



Estudo da Cadeia de Suprimento do Programa Nuclear Brasileiro

Irradiadores e Aplicações

Panorama - Análise de oportunidades e desafios para o segmento de Irradiadores e Aplicações na Cadeia Produtiva do Agronegócio

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
Ciência, Tecnologia e Inovação



Ministério do
Desenvolvimento, Indústria
e Comércio Exterior

Ministério da
Ciência e Tecnologia





- **INTRODUÇÃO**
- **CARACTERIZAÇÃO DO AGRONEGÓCIO BRASILEIRO**
- **CONTEXTUALIZAÇÃO**
- **MERCADOS**
- **EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA**
- **DIFICULDADES EXISTENTES (OBICES)**
- **OPORTUNIDADES DE EXPANSÃO**
- **CUSTOS E INVESTIMENTOS**
- **TENDÊNCIAS**
- **PERSPECTIVAS**
- **CONSIDERAÇÕES FINAIS**
- **RECOMENDAÇÕES**
- **CONCLUSÃO**



■ INTRODUÇÃO

- As técnicas nucleares possibilitam diversas aplicações da irradiação em grande parte das cadeias produtivas do Agronegócio;
- Neste trabalho, enfocamos as cadeias produtivas pelo seus potenciais de aplicação das tecnologias de irradiação e não necessariamente pelo seu valor econômico intrínseco;
- Após consultarmos e analisarmos pesquisas e estudos técnico científicos da literatura mundial é fato incontestável que os alimentos “in natura” e os seus derivados irradiados são extremamente seguros;
- A aplicação de irradiação nos produtos do Agronegócio não restringe-se aos alimentos, mas estende-se ao segmento de fibras, agroenergia e silvicultura;
- O propósito do presente trabalho, não foi apenas de identificarmos oportunidades para expansão do uso da irradiação, mas também identificarmos óbices e apontarmos recomendações para contorná-los;
- Na atualidade, mais de 50 países tem aprovado a irradiação ao redor de 60 produtos alimentares incluindo o Brasil, regulamentado pela Resolução RDC n°21, de 26 de janeiro de 2001 da ANVISA.



- **CARACTERIZAÇÃO DO AGRONEGÓCIO BRASILEIRO**
 - **Cadeias Produtivas do Agronegócio**
 - **O agronegócio é um sistema constituído por cadeias produtivas que envolve operações desde a produção, armazenamento, distribuição e comercialização de insumos e de produtos agropecuários e agroflorestais.**



■ CARACTERIZAÇÃO DO AGRONEGÓCIO BRASILEIRO

■ O Agronegócio em Números

- O PIB do Agronegócio atingiu 710,8 bilhões de reais em 2008, contra 611,8 bilhões reais em 2007, com elevação de 16,2% (IBGE);
- O PIB do Agronegócio atingiu em 2008 cerca de 27.0% em relação o PIB Total do Brasil;
- O Agronegócio no segmento primário ocupa 7,5% da superfície do país e mesmo assim somos os maiores exportadores do mundo de carne, café, açúcar, suco de laranja e o segundo em soja e no milho;
- Ao longo dos últimos 35 anos, o Brasil se transformou de importador de alimentos, em um dos maiores exportadores do mundo;
- A Balança Comercial do Agronegócio apresentou em 2009, saldo de 54,93 bilhões de reais contra 24,61 milhões do total Brasil;
- O Saldo da Balança Comercial do Agronegócio tem evoluído a taxas médias anuais de 15,7% de 2000 a 2009;
- O Agronegócio é responsável por 35% dos empregos do país, o que representa em torno de 12% da população;
- Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o agronegócio brasileiro ocupa uma área de 76,6 milhões de hectares.



