

Recursos e operação do Sistema de diluição avançado 2

Automatize a calibração e a diluição da amostra para instrumentos ICP-OES e ICP-MS Agilent



Melhore a eficiência do seu fluxo de trabalho

Agora, mais do que nunca, os laboratórios em todo o mundo enfrentam desafios crescentes para realizar mais análises com menos recursos, o que leva a uma reavaliação de muitas práticas analíticas. A automação de determinadas tarefas pode ajudar os gerentes de laboratório a agilizar os fluxos de trabalho e otimizar o uso de recursos. Para aumentar a eficiência dos laboratórios equipados com instrumentação ICP-OES ou ICP-MS Agilent, a Agilent desenvolveu o Sistema de diluição avançado 2 (ADS 2), um sistema de diluição automática em linha totalmente integrado, projetado para aplicações rotineiras de alta produtividade. O ADS 2 pode diluir automaticamente padrões e amostras de estoque até 400 vezes, tornando-o ideal para o preparo automático de padrões de calibração e amostras ou para diluição de amostras acima da faixa. O ADS 2 reduz efetivamente o número de tarefas manuais que os operadores precisam realizar ao preparar um método quantitativo para ICP-OES ou ICP-MS, permitindo mais tempo para trabalhar em outras tarefas.

O ADS 2 de duas seringas está disponível para ICP-OES Agilent 5800 e 5900 e ICP-MS Agilent 7850, 7900 e 8900*. O ADS 2 e o Sistema avançado de válvula (AVS)** funcionam perfeitamente juntos sob controle de software para maximizar a produtividade das amostras, diminuir o tempo de processamento da amostra e reduzir o custo por amostra. O design integrado do ADS 2 e do AVS evita o aumento excessivo do tempo quando uma diluição não está sendo realizada, eliminando uma desvantagem comum de outros sistemas de diluição. O design também garante que o sistema permaneça prontamente disponível para fornecer diluição da amostra em linha sempre que necessário. Se for necessária a diluição reativa de uma amostra, o software inteligente apresenta convenientemente os resultados da amostra diluída no final da execução de cada planilha, enquanto mantém acesso total a todos os dados.

Recursos do diluidor automático ADS 2

O ADS 2 é totalmente integrado e pode ser controlado usando o software Agilent ICP Expert, versão 7.7 e superior para ICP-OES e o software Agilent ICP-MS MassHunter, versão 5.3 e superior para ICP-MS.

O sistema simples de diluição automática com duas seringas permite:

Calibração automática – o ADS 2 prepara automaticamente padrões de calibração a partir de diluições precisas de um padrão de estoque. O analista simplesmente posiciona o padrão de estoque no rack do amostrador automático e usa o assistente de calibração automática para definir a faixa de calibração. Curvas de calibração multiponto são então geradas automaticamente. O assistente de calibração automática é compatível com vários padrões de estoque e faixas de calibração por elemento. Comparada aos processos manuais, a calibração automática é um processo conveniente e eficiente que economiza tempo do analista, minimiza desperdícios e reduz o risco de erros ou contaminação na análise.

Diluição prescritiva – durante a configuração do método, o operador pode configurar um fator de diluição definido (prescritivo) para o preparo automático de soluções de amostra. Por exemplo, se uma série de soluções de amostra precisar ser diluída 10 vezes (1 em 10) antes da análise, o analista simplesmente insere 10 como fator de diluição na lista de amostras. O software acionará automaticamente o ADS 2 para preparar as soluções antes da análise da amostra.

Diluição reativa – após um resultado inesperado, por exemplo, se o resultado medido de uma amostra estiver acima da faixa de calibração ou se houver um problema de recuperação de padrão interno, o ADS 2 pode ser acionado para realizar automaticamente uma diluição. Com base no resultado fracassado, o software utiliza um algoritmo para calcular um fator de diluição reativa apropriado e aciona uma nova execução da

medição da amostra. Este processo automático elimina a necessidade de retrabalho manual e demorado, garantindo um conjunto de dados completo no final de uma execução. As amostras medidas em várias diluições são resumidas de acordo com o resultado correto, dentro da faixa para cada elemento. Este processo de revisão de dados auxiliado pelo software permite uma exportação mais rápida dos resultados, simplificando o processo para o analista.

Tempos de espera reduzidos – quando não estiver diluindo ativamente uma solução, o ADS 2 foi otimizado para garantir que quase nenhum tempo extra seja adicionado à análise, normalmente menos de dois segundos. O fluxo da solução é direcionado através da trajetória de fluxo de diluição do ADS 2 somente quando uma diluição é acionada (definida na lista de amostras ou reativamente). Por esse motivo, o ADS 2 oferece os benefícios da diluição automática inteligente enquanto mantém tempos de espera de amostras rápidos, semelhantes aos de um ICP equipado com uma válvula de microamostragem AVS.

Custo por análise reduzido – com um design simples de duas seringas e diluindo amostras e soluções apenas quando necessário, o ADS 2 economiza consumíveis, como seringas de reposição e peças desgastadas da válvula. O consumo de materiais de laboratório, incluindo luvas, vials de amostra e ponteiros de pipeta, e os custos de descarte de resíduos são reduzidos em comparação com diluições manuais. A operação econômica do ADS 2 é ainda mais aprimorada por sua funcionalidade inteligente controlada por software, economizando tempo de análise e custos operacionais do ICP (argônio, consumo de energia etc.).

Facilidade de uso – há diversas ferramentas no software de controle de instrumentos ICP Expert e ICP-MS MassHunter que simplificam o desenvolvimento de métodos, a análise de dados, a geração de relatórios e a solução de problemas ao usar o ADS 2. Ambos os conjuntos de software incluem diagramas de trajetória de fluxo interativos que fornecem informações do sistema em tempo real sobre o ADS 2 e um Help and Learning Center (Centro de treinamento e ajuda), que oferece informações detalhadas sobre como usar e manter facilmente o sistema. Recursos que incluem contadores e sensores inteligentes de controle de desempenho do instrumento com Informação de manutenção preventiva (EMF), registros de manutenção e guias online auxiliam na tomada de decisões, para que a manutenção preventiva seja realizada no momento certo.

