

Análise elementar em nível de traços de bebidas alcoólicas destiladas usando o Agilent ICP-MS 7700x com célula de reação/colisão octopolar

Nota de aplicação

Testes de alimentos

Autor

Glenn Woods

Agilent Technologies
Cheadle Royal, Reino Unido



Resumo

Um método é descrito para a determinação de elementos em níveis de traços em bebidas alcoólicas, como bourbon, rum, licor, saquê, vodca, uísque irlandês e uísque escocês, usando o Agilent ICP-MS 7700x com o sistema de reação octopolar (ORS³). O 7700x garante uma operação simples, já que um único método e um único conjunto de condições podem ser usados para analisar todos os tipos de amostras após uma simples diluição. Excelentes recuperações por adição foram obtidas, demonstrando a capacidade do ORS³ no modo hélio para remover interferências independentemente da origem delas. O estudo mostra que o 7700x pode ser usado para medidas de rotina de metais em nível de traços contidos em bebidas alcoólicas.



Agilent Technologies

Introdução

Para realizar o controle de qualidade e assegurar que o produto final cumpra os requisitos regulatórios, exige-se a medição de elementos em níveis de traços em bebidas alcoólicas. A contaminação por metais pode originar-se tanto de ingredientes brutos, como a água ou os grãos, como do processamento, por exemplo, do equipamento de fermentação ou de destilação. A alta concentração de arsênio oriunda dos recipientes de destilação fabricados com cobre de baixa qualidade é um exemplo. A quantidade de elementos em níveis de traços pode alterar significativamente o sabor do produto. Por isso, é necessário medir as concentrações elementares no produto final. Ainda que o ICP-MS ofereça alta sensibilidade e limites de detecção excelentes para muitos elementos, o teor de carbono e o preparo de amostras necessário podem gerar interferências problemáticas em elementos fundamentais.

O Agilent ICP-MS 7700x apresenta a célula de colisão/reação com sistema de reação octopolar (ORS³), que remove interferências poliatômicas da matriz usando um único conjunto de condições de células (modo de colisão com hélio). Para analisar as bebidas, as principais interferências resultantes da matriz das amostras seriam à base de carbono (por exemplo, ⁴⁰Ar¹²C no ⁵²Cr). Muitos elementos são muito mais estáveis em uma matriz de cloreto que em meio de ácido nítrico; por isso, adicionou-se ácido clorídrico (HCl) às amostras em uma concentração final de 0,5%. Novas interferências são criadas pela adição de HCl (por exemplo, ³⁵Cl¹⁶O em ⁵¹V; ⁴⁰Ar³⁵Cl no ⁷⁵As e assim por diante), mas elas também são removidas pelo ORS³ no modo hélio (modo He).

Experimento

Preparo de amostras e condições do instrumento

As amostras foram preparadas com uma diluição simples de cinco vezes usando 1% de HNO₃ e 0,5% de HCl (v/v). O uso de uma mistura ácida melhora significativamente a estabilidade de muitos elementos, principalmente do Hg. Para compensar os efeitos do transporte das amostras e as taxas de evaporação dos solventes, o teor de álcool das soluções padrão foi igualado ao das amostras com a adição de ~10% de etanol em todas as soluções padrão (aproximadamente o equivalente a uma diluição de 5 vezes das amostras originais, que continham ~40% v/v de álcool). Esta medida também compensa os efeitos do aumento da ionização para As e Se na presença de altas concentrações de carbono. Padrões internos

foram adicionados on-line e nenhuma outra combinação de matriz foi necessária. Visto que não há nenhum material de referência para essas matrizes, as recuperações por adição foram realizadas em diversas amostras. Todas as medições foram feitas com um Agilent ICP-MS 7700x, com sistema de introdução de amostras padrão, que consiste em um nebulizador concêntrico de vidro MicroMist, uma câmara de nebulização do tipo Scott de quartzo com resfriamento Peltier, cones de interface de Ni e ORS³ em operação no modo He ou sem gás de célula (modo sem gás). Não foi necessário empregar o modo opcional de hidrogênio. As condições do instrumento são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Condições de operação do Agilent ICP-MS 7700x

| Parâmetros | Valores |
|--------------------------------------|------------|
| Potência aplicada | 1.550 W |
| Taxa de fluxo do gás de arraste | 0,8 l/min |
| Taxa de fluxo do gás auxiliar | 0,32 l/min |
| Temperatura da câmara de nebulização | 2 °C |
| Profundidade de amostragem no plasma | 8 mm |
| ORS ³ | 5 ml/min |

Aquisição de dados

Os dados foram obtidos com a operação do ORS³ no modo He e no modo sem gás. Alguns elementos foram obtidos em ambos os modos com o objetivo de comparação para destacar a eficiência do modo He na remoção de interferências.