■ CONTEXTUALIZAÇÃO

■ Aspectos Gerais

- Os produtos do agronegócio irradiados não são uma novidade;
- As discussões sobre a aplicação de irradiação, através de irradiadores para os produtos do agronegócio, tomaram vulto a partir da década de 60;
- As primeiras aplicações em nível comercial da irradiação restringiram-se a desinfestação da pimenta do reino e na esterilização de “bags” assépticos para envasamentos de vários derivados de frutas e vegetais;
- Em 1976, um comitê misto das Nações Unidas recomendou a aceitação incondicional de cinco alimentos irradiados: frango, mamão, batata, morango e trigo;
- É importante mencionarmos que em 1979, o Codex Alimentarius elaborou e publicou um código de práticas, recomendado para o tratamento de alimentos (CAC/RCP 19-1979, Rev 1-2003).



■ CONTEXTUALIZAÇÃO

■ Benefícios da Irradiação dos Alimentos

Quanto aos benefícios da irradiação de alimentos, podemos citar entre outros:

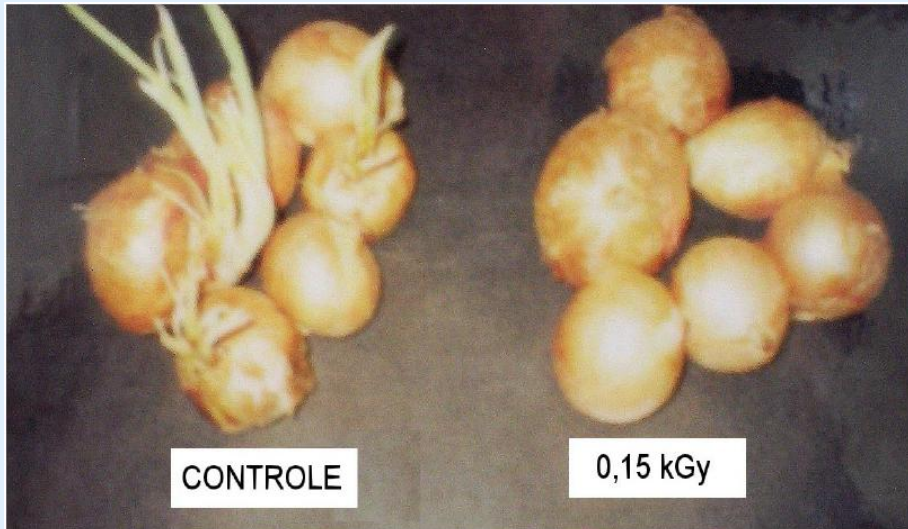
- Redução de perdas pós-colheita (a perda de produtos da agricultura, pelo amadurecimento, germinação, ou crescimento prematuros, libertando os produtos de organismos prejudiciais às plantas e produtos vegetais);
- Desinfestação de vegetais frescos e de produtos armazenados;
- Prorrogação/aumento do prazo de validade dos alimentos, tais como frutas, frutos secos, especiarias, legumes, produtos cárneos e pescados;
- Redução dos microorganismos responsáveis pela deterioração;
- Eliminação de microorganismos causadores de doenças (Reduzir o risco de doenças de origem alimentar pela destruição de microrganismos patogênicos).



■ CONTEXTUALIZAÇÃO

■ Exemplos de Benefícios de Irradiação de Alimentos:

Cebolas e Batatas





■ CONTEXTUALIZAÇÃO

■ Aumento da vida útil dos alimentos

Produto	Vida útil sem ionização	Vida útil com ionização
Alho	4 meses	10 meses
Arroz	1 ano	3 anos
Banana	15 dias	45 dias
Batata	1 mês	6 meses
Cebola	2 meses	6 meses
Farinha	6 meses	2 anos
Legumes e Verduras	5 dias	18 dias
Papaia	7 dias	21 dias
Manga	7 dias	21 dias
Milho	1 ano	3 anos
Frango Refrigerado	7 dias	30 dias
Filé de Pescada Refrigerado	5 dias	30 dias
Morango	3 dias	21 dias
Trigo	1 ano	3 anos

Fonte: Dados disponíveis em <<http://www.cbe-sa.com.br/alimentos2.asp>>



■ CONTEXTUALIZAÇÃO

■ Aplicação para Produtos do Agronegócio

Três níveis de irradiação podem ser aplicados conforme os objetivos.

