

Comparação de diferentes técnicas para limpeza de matriz na determinação multirresíduo de pesticidas em extratos de carne bovina

Usando o GC/MS/MS 9000 Intuvo

Autores

Pimperllelli J. dos Santos,
Sônia M. V. S. Cardoso,
Osmar D. Prestes,
Martha B. Adaime e
Renato Zanella
Universidade Federal de Santa
Maria, Departamento de
Química,
Laboratório de Análises
de Resíduos de Pesticidas
(LARP)
Santa Maria, RS, Brasil

Mariana Baptidão
Agilent Technologies, Inc.
Barueri, SP, Brasil

Resumo

Esta nota de aplicação descreve um método analítico para determinação multirresíduo de pesticidas em carne bovina, baseado numa extração sólido-líquido e limpeza com uso de sorventes em cartuchos para a etapa de remoção de interferentes. Três diferentes técnicas para limpeza de matriz (Agilent Bond Elut C18, Bond Elut NH2 e Captiva EMR-Lipid) foram avaliadas para comparar remoção de matriz e recuperação de pesticidas. A análise de GC/MS/MS foi realizada usando um GC Agilent 9000 Intuvo e um GC/MS Agilent 7010B triplo quadrupolo. A extração com acetonitrila (ACN) seguida da limpeza com Captiva EMR-Lipid demonstrou uma eficiente remoção da matriz de carne, como lipídios e proteínas, e recuperação aceitável de pesticidas. No geral, as recuperações de 56 resíduos de pesticidas variaram de 62 a 119% com RSD \leq 16%.

Introdução

A carne é um alimento muito importante na dieta humana e é consumida mundialmente. No entanto, apesar de seus benefícios, a presença de resíduos de contaminantes em carnes, como pesticidas^{1,2,10}, tem causado cada vez mais preocupações quanto a segurança alimentar.^{2,3,4,5} A consciência dos efeitos tóxicos dos pesticidas na saúde humana tem induzido o desenvolvimento de muitos limites legais como estratégias para garantir a proteção do consumidor, como o limite máximo de resíduos (MRL) estabelecido pela UE de 0,01 mg/kg para hexaclorociclohexano e acetocloro em músculo bovino. Por outro lado, o MRL estabelecido para o hexaclorobenzeno é de 0,005 mg/kg.^{1,6,7}

Considerando o alto teor de lipídios e proteínas presentes na carne, um procedimento de limpeza eficiente de matriz é importante para uma análise de amostras confiável e consistente. O uso de solventes orgânicos (como ACN) para extração em alimentos de origem animal desempenha um papel crucial, atuando como um procedimento de limpeza adicional e fornecendo um extrato adequado antes da etapa de limpeza. O uso de produtos em cartucho para limpeza, como C18, amina (NH₂) e, mais recentemente, a Remoção avançada de matriz, Captiva EMR-Lipids Agilent Captiva (EMR-Lipídios)^{5,8,9,10} permite uma melhor detecção e quantificação de resíduos de pesticidas em matrizes complexas, incluindo carne.

O Captiva EMR-Lipid oferece alta eficiência e remoção de lipídios seletiva com a combinação de exclusões por tamanho e interações hidrofóbicas que capturam seletivamente as longas cadeias alifáticas e não ramificadas de moléculas semelhantes a lipídios. A exclusiva funcionalidade de permeabilidade de Captiva EMR-Lipid simplifica o fluxo de trabalho de preparo de amostras.⁹ O mecanismo de interação altamente seletivo também reduz significativamente as interações indesejadas com moléculas de interesse, afetando minimamente as recuperações dos analitos alvo.

O objetivo deste estudo foi comparar a limpeza de amostras usando três produtos (Bond Elut C18, Bond Elut NH2 e Captiva EMR-Lipid) para análise de pesticidas em carne bovina usando GC/MS/MS. O método de preparo de amostras foi baseado em extração sólido-líquido seguida de limpeza por filtração em cartucho. O método de GC/MS/MS foi baseado no monitoramento dinâmico de reações múltiplas (dMRM) com uma fonte de alta eficiência (HES) e uma coluna Agilent J&W HP-5MS Ultra Inert.

Parte experimental

Produtos químicos e reagentes

- Padrões de pesticida (alta pureza ≥95%) adquiridos de Dr. Ehrenstorfer (Alemanha) e Sigma-Aldrich (EUA).
- ACN de grau HPLC adquirido de J.T. Baker (EUA).

