

EDITAL INTERNO Oportunidade de Nucleação de novos Projetos de Pesquisa – DPDE/IPEN Nº 4/2017

a) Identificação da proposta:

Desenvolvimento, validação e implantação de metodologias analíticas para determinação de contaminantes inorgânicos em alimentos.

Proponente e Coordenador: João Cristiano Ulrich

Área de atuação, segundo o OBJETO do Edital:

Programa 7 - MATERIAIS E NANOTECNOLOGIA
Atividades 710 e 711 - Caracterização Física, Química e Isotópica

b) Qualificação do principal problema a ser abordado:

Segurança de alimentos é o termo usado para se referir à prática de medidas que permitam o controle da entrada de qualquer agente que promova risco à saúde ou integridade física do consumidor [1]. Dessa forma, o alimento fornecido deverá estar isento de qualquer tipo de contaminação, seja ela física, química ou biológica.

È fundamental diferenciar os termos **segurança do alimento** e **segurança alimentar**, pois apesar de parecer sinônimos e até existir profissionais que os utilizam como similares, na verdade há diferenças. **Segurança do alimento** é a garantia de que o consumidor irá adquirir um alimento com atributos de qualidade que sejam do seu interesse, entre os quais se destacam os atributos ligados à sua saúde [2], por outro lado, **segurança alimentar** foi definida por Teixeira [3] como “a segurança alimentar mínima alcançada quando os países em desenvolvimento chegam a uma produção de alimentos equivalente às suas próprias necessidades”. No Brasil, um programa lançado em 2003 visava o direito de alimentação da população brasileira garantindo cidadania às populações vulneráveis à fome. Este programa foi chamado de “Fome zero” e era diretamente associado à segurança alimentar [4].

Para garantir a segurança dos alimentos em todas as etapas da cadeia produtiva de forma a fornecer um alimento de qualidade ou com atributos de qualidade, conforme definido anteriormente, várias pesquisas e/ou campos de pesquisa foram desenvolvidos e estão sempre em inovação e implementando novas metodologias, tais como: resíduos de

pesticidas, drogas veterinárias, aditivos alimentares, contaminantes orgânicos, diagnóstico de infestação por insetos, controle de embalagens, contaminantes inorgânicos e outros. Dentre todos os campos de pesquisa, o de contaminantes inorgânicos foi um dos que mais se desenvolveu nos últimos anos, devido ao aperfeiçoamento de equipamentos de ensaio com melhoria da sensibilidade das técnicas analíticas [5-12]. Outro fator preponderante na pesquisa de contaminantes inorgânicos foi o aumento da fiscalização e emissão de legislações pelos órgãos reguladores internacionais e nacionais, principalmente para elementos tóxicos como arsênio, cádmio, chumbo e mercúrio [13-15].

Com a necessidade de garantir um alimento de qualidade para o consumidor e atender suas expectativas, órgãos reguladores, produtores e laboratórios de análises tem implementado nos últimos anos sistemas de gestão da qualidade para alimentos e para resultados analíticos. No primeiro caso, a implementação de sistema de gestão da qualidade para alimentos é responsabilidade dos produtores e está baseada em duas importantes normas, a NBR ISO 9001 [16] – sistema de gestão da qualidade e a NBR ISO 22000 [17] – sistema de gestão da segurança dos alimentos, sendo que esta última relaciona-se diretamente com Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle – APPCC, que vem a ser um sistema com o objetivo de analisar e identificar os perigos envolvidos na cadeia produtiva de alimentos e dessa forma garantir a segurança do consumidor. Esse sistema já é implementado e regulamentado no Brasil pela ANVISA [18] por recomendação de organismos internacionais como a OMC (Organização Mundial do Comércio), FAO (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura), OMS (Organização Mundial de Saúde) e pelo MERCOSUL, sendo também exigido pela Comunidade Européia e pelos Estados Unidos. No segundo caso, o sistema de gestão da qualidade em laboratórios analíticos é baseado na norma NBR ISO/IEC 17025 [19] – Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração, a qual especifica os requisitos gerais para demonstrar competência em realizar ensaios e/ou calibrações utilizando métodos normalizados, métodos não normalizados e aqueles desenvolvidos pelos próprios laboratórios. O uso da norma facilita a cooperação entre laboratórios e outros organismos, auxiliando na troca de informação e experiência e na harmonização de normas e procedimentos. Portanto, a adoção de normas por ambas as partes facilita e promove a total segurança do alimento.