Radurização - baixas doses (<1kGy)

Dose reduzida (até 1 kGy)		
Função	Dose (kGy)	Produtos Irradiados
Inibir a germinação	0,05-0,15	Batatas, cebolas, alho, raiz de gengibre e outros
Eliminar insetos e parasitas	0,15-0,50	Cereais e legumes, frutas frescas e secas, pescados e carnes frescas e secas, carne de porco fresca
Atrasar processos fisiológicos	0,50-1,00	Frutas e hortaliças frescas

Fonte: Spolaore, Germano e Germano, 2003.



■ CONTEXTUALIZAÇÃO

Aplicação para Produtos do Agronegócio

Radicação – doses intermediárias (1 a 10 kGy)

Dose média (1 a 10 kGy)		
Função	Dose (kGy)	Produtos Irradiados
Prolongar tempo de conservação	1,00-3,00	Pescado Fresco
Eliminar microorganismos de decomposição e patógenos	1,00-7,00	Mariscos frescos e congelados, aves, carne crua ou congelada
Melhorar as propriedades tecnológicas do alimento	2,00-7,00	Uvas (aumentando a produção de sumo), verduras desidratadas (diminui o tempo de cocção)

Fonte: Spolaore, Germano e Germano, 2003.



■ CONTEXTUALIZAÇÃO

Aplicação para Produtos do Agronegócio

Radapertização – altas doses (10 a 50 kGy)

Dose elevada (10 a 50 kGy)		
Função	Dose (kGy)	Produtos Irradiados
Esterilização industrial (juntamente com o calor suave)	30,00-50,00	Carne, aves, mariscos, alimentos preparados, dietas hospitalares esterilizadas
Descontaminar certos aditivos alimentares e ingredientes	10,00-50,00	Especiarias, preparações enzimáticas

Fonte: Spolaore, Germano e Germano, 2003.



■ MERCADOS

- Países e tipos de produtos atualmente sendo irradiados

Volumes de Alimentos Irrradiados no Mundo (Toneladas) - 2005

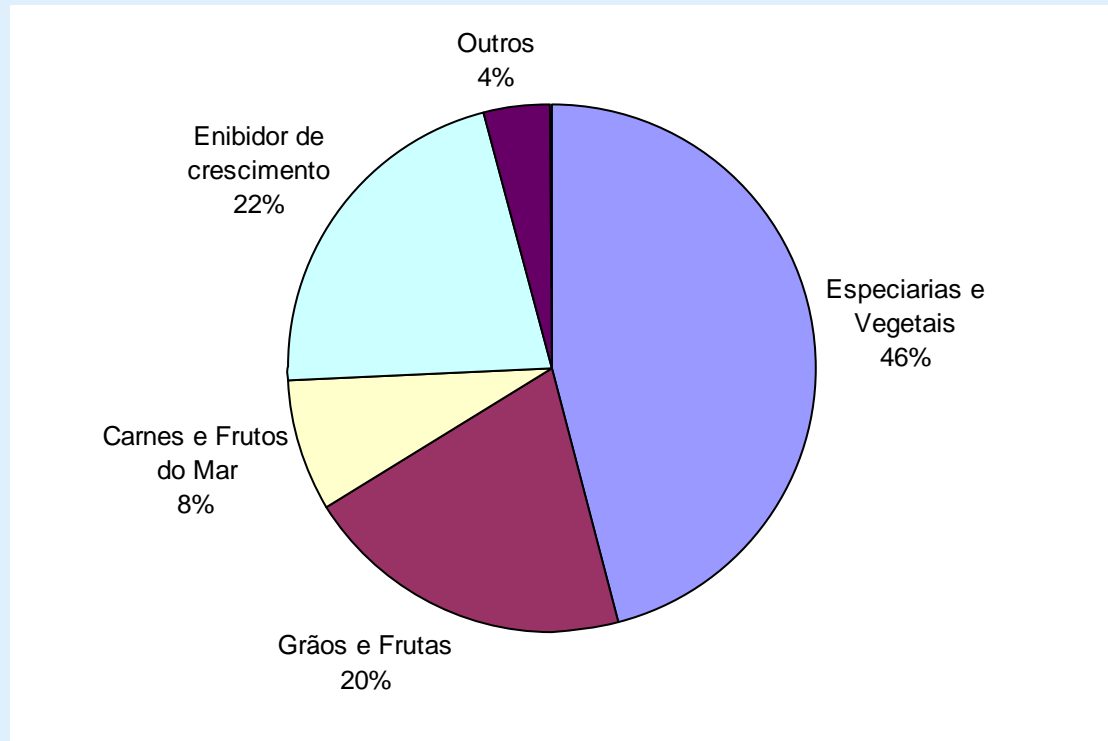
	Especiarias e Vegetais	Grãos e Frutas	Carnes e Frutos do Mar	Inibidor de crescimento	Outros	Total
Américas	101.400	7.000	8.000			116.400
Europa	3.649	11	9.263		2.137	15.060
Ásia e Oceania	62.912	4.582	15.208	88.196	12.411	183.309
África e Outros	17.725	70.000			2.310	90.035
Mundo	185.686	81.593	32.471	88.196	16.858	404.804