Soluções e padrões

Soluções estoque individuais de pesticidas (1.000 mg/L) foram preparadas em ACN, MeOH ou tolueno e armazenadas a ≤ -5 °C. A solução mistura de fortificação (10 mg/L) foi preparada em ACN e armazenada a uma temperatura ≤ -5 °C.

Equipamentos e consumíveis

- Centrífugas NT 825 (Novatecnica, São Paulo, Brasil) e SL 703 (Solab, São Paulo, Brasil)
- Misturador vórtex QL-901 (Microtechnology, São Paulo, Brasil)
- Balanças analíticas de precisão UX-420H e AUW 220D (Shimadzu, Quioto, Japão)
- Água ultrapura (18 M Ω cm), sistema Milli-Q (Merck Millipore, França)
- Cartuchos Agilent Bond Elut C18, 3 mL, 500 mg (part number 12102028)
- Cartuchos Agilent Bond Elut NH2, 3 mL, 500 mg (part number 12102041)

- Cartuchos EMR-Lipídios Agilent Captiva, 3 mL, 300 mg (part number 5190-1003)
- Sachê de polimento Agilent Bond Elut EMR-Lipid, MgSO₄ anidro (part number 5982-0102)
- Rack de 12 posições Agilent para manifold Vac Elut 12 (part number 5982-9115)
- Filtro de seringa Econofilter Agilent Captiva, 13 mm, 0,22 μ m, nylon (part number 5190-5269)
- Septo para injetor Agilent, otimizado para temperatura e sangramento (BTO), antiaderente, 11 mm, (part number 5183-4757)
- Vial Agilent, 2 mL, transparente, rosqueável, certificado (part number 5182-0714)
- Tampas rosqueáveis Agilent, septo PTFE/silicone vermelho, certificado (part number 5182-0717)
- Seringa de ALS Agilent, agulha fixa, 10 μ L, êmbolo com ponteira de PTFE (part number 5183-4730)
- Liner do injetor Ultra Inert Agilent, splitless, defletor simples, lâ de vidro (part number 5190-3167)
- Módulo de coluna para GC Agilent J&W HP-5ms Ultra Inert Intuvo, 30 m \times 0,25 mm, 0,25 μ m (part number 19091S-433UI-INT)
- Guard Chip Agilent, Intuvo, split/splitless (part number G4587-60565)
- Kit de filtro de gás de arraste Agilent para limpeza de gases; inclui suporte, unidade de conexão e filtro de gás de arraste para água, oxigênio e compostos orgânicos (part number CP17975)
- Pipetas com volumes variáveis (Eppendorf, EUA).
- Homogeneizador T 25 digital ULTRA TURRAX (IKA, Alemanha)
- Tubos de polipropileno, 15 mL e 50 mL (Sarstedt, Alemanha)
- Microtubos Eppendorf, 2 mL (Axygen Scientific, EUA).

A análise foi realizada usando o GC Agilent 9000 Intuvo com o GC/MS Agilent 7010B triplo quadrupolo. O sistema de GC foi equipado com um controle pneumático eletrônico (EPC) e um amostrador automático de líquidos Agilent 7693A. O software Agilent MassHunter Workstation foi usado para análise e aquisição de dados.

Condições do instrumento

As condições do instrumento de GC/MS/MS foram estabelecidas com base nos compostos de interesse. A Tabela 1 mostra as condições do método de GC/MS/MS. A tabela 2 mostra as condições de aquisição de alvo.

Tabela 1. Condições do GC Agilent 9000 Intuvo e GC/MS Agilent 7010B triplo quadrupolo.

Parâmetro	Configuração
Gás de arraste	Hélio a 1,2 mL/min
Volume de injeção	1 µL
Modo de injeção	Splitless
Programa do forno	60 °C (1 min), 170 °C a 40 °C/min, 310 °C a 10 °C/min, Manter por 3 min
Temperatura do injetor	280 °C
Temperatura do Guard Chip	Inicialmente 85 °C Modo de rastreamento do forno
Temperatura do barramento	280 °C
Linha de transferência	300 °C
Fonte de ionização	Impacto de elétrons (HES)
Temperatura da fonte	300 °C
Temperatura MS1/MS2	150 °C
Modo de aquisição	MRM dinâmico
Gás de colisão	Nitrogênio a 1,5 mL/min

Tabela 2. Transições MRM e energia de colisão dos pesticidas.