O modo He é o modo padrão de operação do 7700x. As condições do gás He inerte da célula eliminam as interferências com base na seção transversal iônica em vez de depender do gás reativo. Visto que quase todas as interferências no ICP-MS são poliatômicas por natureza, elas possuem uma seção transversal iônica maior do que o íon analito monoatômico na mesma massa e, conseqüentemente, são submetidas a uma quantidade maior de colisões na célula. Cada colisão causa perda de energia e, por isso, os íons poliatômicos interferentes perdem mais energia do que os íons analitos e são filtrados subseqüentemente do espectro de massas pela distinção entre as duas energias diferentes (chamada de discriminação de energia cinética). Dado que esse processo ocorre independentemente da combinação de analitos/interferentes e funciona para diversas sobreposições de íons poliatômicos em cada massa de analito, um único conjunto de condições pode ser usado para todos os analitos.

Resultados e discussão

Os limites de detecção (DLs) e as concentrações equivalentes ao sinal de fundo (BECs) são apresentados na Tabela 2. Alguns elementos foram obtidos tanto no modo sem gás de célula (sem gás) quanto no modo He para fins de comparação. No caso desses elementos que sofrem interferências nesta matriz de carbono e de cloreto, as BECs e os DLs são severamente comprometidos quando o instrumento é operado no modo sem gás (ou seja, ICP-MS comum sem célula). Isso pode ser observado claramente nos dados do cromo: a BEC do ^{52}Cr sem gás de célula (modo sem gás) era de 162,8 $\mu\text{g/l}$ em comparação a 0,0117 $\mu\text{g/l}$ no modo He — uma melhoria de mais de 4 ordens de magnitude. A interferência é reduzida de maneira efetiva em níveis de sinal de fundo, pois as BECs de ambos os isótopos de Cr são muito semelhantes. Também podem ser observadas melhorias para Mg, Al, Ca, V, Mn, Fe, As e Se — todas foram medidas no modo He.

A Figura 1 apresenta os gráficos de calibração de ^9Be , ^{51}V , ^{24}Mg , ^{52}Cr , ^{53}Cr e ^{238}U . Há dois gráficos de calibração para esses elementos que sofrem interferências (^{24}Mg , ^{51}V , ^{52}Cr , ^{53}Cr); um foi obtido no modo sem gás (sem gás de célula) e o outro no modo He. As calibrações "sem gás" para Cr não passam pela origem devido às interferências baseadas em carbono e cloro e esse deslocamento pode ser nitidamente observado. Há uma melhora na BEC e no DL nas calibrações de ^{24}Mg , ^{51}V , ^{52}Cr e ^{53}Cr no modo He. Be e U também são apresentados para demonstrar a excelente sensibilidade para esses elementos de massa alta e baixa.

A fim de se obter os limites de detecção mais baixos possíveis, é essencial maximizar a eficiência da ionização do plasma. Isso é possível através da otimização do sistema de introdução de amostras (baixas taxas de fluxo de gás e solução de amostra e tocha com amplo tubo injetor, câmara de nebulização com controle de temperatura) e do design do gerador de radiofrequência (unidade digital em estado sólido com alta eficiência de acoplamento de 27,12 MHz). A combinação de todos esses fatores contribui para aumentar a temperatura real do canal central, o que aumenta a eficiência da ionização. Além disso, o sistema de lentes iônicas, projetado para tornar a transmissão de íons de massa total mais eficiente, melhora ainda mais os DLs.

Tabela 2. Concentração equivalente ao sinal de fundo (BEC) e limites de detecção de 3σ ($\mu\text{g/l}$) para uma matriz em branco com 10% de etanol, 1% de HNO_3 e 0,5% de HCl no modo He e sem gás de célula (modo sem gás).
* Alguns exemplos de interferências baseadas em matriz no plasma são apresentados com fins informativos.