Fonte: Radiation Physics and Chemistry, 2009.



■ MERCADOS

Participação dos Volumes de Alimentos Irradiados no Mundo (Toneladas) - 2005



Fonte: Radiation Physics and Chemistry, 2009.



IRRADIADORES E APLICAÇÕES - AGRONEGÓCIO

■ MERCADOS

■ Produtos Aprovados para Irradiação por Diversos Países e OMS

Batata	Carnes semi-elaboradas
Cebola	Frutas Frescas
Alho	Aspargos
Cogumelo	Carne Fresca
Trigo, Farinha de Trigo	Filés de Bacalhau e Hadoque
Frutas Secas	Frango (eviscerado)
Grãos de Cacau	Camarão
Alimentos Secos Concentrados	Produtos Cárneos Preparados para Culinária
Carne de Frango Fresca	Refeições Congeladas
Bacalhau e Peixe-Vermelho	Alimentos Frescos, Enlatados/Líquidos
Temperos/Condimentos	

Fonte: Radiation Physics and Chemistry, 2009.



■ MERCADOS

■ Mercados por Cadeias para Aplicação da Irradiação Considerados pelo Estudo:

- A Cadeia Produtiva do Algodão;
- A Cadeia Produtiva das Flores;
- A Cadeia Produtiva das Frutas;
- A Cadeia Produtiva dos Grãos (Complexo Grãos):
 - A Cadeia Produtiva do Arroz;
 - A Cadeia Produtiva do Feijão;
 - A Cadeia Produtiva do Milho;
 - A Cadeia Produtiva da Soja;
 - A Cadeia Produtiva do Trigo.
- A Cadeia Produtiva das Ervas e Especiarias;
- A Cadeia Produtiva das Rações Animais;
- A Cadeia Produtiva das Carnes (Complexo Carnes):
 - A Cadeia Produtiva de Carne Bovina;
 - A Cadeia Produtiva de Suínos;
 - A Cadeia Produtiva de Aves (Frango).
- A Cadeia Produtiva do Leite e Derivados.



■ EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA

- A evolução das técnicas de irradiação tem possibilitado a comercialização de produtos altamente perecíveis entre mercados distantes;
- O aperfeiçoamento dos processos de irradiação, já podemos afirmar, podem com segurança e economia serem aplicados a produtos “in natura”, e substituindo processos ao longo da cadeia produtiva e distributiva dos alimentos;
- Processos emergentes vem sendo estudados e aplicados na área de alimentos:
 - Como pulsos elétricos, luz pulsante, alta pressão hidrostática, ultrasson e embalagens ativas;
 - Tais tecnologias são denominadas frias e poderão ser aplicadas em combinação com a aplicação de irradiação na área de alimentos processados, principalmente.



