



Modelo de Plano de Negócios para a instalação e funcionamento sustentável de Irradiador Multipropósito: Fomento do Uso em Alimentos e outros Produtos do Setor Agropecuário

**Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento - MAPA**



Modelo de Plano de Negócios para a instalação e funcionamento sustentável de Irradiador Multipropósito: Fomento do Uso em Alimentos e outros Produtos do Setor Agropecuário

Missão do Mapa:
Promover o desenvolvimento sustentável
das cadeias produtivas agropecuárias,
em benefício da sociedade brasileira

Brasília
MAPA
2022

2022 Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Todos os direitos reservados. Permitida a reprodução parcial ou total desde que citada a fonte e que não seja para venda ou qualquer fim comercial. A responsabilidade pelos direitos autorais de textos e imagens desta obra é do autor.

1a Edição. Ano 2022

Tiragem: 10.000 exemplares

Elaboração, distribuição, informações:

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Secretaria de Inovação, Desenvolvimento Sustentável e Irrigação

Departamento de Desenvolvimento de Cadeias Produtivas

Coordenação-Geral de Sistemas Integrados de Produção Agrícola

Endereço: Esplanada dos Ministérios, Bloco D - andar, Sala 110

CEP: 70043-900 Brasília - DF

Tel.: (61) 3218-2390/3776

e-mail: cgsipa.decap@agro.gov.br

Coordenação Editorial – Assessoria Especial de Comunicação Social – AECS

Equipe técnica: Andrea Figueiredo Procópio de Moura, Jorge Caetano Júnior, Lara Line Pereira de Souza, Luis Eduardo Pacifici Rangel, Matheus Miranda de Ávila, Tiago Rusin.

Coordenação: Marcus Vinicius de Miranda Martins, Lara Line Pereira de Souza.

CATALOGAÇÃO NA FONTE
BIBLIOTECA NACIONAL DE AGRICULTURA – BINAGRI

FOLHA DE ROSTO PARA PRODUTOS DE COOPERAÇÃO TÉCNICA

Identificação

Consultor(a) / Autor(a): Patricia Wieland

Número do Contrato: 121134

Nome do Projeto: BRA/IICA/16/001 “Modernização da gestão estratégica do MAPA para aperfeiçoar as políticas públicas de promoção do desenvolvimento sustentável, segurança alimentar e competitividade do agronegócio”.

Oficial/Coordenador Técnico Responsável: Lara Line Pereira de Souza, MAPA/CDCA

Data /Local: Rio de Janeiro, 26 de agosto de 2022

Classificação

Temas Prioritários do IICA

Agroenergia e Biocombustíveis	Sanidade Agropecuária	
Biotecnologia e Biossegurança	Tecnologia e Inovação	x
Comércio e Agronegócio	x Agroindústria Rural	
Desenvolvimento Rural	Recursos Naturais	
Políticas e Comércio	Comunicação e Gestão do Conhecimento	x
Agricultura Orgânica	Outros:	
Modernização Institucional	x	

Palavras-Chave: irradiadores, gestão, operação, custos, redução de perda e desperdício, alimentos, produtos agropecuários, Brasil.

Resumo

Título do Produto: PRODUTO 4: Modelo de plano de Negócios voltado à Instalação e Funcionamento Sustentável de Irradiador Multipropósito para Fomento do Uso a Alimentos e outros Produtos do Setor Agropecuário

Subtítulo do Produto:

Resumo do Produto: Esse relatório contém um modelo de plano de negócios para o planejamento, instalação e operação de um irradiador multipropósito, voltado prioritariamente para frutas visando exportação. Este documento contém uma simulação de um plano de negócios para uma empresa hipotética no Nordeste do País e descreve as etapas do planejamento como posicionamento de mercado, plano operacional, plano financeiro, avaliação e documentação de apoio. A cada etapa do modelo de plano de negócios, notas explicativas guiam o seu preenchimento, a análise e fornecem informações relevantes para o planejamento estratégico e gestão da empresa. Uma planilha em Excel acompanha este produto.

Qual o Objetivo Primário do Produto?

Elaboração e disponibilização de modelo de plano de negócios voltado à instalação e funcionamento sustentável de um irradiador multipropósito, com prioridade para irradiação ionizante de frutas tropicais, selecionadas segundo seu potencial de exportação a mercados que admitam a radiação ionizante como tratamento para ampliação do tempo de prateleira e eventual mitigação de riscos fitossanitários.

Que Problemas o Produto deve Resolver?

Este produto deve facilitar o fomento do uso da tecnologia de irradiação em alimentos e produtos do setor agropecuário. Ao apresentar os planos operacionais e financeiros detalhados de um modelo de plano de negócios, espera-se que atraia investidores, empresários e especialistas à tecnologia de preservação de alimentos com radiação, reduzindo perdas e desperdícios de alimentos e criando sinergia entre as partes interessadas, como produtores, especialistas na tecnologia e Governo.

Como se Logrou Resolver os Problemas e Atingir os Objetivos?

Para a elaboração deste relatório, a autora usou a conhecida estrutura de plano de negócios do SEBRAE com a adição de requisitos de planejamento estratégico, gestão e governança, essenciais para um empreendimento de porte compatível com a complexidade de um serviço de irradiação multipropósito. O modelo elaborado foi testado com dados obtidos de estimativas, demandas e custos para um acelerador de elétrons ou raios-X, em planilhas editáveis e adaptáveis para diferentes situações, dados e contextos.

Além de pesquisa em referências bibliográficas nacionais e internacionais e de apresentações em reuniões técnicas, a autora analisou casos de implementação de irradiaadores em outros países e entrevistou representantes dos principais fornecedores de irradiaadores, produtores rurais, reguladores, administradores e investidores, com enfoque aos produtores de frutas e especialistas em irradiação de alimentos, e visitou uma fazenda e uma packing house em Petrolina, PE e o CEASA no Rio de Janeiro, RJ.

Quais Resultados mais Relevantes?

O modelo de plano de negócios reúne todos os elementos para um bom planejamento, tanto da fase pré-operacional, quanto dos primeiros anos da fase operacional de um serviço de irradiação para múltiplos propósitos, com uma visão global dos aspectos técnicos e administrativos, inexistente até o momento.

O modelo apresenta uma abordagem inovadora para a sustentabilidade do serviço de irradiação multipropósito, aliando a atividade central de irradiação com os serviços de consultoria especializada e logística como embalagem, transporte e armazenamento a frio, importantes para a cadeia de suprimentos do agronegócio ao longo do ano.

O Que se Deve Fazer com o Produto para Potencializar o seu Uso?

Divulgar para produtores, distribuidores, exportadores, escolas do agronegócio e pesquisadores da área assim como investidores em serviços de tecnologia de alimentos e tratamento com radiação, que poderão se beneficiar das informações constantes deste relatório.

Conteúdo

Apresentação	8	5.2a) cálculo do preço de custo do serviço de irradiação	67
Agradecimentos	10	5.2b) determinação de custos de consultoria e logística	68
1. Sumário executivo	11	5.2c) preço de venda do serviço	68
1a) resumo do plano de negócios da empresa	11	5.2d) estimativa da receita anual	70
1b) dados dos empreendedores, perfis e atribuições	12	5.3 Custos variáveis	72
1c) principais produtos e/ou serviços	12	5.3a) estimativa dos custos variáveis para irradiação	72
1d) principais clientes	12	5.3b) estimativa dos custos variáveis para logística	73
1e) localização da empresa	12	5.3c) estimativa dos custos variáveis para consultoria	74
1f) resumo dos indicadores	12	5.3d) estimativa dos custos variáveis anuais totais	74
1g) exemplos de iniciativas semelhantes (concorrentes)	12	5.4 Custos fixos	75
1h) período previsto	13	5.4a) estimativa dos custos com mão-de-obra	75
2. A empresa	14	5.4b) estimativa do custo com depreciação, manutenção e seguros	75
2.1 Dados do empreendimento	14	5.4c) estimativa dos custos com amortização	76
2.2 Setor de atividades	16	5.4d) estimativa dos custos fixos totais	77
2.3 Forma jurídica	17	5.5 Demonstrativo de resultados	78
2.4 Enquadramento tributário	17	5.6 Indicadores de viabilidade	80
2.5 Capital social	17	5.6.1 Ponto de equilíbrio	80
2.6 Fonte de recursos	18	5.6.2 Lucratividade, rentabilidade, retorno do investimento, vpl	81
3. Posicionamento de mercado	19	6. Avaliação do plano de negócios	83
3.1 Relevância da empresa	19	7. Documentação de apoio	87
3.2 Descrição dos principais serviços	21	8. Recomendações	88
3.2a) serviços de irradiação multipropósito	21	9. Referências	89
3.2b) serviços de logística	21	Apêndice a - listas de verificação	90
3.2c) serviços de consultorias	21	Apêndice b - modelo de contrato para tratamento com radiação	97
3.3 Estudo dos stakeholders	21	Apêndice c - modelo de formulário de requisição de irradiação	100
3.4 Análise dos clientes potenciais	23	Apêndice d - elementos do sistema de gestão da qualidade	102
3.5 Estudo dos concorrentes	30	Apêndice e - processos de qualificação	105
3.6 Estudo dos fornecedores	32	Qualificação da instalação de um irradiador	105
3.7 Estratégias promocionais	36	Qualificação operacional de um irradiador	107
4. Plano operacional	42	Qualificação de desempenho de um irradiador	109
4.1 Localização do negócio	42	Apêndice f - processo de irradiação	111
4.2 Arranjo físico	44	A) recebimento dos produtos para irradiação	111
4.3 Capacidade produtiva e /ou comercial	46	B) verificação do produto, cadastro e planejamento	111
4.3a) especificação do irradiador	46	C) armazenamento na entrada	112
4.3b) rendimento	47	D) preparação para irradiação	112
4.4 Processo de produção e/ou de comercialização	48	E) irradiação	112
4.4.1 Serviços oferecidos	48	F) controle de qualidade	114
4.4.2 Governança	51	G) armazenamento na saída	115
4.4.3 Gestão operacional	54	H) registros	115
4.5 Necessidade de pessoal	58	I) liberação do produto da irradiação	117
5. Plano financeiro	60	Apêndice g - gestão de riscos	117
5.1 Estimativa do investimento total	60	Breve histórico	118
5.1a) estimativa dos investimentos fixos	60	Identificação de riscos	119
5.1b) investimento pré-operacional	62	Resposta aos riscos	121
5.1c) estimativa dos investimentos financeiros, capital de giro e reserva	64	Notas	126
5.1d) resumo do total de investimentos	66		
5.2 Estimativa do faturamento da empresa	67		

APRESENTAÇÃO

Este modelo de plano de negócios objetiva subsidiar a instalação e funcionamento sustentável de um serviço de irradiação multipropósito para alimentos ou outros produtos do setor agropecuário. O modelo integra os serviços de irradiação, logística e consultoria para melhor atender os clientes no escoamento da sua produção, seja para o mercado interno ou exportação e para garantir a sustentabilidade ao negócio, reduzindo eventuais riscos. É ilustrado com o exemplo de beneficiamento de frutas tropicais e outros produtos produzidos no Nordeste do Brasil, e pode ser facilmente adaptado às características de outros polos de produção.

Quanto mais conhecemos os requisitos e as tecnologias usadas, mais previsíveis são as atividades necessárias para realizar o projeto. O caso da implantação da irradiação de alimentos no Brasil é bastante complexo dada a quantidade de requisitos regulatórios e intensidade de capital. A tecnologia do irradiador ainda é importada, mas todos os equipamentos periféricos podem ser adquiridos no País. O tratamento de alimentos com radiação é mais eficiente se o produto se mantiver sob refrigeração antes e depois da irradiação. Portanto, faz sentido aliar a capacidade de irradiação com a logística de armazenamento a frio e auxilia inclusive os produtores que somente desejam manter a cadeia a frio sem irradiação ao longo do percurso de escoamento. A logística tem demanda certa e crescente e pode sustentar a empresa em períodos de baixa demanda por irradiação. Por outro lado, a oferta de serviços de consultoria pode auxiliar a divulgação dos serviços de irradiação e abrir o mercado onde a demanda ainda é reprimida.

Este trabalho foi impulsionado pela necessidade de desenvolvimento da fruticultura brasileira, visando principalmente a redução de perdas e desperdícios de alimentos¹ e, ainda, o aumento de exportações. Representa o pináculo de uma série de relatórios elaborados pela autora para o Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que devem ser consultados para a obtenção de detalhes sobre requisitos e especificações:

Relatório P1 – Levantamento do mercado internacional para produtos agropecuários tratados com radiação;

Relatório P2 – Planos de marketing para irradiação de alimentos no Brasil;

Relatório P3 – Requisitos de instalação e funcionamento de um irradiador multipropósito voltado à irradiação de alimentos e produtos agropecuários.

A estrutura desse modelo de plano de negócios segue a recomendação do SEBRAE. Dada a complexidade dos assuntos, vários outros tópicos foram incluídos, como detalhamentos na função da governança e gestão operacional, controle de qualidade, gestão de risco, sustentabilidade e inovação (FIGURA 1). Alguns destes tópicos estão mais bem detalhados nos apêndices deste relatório, que também incluem listas de verificação e controle, e modelos de contrato.

¹ A meta 12.3 do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) visa reduzir pela metade o desperdício alimentar global per capita no varejo e no nível do consumidor, bem como diminuir as perdas ao longo das cadeias de produção e fornecimento. Um dos dois indicadores para a meta é o Índice de Desperdício de Alimentos.



FIGURA 1 - Estrutura do modelo de Plano de Negócios para um irradiador multipropósito

O acompanhamento e verificação do sucesso comercial usado este modelo de plano de negócios pode ser obtido diretamente nas planilhas em Excel (ou diretamente no relatório no caso da versão em Pages em um Mac). As tabelas foram especialmente preparadas para o modelo deste negócio e estão preenchidas com estimativas ilustrativas para o caso do uso de um raios-X em Pernambuco, mas que podem se adaptadas para acelerador de elétrons ou para em outra região. As tabelas mostram, automaticamente a variação nos indicadores de desempenho, ao se alterar parâmetros como demanda ou custos que impactam o lucro.

Ao apresentar os detalhes dos planos operacionais e financeiros de uma instalação completa para tratamento de alimentos com radiação usando a mais moderna tecnologia e atendendo aos requisitos de sustentabilidade, espera-se atrair investidores, empresários, exportadores e especialistas, criando sinergia entre empresas, especialistas na tecnologia e governo. Este modelo de Plano de negócios também pode ser adaptado àquelas empresas do agronegócio que pretendem acrescentar o serviço de irradiação a uma packing house ou armazém de logística de armazenamento existente.

O Plano de negócio é um valioso instrumento de planejamento e deve ser consultado com frequência e ajustado, conforme a necessidade, antes e durante a operacionalização do negócio – não é uma ferramenta estática. Irá auxiliar na tomada de decisão mais acertada e também a não se desviar dos objetivos, além de permitir um controle orçamentário mais realista. O modelo apresentado neste trabalho é flexível e dinâmico, permitindo adaptação em tempo real, em resposta às mudanças do contexto e do mercado. O capítulo 6 apresenta uma avaliação do plano e sugestões para redução de custos e aumento de receita.

Agradecimentos

Ao finalizar um trabalho intensivo de um ano na elaboração dos quatro produtos desta consultoria para o MAPA via IICA, gostaria de agradecer pelo apoio do GT de irradiação de alimentos no MAPA, em especial à coordenadora técnica deste projeto, Lara Line Pereira de Souza, Andrea Figueiredo Procópio de Moura, Luis Eduardo Pacifici Rangel, Jorge Caetano Júnior, Marcos Vinicius de Miranda Martins, Wilson Vaz de Araújo, Matheus Miranda de Avila; à Valeriia Starovitova, Carl Blackburn e Najat Mokhtar (IAEA); à ABRAFRUTAS; Muranaka Eireli em Petrolina; IPEN; AMAZUL; Helen Khoury (UFPE/DEN); Tiago Rusin (GSI); Murillo Freire (EMBRAPA); Celso Cunha e Vanessa Milão (ABDAN); Nélida del Mastro (USP e IPEN); Antonio Alvarenga (SEBRAE e CNA); Carlos Mariz (ABEN); Aristeu Chaves F. (ex-Fruitfort); Gabriel Alô (ex-Acelétron); Paula Markenson (Multiplan), Mauro Ferreira, Cody Wilson, Gregory Obrien, Ariadnne Vargas (IBA); Juliano Nogueira (Nuctech), Gerardo Meave-Flores (E-Foods), Frank Benson (Gateway), e tantas empresas que me forneceram rapidamente cotação de preços para ilustração do modelo financeiro.

“Planos são inúteis, mas planejamento é tudo!”

Espero que este modelo de plano de negócios seja usado não como peça pronta, mas como inspiração para cada empresa elaborar o seu próprio plano, contribuindo para a sinergia entre seus diretores e partes interessadas.

Patricia Wieland

1. SUMÁRIO EXECUTIVO

Nesta seção informar resumidamente aos interessados a ideia conceitual da empresa, suas lideranças e a viabilidade de implantação do negócio. É importante que seja realista e considere o contexto ambiental, econômico e social. O plano de negócios é um instrumento administrativo importante, mas também é a base de comunicação para a solicitação de financiamento e para licenciamento. O plano de negócios deve demonstrar:

- a robustez da empresa e o seu potencial de negócio,
- a capacidade técnica para execução e administração, e
- se a tecnologia tem potencial comercial relevante frente a outras tecnologias existentes.

a) Resumo do plano de negócios da empresa

O número de instalações de irradiação construídas ou planejadas para o tratamento de alimentos está aumentando no mundo. A tecnologia de irradiação com fontes de Cobalto-60 do passado está sendo substituída por aceleradores de elétrons/raios-X mais modernos, ágeis e simples. Os consumidores estão recebendo informações precisas e apreciam o benefício dos alimentos irradiados. O tratamento com radiação é um método comprovado e aceito internacionalmente para garantir a qualidade higiênica de alimentos e como tratamento quarentenário de produtos hortícolas frescos, substituindo com vantagens a fumigação ou tratamento térmico.

A EMPRESA Ltda.² tem em vista ser líder no mercado de tratamento de alimentos e produtos do setor agropecuário no Brasil utilizando a tecnologia de feixe de elétrons/raios-X, técnica rápida, eficiente e que não deixa resíduos ou contaminantes no alimento, permitindo seu consumo imediatamente após o tratamento. Esse processo é aprovado pela ANVISA.

O tratamento de alimentos com radiação já é largamente utilizado no exterior, principalmente na Ásia, para prevenção de doenças de origem alimentar, controle de infestação de insetos e larvas, inativação micro-organismos que causam deterioração e decomposição do alimento, inibição da brotação de bulbos e tubérculos, esterilização e para evitar as barreiras fitossanitários no comércio internacional. No Brasil, apesar das boas práticas de fabricação e manuseio de alimentos, ainda existem muitos desafios para reduzir as perdas e desperdícios causados pela deterioração de alimentos ao longo da cadeia produtiva.

O aspecto comercial da irradiação de alimentos é enfatizado neste modelo, buscando:

- Baixo custo unitário com alta qualidade;
- Integração na cadeia de suprimentos;
- Agilidade nos tempos de retorno;
- Alta disponibilidade;
- Competitividade em relação a outras tecnologias de preservação;
- Rentabilidade baseada em um negócio sazonal;
- Atendimento a requisitos regulatórios;
- Viabilidade de longo prazo do negócio;
- Sustentabilidade e economia circular.

² Substituir pelo nome da empresa.

b) Dados dos empreendedores, perfis e atribuições

A Diretoria da EMPRESA Ltda. é composta por empreendedores experientes representando as áreas de conhecimento críticas para o sucesso: NOME, responsável pela administração ágil, econômica e eficiente; NOME, excelência técnica na aplicação da tecnologia, preservação de alimentos e comércio, e NOME, gerência operacional e participativa com alta qualidade industrial.

c) Principais produtos e/ou serviços

A EMPRESA contará com uma instalação para tratar alimentos, em especial frutas tropicais, e outros produtos agropecuários. O tratamento é realizado com radiação ionizante proveniente de feixe de elétrons/raios-X.

A empresa também oferece serviços de logística como armazenamento especial para conservação a frio e consultorias diversas como dosimetria e microbiologia.

d) Principais clientes

Os principais clientes são produtores, distribuidores e exportadores de frutas, ovos, frangos, produtos pet, embalagens, e outros produtos do setor agropecuário.

e) Localização da empresa

Este modelo de plano de negócios ilustra um exemplo de empresa com sede e unidade de operação localizados em Petrolina (PE), contando, ainda, com parcerias com escritórios locais de relacionamento com o mercado internacional.

f) Resumo dos indicadores

Empréstimo bancário:	R\$ 70 milhões
Capital adicional a ser investido:	R\$ 63 milhões
Volume mínimo anual estimado em 3 turnos de operação:	270.000 toneladas
Faturamento anual estimado:	R\$ 261 milhões
Custos fixos anuais:	R\$ 22 milhões
Tempo para retorno do capital investido:	3,9 anos
Ponto de Equilíbrio:	23.000 toneladas ou R\$ 24 milhões

g) Exemplos de iniciativas semelhantes (concorrentes)

O Brasil possui larga competência técnica em irradiação industrial para diversos fins, como esterilização de artigos médicos, preservação de alimentos e melhora de propriedade de produtos de consumo como embalagens de plástico, cabos e pneus. Entretanto, as unidades de irradiação existentes não se dedicam aos produtos alimentícios e não alimentícios do setor agropecuário, existindo uma potencial demanda reprimida e ínfima concorrência. O panorama internacional já se apresenta de outra forma, pois vários países da Ásia e o México dominam o mercado de

exportação de frutas tratadas com radiação para fins fitossanitários. O México está construindo a sua primeira planta de irradiação com raios-X a ser inaugurada em 2023.

h) Período previsto

O horizonte de planejamento nesse modelo de plano de negócios compreende os primeiros anos da empresa. Os dois primeiros anos são dedicados ao planejamento, construção e instalação, qualificações e validações, incluindo a obtenção de todas as licenças de operação necessárias. A partir do terceiro ano, a empresa já estaria em operação, crescendo na quantidade de serviços de irradiação e na prestação de outros serviços que agregam valor ao material irradiado e que oportunizam mais clientes. Após esse período, é esperado que a empresa tenha se consolidado e possa partir para nova fase de evolução e expansão.

2. A EMPRESA

Apresentar os dados completos sobre a empresa, sua entidade organizacional, responsáveis por sua administração, situação legal, tributária e financeira.

2.1 DADOS DO EMPREENDIMENTO

Nome da Empresa (1)	EXEMPLO: EMPRESA Serviços de Desinfestação e Esterilização Ltda.
Logomarca	-->-->
Endereço da sede a empresa:	endereço
CNPJ	CNPJ
Data de abertura da empresa:	Data
Endereço na Internet:	empresa.com.br
E-mail corporativo	@empresa.com.br
Dados do Sócio 1	Nome completo, CPF, endereço residencial completo, telefone, e-mail. Formação educacional, experiência profissional; LinkedIn.
Atribuições do Sócio 1	Investidor. Administração e finanças. Relacionamento com contadores, investidores.
Dados do Sócio 2	Nome completo, CPF, endereço residencial completo, telefone, e-mail. Formação educacional, experiência profissional; LinkedIn.
Atribuições do Sócio 2	Investidor. Gerenciamento dos aspectos relacionados à tecnologia de irradiação de alimentos dosimetria, controle de qualidade, questões relacionadas à operação e manutenção do irradiador. Fornecedor do serviço de consultorias aos clientes. Relacionamento com consultores técnicos, fornecedores de equipamentos tecnológicos e reguladores.
Dados do Sócio 3	Nome completo, CPF, endereço residencial completo, telefone, e-mail. Formação educacional, experiência profissional; LinkedIn.
Atribuições do Sócio 3	Gerenciamento das operações do dia-a-dia da instalação, como recursos humanos, controle das operações e logística. Fornecedor do serviço de logística aos clientes.

Nota: (1) Antes de levar ao mercado o nome e logomarca, deve-se registrá-los em www.inpi.gov.br.

A Identidade organizacional é definida pela governança da empresa e comunicada a todos aqueles a quem possa interessar, principalmente os colaboradores (FIGURA 2).

MISSÃO:	Na EMPRESA, nós ajudamos nossos clientes a fornecer alimentos e produtos do setor agropecuário mais saudáveis e seguros.
VISÃO:	Contribuir para a prevenção de perdas e desperdícios de alimentos. Ser a empresa preferida pelos clientes no ramo de atuação até 2030.
VALORES:	Nosso Cliente é a pessoa mais importante em nosso negócio, a ser tratado com o maior respeito. Outros valores importantes para nós são: ética, transparência, responsabilidade, efetividade, aprimoramento contínuo e competência do nosso time.

FIGURA 2 - Exemplo de identidade organizacional da empresa de irradiação multipropósito.

Os objetivos estratégicos do negócio são as metas relevantes, mensuráveis e possíveis de serem alcançadas pela empresa em um determinado prazo. Estes objetivos de negócio são definidos pela governança da empresa e devem estar claros para todos na organização (FIGURA 3).

Julho de 2025	- Iniciar a operação comercial
Dezembro 2025	- Implementar otimização de programação, para realizar o serviço de irradiação com qualidade no menor tempo possível. - Obter credenciamento junto ao MAPA para tratamentos fitossanitários com irradiação.
Dezembro 2027	- Irradiar 80% da capacidade nominal.
Dezembro 2026	- Irradiar 50% da produção local de frutas (<i>market share</i>)
Dezembro 2016	- Aumentar o conhecimento sobre a marca em 40% (<i>brand awareness</i>)
Setembro 2030	- Adquirir unidade de irradiação adicional

FIGURA 3 - Exemplo de objetivos estratégicos da empresa de irradiação multipropósito.

2.2 SETOR DE ATIVIDADES

O setor de atividades é **prestação de serviços**. Mais especificamente, tratamento de alimentos e produtos do setor agropecuário, entre outros, com radiação com fins de desinfestação e esterilização. Pode-se incluir também serviços como análises, armazenamento a frio, empacotamento, consultorias, treinamento, entre outros.

Possíveis códigos de Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE)³, aplicáveis ao tratamento de alimentos com radiação a serem selecionados quando da celebração do contrato social da empresa, conforme segue.

01.63-6	- Atividades de pós-colheita em A - Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura
7120-1/00	- Controle de qualidade de produtos alimentícios; serviços de
7490-1/03	- Assessoria, consultoria, orientação e assistência na agricultura
8129-0/00	- Eliminação de microorganismos nocivos em produtos agrícolas, livros e outros; serviço de
8550-3/02	- Atividades de apoio à educação; gestão, assessoria, consultoria, orientação e assistência
8640-2/05	- Raios x; serviços de
64.63-8-00	- Outras sociedades de participação, exceto holdings
1066-0/00	- Alimentos e rações preparados para animais; fabricação de
1066-0/00	- Farinhas e pellets de raízes e outros produtos forrageiros; fabricação de
10996/99	- Fabricação de outros produtos alimentícios não especificados anteriormente
20631/00	- Fabricação de cosméticos, produtos de perfumaria e de higiene pessoal
21220/00	- Fabricação de medicamentos para uso veterinário
21238/00	- Fabricação de preparações farmacêuticas
32507/05	- Fabricação de materiais para medicina e odontologia
52117/99	- Depósitos de mercadorias para terceiros, exceto armazéns e guarda-móveis - Câmaras frigoríficas; serviços de armazenamento por conta de terceiros - Armazenagem de produtos agropecuários por conta de terceiros; serviços de

³ https://concla.ibge.gov.br/busca-online-cnae.html?option=com_cnae&view=atividades&Itemid=6160&tipo=cnae&chave=ioniza%C3%A7%C3%A3o&versao_classe=7.0.0&versao_subclasse=10.1.0

2.3 FORMA JURÍDICA

A forma jurídica poderia ser Sociedade Empresária Limitada (Ltda.), com um ou vários sócios e com Contrato social registrado e inscrito na Junta Comercial.

Um contador poderá auxiliar a definir a forma jurídica ideal, conforme o contexto e situação dos empresários interessados.

2.4 ENQUADRAMENTO TRIBUTÁRIO

Neste modelo de plano de negócios, a receita estimada ultrapassa o limite para o regime tributário Simples Nacional⁴, R\$ 4.800.000,00. O contador especialista em tributação poderá orientar sobre as responsabilidades, as alíquotas atualizadas e os benefícios fiscais. Neste modelo, usa-se para a simulação de valores, o sistema tributário de lucro presumido.

2.5 CAPITAL SOCIAL

O Capital social é o investimento bruto inicial que uma empresa precisa para começar a funcionar e se manter até gerar lucro. São os valores ou bens disponibilizados pelos sócios e investidores para as primeiras despesas, como compra de alguns equipamentos, mobiliário, espaço, contratação de serviços terceirizados, licenças e registros. Não é preciso comprovar o valor no momento da abertura da empresa, mas ele precisa estar disponível. O não cumprimento dessa exigência pode levar a inconsistências no Imposto de Renda de Pessoa Física do proprietário, que houver declarado possuir um negócio com esse valor.

No caso de uma empresa para irradiação, o investimento é capital intensivo, sugere-se um capital inicial de mais de R\$10 milhões.

No caso de Sociedade Limitada, cada sócio tem um percentual de participação no capital social da empresa, conforme abaixo:

Sócio 1	R\$ 4.500.000,00	45%
Sócio 2	R\$ 4.500.000,00	45%
Sócio 3	R\$ 1.000.000,00	10%

4 <https://www8.receita.fazenda.gov.br/SimplesNacional/>.

2.6 FONTE DE RECURSOS

Os recursos necessários para a abertura da empresa poderiam provir de várias fontes. No exemplo deste modelo de plano de negócios, seria uma combinação de capital próprio, empréstimo, investimento externo, cessão⁵, recursos não reembolsáveis de instituições no Brasil ou exterior.

O plano de negócios é essencial para a solicitação de empréstimos para uma empresa, seja a bancos públicos como Caixa, Banco do Brasil ou de financiadores como a FINEP.