| Modo | Massa/Elemento | Interferência* | DL de 3σ ($\mu\text{g/l}$) | BEC ($\mu\text{g/l}$) |
|---------|-------------------|---|-------------------------------------|-------------------------|
| Sem gás | ^9Be | | 0,00019 | 0,00056 |
| Sem gás | ^{23}Na | | 0,406 | 8,82 |
| Sem gás | ^{24}Mg | $^{12}\text{C}_2$ | 1,25 | 10,18 |
| He | ^{24}Mg | | 0,118 | 0,608 |
| Sem gás | ^{27}Al | $^{12}\text{C}^{15}\text{N}$; $^{13}\text{C}^{14}\text{N}$ | 0,133 | 1,36 |
| He | ^{27}Al | | 0,023 | 0,558 |
| He | ^{39}K | $^{40}\text{Ar}^1\text{H}$ | 2,393 | 23,09 |
| Sem gás | ^{44}Ca | $^{12}\text{C}^{16}\text{O}_2$ | 152,1 | 1902,9 |
| He | ^{44}Ca | | 2,36 | 3,40 |
| Sem gás | ^{51}V | $^{37}\text{Cl}^{16}\text{O}$; $^{37}\text{Cl}^{14}\text{N}$; $^{38}\text{Ar}^{13}\text{C}$ | 0,125 | 1,35 |
| He | ^{51}V | | 0,00099 | 0,0049 |
| Sem gás | ^{52}Cr | $^{40}\text{Ar}^{12}\text{C}$; $^{36}\text{Ar}^{16}\text{O}$; $^{35}\text{Cl}^{17}\text{O}$; $^{37}\text{Cl}^{15}\text{N}$ | 6,49 | 162,8 |
| He | ^{52}Cr | | 0,0117 | 0,067 |
| Sem gás | ^{53}Cr | $^{40}\text{Ar}^{13}\text{C}$; $^{37}\text{Cl}^{16}\text{O}$ | 1,32 | 20,92 |
| He | ^{53}Cr | | 0,0387 | 0,0461 |
| Sem gás | ^{55}Mn | $^{40}\text{Ar}^{15}\text{N}$ | 0,0569 | 0,157 |
| He | ^{55}Mn | | 0,0590 | 0,033 |
| Sem gás | ^{56}Fe | $^{40}\text{Ar}^{16}\text{O}$ | 4,55 | 56,17 |
| He | ^{56}Fe | | 0,265 | 0,326 |
| He | ^{59}Co | | 0,00088 | 0,00069 |
| He | ^{60}Ni | | 0,0148 | 0,177 |
| He | ^{63}Cu | | 0,0106 | 0,098 |
| He | ^{65}Cu | | 0,0104 | 0,101 |
| He | ^{66}Zn | | 0,0124 | 0,118 |
| Sem gás | ^{75}As | $^{40}\text{Ar}^{35}\text{Cl}$ | 0,0064 | 0,412 |
| He | ^{75}As | | 0,0013 | 0,0018 |
| Sem gás | ^{78}Se | $^{40}\text{Ar}^{38}\text{Ar}$ | 0,559 | 2,495 |
| He | ^{78}Se | | 0,0059 | 0,0038 |
| Sem gás | ^{88}Sr | | 0,00083 | 0,0049 |
| Sem gás | ^{95}Mo | | 0,0023 | 0,0047 |
| Sem gás | ^{107}Ag | | 0,00061 | 0,0118 |
| He | ^{111}Cd | | 0,0013 | 0,00078 |
| Sem gás | ^{121}Sb | | 0,00081 | 0,0014 |
| Sem gás | ^{138}Ba | | 0,00041 | 0,0042 |
| He | ^{201}Hg | | 0,0012 | 0,0036 |
| Sem gás | ^{205}Tl | | 0,0014 | 0,0038 |
| Sem gás | ^{208}Pb | | 0,00086 | 0,0088 |
| Sem gás | ^{238}U | | 0,00014 | 0,00024 |