Composto	TR (min)	Quantificador (m/z)	CE (V)	Qualificador (m/z)	CE (V)
Diclorvos	4,65	109,0 → 79,0	5	184,9 → 93,0	10
E-mevinfós	5,50	127,0 → 109,0	10	127,0 → 94,9	15
Z-mevinfós	5,50	127,0 → 109,0	10	127,0 → 94,9	15
Etoprofós	6,79	157,9 → 114,0	5	157,9 → 97,0	15
Clorprofame	6,87	127,0 → 65,1	25	153 → 125,1	10
Trifluralina	7,00	306,1 → 264,0	5	264,0 → 206,0	5
Cadusafos	7,16	158,8 → 131	5	158,8 → 97,0	15
Forato	7,23	121,0 → 65,0	10	128,9 → 65,0	15
α-HCH	7,35	180,9 → 145,0	15	216,9 → 181,0	5
Atrazina	7,59	214,9 → 58,1	10	214,9 → 200,2	5
β-HCH	7,73	181,0 → 145,0	15	218,9 → 183,1	5
Lindano	7,82	181,0 → 145,0	15	218,9 → 183,1	5
Terbufós	7,83	152,9 → 97,0	5	230,9 → 129,0	20
Pirimetanil	7,96	198,0 → 183,1	15	198,0 → 158,1	20
Disulfotom	8,08	88,0 → 60,0	5	142,0 → 109,0	5
Etrinfos	8,28	292,0 → 181,0	5	181,0 → 153,0	10
Pirimicarbe	8,37	238,0 → 166,2	10	166,0 → 55,1	20
Clorpirifós-metil	8,75	124,9 → 47,0	15	78,9 → 47,0	10
Parationa metilica	8,75	125,0 → 47,0	10	125,0 → 79,0	5
Prometrina	8,99	241,0 → 184	10	226,0 → 184,0	10
Fenitrotiona	9,17	125,1 → 47,0	15	125,1 → 79,0	5
Pirimifós-metilico	9,17	232,2 → 151,0	5	290,0 → 125,0	20
Malation	9,31	126,9 → 99,0	5	157,8 → 125,0	5
Metolaclo	9,46	162,2 → 133,2	15	238,0 → 162,2	10
Fenpropimorfe	9,47	128,1 → 70,1	10	128,1 → 110,1	5
Triadimefon	9,57	208,0 → 181,1	5	128,0 → 65,0	20
Tetraconazol	9,62	170,9 → 136,0	10	152,9 → 97,0	5
Ciprodinil	9,94	225,2 → 224,3	10	224,2 → 208,2	20
Penconazol	10,08	248,0 → 192,1	15	248,0 → 157,1	25
Clorfenvinfós	10,19	266,9 → 159	20	294,9 → 266,9	5
Quinalfós	10,26	146,0 → 118,0	10	146,0 → 91,0	30
Procimidona	10,36	96,0 → 67,1	10	96,0 → 53,1	15
Metidationa	10,51	144,9 → 85,0	5	144,9 → 58,1	15
α-Endosulfano	10,75	194,9 → 159,0	5	194,9 → 160,0	5
Flutriafol	10,81	123,1 → 95,0	15	123,1 → 75,1	25
Picoxistrobina	10,81	145,0 → 102,1	25	145,0 → 115,1	15
Hexaconazol	10,94	175,0 → 111,0	20	175,0 → 147,0	10
Miclobutanil	11,22	179,0 → 152,1	10	150,0 → 123,0	15
Flusilazol	11,27	233,0 → 165,1	15	314,7 → 232,9	10
Bupirimato	11,30	272,9 → 193,1	5	272,9 → 108,0	15
Fluazifop-P-butil	11,47	281,9 → 91,0	15	281,9 → 238,0	15
β-Endosulfano	11,73	206,9 → 172,0	15	194,9 → 158,9	10
Etiona	11,90	152,9 → 96,9	10	124,9 → 96,9	0
Propiconazol I	12,36	172,9 → 145,0	15	172,9 → 109,0	30
Kresoxim-metil	12,42	116,0 → 89,0	15	116,0 → 63,0	30
Trifloxistrobina	12,53	172,0 → 145,0	15	116,0 → 89,0	15

