



MÉTODOS PARA DETERMINAÇÃO DE RESÍDUOS E CONTAMINANTES QUÍMICOS EM PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL E VEGETAL

Ferracini, V. L.¹; Queiroz, S. C. N.¹; Castro, I. M.²; Bloch, C. J.³; Nogueira, A. R. A.⁴

¹Embrapa Meio Ambiente; ²Embrapa Agroindústria de Alimentos; ³Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia; ⁴Embrapa Pecuária Sudeste

Instituições participantes: Embrapa Meio Norte; Embrapa Suínos e Aves; Embrapa Uva e Vinho; Embrapa Gado de Leite; Embrapa Milho e Sorgo; Embrapa Mandioca e Fruticultura/; Embrapa Pantanal; Embrapa Trig; Embrapa Algodão; Embrapa Amazônia Oriental; Embrapa Acre; Embrapa Amapá.

Problema abordado

O Brasil é um país com grande tradição e cultura na produção de alimentos para consumo interno e exportação. Atualmente, no mundo globalizado, a qualidade dos alimentos está intrinsecamente associada à presença de resíduos e contaminantes como pesticidas, drogas veterinárias, micotoxinas e metais. A aplicação intensiva de agroquímicos de forma preventiva nos sistemas de produção, a falta de rigor no controle da comercialização e no emprego desses produtos, bem como o despreparo dos agricultores sobre a utilização e riscos, têm produzido alimentos fora das especificações de qualidade e segurança (Codex Alimentarius, 2000) resultando em significativas perdas econômicas e sociais para o país.

Para prospectar e fornecer resultados que visem à diminuição dos riscos de contaminação dos alimentos em diferentes frentes do processo produtivo, não havia no país uma rede formada por *expertises* para atender a demanda de forma organizada. Para isso, foi estabelecido que seria de fundamental importância a capacitação das equipes de pesquisa de 16 Unidades da Embrapa e de Universidades parceiras.

Destaca-se que a estratégia adotada na execução do projeto dessa natureza foi a formação de membros da equipe de pesquisa, com foco no fortalecimento de recursos humanos e na consolidação de uma rede de *expertises*; e no segundo momento, a

transferência de conhecimentos adquiridos para os técnicos das Unidades da Embrapa estreitamente voltadas para as cadeias produtivas de culturas, para subsidiar a melhoria de processo produtivo no campo.

Objetivos

Geral

Implementar métodos de análises de resíduos e contaminantes químicos em produtos de origem animal e vegetal visando garantir a segurança dos alimentos e aumentar a competitividade dos produtos agrícolas brasileiros.

Específicos

- implantar métodos de análises de resíduos e contaminantes químicos em produtos de origem animal e vegetal visando garantir a segurança dos alimentos e aumentar a competitividade dos produtos agrícolas brasileiros;
- implementar um ambiente para desenvolvimento de processos inovadores e transferência de tecnologias para a detecção de resíduos e contaminantes químicos de acordo com as necessidades de cada cadeia produtiva;
- promover a difusão e a capacitação de equipes em novas metodologias atendendo à demanda qualificada adequadamente ao perfil de cada Unidade componente do projeto, para apoiar os sistemas produtivos nas Boas Práticas Agropecuárias.

Principais Contribuições

No atendimento à demanda pela pesquisa, houve a necessidade de implementação de um ambiente propício para o desenvolvimento de processos inovadores. Para os laboratórios participantes foram adquiridos equipamentos com instrumentação de última geração, como: cromatógrafos líquidos acoplados a espectrômetros de massas tipo triploquadrupolo (UPLC/MS/MS), cromatógrafos líquidos acoplados a espectrômetros de massas (UPLC/Q-TOF) e cromatógrafos gasosos com detectores triploquadrupolo (GC/MS/MS), além de outros equipamentos de menor porte, complementando o parque de equipamentos já existentes, os quais foram instalados nas seguintes Unidades: Embrapa Tecnologia de Alimentos, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia e Embrapa Meio Ambiente. Os equipamentos foram adquiridos pela Embrapa e pela FINEP que financiou o projeto ***“Detecção de Resíduos e Contaminantes em Alimentos – Capacitação de Laboratórios de Ensaio”*** Assim, a Embrapa já possui hoje uma infraestrutura de altíssimo

nível, que em termos de técnica de análise de resíduos e contaminantes representa o estado da arte.