Os recursos não reembolsáveis de financiamento no Brasil ou cooperação técnica internacional poderiam advir de projetos relacionados à redução de perdas e desperdícios, como desinfecção e reutilização de embalagens, reaproveitamento de alimentos rejeitados para exportação e destinados a combater a fome, pesquisas relacionadas ao uso de irradiadores, etc. Um exemplo ilustrativo é fornecido abaixo:

Capital próprio dos sócios:	R\$ 10.000.000,00
Empréstimo Banco ou instituição financeira:	R\$ 70.000.000,00
Doação, investimento externo brasileiro ou estrangeiro:	R\$ 30.000.000,00
Cessão (1) de Terreno e eventualmente do galpão da União ou do Município:	R\$ 5.000.000,00
Recursos não reembolsáveis de entidades governamentais como CNPq, FINEP, BNDES e fundações estaduais de amparo à pesquisa:	R\$ 10.000.000,00
Recursos de cooperação técnica internacional (equipamento de dosimetria de altas doses e treinamento no exterior):	R\$ 500.000,00

A análise do investimento está descrita no capítulo 5 e 6.

⁵ De acordo com a Secretaria de Patrimônio da União, Cessão é o Contrato administrativo, gratuito ou oneroso, por meio do qual a União concede a terceiros direitos sobre seus bens, podendo ser sob qualquer dos regimes previstos no Decreto-Lei nº 9.760, de 1946. Exige licitação para empreendimentos com fins lucrativos havendo possibilidade de dispensa dos procedimentos licitatórios conforme o art. 17, da lei 8.666, de 1993. A cessão de bens da União está disciplinada no art. 18, da Lei 9.636, de 1998. A cessão pode ser gratuita se a atividade de interesse público for comprovada.

3. POSICIONAMENTO DE MERCADO

“Posicionamento de mercado é a ação de projetar o produto e a imagem da empresa, com o fim de ocupar uma posição diferenciada de acordo com seu público-alvo”, segundo o especialista e professor em Marketing, Philip Kotler. O estudo do posicionamento de mercado inclui o bom entendimento de quem é o público-alvo ao qual a empresa deve se direcionar, mapeamento dos stakeholders, análise dos concorrentes para criar a própria diferenciação no mercado e estratégias promocionais de marketing. O posicionamento de mercado é um processo contínuo que deve ser trabalhado pelo seu negócio ao longo do tempo, sempre focando nas qualidades técnicas, diferenciais e valores, indo muito além de simplesmente promover os serviços.

3.1 RELEVÂNCIA DA EMPRESA

Ao descrever o serviço prestado, inclua detalhes e destaque o que diferencia dos concorrentes ou da situação atual, atendendo às necessidades de seus clientes. Constate as vantagens, oportunidades e tendência dessa tecnologia no Relatório P1 (WIELAND, 2021a).

A EMPRESA oferece o tratamento de preservação de alimentos e produtos do setor agropecuário com a técnica de feixe de elétrons. A instalação oferece ainda serviços de logística, essenciais à cadeia de suprimento de alimentos, como armazenamento refrigerado e higienização de embalagens usadas e consultoria especializada para garantir maior efetividade para a venda no mercado interno e para exportação.

As frutas têm volume de produção crescente no Brasil, visando tanto o mercado interno quanto às exportações, conforme aponta a Projeção do Agronegócio do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)⁶. Mesmo com a adoção de Boas Práticas Agrícolas e com a aplicação de técnicas como a fumigaçāo, a hidrotermia e o congelamento, muitos alimentos frescos se deterioram antes de chegar às mesas. Os alimentos, em especial as frutas, podem sofrer infestações de insetos provenientes de áreas externas à produção. Isso pode gerar uma perda do volume a ser comercializado ou a não aceitação do produto no mercado. As perdas da produção trazem prejuízo econômico, principalmente para os pequenos agricultores que dependem de safras sazonais e para os distribuidores que precisam negociar os produtos com rapidez. Os métodos usados atualmente para garantir a segurança sanitária tem apresentado falhas. Exemplos são a detecção de Salmonella na pimenta-do-reino exportada por empresas brasileiras. Além do prejuízo econômico do produtor, a rejeição das cargas nos portos estrangeiros gera alerta internacional aos produtos brasileiros, afetando a reputação do agronegócio.

A quantidade de frutas exportadas ainda está aquém do seu potencial: menos de 3% da produção é exportada. As exigências fitossanitárias para a entrada de frutas em países importadores como os Estados Unidos são muito rigorosas, entretanto, tais exigências podem ser atendidas por meio do tratamento com radiação que a EMPRESA oferece.

A técnica de preservação com irradiação em feixe de elétrons/raios-X é um processo limpo, livre de produtos químicos, seguro e eficaz, além de poder ser realizada em produtos já embalados. A técnica visa principalmente eliminar a infestação de pragas e reduzir drasticamente a

⁶ https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/projecoes-do-agronegocio/projecoes-do-agronegocio_2019_20-a-2029_30.pdf

quantidade de micro-organismos patogênicos que causam a deterioração dos alimentos. Tem efeito zero ou insignificante em propriedades como aparência, sabor, textura ou aroma e é um importante aliado para a redução de perdas de alimentos. Não deixa resíduos nos alimentos, permitindo que sejam consumidos imediatamente após o tratamento.

A Organização Mundial de Saúde (OMS) considera as Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA) uma grande preocupação de saúde pública global e estima que, a cada ano, causem o adoecimento de uma a cada 10 pessoas e 33 milhões de anos de vida perdidos. Com o uso da radiação, o risco de intoxicações alimentares ocasionadas por micro-organismos patogênicos diminui de 20% para 0,004%, no caso de morangos irradiados com feixe de elétrons (PILLAI, 2022).

A técnica é aprovada no Brasil pela ANVISA e é muito usada no exterior. As embalagens de madeira, difíceis de serem desinfetadas por outros métodos⁷, também podem ser rapidamente tratadas por essa técnica, conforme orientação da Portaria MAPA 385⁸.

Em resumo, as vantagens principais do feixe de elétrons para o agronegócio são:

- a) Manutenção de alimentos frescos por 3 a 4 vezes mais do que o prazo de validade do alimento sem tratamento, aumentando o custo de oportunidade e prevenindo prejuízos aos agricultores e distribuidores de alimentos;
- b) Contribuição aos programas de governo de saúde da população, redução de perdas e desperdícios de alimentos;
- c) Possibilidade de evitar barreiras fitossanitárias nas exportações de alimentos;
- d) Prevenção de casos de intoxicação, melhorando a segurança alimentar.

O Plano Nacional de Fruticultura (2018) indica ser “imperioso estimular o uso de novas tecnologias e uma parceria público-privada consistente em temas como a segurança fitossanitária, a regulamentação, a política de tributação, entre outros; mister, portanto, um amadurecimento proativo de todos agentes envolvidos. E que entre as grandes tendências estão a confiabilidade, qualidade e sustentabilidade.” As metas da fruticultura brasileira são:

- a) Contribuir com 60 bilhões de reais no objetivo do Brasil em aumentar sua participação no mercado de alimentos global;
- b) Contribuir para que o consumo de frutas e seus derivados no mercado interno atinja a marca de 70 kg/*per capita/ano*;
- c) Atingir o valor de US \$ 2 bilhões em exportações de frutas frescas e derivados.

Portanto, o contexto é extremamente favorável ao estabelecimento de empresas que realizem o tratamento de alimentos e produtos do setor agropecuário como no caso da proposta da EMPRESA.

⁷ Metodologias de limpeza e desinfecção de embalagens de madeira e plástico para produtos hortofrutícolas – análise comparativa. <https://run.unl.pt/bitstream/10362/5392/1/Nunes_2010.pdf>

⁸ Relação de leis, normas e padrões em WIELAND, 2022: Apêndice C.

3.2 DESCRIÇÃO DOS PRINCIPAIS SERVIÇOS

Uma breve descrição dos principais serviços prestados, com uma visão de marketing, ou seja, uma descrição que irá atrair clientes para a empresa. Detalhes operacionais sobre como os serviços são prestados mais adiante.

a) Serviços de irradiação multipropósito

O tratamento com feixe de elétrons pode beneficiar alimentos e produtos do setor agropecuário para reduzir perdas de produção, estender a vida útil e evitar intoxicações por alimentos contaminados. A empresa tem em vista focar em frutas tanto para mercado interno quanto para exportação, mas outros produtos também podem ser tratados.



b) Serviços de logística

Os seguintes serviços de logística podem ser oferecidos aos clientes: armazenamento de produtos a frio; rotulagem dos embalados irradiados; sobre-embalagem para grandes volumes; higienização de embalagens; e transporte refrigerado para outros destinos.



c) Serviços de Consultorias

Dependendo da capacidade da empresa em equipamentos e competência de profissionais, podem ser oferecidas consultorias em: Dosimetria; Microbiologia; Exportação de alimentos e produtos do setor agropecuário e redução de perdas de produção de alimentos ao longo da cadeia de suprimentos

3.3 ESTUDO DOS STAKEHOLDERS

É importante identificar os *stakeholders* no início do planejamento estratégico. As organizações da indústria de alimentos podem gerenciar melhor o cenário complexo de partes interessadas e construir relacionamentos profícuos de longo prazo. Esta seção incentiva a empresa a conhecer melhor os *stakeholders*.

Os *stakeholders* ou partes interessadas na indústria de alimentos podem variar de consumidores individuais e órgãos do governo a produtores primários e distribuidores de alimentos e produtos do setor agropecuário. A lista inclui exportadores e varejistas, associações, organizações de saúde pública, organizações de defesa do consumidor, grupos comunitários e todos os níveis de governo relacionados. Dentro de cada empresa de alimentos e agronegócios, muitas vezes há vários departamentos envolvidos. Isso cria uma matriz altamente intrincada de interesses e questões em constante mudança. O Relatório P2 desta consultoria sobre planos de marketing (WIELAND, 2021b) trata dos stakeholders com mais detalhes e deve ser consultado para a elaboração do mapa de stakeholders específico da empresa (TABELA 1), incluindo dados para contato e histórico de relacionamentos.

TABELA 1 - Modelo de lista de stakeholders para a empresa de irradiação multipropósito.

	Stakeholders	Histórico de relacionamento com a EMPRESA	Dados para contato
Governo	Reguladores federais (ANVISA, MAPA, ANSN (ex-CNEN), IBAMA, MT) e ao nível estadual (VISA, bombeiros) e municipal (parques e jardins, etc.).	A ser preenchido pela empresa	A ser preenchido pela empresa
	Representantes na área legislativa no âmbito federal, estadual e municipal.		
Empresas envolvidas no negócio da irradiação de alimentos	Investidores e acionistas.		
	Bancos: Banco do Brasil, Banco do Nordeste, BNDES, CAIXA.		
	Suporte técnico: IPEN, CENA, EMBRAPA, UFPE e outras Universidades.		
	Empregados.		
	Logística de distribuição, transportes e armazenamento temporário.		
	Exportadores, Traders, APEXBrasil.		
	Fornecedores da cadeia de suprimentos de alimentos irradiados: serviços de irradiação.		
	Concorrentes nacionais e internacionais.		
Mercado Varejo	Clientes/consumidores.		
	Gestores e Empresas da cadeia de suprimentos.		
Sociedade	Associações: ABRAFRUTAS, ABPA, IMAC, etc. Área nuclear: ABDAN, ABEN e outras.		
	ONGs relacionadas a alimentos. Agências que recebem reclamações (ex. RECLAME AQUI) ou especializadas (ex. PROTESTE).		
	Sindicatos de trabalhadores.		
	Professores.		
	Mídia.		
	Influenciadores.		

3.4 ANÁLISE DOS CLIENTES POTENCIAIS

Os clientes não contratam apenas os serviços, mas sim soluções para algo que necessitam para finalizar seus produtos de forma econômica ou por requisitos legais. Identifique o mercado alvo, ou seja, o segmento de mercado para o qual você planeja prestar serviço e analise as tendências do mercado: se está crescendo ou estagnado. Para cada polo produtor, esta etapa indicará os produtos potenciais para serem tratados, suas quantidades potenciais, os seus produtores e apontará qual é a melhor estratégia promocional.

Cientes potenciais

O setor agropecuário é bastante diversificado e com diferentes características de demanda para o mercado interno e para exportação. Todas as áreas da agropecuária poderiam se beneficiar do uso de irradiadores para evitar perdas na produção, aumentar o tempo de prateleira de seus produtos ou para controle de insetos e micro-organismos patogênicos. Esse grande mercado, inclui segmentos como produção e processamento de carnes, hortaliças, frutas, condimentos, castanhas, opoterápicos, fitoterápicos, polpa de frutas, rações para animais, embalagens e muito mais.

Comparativo da exportação de frutas						
Mês/Ano	Ano 2020		Ano 2021		Variação	
	Frutas	Valor(US\$)	Peso (Kg)	Valor(US\$)	Peso (Kg)	Valor(US\$)
MANGAS	\$ 247.417.201	243.225.863	\$ 248.127.079	272.560.167	0,3%	12%
MELÕES	\$ 147.934.586	236.259.321	\$ 165.084.642	257.902.947	12%	9%
UVAS	\$ 109.142.252	49.327.660	\$ 155.910.712	76.631.337	43%	55%
LIMÕES E LIMAS	\$ 102.195.321	119.427.533	\$ 123.812.020	144.944.415	21%	21%
CONSERVAS E PREPARAÇÕES DE FRUTAS (EXCL. SUCOS)	\$ 70.562.442	48.322.257	\$ 96.467.657	54.513.503	37%	13%
MAÇÃS	\$ 41.283.134	62.574.518	\$ 73.822.432	99.055.150	79%	58%
MELANCIAS	\$ 44.365.797	107.846.997	\$ 52.722.515	117.998.674	19%	9%
MAMÔES (PAPAIA)	\$ 42.608.325	43.708.541	\$ 50.719.583	50.291.174	19%	15%
BANANAS	\$ 26.111.992	84.304.260	\$ 37.113.051	108.752.735	42%	29%
OUTRAS FRUTAS	\$ 19.345.016	8.833.288	\$ 21.689.103	9.286.722	12%	5%
ABACATES	\$ 13.212.653	7.565.008	\$ 14.927.539	8.531.868	13%	13%
FIGOS	\$ 4.838.948	1.183.848	\$ 6.956.264	1.568.516	44%	32%
ABACAXIS	\$ 2.778.544	4.944.470	\$ 4.175.731	6.091.539	50%	23%
PÊSSEGOS	\$ 1.351.977	1.271.690	\$ 3.550.498	3.242.358	163%	155%
COCOS	\$ 996.103	1.103.080	\$ 1.252.151	1.120.563	26%	2%
CAQUIS	\$ 239.485	137.634	\$ 1.067.407	912.383	346%	563%
GOIABAS	\$ 537.478	237.993	\$ 1.012.494	450.636	88%	89%
LARANJAS	\$ 4.295.152	6.959.375	\$ 953.328	3.558.173	-78%	-49%
MANGOSTOES	\$ 3.111	2.332	\$ 383.290	60.426	12220%	2491%
TANGERINAS, MANDARINAS E SATOSUMAS	\$ 235.814	237.446	\$ 250.363	218.129	6%	-8%
PÊRAS	\$ 197.314	90.535	\$ 172.090	77.266	-13%	-15%
MORANGOS	\$ 239.859	88.648	\$ 168.095	48.069	-30%	-46%
KIWIS	\$ 146.713	43.395	\$ 126.715	41.084	-14%	-5%
CEREJAS	\$ 124.413	14.103	\$ 83.297	11.749	-33%	-17%
TAMARAS	\$ 110.064	31.255	\$ 48.589	12.337	-56%	-61%
POMELOS	\$ 37.738	12.900	\$ 26.348	8.874	-30%	-31%
AMEIXAS	\$ 20.274	5.078	\$ 15.554	3.104	-23%	-39%
DAMASCOS	\$ 7.634	928	\$ 6.625	728	-13%	-22%
MARMELOS	\$ -	0	\$ 304	144	100%	100%
TOTAL	\$ 880.339.340	1.027.759.956	\$ 1.060.645.476	1.217.894.770	20%	18%
FONTE: MAPA - AGROSTAT/MAPA	Valor(US\$)	Peso (Kg)	Valor(US\$)	Peso (Kg)	Valor(US\$)	Peso (Kg)
ELABORAÇÃO: ABRAFRUTAS	Ano 2020		Ano 2021		Variação	

FIGURA 4 - Comparativo de exportações de frutas 2020-2021.
(FONTE: ABRAFRUTAS)

A FIGURA 4 mostra as exportações de frutas em 2020 – 2021, com destaque para o grande crescimento de frutas como mangostão (+2.491%) e caqui (+563%)⁹.

A região de Pernambuco é um dos polos principais de produção de frutas, com mais de 600 mil toneladas de mangas produzidas em 2020¹⁰ (FIGURA 5), e cerca de 100 mil toneladas exportadas¹¹. A região aponta com uma projeção de crescimento em 23% até 2030, segundo o IBGE. A produção de goiabas também se mostra bastante promissora, com mais de 200 mil toneladas produzidas em 2020 na região de Petrolina, com uma série histórica crescente (FIGURA 6).

Valor da produção	516.701 Mil Reais (2020)	Estabelecimentos	2.562 Unidades (2017)
Quantidade produzida	624.611 Toneladas (2020)	Número de pés	3.713 Mil unidades (2017)
Área colhida	15.192 Hectares (2020)	Maior produtor	Petrolina - PE (2020)
Rendimento médio	41.114 Kg por Hectare (2020)		

Mapa - Manga - Valor da produção (Mil Reais) | [exibir Tabela](#)

Download: [CSV](#) | [XLSX](#) | [PNG](#)

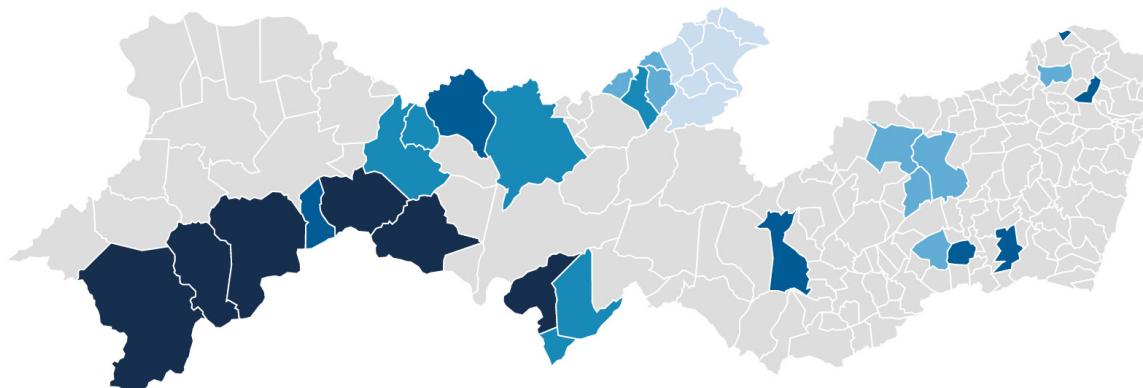


FIGURA 5 - Produção de manga em Pernambuco em 2020.
FONTE: site do IBGE

Série histórica - Goiaba - Valor da produção

Download: [CSV](#) | [XLSX](#) | [PNG](#)

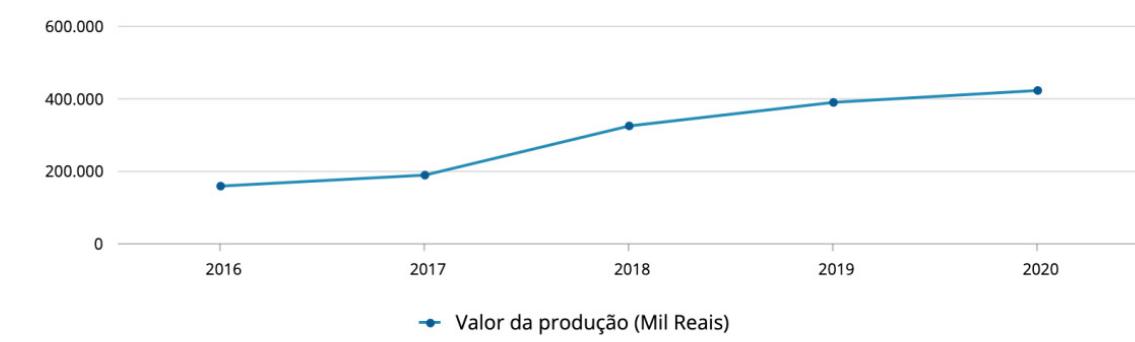


FIGURA 6 - Série histórica de produção de goiaba em Pernambuco.
FONTE: site do IBGE

⁹ <https://abrafrutas.org/2022/02/dados-de-exportacao-em-2021/>

¹⁰ <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/manga/pe>

¹¹ <https://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat/index.htm>

Considerando o contexto de abertura de mercado de serviços de irradiação multipropósito com foco em frutas, e aliado a serviços de logística e consultoria, é interessante segmentar os potenciais clientes nas seguintes categorias de acordo com perfil, nível de conhecimento, urgência e interesses:

- a) Aqueles que dependem da irradiação para atender um mercado específico (como tratamento fitossanitário para exportação, desinfestação, aumento de tempo de prateleira, irradiação de ingredientes para outros produtos processados, e outros). Este tipo de cliente potencialmente tem urgência, está disposto a pagar para resolver o problema e representa uma demanda anual segura com contratos de longo prazo. São aqueles que estão conscientes que a irradiação soluciona o problema deles da melhor forma;
- b) Aqueles que eventualmente testam a utilização da irradiação para sua cadeia de distribuição. Estão conscientes da existência deste tipo de tratamento, mas ainda não incluíram essa técnica em seu processamento, aguardando uma oportunidade. Esse tipo de cliente ainda está em dúvida sobre as vantagens do processo e seu custo-benefício e talvez tenham um horizonte de tempo maior para tomar decisões. Provavelmente já investiram em outras opções de tratamento, como o hidrotérmico. Exemplos estariam naquelas empresas que, no passado, solicitaram ao IPEN, ou outra instituição de pesquisa, a realização de testes de irradiação em seus produtos ou que já questionaram outros especialistas a respeito do assunto.
- c) Aqueles que desconhecem a técnica de irradiação ou são contrários a ela por receio de prejudicar seus produtos, ou por achar ser desnecessário.

Sugestão de alguns potenciais clientes para serviços de irradiação multipropósito seriam os grandes produtores e exportadores que garantiriam o uso do irradiador ao longo do ano ao menos até o ponto de equilíbrio da empresa, e aqueles que têm sofrido com ataque de pragas¹². Aqueles potenciais clientes que realizaram testes, mas ainda não incluíram a irradiação na sua cadeia produtiva, representam uma demanda incerta, mas com tendência a crescimento. Entretanto, dependendo do porte deste potencial cliente e sua demanda anual, poderá talvez preferir adquirir um irradiador para sua própria packing house, aproveitando a experiência obtida durante os testes de irradiação. Entretanto, os pequenos produtores não podem ser ignorados principalmente porque seriam vetores para a promoção do serviço entre associações e cooperativas.

Conforme as características do polo produtor, a empresa deve elencar aqueles produtos em potencial, com demanda favorável, pela quantidade e necessidade de tratamento por irradiação. Considerando a produção de alimentos e produtos do setor agropecuário na região do Vale do Rio S. Francisco, os potenciais clientes seriam aqueles que negociam:

12 <https://opresenterural.com.br/mapa-divulga-lista-com-hierarquizacao-de-pragas-de-maior-risco-fitossanitario/>

- Frutas:

- Manga — A cultura no Vale do Rio São Francisco responde por 61% da produção nacional (963 mil toneladas)¹³.
- Goiaba — Dentre os Estados brasileiros, aquele que possuiu maior produção foi Pernambuco, com 206.259 toneladas em 2020¹⁴;
- Polpas de frutas como cupuaçu¹⁵, camu camu¹⁶, acerola¹⁷, cajá, manga, caju;
- Condimentos e ervas aromáticas;
- Castanhas de caju provenientes do Piauí, por exemplo, poderia ser irradiada para desinfecção de insetos já embaladas a vácuo ou em ambiente com CO2¹⁸;
- Cereais;
- Ovos¹⁹;
- Opoterápicos (ex.: pele de tilápia²⁰);
- Rações para animais²¹;
- Turfa²² para solo;
- Sorvetes²³;
- Água de coco, com crescente potencial, estudos em andamento²⁴;
- Flores²⁵;
- Cortes de frango²⁶;
- Embalagens para desinfecção — As embalagens e paletes também seriam candidatas ao tratamento com radiação para desinfecção²⁷.

O tratamento das uvas já é realizado com sucesso por outros métodos mais simples e apesar de poderem ser irradiadas, seria mais difícil captar a demanda de uvas para irradiação.

13 <https://cnabrasil.org.br/noticias/fruticultura-brasileira-diversidade-e-sustentabilidade-para-alimentar-o-brasil-e-o-mundo>

14 <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/goiaba/pe>

15 <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/871746/1/CT163.pdf>

16 <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/43253/1/CT-174.pdf>

17 <http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/viewArticle/257>

18 <https://www.osti.gov/etdeweb/biblio/157229>

19 https://teses.usp.br/teses/disponiveis/9/9131/tde-02032015-145215/publico/AngelaFroehlich_D.pdf

20 https://www.ipen.br/portal_por/portal/interna.php?secao_id=38&campo=6476

21 <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85131/tde-22092011-145055/pt-br.php>

22 <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85131/tde-22052007-145313/publico/MestradoDavidTsai.pdf>

23 <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85131/tde-20032015-132902/pt-br.php>

24 <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/coco-da-baia/pe>

25 https://www.researchgate.net/publication/285865303_Irradiation_of_cut_flowers_as_an_alternative_quarantine_treatment_to_methyl_bromide

26 <https://www.scielo.br/j/cta/a/GPbQWxc3cBMLPpW5XQST96F/?lang=pt>

27 <https://www.fazcomex.com.br/comex/agricultura-nova-portaria-autoriza-o-tratamento-da-madeira/> e <https://portal.in.gov.br/web/dou/-/portaria-n-385-de-25-de-agosto-de-2021-341052625>

Fontes de potenciais clientes podem ser prospectadas nas Associações como ABRAFRUTAS, Sociedade Nacional de Agricultura, Associação Brasileira do Agronegócio (ABAG), Instituto Mato-grossense da Carne (IMAC), Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA), Associação Brasileira das Centrais de Abastecimentos (ABRACEN), Associação Brasileira de Embalagem (ABRE), etc. Com relação à exportação de frutas, clientes potenciais podem ser encontrados nas empresas exportadoras de volumes consideráveis e aqueles *traders* de mercados que aceitam ou exigem (como método de extensão de vida), e/ou exigem o tratamento com radiação como medida fitossanitária, como os EUA (WIELAND, 2021a).

Após a análise do mercado, pode-se preparar a planilha (TABELA 2), com dados de clientes em potencial tipo de produtos (lista: frutas, condimentos, ervas, bulbos e tubérculos, proteína animal, e outros), sua especificação (nome científico), propósito para irradiação (TABELA 4), priorizados por relevância e oportunidade para captar o cliente. O histórico de relacionamento é útil para manter uma continuidade e conhecer melhor as demandas e necessidades do cliente em potencial. O exemplo fornecido nessa tabela é o de simulação de exportação de mangas descrito em (BROISLER, 2007).

TABELA 2 - Modelo de relação de potenciais clientes.

Nome da empresa e dados para contato	Endereço	Tipo de produto (lista)	Especificação do produto	Propósito (lista)	Já utilizam a irradiação? (Sim/ Não/Já testaram)	Histórico de relacionamento
<i>FruitFort Nome de pessoa de contato, Telefone, E-mail</i>	<i>Endereço completo</i>	<i>Manga</i>	<i>Mangifera indica L., Tommy Atkins</i>	<i>Tratamento fitossanitário para exportação</i>	<i>Já testaram em 2006 no IPEN.</i>	<i>Contato, proposta, interesse manifestado, etc.</i>

Análise da tendência do mercado

A demanda global por alimentos certamente crescerá, já que a estimativa da ONU é de que a população mundial atingirá 9,7 bilhões de pessoas em 2050, um aumento de 26% em relação aos 7,7 bilhões atuais²⁸. O Brasil é o terceiro produtor mundial de frutas, gerando 5 milhões de empregos; mas exporta apenas 3%, menos que Peru e Chile. Com os dados até abril de 2022, 55% da exportação de frutas brasileiras vai para União Europeia, 16% para o Reino Unido, e apenas 3% para os EUA²⁹. Os EUA são grandes importadores de frutas, mas geralmente exigem que estas sejam tratadas com radiação. Na China, mais de 1 milhão de toneladas/ano de alimentos são processadas com radiação. Os países da Ásia têm se desenvolvido economicamente com a crescente exportação de alimentos tratados com radiação como Vietnã, Tailândia, Indonésia e Filipinas.

Com relação ao mercado interno, as Centrais de Abastecimento (CEASAs) do país registraram aumento no volume de comercialização no ano de 2021, em comparação ao ano anterior, com movimento de 17,5 milhões de toneladas de produtos hortigranjeiros, que representaram R\$ 47,54 bilhões (CONAB, 2021). Ao se comparar com a mesma base de dados de 2020, o incremento chega a 2,0% no quantitativo e 6,6% no valor transacionado. O estudo aponta ainda que o percentual de participação das regiões na comercialização do setor hortigranjeiro do país tem

28 <https://news.un.org/pt/story/2019/06/1676601>

29 <https://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat/index.htm>

se mantido constante nos últimos anos³⁰. Em relação à comercialização de frutas brasileiras nos entrepostos estudados, o ano de 2021 fechou com estabilidade na quantidade total comercializada, comparado a 2020 (FIGURA 7). Estes valores poderiam ser ainda maiores e atraentes, se os produtos tivessem uma vida de prateleira estendida, o que seria possível com a irradiação. A FIGURA 8 mostra uma cena do dia-a-dia na CEASA-RJ em Irajá.