Experiência total Agilent – O ADS 2 é otimizado para ICPs Agilent e projetado para funcionar como um sistema integrado. Todas as configurações estão incluídas no método, portanto, há apenas um aplicativo de software para aprender. A estreita integração do diluidor automático com o instrumento permite recursos avançados que só podem ser alcançados quando o software e o hardware são projetados para trabalhar em conjunto. Os processos de compra e de suporte são simples, pois tudo é tratado com uma única empresa.

Como funciona o ADS 2?

As duas seringas do ADS 2 atuam apenas quando a diluição é necessária, maximizando a eficiência do fluxo de trabalho do ICP para melhorar os tempos de espera pela análise e o custo por amostra. Conforme mostrado nas Figuras 1 e 2, o ADS 2 utiliza dois modos distintos de operação (sem diluição e diluição).

No modo sem diluição (Figuras 1a e b), a amostra ignora o ADS 2, mantendo a produtividade de um método de válvula de microamostragem e maximizando a vida útil dos componentes do sistema. No modo de diluição (Figuras 2a a d), uma comutação das válvulas A e B traz o benefício da diluição automática em linha para a análise de ICP, eliminando processos manuais, incluindo preparos para calibração e diluição da amostra. O ADS 2 injeta automaticamente uma bolha entre a amostra e o fluxo de arraste, evitando a mistura com a solução de arraste. Esta ação maximiza o tempo útil de leitura da amostra, minimizando o tempo de lavagem pré e pós análise.

A válvula A do ADS 2 é usada para direcionar o fluxo entre o AVS e a válvula C. A válvula B é onde a solução flui do amostrador automático e é direcionada diretamente para a válvula A ou para o loop de diluição. As seringas que contêm as soluções de diluente e de arraste, e nunca a solução da amostra, são conectadas à válvula B. A válvula C facilita o enxágue do sistema ADS 2. Luzes indicadoras posicionadas próximas às válvulas A e B indicam qual função está sendo executada, seja carregamento (amarela) ou injeção (verde).

O ADS 2 e o AVS também oferecem a flexibilidade de incluir ou excluir a adição online automática de padrão interno durante a análise, sem a necessidade de outra seringa e custos associados.

Modo sem diluição

Conforme mostrado na Figura 1a, a sonda do amostrador automático se move para captar a amostra (indicada em azul escuro), que é puxada pela bomba AVS para ser carregada no loop de amostra do AVS, ignorando o loop de diluição no ADS 2. O AVS está agora na posição de "carregamento". Qualquer excesso de amostra é descartado pela bomba AVS. Ao mesmo tempo, a bomba peristáltica fornece a solução de enxágue (azul claro) e a solução de padrão interno (roxo) ao nebulizador, à câmara de nebulização e à tocha do instrumento de ICP em preparação para a entrega da amostra pelo AVS. As duas seringas do ADS 2 ficam ociosas no modo sem diluição.

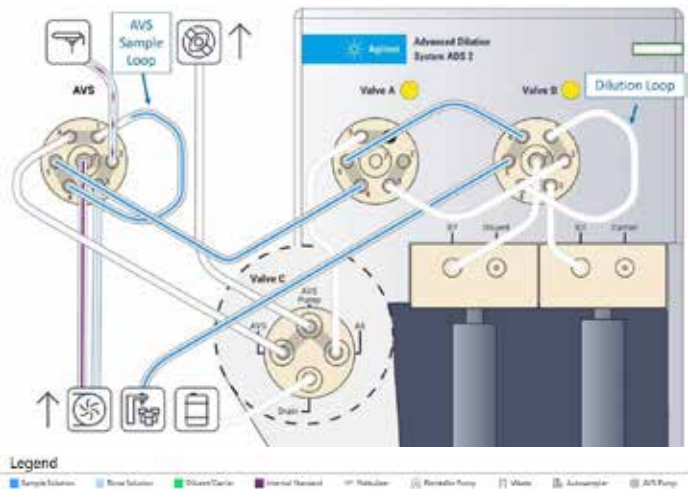


Figura 1a. Modo sem diluição: a amostra é carregada no AVS a partir do amostrador automático, ignorando o loop de diluição do ADS 2.

Conforme mostrado na Figura 1b, quando o AVS muda para a posição de "injeção", a amostra (azul escuro) se mistura com o padrão interno (roxo) e é empurrada pela solução de arraste (azul claro) para o sistema de introdução de amostra do ICP. Este processo é conduzido pela bomba peristáltica. Ao mesmo tempo, o enxágue da trajetória de fluxo para o amostrador automático é feito usando a bomba AVS através da válvula C (também azul claro) em preparação para a próxima amostra. As seringas do ADS 2 permanecem na posição ociosa.

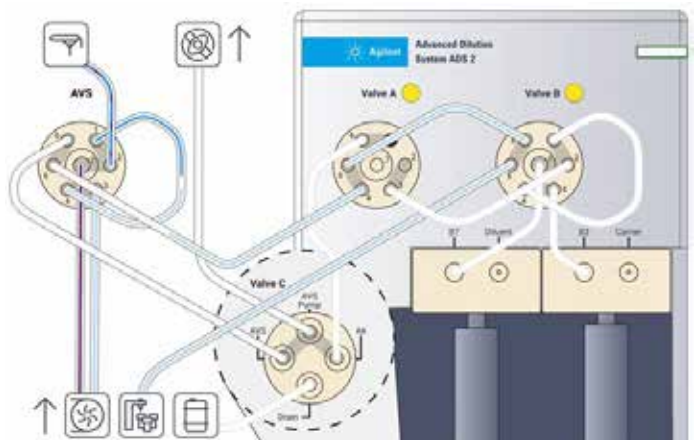


Figura 1b. Injeção de amostra do AVS para o ICP-OES ou ICP-MS Agilent (sem diluição).