O Centro de Química e Meio Ambiente (CQMA) do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (Ipen) promoveu nos últimos anos a união de três fatores primordiais para colaborar na segurança dos alimentos, a aquisição e manutenção de equipamentos de ensaio, treinamento de seus colaboradores e a implementação do sistema de gestão da qualidade em laboratórios baseado na norma NBR ISO/IEC 17025. Dessa forma, o desenvolvimento, validação e implantação de metodologias analíticas direcionadas para a determinação de contaminantes inorgânicos em alimentos é totalmente possível e contribuirá de modo inequívoco para o sistema de gestão de alimentos existente em empresas do ramo alimentício, na formação de profissionais e na ampliação de serviços analíticos oferecidos pela Instituição.

c) Objetivos a serem alcançados:

Como objetivo geral o projeto consiste no desenvolvimento e implantação de novas metodologias analíticas em alimentos, a serem adotadas no Laboratório de Análises Química e Ambiental (LAQA) do CQMA.

Como objetivos específicos destacam-se:

- Desenvolver, validar e implantar métodos de determinação de arsênio, cádmio, chumbo e mercúrio em alimentos de variadas matrizes, tais como: peixe – in natura e liofilizado; carnes e crustáceos;
- Identificar a possibilidade de determinação de outros metais (além de arsênio, cádmio, chumbo e mercúrio) nas mesmas matrizes de alimentos;
- Ampliar os métodos de determinação de metais no laboratório, uma vez que, nas matrizes de alimentos não há metodologias desenvolvidas;
- Formar recursos humanos nas novas metodologias visando aumento e participação em publicações nacionais e internacionais, assim como, em eventos de grande repercussão na área de alimentos.

d) Metodologia a ser empregada:

A etapa de desenvolvimento consiste no estudo e aperfeiçoamento da experiência da equipe envolvida nas determinações a serem realizadas por meio das técnicas de Espectrometria de Emissão Óptica com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP OES), Espectrometria de Absorção Atômica com Geração de Vapor Frio (CV-AAS) e Espectrometria de Absorção Atômica com Atomização por Forno de Grafita (GF-AAS), instaladas no laboratório.

As amostras a serem analisadas serão coletadas no mercado nacional preferencialmente na cidade de São Paulo em supermercados e feiras livres, representando amostras reais de gêneros alimentícios.

Para validação e implementação das metodologias, incluindo-as no sistema de gestão da qualidade, documentos orientativos e normas nacionais e internacionais serão utilizadas para consolidar todos os resultados obtidos e elaborar procedimentos. Tratamento estatístico, incluindo cálculo de incerteza associada às medições, previamente definido e já de conhecimento da equipe será utilizado para análise dos dados e fornecer confiabilidade nos resultados divulgados.

e) Principais contribuições científicas ou tecnológicas da proposta:

O problema de segurança de alimentos está sendo discutido no Brasil há vários anos, mas a tomada de consciência da necessidade de elevar o nível de fiscalização e implantar um sistema de gestão de qualidade em alimentos iniciou em 1978, conforme descreve Tondo [20]. Porém, mesmo com o aumento da conscientização de produtores e consumidores existem muitos desafios a serem vencidos e a importância dos resultados almejados do projeto justifica-se da seguinte forma:

Para o meio acadêmico: Como trata-se de assunto interdisciplinar, a diversidade de tópicos a estudar, assim como, de estudantes de diferentes áreas contribuirá para a formação de profissionais distintos. Além disso, publicações, seminários de discussão e participação em eventos fortalecerão o tema proposto para a equipe envolvida e para outros.