CEASA	FRUTAS BRASILEIRAS			
	2019	2020	2021	Variação 2021 / 2020
Quantidade Kg	Quantidade Kg	Quantidade Kg		
CEAGESP - SAO PAULO	1.520.128.310	1.418.671.443	1.476.667.449	4,1%
CEASAMINAS - BELO HORIZONTE	625.908.370	591.659.029	615.027.532	3,9%
CEASA/RJ - RIO DE JANEIRO	751.827.874	733.318.691	575.593.129	-21,5%
CEASA/PR - CURITIBA	364.664.119	372.674.358	379.331.975	1,8%
CEASA/PE - RECIFE	314.076.542	344.572.290	355.178.479	3,1%
CEASA/GO - GOIANIA	347.144.003	305.306.820	316.111.889	3,5%
CEASA/CE - FORTALEZA	250.178.873	263.877.272	269.138.735	2,0%
CEASA/ES - VITORIA	181.036.477	194.430.128	220.592.284	13,5%
CEASA/DF - BRASILIA	148.441.574	137.383.876	137.699.091	0,2%
CEASAMINAS - UBERLANDIA	103.342.880	103.412.140	111.648.441	8,0%
CEASA/RJ - SAO GONCALO	57.900.893	49.963.940	54.226.066	8,5%
CEASAMINAS - CARATINGA	23.248.170	11.570.722	32.018.105	176,7%
CEASA/MG - JUIZ DE FORA	28.967.870	30.477.536	28.450.035	-6,7%
CEASAMINAS - UBERABA	74.159.166	32.411.009	19.882.881	-38,7%
CEASA/AC - RIO BRANCO	5.762.183	9.470.508	14.469.078	52,8%
CEASAMINAS - GOV. VALADARES	10.520.045	9.970.899	8.819.852	-11,5%
CEASA/MG - POCOS DE CALDAS	6.646.021	7.847.377	6.215.494	-20,8%
CEASA/MG - PATOS DE MINAS	10.783.550	9.696.744	5.084.995	-47,6%
CEASAMINAS - BARBACENA	3.732.068	3.812.991	4.805.061	26,0%
CEASA/RJ - NOVA FRIBURGO	2.509.155	2.575.178	2.447.256	-5,0%
CEASA/RJ - PATY DO ALFERES	204.291	154.441	95.225	-38,3%
TOTAL	4.831.182.434	4.633.257.392	4.633.503.052	0,01%

Fonte: Conab

FIGURA 7 - Comparativo de frutas comercializadas nos Centros de Abastecimento (CONAB,2021)

O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 12.3 captura o compromisso de reduzir pela metade o desperdício de alimentos no varejo e no consumidor e reduzir a perda de alimentos nas cadeias de suprimentos. Cada vez mais os países registram dados e pesquisas sobre os tipos de alimentos desperdiçados e o porquê. Esses dados contribuem para as estatísticas globais e as medidas de quanto as metas de desenvolvimento sustentável estão sendo alcançadas. O relatório da FAO sobre o estado da agricultura (2019) estima que cerca de 14% da produção global de alimentos é perdida durante os estágios da cadeia de suprimentos até, mas não incluindo, o varejo. No caso de frutas e vegetais perde-se mais de 20%. Já o Relatório do Índice de Desperdício de Alimentos (UNEP, 2021) apresenta a coleta, análise e modelagem de dados de desperdício de alimentos mais abrangente até o momento, gerando uma nova estimativa do desperdício global de alimentos que chega a 931 milhões de toneladas no desperdício doméstico.

30 <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4555-comercializacao-total-das-ceasas-aponta-aumento-na-venda-de-hortifrutis-no-pais>

co (principal fonte), nos serviços de alimentos e no varejo. O desperdício equivale a 3,3 caminhões de lixo³¹ cheios de alimentos perdidos ou desperdiçados a cada segundo! As estimativas de desperdício de alimentos domésticos no Brasil é de 60 kg/pessoa/ano, abaixo da média global de 74 kg/pessoa/ano, ou seja, 41 mil toneladas de alimentos são desperdiçadas por dia na fase do consumo³². Ainda há muito o que fazer para reduzir à metade e alcançar a meta da ODS 12.3 e o tratamento de alimento com radiação pode contribuir para isso.

É interessante notar que a definição de “alimento” do relatório da UNEP, inclui aqueles que se estragaram (UNEP, 2021:p.19). Portanto, o tratamento com radiação iria garantir um tempo de vida maior seja na prateleira do varejo ou na residência do consumidor, reduzindo o desperdício.

A demanda pelo tratamento de alimentos com radiação só tende a crescer e a **empresa contribuirá para a competitividade brasileira no mercado global de frutas e outros produtos com o aumento de exportações de frutas tropicais.**



FIGURA 8 - Ceasa-RJ (FONTE: mídia social)

31 Caminhão de lixo com 9 toneladas de capacidade.

32 <https://www.sna.agr.br/brasil-joga-no-lixo-41-mil-toneladas-de-alimentos-por-dia-alerta-nutricionista/>

3.5 ESTUDO DOS CONCORRENTES

É necessário conhecer, primeiramente, as próprias características, ou seja, aquelas referentes aos serviços que a empresa oferece e a capacidade de atendimento. Depois é que se compara com outras empresas que possuem atividades semelhantes. Desta forma é possível identificar as vantagens competitivas (como áreas desejadas pelos clientes que o concorrente não atende) e meios para tornar a estrutura mais eficiente. Muitas informações empresariais são sigilosas, então uma pesquisa de mercado detalhada pode não ser factível, entretanto qualquer observação sobre a concorrência pode ser valiosa e deve ser registrada. Conhecer as melhores práticas das empresas já estabelecidas (*benchmarking*) pode ser extremamente valioso como aprendizado para se evitar perder tempo e recursos com erros que concorrentes eventualmente cometem.

No Brasil, o mercado de irradiação ainda é pouco disputado por empresas prestadoras de serviço multipropósito, sendo que as existentes se dedicam a artigos médicos, cosméticos, cabos, embalagens pesquisa e desenvolvimento em geral e irradiação outros materiais, que não prioritariamente alimentos e produtos do setor agropecuário. No Brasil, existem 23 irradiadores de grande porte, sendo 16 equipamentos geradores de radiação e 7 com fontes radioativas³³. Nenhum deles é dedicado a tratar somente alimentos e produtos do setor agropecuário em escala comercial.

A TABELA 3 mostra um breve levantamento dos irradiadores brasileiros que eventualmente irradiam alimentos e produtos agropecuários. A tabela deve ser continuamente atualizada com informações adicionais por meio de pesquisa de mercado ou até mesmo observação. A primeira linha da tabela se refere à própria EMPRESA, foco deste modelo de plano de negócios.

Na análise de concorrentes, deve-se considerar os seguintes atributos em uma comparação de concorrência:

- Posicionamento no mercado;
- Competência da equipe;
- Conveniência (outros serviços oferecidos, horário de funcionamento, logística, atendimento digitalizado, etc.);
- Localização; Estrutura física;
- Estratégia de marketing;
- Preço cobrado; prazos, descontos, contratos de longo prazo, etc.;
- Tempo de resposta;
- Garantias oferecidas.

³³ <http://antigo.cnen.gov.br/index.php/instalacoes-autorizadas-2>

TABELA 3 - Empresas e instituições que prestam serviço de irradiação de alimentos

Empresa/Localização	Tipo de irradiador	Produtos irradiados	Vantagem competitiva	Oportunidades Para a EMPRESA
EMPRESA Ltda.	Raios-X 5 MeV, 190 kW	Alimentos, produtos do setor agropecuário, embalagens	Único no Nordeste em escala comercial. Próximo aos produtores. Oferece logística e consultoria	
Sterigenics Brasil Participações Jarinu – SP CNPJ 17.790.105/0001	Gama	Produtos médicos e farmacêuticos; Alimentos -Cosméticos	Único comercial no país. Adquiriu a CBE que já estava consolidada. Multinacional.	Aparentemente, irradiação de alimentos não é o principal objetivo da planta.
	Feixe de Elétrons (IMPELAR)	Temperos e ervas, como pimenta, alho e cebola, brócolis e cenoura.		
Unidade de Esterilização Cotia A e B. Cotia – SP CNPJ 45.789.724/0002-85 (Sterigenics)	Gama	-	-	Fechado, mas possui licença de operação da CNEN
Ipen-Laboratório de Fontes Intensas de Radiação São Paulo - SP CNPJ 00.402.552/0005-50	Feixe de elétrons baixa intensidade	Cabos, obras de arte, documentos históricos, testes de produtos.	Larga experiência. Órgão do MCTI. Realiza pesquisas	Centro Colaborador.
USP/CENA/Laboratório de Irradiação de Alimentos e Radioentomologia Piracicaba - SP	Gama.	Alimentos.	Pesquisas	Centro Colaborador.
CDTN- Laboratório de Irradiação Gama Belo Horizonte - MG CNPJ 00.402.552/0012-89	Gama. Irradiador Categoria II	Obras de arte; produtos médicos e farmacêuticos; polímeros e outros derivados sintéticos; gemas semi-preciosas; sangue e hemoderivados; alimentos.	Único em MG.	Centro Colaborador.
Centro Tecnológico do Exército (CTEx) Rio de Janeiro (RJ)	Gama	Pesquisa	Pequeno porte Colabora com pesquisas da EMBRAPA.	Centro Colaborador.
UFPE Departamento de Energia Nuclear Recife, PE	Gammacell modelo 220 Excel-MDS Nordion	Pesquisa	Pequeno porte	Centro Colaborador.
Moscamed Juazeiro, BA	Gammacell	Esterilização de insetos	Pequeno porte	Centro Colaborador.

Com relação aos concorrentes internacionais, o mercado de frutas tratadas com radiação é extremamente seletivo e conta com competidores que já estão nele estabelecidos, como México, Vietnã e outros países da Ásia. O Brasil possui relações comerciais com mais de uma centena de países, sendo considerado um parceiro majoritário no agronegócio. O relatório sobre o levantamento do mercado internacional de produtos irradiados traz o detalhamento das principais atividades nessa área ao nível internacional (WIELAND, 2021a) e o apêndice “E” do relatório sobre os requisitos de instalação do irradiador multipropósito (WIELAND, 2022) traz uma lista de empresas prestadores de serviço de irradiação em vários países.

Em suma, a empresa tem condições de abrir o mercado de alimentos e produtos do setor agropecuário tratados com radiação no Brasil. O mercado é abrangente e a demanda crescente, garantindo serviços ao longo do ano, mesmo que outros concorrentes iniciem operações.

Entretanto, para abrir o mercado e conquistar clientes é necessário manter um programa de marketing e excelência no atendimento aos clientes, além do apoio do governo na divulgação das vantagens do tratamento de alimentos com radiação.

3.6 ESTUDO DOS FORNECEDORES

O mercado fornecedor compreende todas as empresas e pessoas que irão fornecer as matérias-primas, softwares, serviços, consultorias e equipamentos utilizados pela empresa. O relacionamento com os fornecedores pode ser crucial para a estabilidade da empresa e garantia de boas margens de lucro. É necessário manter comunicação para parcerias duradouras com fluxo constante de negócios, ainda que de pequena monta e boa abertura para negociações de preços e condições de entrega. Portanto, os bons fornecedores são aqueles que trabalham empresas de pequeno porte, são flexíveis quanto a prazos de pagamento e descontos para pagamento à vista, ou baixos juros ou nenhum para pagamento a prazo, são confiáveis quanto a entrega de mercadorias e seus produtos ou serviços são de boa qualidade. Uma boa maneira de verificar a competência do fornecedor é realizar pesquisar em sites empresariais e ler as revisões e comentários sobre a empresa na internet ou em sites de reclamação³⁴.

É interessante manter um banco de dados de fornecedores classificados quanto ao tipo de material ou serviço, não apenas aqueles produtos de uso corrente existentes no estoque, mas também de equipamentos nacionais e importados, serviços, consultorias, softwares e treinamentos, como exemplificados nas TABELAS 4a, 4b, 4c, 4d, 4e, a seguir.

Tabela 4a - Fornecedores de aceleradores e sistemas periféricos

Equipamento/ sistema	Descrição	Nome do fornecedor (2)	Dados de contato do representante	Preço médio	Prazo de entrega
Acelerador de elétrons, ou raios-X, software controle	Sob encomenda para as necessi- dades do cliente	IBA, Bélgica	mauro.ferreira@ iba-group.com	EUR 5 milhões	26 meses anos Instalação em 6 meses
Acelerador de elétrons, software controle	10 MeV 20 kW	Nuctech, China	juliano.noguei- ra@nuctechdo- brasil.com	US\$ 5 milhões	1-2 anos
Acelerador de elétrons, ou raios-X, software controle	Elétrons 10 MeV Raios-X 5 MeV	Mevex, Steris			

34 <https://consumidor.gov.br/pages/principal/?1655137004072> ou <https://www.reclameaqui.com.br/>

Equipamento/ sistema	Descrição	Nome do fornecedor (2)	Dados de contato do representante	Preço médio	Prazo de entrega
Sistema transportador de produtos	Aço inox para não sofrer danos por radiação.	Siembra, Vinhedo, SP OSME, Arujá, SP			
Sistema de dosimetria a alanina	Electronic Para- magnetic Reso- nance (EPR)	Bruker do Brasil	clayton.olivei- ra@bruker.com	EUR 65752,00 9 (dez. 2020)	3-4 meses
Dosímetros alanina	Caixa com 2000 unidades	Aerial, França	florent.kuntz@ aerial-crt.com	EUR 1700	4 semanas
Adesivos sensíveis à radiação Sterin (1)	Indicação rápida se o produto foi irradiado ou não. Deve ser escolhido o mo- delo de acordo com a dose de radiação usada.	Ashland	AdvancedMa- terialsOrders@ ashland.com No Brasil: con- tato.industrial@ ashland.com		
Energia fotovoltaica	Fornecimento de energia solar alternativa	Liberty energy	ranierepatrio- ta@libertyener- gia.eco.br		
Chiller	Adequado para o irradiador. Locação	Tecnogera	leonardo.pran- dini@tecnogera. com.br		
Transformador, Estabilizador de tensão e outros equipamentos elétricos	Adequados para o irradiador	Multitrafo	comercial1@ multitrafo.com. br		
Microscópio (opcional)	Para amostras biológicas 40 - 1000x de aumento			R\$ 9.000,00	

NOTA: (1) Avaliação do adesivo Sterin para frutas no Brasil em (DEL MASTRO, 2001).

(2) As empresas citadas aqui não são indicações, meramente exemplos ilustrativos de algumas empresas existentes no mercado.

TABELA 4b - Fornecedores de softwares

Sistema	Descrição	Nome do fornecedor (1)	Dados de contato do representante	Preço
Gestão empresarial integrada	Sistema ERP full: finanças, RH, produção, cadeia de suprimentos, serviços, compras, etc.	Ex. Omie	https://www.omie.com.br/sistema-erp/	R\$ 4.000/mês
Licença softwares	Exemplo: Microsoft 365	(Link)	(Link)	R\$ 500/ano
Armazenamento na nuvem	Dados, relatórios, imagens, back up, etc.	(Link)	(Link)	R\$ 500/ano

Nota: (1) As empresas citadas aqui não são indicações, meramente exemplos ilustrativos de algumas empresas existentes no mercado.

TABELA 4c - Fornecedores de serviços

Serviços	Nome do fornecedor	Preço estimado/data	Contato para reparos e emergências
Empresa de Contabilidade	Empresas on-line	R\$ 4.000/mês em 2022	
Eletricidade	Local	De acordo com uso	
Água	Local	De acordo com uso	
Telefone móvel	Local	De acordo com uso	
Internet	Local	De acordo com plano	
Assistência em proteção radiológica; Dosimetria individual para trabalhadores	(1)	R\$ 25,00 por mês por dosímetro pessoal em 2022	
Dosimetria de produto	IPEN, UFPE/DEN	R\$ 25,00 por dosímetro em 2022	

Notas: (1) Os dosímetros individuais devem ser obtidos apenas em laboratórios de monitoração individual, credenciados pelo IRD em: <http://antigo.ird.gov.br/index.php/casec/send/9-casec/168-laboratorios-de-dosimetria-certificados-janeiro-2021>.

TABELA 4d - Fornecedores de treinamento especializado

Tópico	Fornecedor	Dados de contato
Operação dos equipamentos de irradiação e sistemas periféricos.	Fornecedor de equipamentos	
Tratamento de alimentos com radiação	EMBRAPA	
Esterilização por radiação	IPEN, UFPE/DEN	
Dosimetria para controle do processo	IPEN, UFPE/DEN	
Microbiologia para segurança alimentar	EMBRAPA	
Barreiras fitossanitárias na exportação de alimentos e produtos do setor agropecuário	EMBRAPA, APEX	
Sistema de gerenciamento empresarial	SEBRAE, OMIE	

TABELA 4e - Fornecedores de consultoria especializada

Objetivo	Qualificação	Dados de contato	Período
<p>Estudos atualizados de viabilidade técnica e econômica;</p> <p>Definição/dimensionamento da planta de radiação e qualificação dos fabricantes do equipamento;</p> <p>Assistência na implementação operacional do irradiador; Qualificação de instalação (QI).</p>	<p>Fornecedor do equipamento deve auxiliar nessas tarefas.</p> <p>Profissionais com experiência operacional em irradiadores no IPEN e na UFPE/DEN.</p>		2 primeiros anos
<p>Irradiação de alimentos e embalagens, esterilização;</p> <p>Mapeamento de dose em produtos, com determinação de D_{min}, D_{max}, e Dose Uniformity Ratio (DUR);</p> <p>Qualificação Operacional (QO) e de desempenho (QD).</p>	<p>Profissionais com experiência operacional em irradiação de alimentos</p>		3 primeiros anos
<p>Calibração e verificação de sistemas de dosimetria de Alanina conforme normas vigentes;</p> <p>Calibração de fontes de irradiação de referência</p> <p>Qualificação de desempenho de sistemas de Dosimetria (incerteza, reproduzibilidade, estabilidade, efeitos ambientais, etc.).</p>	<p>Especialistas com experiência operacional em dosimetria de altas doses. UFPE/DEN.</p>		Primeiro ano de operação
<p>Abertura e consolidação de mercado de produtos irradiados no Brasil;</p> <p>Marketing corporativo junto a clientes, fornecedores e apoiadores;</p> <p>Relacionamento com stakeholders para abertura de mercado exterior.</p>	<p>Especialista em comunicação com o público, marketing corporativo</p>		Desde o início de planejamento
<p>Assistência no licenciamento da instalação com irradiador;</p> <p>Revisão dos documentos a serem encaminhados ao órgão regulador;</p> <p>Acompanhamento do processo pela plataforma na internet;</p> <p>Auxílio para solução e preparação de respostas às eventuais pendências.</p>	<p>Especialista com experiência em licenciamento de instalações radiativas com acelerador de elétrons e raios-X de até 10 MeV e até 200 kW de potência</p>		Segundo e terceiro ano

3.7 ESTRATÉGIAS PROMOCIONAIS

Tão importante quanto oferecer serviços de qualidade é saber como promovê-los, como moldar a percepção de valor por parte do público-alvo ao qual as soluções são destinadas e como relembrá-los a contactar a sua empresa.

A promoção de serviços de irradiação multipropósito não é tarefa simples, uma vez que as vantagens e benefícios desta técnica não são ainda bem conhecidos e pode ser percebido como complexo, caro, desnecessário, com risco de não aceitação do produto final pelos consumidores. É uma técnica única com várias finalidades até mesmo no âmbito da agricultura, conforme mostrado no Quadro 1 que apresenta a descrição dos objetivos do tratamento de alimentos com radiação.

Quadro 1 - Propósitos do tratamento de alimentos e produtos do setor agropecuário com radiação

Propósito	Descrição
Prevenção de doenças de origem alimentar	A irradiação pode ser usada para reduzir efetivamente os organismos que causam doenças transmitidas por alimentos (DTA) , como <i>Salmonella spp.</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Listeria spp.</i> , <i>Vibrio spp.</i> E <i>Toxoplasma gondii</i> .
Controle de insetos e larvas	O tratamento com radiação pode ser usado para destruir insetos que ameaçam a agricultura local. A irradiação também elimina a necessidade de práticas prejudiciais de controle de pragas, incluindo banhos de água quente, fumigação e uso de brometo de metila, entre outros.
Extensão de vida de prateleira	A irradiação pode ser usada para destruir ou inativar organismos que causam deterioração e decomposição e estendem a vida útil dos alimentos, multiplicando de 3 a 7 vezes a vida de prateleira dos alimentos. O morango tem a vida de prateleira estendida de 5 para até 21 dias e a banana de 15 a 45 dias!
Inibição da germinação e amadurecimento	A irradiação pode ser usada para inibir a germinação (por exemplo, cebolas, batatas e alho) e atrasar o amadurecimento da fruta para manter naturalmente o frescor, sem usar produtos químicos. A vida útil do alho pode passar de 4 meses a 10 meses se for irradiado.
Esterilização	A irradiação pode ser usada para esterilizar alimentos, que podem então ser armazenados por anos sem refrigeração para rações em balsa salva-vidas para náufragos, ou para voos espaciais. Alimentos esterilizados são úteis em hospitais para pacientes com sistema imunológico debilitado. Além de alimentos, opoterápicos e produtos para pet podem ser esterilizados com radiação
Tratamento fitossanitário	A irradiação é um tratamento aceito internacionalmente para prevenir a introdução e a disseminação de pragas. A vantagem adicional no caso das frutas, é que elas não precisam ser colhidas antes do tempo para exportação.

O Relatório P2 desta consultoria sobre planos de marketing (WIELAND, 2021b) apresenta dois planos de marketing – para público e produtores – contendo estratégias para comunicação. Esta seção complementa aquele relatório, trazendo alguns elementos para o marketing corporativo. Conforme apresentado no plano de marketing citado acima, as PERSONAS³⁵ dentre os produtores do setor agropecuário para o negócio de irradiação de alimentos e produtos do setor agropecuário são:

35

“Persona” é a representação fictícia do cliente ideal de um negócio..

Tarso, o engenheiro agrônomo e produtor



Tarso é produtor rural que visa tanto o mercado interno quanto a exportação de seus produtos agrícolas. Ele lida com o legado rural da família e sempre busca a melhor maneira de manter a produção e crescer se possível. Está sempre ligado na previsão do clima e controla dos custos de produção na ponta do lápis.

Recentemente ele teve problemas com contaminação da sua

carga com Salmonella. Não é fácil resolver esse problema, pois além da questão fitossanitária, a reputação de sua colheita fica prejudicada. Tarso faz parte de uma associação local, mas gostaria de saber mais como evitar perdas da colheita e alcançar novos mercados. Como seus pares, ele assiste o Canal Rural e outros e tenta se manter atualizado sobre novas oportunidades.

Fillizola, o CEO



Fillizola é CEO de uma importante empresa produtora e exportadora de carnes, atua no processamento de bovinos, suínos, ovinos, frangos e também produz produtos alimentícios de valor agregado e de conveniência. Sua empresa tem capital aberto na bolsa de valores com lucro na casa dos bilhões. O marketing da empresa foca nos critérios ESG, principalmente em mostrar que está contribuindo para o equilíbrio das emissões de gases do efeitos - Netzero.

Fillizola participa do Board de várias outras empresas e já passou por tantas outras em altos cargos. Acredita que a ciência e tecnologia podem causar impacto positivo no futuro e fazer a diferença. Está expandindo no mercado internacional, de olho no mercado plant-based e possui conexões importantes na capital, fonte estratégica de informações, durante jantares e partidas de tênis. Recebe as novidades pelo E-mail do Brazil Journal.

Para a estratégia promocional, e considerando cada uma destas personas, deve-se considerar ainda a segmentação (a) aqueles que já usam e precisam da técnica, (b) os que conhecem e testam e (c) os que desconhecem totalmente, conforme descrito na seção. Da mesma forma determinar um perfil do cliente (empresa) ideal, dentre seus principais critérios: porte da empresa; estrutura ou capacidade do negócio; segmento de atuação; ticket médio; ciclo de produção; desempenho no mercado (resultados, marcos importantes, planos de expansão); maturidade no mercado e na mídia digital; organização da equipe e quais executivos tomam decisões que podem influenciar a escolha pelo serviço de irradiação.

O desafio para criar empatia com os potenciais clientes está em entender as necessidades, não só por segmento, mas também por região do país e perfil: conservador, nova geração, tecnológico, grande ou pequeno produtor, empresarial, familiar, etc.

Na estratégia promocional, deve-se observar a colaboração e influência dos vários eixos de stakeholders (WIELAND, 2021b) para o agronegócio como governo, associações, investidores, traders, imprensa do agronegócio, transportadores, varejistas e qualquer outro profissional que necessite entrar em contato com o produto tratado com radiação, que devem minimamente conhecer o significado da Radura, e ter absoluta segurança de que o produto não é radioativo, nem oferece qualquer perigo.

Ao longo do tempo seria interessante atentar para as estratégias da matriz de Ansoff³⁶ para inserção e consolidação de produtos existentes ou novos, mas que podem ser adequar ao setor de serviços (FIGURA 9):

- Penetração de mercado: concentra-se em aumentar as prestações de serviços existentes para um mercado existente;
- Desenvolvimento de produtos: tem o foco na introdução de novos serviços em um mercado existente;
- Desenvolvimento de mercado: sua estratégia se concentra em entrar em um novo mercado usando serviços existentes;
- Diversificação: tem como foco a entrada em um novo mercado com a introdução de novos serviços.



FIGURA 9 - Estratégia para inserção e consolidação de serviços e mercados, segundo Ansoff

Em complementação a essas estratégias para atrair novos clientes, pode-se oferecer pacotes de outros serviços para agregar valor ao serviço de irradiação. Por exemplo, clientes que precisam de serviços auxiliares como refrigeração, desinfecção de embalagem, logística, consultoria, dosimetria, empacotamento e rotulagem. Estes são serviços que agregam valor e que devem ser oferecidos com os serviços de irradiação, como estratégia promocional. A empresa deve tentar atrair clientes com preços reduzidos para grandes volumes.

Os canais de aquisição de novos clientes são variados e não só a tecnologia deve ser usada. A participação presencial em reuniões, feiras do agronegócio, pode ser o diferencial para divulgar os benefícios da técnica entre os empresários do agronegócio e exportadores, criar relaciona-

36 https://pt.wikipedia.org/wiki/Matriz_de_Ansoff

mentos e difundir os serviços da empresa. Naturalmente a empresa deve ter um site na internet com conteúdo interessante e renovado, capaz de captar *leads*, assim como a presença nas redes sociais. O marketing de e-mail está se tornando saturado, mas ainda é uma boa opção. Acordos e parcerias com associações e outros stakeholders é relevante como canal de tração, *leads*, troca de informações e para a longevidade da empresa. Ao longo da operação da empresa, é importante controlar o ticket médio, para o melhor desenvolvimento de marketing de conteúdo e geração de *leads* no site da empresa e na mídia digital. Dentre as estratégias promocionais, as mais comuns são:

- a) Página na internet;
- b) Propaganda em TV e rádio, canais de *streaming* na internet, jornais, revistas e periódico, fontes de informação do seu público alvo;
- c) Mídia impressa, onde for relevante;
- d) E-mail;
- e) Demonstração de produtos irradiados em feiras e congressos do agronegócio;
- f) Acordos e parcerias;
- g) Representante comercial.

Para a exportação dos produtos tratados com radiação sugere-se atuar em conjunto com o governo, APEX Brasil para divulgar no exterior uma marca que simbolize a qualidade dos produtos tratados brasileiros, além de esclarecer os produtores agrícolas a respeito das exigências dos diversos mercados, como requisitos técnicos, comerciais e de vigilância sanitária dos mercados recebedores.

Ao contactar clientes, a empresa deve mostrar profundo conhecimento da técnica de tratamento de alimentos com radiação, inclusive da época certa de colheita para maximizar os efeitos do tratamento e condições de refrigeração no armazenamento. Para tanto é importante manter um guia sobre as doses mínimas e máximas típicas de radiação, condições de refrigeração e umidade para cada alimento de acordo com o propósito de tratamento e uma coleção de estudos e pesquisas sobre o assunto³⁷. Ao contratar o serviço de radiação, o cliente indicará qual é a dose de tratamento, ou alternativamente contratará a consultoria oferecida pela empresa para isso. Como apresentado no plano financeiro, a dose de radiação no alimento será um dos parâmetros para o cálculo do preço do serviço.

Todas as formas de promoção implicam em custos e devem incluir metas esperadas do retorno que as estratégias trarão seja na imagem do negócio, no número de clientes e aumento de receita. Portanto, devem ser avaliadas e modificadas sempre que não forem efetivas. A TABELA 5 traz uma sugestão para auxiliar a obtenção da métrica que deve ser usada pela empresa para a avaliação da estratégia promocional de marketing.

³⁷ Um banco de dados reúne os trabalhos realizados com tratamento de alimentos com radiação - é o International Database on Commodity Tolerance (IDCT), para auxiliar a identificar as doses de radiação ideais para cada cultivar, que não prejudiquem os produtos.

O SEBRAE sugere ainda utilizar o acrônimo “AIDA” para avaliação da campanha promocional³⁸:

- A - ATENÇÃO = Sua campanha chama a ATENÇÃO?**
- I - INTERESSE = Sua campanha desperta INTERESSE?**
- D - DESEJO = Sua campanha causa DESEJO?**
- A - AÇÃO = Sua campanha convida para a AÇÃO?**

TABELA 5 - Avaliação da estratégia promocional por canal de aquisição de clientes

Canal de aquisição	Atividade	Alcance esperado em Δt	Resultado obtido em Δt	Viabilidade
Indicações de colaboradores em parcerias	Participação em reuniões e grupos de discussão			
Redes Sociais	Posts, reels no Facebook e Instagram			
Twitter	Notícias rápidas			
Hub de serviços pela internet (1)	Busca por fornecedores			
LinkedIn	Perfil profissional da empresa, posts técnico-científicos			
Site na internet	Sobre a empresa Blog Serviços prestados			
SEM e SEO (2)	Facilitar buscas na internet			
Publicidade Tradicional em TV	Vídeo promocional			
Canais de streaming	Vídeos promocionais no Canal YouTube			

38 <https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/AP/Anexos/Como+Elaborar+Campanhas+Promocionais.pdf>

Canal de aquisição	Atividade	Alcance esperado em Δt	Resultado obtido em Δt	Viabilidade
Publicidade Tradicional em rádio	Frases promocionais Podcast			
Mídia impressa	Folhetos, cartão de visita			
Eventos	Palestras Demo de produtos irradiados			
E-mail marketing	Novas informações sobre irradiação de alimentos			
Representantes comerciais	Visitas a potenciais clientes para apresentação da empresa			
Total:				

Nota:

(1) Exemplo de hub: <https://www.ohub.com.br/>

(2) Search Engine Marketing (SEM) e Search Engine Optimization (SEO), técnicas que garantem o bom posicionamento dos links corporativos (que podem ser patrocinados ou não) nas buscas da Internet para possibilitar que os consumidores encontrem o site e o blog da sua empresa na hora em que estiveram fazendo pesquisas por serviços semelhantes aos da empresa.