Modo de diluição

Conforme mostrado na Figura 2a, a sonda do amostrador automático se move para capturar a amostra (azul escuro), onde é puxada pela bomba AVS para ser carregada no loop de diluição da válvula B do ADS 2. Qualquer excesso de amostra é desviado pela válvula C e descartado pela bomba AVS. Ao mesmo tempo, o nebulizador, a câmara de nebulização e a tocha recebem as soluções de enxágue (azul claro) e padrão interno (roxo) em preparação para entrega da amostra pela bomba peristáltica. O AVS está agora na posição de "carregamento".

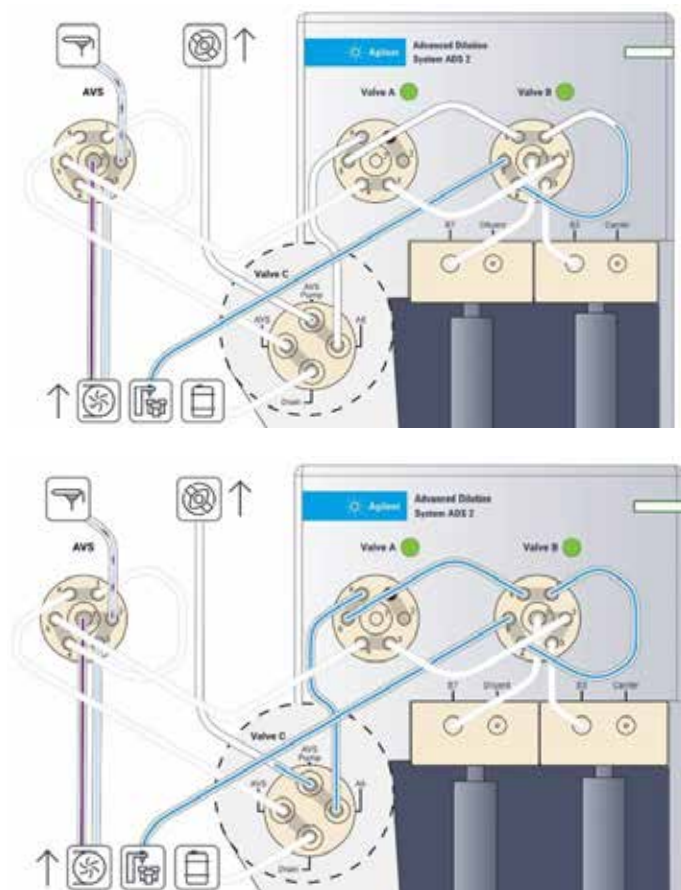


Figura 2a. Modo de diluição: a amostra começa a ser carregada no loop de diluição do ADS 2 (superior) e, uma vez preenchida, qualquer excesso é descartado (inferior).

Conforme mostrado na Figura 2b, a válvula B muda para a posição de injeção e as seringas de diluente e arraste começam a distribuir suas respectivas soluções na válvula/loop. O diluente (verde) entra na válvula B na porta 7 e, na porta 2, se mistura com a amostra pré-carregada (azul escuro) entrando pelo loop de diluição na porta 1.

Uma pequena bolha de ar é injetada para evitar que a amostra e a solução de arraste se misturem. Esta separação maximiza a solução disponível para medição sem o uso de acessórios adicionais. A seringa de arraste fornece a solução de arraste (também verde) para empurrar a amostra através do loop de diluição, sem que o arraste entre em contato com a solução da amostra. Durante todo esse processo, o nebulizador, a câmara de nebulização e a tocha continuam recebendo as soluções de enxágue (azul claro) e de padrão interno (roxo) pela bomba peristáltica em preparação para a entrega da amostra. Até este ponto, o AVS ainda está na posição de "carregamento".

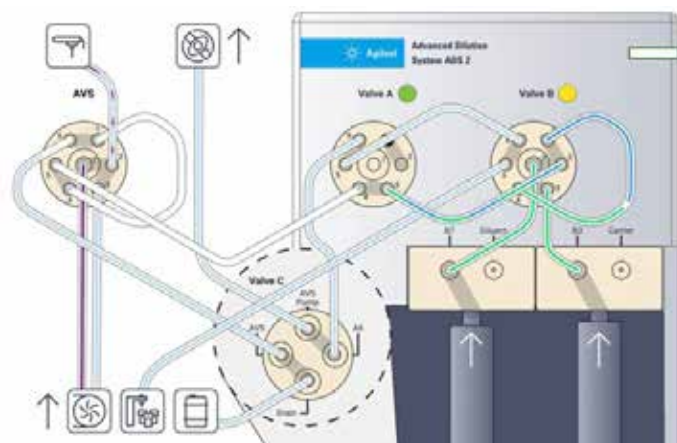


Figura 2b. Processo de diluição e carregamento do loop do AVS.

Conforme mostrado na Figura 2c, a amostra diluída (mistura de azul escuro/verde) é diretamente transferida da válvula B para a válvula A e carregada no loop de amostra do AVS. Qualquer excesso de solução sai do loop de amostra do AVS e é descartado. A válvula do AVS está na posição de "carregamento".

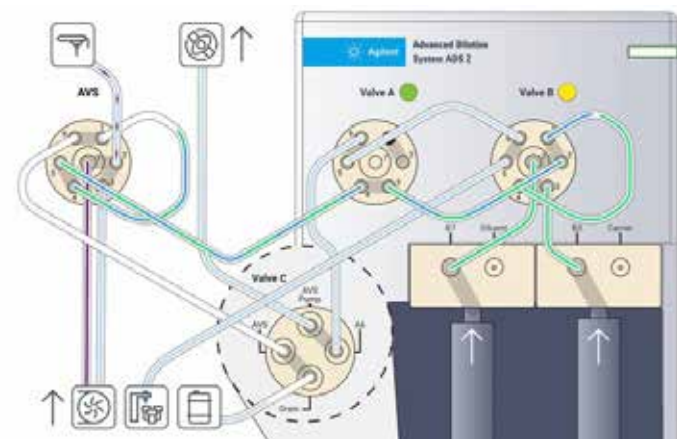


Figura 2c. Carregamento do loop do AVS com amostra diluída.