Preparo de amostras

A extração foi realizada conforme mostrado na Figura 1. As amostras de carne bovina foram moídas em um moedor de carnes, homogeneizadas e armazenadas em freezer a ≤ -10 °C. Antes da análise, as amostras foram descongeladas completamente à temperatura ambiente. Em seguida, 5 g de amostras de carne bovina foram pesadas em tubos de polipropileno de 50 mL e foram adicionados padrões conforme necessário. As amostras foram agitadas em vórtex por 1 minuto. Uma alíquota de 5 mL de ACN foi adicionada para precipitação de proteínas e extração de analitos em simultâneo. A mistura da amostra foi homogeneizada usando o homogeneizador ULTRA TURRAX a 10.000 rpm por 20 segundos. Os tubos foram centrifugados a 6.000 rpm por 8 minutos a 5 °C e os sobrenadantes foram coletados. Uma alíquota de 4 mL de extrato de amostras passou pela limpeza por filtração usando um cartucho Bond Elut C18, um cartucho Bond Elut NH2 ou um cartucho Captiva EMR-Lipid. Para a limpeza com cartucho Captiva EMR-Lipid, o extrato bruto foi misturado com água para gerar uma mistura orgânica/aquosa (80/20, v/v). Para a limpeza com Bond Elut C18 e Bond Elut NH2, o extrato bruto foi transferido diretamente para os cartuchos. Os eluatos de Bond Elut C18 e Bond Elut NH2 foram coletados e injetados diretamente para GC/MS/MS. O eluato do Captiva EMR-Lipid foi seco com $MgSO_4$ anidro para remoção de água antes da análise de GC/MS/MS.

Três níveis de fortificação (10, 20 e 50 $\mu\text{g}/\text{kg}$) em amostras de carne foram avaliados quanto a recuperação e RSD (%) em quatro replicatas. A identificação e a quantificação de analitos foram determinadas a partir dos tempos de retenção e das transições MRM.

Composto	TR (min)	Quantificador (m/z)	CE (V)	Qualificador (m/z)	CE (V)
Propiconazol II	12,50	172,9 → 145,0	15	172,9 → 109,0	30
Tebuconazol	12,71	125,0 → 89,0	15	125,0 → 99,0	20
Nuarimol	12,74	203,0 → 107,0	10	139,0 → 111,0	15
Epoxiconazol	13,01	192,0 → 138,1	10	165,0 → 138,0	10
Tebufenpirada	13,55	275,9 → 171,1	10	332,9 → 171,0	15
Fenamidona	13,58	238,0 → 237,2	10	268,0 → 180,2	20
Metconazol	13,66	125,0 → 89,0	20	125,0 → 99,0	20
Fenarimol	14,49	219,0 → 107,1	10	139,0 → 75,0	30
Floquinconazol	15,26	108,0 → 57,0	15	340,0 → 298,0	15
Boscalida	15,98	140,0 → 112,0	10	140,0 → 76,0	25

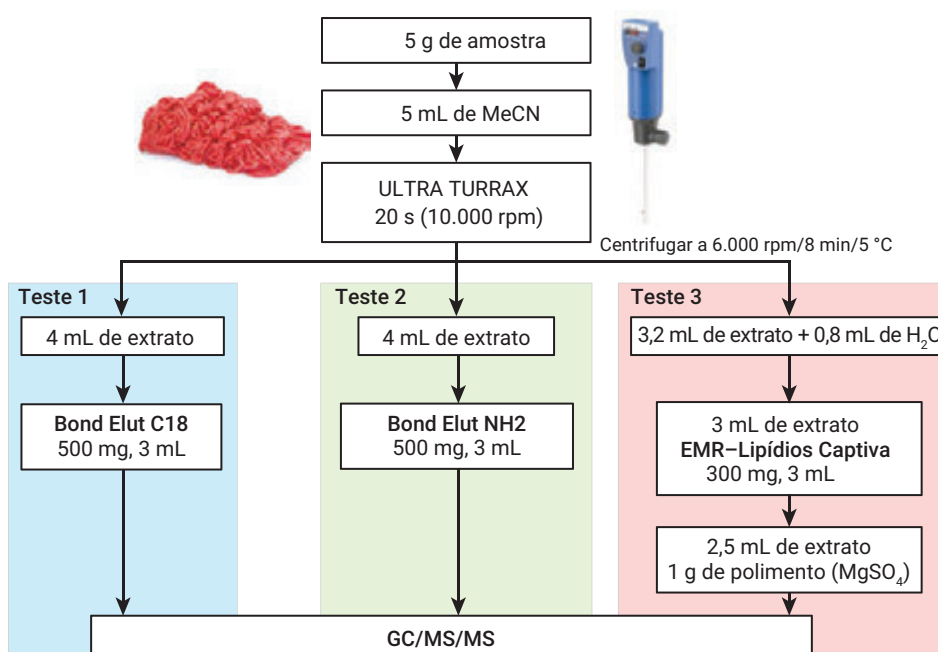


Figura 1. Procedimento de preparo de amostras de carne bovina usando extração sólido-líquido e três diferentes limpezas por filtração usando cartuchos Agilent Bond Elut C18, Agilent Bond Elut NH2 e Captiva EMR-Lipid, respectivamente.