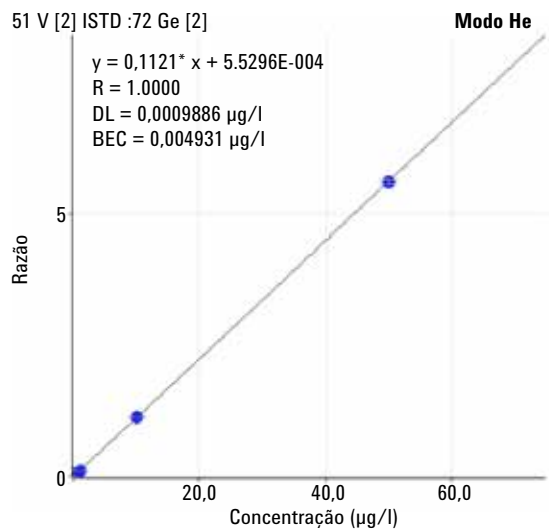
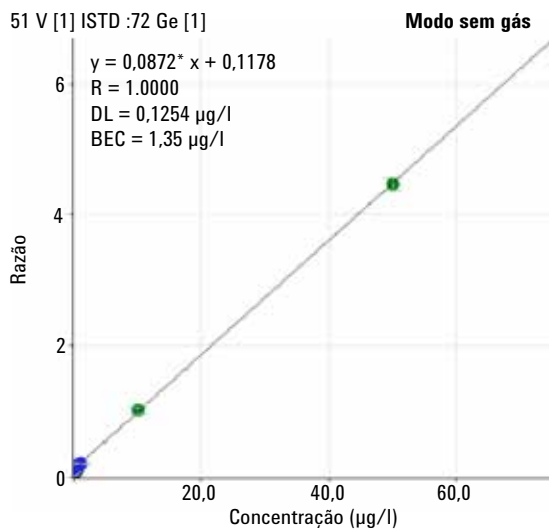
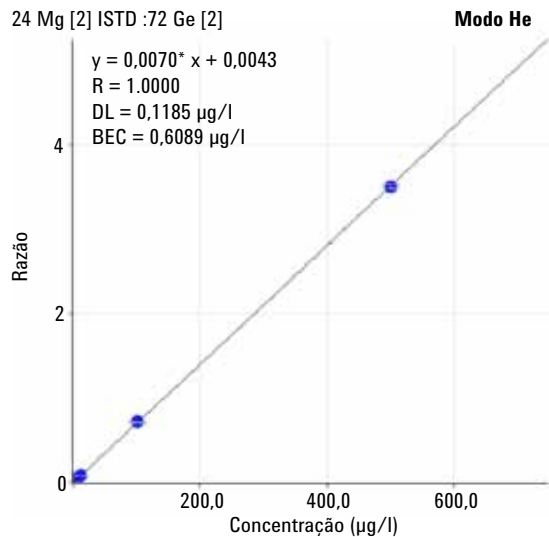
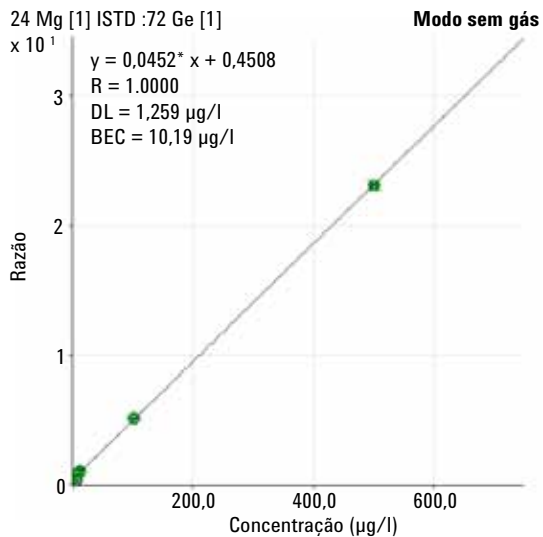
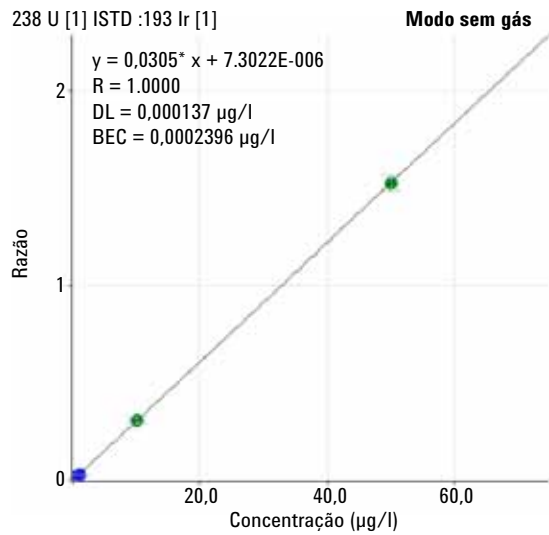
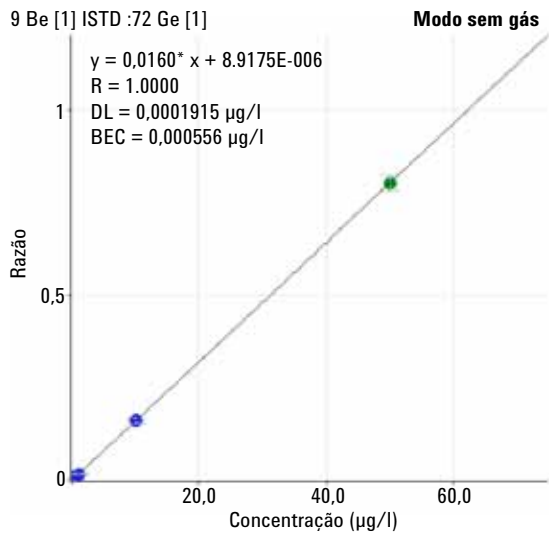


Figura 1. Gráficos de calibração de Be (sem gás), U (sem gás), Mg (sem gás), Mg (He), V (sem gás) e V (He). Massas/elementos que sofrem interferências baseadas em carbono e cloro podem ser claramente observados no modo sem gás. (Continuação na próxima página)