Conforme mostrado na Figura 2d, a válvula do AVS muda para a posição de "injeção". A amostra diluída (mistura de azul escuro e verde) é misturada com o padrão interno (se usado) e levada ao nebulizador usando a bomba peristáltica. Simultaneamente, o loop de diluição e a tubulação do amostrador automático são todos enxaguados e estão prontos para a próxima amostra.

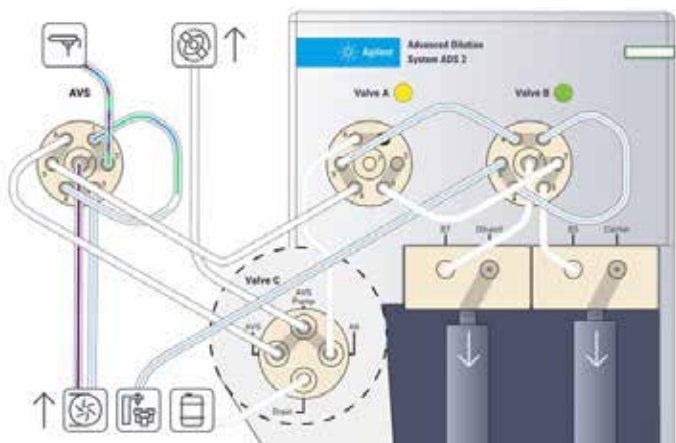


Figura 2d. Entrega da amostra diluída ao ICP-OES ou ICP-MS Agilent.

Calibração automática

O preparo dos padrões de calibração é uma etapa crítica na coleta de dados analíticos de alta qualidade por ICP-OES ou ICP-MS. Para garantir a exatidão dos dados, a calibração requer cuidado e atenção. Em uma pesquisa realizada em 2023, o preparo de padrões de calibração ficou em segundo lugar nas tarefas manuais que mais consomem o tempo do analista.

Usar o ADS 2 para preparar automaticamente padrões de calibração a partir de um único padrão de estoque multielemental ou de vários padrões acelera o processo de calibração. A calibração automática também minimiza os riscos de erros e contaminação associados aos métodos de preparo manual.

Os pacotes de software ICP Expert e ICP-MS MassHunter incluem um "Assistente de calibração automática", exemplo mostrado na Figura 3. A "biblioteca de estoque" no software inclui uma lista de padrões comuns de estoque de calibração. Padrões personalizados podem ser facilmente adicionados à biblioteca. Simplesmente selecionando um padrão de estoque da biblioteca e inserindo um fator de diluição, as concentrações de calibração são calculadas automaticamente e o ADS 2 se encarrega de calibrar o ICP.

Stock Name	Ag	Al	As	Au	B	Ba	Be
8500-6940	10000	10000	10000	0	0	10000	10000
5183-4688	10000	10000	10000	0	0	10000	10000
8500-6942	0	0	0	10000	0	0	0
5190-9418	100000	100000	100000	0	100000	100000	100000
8500-6948	0	0	0	10000	0	0	0
8500-6944	0	0	0	0	0	0	0
5183-4682	10000	10000	10000	0	0	10000	10000
IQC-026	100000	100000	100000	0	100000	100000	100000
IMS-102	10000	10000	10000	0	0	10000	10000
Custom				0	500000	100000	5000

Dilution Factor to Level	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5	Level 6
Dilution Factor	0	200	100	50	10	50
Stock Solution	CalBK	PN_8500_6940	PN_8500_6940	PN_8500_6940	Custom	Custom

Figura 3. Biblioteca de padrões de estoque (superior) e o cálculo automático dos níveis de calibração a partir do fator de diluição prescrito para a solução estoque (inferior).

Automatizar o preparo dos padrões de calibração também elimina qualquer variabilidade de operador para operador, inerente aos processos manuais, melhorando a qualidade de dados de ICP no laboratório. Os padrões de calibração preparados automaticamente geram curvas de calibração lineares em uma ampla faixa analítica, com coeficientes de correlação (R) normalmente acima de 0,9999 e com erro <5% em cada ponto.

Uma curva de calibração representativa do ICP-MS para tálio (^{205}Tl) de 0,25 a 100 $\mu\text{g/L}$ é mostrada na Figura 4. A excelente linearidade dos padrões de calibração de níveis mais baixos (escala ampliada, à direita) mostra que o ADS 2 pode diluir padrões em até 400x com precisão.

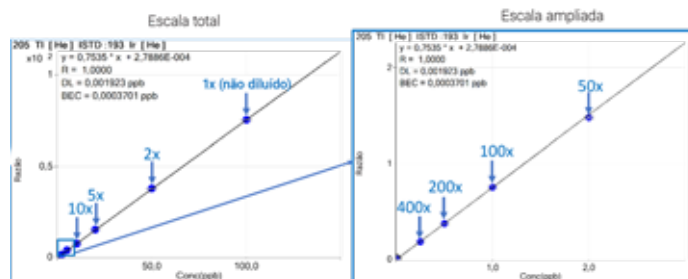


Figura 4. Esquerda: curva de calibração do ICP-MS para ^{205}Tl de 0,25 a 100 $\mu\text{g/L}$ com excelente coeficiente de correlação de $R = 1,0000$ gerado no software Agilent ICP-MS MassHunter. Direita: uma seção ampliada dos padrões de calibração de concentração mais baixa preparados usando o ADS 2 de 400x a 50x.