Para o cidadão: A melhor compreensão do que significa a segurança dos alimentos em relação a contaminantes inorgânicos (metais) e seu relacionamento com saúde. A participação social é fundamental para o entendimento e responsabilidade no que se refere a participação na cadeia produtiva do alimento, para aqueles que efetivamente participam da mesma. O projeto contribuirá na forma de divulgação dos resultados e explanação dos mesmos.

Para a Instituição e governo em geral: O desenvolvimento e implantação de metodologias analíticas em alimentos contribuirá na formação de um novo núcleo de análises químicas e formação de pessoal capacitado para auxiliar ações desenvolvidas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) ou do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

f) Orçamento detalhado:

| Custeio - Material de Consumo: | | | |
|--|-----------------------------------|----------------------------|-----------|
| Descrição do Material | Quantidade | Valor (unidade - em Reais) | Total |
| Touca descartável | 10 Pacotes com 100 peças | 6,00 | 60,00 |
| Avental descartável, manga longa, cor branco | 10 Pacotes com 10 peças | 15,00 | 150,00 |
| Máscara descartável, com tiras | 10 Pacotes com 50 peças | 6,00 | 60,00 |
| Tubo para centrifuga, tipo falcon, capacidade de 15 mL | 40 Pacotes com 50 unidades (cada) | 23,00 | 920,00 |
| Tubo para centrifuga, tipo falcon, capacidade de 50 mL | 40 Pacotes com 50 unidades (cada) | 35,00 | 1.400,00 |
| Pipeta tipo Pasteur 3,0 mL, descartável | 4 Pacotes com 500 unidades (cada) | 34,00 | 136,00 |
| Cartuchos de tinta (preto e colorido) para impressora multifuncional | 4 cartuchos | 100,00 – preto | 400,00 |
| | | 100,00 - colorido | |
| Materiais de referência de matrizes diversas – alimentos | 8 frascos | 2450,00 | 19.600,00 |
| Consumíveis para o equipamento espectrômetro de emissão óptica com fonte de plasma indutivamente acoplado (tubo tygon, anel de Viton, nebulizador, tocha fixa, câmara nebulização) | | | 30.000,00 |
| Consumíveis para o equipamento espectrômetro de absorção atômica e forno de grafite | | | 30.000,00 |
| Reagentes específicos para desenvolvimento de métodos de determinação de metais em alimentos | | | 10.000,00 |
| Serviço de manutenção preventiva/corretiva em equipamento de ensaio Espectrômetro de Absorção Atômica (AAS) | 16 horas | 400,00/h | 6.400,00 |

| | | | |
|--|-----------|----------|------------|
| Serviço de manutenção preventiva/corretiva em equipamento de ensaio Espectrômetro de Emissão Óptica com fonte de plasma indutivo (ICP OES) | 24 horas | 400,00/h | 9.600,00 |
| Manutenção no sistema no-break | 8 horas | 300,00/h | 2.400,00 |
| Suporte e pastas para acondicionamento de procedimentos e instruções de trabalho | | | 2.500,00 |
| Soluções padrões dos metais a determinar | 8 frascos | 400,00 | 3.200,00 |
| Compra de peixes, carnes e crustáceos | | | 1.000,00 |
| Espátulas plásticas para manuseio amostras | | | 100,00 |
| Pagamento de taxas de inscrição em Congressos e similares | | | 20.000,00 |
| Serviço de calibração das balanças | | | 1.000,00 |
| Estantes plásticas para tubos Falcon - vários tamanhos | | 20,00 | 400,00 |
| Adaptadores para centrífuga NT 810 | | | 500,00 |
| Bateriais e pilhas para termohigrômetros | | | 500,00 |
| Serviço de manutenção em estufa | | | 1.000,00 |
| | | Total: | 141.326,00 |