4. PLANO OPERACIONAL

O plano operacional esclarece como o negócio funciona.

Os requisitos de instalação, funcionamento sustentável e viabilidade do negócio de um irradiador multipropósito estão no relatório P3 desta consultoria (WIELAND, 2022).

4.1 LOCALIZAÇÃO DO NEGÓCIO

A definição da localização é crucial para captar o volume de contratos de serviços esperados e gerar bons resultados.

O Capítulo 5 do Relatório P3 (WIELAND, 2022) trata deste aspecto em detalhes. O local selecionado deve atender os requisitos para local de instalação do irradiador. O fornecimento estável de eletricidade é uma questão fundamental para evitar problemas técnicos no irradiador. Deve-se escolher um local onde já haja um parque industrial e fazer um contrato com empresa de fornecimento de eletricidade. A lista de verificação para escolha de local encontra-se no APÊNDICE A.

Em termos regionais, o mapa de produção Hortifruti³⁹ (FIGURA 10) demonstra que qualquer região brasileira tem potencial para utilizar os serviços de tratamento por radiação. Este modelo de plano de negócio ilustrará o caso potencial da cidade de Petrolina, Pernambuco na região do Nordeste do Brasil (FIGURA 11). Além de frutas como mangas e goiabas, outros produtos da região não sazonais também podem ser irradiados como ovos, rações e flores.

a) Endereço selecionado para a instalação do irradiador multipropósito:

Rua:	Rua		
Bairro:	Bairro Industrial	CEP:	
Cidade:	Petrolina	Estado:	Pernambuco
Coordenadas geográficas:	Latitude e Longitude	Ponto de referência:	Próximo à...

³⁹ <http://redesialbrasil.blogspot.com/2021/12/mapa-da-producao-de-hortifruti.html>

b) Considerações sobre a localização, justificando a escolha do local

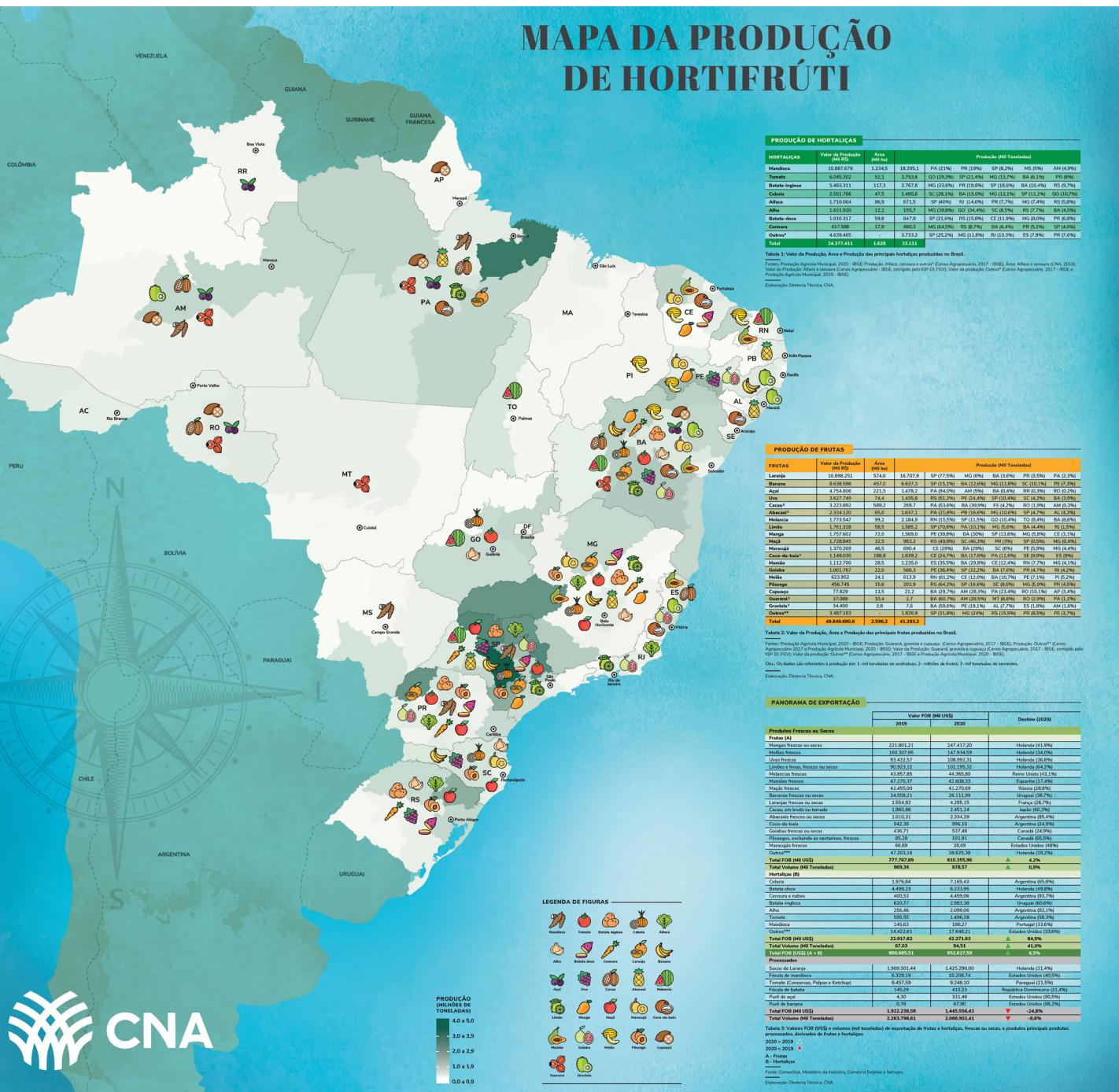


FIGURA 10 - Mapa da produção de hortifrutícola no Brasil. FONTE: site da CNA

Petrolina, em Pernambuco, é uma cidade bem avançada em termos do uso da tecnologia na agricultura. É um grande polo produtor e exportador de frutas. Possui um aeroporto e rotas rodoviárias para receber produtos de outros estados e escoamento para vários portos como Fortaleza, Recife e Salvador. Uma das principais vantagens do uso do tratamento com radiação nesse local seria a possibilidade de utilizar rotas logísticas para exportação mais econômicas, embora mais longas e demoradas, uma vez que a fruta permanecerá fresca por mais tempo. A área escolhida atende os requisitos de local para tal planta, inclusive com relação a abastecimento⁴⁰.

40 Sobre a estabilidade no fornecimento de energia, verificar no site da ANEEL - painel de desempenho das distribuidoras de energia elétrica.

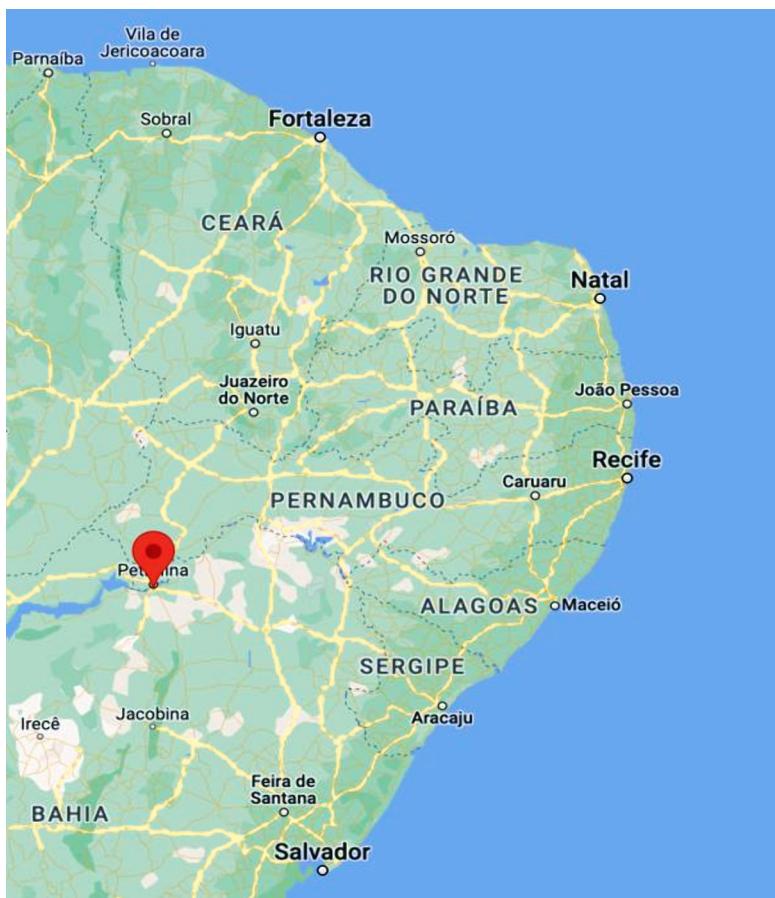


FIGURA 11- Mapa de parte do Nordeste do Brasil ressaltando a cidade de Petrolina e as rotas rodoviárias principais.
FONTE: Google Maps

4.2 ARRANJO FÍSICO

Com base nos requisitos da instalação apresentados no Capítulo 2 do Relatório P3 (WIELAND, 2022), um profissional qualificado na área de arquitetura e engenharia deve elaborar o projeto básico e o executivo da instalação, incluindo plantas baixas com o arranjo físico, cortes, detalhes da instalação o memorial descritivo da edificação, dos componentes construtivos, estruturais, de abastecimentos e escoamentos e a lista de materiais necessários, ou seja, todo o necessário para a execução da obra para a instalação.

Com layout, ou arranjo físico, pode-se definir a distribuição dos diversos setores da empresa, equipamentos, estações de trabalho e recursos da empresa. Um bom arranjo físico traz benefícios como evitar perda de produtividade por retrabalho, tempo excessivo para realizar uma tarefa, queda motivação dos trabalhadores, etc.

Considerando uma planta com um módulo de irradiação apenas, um galpão com cerca de 3.000 m² (60 m × 50 m) e 10 metros de altura seria adequado e confortável para conter os sistemas, laboratórios e periféricos necessários. A área da sala da irradiação e os acessos para entrada e saída de produtos irradiados vão ocupar cerca de 900 m². Caso a empresa não conte com espaço físico suficiente ou já planeje uma área maior para armazenamento, o ideal seria um pé direito de 12 m (livres, descontando a iluminação e 1 m até o forro) para 5 ou 6 níveis de paletes. Para a área de armazenamento refrigerado deve-se contar com espaço suficiente de acordo com a capacidade máxima, por exemplo, 300.000 toneladas anuais e o tempo de permanência do produto no armazém.

Um exemplo de dimensões de áreas para o irradiador é a seguinte (Maiores detalhes no ANEXO A)

Área do bunker (fixo): 35 m²

Sala de irradiação: 130 m²

Sala de fornecimento de energia: 27 m²

Sala de refrigeração a água: 12 m²

Sala de controle: 20 m²

Sala de peças de reposição e manutenção: 15 m²

Sala de dosimetria: 15 m²

Sala técnica: 15 m²

É importante lembrar que o arranjo físico deve prover a clara separação entre os produtos tratados e não tratados, a qualquer tempo, (WIELAND, 2022) e como mostrado no VÍDEO 1.

VÍDEO 1 - Retirada de produtos do irradiador após o tratamento. A cerca no lado esquerdo separa os produtos tratados dos não tratados. FONTE: a autora, filmado na TECLEOR, Rússia

Deve ainda garantir o fluxo de pessoas e acessibilidade, além de dimensionar com folga (ou com flexibilidade para futura expansão) as salas refrigeradas a frio e a sala frio com vento forçado, pois elas podem ser fontes importantes de recursos da empresa com o serviço de logística de armazenamento de alimentos⁴¹, mesmo sem irradiação. Se a empresa visa incluir o tratamento de frangos, peixes, ou outra proteína animal, deve haver uma área refrigerada reservada para tal fim, tanto antes da irradiação quanto depois.

41 Por exemplo, uma tonelada de manga ocupa cerca de 2,6 m³ que podem ser distribuídos em 2 paletes de 1 m x 1 m. Em uma sala com 20x20 m caberiam cerca de 80 toneladas, com espaço para movimentação de carga, inspeção e aeração.

A área reservada para higienização preliminar de embalagens vazias com jato de água e solução detergente, pode ser fora da edificação principal onde está o irradiador. Assim, as embalagens só entrariam no ambiente de irradiação com um teor de contaminantes menor.

Sugere-se contar com pelo menos 30 m de distância de cada parede do galpão até a cerca externa⁴² para o estacionamento e movimentação de caminhões. A FIGURA 12 mostra uma imagem de uma instalação com acelerador de elétrons e as docas para recebimento de material.



FIGURA 12 - Área externa de uma instalação com acelerador de elétrons

4.3 CAPACIDADE PRODUTIVA E /OU COMERCIAL

a) Especificação do irradiador

A Empresa deve definir as especificações técnicas para facilitar a comunicação com os fornecedores e validação do equipamento, uma vez montado, conforme explicado em (WIELAND, 2022). A TABELA 6 apresenta a descrição de irradiadores tipo acelerador de elétrons e raios-X, para facilitar o início de contato com fornecedores.

TABELA 6 - Características e descrição do irradiador para tratamento de alimentos para o plano de negócios

Parâmetros	Exemplo de Descrição
Produtos a serem irradiados e o propósito	Frutas: Manga para desinfestação, tratamento fitossanitário para exportação Goiaba para retardar o amadurecimento, tratamento fitossanitário para exportação Batatas e cebolas para retardar a brotação Cereais, Espaciarias, produtos à base de plantas, vegetais desidratados Ovos, Polpa de frutas cajá, caju, mangaba, cupuaçu para controle microbiológico Alimentos para animais de estimação, Flores para exportação Densidade: 0,3 a 1,4 g/cm ³ Volume anual: 300.000 toneladas
Categoria de irradiador	Acelerador de elétrons 10 MeV ou Raios-X 5 MeV (ou 7 MeV, uma vez permitido no país)

42 A recomendação de segurança em normas da Índia é de uma distância mínima de 30 metros entre a parede limite da instalação para qualquer área residencial próxima e/ou locais públicos. FONTE: AERB <https://www.aerb.gov.in/storage/uploads/documents/regdocENRFw.pdf>

Parâmetros	Exemplo de Descrição
Potência máxima da fonte do projeto	Elétrons - 40 kW ou Raios-X - 100 a 190 kW
Modo de operação Como o produto entra na sala de irradiação e é exposto	Contínuo. Produtos já embalados. Expostos continuamente em esteira em caixas (elétrons) ou paletes (raios-X) .
Rendimento Máximo nominal do transportador	300.000 toneladas/ano
Dimensão da caixa/ palete de produtos para irradiação	Caixa: Cerca de comprimento 60 cm x 40 cm com altura até 40 cm. Paleta: Cerca de comprimento 120 cm x largura 100 cm e altura 178 cm
Equipamentos a serem adquiridos localmente	Alta tensão, chiller, estabilizador de tensão, bombas de vácuo, sistema transportador do produto.

Esse modelo de plano de negócios será ilustrado com um irradiador de Raios-X de 5MeV com 190 kW, representando o nível mais elevado de irradiadores, com capacidade para produtos densos como mangas e podendo realizar esterilizações de produtos que requerem altas doses, com potencial de irradiar até acima de 500.000 toneladas por ano com taxa de cerca de 100t/h para baixas doses. É um irradiador com preço bem mais alto que o acelerador de elétrons simples, porém com mais flexibilidade e capacidade industrial.

b) Rendimento

O montante máximo planejado neste plano de negócios são 300.000 toneladas de alimentos e produtos do setor agropecuário irradiadas por ano, conservativamente abaixo do rendimento indicado pelo fabricante, pois depende de valores de dose de radiação.

A capacidade produtiva da instalação está condicionada à capacidade do irradiador, a dose de radiação requerida, o tempo de utilização e a geometria de exposição dos produtos.

No caso de aceleradores de elétrons, as caixas de produtos são irradiadas sequencialmente sobre uma esteira e como a capacidade de penetração é pequena, as caixas não podem ser empilhadas. Considerando um acelerador de elétrons de 10 MeV, 40 kW e uso com potência máxima, o rendimento seria calculado usando a fórmula de rendimento apresentada no Relatório P3 (WIELAND, 2022) e copiada aqui:

$$\frac{dm}{dt} = \frac{\eta P}{D}$$

onde:

η = eficiência de rendimento, considerado aqui de cerca de 0,4⁴³;

P = potência da máquina (kW), usado aqui como 40 kW;

D = dose (kGy), considerado aqui como 0,75 kGy⁴⁴.

⁴³ Depende das perdas do feixe na janela de saída, no ar, densidade do material irradiado, geometria do feixe escaneado, densidade das embalagens no transportador e podem diferir para cada tipo de produto.

⁴⁴ Simulação de mangas tratadas com radiação para exportação. http://pelicano.ipen.br/PosG30/TextoCompleto/Paula%20Olhe%20Broisler_M.pdf

Com este cálculo, o rendimento seria 21,3 kg/s ou 76,8 toneladas/hora. Em 2 turnos de operação diárias, ou seja, 15 horas/dia (reservando uma hora para limpeza e organização), o rendimento em uma semana de 5 dias seria de 5.760 toneladas por semana e 23.040 toneladas por mês, **chegando a 253.440 toneladas em 11 meses**. Considerando-se 3 turnos de trabalho, o rendimento pode chegar a mais de 300.000 toneladas por ano.

No caso de Raios-X, o rendimento é menor. Por exemplo, se para uma dose de 400 Gy, o rendimento para acelerador de elétrons for de 3,5 ton/hora/kW, o rendimento para raios-X deve ser 0,12 ton/hora/kW⁴⁵, devido a perdas na conversão.

Diferentemente do feixe de elétrons, no irradiador de raios-X as caixas de produtos são acondicionadas em paletes e o volume irradiado a cada momento é bem maior, mas o tempo de exposição é maior. Se a dimensão de cada palete é $1,0 \times 1,2 \times 2,2$ m de altura, cabendo 280 caixas de mangas com 4 kg cada caixa. Portanto, cada palete carregaria 1,12 toneladas de manga. Para uma capacidade estimada de 200.000 toneladas por ano significaria 178.571 passagens de paletes pelo irradiador de raios-X (FERREIRA, 2021). Um equipamento de raios-X de 5 MeV e 150 kW tem uma taxa de processamento de 51,5 toneladas por hora, logo requer 3.884 horas de processamento para 200.000 toneladas ou 5.242 horas para 270.000 toneladas.

4.4 PROCESSO DE PRODUÇÃO E/OU DE COMERCIALIZAÇÃO

Esta seção apresenta como a empresa irá operar, as etapas dos serviços oferecidos, rotinas administrativas, promocionais e de manutenção. Indica quem serão os responsáveis e os principais equipamentos e sistemas utilizados.

4.4.1 Serviços oferecidos

A EMPRESA oferece serviços integrados de irradiação, logística e consultorias. Por se tratar de uma tecnologia nova na região, a EMPRESA iniciaria a prestação do serviço com uma consultoria para determinar todos os parâmetros necessários de dose de radiação, conforme o propósito do tratamento do alimento.

A empresa pode receber os alimentos e produtos do setor agropecuário a granel ou já empacotados numa embalagem final. Sendo recebidos a granel diretamente da fazenda ou da área de produção, o produto seria avaliado, limpo e triado, para então ser embalado apropriadamente e seguir para irradiação. As embalagens vindas da área de produção, caixas e paletes utilizados no transporte dos alimentos a granel poderiam seguir para a lavagem, desinfecção e também irradiação para atender os requisitos fitossanitários. A empresa também conta com salas refrigeradas próprias para armazenamento com temperatura e umidade controladas de forma a não quebrar a cadeia de frio do alimento. A empresa também poderia fornecer outras atividades de logística e consultoria em dosimetria, análises microbiológicas, na cadeia de suprimentos em apoio às exportações, boas práticas de fabricação, e outros assuntos relacionados para melhor atender os clientes em um só local. Ao longo de todo o processo, o produto pode ser rastreado e controlado.

a) Serviços de irradiação multipropósito

A irradiação tem múltiplas finalidades, cada um com faixa de dose de radiação indicada pelo cliente. O tratamento é feito em um acelerador de elétrons de 10 MeV ou raios-X de 5 MeV, operado unicamente por um profissional especializado, e dois assistentes de serviços gerais, e supervisionado pelo responsável pela proteção radiológica.

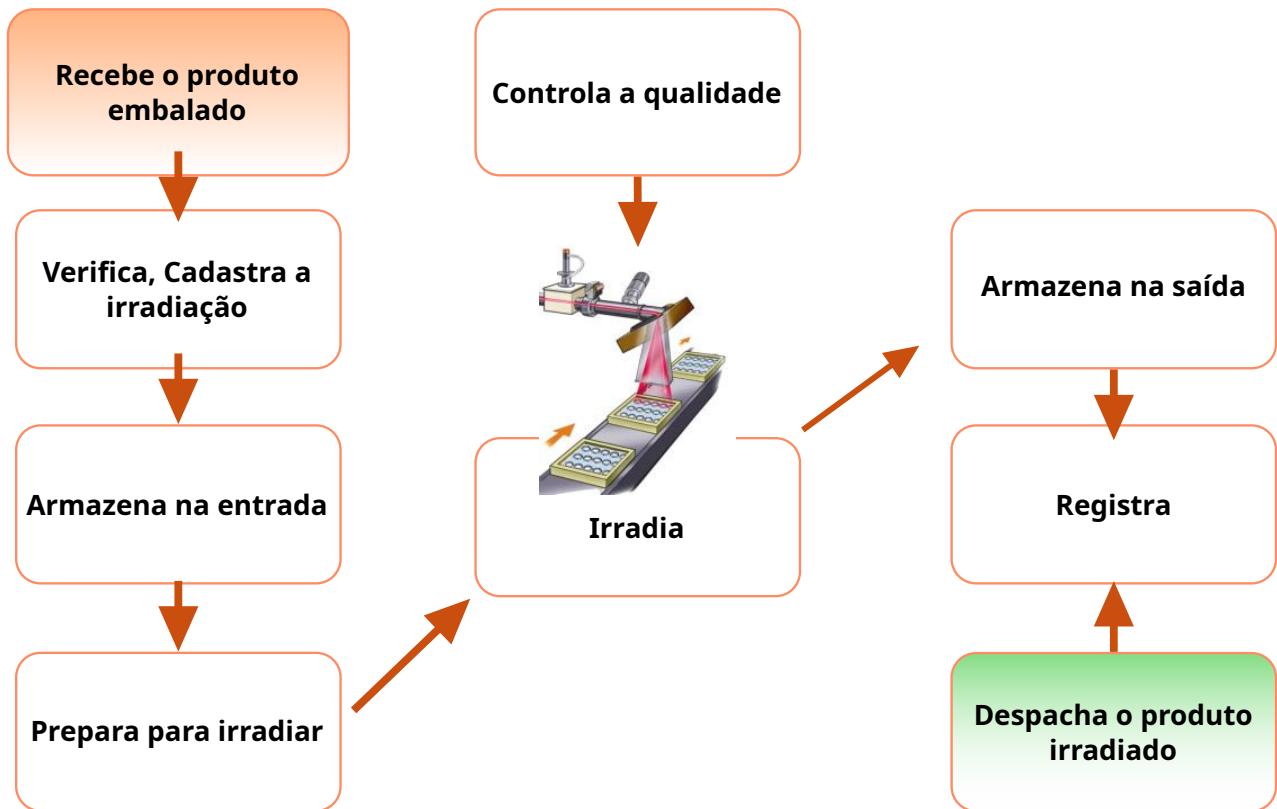


FIGURA 13 - Fluxo do processo do tratamento com radiação

O planejamento, supervisão geral e controle de qualidade são etapas relevantes para a execução da atividade. Como pré-requisito para a irradiação, o cliente deve enviar a requisição de irradiação e celebrar um acordo de irradiação com a empresa onde as responsabilidades do cliente e operador do irradiador multipropósito são definidas. Os ANEXOS B e C trazem uma sugestão de modelo de contrato e de requisição de irradiação. O fluxo do processo do tratamento com radiação desde o recebimento da mercadoria até a sua entrega segue o mostrado na FIGURA 13. O detalhamento do fluxo do processo está descrito no APÊNDICE F.

b) Serviços de logística

Os seguintes serviços de logística poderiam ser oferecidos aos clientes, em conjunto com serviços de irradiação:

- Serviços de armazenamento de produtos em temperatura ambiente, a frio e a frio com vento forçado, antes e depois da irradiação. Os níveis de refrigeração que poderiam ser oferecidos, existentes no mercado de armazenagem são basicamente os seguintes:
 - Temperatura controlada (entre 10 °C e 18 °C): para produtos que sofrem com altas temperaturas, como frutas, vegetais, sementes, alguns tipos de cosméticos, produtos químicos e obras de arte;

- Resfriado (entre 0 °C e 10 °C): ideal para produtos que precisam ser conservados no frio, mas que não necessitam ser congelados, como laticínios, carnes frescas, embutidos, algumas frutas, hortaliças e oleaginosas, vacinas e medicamentos;
- Congelada (entre -25 °C e 0 °C): para alimentos congelados em geral, como carnes, sorvetes, pizzas, lasanha, tortas, etc.
- Rotulagem dos embalados irradiados - Inclusão de rótulo específico na caixa do embalado com o produto irradiado contendo os dados necessários, conforme os requisitos legais para produtos tratados com radiação. O rótulo pode ser para o mercado interno ou mercado exterior. Neste caso, seria em língua estrangeira de acordo com os requisitos do país importador.
- Sobre-embalagem (ou re-embalagem) para transporte em paletes e grandes quantidades para transporte rodoviário, aéreo ou marítimo.
- Higienização de embalagens vazias e paletes. A higienização de caixas para o transporte e armazenagem de alimentos é uma exigência legal. Na Empresa, a higienização é realizada em local reservado para tal fim na instalação. As caixas de plástico são imersas em tanques contendo solução com detergente neutro, a quente (65 °C) por 15 minutos no mínimo. Em seguida, lavadas com jatos de água fria para retirada do excesso de detergente e imersas em tanques contendo solução de cloro (concentração de 200 mg/L) ou sal quaternário de amônio (concentração de 200 mg/L) com água fria. Em seguida, são armazenadas em local limpo, acima do solo⁴⁶. Adicionalmente, as embalagens podem ser irradiadas para completa desinfecção.
- Serviço de transporte de carga refrigerada para porto, ou aeroporto, ou centro de abastecimento, ou distribuição⁴⁷. Inicialmente este serviço pode ser terceirizado e caso haja demanda suficiente, a empresa pode considerar adquirir caminhões refrigerados.

c) Serviços de consultorias

Dependendo da capacidade da empresa em equipamentos e competência de profissionais, poderiam ser oferecidas consultorias, enquanto a instalação está em construção, em:

- Preservação de alimentos;
- Dosimetria (medidas em laboratório terceirizado):
 - Planejamento de irradiação e análises dosimétricas;
 - Determinação de Dose mínima e Dose máxima e faixa da DUR aceitável;
- Microbiologia (medidas em laboratório terceirizado) :
 - Análises microbiológicas em alimentos e produtos do setor agropecuário. Obtenção de valores sob diferentes fatores ambientais: pH e temperatura.
 - Detecção e identificação de fontes de contaminação microbiana em locais de produção ou ao longo de uma cadeia de produção e propostas de soluções;
 - Testes de stress, envelhecimento, amadurecimento e de armazenamento (cepas de alteração ou patógenos) para auxiliar a determinar a vida útil microbiológica.
- Exportação
 - Informações atualizadas do mercado internacional de alimentos tratados com radiação e principais concorrentes;
 - Requisitos de importação de alimentos tratados com radiação por diversos países de interesse;

⁴⁶

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/208423/1/Circular-Tecnica-1.pdf>

⁴⁷

Exemplo: <https://blog.abccargas.com/cargas-refrigeradas/>

- Obtenção de certificados fitossanitários para exportação;
- Organizar Inspeção de órgãos estrangeiros para exportação de produtos.

Ao longo do tempo e com a consolidação da empresa, outros serviços poderiam ser incorporados usando tecnologias igualmente limpas e sustentáveis para preservar alimentos, como o uso da radiação ultravioleta contra mofo. Fábricas usam para matar esporos existentes no ar e têm sido obtidos bons para controlar o mofo nos queijos e em melões⁴⁸. Similarmente, por conveniência econômica e tempo, a instalação poderia montar laboratório dosimetria de altas doses e para análises microbiológicos, acelerando a obtenção de resultados.

A sugestão é manter uma escala de serviço como simplificado na TABELA 7, mas que pode ser detalhada como convir à empresa.

TABELA 7 - Pessoal e escala de serviço.

Tipo de serviço	Responsável	Pessoal envolvido e especialidade	Atividade	Período	Telefones para Contato
Irradiação	Nome	Nome, especialidade			n. telefone celular
Logística	Nome	Nome, especialidade			n. telefone celular
Consultoria	Nome	Nome, especialidade			n. telefone celular

4.4.2 Governança

A governança corporativa nas empresas é a chave-mestra para o sucesso, reconhecimento e para longevidade de qualquer negócio. Governança corporativa é um processo que determina a maneira como a empresa é administrada, o que se reflete na sua cultura, políticas e regulamento interno.

a) Planejamento estratégico

Os diretores executivos e o conselho administrativo se houver, são os responsáveis para governança da empresa, como a identidade organizacional (visão, missão, valores), planejamento estratégico e definição dos objetivos estratégicos, a serem avaliados com metas SMART (*Specific, Measurable, Achievable (or Attainable), Relevant, and Time-bound*). O APÊNDICE G trata da gestão de riscos potencialmente encontrados nas **fases pré-operacional e operacional** de um serviço de irradiação industrial com ênfase em tratamento com radiação de alimentos e produtos do setor agropecuário. Um dos produtos da gestão de riscos é a sua identificação, classificação, mitigação e acompanhamento.