Resultados e análise

Avaliação da limpeza do extrato de matrizes por varredura completa de GC/MS

Para a avaliação do nível de limpeza das várias extrações de amostras, os cromatogramas de varredura completa (FS) de GC/MS foram coletados para comparação. A Figura 2 mostra os cromatogramas de FS de amostras de carne bovina preparadas por três tipos de limpeza com cartucho. A comparação dos cromatogramas mostra que a limpeza com Bond Elut C18 fornece a melhor limpeza de amostras com o menor sinal de fundo no FS por GC/MS. Por outro lado, os resultados da limpeza com Bond Elut NH2, com a ajuda da biblioteca do NIST, mostram a presença de colesterol mesmo após a limpeza, evidenciando a presença de lipídios após a etapa de limpeza. É importante reforçar que esse pico específico não aparece nos cromatogramas das amostras ao usar Bond Elut C18 ou Captiva EMR-Lipid.

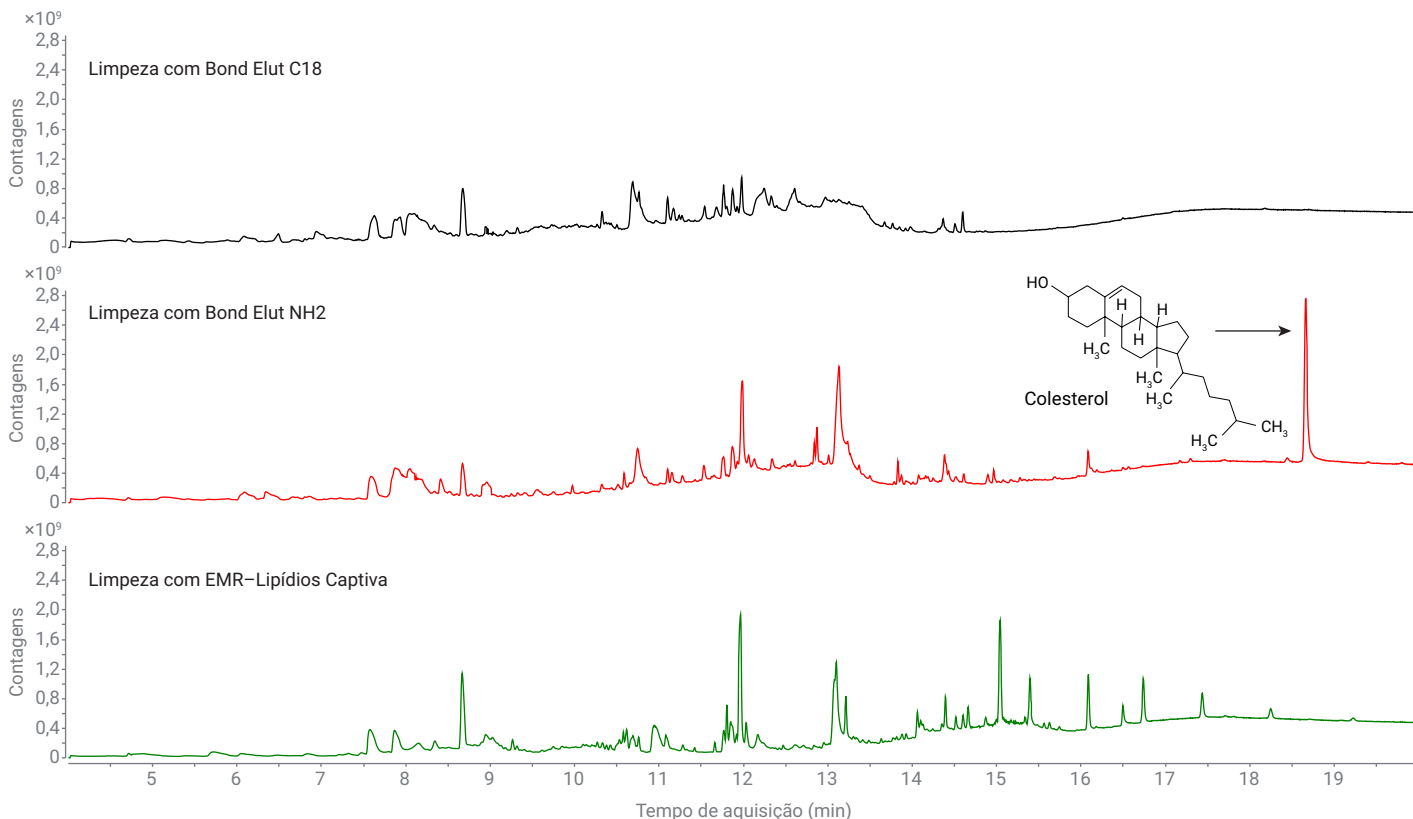


Figura 2. Cromatogramas de FS por GC/MS de amostras de carne bovina preparadas por diferentes limpezas com cartucho.