| Capital - Material Permanente: | | | |
|--|-------------------|----------------------------|-----------|
| Descrição do Material | Quantidade | Valor (unidade - em Reais) | Total |
| Impressora multifuncional | 1 | 1000,00 | 1000,00 |
| Balança de precisão, capacidade até 4000 g e sensibilidade de 0,01g. | 1 | 4000,00 | 4000,00 |
| Projetor multimídia | 1 | 3000,00 | 3000,00 |
| Termômetro calibrado | 2 | 300,00 | 600,00 |
| Agitador tubos – vortex | 1 | 1400,00 | 1400,00 |
| Liofilizador de bancada | 1 | 40.000 | 40000,00 |
| | | Total: | 50.000,00 |
| VALOR TOTAL = CONSUMO + PERMANENTE: | 191.326,00 | | |

g) Cronograma físico:

| Cronograma Avidades/Período | ANO 1 | | ANO 2 | |
|---|------------|------------|------------|------------|
| | Semestre 1 | Semestre 2 | Semestre 1 | Semestre 2 |
| Estudo de métodos de digestão e preparação de amostras | | | | |
| Testes iniciais de digestão de amostras | | | | |
| Elaboração de requisições para materiais necessários | | | | |
| Desenvolvimento das metodologias e validação | | | | |
| Tratamento estatístico dos dados obtidos | | | | |
| Elaboração e emissão dos relatórios de validação | | | | |
| Elaboração e emissão dos procedimentos das técnicas desenvolvidas | | | | |
| Realização de seminários internos para divulgação das atividades | | | | |
| Participação em eventos como congressos, seminários e similares | | | | |
| Elaboração de relatório final do projeto | | | | |

h) Identificação dos demais participantes do projeto:

Marycel Elena Barboza Cotrim
Maria Aparecida Faustino Pires
Elaine Arantes Jardim Martins
Helio Akira Furusawa
Sabine Neusatz Guilhen

i) Disponibilidade efetiva de infraestrutura e de apoio técnico para o desenvolvimento do projeto, estimativa dos recursos financeiros de outras fontes, se pertinente e anuência do responsável pela unidade do IPEN.

O laboratório é formado por seis diferentes áreas, com separação efetiva entre elas, prevenindo dessa forma qualquer contaminação cruzada entre amostras. Possui suficiente fontes de energia, iluminação e condições ambientais pertinentes à realização e desenvolvimento de metodologias analíticas.

Em uma das áreas instrumentais possui dois Espectrômetros de Emissão Óptica com Plasma Induzido (ICP OES) e um Espectrofotômetro de Absorção Atômica (AAS). Anexa a esta área existe um laboratório de apoio contendo balanças, sistema digestor de amostras e todos os equipamentos auxiliares necessários.

O pessoal de apoio técnico é composto por mestres e doutores com experiência comprovada nas técnicas disponíveis. Também há pessoal qualificado para apoio nas atividades de pesagens e lavagem de material específico.

Anuência do responsável pela unidade do IPEN

Eu, Ademar Benévolo Lugão, gerente do Centro de Química e Meio Ambiente (CQMA), afirmo que tenho ciência e concordo no projeto “Desenvolvimento, validação e implantação de metodologias analíticas para determinação de contaminantes inorgânicos em alimentos”, do proponente João Cristiano Ulrich.