A TABELA 8 mostra um modelo de matriz de riscos para a empresa preencher conforme a situação e contexto, onde I significa índice de Impacto (leve=1, moderado = 2, grave =3), P é a Probabilidade de ocorrência (baixa=1, média=2, alta=3), e R é o nível de Risco = I × P.

48 <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/5623075/luz-ultravioleta-combate-podridao-de-melao#:~:text=de%20luz%20ultravioleta.-,A%20luz%20ultravioleta%20cont%C3%ADnua%20j%C3%A1%20%C3%A9%20utilizada%20no%20controle%20de,instant%C3%A2nea%20a%20intensidade%20de%20energia.>

TABELA 8 - Modelo de registro de riscos

Categoria de risco	Descrição	I	P	R	Ações a serem tomadas para evitar o risco	Monitoramento (área responsável)
Financeiro	Taxa de câmbio	2	2	4	Reserva em moeda estrangeira	Diretoria financeira
Mercado	Falta de demanda	2	2	4	Estratégias promocionais e apoio dos stakeholders	Diretoria técnica
Regulatório	Demora na obtenção de licença	3	2	6	Cumprir todos os requisitos e comunicar ao regulador	Diretoria técnica
Operacional	Falhas	3	2	5	Procedimentos escritos e cobrados, treinamento	Gerência industrial

Como parte do planejamento estratégico, a TABELA 9 sugere um modelo de matriz FOFA (SWOT) que deve ser adaptado para o contexto em particular da empresa.

TABELA 9- Modelo de matriz FOFA de serviço de irradiação multipropósito

FATORES EXTERNOS	
OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
Apoio governamental explícito. Alinhamento com Programas de governo para evitar a perda de alimentos e proteger a saúde da população. Maior lucratividade para o agricultor pelo custo de oportunidade com menos perda de produção e maior eficiência com menos terra plantada. Vários países importadores de alimentos e produtos do setor agropecuário exigem a irradiação como medida fitossanitária. Regulação previsível. Tecnologia comprovada e usada em várias partes do mundo. Crescente aceitabilidade de tecnologia nuclear. Poucos ou nenhum concorrente em várias regiões do Brasil. Solidez do agronegócio brasileiro e de exportações. Agronegócio acostumado a aplicar novas tecnologias.	Investimento capital intensivo em instalações de irradiação com equipamento importado sem similar nacional. Ainda não tem linha de crédito específica ou subsídios governamentais. Concorrência internacional crescente. Cada país importador de alimento irradiado requer uma negociação bilateral específica para importar o alimento. Desconhecimento da técnica pelo setor agro. Exige um Plano de desmistificação para o público. Opositores podem fazer propaganda negativa. Relutância do produtor em substituir o método que utiliza atualmente, pela irradiação e em outra rota, potencialmente adicionando tempo, custo e manuseio das caixas do produto. Arcabouço legal envolve várias agências reguladoras. O processo de licenciamento é demorado. Dependendo da região, não possui suporte técnico local e depende da empresa fornecedora. Necessita de estabilidade da alimentação elétrica Riscos operacionais externos.
FATORES INTERNOS	
FORÇAS	FRAQUEZAS
O tratamento de alimentos com radiação é eficaz e contribui para a segurança alimentar, reduzindo as perdas na produção e na distribuição e evitando o desperdício. Irradiação não deixa resíduos no alimento e não é poluidora. O processo é contínuo e a conformidade pode ser rastreada e verificada por dosimetria. Flexibilidade na linha de irradiação para vários produtos, complementando a sazonalidade de safras. Tratamento fitossanitário para exportação Modularidade - outro irradiador pode ser adicionado na mesma instalação quando a demanda duplicar a capacidade do irradiador. Suporte técnico disponível no país.	Risco de ser o primeiro no negócio. Método ainda não disponível em larga escala comercial para alimentos e produtos do setor agropecuário no Brasil. Necessidade de irradiar grandes volumes no máximo de tempo para economia em escala e retorno do investimento. Investimento em equipamento que necessita licenciamento prévio. Formação de pessoal especializado. Tamanho adequado da embalagem para uso no irradiador. Embalagens pré-aprovadas. Não há padrões internacionais de doses para alimentos; Riscos operacionais internos.

b) Alianças estratégicas

De forma minimizar os riscos, deve-se estabelecer alianças estratégicas entre os diversos atores envolvidos, incluindo centros de pesquisa, associação de produtores e cooperativas, processadores, exportadores, distribuidores, bancos financiadores, Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), APEXBrasil, empresas de logística e institutos de pesquisa. As ações de partes interessadas externas sobre as quais a empresa pode ter pouca ou nenhuma influência direta, por exemplo, os reguladores e clientes podem impactar significativamente a implementação de um irradiador. Portanto, reduzir a probabilidade e o impacto desses riscos deve ser parte de uma estratégia de engajamento das partes interessadas (stakeholders).

As alianças comerciais permitem ampliar o campo de atuação da empresa, conquistar novos clientes e buscar parcerias com produtores e exportadores de frutas, investidores, fornecedores, associações comerciais, pesquisadores e divulgadores em troca de comissão. Exemplos de relacionamentos são comunicações regulares com Confederações Nacionais no setor de Agropecuária, do Comércio e da Indústria, o SEBRAE, ApexBrasil, ABDI, e uma seleção de entidades de classe setoriais, tais como ABRAS, ABRAFRUTAS, ABIA, ABRASEL, VALEXPORT, ABRE, ASTN, IBRAVIN, além de entidades colaborativas internacionais interessadas no desenvolvimento dessa área no Brasil.

c) Programa de compliance

Segundo o Instituto Brasileiro de Governança Corporativa (IBGC)⁴⁹, os princípios da governança são: transparência, equidade, prestação de contas (*accountability*) e responsabilidade corporativa. A reputação é o grau de reconhecimento que a instituição alcança em seu ambiente, dos seus stakeholders, colaboradores, acionistas e clientes. A reputação está ligada ao grau de integridade da empresa, ou o *compliance*, que reflete a percepção do mercado e da sociedade sobre a conduta da organização em todas as suas relações.

Um programa de *compliance* corporativo inclui além da gestão de riscos já citada acima, um conjunto de medidas e procedimentos visando evitar, detectar e remediar a ocorrência de irregularidades, fraudes e corrupção:

- Desenvolvimento de um ambiente ético na empresa e de cultura de integridade, com políticas e procedimentos;
- Estruturação de canais de denúncia e processos de investigação internos;
- Monitoramento e ações corretivas.

d) Programa de sustentabilidade e inovação

Conforme os preceitos de economia circular explicitados no relatório P3 (WIELAND, 2022), sugere-se Reusar e Reciclar as embalagens e evitar a aquisição de objetos de plástico descartável, como talheres, pratos e copos de plástico. Os alimentos que são eventualmente rechaçados por não-conformidades comerciais deveriam ser reaproveitados, desde que não signifique prejudicar a saúde da população.

A irradiação de alimentos pode contribuir para as métricas de indicadores de sustentabilidade (GUSTAFSON et al., 2016) importantes para a segurança alimentar e podem ser enfatizados no marketing corporativo:

- Uso de solo per capita - ao tornar a produção de alimentos mais eficiente com menos perda e com necessidade de menos solo;
- Carga global de Doenças Transmitidas por Alimentos - ao evitar a transmissão de doenças causadas por alimentos infectados por pragas;
- Desperdício e Perda de Alimentos Pré e Pós-Consumo - ao evitar que alimentos se estraguem antes do consumo.

Os indicadores de sustentabilidade seriam: Consumo de água potável per capita; Uso de energia limpa per capita e Equidade de gêneros na força de trabalho da empresa. Com a operação de aceleradores de elétrons e raios-X é dependente do fornecimento de grande quantidade de eletricidade, o uso de painéis solares como fonte de energia secundária poderia ser considerado na instalação. O calor gerado na operação do irradiador pode ser utilizado para aquecer a água utilizada nas lavagens de embalagens usadas nos alimentos a granel.

Os avanços e novas descobertas tecnológicas aparecem rápido e tornam-se vantagens competitivas. Portanto, os diretores e gestores devem se manter atualizados e em contato com instituições de P & D no país e em empresas semelhantes no exterior.

Exemplos de iniciativas de interesse para irradiação multipropósito são:

- Padronização de parâmetros de irradiação com a elaboração de um manual com as faixas de dose e condições de irradiação para os diversos alimentos e flexibilidade para aprimoramentos⁵⁰.
- Otimização do tempo de preparação para irradiar diferentes alimentos e programação sazonal.

4.4.3 Gestão operacional

Apesar de a atividade da empresa ser de prestação de serviços de irradiação, a operação do irradiador e a logística de entrada e saída de produtos muito se assemelha a uma produção industrial. Considerando a complexidade do serviço, dos equipamentos e sistemas, é conveniente considerar aspectos de gestão industrial, governança, sustentabilidade e inovação que muito irão reforçar a gestão da empresa e garantir sua continuidade.

a) Gestão da produção de serviços

Os seguintes marcos **pré-operacionais** são fundamentais para a validação para permitir o início de operação de um irradiador e seus protocolos estão amplamente estabelecidos em normas ASTM/ISO⁵¹:

- Licença de construção junto à Autoridade Nacional de Segurança Nuclear;
- Qualificação de instalação - Para demonstrar que o irradiador foi fornecido e instalado de acordo com suas especificações (APÊNDICE E).
- Qualificação Operacional - Demonstrar que o irradiador, conforme instalado, está capaz de operar e administrar doses apropriadas nos critérios de aceitação definidos (APÊNDICE E);
- Qualificação de desempenho/produto (APÊNDICE E).

Somente após essas etapas, a instalação poderá começar a operar o irradiador e prestar serviços de irradiação. Entretanto, o marketing corporativo e o relacionamento com futuros potenciais

50 https://www.researchgate.net/publication/291360064_Phytosanitary_Irradiation/download

51 Relação de leis, normas e padrões em WIELAND, 2022: Apêndice C.

clientes pode ser iniciado antes da operação, com a informação da data prevista de início de operação. Serviços de logística e consultoria que não utilizem o irradiador na instalação também podem ser iniciados antes dos marcos pré-operacionais do irradiador.

Uma vez autorizada a operar a instalação, a gestão da produção consiste em planejar e acompanhar a operação, observando paradas programadas, maquinário, volume da produção, entre outros. Uma sugestão sempre oportuna é seguir o tradicional Ciclo P-D-C-A é composto de P: *Plan*, D: *Do*, C: *Check*, A: *Action*, conforme a seguir:

P - Planejamento da demanda e tendências; Mapeamento das ações necessárias; Programação da operação, com a criação de um cronograma realista; Divisão das tarefas conforme as responsabilidades e competências da equipe envolvida; Verificação dos parâmetros de processo selecionados;

D - Executar as operações exatamente como programado. O alimento é um item perecível e a confiabilidade na operação do sistema é importante para a conclusão bem-sucedida de um tratamento, assim como o tempo durante o qual o alimento deve estar na sala de irradiação portanto, fora de uma área refrigerada. Acompanhamento, controle dos processos de rotina e promoção de cultura de segurança e promoção da saúde e segurança do trabalho.

C - Verificação, controle de qualidade e dosimetria (APÊNDICE D) e mensuração dos resultados. Documentação do que aconteceu para que tudo possa ter rastreamento. Auditoria interna.

A - Otimização e melhorias contínuas.

Um exemplo de calendário para irradiação está no relatório P3 (WIELAND, 2022), seção 6.2, copiado e ajustado aqui para facilitar a ilustração. Uma vez selecionados os produtos potenciais, deve ser realizado um plano de processamento, conforme a capacidade do irradiador, demanda e época de safra dos produtos. A TABELA 10 mostra um exemplo hipotético de planejamento anual em termos de tonelagens de produto a serem irradiados a cada mês. Este controle pode trazer ainda a dose mínima e máxima requerida, DUR e o rendimento de cada produto a ser irradiado. Esse exemplo é somente uma ilustração e a gerência da produção deve usar o aplicativo de computador que melhor lhe convier para planejar e acompanhar a execução dos trabalhos.

SPRINTS - ciclos de trabalho

Como o tempo de uso do irradiador é fator crítico para a receita da empresa, a eficiência do trabalho de irradiação deve ser medida a cada dia, por exemplo, usando Gráfico de *Burndown* para identificar possíveis atrasos e agir rapidamente para atender o prazo determinado. O gerente da operação deve se reunir com os trabalhadores a cada início de turno, para cada um falar sobre o que fizeram no dia anterior, o que farão neste turno e se existe algum impedimento. Outra ferramenta útil de acompanhamento é o quadro Kanban para visualizar o fluxo de trabalho sendo feito. Este quadro online deve ficar à vista de todos os trabalhadores, por exemplo, em uma Smart TV da instalação, com colunas para indicar o *Backlog* (as tarefas planejadas para período), o que está sendo feito naquele turno, a validação e o que foi concluído.

TABELA 10 - Exemplo hipotético de previsão de calendário de quantidade mensal de produto a ser irradiado em toneladas

Alimento ou Produto Agropecuário Dose mín e Dose máx DUR; Rendimento	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Manga	5000	5000	6000	0	0	0	0	0	0	0	4000	4000	24000
Mamão	1000	1000	0	0	0	0	0	0	2000	2000	1000	1000	8000
Goiaba	2000	2000	2000	5000	5000	0	0	0	0	0	0	0	16000
Condimentos	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	4
Ovos	500	500	500	500	500	0	1500	1500	500	500	500	500	7500
Embalagens	1	1	1	1	1	0	10	10	10	10	10	10	65
Opoterápicos	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	11
Farmacêuticos	10	10	10	10	10	0	10	10	10	10	10	10	110
Cosméticos	10	10	10	10	10	0	10	10	10	10	10	10	110
Cortes de frango	100	100	100	100	100	0	500	1000	1000	1000	100	100	4200
Ajustes ou testes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total mensal	8622	8623	8623	5622	5622	0	2031	2532	3532	3531	5631	5631	60000

Nota: Parada para manutenção de 15 a 30 junho.

b) Programa de manutenção preventiva

Os equipamentos devem ser regularmente verificados para garantir que estejam em condições de uso e que nenhum perigo potencial físico ou químico aconteça, como, por exemplo, consertos inadequados, camadas de ferrugem e de tinta ou excesso de lubrificação.

O programa de manutenção preventiva deve contemplar:

- Lista de equipamentos que necessitam de manutenção regular, incluindo os elétricos, eletrônicos, hidráulicos e mecânicos.
- Procedimentos de manutenção de cada equipamento
- Frequência da manutenção, tais como inspeção, ajustes e reposição de partes do equipamento, com base no manual do fabricante do mesmo ou equivalente, ou nas condições operacionais que podem afetar as condições do equipamento.

O gerente de produção deve certificar que o programa de manutenção é executado, seja por meio do contrato de aquisição do equipamento ou por boas práticas industriais.

c) Gestão administrativa

As funções básicas são:

- Controle financeiro; fluxo de caixa, emissão de notas fiscais (eletrônica, boletos bancários) contas a pagar, contas a receber, conciliação bancária;

- Controle de estoque, compras de insumos, controle de entrada de produtos, armazenamento e saída de produtos irradiados para distribuição nas várias áreas da instalação, movimentação de estoques, com foco no rastreamento e controle de qualidade;
- Ordem de serviço;
- Gestão de contratos;
- Gestão fiscal e tributária com o intuito de garantir o cumprimento de atribuições legais e certificados de qualidade;
- Cadastro de clientes e fornecedores;
- Impressão de rótulos e certificados de irradiação;
- Emissão de relatórios;
- Controle de chamados para atendimentos aos clientes (*Webdesk*);
- Gestão de funcionários;
- Análise e integração dos vários aspectos de gestão da empresa para tomada de decisão pela Diretoria.

Sugere-se que o administrador compre a licença de uso de um software para gestão integrada para auxiliar a administração da empresa a melhorar os processos internos e integrar as atividades, além de reduzir a necessidade de pessoal administrativo adicional.

Com a centralização das informações em uma única plataforma, o fluxo de dados da empresa, como gestão de documentos, estoque, emissão de notas fiscais, pedidos de vendas e ordens de serviços, se torna mais seguro, rápido e pode ser compartilhado com facilidade a tempo real. Automatizar a parte administrativa, ajuda a reduzir os erros, evita o retrabalho e reduz as despesas e a necessidade de maior número de assistentes de administração. Com uma visão total da empresa e o histórico de atividades, os gestores estarão mais capacitados e embasados nas tomadas de decisão, em relação à produção, clientes, lucratividade e bem-estar dos trabalhadores.

d) Marketing corporativo

O marketing corporativo deve considerar o contexto da irradiação de alimentos, as recomendações em (WIELAND, 2021b) e as estratégias promocionais na seção 3.7. Sempre que possível deve-se buscar uma sinergia com outras iniciativas de comunicação com o público, como as realizadas pelo MAPA e associações profissionais. Sugere-se contratar um consultor especializado para preparar o material de divulgação (site, blogs, e-mail marketing) ou agência publicitária para campanhas de marketing específicas como vídeos em canais de TV.

e) Treinamentos

Investir em treinamento é fundamental em áreas tecnológicas e que necessitam de cultura de segurança.

Na trajetória de consolidação, as empresas contam com gerentes e funcionários dedicados. Assim, reconhecer o mérito, valorizar e motivar as equipes de trabalho são boas estratégias de crescimento. Nesse sentido, boas ferramentas para aumentar o engajamento são: transparéncia, por exemplo, com *dashboards* instalados no ambiente de trabalho para informar algumas métricas do negócio e campanhas de premiação por desempenho.

4.5 NECESSIDADE DE PESSOAL

Um levantamento do quantitativo de profissionais necessário para atender a demanda prevista de atividades para a empresa em situações de rotina e também em casos de demanda extraordinária, se surgirem tais oportunidades. As competências básicas dos profissionais devem estar relacionadas assim como o tipo de contrato de trabalho com a empresa.

Conforme descrito no Relatório da consultoria P3 (WIELAND, 2022), uma organização básica de pessoal para um serviço de irradiação multipropósito inclui funções resumidas na TABELA 11:

TABELA 11 - Necessidades de pessoal e competências básicas

Cargo/função	Quantitativo	Competências básicas	Tipo de contrato
Sócio 1 - Diretoria executiva - Administrador (Product owner)	1	Investidor. Administração e finanças. Relacionamento com contadores, investidores	Sociedade
Sócio 2 - Diretoria executiva. Gerência técnica da Instalação (Product owner)	1	Investidor. Conhecimento sólido da tecnologia de irradiação em alimentos e outros, dosimetria, controle de qualidade, operação e manutenção do irradiador. Consultor técnico. Relacionamento com fornecedores de equipamentos e reguladores.	Sociedade
Sócio 3 - Gerência de Produção e controle de qualidade (Scrum master)	1	Investidor. Gerenciamento das operações da instalação, equipamentos, sistemas e logística. Fornecedor do serviço de consultoria em logística aos clientes. Experiência operacional em gestão industrial. Conhecimento de SCRUM, gráfico de Burnout, KANBAN, e estratégias de logística como crossdocking. Liderança participativa.	Sociedade
Operação do irradiador (Dev Team)	2	Experiência na operação de máquinas de alta tensão. Treinamento operacional no equipamento específico e em emergências.	CLT
Supervisão de Proteção Radiológica (1, 2) (Dev Team)	1	Certificado pela autoridade nacional de segurança nuclear.	CLT ou sob contrato com empresa de serviços em proteção radiológica e dosimetria pessoal

Cargo/função	Quantitativo	Competências básicas	Tipo de contrato
Controle de Qualidade (Dev Team)	1	Experiência em controle de qualidade industrial, verifica o alimento que chega para ser irradiado e a qualidade do produto irradiado; dosimetria de altas doses e microbiologia.	CLT
Serviços diversos	10+ demanda	Carregador, limpeza de máquinas, operador de empilhadeira, estoquista.	CLT
Consultoria em Dosimetria	1	Experiência teórica e prática em dosimetria de altas doses para controle de processos industriais.	Contrato temporário
Consultoria em Marketing	1	Experiência em Marketing corporativo, lançamento de novos produtos, comunicação na área nuclear.	Contrato temporário
Consultoria em Irradiação de alimentos	1	Experiência teórica e prática em tratamento de alimentos com radiação ionizante em aceleradores de elétrons e raios-X.	Contrato temporário
Consultoria em aspectos legais e regulatórios (2)	1	Consultor especializado em aspectos regulatórios para instalações radiativas.	Contrato temporário

Nota:

(1) Deve-se notar que as funções de supervisor de proteção radiológica (SPR) e operador do irradiador, são excluientes, ou seja, não devem ser a mesma pessoa. Entretanto, o SPR pode realizar controle de qualidade, se for qualificado para tal.

(2) Algumas empresas de proteção radiológica também oferecem serviços de elaboração e documentação e acompanhamento de licenciamento e supervisão de proteção radiológica.

(3) Contrato de prestação de serviços de consultoria por tempo e escopo determinados.

5. PLANO FINANCEIRO

Apresentar de forma completa e detalhada o lado financeiro do planejamento de um serviço de irradiação de alimentos. Observe que sempre deve-se atualizar os valores e verificar informações específicas de mercado e financeiras antes de investir em qualquer atividade.

Este plano financeiro contém o detalhamento do investimento necessário, método para precificação dos serviços, estimativa de faturamento e de custos variáveis e fixos e o demonstrativo de desempenho. O modelo está ilustrado com valores estimados, atualizados de estudos anteriores e complementados em pesquisa de preços realizada entre junho e julho de 2022.

5.1 ESTIMATIVA DO INVESTIMENTO TOTAL

Nesta etapa, são determinados todos os recursos necessários que devem ser investidos para que a empresa comece a operar. São os investimentos fixos, financeiros e pré-operacionais.

a) Estimativa dos investimentos fixos

O investimento fixo corresponde a todos os bens que devem ser adquiridos para que a empresa possa operar adequadamente, como equipamentos, sistemas, materiais, etc. Como o período de construção e instalação está planejado para 2 anos, a relação do investimento fixo também informa o quanto será desembolsado em cada ano e por moeda estrangeira e nacional, para melhor acompanhamento em relatórios atualizados por variação da moeda (TABELAS 12a e 12b).

TABELA 12a - Investimento fixo com importados

Descrição	Custos em moeda estrangeira	
	Ano 0	Ano 1
Raios-X 5 MeV, 190 kW + Software de controle do processo + sistemas de segurança, monitores de radiação + instalação. Para produtos menores e menos densos que manga, sugere-se "Acelerador de elétrons 10 MeV, 40 kW" por EUR 8 milhões (1).	€ 12.000.000,00	€ 0,00
Sistema transportador de produtos por paletes integrado ao equipamento de Raios-X escolhido.	€ 0,00	€ 4.000.000,00
Equipamento para dosimetria de altas doses a base de alanina (2 unidades).	€ 0,00	€ 131.504,00
Caixa de dosímetros alanina (2000 dosímetros por caixa) (2 caixas).	€ 0,00	€ 3.400,00
Adesivos indicativos de irradiação	€ 0,00	€ 2.000,00
Normas ISO	€ 500,00	
Total investimento fixo com importados	€ 12.000.500,00	€ 4.136.904,00
Taxa de conversão euro para real (07/02/y)		5,56
Taxa de conversão dólar para real (07/02/y)		5,33
Total investimento fixo com importados	R\$ 66.722.780,00	R\$ 23.001.186,24

Notas:

(1) Ver detalhamento em (WIELAND, 2022). Valores atualizados em 2022.

TABELA 12b - Investimento fixo local

Item	Quantidade	Custos (R\$) por ano (1)	
		Ano 0	Ano 1
Sistema transportador de esteira simples para limpeza e segregação de frutas a granel (não é para a irradiação).(2)	1	R\$ 40.000,00	
Sistema de proteção contra incêndio - detecção, alarme e combate.	1	R\$ 20.000,00	
Caixa d'água 2500 l.	4	R\$ 10.000,00	
Sistema de iluminação no galpão.	1	R\$ 100.000,00	
Sistema de ventilação e exaustão de ozônio.	2	R\$ 100.000,00	
Forçador de ar e evaporador para resfriamento, climatização, congelamento, conservação para salas de armazenamento a frio.	4	R\$ 20.000,00	
Estabilizador de tensão 10 kVA.	1	R\$ 5.000,00	
Gerador de energia elétrica reserva 33 kVA.	1		R\$ 45.000,00
Módulos de cerca galvanizada 2 m altura para isolamento de áreas, com malha de 100 × 200 mm.	100		R\$ 34.500,00
Equipamentos elétricos para o irradiador: transformador, inversor.	1		R\$ 60.000,00
Compressor de ar para o irradiador 500l, 700kPa.	1		R\$ 40.000,00
Freezer industrial 500 l.	3		R\$ 12.000,00
Câmara frigorífica 2,30 × 2,50 × 2,50 m, 3000 kcal/h.	4		R\$ 100.000,00
Ar condicionado split 12.000 BTU para os escritórios, sala de controle, laboratórios e sala de pessoal (R\$ 4.000 cada).	5		R\$ 20.000,00
Câmaras de vídeo para vigilância.	10		R\$ 4.000,00
Caminhonete cabine dupla.	1		R\$ 150.000,00
Empilhadeira elétrica 0,5 a 2 toneladas.	2		R\$ 80.000,00
Esterilizador Ultravioleta UV-C Purificador Ambientes Anti Mofo Ácaros contra vírus e bactérias.	2		R\$ 2.400,00
Conjunto peneiras granulométricas (3).	1		R\$ 600,00
Refratômetro digital (3).	1		R\$ 1.300,00
Balança 1.000 kg (3).	1		R\$ 5.500,00
Medidor de pH de bancada + soluções de calibração e armazenamento (3).	1		R\$ 1.700,00
Termômetro e medidor de umidade à distância com infravermelho.	2		R\$ 10.000,00
Leitor de código de barras para rastreamento de pacotes.	10		R\$ 3.000,00
Computador (ex.: All in One Ultra UB820 Intel Pentium - Quad-Core 4GB 120GB SSD LCD 23,5" Full HD).	2		R\$ 5.000,00
Notebook (ex.: Intel Core i5 8GB 256GB SSD - 15,6" Full HD Windows 11).	1		R\$ 4.000,00
Computador Completo (ex.: Intel Core i3 6GB HD 500GB Wifi Monitor 19.5" LED HDMI CorPC).	1	R\$ 1.600,00	

Impressora deskjet cor (ex.: HP Deskjet Ink Advantage 2774).	2	R\$ 500,00	R\$ 500,00
Impressora a cor multifuncional (ex.: HP LaserJet Pro M479FDW).	1		R\$ 5.000,00
Monitor de radiação portátil.	2		R\$ 14.400,00
Monitor de radiação de área com cabo de 15 metros.	2		R\$ 25.960,00
Smart TV.	1		R\$ 3.000,00
Mesa de escritório com 2 gavetas (R\$ 500 cada).	6		R\$ 3.000,00
Mesa de reunião.	1		R\$ 3.000,00
Cadeira de escritório simples (R\$ 500 cada).	8		R\$ 4.000,00
Cadeira de reunião (R\$ 900 cada).	6		R\$ 7.200,00
Bancada de laboratório (3).	2		R\$ 20.000,00
Armários para uso dos trabalhadores.	3		R\$ 2.000,00
Estante modular para depósito.	3		R\$ 5.000,00
Estante móvel para até 0,5 toneladas.	1		R\$ 10.000,00
Normas ABNT.	3	R\$ 1.000,00	R\$ 1.000,00
Total investimento fixo local		R\$ 298.100,00	R\$ 683.060,00

Notas:

(1) Estimativas com preços encontrados na Internet. O dimensionamento deve ser efetuado no projeto detalhado da instalação.

(2) Para atividades rotineiras de preparação e embalagem de frutas em caixas e paletes.

(3) Para o laboratório de recepção de produtos e avaliação inicial.

b) Investimento pré-operacional

Compreendem todos os gastos realizados antes do início das operações comerciais da empresa, ou seja, antes de iniciar o faturamento. São despesas com impostos e taxas para legalização, treinamentos, reformas do local, etc.

A relação de impostos a incidir sobre a importação do irradiador é extensa e merece uma relação em separado, apresentada na TABELA 13. O total é transportado para a TABELA 14 de investimentos pré-operacionais totais.