As Unidades - Embrapa Tecnologia de Alimentos, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia e Embrapa Meio Ambiente e Embrapa Pecuária Sudeste – nos seus respectivos Planos de Ações, implementaram e validaram métodos de análises de resíduos e contaminantes químicos em diversas matrizes como: castanha do Brasil, amendoim, milho, trigo, açaí, mamão, morango, mel, suco de uva, suco de maçã, vinho, leite bovino e bubalino, pescado e músculo de frango.

- **Desenvolvimento e adaptação de métodos analíticos para determinação de micotoxinas:** foram estabelecidos métodos para análises de aflatoxinas B1, B2, G1 e G2 para castanha-do-brasil, milho, amendoim, leite e análise de patulina em suco de maçã e suco de uva. Para milho e trigo foram estabelecidos métodos para fumosininas e zearalenona. Para as matrizes trigo, suco de uva e vinho foi estabelecido o método para análise de desoxinivalenol ocratoxina A. Para a matriz leite foi estabelecido o método para aflatoxinas M1. Foi implementado e validado o método multirresíduo para 13 micotoxinas nas matrizes castanha-do-brasil, amendoim, milho, trigo, suco de uva, suco de maçã, vinho e leite utilizando o sistema LC-MS/MS.

- **Desenvolvimento e adaptação de métodos analíticos para determinação de resíduos de agrotóxicos:** foram estabelecidos e validados métodos de análises multirresíduos para 29 compostos por LC-MS/MS e 30 compostos por GC-MS/MS para as matrizes: maçã, suco de uva, suco de maçã, pescado, mamão, morango, uva, trigo, leite e vinho.

- **Desenvolvimento e adaptação de métodos analíticos para determinação de resíduos de drogas veterinárias:** foram estabelecidos métodos de análises para detecção de metabólitos de nitrofuranos (NPAOZ, NPAMAZ, NPSEM e NPAHD) via derivatização no sistema LC-MS/MS, para as matrizes músculo de frango, mel e leite.

Foi desenvolvida e validada a metodologia para análise das drogas anti-helmínticas das famílias das Ivermectinas, compostas pela Ivermectina, Doramectina, Eprinomectina, Moxidectina e Abamectina nas matrizes biológicas de leite e músculo de frango. Utilizando a cromatografia líquida, acoplada à espectrometria de massa (LC-MS/MS) foi desenvolvido método para análise de **natamicina** em diferentes tipos de vinhos. O desenvolvimento da metodologia para análise de **ocratoxina A** em vinhos seguiu a mesma lógica utilizada para a natamicina, com uso do sistema LC-MS/MS. Para ambas as técnicas de análise, natamicina e ocratoxina em vinhos, foram realizados ajustes para obtenção de um protocolo básico.

- **Desenvolvimento e adaptação de métodos analíticos para determinação de metais pesados:** foram estabelecidos métodos para análises de contaminantes inorgânicos em leite bovino, plasma bovino, leite bubalino, castanhas, açaí e mel. Foi otimizada também uma metodologia de digestão de amostras de tecidos animais com micro-ondas.

- **Introdução de técnicas analíticas inéditas e capacitação e transferência de tecnologias:** técnicos das Unidades: Embrapa Amapá, Embrapa Acre, Embrapa Algodão, Embrapa Milho e Sorgo, Embrapa Trigo, Embrapa Amazônia Oriental, Embrapa mandioca e Fruticultura, Embrapa Meio Norte, Embrapa Uva e Vinho, Embrapa Gado de Leite, Embrapa Pantanal e Embrapa Suínos e Aves, estreitamente envolvidas com cadeias produtivas foram capacitadas por meio de transferência dos métodos para detecção e quantificação de micotoxinas, drogas veterinárias, resíduos de agrotóxicos e metais em produtos de origem animal e vegetal, conforme necessidade e vocação de cada Unidade para sua aplicação na orientação em boas práticas agropecuárias.

Impactos

O impacto principal resultante deste trabalho foi o alcance dos resultados confiáveis necessários para garantir a competitividade e o fortalecimento das cadeias produtivas dos produtos selecionados. Em termos de **impactos científicos**, os métodos, bem como as técnicas a serem utilizadas, representam o estado da arte em análises de resíduos e contaminantes em produtos de origem animal e vegetal e os laboratórios são equiparáveis aos internacionais, no que se refere à sensibilidade e à confiabilidade dos resultados na geração de conhecimentos em segurança de alimentos. Outro diferencial foi a consolidação de linhas de pesquisas na rede já existente com as *expertises* formadas pela Empresa e Universidades parceiras, elevando a capacidade na formação de recursos humanos e oportunidade de geração de novas parcerias. Quanto aos **impactos tecnológicos** o desenvolvimento de tecnologias analíticas mais eficazes irá contribuir no desenvolvimento e orientação de ações voltadas ao manejo, armazenamento e controle de produtos, assim como aplicação de boas práticas agropecuárias, disponibilizando ferramentas importantes para a agricultura brasileira. **Impactos econômicos:** acesso a novos mercados, tanto internos quanto externos; produtos elaborados com maior valor agregado. **Impactos sociais:** contribuição para formação de uma nova consciência, visando à melhoria da situação pertinente aos resíduos e contaminantes em alimentos; subsídios às políticas públicas buscando promover a melhoria da qualidade dos produtos agrícolas; melhoria da qualidade de vida da população com a possibilidade de acesso a alimentos seguros. Em termos de **impactos sócio-econômicos**, foi previsto em médio prazo, o benefício dos produtores em relação ao fornecimento de informações sobre a