Reprodutibilidade e recuperação de analitos alvo

De forma geral, as faixas de recuperação de 56 resíduos de pesticidas variaram de 62 a 119% com RSD $\leq 16\%$. Todos os compostos apresentaram recuperações aceitáveis (70 a 120%) usando o Captiva EMR-Lipide boa reprodutibilidade (RSD $< 20\%$) no nível de fortificação de 50 mg/kg.

A reprodutibilidade e recuperação dos analitos alvo foram avaliadas e comparadas no nível de fortificação de 10 $\mu\text{g}/\text{kg}$ em carne bovina. A Figura 3 mostra os resultados da comparação de recuperação para compostos desafiadores.

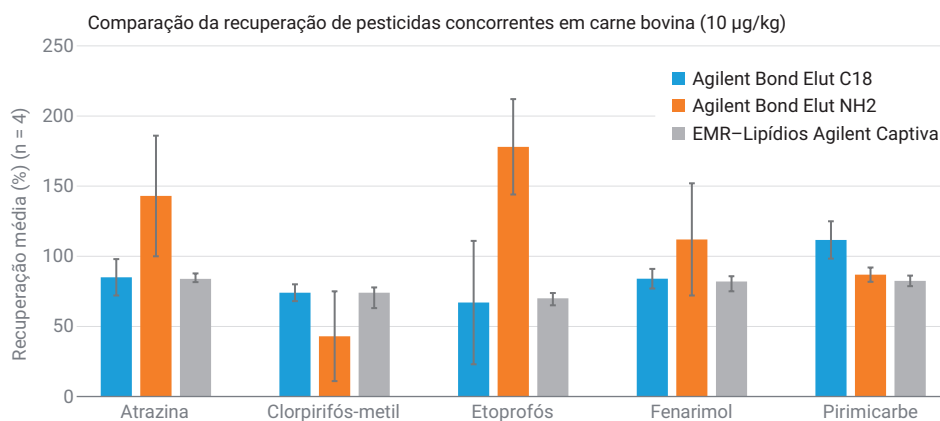


Figura 3. Recuperações de cinco pesticidas desafiadores em carne bovina no nível de fortificação de 10 $\mu\text{g}/\text{kg}$.

A limpeza com Captiva EMR-Lipid mostrou recuperações aceitáveis (70 a 120%) para todos os compostos desafiadores, com excelente reprodutibilidade (RSDs <10%). Para as amostras tratadas por limpeza com Bond Elut NH2, foi obtida uma recuperação <70% para clorpirifós-metil e recuperações >120% foram alcançadas para atrazina e etoprofós. Além disso, quatro dos cinco compostos desafiadores tiveram RSDs altos para amostras preparadas com por Bond Elut NH2, indicando mais variações introduzidas durante o preparo de amostras ou mais impactos da matriz nesses analitos. Para amostras preparadas por limpeza

com Bond Elut C18, foram alcançadas recuperações aceitáveis para todos os compostos difíceis, mas apresentou baixa reprodutibilidade (RSD >20%) para etoprofós.

Sinal/ruído e formato do pico

Para avaliar a presença de efeito da matriz, os valores de sinal/ruído (S/N) dos pesticidas alvo foram investigados. A Figura 4 mostra uma comparação de dois compostos representativos, etoprofós e atrazina, S/N de pico e formato do pico no extrato de carne bovina em nível de fortificação de 10 µg/kg, preparado com três métodos de limpeza diferentes.

Os resultados da comparação demonstram que valores de S/N mais baixos foram mostrados quando o preparo com Bond Elut C18 foi aplicado. A limpeza com Bond Elut NH2 exibiu S/N mais alto do que a limpeza com Bond Elut C18, mas causou deformação no começo do pico. A limpeza com Captiva EMR-Lipid forneceu o S/N mais alto para ambos os compostos e um formato do pico simétrico. O alto S/N de pesticidas alvo e o excelente formato do pico garantem a sensibilidade do método e a precisão e consistência da integração.