TABELA 13 - Estimativa de taxas e impostos para importação do irradiador

Descrição (1)	Valores em Euros	Valores em Reais
Valor de referência para o conjunto acelerador com raios-X	€ 12.000.000,00	R\$ 66.720.000,00
Autorização para importação de fontes radioativas e equipamentos geradores de radiação ionizante - ANSN (ex-CNEN) = 1% do valor do equipamento ao câmbio do dia do recolhimento.	€ 120.000,00	R\$ 667.200,00
Frete Marítimo: 5 contêineres (40 pés) e 1 de 20 pés.	€ 36.000,00	R\$ 200.160,00
Armazenagem prevista de 10 dias no porto de Recife em estação aduaneira do interior (aprox. 0,5% por dia).	€ 600.000,00	R\$ 3.336.000,00
Transporte terrestre do Porto até Petrolina.		R\$ 50.000,00
Seguro.	€ 50.000,00	R\$ 278.000,00
Imposto de importação (II) = 0%.	€ 0,00	R\$ 0,00
Imposto produto industrializado (IPI) = 7%.	€ 840.000,00	R\$ 4.670.400,00

Descrição (1)	Valores em Euros	Valores em Reais
Programa de Integração Social (PIS) =2,1%.	€ 252.000,00	R\$ 1.401.120,00
COFINS = 9,65%.	€ 1.158.000,00	R\$ 6.438.480,00
Taxa de Capatazias e Marinha Mercante.	€ 27.000,00	R\$ 150.120,00
Assessoria aduaneira.	€ 85.000,00	R\$ 472.600,00
Taxas Declaração de trânsito aduaneiro (DTA) e declaração de trânsito de contêineres (DTC).	€ 40.000,00	R\$ 222.400,00
Desconsolidação.	€ 2.000,00	R\$ 11.120,00
Desembarço aduaneiro.	€ 50.000,00	R\$ 278.000,00
Taxa de Utilização do Siscomex na DUIMP (1).		R\$ 154,23
Imposto sobre circulação de mercadorias (ICMS) Pernambuco aprox. 18% sobre o custo + impostos e taxas.	€ 2.746.800,00	R\$ 15.272.208,00
Taxa de conversão euro para real (07/02/y)	€ 5,56	
Total	€ 6.006.800,00	R\$ 33.447.962,23

Nota:

(1) Acelerador de elétrons (Domínio: COM PICO DE ENERGIA DE ACELERAÇÃO >= 500 KEV E <= 25) Cód.: NCM 8543.10.00. FONTE: <https://ncm.fazcomex.com.br/85431000-aceleradores-de-particulas/>
<https://www.fazcomex.com.br/nci/duimp-taxa-de-utilizacao-do-siscomex/>

TABELA 14 - Estimativa do investimento pré-operacional

Descrição	Custos por ano		%
	Ano 0	Ano 1	
Serviço especializado para atualização e adaptação do modelo de Plano de negócios para a situação específica.	R\$ 10.000,00		0,0%
Aquisição de terreno (1).	R\$ 0,00		0,0%
Preparação do local (2).	R\$ 50.000,00		0,1%
Projeto arquitetônico básico e executivo, plantas baixa, memorial descritivo e acompanhamento da obra (3,4).	R\$ 200.000,00		0,5%
Projeto de blindagem do irradiador por empresa de proteção radiológica especializada.	R\$ 30.000,00		0,1%
Construção das edificações: Galpão com bunker de 1.700 m ³ , salas refrigeradas e laboratórios (5).	R\$ 7.000.000,00		16,8%
Sistema de abastecimento elétrico, água e esgoto (6).	R\$ 30.000,00		0,1%
Sistema de geração de eletricidade fotovoltaica com 100kWp (R\$ 4500,00/W).		R\$ 450.000,00	1,1%
Legalização da empresa.	R\$ 2.000,00		0,0%
Autorização para Construção pela ANSN.	R\$ 22.890,00		0,1%
Autorização para Operação pela ANSN (7).		R\$ 14.500,00	0,0%
Instalação do sistema de ventilação e exaustão.		R\$ 40.000,00	0,1%
Impostos sobre importação equipamento (TABELA 13)		R\$ 33.447.962,23	80,3%
Criação e registro da marca no INPI.	R\$ 2.000,00		0,0%
Treinamento da equipe.		R\$ 10.000,00	0,0%
Participação em reuniões com stakeholders.		R\$ 10.000,00	0,0%
Anúncio da inauguração e atração de clientes.		R\$ 20.000,00	0,0%

Descrição	Custos por ano		%
	Ano 0	Ano 1	
Placas de sinalização emergência, procedimentos internos, segurança; criação e confecção de identificação de salas e ambientes com logo da empresa (R\$150,00 por placa).		R\$ 4.000,00	0,0%
Blusa com logo da empresa (50,00 a unidade) e crachás com cordão (40,00 a unidade).		R\$ 2.000,00	0,0%
Taxas de construção, impostos, permissões e registros.		R\$ 20.000,00	0,0%
Testes de desempenho da estrutura, qualificações (APÊNDICE E), validações e comissionamento.		R\$ 200.000,00	0,5%
Paisagismo, controle de insetos e roedores, inseticidas.		R\$ 10.000,00	0,0%
Contingências.	R\$ 50.000,00	R\$ 50.000,00	0,3%
Total	R\$ 7.396.890,00	R\$ 34.278.462,23	100%
Total geral investimento pré-operacional (Ano 0 + Ano 1)		R\$ 41.675.352,23	

Notas: (1) Assume-se neste exemplo que o galpão seja alugado e, portanto não seria necessário adquirir terreno. Do contrário, o valor do terreno e custos de aquisição devem ser inseridos em Ano 0.

(2) Preparação do local, demolição e eliminação da construção anterior, fundação e suportes adequados para suportar o peso da sala blindada e equipamento.

(3) O valor pode variar de R\$ 30 a 60/m². Caso o profissional opte por calcular seu preço a partir do custo da obra, pode-se cobrar cerca de 5% de seu valor total. Alternativamente, a tabela de honorários ou Manual Oficial do IAB discrimina o tipo de edificação para determinar o valor a ser cobrado.

(4) ABNT NBR 13531/1995. Elaboração de projetos de edificações, Arquitetura.

(5) Ver detalhamento em (WIELAND, 2022); Para definir preços e áreas de uma construção de acordo com a metragem, utiliza-se o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) ou o Custo Unitário Básico (CUB)/m². O SINAPI é uma ferramenta de pesquisa do IBGE que disponibiliza todo mês uma listagem sobre construção civil, mostrando preços de materiais e mão-de-obra.

(6) Instalação de rede elétrica para alimentar o radiador e água para refrigeração, escoamento para esgoto.

(7) Validade da autorização de 1 a 3 anos. Renovações a R\$ 7.250,00.

c) Estimativa dos investimentos financeiros, capital de giro e reserva

Os investimentos financeiros são aqueles destinados à formação de capital de giro para o negócio. O capital de giro é o montante de recursos em dinheiro necessário para o funcionamento normal da empresa correspondendo a compra de matérias-primas ou mercadorias, financiamento das necessidades, pagamento de salários e demais despesas. O estoque inicial é composto por todos os materiais (matéria-prima embalagens, etc.) indispensáveis para a prestação de serviços. Identifique quais materiais ou mercadorias devem ser comprados, as quantidades necessárias, preço unitário e o total a ser gasto, considerando a sua capacidade de produção, o tamanho do mercado e o potencial de serviços prestados pela empresa. Faça uma pesquisa junto aos fornecedores, negocie bons preços e condições de pagamento para reduzir as despesas. Assim poderá oferecer preços mais competitivos aumentando as receitas e o lucro da empresa. Tenha um controle apurado do seu estoque para saber quando é o momento ideal para adquirir novos materiais e produtos. Estoque parado por muito tempo representa prejuízo, pois muitos materiais se degradam com tempo como adesivos, colas, etc., portanto devem ser adquiridos 1 ou 2 meses antes da empresa começar a operar, a menos que sejam importados.

No caso deste plano de negócios, o estoque inicial para consumíveis (TABELA 15) deve ser previsto para aquisição próximo da época de entrar em operação. Para fins de estimativa, é desnecessário listar os detalhes aqui neste modelo.

TABELA 15 - Inventário e custo do estoque inicial

Descrição	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)	%
Paletes de plástico reforçado 1 × 1,2 × 0,135 m para carga de até 1,4 toneladas (R\$ 140,00 a unidade).	500	R\$ 140,00	R\$ 70.000,00	70%
Racks porta-palete.	5	R\$ 600,00	R\$ 3.000,00	3%
Cj. cartuchos de impressora BW & cor.	30	R\$ 150,00	R\$ 4.500,00	5%
Toner impressora laser.	10	R\$ 900,00	R\$ 9.000,00	9%
Totens de higienização com álcool em gel (R\$250,00 a unidade).	10	R\$ 250,00	R\$ 2.500,00	3%
Material de embalagem.			R\$ 4.000,00	4%
Fita adesiva.			R\$ 1.000,00	1%
Rótulos adesivos.			R\$ 2.000,00	2%
Material de escritório.			R\$ 1.000,00	1%
Solução desinfetante para caixas.			R\$ 1.000,00	1%
Outros materiais de consumo.			R\$ 2.000,00	2%
Total			R\$ 100.000,00	100%

Toda empresa precisa ter disponível uma reserva de caixa (capital de giro) para cobrir os custos até que as contas a receber começem a entrar. A estimativa segue na TABELA 16.

TABELA 16 - Estimativa de capital de giro

Descrição	Custos por ano	
	Ano 0	Ano 1
Reserva de caixa (cobertura dos custos)	R\$ 100.00,00	R\$ 100.000,00

d) Resumo do total de investimentos

A TABELA 17 mostra a compilação dos dados sobre necessidade de capital para aquisição do equipamento e outros de fonte externa e interna ao Brasil, capital de giro e investimento pré-operacional. Inclui ainda a opção de um ou mais empréstimos, cuja amortização está incluída em custos fixos.

TABELA 17 - Estimativa do investimento total na fase de planejamento e instalação

Descrição	Custos (R\$) por ano	
	Ano 0	Ano 1
1. Investimento fixo com importados	R\$ 66.722.780,00	R\$ 23.001.186,24
2. Investimento fixo com produtos nacionais	R\$ 298.100,00	R\$ 683.060,00
3. Sub-total Investimento fixo (1+2)	R\$ 67.020.880,00	R\$ 23.684.246,24
Estoque inicial	R\$ 0,00	R\$ 100.000,00
Capital de giro	R\$ 100.000,00	R\$ 100.000,00
4. Sub-total Investimento financeiro	R\$ 100.000,00	R\$ 200.000,00
5. Investimento pré-operacional	R\$ 7.396.890,00	R\$ 34.278.462,23
6. Total de investimentos por ano (3+4+5)	R\$ 74.517.770,00	R\$ 58.162.708,47
A. Total geral sem empréstimo		R\$ 132.680.478,47
7. Empréstimo em banco	R\$ 70.000.000,00	R\$ 0,00
8. Total de desembolso por ano COM empréstimo bancário (6-7)	R\$ 4.517.770,00	R\$ 58.162.708,47
B. Total geral com empréstimo		R\$ 62.680.478,47

O total geral de investimento para os anos iniciais será o montante necessário para dispor, seja com desembolso com recursos próprios da sociedade ou com recursos de terceiros, por exemplo, bancos de investimento. Interessante buscar linhas de crédito para empresas que contribuem para o setor agropecuário. Importante escolher um banco financiador que ofereça melhores opções de juros, carência, prazo de pagamento, análise rápida de documentação e garantias exigidas. A análise do plano de negócios irá auxiliar a verificar a viabilidade de obter resultados que possibilitem a quitação do financiamento. Caso negativo, será necessário buscar novas alternativas, como outros sócios investidores, mesmo que para isso tenha que se adiar abertura da empresa.

5.2 ESTIMATIVA DO FATURAMENTO DA EMPRESA

Saber calcular o preço ideal a se cobrar pelo serviço prestado é fundamental para garantir que a operação de fato atinja a rentabilidade esperada. No cálculo do preço do serviço, deve-se considerar o preço praticado pela concorrência e quanto os potenciais clientes estão dispostos a pagar. O tratamento de alimentos com radiação traz também um custo de oportunidade para os clientes com relação a prevenir perdas da produção. A previsão de demanda deve ser baseada na avaliação do mercado potencial e na sua capacidade de produção. É importante fazer uma previsão de faturamento para um período de 12 meses principalmente considerando que vários produtos do setor agropecuário são sazonais.

A empresa deve rever com os valores precisos atualizados e de acordo com o contexto do momento. Valores de preços de custo podem ser determinados como se segue. Normalmente até mesmo o preço de venda de serviços de irradiação constitui informação sigilosa da empresa, portanto, não foi possível comparar preços com concorrente.

a) Cálculo do preço de custo do serviço de irradiação

O custo do serviço depende do lucro unitário, custo fixo unitário e percentagem dos custos variáveis e da margem de contribuição.

Tradicionalmente, o custo depende da dose de radiação e o cálculo do custo médio C_m do tratamento com radiação ionizante foi descrito no relatório P3, seção 5.5 (WIELAND, 2022), copiado aqui:

$$C_m = (\text{custos anuais} + \text{Lucro anual requerido})/X_t$$

Onde X_t é a quantidade total de alimentos tratados anualmente (toneladas.kGy/ano). Aqui foi considerado em média 200.000 toneladas.kGy/ano.

Deve-se considerar ainda os seguintes parâmetros financeiros:

- Margem de lucro: 15%
- Impostos (já incluídos no cálculo de custos)
- Comissão: 5%
- Taxas bancárias (pagamentos com cartão de crédito, se for o caso): 5%

$$C_f = C_m / (1 - 0,15 - 0,05 - 0,05)$$

O custo do tratamento com radiação ionizante C (em R\$/tonelada) é calculado multiplicando C_f e a dose de irradiação escolhida D (em kGy).

O resultado é apresentado na TABELA 18, para 4 faixas de irradiação consideradas nessa simulação, tomando a dose mais alta da faixa como referência para cálculos, exceto para a última faixa, quando foi usado um valor médio de 15kGy.

TABELA 18 - Determinação de preços de custo da irradiação

Item	Preço de custo
Custos fixos anuais + variáveis (estimado em R\$50/tonelada)	R\$ 31.599.805,95
Lucro líquido requerido	R\$ 1.000.000,00
Capacidade de alimentos tratados anualmente (toneladas.kGy/a)	200.000
Custo médio financeiro	R\$ 217,33
Irradiação dose < 1 kGy (por tonelada ou m ³ por cada passe).	R\$ 217,33
Irradiação dose ≥ 1 e < 5 kGy (por tonelada ou m ³ por cada passe).	R\$ 1.086,66
Irradiação dose ≥ 5 e < 10 kGy (por tonelada ou m ³ por cada passe).	R\$ 2.173,32
Irradiação dose ≥ 10kGy (por tonelada ou m ³ por cada passe).	R\$ 3.259,98

b) Determinação de custos de consultoria e logística

Da mesma forma, o cálculo do custo de outros serviços como consultoria, dosimetria, análises e armazenamento, etc., deve ser baseado no custo fixo, lucro requerido e todas as taxas, impostos e comissões.

Exemplo ilustrativo do cálculo:

- Lucro esperado por hora: R\$100,00
 - Estimativa dos custos das instalações e equipamentos, paletes, veículos, energia elétrica, mão-de-obra, consumíveis, sistema de controle, impostos, etc. usados por hora: R\$ 275,00
 - Margem de lucro: 15%
 - Impostos: (já incluídos no cálculo de custos)
 - Comissão: 5%
- Taxas bancárias (pagamento com cartão de crédito, se for o caso): 5%

O Preço de custo do serviço seria $(\text{Lucro} + \text{custo fixo}) / (1 - 0,15 - 0,05 - 0,05) = 375/75\% = \text{R\$ } 500,00$ por hora do serviço.

c) Preço de venda do serviço

O preço de venda do serviço deve ser maior que o preço de custo, visto que incidem outros gastos com contingências, riscos, custos de oportunidade⁵², além de se considerar contingências e uma reserva para futuros investimentos. Mais do que um cálculo, o preço de venda deve considerar um conjunto de estratégias, por exemplo:

- a) Ajustes de acordo com preço do mercado;
- b) Diferenciação (cuidado com o produto e com o meio ambiente; rapidez; atendimento ao cliente; qualidade do serviço; pacote de serviços, como consultoria, dosimetria, rotulagem, certificação e logística);
- c) Requisitos de urgência ou alterações de dose no produto;
- d) Enfoque (por exemplo, especializado em frutas, ou produtos para exportação);
- e) Se é o único no mercado;
- f) Descontos para grandes volumes ou para captar o cliente.

⁵² Custo de oportunidade da empresa, que poderia estar usando o local ou tempo para outro fim), tipicamente, 10%.

A TABELA 19 mostra um exemplo ilustrativo de proposta de estimativa de preços de custo e preço de venda para os serviços oferecidos, onde se acrescenta uma margem de 40% ao preço de custo.

Tabela 19 - Serviços oferecidos

Descrição	Cat. (1)	Preço de Custo (2)	Preço de Venda (2)
Irradiação dose < 1 kGy (por tonelada ou m ³ por cada passe). Mínimo 1 tonelada.	I	R\$ 217,33	R\$ 304,26
Irradiação dose ≥ 1 e < 5 kGy (por tonelada ou m ³ por cada passe). Mínimo 1 tonelada.	I	R\$ 1.086,66	R\$ 1.521,32
Irradiação dose ≥ 5 e < 10 kGy (por tonelada ou m ³ por cada passe). Mínimo 1 tonelada.	I	R\$ 2.173,32	R\$ 3.042,65
Irradiação dose ≥ 10kGy (por tonelada ou m ³ por cada passe). Mínimo 1 tonelada.	I	R\$ 3.259,98	R\$ 4.563,97
Taxa de recebimento e expedição (por embalado), manuseio e cadastramento eletrônico para rastreamento.	L	R\$ 2,00	R\$ 2,80
Taxa de reagendamento após 10 dias antes da data prevista para recebimento da carga.	L	50% do valor do contrato	
Armazenamento em temperatura ambiente, valor por 5 dias por tonelada ou m ³ (maior medida).	L	R\$ 100,00	R\$ 140,00
Armazenamento a frio, valor por 5 dias por tonelada ou m ³ (maior medida).	L	R\$ 400,00	R\$ 560,00
Armazenamento frio com vento forçado, valor por 5 dias por tonelada ou m ³ (maior medida).	L	R\$ 800,00	R\$ 1.120,00
Rotulagem em outro idioma, de acordo com as regras do país de destino (por pesquisa e design).	L	R\$ 500,00	R\$ 700,00
Limpeza e segregação de produtos (por tonelada).	L	R\$ 1.000,00	R\$ 1.400,00
Higienização de embalagens (por centena).	L	R\$ 300,00	R\$ 420,00
Transporte rodoviário de cargas refrigeradas (por veículo por dia) (3).	L	R\$ 3.000,00	R\$ 4.200,00
Avaliação Dosimétrica do produto irradiado (dosimetria: preço por cada dosímetro usado + consultoria).	C	R\$ 30,00	R\$ 42,00
Análise microbiológica (3, 4).	C	A determinar	Sob consulta
Estudos e consultorias (por hora).	C	R\$ 500,00	R\$ 700,00
Reembalagem ou Sobre-embalagem (m ³) (5).	L	A determinar	Sob consulta

Notas: (1) Categorias de serviços: I= Irradiação; C = Consultoria; L= Logística;

(2) Preço de venda 40% superior ao preço de custo. Os valores apresentados são meramente estimativos e a empresa deve determinar seus próprios valores com base no contexto específico.

(3) Serviços terceirizados.

(4) Consultar tabela da EMBRAPA e outros laboratórios para caso de análises microbiológicas.

(5) Sobre-embalagem pode variar dependendo do tipo de transporte: terrestre, em palete, aéreo ou marítimo.

d) Estimativa da receita anual

Com base nos preços dos serviços para os clientes, pode-se fazer uma simulação de estimativa da receita anual para cada um dos serviços no primeiro ano de operação com cerca de 60.000 toneladas (TABELA 20).

TABELA 20 - Estimativa da receita anual para capacidade de 60.000 toneladas

Descrição	Cat. (1)	Quant. (1)	Preço de Venda	Valor total	N. clientes	Ticket médio (5)
Irradiação dose < 1 kGy (por tonelada ou m ³ por cada passe).	I	40.000	R\$ 304,26	R\$ 12.170.594,22	40	R\$ 304.264,86
Irradiação dose ≥ 1 e < 5 kGy (por tonelada ou m ³ por cada passe).	I	19.980	R\$ 1.521,32	R\$ 30.396.059,07	20	R\$ 1.519.802,95
Irradiação dose ≥ 5 e < 10 kGy (por tonelada ou m ³ por cada passe).	I	10	R\$ 3.042,65	R\$ 30.426,49	1	R\$ 30.426,49
Irradiação dose ≥ 10kGy (por tonelada ou m ³ por cada passe).	I	10	R\$ 4.563,97	R\$ 45.639,73	1	R\$ 45.639,73
Taxa de recebimento e expedição (por embalado), manuseio, cadastramento eletrônico para rastreamento (2)	L	15.600	R\$ 2,80	R\$ 43.680,00	62	R\$ 704,52
Armazenamento em temperatura ambiente, valor por 5 dias por tonelada ou m ³ (maior medida). (3)	L	20.000	R\$ 140,00	R\$ 2.800.000,00	20	R\$ 140.000,00
Armazenamento frio, valor por 5 dias por tonelada ou m ³ (maior medida). (3)	L	10.000	R\$ 560,00	R\$ 5.600.000,00	20	R\$ 280.000,00
Armazenamento frio com vento, valor por 5 dias por tonelada ou m ³ (maior medida). (3)	L	5.000	R\$ 1.120,00	R\$ 5.600.000,00	20	R\$ 280.000,00
Rotulagem em outro idioma, de acordo com as regras do país de destino (por pesquisa e design).	L	60	R\$ 700,00	R\$ 42.000,00	60	R\$ 700,00
Higienização de embalagens (por centena).	L	100	R\$ 420,00	R\$ 42.000,00	50	R\$ 840,00

Descrição	Cat. (1)	Quant.	Preço de Venda	Valor total	N. clientes	Ticket médio (5)
Transporte de cargas refrigeradas (por veículo por dia)(4).	L	10	R\$ 4.200,00	R\$ 42.000,00	1	R\$ 42.000,00
Avaliação dosimétrica do produto irradiado (dosimetria: preço por cada dosímetro usado + consultoria) (4).	C	60.000	R\$ 42,00	R\$ 2.520.000,00	62	R\$ 40.645,16
Estudos e consultorias (por hora).	C	600	R\$ 700,00	R\$ 420.000,00	20	R\$ 21.000,00
Total receita anual						R\$ 59.752.399,51

Nota:(1) Categorias de serviços: I= Irradiação; C = Consultoria; L= Logística;

(2) Para simplificação de cálculos, considerou se apenas mangas em caixa de papelão de 4 kg, tamanho: 350×285×105 mm, logo 1 tonelada = 250 caixas = 2,6 m³

(3) Para efeito de cálculos foi estimado mínimo de 5 dias de armazenamento ou fração.

(4) Serviços terceirizados.

(5) Com o valor da receita anual para cada serviço e o número de cliente daquele serviço, pode-se calcular o “Ticket médio”. O ticket médio é o valor gasto, em média, por cada cliente dentro do seu negócio, dentro de um período determinado. Essa é uma métrica que possibilita analisar quais serviços têm maior saída e quais são mais lucrativos.

A TABELA 21 mostra um exemplo de custos para um cliente da EMPRESA que contrata a irradiação de 1.000 toneladas de mangas a menos de 1 kGy, cadastramento digital para rastreamento e o armazenamento de 5 dias refrigerado e mais 5 dias com frio e vento forçado. O resultado é de cerca de 30 centavos por kg de manga, ou pequena fração do valor de revenda, com a vantagem que a fruta durará mais tempo na prateleira e pode até mesmo ser considerada um produto “premium”.

TABELA 21 - Exemplo prático de custos para cliente

Item	Valor
Preço de produção de manga por kg (1)	R\$ 0,50
Volume hipotético contratado (toneladas)	1.000
Contratação de irradiação < 1kGy, cadastramento digital para rastreamento, 5 dias de armazenamento a frio e mais 5 dias com frio e vento forçado	R\$ 305.947,66
Custo do tratamento na EMPRESA por quilograma de manga	R\$ 0,31
Preço da manga negociado do Ceasa – PE (R\$/ kg) (2)	R\$ 3,75

Nota: (1) FONTE: http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/sistema_producao/spmanga/custos.htm, com valor de custo de produção corrigido pelo IGP-M

(2) FONTE <https://www.agrolink.com.br/cotacoes/ceasa/ceasa---pe/frutas/manga/>

A seguir a estimativa para diferentes cenários de operação é apresentada, considerando uma demanda crescente, à medida que outros produtores se interessem pelo tratamento (TABELA 22). Estando a construção das salas refrigeradas finalizada, a empresa já pode começar a faturar com essa logística, mesmo sem a operação com irradiação. Considera-se aqui o irradiador não operando, operando com 60.000 toneladas, 180 toneladas e com 270.000. Esta projeção é mais bem explorada e detalhada na seção 5.5 sobre desempenho financeiro.

TABELA 22 - Estimativa da receita para diferentes quantidades tratadas

Tipo de serviço	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4
Produtos irradiados (ton.)	0	60.000	180.000	270.000
I – Irradiação	R\$ 0,00	R\$ 42.642.719,51	R\$ 127.928.158,52	R\$ 191.892.237,78
L – Logística	R\$ 14.169.680,00	R\$ 14.169.680,00	R\$ 42.509.040,00	R\$ 63.763.560,00
C – Consultoria (1)	R\$ 500.000,00	R\$ 2.940.000,00	R\$ 3.234.000,00	R\$ 5.880.000,00
Total	R\$ 14.669.680,00	R\$ 59.752.399,51	R\$ 173.671.198,52	R\$ 261.535.797,78

Nota: (1) Estimativa de preços de serviços para fins de ilustração.

5.3 CUSTOS VARIÁVEIS

Aqui será calculado o custo com materiais (matéria-prima, embalagem, energia, comercialização, etc.) para cada um dos serviços: irradiação, logística e consultoria. Esses gastos são classificados como custos variáveis, pois aumentam ou diminuem conforme a quantidade de serviço prestado.

Os custos variáveis principais são relacionados aos impostos, mão-de-obra extra e eletricidade para o irradiador. Este plano prevê que o irradiador irá operar com capacidades crescentes iniciando com 60.000 t no primeiro ano, passando para volumes maiores. Isso daria, respectivamente, 1.165, 3.495 e 5.243 horas de irradiação por ano, considerando a taxa de processamento de 51,5 toneladas por hora. Na prática, isso significa que para irradiar 60.000 toneladas, apenas um turno de trabalhadores é suficiente. As TABELAS 23a, 23b e 23c mostram os custos variáveis para irradiação, logística e consultoria. A TABELA 24 apresenta os custos variáveis totais.

a) Estimativa dos custos variáveis para irradiação

TABELA 23a – Estimativa dos custos variáveis para irradiação

Quantidade irradiada (toneladas)			60.000	180.000	270.000
Fator de rendimento do irradiador (toneladas/hora)			51,5		
Descrição (insumos utilizados)	Quantidade estimada	Custo unitário (R\$)	Valor estimado		
Horas de irradiação (h)			1.165	3.495	5.243
Salários e encargos para turnos extra (1)	6	(Ver tabela 25)	R\$ 0,00	R\$ 733.902,00	R\$ 1.467.804,00
Eletricidade para irradiador (2)	0,8	R\$ 683,00	R\$ 636.582,52	R\$ 1.909.747,57	R\$ 2.864.621,36
Eletricidade para Chiller	0,255	R\$ 683,00	R\$ 202.910,68	R\$ 608.732,04	R\$ 913.098,06
Água refrigeração irradiador (3)	100	R\$ 19,73	R\$ 1.973,00	R\$ 5.919,00	R\$ 8.878,50
Dosímetros para produtos	0,1	R\$ 30,00	R\$ 180.000,00	R\$ 540.000,00	R\$ 810.000,00

Impostos (4)	-	-	R\$ 184.216,55	R\$ 552.649,64	R\$ 828.974,47
Imposto sobre serviços (ISS)	-	5%	R\$ 2.132.135,98	R\$ 6.396.407,93	R\$ 9.594.611,89
Total custo variável irradiação			R\$ 3.337.818,73	R\$ 10.747.358,18	R\$ 16.487.988,27

Nota: (1) Valores de um turno de operação incluídos em custos fixos. Os valores aqui repreendam um turno com 6 trabalhadores: 1 operador e 5 assistentes de serviços.

(2) Raios-X: 0,8 MW x n. horas. Tarifa de eletricidade para uso industrial: R\$ 683/MWh em Pernambuco. Ref.: <https://servicos.neoenergiaperambuco.com.br/residencial-rural/Pages/Baixa%20Tens%C3%A3o/tarifas-grupo-b.aspx>.

(3) Água para refrigeração do acelerador/raios-X (circula cerca de 200 litros por minuto atua em regime de 2 loops fechados. Valor de consumo estimado. Tarifa Pernambuco em 2021: R\$93,10 até 10.000l e R\$ 19,73 por 1.000 litros para quantidades maiores.

(4) Presunção de lucro de 32%. Alíquota de 15% para IRPJ e 9% de contribuição social sobre o lucro líquido (CSLL).

b) Estimativa dos custos variáveis para logística

TABELA 23b - Estimativa de custos variáveis para serviços de logística

Descrição (inssumos utilizados)	Quantidade	Custo unitário (R\$)	Valor estimado para 60.000 toneladas	Valor estimado para 180.000 toneladas	Valor estimado para 270.000 toneladas
Salários e encargos para turnos extra (1)	6	(Ver tabela 25)	R\$ 0,00	R\$ 843.219,00	R\$ 1.686.438,00
Material de embalagem	1	R\$ 10,00	R\$ 600.000,00	R\$ 1.800.000,00	R\$ 2.700.000,00
Rótulos	1000	R\$ 100,00	R\$ 100.000,00	R\$ 300.000,00	R\$ 450.000,00
Combustível e lubrificantes para veículos	Estimada	R\$ 7,00	R\$ 300.000,00	R\$ 420.000,00	R\$ 600.000,00
Pedágios	500	R\$ 75,20	R\$ 37.600,00	R\$ 112.800,00	R\$ 169.200,00
Segurança física	1	R\$ 50.000,00	R\$ 50.000,00	R\$ 150.000,00	R\$ 225.000,00
Aluguel de veículos e máquinas	1	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00	R\$ 60.000,00	R\$ 90.000,00
Impostos (2)		-	R\$ 61.213,02	R\$ 183.639,05	R\$ 275.458,58
Imposto sobre serviços (ISS)	5%	-	R\$ 708.484,00	R\$ 2.125.452,00	R\$ 3.188.178,00
Total custo variável logística			R\$ 1.877.297,02	R\$ 5.995.110,05	R\$ 9.384.274,58

Nota: (1) O turno extra ou material de consumo extra em custos variáveis refere-se a eventuais picos de demanda e para o gerente e 5 assistentes de serviços gerais.