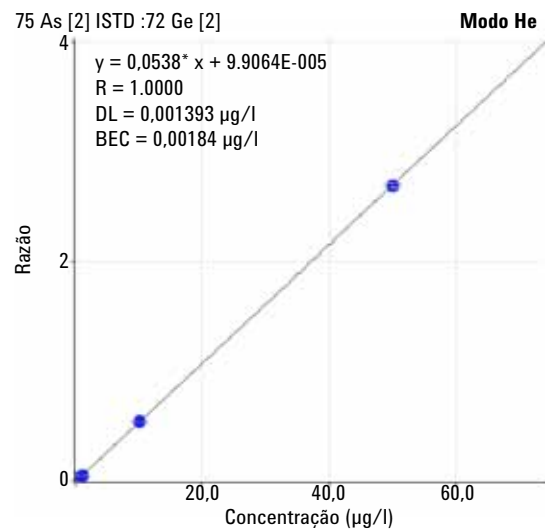
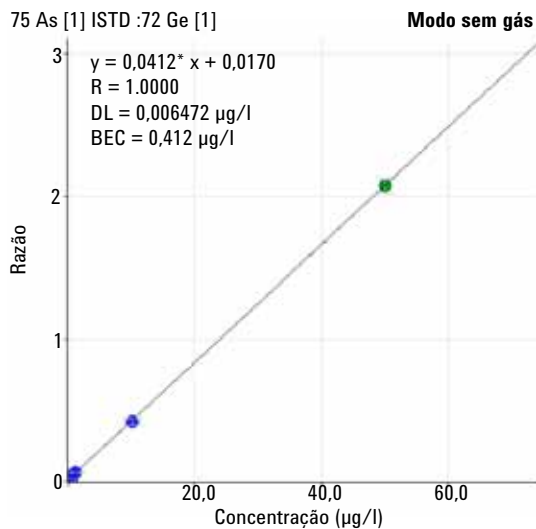
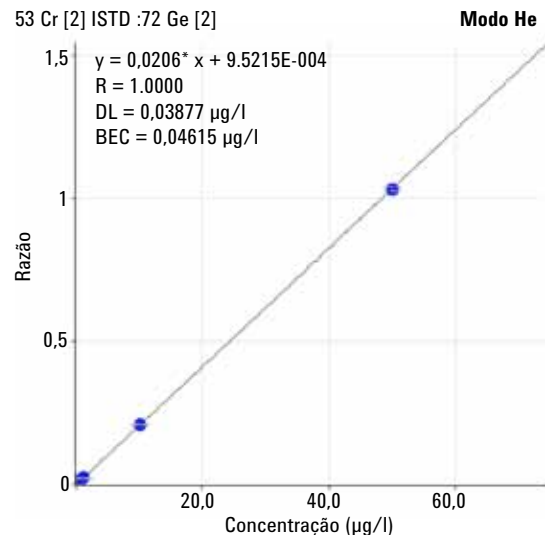
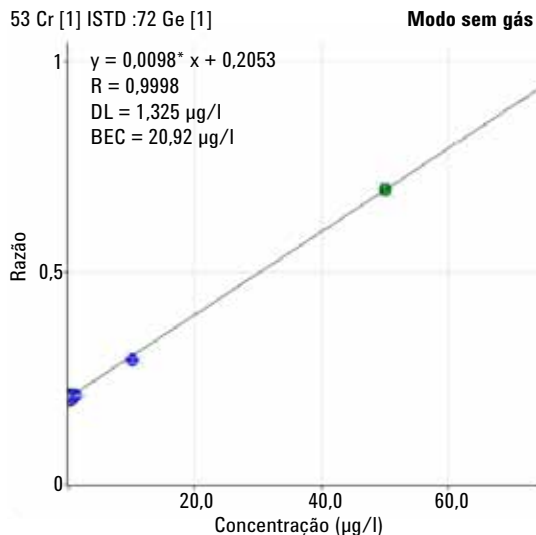
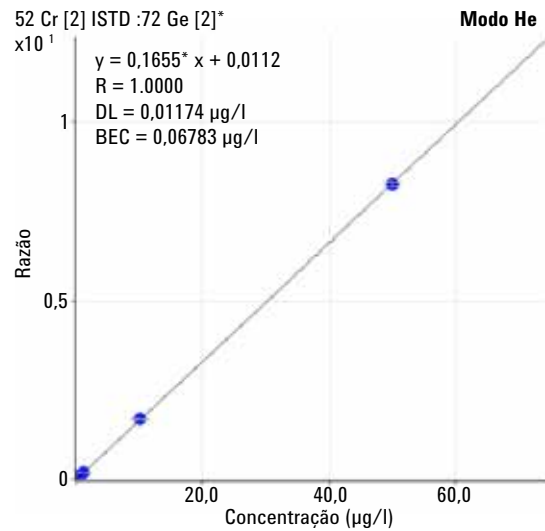
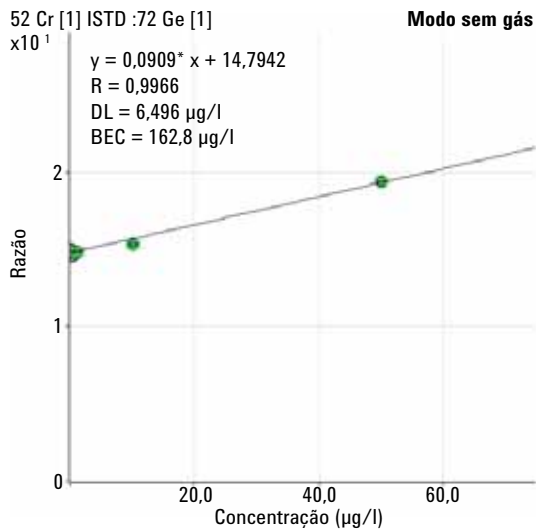


Figura 1. (Continuação) Gráficos de calibração de ^{52}Cr (sem gás), ^{52}Cr (He), ^{53}Cr (sem gás), ^{53}Cr (He), As (sem gás) e As (He). Massas/elementos que sofrem interferências baseadas em carbono e cloro podem ser claramente observados no modo sem gás.