■ DIFICULDADES EXISTENTES (OBICES)

- A exigência por todas as legislações dos países, incluindo-se o Brasil exigem na rotulagem dos produtos declaração explícita que foram irradiados.
 - Isto inibe a livre comercialização e investimentos.

- No que se refere as instalações de irradiação no Brasil:
 - São poucas.
 - Concentrados, independentemente dos pólos de produção e fabricação.
 - Segundo empresários consultados, é difícil tratar volumes comerciais com doses baixas (inferior a 5 Gy).
 - Situação econômica de muitos agronegócios não permite autofinanciamento em novas tecnologias
 - Principalmente no âmbito das agroindústrias:
 - Custo adicional da irradiação na sua inserção nas operações unitárias já adotadas.
 - Custo e dificuldades logísticas.

- Faltam mais irradiadores multi propósito



■ DIFICULDADES EXISTENTES (OBICES)

- **Baixo nível de conhecimento das aplicações de irradiação em alimentos por parte dos pequenos e médios agronegócios e agroindústrias;**
- **Apesar dos benefícios da irradiação para a segurança dos alimentos, a grande parte da população consumidora:**
 - **Ainda continua temerosa;**
 - **Confunde radioatividade e seus efeitos na saúde humana com produtos irradiados, seguros e inócuos.**
- **Continuam existindo ainda restrições impostas por alguns médicos e grupos ecológicos que efeitos de irradiação nos alimentos, no médio e longo prazo não foram totalmente estudados.**



■ OPORTUNIDADES DE EXPANSÃO

- As oportunidades estarão vinculadas a velocidade de expansão do crescimento da produção e comercialização dos produtos do agronegócio;
- As restrições que estão sendo feitas sobre a aplicação do uso de substâncias químicas, principalmente nos tratamentos quarentenários deverão levar a uma maior aplicação da irradiação como tecnologia alternativa;
- A irradiação é eficaz para evitar a grande incidência das **Enfermidades Transmitidas pelos Alimentos (ETAs)** e as milionárias perdas de alimentos.



■ CUSTOS E INVESTIMENTOS

Comparando-se o custo da irradiação com algumas tecnologias atualmente largamente utilizadas temos:

- “Packing house” com sistema para irradiação contínua p/ 60 mil t/ano - US\$ 4,0 milhões;
- “Packing house” com sistema hidrotérmico p/ 60 mil t/ano - US\$ 3,0 milhões;
- Irradiação comercial:
 - Doses baixas: 10 - 15 US\$/t;
 - Altas doses: 100 - 250 US\$/t.
- Custo da Irradiação: 10% - 20% do custo do tratamento hidrotérmico.;
- Especificamente, as cifras apresentadas são comparáveis a outras tecnologias tradicionais para o tratamento e processamento de produtos “in natura” e industrializados.



■ TENDÊNCIAS

- Vem crescendo e competindo com outras tecnologias não térmicas e limpas;
- As suas vantagens levaram a OMS à recomendação da sua aplicação;
- Em termos de expansão de uso, a irradiação experimentará avanços na busca de controlar alimentos para contornar as crescentes barreiras fitossanitárias;
- Os segmentos do Agronegócio cujos produtos já estão utilizando a irradiação deverão a médio prazo demandar mais instalações prestadoras de serviços;
- A irradiação evidentemente terá seu espaço, através de aplicação isolada ou em combinação com outras tecnologias.

A aplicação da irradiação em produtos do agronegócio tende a expandir-se.