Ademar Benévolo Lugão
Gerente do CQMA
24/05/2017

j) Lista de referências bibliográficas

- [1] Lima MAC, Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia22/AG01/arvore/AG01_179_24112005115229.html
Acesso em: 12 maio 2017.
- [2] SPERS, E.E. A segurança alimentar ao longo da cadeia. **Conjuntura Alimentos**, v. 5, n. 1, p. 18-26, 1993.
- [3] TEIXEIRA, I. Segurança Alimentar Ameaçada. **Conjuntura Econômica**, v. 35, n. 12, p. 109-113, 1981.
- [4] Programa Fome zero. Disponível em: <http://bolsa-familia.info/fome-zero.html>
Acesso em: 12 maio 2017.
- [5] SALGADO-RAMÍREZ, C.A.; MANSILLA-RIVERA, I.; RODRÍGUEZ-SIERRA, C.J. Comparison of trace metals in different fish tissues of *Scomberomorus* spp. (“sierra”) and *Lutjanus synagris* (“arrayado”) from jobos Bay and La Parguera coastal areas in Southern Puerto Rico. **Regional Studies in Marine Science**, v. 13, p. 1-11, 2017.
- [6] TAYLOR, D.L.; WILLIAMSON, P.R. Mercury contamination in Southern New England coastal fisheries and dietary habits of recreational anglers and their families: implications to human health and issuance of consumption advisories. **Marine Pollution Bulletin**, v. 114, p. 144-156, 2017.
- [7] HARVEY, P.J.; HANDLEY, H.K.; TAYLOR, M.P. Widespread copper and lead contamination of household drinking water, New South Wales, Australia. **Environmental Research**, v.151, p. 275-285, 2016.
- [8] REBELO, F.M.; CALDAS, E.D. Arsenic, lead, mercury and cadmium: Toxicity, levels in breast milk and the risks for breastfed infants. **Environmental Research**, v. 151, p. 671-688, 2016.
- [9] NERÍN, C.; AZNAR, M.; CARRIZO, D. Food contamination during food process. **Trends in food Science & Technology**, v. 48, p. 63-68, 2016.
- [10] MAULVAULT, A.L.; ANACLETO, P.; BARBOSA, V. et al. Toxic elements and speciation in seafood samples from different contaminated sites in Europe. **Environmental Research**, v. 143, p. 72-81, 2015.
- [11] CLEMENTE, R.; PARDO, T.; MADEJÓN, P.; MADEJÓN, E.; BERNAL, M.P. Food byproducts as amendments in trace elements contaminated soils. **Food Research International**, v. 73, p. 176-189, 2015.
- [12] FALANDYSZ, J.; DREWNOWSKA, M. Distribution of mercury in *Amanita fulva* (Schaeff.) Secr. mushrooms: Accumulation, loss in cooking and dietary intake. **Ecotoxicology and environmental Safety**, v. 115, p. 49-54, 2015.
- [13] CODEX ALIMENTARIUS – International Food Standards. **General standard for contaminants and toxins in food and feed**. Codex Stan 193-1995, revisado em 2009 e retificado em 2016.
- [14] JORNAL OFICIAL DA UNIÃO EUROPEIA – **Regulamento (CE) n. 1881/2006 que fixa os teores máximos de certos contaminantes presentes nos gêneros alimentícios**. Disponível em: <http://eur-ex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:364:0005:0024:PT:PDF>
Acesso em: 19 maio 2017.
- [15] MINISTÉRIO DA SAÚDE – AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução da Diretoria Colegiada – RDC N. 42 – Dispõe sobre o regulamento técnico MERCOSUL sobre limites máximos de contaminantes inorgânicos em alimentos**. 2013.
- [16] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2008. (NBR ISO 9001).

- [17] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Sistemas de gestão da segurança de alimentos – requisitos para qualquer organização na cadeia produtiva de alimentos.** Rio de Janeiro: ABNT, 2006. (NBR ISO 22000).
- [18] AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resoluções e instrumentos regulatórios. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/> - “buscar no portal: APPCC”
Acesso em: 17 maio 2017.
- [19] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração.** Rio de Janeiro: ABNT, 2005. (NBR ISO 17025).
- [20] TONDO, E.C.; CASARIN, L.S.; OLIVEIRA, A.B.; MARTELLO, L.; SILVA JR, E.A.; GELLI, D. Avanços da segurança de alimentos no Brasil. **Vigil. Sanit. debate**, v. 3, n. 2, p. 122-130, 2015.