Os elementos Ge, Rh e Ir foram usados como padrões internos e foram adicionados on-line.

As Tabelas 3, 4 e 5 exibem os dados quantitativos de todas as amostras, incluindo a recuperação por adição de padrão em uma amostra de bourbon (Tabela 3) e recuperações por adição de padrão em duas das amostras de uísque irlandês (Tabela 4). Os dados são apresentados preferencialmente no modo gás de célula (geralmente o hélio). Os limites de recuperação de todos os elementos com adições

estavam na faixa de 80% a 120%, o que indica uma boa exatidão. Somente a recuperação de K na amostra 2 de uísque irlandês estava fora dessa faixa. Dado que K está presente naturalmente em alta concentração na amostra, era preferível um nível mais alto de adição. Os resultados dos isótopos de Cr e Cu em todas as amostras demonstram excelente concordância, o que é uma boa indicação de que todas as interferências em ambos os isótopos foram eliminadas.

Tabela 3. Resultados analíticos ($\mu\text{g/l}$) e recuperações por adição de padrão em uma gama de bebidas alcoólicas. Devido ao processo de destilação, muitos elementos são apresentados em concentrações sub-ppb.

| Elemento/Modo | Bourbon | | | | | % de recuperação | Outro | | | |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|--------|-------|------------------|---------|---------|---------|--|
| | Amostra A | Amostra B | Amostra C | Adição | Rum | | Licor | Saquê | Vodca | |
| ⁹ Be/sem gás | 0,00050 | 0,00143 | 0,00420 | 9,661 | 96,6 | 0,00028 | 0,00039 | 0,00080 | 0,00101 | |
| ²³ Na/sem gás | 5894,3 | 7109,8 | 297,3 | 408,6 | 111,3 | 162,8 | 625,5 | 962,3 | 200,9 | |
| ²⁴ Mg/He | 3,9 | 83,6 | 31,8 | 135,2 | 103,4 | 6,8 | 416,2 | 344,8 | 8,0 | |
| ²⁷ Al/He | 0,8 | 6,3 | 10,1 | 19,6 | 94,8 | 1,3 | 1,6 | 19,1 | 0,3 | |
| ³⁹ K/He | 381,5 | 2109,4 | 2157,4 | 2275,4 | 118,0 | 0,7 | 1087,1 | 419,3 | 23,0 | |
| ⁴⁴ Ca/He | 8,8 | 30,9 | 18,2 | 109,6 | 91,5 | 8,8 | 686,8 | 330,5 | 21,0 | |
| ⁵¹ V/He | 0,009 | 0,692 | 0,137 | 9,578 | 94,4 | 0,008 | 0,078 | 0,101 | 0,017 | |
| ⁵² Cr/He | 0,01 | 0,21 | 0,17 | 9,62 | 94,5 | 0,07 | 0,13 | 0,03 | 0,00 | |
| ⁵³ Cr/He | 0,01 | 0,19 | 0,16 | 9,64 | 94,8 | 0,05 | 0,08 | 0,04 | 0,00 | |
| ⁵⁵ Mn/He | 0,49 | 1,24 | 8,71 | 18,37 | 96,6 | 0,32 | 0,86 | 9,73 | 0,12 | |
| ⁵⁶ Fe/He | 1,09 | 29,19 | 4,88 | 95,70 | 90,8 | 31,35 | 1,94 | 5,05 | 0,32 | |
| ⁵⁹ Co/He | 0,016 | 0,020 | 0,025 | 8,936 | 89,1 | 0,006 | 0,017 | 0,105 | 0,004 | |
| ⁶⁰ Ni/He | 0,047 | 0,116 | 0,214 | 9,844 | 96,3 | 0,124 | 0,021 | 0,016 | 0,029 | |
| ⁶³ Cu/He | 0,83 | 1,97 | 32,88 | 44,23 | 113,5 | 304,54 | 1,50 | 3,11 | 1,77 | |
| ⁶⁵ Cu/He | 0,89 | 2,11 | 35,06 | 44,75 | 96,9 | 326,49 | 1,59 | 3,33 | 1,90 | |
| ⁶⁶ Zn/He | 0,46 | 1,59 | 1,75 | 11,70 | 99,5 | 6,64 | 14,63 | 0,90 | 2,36 | |
| ⁷⁵ As/He | 0,0051 | 0,2312 | 0,0346 | 9,609 | 95,7 | 0,0112 | 0,0477 | 0,0838 | 0,0027 | |
| ⁷⁸ Se/He | 0,0049 | 0,0518 | 0,0071 | 10,46 | 104,6 | 0,0097 | 0,0113 | 0,0433 | 0,0052 | |
| ⁸⁸ Sr/Sem gás | 0,11 | 1,10 | 0,39 | 10,61 | 102,2 | 0,09 | 10,13 | 7,76 | 0,31 | |
| ¹⁰⁷ Ag/sem gás | 0,005 | 0,001 | 0,003 | 9,576 | 95,7 | 0,003 | 0,001 | 0,002 | 0,007 | |
| ¹¹¹ Cd/He | 0,0039 | 0,0053 | 0,0193 | 9,811 | 97,9 | 0,0115 | 0,0227 | 0,0016 | 0,0040 | |
| ¹²¹ Sb/sem gás | 0,027 | 0,057 | 0,012 | 10,994 | 109,8 | 0,008 | 0,137 | 0,010 | 0,015 | |
| ¹³⁸ Ba/sem gás | 0,070 | 0,343 | 0,260 | 10,250 | 99,9 | 0,004 | 0,738 | 0,372 | 1,342 | |
| ²⁰¹ Hg/He | 0,0034 | 0,0019 | 0,0004 | 0,200 | 100,0 | 0,0038 | 0,0026 | 0,0001 | 0,0089 | |
| ²⁰⁵ Tl/sem gás | 0,0007 | 0,0009 | 0,0013 | 10,224 | 102,2 | 0,0016 | 0,0008 | 0,0021 | 0,0004 | |
| ²⁰⁸ Pb/sem gás | 0,021 | 0,088 | 0,862 | 10,022 | 91,6 | 0,776 | 0,062 | 0,054 | 0,013 | |
| ²³⁸ U/sem gás | 0,001 | 0,011 | 0,003 | 10,223 | 102,2 | 0,000 | 0,047 | 0,063 | 0,002 | |