Uma curva de calibração representativa do ICP-OES para Se 196,026 nm de 0,0125 a 5 mg/L é mostrada na Figura 5. Os dados mostram que um excelente coeficiente de correlação de $R = 1,0000$ foi obtido com <4% de erro, demonstrando ainda mais as capacidades do ADS 2 para a diluição precisa de padrões em até 400x.

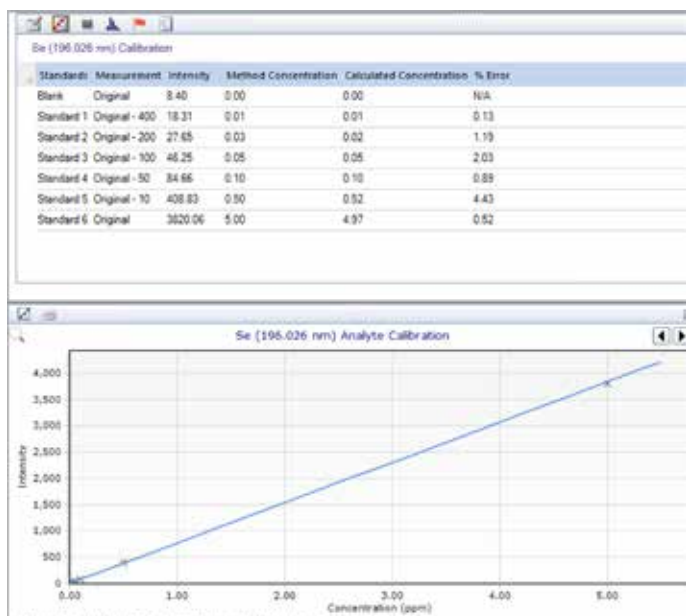


Figura 5. Curva de calibração do ICP-OES para Se 196,026 nm de 0,0125 a 5 mg/L com excelente coeficiente de correlação de $R = 1,0000$ gerado no software Agilent ICP Expert.

A calibração automática pelo ADS 2 garante que novos padrões sejam usados para cada análise, melhorando a qualidade dos dados, ao mesmo tempo que reduz a quantidade de desperdício produzido no preparo manual de padrões.

Diluição prescritiva

O ADS 2 pode economizar o tempo do analista, automatizando as tediosas e repetitivas tarefas manuais de diluição de amostras antes da análise. Uma vez selecionados os fatores de diluição predefinidos de 2x a 400x no software de controle de instrumentos, o ADS 2 dilui automaticamente as amostras.

A diluição prescritiva elimina a necessidade de diluir manualmente as amostras antes da medição, liberando os analistas para trabalharem em tarefas mais valiosas. O ADS 2 prepara amostras com alta repetibilidade, eliminando o risco de erros associados aos procedimentos de diluição manual.

A diluição prescritiva também pode ser aplicada a soluções de CQ, como materiais de referência certificados (CRMs).

Por exemplo, o ADS 2 pode aplicar o mesmo fator de diluição usado para uma amostra a um CRM.

Diluição reativa

Em uma pesquisa realizada em 2023, a repetição da medição da amostra é uma das cinco tarefas manuais que mais aumentam o tempo de processamento da amostra e o custo por análise.

Os pacotes de software de controle de instrumentos ICP Expert ou ICP-MS MassHunter podem determinar automaticamente quando o resultado de uma amostra está fora da faixa.

Resultados inesperados podem incluir resultados que estejam fora da faixa de calibração ou um resultado em que a proporção do padrão interno esteja fora dos limites definidos pelo analista. Nestes casos, o software aciona o ADS 2 para diluir automaticamente a amostra para uma nova medição, sem necessidade de intervenção do usuário. Essa abordagem simplifica a análise, reduz os custos associados à diluição manual e à repetição da medição da amostra e garante tempos de espera rápidos, tudo isso mantendo a precisão dos resultados nos relatórios. A diluição reativa também está disponível se uma solução de CQ falhar.

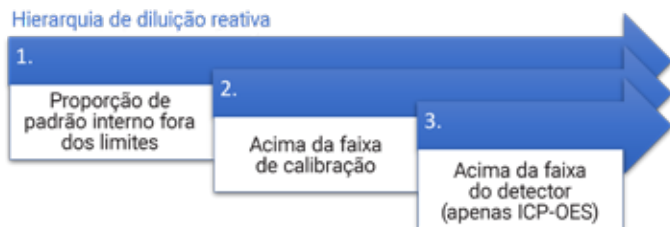


Figura 6. Processo de decisão de diluição reativa nos pacotes de software Agilent ICP Expert e ICP-MS MassHunter.

Simples e inteligente

Os pacotes de software ICP Expert e ICP-MS MassHunter incluem listas de diluição inteligentes na funcionalidade do ADS 2. As listas de diluição podem fornecer regras de ação com base em um resultado acima da faixa para uma amostra, uma falha no CQ ou se uma proporção de padrão interno estiver fora dos limites desejados para um conjunto de analitos-chave.

Controle do acionamento de diluição para diferentes tipos de amostras

Conforme mostrado nas Figuras 7 e 8, a função de lista de diluição oferece a flexibilidade de diluir apenas amostras com base em resultados acima da faixa de elementos-chave. Esta lista pode então ser aplicada a amostras de forma individual, evitando medições desnecessárias. Essa função garante tempos de espera rápidos e reduz o custo por amostra.

Por exemplo, alguns laboratórios desejam medir um lote com diferentes tipos de água em um único método analítico, um analista pode não desejar relatar um resultado de sódio (Na) na água do mar, mas gostaria de incluir Na como um analito durante a análise de amostras de água potável. Ao configurar uma Lista de diluição que exclui o Na como sendo um acionador de diluição para amostras de água do mar, o software pode garantir que nenhuma ação será tomada, evitando diluições desnecessárias e repetições de medições. No entanto, para água potável, o ADS 2 diluiria automaticamente (reativamente) a amostra.