■ PERSPECTIVAS

- **As aplicações da irradiação deverá participar, a médio e longo prazo, nas operações unitárias de 20% dos processos de alimentos e 30% na utilização de embalagens para processamentos assépticos;**
- **As exigências de mercado e a busca de competitividade deverão alavancar a irradiação, sem sombra de dúvidas, na busca dos principais mercados;**
- **No caso dos alimentos, as nossas perspectivas fundamentam-se nas vantagens da irradiação, pois permite destruição de micro-organismos em baixas temperaturas e segurança;**
- **As barreiras fitossanitárias estão tornando-se cada vez mais rígidas e a aplicação da irradiação parece ser um caminho seguro a seguir.**



■ CONSIDERAÇÕES FINAIS

Já existe um considerável conhecimento sobre a aplicação de irradiação de produtos gerados pelo agronegócio, destinados à alimentação humana e animal ou destinados para outros propósitos.

Estudos mostram que a irradiação pode beneficiar os produtores de alimentos, fabricantes e consumidores, porque:

- 1 - Pragas e microorganismos causadores de doenças são reduzidos ou eliminados;
- 2 - O valor nutricional é praticamente inalterado;
- 3 - Não ocorreram alterações químicas nocivas;
- 4 - A aparência dos alimentos não é alterado;
- 5 - Os produtos não se tornam radioativos.



■ CONSIDERAÇÕES FINAIS

No entanto, isso não significa que a irradiação de alimentos é a "solução final" para todos os problemas alimentares. Existem algumas limitações segundo a American Nuclear Society:

- 1 - Pode ser usada somente em uma gama limitada de alimentos;
- 2 - As doses de radiação nos níveis recomendados não inativam todos os microrganismos.



■ CONSIDERAÇÕES FINAIS

O símbolo internacional da irradiação de alimentos foi estabelecido para indicar produtos alimentícios tratados por irradiação.

Símbolo Internacional da Irradiação de Alimentos:



O símbolo deve ser acompanhado pelas palavras "tratado por irradiação" ou "tratado com radiação".



■ RECOMENDAÇÕES

A análise de 14 cadeias do agronegócio revelaram oportunidades promissoras para a irradiação no setor.

E como as técnicas de irradiação já foram identificadas e caracterizadas no Brasil e no exterior. Tais fatos possibilitam uma série de recomendações:

- Campanhas educativas;
- Campanhas de comunicação;
- Educação alimentar;
- Linhas de crédito específicas para irradiação;
- Estudos e pesquisas;
- Educação e capacitação;
- Plantas de pequeno porte;
- Plantas móveis;
- Articulações e parcerias;
- Recursos financeiros para mais investimentos do CNEN em irradiadores multi-propósito.



■ CONCLUSÃO

- Os negócios das cadeias produtivas do agronegócio ainda não aproveitam do potencial da irradiação;
- A medida que for maior a conscientização do consumidor e as empresas agroindustriais e agrocomerciais detectarem esta percepção, sua reação será decorrente;
- É importante também salientar e enfatizar que no âmbito de produtos e processos do agronegócio, o Brasil já reuniu um cabedal de conhecimentos e resultados expressivos para dar suporte a aplicação da irradiação.



■ CONCLUSÃO

- **É fundamental para a consolidação e expansão da irradiação dos produtos das cadeias produtivas do agronegócio o suporte para os centros de excelência existentes no Brasil;**
- **A irradiação de alimentos pode ser considerada como uma das ferramentas extremamente úteis para garantir a segurança alimentar no século XXI. A introdução da irradiação de forma universal tornar-se-ia tão importante para a saúde pública como o advento no século passado do leite pasteurizado e água clorada na virada do século.**



■ CONCLUSÃO

Em síntese: Considerando o exposto no presente relatório, a irradiação de boa parte de produtos gerados pelo agronegócio, alguns a curto prazo e outros a médio prazo devem ser consideradas alternativas tecnológicas emergentes e caracterizadas como limpas, seguras e não térmicas. Nestas condições, é praticamente certo o aumento da utilização desta tecnologia no Brasil e no exterior.



OBRIGADO!

Moacyr Saraiva Fernandes
Consultor do CGEE