qualidade dos produtos produzidos e treinamentos na aplicação de boas práticas agropecuárias.

O projeto promoveu a inovação quando se buscou uma solução holística ao problema de contaminação por agrotóxicos e contaminantes de produtos agropecuários, desde a modernização da infraestrutura laboratorial de apoio ao sistema produtivo, até o envolvimento dos técnicos responsáveis por levar os conhecimentos aos produtores na aplicação de boas práticas agropecuárias.

Referências

CODEX ALIMENTARIUS. **Pesticides residues in food**: methods of analysis and sampling. 2. ed. Roma: FAO, 2000. v. 2A, part 1.

Literatura recomendada

ÁLVARES, V. de S.; CASTRO, I. M. de; COSTA, D. A. da; LIMA, A. C. de; MADRUGA, A. L. S. Qualidade da castanha-do-brasil do comércio de Rio Branco, Acre. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 42, p. 269-274, 2012.

ANJOS, M. R.; TEIXEIRA, A. S.; ANDRADE, P. D.; FERREIRA, L. F.; SOUZA, M. L. M.; CASTRO, I. M. Separação de interferentes na análise de patulina por CLAE/UV-DAD. In: SIMPÓSIO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 2.; CONGRESSO DO INSTITUTO NACIONAL DE FRUTOS TROPICAIS, 1., 2010, Aracaju. **Avanços em tecnologia de alimentos**: anais. Aracaju: Universidade Federal de Sergipe, 2010. 1 CD-ROM. p. 1444-1447.

CASTRO, I. M.; BORGUINI, R. G.; STEPHAN, M. P.; FREITAS, R. C.; TEIXEIRA, A. S.; ANJOS, M. R.; SOUZA, M. L. M. Ocorrência de aflatoxina M1 em diferentes marcas de leite comercializados no RJ. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS, 9., 2011, Campinas. **Ciência de alimentos e qualidade de vida**: saúde, meio ambiente e sustentabilidade: resumos. Campinas: UNICAMP, FEA, 2011. 1 CD-ROM. FREITAS-SILVA, O.; TEIXEIRA, A.; CUNHA, F. Q.; GODOY, R. L. O.; VENÂNCIO, A. Predominant mycobiota and aflatoxin content in Brazil nuts. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*. **Journal of Consumer Protection and Food Safety**, Birkhäuser, v. 6, p. 465-472, 2011.

GONZALEZ, M. H.; SOUZA, G. B.; OLIVEIRA, R. V.; FORATO, L. A.; NOGUEIRA, A. R. A. Microwave-assisted digestion procedures for biological samples with diluted nitric acid: Identification of reaction products. **Talanta**, London, v. 79, p. 396–401, 2009.

GROMBONI, C. F.; CARAPELLI, R.; PEREIRA-FILHO, E. R.; NOGUEIRA, A. R. A. Evaluation of Different Sample Preparation Procedures Using Chemometrics: Comparison Among Photo-Fenton Reaction, Microwave Irradiation, and Direct Determination of Minerals in Fruit Juices. **Food Analytical Methods**, New York, v. 3, p. 98-103, 2010.

QUEIROZ, S. C. N. de; FERRACINI, V. L.; ROSA, M. A. Validação de método multirresíduo para determinação de pesticidas em alimentos empregando QuEChERS e UPLC-MS/MS. **Química Nova**, São Paulo, v. 35, p. 185-192, 2012.

RIBEIRO, L. C. S.; FERRACINI, V. L.; QUEIROZ, S. C. do N. de; ROSA, M. A.; QUEIROZ, J. F. de Multirresíduo de organoclorados em pescado empregando extração QuEChERS. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 3., 2009, Campinas. **Anais...** Campinas: ITAL: IAC; Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009. 1 CD-ROM, n. 0902009. 4 p.