Figura 7. Aba de configuração da lista de diluição no software Agilent ICP Expert 7.7.

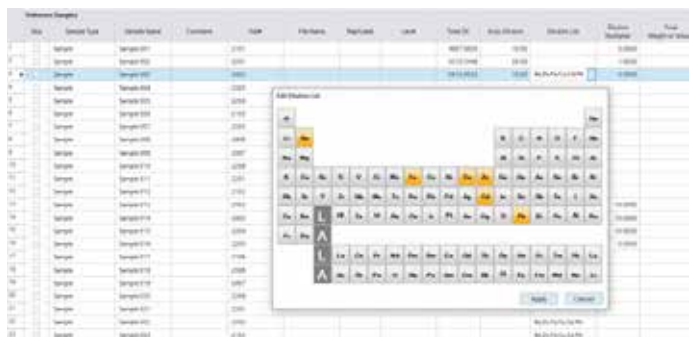


Figura 8. Janela pop-up de seleção de elementos da lista de diluição no software Agilent ICP-MS MassHunter 5.3.

Compilação automática dos melhores resultados de cada amostra

O recurso de resumo do software ICP Expert e ICP-MS MassHunter para o ADS 2 simplifica e automatiza a análise de dados e a geração de relatórios. O resumo dos resultados utiliza um algoritmo inteligente para filtrar todas as medições de uma amostra e apresenta o melhor resultado para cada elemento, conforme descrito na Figura 9 para Mg e Fe. O resultado individual e resumido de cada analito em cada amostra pode ser facilmente exportado do software do instrumento para um modelo de relatório. Um exemplo de visualização do resumo dos dados de uma amostra do ICP-OES para Al, As, Ba e Fe é mostrado na Figura 10. Todos os dados de todas as amostras são mantidos e ficam disponíveis para exportação.

	Mg	Fe
Padrão de calibração mais alto	100	100
Concentração não diluída	50	200
Concentração diluída 5x	10	40

Concentração acima da faixa requer diluição

	Mg	Fe
Linha de resumo	50	40

Medições dentro da faixa inalteradas

A linha de resumo seleciona a medição diluída quando está dentro da faixa

Figura 9. Árvore de decisão do recurso de resumo para relatório de dados. (Observação: todos os resultados apresentados utilizam valores não ajustados.)

Identificação da solução	Al 237,512 nm mg/L	As 188,980 nm mg/L	Ba 455,403 nm mg/L	Fe 238,204 nm mg/L	Fe 239,563 nm mg/L
Resumo	52,88	0,41	6,62	89,72	84,95
Original	487,65 a	0,41	6,62	738,65 a	738,63 a
Diluição - 10	52,88	0,04	0,78	89,72	84,95

Concentração acima da faixa para Al e Fe, requer diluição

Concentração original da amostra aceitável para As e Ba

Figura 10. Exemplo de dados de amostra do Agilent ICP Expert mostrando a visualização simplificada da linha de resumo dos melhores resultados para cada analito.

Volumes variáveis de amostras

O ADS 2 pode ser equipado com loops de amostra com volumes que variam de 0,5 a 3,0 mL, para se adequar ao volume da amostra disponível. A escolha do loop leva a tempos de medição entre 20 e 150 s pelo ICP-OES ou 25 e 410 s pelo ICP-MS, conforme mostrado na Figura 11. O design e o controle integrado do ADS 2 garantem tempos de medição consistentes nos modos de operação sem diluição e com diluição.

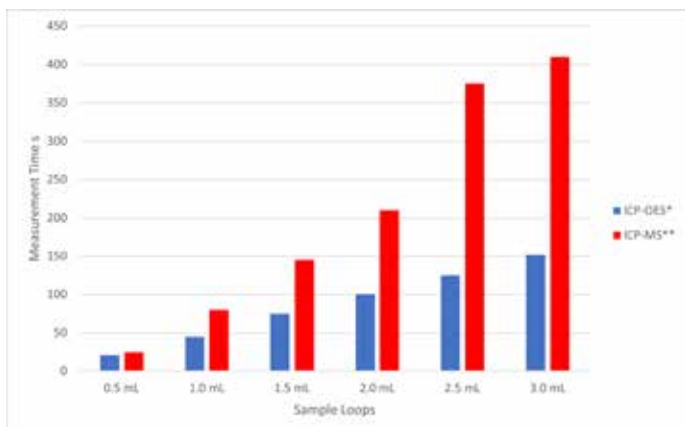


Figura 11. Tempos máximos de medição de ICP-OES e ICP-MS usando loops de diferentes tamanhos e, portanto, diferentes volumes de amostra para o ADS 2.

*Tempo de medição do ICP-OES com base em tempo de estabilização de 5 s, velocidade da bomba peristáltica de 12 RPM e tubulação da bomba peristáltica branca/branca de 1,02 mm. **Tempo de medição do ICP-MS com base em tempo de estabilização de 20 s, velocidade da bomba peristáltica de 0,1 RPS e tubulação branca/branca com DI de 1,02 mm.

Ferramentas úteis para desenvolvimento de métodos

Os pacotes de software ICP Expert e ICP-MS MassHunter incluem as seguintes ferramentas inteligentes projetadas para facilitar o desenvolvimento de métodos:

- Calculadora de condições – uma ferramenta útil que fornece tempos recomendados para os parâmetros do método a partir do tipo e comprimento definidos da tubulação.

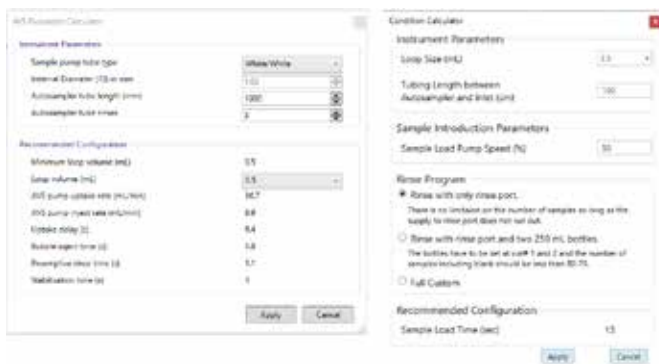


Figura 12. A calculadora de condições do software Agilent ICP Expert (esquerda) e Agilent ICP-MS MassHunter (direita).