(2) Presunção de lucro de 32%. Alíquota de 15% para IRPJ e 9% de contribuição social sobre o lucro líquido (CSLL).

c) Estimativa dos custos variáveis para consultoria

TABELA 23c - Estimativa de custos variáveis para serviços de consultoria

Descrição (insumos utilizados)	Quantidade	Custo unitário (R\$)	Valor estimado para 60.000 toneladas	Valor estimado para 180.000 toneladas	Valor estimado para 270.000 toneladas
Sub-contratação de Consultorias específicas (1)	Sob demanda	R\$ 500,00	R\$ 10.000,00	R\$ 20.000,00	R\$ 25.000,00
Impostos (2)	-	-	R\$ 12.700,80	R\$ 13.970,88	R\$ 25.401,60
Imposto sobre serviços (ISS)	5%	-	R\$ 147.000,00	R\$ 161.700,00	R\$ 294.000,00
Total custo variável consultoria			R\$ 169.700,80	R\$ 195.670,88	R\$ 344.401,60

Nota (1) Os valores aqui colocados para demandas maiores são ilustrativos apenas.

(2) Presunção de lucro de 32%. Alíquota de 15% para IRPJ e 9% de contribuição social sobre o lucro líquido (CSLL).

d) Estimativa dos custos variáveis anuais totais

Os custos variáveis anuais totais para diferentes capacidades de produção estão apresentados na TABELA 24 e ilustrados na FIGURA 14.

Tabela 24 - Estimativa de custos variáveis totais

Descrição dos serviços	Valor estimado		
Quantidade (toneladas)	60.000	180.000	270.000
Irradiação (I)	R\$ 3.337.818,73	R\$ 10.747.358,18	R\$ 16.487.988,27
Logística (L)	R\$ 1.877.297,02	R\$ 5.995.110,05	R\$ 9.384.274,58
Consultoria (C)	R\$ 169.700,80	R\$ 195.670,88	R\$ 344.401,60
Contingência	R\$ 50.000,00	R\$ 50.000,00	R\$ 50.000,00
Total custo variável anual	R\$ 5.434.816,55	R\$ 16.988.139,12	R\$ 26.266.664,45
Custo variável por tonelada	R\$ 90,58	R\$ 94,38	R\$ 97,28

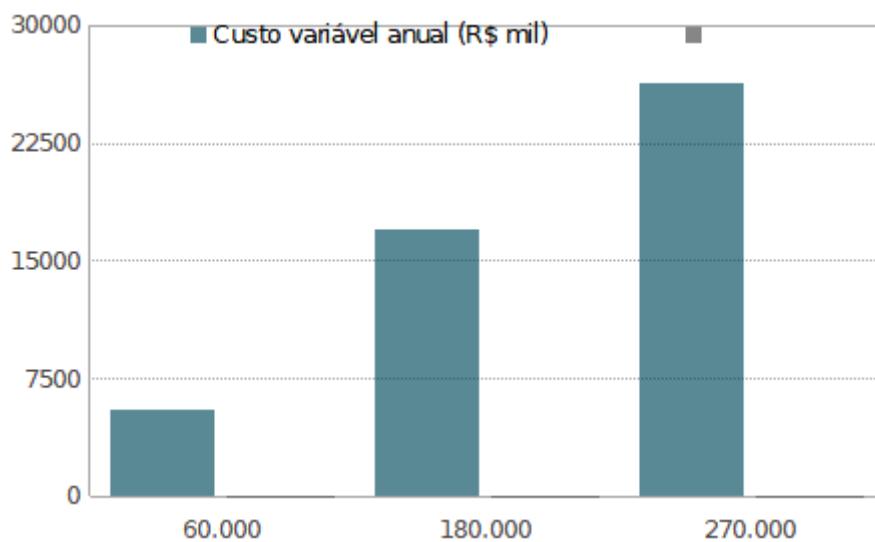


FIGURA 14 - Gráfico da variação do custo variável com capacidade de irradiação em toneladas

5.4 CUSTOS FIXOS

Considera o cenário realista da operação da empresa para fornecer segurança para tomar decisões estratégicas e propõe alternativas para mitigar os riscos dos cenários conservadores e potencializar as oportunidades, sugerindo opções mais otimistas. Pela complexidade, vale a pena dividir essa seção em custos de mão-de-obra; depreciação, manutenção e seguros; amortização e finalmente reunir estes e outros custos fixos, para a estimativa global.

a) Estimativa dos custos com mão-de-obra

Após definir quantas pessoas serão contratadas para realizar as diversas atividades, pesquise e determine quanto cada empregado receberá mensalmente, considerando que o trabalho é especializado e que vale a pena investir para manter os bons trabalhadores. Sobre o total de salários aplica-se o percentual relativo aos encargos sociais e tributos.

O custo da mão-de-obra foi estimado aqui nessa ilustração com jornada de trabalho de 44 horas semanais. Esse cenário considera um turno de trabalho, sendo que, quando necessário e para atender a demanda, turnos adicionais teriam apenas o operador (ou o gerente) do irradiador e assistentes de serviços gerais e são considerados como custos variáveis.

A TABELA 25 mostra um modelo de cálculo de custo de mão-de-obra para um turno de operações. Com a receita estimada excedendo os limites para o regime tributário Simples, o regime adequado deve ser indicado pelo contador da empresa. Aqui o cálculo é feito considerando o regime de lucro presumido, com as taxas e encargos de 68,18% do valor do salário. Com 12 trabalhadores, o custo anual de mão-de-obra é cerca de R\$ 1.700.000,00.

TABELA 25 - Custos de mão-de-obra considerando um turno de trabalho

Cargo	Nº	Salário Mensal	Encargos (1)	Benefício (2)	Custo Mensal Total
Gerente	1	R\$ 15.000,00	R\$ 10.227,00	R\$ 1.000,00	R\$ 26.227,00
Operador do irradiador	1	R\$ 10.000,00	R\$ 6.818,00	R\$ 1.000,00	R\$ 17.818,00
Controle de qualidade e proteção radiológica (4)	2	R\$ 10.000,00	R\$ 6.818,00	R\$ 1.000,00	R\$ 35.636,00
Assistente de serviços gerais, op. empiladeira	5	R\$ 4.000,00	R\$ 2.727,20	R\$ 1.000,00	R\$ 38.636,00
Pró-labore diretoria	3	R\$ 1.212,00	R\$ 826,34	R\$ 1.000,00	R\$ 9.115,02
Total mensal	12				R\$ 127.432,02
Total anual		R\$ 1.656.616,32			

b) Estimativa do custo com depreciação, manutenção e seguros

A **depreciação** é o custo necessário para substituir os bens de capital de longa duração, quando estes perdem sua vida útil, em decorrência do desgaste físico ou valor que perdem com o passar dos anos, devido às inovações tecnológicas e/ou à capacidade de gerar receitas. Apesar de ser um custo fixo e influenciar na formação do preço, a depreciação não representa um desembolso. Dependendo da situação financeira das estratégias do negócio pode ser feito uma reserva para troca do bem após o término de sua vida útil. O valor da depreciação é calculado baseado na fórmula: Depreciação = (valor inicial – valor final) / vida útil, sendo o valor final considerado igual a zero, conservativamente. A **manutenção** pode variar dependendo do equipamento. Para alguns, calcula-se com base em uma percentagem e para outros mais complexos, como o irradiador, existe um contrato de manutenção anual. O **seguro** pode ser feito para toda a instalação, incluindo proteção contra eventuais danos a terceiros. Caso seja

incluído a proteção de mercadoria de terceiros, será necessário solicitar o valor da mercadoria ao cliente e incluir uma percentagem no preço, a título de seguro.

A TABELA 26 apresenta uma estimativa de custos fixos com depreciação, manutenção e seguros.

Tabela 26 - Estimativa anual de depreciação, manutenção e seguro.

Descrição	Valor do bem (1)	Depreciação (2)	Manutenção	Seguro
Equipamentos complexos		4%	Contrato (3)	5%
Irradiador e equipamentos periféricos + impostos	R\$ 100.167.962,23	R\$ 4.006.718,49	R\$ 1.000.000,00	R\$ 5.008.398,11
Edificações		4%	1%	0,1%
Prédio e construções (valor aproximado)	R\$ 15.000.000,00	R\$ 600.000,00	R\$ 150.000,00	R\$ 15.000,00
Máquinas e equipamentos		10%	5%	0,1%
Ar condicionado, freezer	R\$ 252.000,00	R\$ 25.200,00	R\$ 12.600,00	R\$ 252,00
Equipamentos	R\$ 115.360,00	R\$ 11.536,00	R\$ 5.768,00	R\$ 115,36
Móveis e utensílios		10%	1%	0,1%
Móveis de escritório	R\$ 54.200,00	R\$ 5.420,00	R\$ 542,00	R\$ 54,20
Veículos		25%	5%	5%
Camin + Empilhadeiras	R\$ 230.000,00	R\$ 57.500,00	R\$ 11.500,00	R\$ 11.500,00
TOTAL		R\$ 4.706.374,49	R\$ 1.180.410,00	R\$ 5.035.319,67

Nota:

(1) O valor de cada bem está na TABELA 16 - Investimentos fixos.

(2) FONTE: Instrução normativa RFB 1700/2017 Seção III.

(3) Contrato de manutenção após o período de garantia de um ano. Pode ser negociado um prazo de garantia maior para adiar o contrato de manutenção.

c) Estimativa dos custos com amortização

A amortização é o pagamento de dívidas feito por empresas de forma parcelada, em um prazo e juros pré-estabelecidos. A amortização é calculada com base no valor principal da dívida, ou seja, é o montante real, que foi emprestado ou financiado. E as parcelas não se referem apenas à amortização, mas também aos encargos e juros embutidos. A organização deverá guardar um determinado valor por certo período para quitar a dívida e só depois poderá efetuar um novo investimento.

Por simplicidade, no exemplo ilustrativo desse modelo de plano de negócios, considera-se um cenário pessimista, um empréstimo de R\$ 70.000.000,00 a juros de 12% ao ano e pagamento anual em 10 anos, conforme simulação⁵³ apresentada na FIGURA 15. A amortização da dívida seria aproximadamente de R\$ 7370 mil anuais em 10 anos.

Entretanto, seria interessante buscar opções de crédito para o setor agro, que costumam ser bem mais atraentes. O financiamento no BNDES AGRO, com prazo máximo de 12 anos e carência de até 3 anos e taxa de juros bem abaixo do mercado não está disponível no momento⁵⁴, entretanto a análise das condições oferecidas pelo BNDES nesse programa pode servir de referência para negociação com outros bancos. Já no Banco do Brasil Agro, a carência seria de 1080 dias

53 <https://fazaconta.com/amortizacao.htm>

54 <https://www.bnDES.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/bndes-agro>

com as taxas de juros de mercado, que para o mercado rural podem chegar 8% ao ano⁵⁵. Outra opção seria o INOVAGRO, mas o montante é limitado e o PRODECOOP, exclusivo para cooperativas, com limite maior. Nos programas de crédito rural, o maior prazo estabelecido é de 12 anos. Nas regiões Centro-Oeste, Nordeste ou Norte, o investimento talvez possa ser amparado com recursos dos fundos constitucionais de financiamento, respectivamente, pelo FCO (BB), FNE (BNB) e FNO (BASA).

O fornecedor do irradiador também oferece condições de pagamento com juros bem mais baixos, entretanto há que se notar o risco de flutuação do câmbio, que pode elevar o valor da dívida a níveis incompatíveis com o balanço do negócio.

d) Estimativa dos custos fixos totais

Os custos fixos são todos os gastos que não se alteram em função do volume de serviços prestados em um determinado período. Ou seja, devem ser pagos independentemente da receita da empresa.

A TABELA 27 apresenta uma estimativa dos custos fixos totais.

Tabela 27 - Estimativa dos custos fixos totais

Descrição	Valor mensal	Valor anual	%
Depreciação (TABELA 26).	R\$ 392.197,87	R\$ 4.706.374,49	21,8%
Manutenção (TABELA 26).	R\$ 98.367,50	R\$ 1.180.410,00	5,5%
Seguros (TABELA 26).	R\$ 419.609,97	R\$ 5.035.319,67	23,3%
Amortização de empréstimo de R\$70.000.000, 12% aa, 10 anos (item 5.4.c).	R\$ 614.207,67	R\$ 7.370.492,00	34,1%
Aluguel do galpão em Petrolina.	R\$ 17.500,00	R\$ 210.000,00	1,0%
Locação de chiller para o irradiador (1).	R\$ 59.415,12	R\$ 712.981,47	3,3%
Salários e Benefícios.	R\$ 127.432,02	R\$ 1.656.616,32	7,7%
Despesas gerais administrativas.	R\$ 3.500,00	R\$ 42.000,00	0,2%
Eletricidade para iluminação e outras máquinas (2).	R\$ 10.000,00	R\$ 120.000,00	0,6%
Água/esgoto (cerca de 100.000 litros/mês).	R\$ 1.973,00	R\$ 23.676,00	0,1%
Contrato Empresa proteção radiológica (3).	R\$ 5.416,67	R\$ 65.000,00	0,3%
Contrato Empresa de proteção radiológica para dosimetria para 10 trabalhadores.	R\$ 1.703,00	R\$ 20.436,00	0,1%
Contrato Empresa de contabilidade.	R\$ 4.000,00	R\$ 48.000,00	0,2%
Contrato Serviço de limpeza e conservação.	R\$ 3.000,00	R\$ 36.000,00	0,2%
Contrato Serviço de desinsetização e desratização (4).	R\$ 2.000,00	R\$ 24.000,00	0,1%
Contrato Telefone e Internet alta velocidade e qualidade + segurança digital.	R\$ 750,00	R\$ 9.000,00	0,0%
Licença Software Sistema de Gerenciamento Integrado.	R\$ 4.000,00	R\$ 48.000,00	0,2%
Combustível e lubrificantes.	R\$ 10.000,00	R\$ 120.000,00	0,6%
Impostos (IPTU, sobre a terra) (5).	R\$ 41,67	R\$ 500,00	0,0%

55 <https://www.bb.com.br/pbb/pagina-inicial/agronegocios/agronegocio---produtos-e-servicos/credito/comercializar-sua-producao/credito-agroindustrial#/>

Descrição	Valor mensal	Valor anual	%
Taxas, alvarás e sindicato.	R\$ 1.000,00	R\$ 12.000,00	0,1%
Material de escritório e de limpeza.	R\$ 1.000,00	R\$ 12.000,00	0,1%
Propaganda e marketing.	R\$ 3.500,00	R\$ 42.000,00	0,2%
Consultorias (6).	R\$ 2.000,00	R\$ 24.000,00	0,1%
Treinamentos, visitas técnicas.	R\$ 1.750,00	R\$ 21.000,00	0,1%
Contingências.	R\$ 5.000,00	R\$ 60.000,00	0,3%
Custo fixo total	R\$ 1.789.364,49	R\$ 21.599.805,95	100,0%

Nota: No ano 0 ou 1 não teria custos relacionados a equipamentos, ou instalações ou amortizações.

Equipamento periférico deve ser ajustado de acordo com o requisito do fabricante do irradiador escolhido.

Tarifa de eletricidade para uso industrial: R\$ 683/MWh em Pernambuco. Ref.: <https://bityli.com/ipqBAr>.

Empresa de Proteção Radiológica fornece sistema de monitoração individual da radiação para trabalhadores (aprox. R\$25,00 por mês por pessoa), supervisor de proteção radiológica, treinamentos, acompanhamento do licenciamento, calibração de monitores de radiação.

(4) RESOLUÇÃO - RDC Nº 52/2009

(5) IPTU ref. Petrolina <https://petrolina.pe.gov.br/wp-content/uploads/2019/01/CTM-Petrolina-LCM-nº-017-2013-atualizado-2018.pdf>, <https://pe.mgfirmoveis.com.br/fazenda-comercial-em-petrolina-pe-zona-rural-venda-pe-pe-trolina-252842960>

(6) Controle de qualidade, dosimetria no produto, verificação periódica ou testes.

5.5 DEMONSTRATIVO DE RESULTADOS

O demonstrativo dos resultados mostra se a empresa irá operar em lucro ou prejuízo e determinar quais alterações deverão ser feitas para que a empresa seja economicamente sustentável.

A TABELA 28 e FIGURA 16 mostram a projeção do desempenho financeiro a partir da operação do irradiador, já que os dois primeiros anos são dedicados ao planejamento e instalação do irradiador, mas dependendo da situação, já se pode obter receita com serviços de logística. Note que no montante de custos fixos do primeiro ano de operação do irradiador (ano 2), o valor estimado do contrato de manutenção foi excluído, pois ainda estará sob garantia do fornecedor. Os custos variáveis no ano 1 referem-se somente aos serviços de logística e consultoria.

TABELA 28 - Projeção de desempenho financeiro

Descrição	Planejamento e Instalação		Operação					
	Ano	0	1	2	3	4	5	6
A. Desembolso capital	R\$ 4.517.770	R\$ 58.162.708	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
B. Horas de irradiação			1.165	3.495	3.495	5.243	5.243	
C. Toneladas irradiadas	0	0	60.000	180.000	180.000	270.000	270.000	
1. Receita total	R\$ 0	R\$ 15.403.164	R\$ 65.877.020	R\$ 201.046.121	R\$ 211.098.427	R\$ 333.793.317	R\$ 350.482.982	
2. Custos variáveis	R\$ 0	R\$ 2.149.348	R\$ 5.991.885	R\$ 19.665.895	R\$ 20.649.189	R\$ 33.523.660	R\$ 35.199.843	
3. Margem de Contribuição (1-2)	R\$ 0	R\$ 13.253.816	R\$ 59.885.135	R\$ 181.380.227	R\$ 190.449.238	R\$ 300.269.657	R\$ 315.283.140	
4. Custos fixos	R\$ 588.500	R\$ 2.576.482	R\$ 22.512.384	R\$ 25.004.475	R\$ 26.254.699	R\$ 27.567.434	R\$ 28.945.806	

Descrição	Planejamento e Instalação		Operação					
	Ano	0	1	2	3	4	5	6
5. Lucro/(Prejuízo) líquido (3-4-A)		R\$ (5.106.270)	R\$ (47.485.374)	R\$ 37.372.751	R\$ 156.375.751	R\$ 164.194.539	R\$ 272.702.223	R\$ 286.337.334
6. Lucro/(Prejuízo) acumulado		R\$ (5.106.270)	R\$ (52.591.644)	R\$ (15.218.893)	R\$ 141.156.858	R\$ 305.351.397	R\$ 578.053.620	R\$ 864.390.954
Custo unitário por tonelada (2+4)/6		-	-	R\$ 475,07	R\$ 248,17	R\$ 260,58	R\$ 226,26	R\$ 237,58
Custo de 1 h de feixe (2+4)/ # horas operação			-	R\$ 24.466,16	R\$ 12.780,69	R\$ 13.419,72	R\$ 11.652,56	R\$ 12.235,19
Fator de inflação anual		1,05						

■ Lucro/Prejuízo R\$ Mil

● Toneladas irradiadas

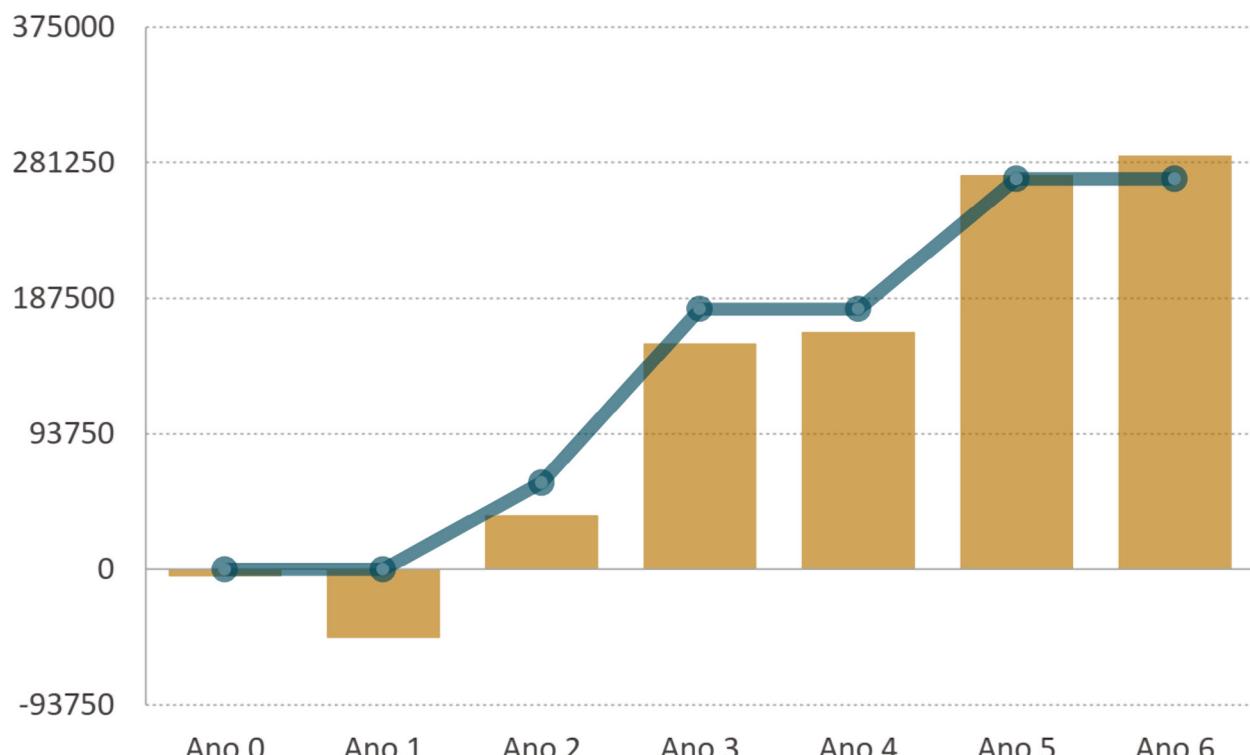


FIGURA 16 - Gráfico da projeção de lucro em 6 anos.

O desembolso de capital registrado aqui considera a obtenção de empréstimo bancário. A receita esperada para o ano inicial é zero, pois a unidade estaria em construção e nem logística ou consultorias estariam aptas a operar. Entretanto, alguns custos se aplicam, como taxas, despesas administrativas, sistemas de controle gerencial e contabilidade e outros. No ano seguinte e com as salas refrigeradas em operação, a empresa já poderia oferecer os serviços de logística e faturar, entretanto, os custos fixos no ano seguinte serão bem maiores, mas não incluirão itens pesados como a manutenção do irradiador.

A partir da instalação e qualificação do irradiador, espera-se atender apenas parte da capacidade anual, dado que a instalação do equipamento pode durar mais do que o previsto e o equipamento deve operar apenas parte do segundo semestre. Nos próximos anos espera-se alcançar mais capacidade, aumentando com turnos extras de operação. Note que foram acrescentados, conservativamente, 5% ao ano nas receitas, custos fixos e variáveis, a título de reajuste pela inflação estimada⁵⁶.

Mesmo com a abordagem conservadora em custos e pessimista quanto ao rendimento de 51,5 toneladas por hora do irradiador⁵⁷, o custo por hora de operação a 270.000 toneladas anuais é de cerca de R\$ 12 mil, enquanto a receita é de cerca de R\$ 67 mil, mostrando a vantagem do empreendimento a curto prazo, uma vez garantidos os investimentos iniciais e a demanda.

5.6 INDICADORES DE VIABILIDADE

5.6.1 Ponto de equilíbrio

O ponto de equilíbrio representa o quanto a empresa precisa faturar para pagar todos os seus custos em um determinado período. Pode ser calculado usando a margem de contribuição unitária ou média ponderada da margem de contribuição dos principais produtos que contribuem para receita.

O Ponto de Equilíbrio (PE) encontrado, considerando apenas a irradiação, sem o armazenamento a frio é de cerca de 33.000 toneladas para o irradiador selecionado para a simulação (TABELA 29). Já o ponto de equilíbrio para a oferta do pacote de irradiação e armazenamento a frio mostrado na TABELA 30 é de cerca de 23.000 toneladas. Isto demonstra a vantagem de integrar esses serviços especificados adequadamente, além de oferecer um portfólio que atenda aos clientes em um mesmo local, evitando transportes e transbordo adicionais. Ademais, existem desafios em conseguir inicialmente uma grande demanda inicial e em instalar e operar continuamente um irradiador com uma tecnologia nova no país. A TABELA 30 também mostra a margem de segurança que equivale à receita total menos o PE e dividido pela receita total. Neste caso, foi encontrado uma margem de 60%, ou seja, a receita poderia ainda diminuir consideravelmente sem oferecer prejuízo.

TABELA 29 - Simulação do ponto de equilíbrio considerando apenas serviços de irradiação

Item	Valor
1. Receita por tonelada	R\$ 711
2. Custo variável por tonelada	R\$ 56
3. Margem de contribuição por tonelada (1) - (2)	R\$ 655
4. MC percentual (3) / (1)	92,2%
5. Custo fixo	R\$ 21.599.805,95
6. Ponto de equilíbrio em toneladas (5) / (3)	32.973
7. Ponto de equilíbrio (5) / (4)	R\$ 23.434.087,06

56 Média do IPCA nos 3 anos (2017-2019) anteriores à crise da pandemia = 3,67%.

57 Segundo o fornecedor, o Raios-X de 7 MeV com 190 kW pode chegar a 120 toneladas por hora.

TABELA 30 - Simulação do ponto de equilíbrio, considerando o pacote de serviços irradiação e armazenamento a frio

Item	Valor
1. Receita por tonelada irradiada + armazenamento a frio	R\$ 996
2. Margem de contribuição (MC)	R\$ 54.317.582,96
3. MC unitária por tonelada	R\$ 995
4. MC percentual (3) / (1)	90,9%
5. Custo fixo	R\$ 21.599.805,95
6. Ponto de equilíbrio (PE) em toneladas (5) / (3)	23.859
9. Ponto de equilíbrio (5) / (4)	R\$ 23.761.002,68
Margem de segurança	60%

5.6.2 Lucratividade, Rentabilidade, Retorno do investimento, VPL

Estes indicadores econômicos das empresas estão relacionados diretamente à competitividade. Com uma boa lucratividade, a empresa terá mais chances de competir, realizar maiores investimentos em divulgação, diversificação, aquisição de novos equipamentos, etc. A rentabilidade é um indicador de atratividade dos negócios, pois indica o retorno do capital investido aos sócios. Esse indicador também demonstra atratividade do negócio e indica o tempo necessário para que o empreendedor recupere o que investiu. A rentabilidade deve ser comparada com os índices praticados no mercado financeiro.

A lucratividade é calculada pelo lucro líquido dividido pela receita anual. O lucro líquido é a diferença entre a receita e os custos fixos e variáveis. A rentabilidade é obtida sob a forma de percentual por unidade de tempo, por exemplo, por ano, e calculado através da divisão do lucro líquido pelo investimento total (TABELA 31).

TABELA 31 - Estimativa da Lucratividade, rentabilidade e retorno do investimento

Item	Valor		
Quantidade	60.000	180.000	270.000
1. Receita anual (Tabela 22)	R\$ 59.752.399,51	R\$ 173.671.198,52	R\$ 261.535.797,78
2. Custo fixo total (Tabela 27)	R\$ 21.599.805,95	R\$ 21.599.805,95	R\$ 21.599.805,95
3. Custo variável total (Tabela 24)	R\$ 5.434.816,55	R\$ 16.988.139,12	R\$ 26.266.664,45
4. Lucro líquido = (1) - ((2)+(3))	R\$ 32.717.777,01	R\$ 135.083.253,45	R\$ 213.669.327,38
5. Lucratividade = (4)/(1)	55%	78%	82%
6. Valor do desembolso total (com empréstimo)	R\$ 62.680.478,47		
7. Rentabilidade = (4)/ (6) ao ano	52%	216%	341%
IPCA 2021 acumulado	10,06%		
CDI 2021 acumulado	4,42%		

Com essa simulação, o desempenho se mostra bastante favorável, mesmo com a operação de apenas 60.000 toneladas por ano. A rentabilidade está várias vezes superior aos índices de inflação e investimentos financeiros de 2021, mostrados nas últimas linhas da tabela.

O valor presente líquido (VPL) é calculado por:

$$VPL = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1 + i)^t}$$

Onde:

FC é o fluxo de caixa (diferença entre Receita e Custos) no período “t”;

i = Taxa de desconto;

n = Número total de períodos na simulação (anos);

Se o valor presente líquido for positivo, o projeto é viável; caso contrário, o projeto é considerado economicamente inviável. Uma variável importante é a escolha da taxa de desconto, que aqui foi escolhida em 10%, ou seja, o dobro do valor usado para ajustar os preços de acordo com a média da inflação em 3 anos antes da pandemia de COVID-19. Nesta simulação, o VPL é positivo e excede em cerca de R\$ 180 milhões o investimento realizado em 6 anos, com a abordagem crescente de capacidade de operação.

A taxa interna de retorno (TIR) é a taxa de desconto que fará o VPL chegar a zero e nesta simulação é igual acima de 100%. O índice de lucratividade (IL) é o valor presente do fluxo de caixa dividido pelo investimento feito, o que nesta simulação mostrou ser de cerca de 9, ou seja, esse é o valor retornado como lucro a cada real investido. O tempo de *payback* mostra que o investidor terá o retorno do investimento em quase 4 anos (TABELA 32).

TABELA 32 – Cálculo de VPL, TIR, IL e tempo de payback

Taxa de desconto	0,10	Valor presente	Valor presente acumulado
Período (x)	Fluxo de caixa		
0	R\$ (5.106.270,00)	R\$ (5.106.270,00)	R\$ (5.106.270,00)
1	R\$ (47.485.374,12)	R\$ (43.168.521,92)	R\$ (48.274.791,92)
2	R\$ 37.372.751,18	R\$ 30.886.571,22	R\$ (17.388.220,70)
3	R\$ 156.375.751,28	R\$ 117.487.416,44	R\$ 100.099.195,73
4	R\$ 164.194.538,84	R\$ 112.147.079,33	R\$ 212.246.275,06
5	R\$ 272.702.223,00	R\$ 169.326.625,11	R\$ 381.572.900,17
6	R\$ 286.337.334,15	R\$ 161.629.960,33	R\$ 543.202.860,50
VPL		R\$ 543.202.860,50	
TIR	150%		
IL	8,7		
Tempo de payback	3,89		

6. AVALIAÇÃO DO PLANO DE NEGÓCIOS

O mundo e o mercado estão sujeitos a várias mudanças e a cada dia surgem novas oportunidades e ameaças. Assim sendo, deve-se procurar adaptar o planejamento da empresa às novas realidades. O plano de negócios é um instrumento dinâmico para o planejamento por ser o mapa de percurso e deve ser mantido atualizado de acordo com o contexto para responder à pergunta básica: “vale a pena abrir, manter ou ampliar o negócio?” Nesse capítulo, cada uma das informações levantadas é avaliada, considerando as oportunidades e riscos para tomar as decisões mais acertadas, assim como a não se desviar dos objetivos estratégicos. O plano de negócios não é garantia de sucesso, mas é um instrumento útil para decisões no dia-a-dia da empresa e para opções de expansão.