Tabela 4. Resultados analíticos ($\mu\text{g/l}$) e recuperações por adição de três amostras de uísque irlandês. Devido ao processo de destilação, muitos elementos são apresentados em concentrações sub-ppb.

| Elemento/Modo | Amostra A | Adição | % de recuperação | Amostra B | Adição | % de recuperação | Amostra C |
|---------------------------|-----------|--------|------------------|-----------|--------|------------------|-----------|
| ⁹ Be/sem gás | 0,00085 | 9,227 | 92,3 | 0,00389 | 9,437 | 94,3 | 0,00369 |
| ²³ Na/sem gás | 778,6 | 887,2 | 108,6 | 1018,0 | 1114,3 | 96,3 | 623,6 |
| ²⁴ Mg/He | 5,4 | 103,9 | 98,4 | 21,1 | 120,5 | 99,5 | 47,3 |
| ²⁷ Al/He | 2,0 | 11,7 | 97,6 | 6,1 | 15,0 | 89,8 | 8,5 |
| ³⁹ K/He | 381,2 | 485,5 | 104,4 | 931,8 | 1004,2 | 72,4 | 1529,3 |
| ⁴⁴ Ca/He | 6,8 | 106,1 | 99,3 | 22,2 | 117,2 | 95,1 | 32,7 |
| ⁵¹ V/He | 0,025 | 9,824 | 98,0 | 0,047 | 9,467 | 94,2 | 0,063 |
| ⁵² Cr/He | 0,68 | 10,49 | 98,2 | 0,67 | 10,10 | 94,3 | 0,82 |
| ⁵³ Cr/He | 0,65 | 10,40 | 97,5 | 0,66 | 10,05 | 93,9 | 0,81 |
| ⁵⁵ Mn/He | 0,63 | 10,42 | 97,9 | 2,54 | 11,84 | 93,0 | 2,74 |
| ⁵⁶ Fe/He | 1,53 | 100,38 | 98,9 | 6,04 | 99,19 | 93,1 | 10,81 |
| ⁵⁹ Co/He | 0,007 | 9,136 | 91,3 | 0,049 | 8,870 | 88,2 | 0,032 |
| ⁶⁰ Ni/He | 0,028 | 9,798 | 97,7 | 0,048 | 9,510 | 94,6 | 0,002 |
| ⁶³ Cu/He | 0,90 | 10,19 | 92,8 | 3,33 | 12,27 | 89,4 | 3,51 |
| ⁶⁵ Cu/He | 0,97 | 10,88 | 99,1 | 3,54 | 13,03 | 95,0 | 3,76 |
| ⁶⁶ Zn/He | 0,10 | 10,43 | 103,3 | 0,31 | 10,10 | 97,8 | 0,76 |
| ⁷⁵ As/He | 0,0069 | 9,5975 | 95,9 | 0,0202 | 9,2482 | 92,3 | 0,0140 |
| ⁷⁸ Se/He | 0,0035 | 9,6230 | 96,2 | 0,0049 | 9,7909 | 97,9 | 0,0050 |
| ⁸⁸ Sr/sem gás | 0,10 | 9,71 | 96,1 | 0,46 | 10,19 | 97,3 | 1,09 |
| ¹⁰⁷ Ag/sem gás | 0,001 | 9,056 | 90,6 | 0,005 | 9,337 | 93,3 | 0,001 |
| ¹¹¹ Cd/He | 0,0011 | 9,9280 | 99,3 | 0,0017 | 9,6625 | 96,6 | 0,0022 |
| ¹²¹ Sb/sem gás | 0,011 | 8,903 | 88,9 | 0,014 | 8,899 | 88,8 | 0,013 |
| ¹³⁸ Ba/sem gás | 0,069 | 9,653 | 95,8 | 1,702 | 11,496 | 97,9 | 0,386 |
| ²⁰¹ Hg/He | 0,0021 | 0,1886 | 93,3 | 0,0040 | 0,1967 | 96,4 | 0,0022 |
| ²⁰⁵ Tl/sem gás | 0,0010 | 9,3196 | 93,2 | 0,0031 | 9,9106 | 99,1 | 0,0002 |
| ²⁰⁸ Pb/sem gás | 0,030 | 8,660 | 86,3 | 0,064 | 9,044 | 89,8 | 0,132 |
| ²³⁸ U/sem gás | 0,004 | 9,558 | 95,5 | 0,010 | 9,982 | 99,7 | 0,007 |