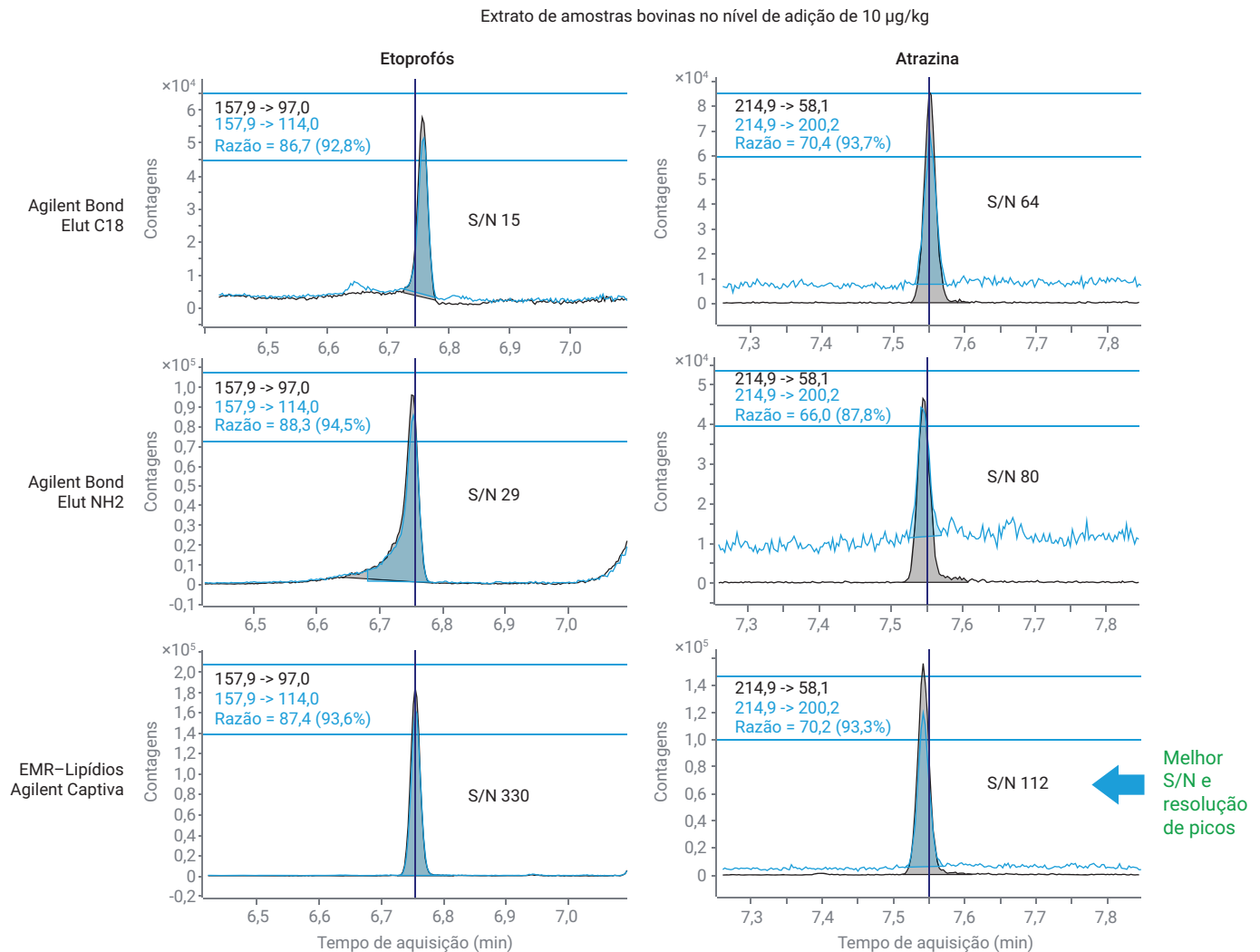


Figura 4. Comparação para etoprofós e atrazina, S/N e formato do pico de alvos representativos.

Comparação de limites de quantificação (LOQs) do método com MRLs

A Tabela 3 mostra uma comparação de MRLs oficiais da UE e do Brasil (Plano Nacional de Controle de Resíduos de Contaminantes) e os LOQs do método obtidos para pesticidas atualmente exigidos na análise de carne. A limpeza com Captiva EMR-Lipid demonstrou LOQs do método (10 µg/kg) abaixo dos MRLs de carne bovina para a maioria dos pesticidas que são regulamentados pelos métodos oficiais da UE e do Brasil, exceto epoxiconazol, que é regulamentado pelos métodos oficiais do Brasil. Em comparação, a limpeza com Bond Elut C18 e Bond Elut NH2 mostrou mais pesticidas com LOQs do método mais altos do que os MRLs exigidos.

