetura ideal para orçamentos e balanços. Aplicações simples de aquisição de dados single-point – por exemplo, a coleta de um ponto de dado por hora ao longo de um dia – são muitas vezes mapeadas facilmente para essa arquitetura, pois quanto menor o número de dados coletado, mais importante será cada ponto de dados. Cada ponto de dados existe como uma célula em uma planilha, devendo ser tratado como tal.

Aplicações DAQ que coletam dezenas de canais de dados em taxas de milhões de amostras por segundo (MS/s) também são comuns. Nessas aplicações, a manipulação e a interação dos dados são implementadas em um sinal – ou canal – como um todo. Quando estamos manipulando colunas de células individuais, a unidade de um sinal pode ser perdida

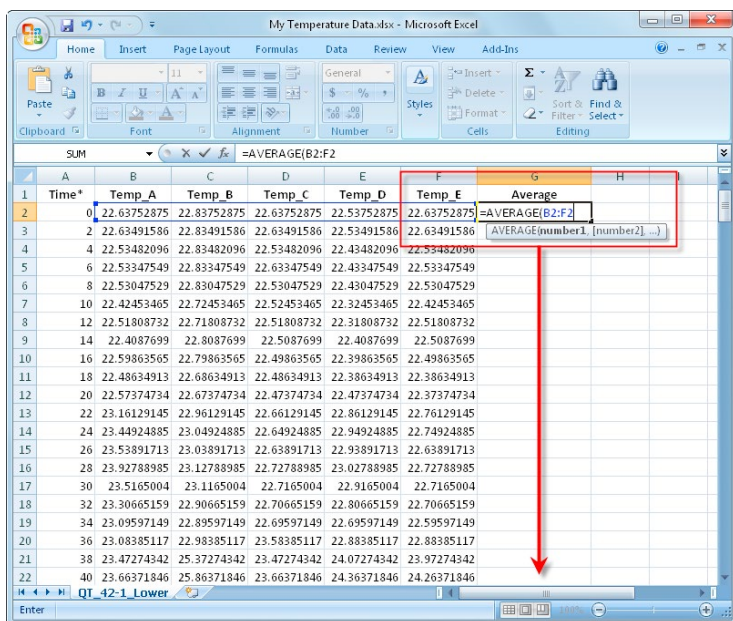


Figura 1. O Microsoft Excel utiliza a célula como seu componente fundamental. Até mesmo uma análise de dados simples precisa ser aplicada a uma célula e então repetida para todas as células de uma coluna (canal).



É possível manipular colunas inteiras de uma só vez, mas isso é complicado. As colunas muitas vezes contêm informações descritivas, como nome ou unidade, além de dados numéricos brutos. Nesse caso, você precisará selecionar uma parte da coluna (por exemplo, a faixa A3:A999), o que aumenta o trabalho e introduz a possibilidade de inexatidões ou erros.

Na figura 1, o Microsoft Excel é usado para executar uma tarefa de engenharia simples, mas comum: calcular a média de cinco canais de temperatura armazenados em colunas para criar um canal de valor médio. O cálculo da média deve primeiro ser implementado com o componente fundamental, a célula, e em seguida copiado (ou colocado) em todas as células da coluna de resultado.

### Volume de dados

Atualmente, as velocidades de transferência de dados de aplicações comuns muitas vezes atingem ou ultrapassam valores de MS/s. Em uma aplicação que coleta um canal de dados a 1 MS/s, um total de 1.000.000 pontos de dados são coletados em uma aquisição de 1 segundo. Em questão de minutos, bilhões de pontos de dados podem ser salvos em gigabytes de espaço em disco rígido.

Quando as ferramentas tradicionais de geração de relatórios carregam um arquivo que tem um volume de dados muito grande, elas tentam carregar os pontos de dados um por um na memória. O carregamento de todo um amplo conjunto de dados nessas ferramentas pode demorar vários minutos, devido ao enorme volume de dados que precisa ser carregado. Essa flexibilidade baseada na célula é ideal para planilhas de negócios, nas quais a visibilidade das células é importante; entretanto, aumenta desnecessariamente a ocupação de memória quando são usados conjuntos de dados com milhões de valores. Para evitar potenciais problemas de memória, as ferramentas tradicionais de geração de relatórios muitas vezes impõem um limite quanto à quantidade máxima de valores de dados que podem ser carregados em uma coluna. Isso normalmente exige que os engenheiros reformulem sua estratégia de armazenamento, seja escolhendo outro formato de arquivo (o que traz a possibilidade de que tenham de rearquitar suas aplicações mais tarde) ou segmentando dados em muitos arquivos pequenos, que possam ser abertos por suas ferramentas de geração de relatórios.