Tabela 5. Resultados analíticos ($\mu\text{g/l}$) de quatro amostras de uísque escocês. Devido ao processo de destilação, muitos elementos são apresentados em concentrações sub-ppb.

| Elemento/Modo | Amostra A | Amostra B | Amostra C | Amostra D |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| ^9Be /sem gás | 0,01417 | 0,00574 | 0,00345 | 0,00103 |
| ^{23}Na /sem gás | 935,6 | 1333,2 | 1070,6 | 883,9 |
| ^{24}Mg /He | 41,2 | 30,3 | 16,0 | 18,8 |
| ^{27}Al /He | 13,9 | 19,5 | 6,4 | 6,8 |
| ^{39}K /He | 668,0 | 673,3 | 474,6 | 607,0 |
| ^{44}Ca /He | 36,4 | 24,0 | 12,4 | 16,5 |
| ^{51}V /He | 0,156 | 0,038 | 0,056 | 0,028 |
| ^{52}Cr /He | 0,11 | 0,14 | 0,11 | 0,07 |
| ^{53}Cr /He | 0,11 | 0,14 | 0,10 | 0,07 |
| ^{55}Mn /He | 5,01 | 3,01 | 1,39 | 1,02 |
| ^{56}Fe /He | 9,56 | 7,43 | 5,73 | 11,14 |
| ^{59}Co /He | 0,102 | 0,035 | 0,019 | 0,008 |
| ^{60}Ni /He | 0,261 | 0,125 | 0,056 | 0,004 |
| ^{63}Cu /He | 52,49 | 31,84 | 46,23 | 24,05 |
| ^{65}Cu /He | 52,39 | 33,91 | 45,10 | 25,60 |
| ^{66}Zn /He | 1,93 | 1,68 | 0,82 | 1,38 |
| ^{75}As /He | 0,0467 | 0,0393 | 0,0265 | 0,0214 |
| ^{78}Se /He | 0,0262 | 0,0312 | 0,0179 | 0,0093 |
| ^{88}Sr /sem gás | 0,86 | 0,63 | 0,19 | 0,26 |
| ^{107}Ag /sem gás | 0,005 | 0,003 | 0,002 | 0,000 |
| ^{111}Cd /He | 0,0038 | 0,0022 | 0,0014 | 0,0020 |
| ^{121}Sb /sem gás | 0,018 | 0,011 | 0,011 | 0,010 |
| ^{138}Ba /sem gás | 0,404 | 0,318 | 0,219 | 0,152 |
| ^{201}Hg /He | 0,0026 | 0,0014 | 0,0005 | 0,0019 |
| ^{205}Tl /sem gás | 0,0004 | 0,0010 | 0,0014 | 0,0015 |
| ^{208}Pb /sem gás | 0,131 | 0,107 | 0,111 | 0,167 |
| ^{238}U /sem gás | 0,030 | 0,005 | 0,006 | 0,002 |

Conclusões

A análise de rotina das bebidas alcoólicas usando o Agilent ICP-MS 7700x foi realizada após uma diluição/acidificação simples da amostra. Não foi necessário desenvolver um método específico para as amostras ou utilizar um modo de células personalizado, pois o modo hélio no ORS³ do 7700x removeu com eficiência as interferências baseadas na composição do plasma e baseadas na composição da matriz de todos os analitos. O modo He melhora os limites de detecção e garante resultados exatos e confiáveis com um conjunto de condições simples e consistente para todos os elementos que sofreram interferência, independentemente da composição da amostra. O modo He proporciona melhorias nos limites de detecção de cerca de 4 ordens de magnitude e é aplicável em análises multielementares em uma ampla gama de tipos de amostras.

www.agilent.com/chem

A Agilent Technologies não é responsável pelos erros contidos neste documento ou por danos incidentais ou consequenciais em relação ao fornecimento, desempenho ou uso deste material.

As informações, descrições e especificações nesta publicação estão sujeitas a mudanças sem aviso prévio.

© Agilent Technologies, Inc. 2012

Publicado em 16 de março de 2012

Número da publicação: 5990-9971PTBR



Agilent Technologies