- Monitor de tempo do AVS/ADS – para verificar ou otimizar ainda mais as condições do método, a função de monitor de tempo do AVS/ADS mostra o sinal adquirido durante toda a sequência do método. Por exemplo, se o sinal se estabilizar mais cedo do que definido pela calculadora de condições para um determinado tipo de amostra, o tempo de estabilização pode ser reduzido, economizando tempo. O sinal do analito é medido e cada alteração de condição é sinalizada pelo software, conforme mostrado na Figura 13 para a medição de Zn 213,857 nm por ICP-OES. Esta ferramenta também é útil para solucionar quaisquer problemas potenciais no sistema.

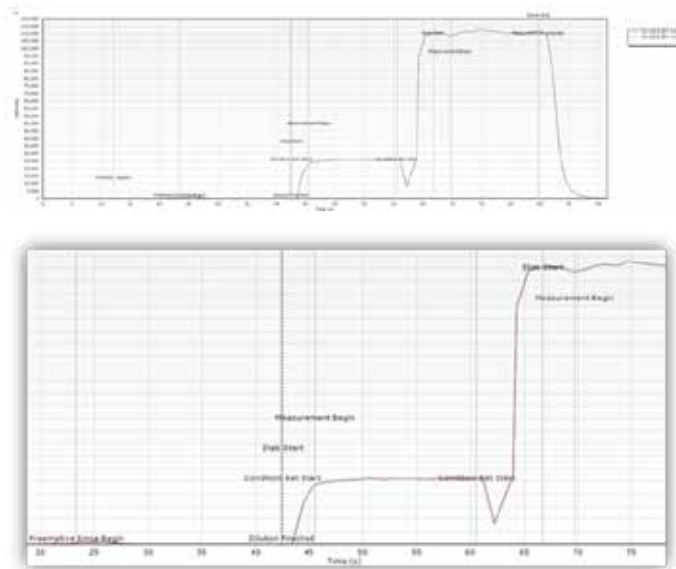


Figura 13. Exemplo de monitoramento de tempo do ADS/AVS do Agilent ICP Expert para a medição de Zn 213,857 nm em uma amostra diluída para um método de ICP-OES de duas condições, fornecendo uma visão geral das condições de análise. As duas condições referem-se à medição radial seguida pela medição axial do sinal. O tempo de estabilização >5 s entre o ajuste das condições axiais e o início da medição pode ser reduzido. Superior: sequência completa. Inferior: visualização ampliada entre 20 e 75 s.

Redução do custo por amostra e prevenção de contaminação

Amostras, como algumas águas ambientais coletadas em campo, podem ser amostradas diretamente em tubos do amostrador automático de 15 ou 50 mL e colocadas em um rack do amostrador automático, prontas para serem diluídas automaticamente. Esta abordagem elimina a necessidade de transferência de alíquotas e diluição no laboratório, evitando assim o manuseio desnecessário de amostras. Além disso, para amostras que necessitam de múltiplas diluições, tanto prescritas quanto reativas, apenas um vial é utilizado. Este processo eficiente de manuseio de amostras contribui para tempos de processamento de amostras rápidos, redução de erros e de riscos de contaminação de amostras e menor custo por amostra associado ao ADS 2. Uma outra vantagem de simplificar tarefas manuais repetitivas e demoradas no laboratório é a redução do cansaço físico da equipe.

Ao eliminar as etapas manuais de diluição, o ADS 2 aumenta a produtividade, reduz o consumo de energia e reduz o desperdício de reagentes e consumíveis plásticos, como ponteiros de pipetas, vials de amostras e luvas. Todos esses fatores se combinam para reduzir o custo e o impacto ambiental da análise, ajudando os laboratórios a se tornarem mais sustentáveis.



Figura 14. A eliminação das etapas manuais de diluição da amostra pode ajudar a reduzir o desperdício de plástico.

Manutenção e solução de problemas

A integração do ADS 2 aos pacotes de software de instrumentos ICP Expert e ICP-MS MassHunter fornece controle total do acessório, monitoramento de status, controle de manutenção e recursos aprimorados de solução de problemas.

Um diagrama interativo da trajetória de fluxo que mostra em tempo real o movimento das soluções de amostra, enxágue, diluente, arraste e padrão interno através do sistema de diluição automática está incorporado no software de controle de instrumentos ICP (Figura 15). A trajetória de fluxo mostra as soluções em cada etapa da análise. Portanto, se houver uma obstrução, o diagrama pode ajudar a identificar para onde a solução deveria estar fluindo e onde existe uma possível obstrução, simplificando a solução de problemas.

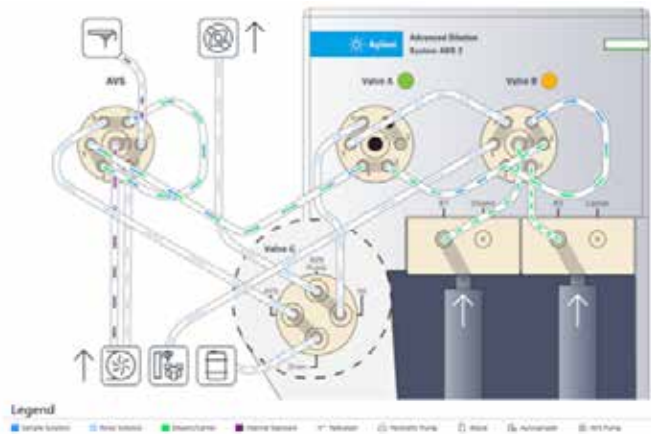


Figura 15. Diagrama interativo da trajetória de fluxo que mostra o movimento das diversas soluções através do sistema de diluição automática até o sistema de introdução de amostra do instrumento.