Conclusão

Com a avaliação minuciosa do método baseada em remoção de matriz, reprodutibilidade e recuperação, valores S/N de analito e formato do pico, e a comparação dos LOQs do método com MRLs regulamentados, a limpeza com Captiva EMR-Lipid demonstrou ser um método de limpeza superior comparado aos métodos Agilent Bond Elut NH2 e C18. O método foi verificado em matriz de carne bovina e apresenta grandes chances de ser estendido a outras matrizes de carne semelhantes.

Foram obtidas recuperação e reprodutibilidade aceitáveis para 56 pesticidas. Os LOQs do método atendem à maioria dos MRLs da UE e do Brasil. O método eficiente de limpeza de amostras também pode ser vantajoso para reduzir a frequência de manutenção de sistemas de GC/MS/MS, aumentar a vida útil das colunas e dos consumíveis e fornecer resultados de quantificação confiáveis.

Tabela 3. Comparação de MRLs estabelecidos pela UE e legislação PNCRC do Brasil para carne bovina com os LOQs obtidos em cada sorvente testado após SLE.

Pesticida regulado	MRL da UE	MRL do PNCRC (Brasil)	LOQ da limpeza por Agilent Bond Elut C18	LOQ da limpeza por Agilent Bond Elut NH2	LOQ da limpeza por Captiva EMR-Lipid
	(µg/kg em carne bovina)				
Atrazina	-	-	10	50	10
Boscalida	10	10	10	20	10
Clorprofame	50	-	10	-	10
Clorpirifós-metil	10	50	10	50	10
Epoxiconazol	10	2	20	50	10
Etoprofós	10	50	20	20	10
Fenamidona	10	-	20	50	10
Fenarimol	20	20	10	50	10
Flutriafol	10	10	10	20	10
Metolacoloro	10	-	50	50	10
Mevinfós (E- e Z-)	-	10	10	-	10
Miclobutanil	10	10	20	50	10
Nuarimol	10	-	20	20	10
Parationa metílica	10	-	50	50	10
Pirimicarbe	50	10	10	10	10
Pirimetanil	100	-	50	50	10
Tebuconazol	100	50	50	50	10
Tetraconazol	50	-	10	50	10
Triadimefon	10	-	20	50	10

Referências

1. CODEX ALIMENTARIUS <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/roster/detail/en/c/297672/>
2. Caldas, E. D. Pesticide poisoning in Brazil. Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences, **2016**. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.10282-9>
3. Sabarwal, A. *et al.* Hazardous Effects of Chemical Pesticides on Human Health-Cancer and Other associated Disorders. *Environ. Toxicol. Pharmacol.* **2018**, 103–114, <https://doi.org/10.1016/j.etap.2018.08.018>
4. European Food Safety Authority (EFSA). Scientific Report on the 2017 European Union Report on Pesticide Residues in food. *EFSA Journal* **2019**, 17(6), 5743, 152.
5. Dervilly-Pinel G. *et al.* Micropollutants and Chemical Residues in Organic and Conventional Meat. *Food Chem.* **2017**, 232, 218–228. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.04.013>
6. Commission Regulation (EU) 2015/603 of 13 April 2015, Official Journal of the European Union. **2015**. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015R0603&from=EN>
7. Commission Regulation (EU) 2016/1866 of 17 October 2016, Official Journal of the European Union. **2016**. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R1866&from=EN>
8. Nguyen, T. D. *et al.* Rapid Determination of 95 Pesticides in Soybean Oil Using Liquid–Liquid Extraction Followed by Centrifugation, Freezing and Dispersive Solid Phase Extraction as Cleanup Steps and Gas Chromatography with Mass Spectrometric Detection. *Microchemical Journal* **2010**, 95(1), 113–119. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2009.11.009>
9. Yang, X. Analysis of Formamidine Pesticides and Metabolites in Pork and Porcine Liver Using Agilent Captiva EMR–Lipid and LC/MS/MS, *Nota de aplicação Agilent Technologies*, número de publicação 5994-0357EN, **2019**.
10. Yang, X. *et al.* Analysis of Multiclass Multiresidue Pesticides in Milk Using Agilent Captiva EMR–Lipid with LC/MS/MS and GC/MS/MS, *Nota de aplicação Agilent Technologies*, número de publicação 5994-2038EN, **2020**.

www.agilent.com

Essas informações estão sujeitas a alterações sem aviso prévio.

© Agilent Technologies, Inc. 2022
Impresso nos EUA, 14 de julho de 2022
5994-5061PTBR