Quando estiver projetando um sistema DAQ, você deverá verificar se a ferramenta de geração de relatórios escolhida pode trabalhar com o formato de arquivo escolhido e o volume de dados que você planeja adquirir (reservando alguma flexibilidade para mudanças nos requisitos que possam aumentar o volume de dados coletados no futuro).

## Minha(s) ferramenta(s) de geração de relatórios oferece(m) os recursos visuais de que preciso?

Para a geração de relatórios, a maior parte dos engenheiros precisa, no mínimo, de recursos de representação por charts e gráficos. Por sorte, quase todas as ferramentas de geração de relatórios do mercado podem criar charts e gráficos simples. Entretanto, é preciso que você esteja seguro de que esses charts podem representar graficamente o volume de dados desejado, pois muitos impõem limites quanto ao número de pontos de dados.

Se você souber que vai precisar representar graficamente curvas que utilizam escalas "y" muito diferentes, em um mesmo chart, precisará verificar se sua ferramenta de geração de

relatórios tem recursos para diferenciar essas escalas. Muitas ferramentas têm essa capacidade, mas têm também um número máximo limitado de eixos y.

Além disso, você precisa considerar suas necessidades de geração de relatórios que vão além da representação gráfica básica em 2D. Por exemplo, se você tiver de representar dados usando gráficos polares, ou se os seus dados forem melhor representados na forma de um gráfico 3D, então sua ferramenta de geração de relatórios terá de poder trabalhar com esses recursos.

## Posso usar templates para simplificar a geração de relatórios repetitivos?

Muitas vezes, você precisa utilizar um mesmo tipo de relatório para diversos arquivos de dados brutos. Por exemplo, se você executa os mesmos tipos de testes todas as semanas e tiver de informar os resultados de maneira padronizada, acabará por utilizar um mesmo tipo de relatório para vários conjuntos de dados. Em ferramentas tradicionais de geração de relatórios, o layout do relatório é salvo juntamente com os dados brutos, em um arquivo de planilha comum, o que dificulta bastante usar um determinado layout para relatórios com vários conjuntos de dados diferentes. O relatório de cada conjunto de dados terá o seu próprio layout e formatação, o que significa que se você precisar introduzir alguma modificação no layout e formatação – por exemplo, algo tão simples como alterar a cor de uma curva – terá de editar cada um de seus arquivos para padronizar essa mudança.

Criando templates, você pode criar relatórios personalizados com maior facilidade, para atualizá-los com novos dados e resultados. Se você sabe que terá de criar um mesmo relatório várias vezes para diversos conjuntos de dados, terá de procurar uma ferramenta de geração de relatórios que possa criar um template e utilizá-lo para gerar relatórios com diferentes arquivos de dados brutos.

## Posso automatizar a geração de relatórios para economizar algum tempo?

Tipicamente, uma aplicação DAQ utiliza um dos dois cenários abaixo na geração de relatórios: relatórios ocasionais ou repetitivos. Os relatórios ocasionais são implementados sem frequência definida – normalmente de maneira interativa e baseada nas necessidades do momento. Por outro lado, os relatórios repetitivos são gerados de maneira frequente e normalmente padronizada, muitas vezes usando templates.

Se você precisa gerar relatórios de maneira repetitiva, terá de procurar uma ferramenta de geração de relatórios que tenha a função de geração automática. Até mesmo as ferramentas tradicionais permitem o desenvolvimento de macros ou scripts, para facilitar essa tarefa. Muitas possuem modos de gravação; dessa forma você pode gravar scripts de maneira interativa para automatizar avaliações ou cálculos mais extensos.

## Minha(s) ferramenta(s) de geração de relatórios exporta(m) dados no formato certo?

A saída final de uma ferramenta de geração de relatórios normalmente está em algum formato que pode ser compartilhado facilmente e ser enviado por e-mail, impresso ou apresentado independentemente do formato original dos arquivos de dados brutos. A maior parte das ferramentas de geração de relatórios permite a exportação dos relatórios em diversos formatos, mas você precisa verificar se elas oferecem os formatos de relatório mais comumente usados – por exemplo, arquivos PDF, slides do PowerPoint, imagens e arquivos HTML.

Além disso, se você tiver necessidades de criar relatórios extensos – por exemplo, com dezenas de páginas – você precisará verificar se a ferramenta escolhida poderá exportar o seu relatório no formato desejado e com o tamanho desejado. A última coisa que você irá querer é ter de refazer todo o seu trabalho no final do projeto de seu sistema simplesmente porque a ferramenta de geração de relatórios escolhida não pode criar relatórios do tamanho que você precisa.

- ▷ Saiba como o NI DAdem pode ajudá-lo a gerenciar os dados de suas medições e criar relatórios com eles