O monitor de tempo do AVS/ADS também pode ser usado para ajudar a solucionar problemas. Por exemplo, se houver um vazamento na tubulação, ou se o volume do diluente estiver baixo, ou se o frasco do diluente estiver vazio, o monitor de tempo indicará visualmente um problema. O indício do sinal pode então ser comparado a uma biblioteca de indícios que representam causas comuns de problemas de sinal no Help and Learning Center.

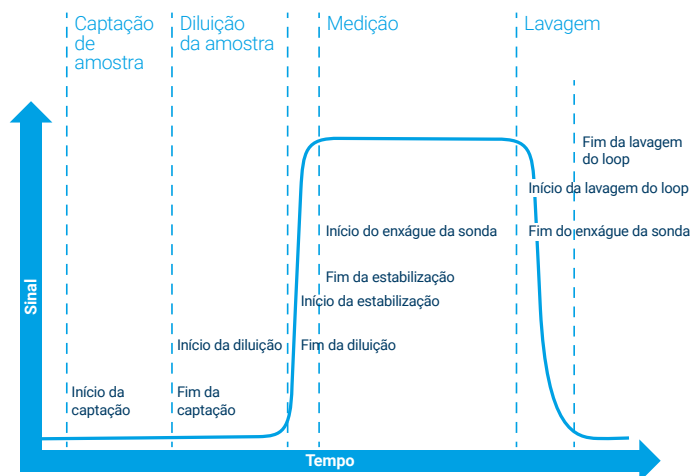


Figura 16. O software inclui funções automatizadas para determinar as configurações ideais do método, com base nos comprimentos da tubulação e no tamanho do loop de amostra inseridos. As funções também monitoram o sinal de medição para fornecer informações para o ajuste fino das configurações do método ou para auxiliar na solução de problemas.

Informação de manutenção preventiva (EMF)

A EMF rastreia componentes do instrumento ICP, AVS e ADS 2 e alerta os operadores quando a manutenção é necessária. A codificação por cores dos contadores da EMF mostra quais atividades de manutenção devem ser realizadas imediatamente (vermelho), quais são iminentes (âmbar) e quais podem esperar (verde), conforme mostrado na Figura 17. As configurações padrão dos contadores são úteis para a maioria das aplicações gerais, mas os usuários podem definir os limites dos contadores para atender às suas necessidades específicas. A EMF reduz o tempo de parada e os custos de reparo agendando a manutenção de rotina dos componentes com base no uso real e não em intervalos de tempo definidos.

Como o ADS 2 aciona as seringas e as válvulas de microamostragem apenas quando uma diluição está sendo realizada, o controle da EMF garante que a manutenção seja realizada apenas quando necessária, ao invés de ser baseada no tempo decorrido.

O registro de manutenção da função EMF registra digitalmente o histórico de manutenção do hardware, facilitando determinar se o instrumento recebeu manutenção suficiente.



Figura 17. Exemplo de uma captura de tela da EMF mostrando contadores de manutenção para um ICP-OES, AVS e ADS 2 Agilent.

Help and Learning Center

Para ajudar os analistas a desenvolverem boas práticas ao usar o ADS 2, o Help and Learning Center (Centro de treinamento e ajuda) contém guias práticos e vídeos detalhados sobre a operação, manutenção e solução de problemas do acessório. Os pacotes de software ICP Expert e ICP-MS MassHunter incluem um botão de acesso rápido ao Help and Learning Center, posicionado no canto superior direito da tela do software do instrumento.

Especificações

Faixa de diluição	2–400x
Precisão da bomba seringa	± 1% a 100% de movimentação
Exatidão da bomba seringa	≤ 0,05% a 100% de movimentação
Dimensões	Altura 37,9 cm (15 polegadas) Largura 15,8 cm (6,2 polegadas) Profundidade 31,3 cm (12,3 polegadas)
Peso	7,9 kg (17,4 lbs)
Altitude	Até 2.000 m
Compatibilidade	ICP-OES Agilent 5900, 5800, 5110 ICP-MS Agilent 8900, 7900, 7850, 7800
Amostrador automático	Agilent SPS 4, SPS 6 ou outro amostrador automático compatível com o software do instrumento
Software	Requer MassHunter 5.3 ou superior para ICP-MS Requer ICP Expert 7.7 ou superior para ICP-OES

explore.agilent.com/icp-automation

DE07677911

Essas informações estão sujeitas a alterações sem aviso prévio.

© Agilent Technologies, Inc. 2024-2025
Impresso nos EUA, 12 de dezembro de 2025
5994-7211PTBR



Figura 18. Acesse os procedimentos de instalação, operação, manutenção e solução de problemas do ADS 2 nas páginas do software integrado Help and Learning Center nos pacotes de software ICP Expert e ICP-MS MassHunter.

Mais informações

1. McCarthy, D., Automatização do fluxo de trabalho para a análise de solo por meio do ICP-OES, publicação Agilent, [5994-7203PTBR](#)
2. Bradford, R., Determinação de elementos múltiplos em sais de lítio usando diluição automática com ICP-OES, publicação Agilent, [5994-7179PTBR](#)
3. Zou, A. Yamanaka, M., Análise inteligente de águas residuais por meio de um ICP-MS Agilent com diluidor automático integrado, publicação Agilent, [5994-7113PTBR](#)
4. Yamashita, R., Análise automatizada de matrizes com baixo a alto teor de sólidos totais dissolvidos usando o método ICP-MS único, publicação Agilent, [5994-7114PTBR](#)
5. Riles, P., Análise produtiva de matrizes com alto teor de sólidos totais dissolvidos usando o ICP-MS com sistema avançado de diluição, publicação Agilent, [5994-7232PTBR](#)