Este modelo de plano de negócios baseia-se na construção e operação de uma instalação hipotética, aqui denominada EMPRESA Ltda., prestadora de serviços de irradiação, logística e consultoria. A Empresa conta com uma abordagem estratégica para manter o foco no aspecto comercial e sustentável da irradiação de alimentos e outros produtos do setor agropecuário enquanto oferece soluções integradas para a qualidade e rapidez do escoamento da produção do agronegócio. Aproveita a oportunidade dos programas de redução de perdas e desperdícios e de saúde da população para reunir os insumos e apoio de *stakeholders*, clientes, fornecedores e especialistas para contribuir com o uso de novas tecnologias. Atuando em rede de conhecimentos e alianças estratégicas, planeja manter-se atento às evoluções tecnológicas e oportunidades de apoio internacional para realizar o empreendimento, prevenindo e mitigando os riscos.

A visão inovadora de oferecer em um mesmo local, múltiplos serviços, além da irradiação, reduz os riscos operacionais, favorece a saúde financeira da empresa e atrai clientes ao evitar a perda de tempo com transportes e transbordo extras com o produto.

A abertura de uma nova instalação em Petrolina (PE) irá auxiliar os produtores de frutas a manterem seus produtos frescos por mais tempo e aumentar a capacidade de exportação, colocando o Brasil no seleto grupo de países com capacidade de tratamento fitossanitário com radiação, sem o uso de contaminantes. Petrolina já está bem desenvolvida com relação à oferta de insumos, máquinas e mão-de-obra, rede de relacionamentos com associações nacionais e infraestrutura para escoamento da produção.

Muito embora o tratamento de alimentos com radiação não seja um assunto totalmente novo para vários produtores, exportadores e associações em Petrolina, a introdução de uma nova tecnologia em um ambiente com certo equilíbrio estabelecido pode trazer desafios com relação à convergência setorial como SEBRAE alerta sendo explicado no Relatório P3 (WIELAND,2022). O apoio do governo municipal e das associações relacionadas é fundamental, assim como a interação com os clientes potenciais para criar relacionamentos comerciais de confiança e duradouros e promover a capacidade de desenvolver e crescer futuramente, apoiando a ambição de aumentar as exportações de frutas de Pernambuco e regiões vizinhas.

Para permanecer relevante em um mundo em constante mudança, é necessário flexibilidade, competência e coragem. A boa governança da empresa é fundamental, assim como a escolha de sócios e empregados que devem ser pró-ativos e competentes em suas áreas. A gestão operacional prevista inclui elementos de gerenciamento ágil, moderno e participativo. Neste tipo de atividade, não pode haver dúvidas sobre a qualidade do produto irradiado e o controle de qualidade das operações deve ser extremamente cuidadoso. A Empresa planeja entregar serviços com excelência, conforme processo operacional explicado neste modelo de plano de

negócios, fidelizar e atrair clientes com uma estratégia promocional adequada, e manter a força de trabalho treinada e motivada.

Este modelo de plano de negócios prevê capacidade flexível, mas ainda abaixo da capacidade nominal do irradiador. Sendo um empreendimento capital intensivo, prevê empréstimo de parte do capital inicial. Planeja um crescimento gradual tanto na utilização de irradiação de alimentos quanto de apoio logístico e consultorias. Estes dois últimos já podem começar a funcionar antes mesmo do irradiador estar instalado. O início das operações do irradiador está previsto para o terceiro ano a partir do início do planejamento do empreendimento, com a obtenção de qualificações e licenças. Supõe-se um aumento gradual de capacidade para ir ganhando clientes pouco a pouco, mas com qualidade e excelência até atingir 270.000 de toneladas irradiadas por ano.

Baseado nos dados apresentados, a análise financeira e estratégica empresarial expressa pelos índices de desempenho demonstram parâmetros da saúde da empresa e permitem comparativos de desempenho entre diferentes períodos no horizonte deste modelo de plano de negócios. Os indicadores de desempenho da Empresa mostram a alta viabilidade do negócio. A taxa de retorno é de 55%, com 60.000 toneladas tratadas. O ponto de equilíbrio também confirma o excelente desempenho econômico, pois será necessária uma produtividade de apenas cerca de 23.000 toneladas tratadas para a receita se igualar aos custos. Isto diminui sensivelmente a pressão sobre operar o irradiador o máximo do tempo possível. Este mesmo desempenho pode ser observado no resultado da margem de segurança, que corresponde a 60%, condição que revela que para a receita se igualar à despesa, a quantidade produzida ou o preço de venda do produto pode cair em 40%. (TABELA 31).

No caso do exemplo deste modelo instalação se tornará lucrativa no quarto ano. A previsão anual de lucro acumulado em 6 anos, incluindo lucro e previsão de inflação é de R\$ 864 milhões. (TABELA 28).

Qualquer tipo de tratamento que se adote nos produtos das cadeias produtivas do agronegócio implica no aumento do custo dos mesmos. No caso da irradiação, estes foram estimados em cerca de R\$ 0,31 por quilograma de manga (TABELA 21) para um pequeno cliente, sendo competitivo com outras tecnologias e em alguns casos os custos operacionais são até inferiores. O custo da irradiação é estimado em 10 a 20% do custo do tratamento hidrotérmico (CGEE, 2010). A instalação de irradiação de alimentos e produtos do setor agropecuário implica em adquirir equipamento importado da ordem de EUR 8 a 12 milhões, dependendo se o irradiador for acelerador de elétrons ou raios-X. Apesar de um preço mais atraente, o acelerador de elétrons age superficialmente e não conseguiria tratar produtos mais densos como a manga. São cifras não tão mais altas do que outras tecnologias para tratamento e processamento das frutas e seus derivados, que no que lhe concerne, apresentam desvantagens que irradiação não tem, como a perda de sabor e a exigência de serem colhidas prematuramente.

Desembolso de capital

O custo de capital inicial corresponde a cerca de 1,5 vezes (TABELA 17) o custo do equipamento irradiador. Em geral, a tecnologia de feixe de elétrons/raios-X apresenta relativamente baixo custo operacional apesar de os custos de capital serem de moderados a altos.

Os juros do empréstimo inicial são conservativamente apontados neste modelo em 12% ao ano, mas provavelmente pode-se encontrar opções mais favoráveis, em se tratando de agronegócio.

A análise do investimento pelo banco será desafiadora por se tratar de equipamento importado com tecnologia avançada e de alto custo. Provavelmente será necessário apresentar ao banco, além do plano de negócios, os requisitos de instalação (WIELAND, 2022) e análise de mercado (WIELAND, 2021a), um estudo detalhado de propostas formais de fornecimento do irradiador, experiência operacional com este equipamento no mundo, opiniões de especialistas renomados na área e qualquer outra informação que possa ser relevante para que o risco percebido seja reduzido ou mitigado, e com isso, potencialmente reduzir as taxas de juros do empréstimo. A amortização do empréstimo neste modelo de plano de negócios é calculada para que o empréstimo total (principal e juros) seja pago hipoteticamente em 10 anos após a constituição – um terço do tempo estimado de vida do equipamento, o qual é de 30 anos. O modelo permite analisar para outros períodos de reembolso, se adequado.

Custos

Os custos fixos encontrados de cerca de R\$ 21 milhões de reais (TABELA 27) é significativamente maior que os custos fixos encontrados em publicações acadêmicas de planejamento de instalações no exterior (cerca de US\$ 1.000.000). Isso se deve principalmente ao detalhamento dos custos aqui neste modelo, amortização da dívida do empréstimo e o alto valor do contrato anual de manutenção do irradiador. Os custos trabalhistas também são mostrados tanto na linha de custos fixos quanto sob os custos variáveis, quando mais de um turno extra de trabalho for necessário para atender a alta demanda.

Todos os custos variáveis são baseados na quantidade anual processada em toneladas ou metros cúbicos. Um item importante é o custo da eletricidade para operação do irradiador e o uso de painéis solares pode se tornar mais vantajoso economicamente, mesmo que não consiga prover plenamente as necessidades de carga.

Otimizações e possibilidades de expansão

O modelo foi ilustrado com custos reais obtidos ou estimados o melhor possível em julho de 2022, e pode ser usado para demonstrar a probabilidade de alcançar outros níveis de lucro, com o ajuste de custos ou o preço de venda para corresponder à mudança no lucro. Este modelo de plano de negócios foi elaborado de forma conservativa e certamente existem áreas para economia.

Para aumentar o lucro, existem dois fatores importantes - deve-se reduzir custos e despesas e aumentar o faturamento. Para tal, as alternativas são:

- a) Rever todos os processos operacionais e estudar uma forma de reduzir custos. Por exemplo, com a capacitação adequada de manutenção de aceleradores de elétrons no País, pode-se evitar o alto custo do contrato de manutenção como fornecedor.
- b) Prestar mais serviços e mais frequentemente para quem já é cliente. Usar estratégias de fidelização de clientes e oferecer exatamente o que os clientes procuram. Aumentar o ticket médio de vendas com *Cross selling* e *upselling*;
- c) Conquistar novos clientes dentro de seu próprio mercado, ou em mercados vizinhos.
- d) Abrir franquias em outras regiões com potencial para irradiar alimentos e produtos do setor agropecuário. Estar à frente dos concorrentes.
- e) Expandir o negócio para incluir efetivamente a compra de produtos diretamente do produtor, tratar com irradiação e exportar, com alto valor agregado.

Em tempos incertos, planejar o orçamento a médio e longo prazo é uma tarefa desafiadora. Portanto, é razoável elaborar cenários otimistas e pessimistas. Os que são avessos ao risco usarão como padrão o orçamento mais conservador, pois sabem que é prudente não despender recursos desnecessariamente. O efeito colateral é diminuir o compromisso de uma empresa em fazer o melhor, ao realizar apenas o básico necessário para sobrevivência, conforme o pessimismo do cenário. Enquanto isso, os otimistas terão expectativas de metas com o melhor desempenho possível. O efeito colateral dessa abordagem pode ser que a empresa gaste demais com base em receitas presumidas que não consideraram a tolerância à incerteza. Enquanto as receitas são duvidosas, as despesas são certas.

Portanto, seria necessário tanto o orçamento de desempenho máximo quanto do orçamento de minimização de risco. O orçamento ideal pode ser um compromisso balanceado entre os dois. Mas chegar a esse compromisso pode criar um conflito indesejável e frustrar o processo orçamentário, pois pode não levar a empresa a se esforçar e buscar o desempenho máximo nem protegê-la de gastos excessivos. Sugere-se o planejamento do orçamento com duas colunas: uma para o orçamento orientado a metas arrojadas (resultados alcançáveis, mas com mais esforço). A outra coluna seria para o orçamento representando o básico a alcançar e gerenciar bem as despesas, mas de forma pessimista quanto ao mercado. Esse orçamento ilustra o nível mais alto que pode ser alcançado com o máximo esforço para atingir o desempenho máximo. Uma coluna pessimista visa o controle das despesas (os exemplos deste plano de negócios são principalmente desse tipo). A outra coluna otimista impulsiona o desempenho máximo em busca de reputação e liderança no mercado.

Limitações

Existem várias limitações a este modelo, sendo a maior delas a falta de acesso aos dados financeiros e comerciais de instalações semelhantes.

O modelo de plano de negócios é uma ferramenta de planejamento útil, mas não pode substituir procedimentos e relatórios de contabilidade. O modelo pode ser útil para verificações periódicas do que está realmente acontecendo em comparação com o que foi projetado para o período e efetuar os ajustes necessários. Uma vez em plena operação, os valores parecerão estagnados, a menos que mais irradiadores sejam anexados na instalação, quando o modelo financeiro terá que ser revisto.

Como em todos os empreendimentos comerciais, um modelo que captura a natureza probabilística dos custos e os lucros darão o melhor guia para a tomada de decisões e revisões periódicas. Isto é particularmente o caso de serviços de irradiação com múltiplos clientes e produtos. Como a capacidade total de uma instalação nem sempre é atendida e a demanda naturalmente aumenta e diminui, essas condições podem ser consideradas em um modelo probabilístico. As premissas também podem ser testadas uma a uma para constatar o impacto de tais fatores como taxas de trabalho, inflação, o custo de um empréstimo e o tempo que leva para atingir a capacidade operacional total após a construção. A especificação de serviços é outro desafio, assim como a determinação do custo de oportunidade para os clientes pelo fato de estender a vida dos produtos e reduzir a sua perda ao longo da cadeia para o mercado interno e externo.

7. DOCUMENTAÇÃO DE APOIO

O plano de negócios é como uma espinha dorsal da empresa e deve estar sempre atualizado e guardado em local de fácil acesso com a documentação de apoio. Aqui podem ser incluídos documentos da empresa visando dar mais credibilidade ao planejamento e fornecer informações complementares para consulta.

Exemplos de documentos de apoio:

- a) Currículo dos sócios e empregados;
- b) Contratos de financiamento;
- c) Contratos com fornecedores;
- d) Contratos com clientes;
- e) Registros e licenças;
- f) Orçamentos, faturas pró-forma, notas fiscais de equipamentos e sistemas;
- g) Normas ABNT e ISO;
- h) Cópia ou Links de Artigos publicados referente à irradiação de alimentos e produtos do setor agropecuário;
- i) Banco de imagens e vídeos da instalação e de produtos para usar no marketing;
- j) Qualquer outro documento importante;
- k) Modelo de cartas e formulários usados na empresa (sugestões nos ANEXOS).

8. RECOMENDAÇÕES

Este capítulo, com reflexões e recomendações da autora, acompanha o presente relatório, mas não é parte integrante do modelo de Plano de Negócios.

Para impulsionar o impacto e usar todo o potencial dessa tecnologia, considerada verde, é preciso uma abordagem integrada que trata dos dados de perdas de alimentos a cada ano, o custo de oportunidade para os produtores e distribuidores e o potencial de desenvolvimento da região que hospeda um irradiador de alimentos. A competência técnica nos diversos aspectos envolvidos deve ser continuamente estimulada com compartilhamento de informações e capacitações. Uma associação de pessoas interessadas em tratamento de alimentos com radiação poderia criar a sinergia necessária para a rota tecnológica desse setor, estimulando alianças estratégicas para investimento e implantação da irradiação de alimentos ao nível esperado.

A isenção de impostos na aquisição de equipamentos geradores de radiação como aceleradores de elétrons e raios-X seria um fator estimulador ao investimento em irradiação de alimentos, uma vez que os impostos constituem cerca de R\$ 30 milhões, ou 23% do investimento fixo. Portanto, seria interessante considerar o estabelecimento de políticas públicas para isentar impostos, conceder linhas de crédito específicas, infraestrutura para permitir o uso de terrenos e galpões por concessão, e acelerar licenciamentos, com o potencial de reduzir drasticamente o custo de instalação de irradiadores.

A simulação neste modelo de plano de negócios prevê conservativamente 270.000 tonelada por ano, equivalendo em peso a cerca de 22% do montante de frutas que foram exportadas em 2021. Além de instalar irradiadores de alimentos em número suficiente para atender a expectativa de aumento de exportação, as campanhas de comunicação e a celebração de acordos bilaterais para alimentos tratados com radiação irão permitir maior inserção do país no mercado mundial de frutas com maior rapidez.

Seria instrumental contar com uma instalação modelo para irradiação para contribuir com a capacitação nacional em operação e manutenção de aceleradores e equipamentos de raios-X e, consequentemente, para a redução dos custos fixos nos contratos de manutenção e até mesmo para auxiliar nas verificações pré-acordos bilaterais e marketing no Brasil e no exterior.

A IAEA mantém o banco de dados IDCT⁵⁸ com estudos e pesquisas com irradiação de alimentos, mas que não incluem muitos dos trabalhos da EMBRAPA, CENA e IPEN. Uma sugestão seria o Brasil manter um banco de dados, em português, com as pesquisas realizadas com irradiação de alimentos e produtos agropecuários nacionais, de forma a facilitar a consulta e contato com especialistas.

9. REFERÊNCIAS

BROISLER, P. O. Simulação de transporte de mangas para exportação. Dissertação de mestrado IPEN. 2007.

CGEE. Estudo da Cadeia de Suprimento do Programa Nuclear Brasileiro Relatório Parcial Irradiadores e Aplicações Panorama - Análise de oportunidades e desafios para o segmento de Irradiadores e Aplicações na Cadeia Produtiva do Agronegócio. 2010.

CONAB. Comercialização Total de Frutas e Hortalícias. Companhia Nacional de Abastecimento. Vol 5., Brasília. 2021.

DEL MASTRO, N. Evaluation of a label dosimeter to be used for Brazilian irradiated fresh fruits. IN: Standardized Methods To Verify Absorbed Dose In Irradiated Food For Insect Control. IAEA TECDOC 1201. 2001.Standardized Methods To Verify Absorbed Dose In Irradiated Food For Insect Control. IAEA TECDOC 1201. 2001

FERREIRA, M. GONÇALVES, M.C. Custo para a irradiação de alimentos no Brasil utilizando irradiador multipropósito . Manuscrito submetido a publicação na Revista da ESALQ. 2021.

GUSTAFSON, D. et al. Seven food system metrics of sustainable nutrition security. **Sustainability** 8, 196 (2016).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY Guidelines for the development, validation and routine control of industrial radiation processes. **IAEA Radiation Technology Series**, no. 4 Vienna. 2013.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Manual of Good Practice in Food Irradiation, Technical Reports Series No. 481, IAEA, Vienna . 2015.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. Specific Considerations and Guidance Establishment of Ionizing Radiation Facilities. PRE-PRINT. **IAEA Radiation Technology Series**, no. 7. Vienna. 2022.

MAPA. Plano Nacional de Desenvolvimento da Fruticultura (PNDF). 2018

PILLAI, S. Accelerator Technologies for Food Safety and Food Quality: Response of Microbial Population to Ionizing Technologies . IN: IAEA Conference on Accelerators for Research and Sustainable Development. 2022.

PORTER, Michael E., “Competitive Advantage”. Ch. 1, pp 11-15. The Free Press. New York. 1985.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. Food Waste Index Report 2021. Nairobi.<https://wedocs.unep.org/20.500.11822/35280>. 2021.

UNITED NATIONS FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. The State of Food and Agriculture Report: Moving Forward on Food Loss and Waste Reduction. FAO . <http://www.fao.org/3/ca6030en/ca6030en.pdf>.2019.

UNITED STATES FOOD AND DRUG ADMINISTRATION, General Principles of Software Validation; Final Guidance for Industry and FDA Staff .2002.

WIELAND, P. Levantamento do mercado internacional para produtos agropecuários tratados com radiação. Relatório P1 para o MAPA. Consultoria IICA. 2021a.

WIELAND, P. Planos de marketing para irradiação de alimentos no Brasil. Relatório P2 para o MAPA. Consultoria IICA. 2021b.

WIELAND, P. Requisitos de instalação e funcionamento de um irradiador multipropósito voltado à irradiação de alimentos e produtos agropecuários. Relatório P3 para o MAPA. Consultoria IICA. 2022.

WIELAND, P., LUSTOSA, L.J., VAN ADUARD DE MACEDO, T. D. L. Alimentos preservados com radiação: a vantagem competitiva que falta ao Brasil. Revista da FAE v. 13, n. 2. ISSN: 2447-2735. 2010.

WIELAND, P.; LUSTOSA, L.J. Dynamic operational risk management at industrial irradiation plants. **Revista Brasileira de Pesquisa e Desenvolvimento**, v. 12, n. 1, mar. 2010.

ZIMEK, Z. Pre-feasibility study of setting up an electron beam R&D facility. Progress Report. Aries Project Grant Agreement No. 730871. Institute of Nuclear Chemistry and Technology. 2018.

APÊNDICE A - LISTAS DE VERIFICAÇÃO

Este APÊNDICE apresenta uma sugestão de listas de verificação e controle para acompanhar o atendimento aos requisitos para o planejamento, construção e operação sustentáveis do irradiador multipropósito.

PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO

A TABELA A.1 mostra itens fundamentais para o planejamento para auxiliar a governança da empresa. Sugere-se incluir as evidências do cumprimento de cada condição e uma coluna para acompanhamento do histórico e pendências a serem resolvidas em um prazo acordado.

TABELA A.1 - Lista de verificação para o planejamento estratégico do irradiador

Condição	Finalizado? Sim/Não. Incluir evidências de cumprimento. (Exemplos de evidências de cumprimento)	Pendência Prazo
Equipes de gerenciamento e implementação de projetos estabelecidas.	Documento oficial que estabelece as equipes de gerenciamento, e a quem eles se reportam. Evidência de que as funções e responsabilidades da equipe são conhecidas por todos os seus membros e por outras autoridades relevantes.	
Termos de referência claros.	Um documento definindo objetivos, prazos e um escopo adequado de ações. Estudo de viabilidade abrangente realizado, documentado e os compromissos necessários acordados.	
Reconhecimento por todas as autoridades relevantes do seu papel relacionado à empresa.	Uma descrição clara de como a gerência opera em termos de financiamento, planejamento, relatórios, escopo de estudos e uso de consultores.	
Competências e recursos humanos e financeiros adequados.	Evidência de que a gerência possui habilidades adequadas para abordar todas as questões diretamente ou por meio de estudos especializados. Identificação das competências necessários para todas as fases de implantação e operação da instalação. Compromissos de obtenção dos recursos financeiros necessários a cada ano do empreendimento.	

Condição	Finalizado? Sim/Não. Incluir evidências de cumprimento. (Exemplos de evidências de cumprimento)	Pendência Prazo
Partes interessadas (stakeholders) envolvidos e cientes do projeto.	<p>Mapa de stakeholders atualizado.</p> <p>Evidência de uma equipe de comunicação profissional disponível, com recursos financeiros apropriados.</p> <p>Um plano de interação contínua com o público, em particular, líderes de opinião, mídia, autoridades governamentais locais e nacionais.</p> <p>Evidência de interações relevantes entre os gerentes e autoridades relevantes.</p>	
Envolvimento de serviços industriais e utilitários nacionais/domésticos considerados.	<p>Levantamento de empresas com potencial para participar do projeto para construção, fornecimento de equipamentos ou serviços de suporte.</p> <p>Reuniões ou treinamento de fornecedores em potencial para explicar os padrões e qualificações necessárias, analisar a viabilidade do envolvimento e identificar as ações necessárias e os requisitos de financiamento.</p>	
Sistemas de gestão adequados reconhecidos que garantam o sucesso e cultura de segurança, proteção e sustentabilidade.	<p>Planos para garantir a nomeação de gerentes com treinamento, liderança e experiência apropriados para planejar, adquirir, construir e operar a instalação.</p> <p>Programação de treinamentos.</p> <p>Plano de implantação e operação.</p>	
Envolvimento do governo.	<p>Mecanismos existentes para uma série de atividades que são específicas do irradiador, mas podem não ser de responsabilidade do proprietário/operador, como emergência, educação, pesquisa, comércio exterior, regulação.</p>	
Estratégias de financiamento e gestão de riscos estabelecidas.	<p>Declarações do papel da organização e das autoridades governamentais relevantes, no financiamento de um irradiador de interesse público.</p> <p>Evidência de que a escala dos custos de cada uma dessas atividades foi reconhecida.</p> <p>Uma revisão das opções de financiamento e estratégias de gestão de risco, a longo prazo e os riscos associados à instalação com irradiador, com a máxima carência e possível extensão do financiamento necessário, inclusão de parceiros de capital, possíveis empréstimos.</p>	
Estimativas de custos, operação e manutenção e eventual descomissionamento da instalação e de receita esperada concluídas.	<p>Relatório sobre a análise de custo-benefício.</p> <p>Evidência de que a gerência endossa os resultados da análise de custo-benefício como atendendo aos objetivos e expectativas do empreendimento.</p>	

Condição	Finalizado? Sim/Não. Incluir evidências de cumprimento. (Exemplos de evidências de cumprimento)	Pendência Prazo
Arcabouço regulatório e P&D, relacionados à saúde e segurança dos trabalhadores; licenciamento na ANSN e registros, proteção da propriedade intelectual e dados pessoais; controles locais; funções dos governos nacionais e locais; garantias financeiras e legislação tributária conhecidos.	Apresentação de uma verificação, identificando que as leis e regulamentos relevantes são reconhecidos formalmente pelos gerentes da instalação.	
Potenciais utilizadores e clientes identificados e consultados.	Uma lista justificável dos potenciais clientes está disponível e completa. Evidências de interação com potenciais clientes para ouvir suas demandas. Um documento que relata a avaliação das necessidades das partes interessadas e dos usuários preparado para avaliação inicial quanto à suficiência e ao cronograma proposto.	
Faixa de potencial utilização do irradiador estudado. Especificações funcionais do irradiador e infraestrutura associada conforme a demanda.	Documentação das partes interessadas avaliadas e das necessidades dos clientes para a aplicação inicial do irradiador e infraestrutura associada. Uma avaliação adicional das capacidades potenciais do irradiador, bem como a flexibilidade nos requisitos de projeto para atender a isso, são documentadas.	
Requisitos e procedimentos para aquisição do irradiador reconhecidos.	Reconhecimento pela organização/instituição/empresa dos requisitos e procedimentos associados à compra dos equipamentos e instalações associadas. Contratação de consultoria, se necessário. Evidência de que as questões relacionadas aos serviços operacionais para qualificações são reconhecidas.	
O planejamento estratégico da empresa foi elaborado.	Aprovação explícita de gerência da instalação e tomadores de decisão.	

ADEQUAÇÃO DO LOCAL DA INSTALAÇÃO

A lista de verificação na TABELA A.2 compila os requisitos específicos básicos para local citados no Relatório P3 (WIELAND, 2022). Pressupõe-se que os objetivos prioritários, os produtos a serem irradiados, origem e escoamento já estão definidos. Caso o local selecionado não atenda plenamente os requisitos, pode-se propor a aplicação de ações mitigadoras, por exemplo, caso não haja transporte público na redondeza, a empresa terá que disponibilizar transporte privado para seus trabalhadores.

Caso a instalação seja em uma packing house existente ou em outras instalações industriais, os mesmos requisitos se aplicam com a garantia de que a segurança e proteção radiológica sejam mantidas.

TABELA A.2 - Lista de verificação para a escolha do local da instalação

Condição	Atende?	Caso não atenda, existe ação mitigadora possível? Qual?
Proximidade da área de produção com atendimento de demanda acima do ponto de equilíbrio da empresa.		
Proximidade dos mercados de destino e escoamento de produtos irradiados.		
Acesso conveniente a centros de transporte e distribuidores.		
Afastamento suficiente de concorrentes.		
Proximidade de fornecedores garantindo prazo de entrega e custo de frete razoáveis.		
Existência de transporte público para trabalhadores.		
O terreno é plano.		
O terreno tem espaço suficiente para a área operacional e pelo menos 30 m de espaço livre entre cada parede do galpão e a cerca externa.		
Este tipo de instalação é permitido no local. (Verificar junto à Prefeitura da Cidade, Vigilância Sanitária e Corpo de Bombeiros).		
Lideranças e agentes locais para engajamento foram identificadas.		
Associações e cooperativas respectivas foram contactadas e motivadas a usar a técnica de irradiação.		
Análise de convergência setorial (SEBRAE).		
Histórico do local avaliado e potencial de contaminação de solo insignificante.		
Potencial de contaminação química líquida ou gasosa advinda de áreas vizinhas é insignificante.		
Infestação de pragas (insetos, roedores) onde resíduos sólidos ou líquidos gerados pela instalação é insignificante.		
Lençol freático não é superficial e terreno suportará a carga da instalação com sua blindagem de concreto.		
Área e acesso não sujeitos à inundação e outras catástrofes naturais como deslizamento de terra e ventos fortes.		
As vias de acesso são asfaltadas e adequadas para caminhões de grande porte.		
Nível aceitável de segurança e ordem na vizinhança.		
Abastecimento de água e escoamento de esgoto confiável.		
Fornecimento de eletricidade estável.		
Custo razoável do terreno, taxas de arrendamento, impostos relativos ao terreno e sua ocupação e seguros.		

Condição	Atende?	Caso não atenda, existe ação mitigadora possível? Qual?
O local foi visitado pelo menos 3 vezes em diferentes horários para verificar o movimento de pessoas e veículos.		
Contrato com empresa fornecedora de eletricidade para garantir o fornecimento estável na quantidade requerida. (Item fundamental para a escolha do local, ou o negócio pode ser inviável)		

ADEQUAÇÃO DE INSTALAÇÕES

A lista de verificação para aprovação de instalações com vistas a aplicar os tratamentos fitossanitários (TABELA A.3) foi incluída no Anexo do Relatório P3 (WIELAND, 2022) e está copiada abaixo. A lista é baseada no anexo 2 da ISPM n.º 18, e consta como Anexo da IN MAPA n.º 9/201159, que adota as diretrizes da Norma Internacional para Medidas Fitossanitárias ISPM n.º 18. A lista faz referência à ONPF, que significa Organização Nacional de Proteção Fitossanitária. No caso do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o Departamento de Sanidade Vegetal (DSV) e Insumos Agrícolas da Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA) é responsável pela negociação dos Requisitos Fitossanitários com as autoridades estrangeiras, considerado a ONPF do Brasil. Para obter credenciamento junto ao mapa para realizar tratamento fitossanitário para fins quarentenários por irradiação, deve-se consultar a Portaria 385/2021, em especial o Art. 42 e Art. 44 e submetendo o requerimento e documentos solicitados que estão mencionados no anexo IV da citada Portaria.

O Relatório P3 (WIELAND, 2022) item 2.1 detalha as especificações a serem atendidas com exemplos práticos, por exemplo, para estruturas, acabamentos, sinalização, sistemas de proteção, etc. O ambiente da sala de irradiação é especial: não será possível usar iluminação natural, ao contrário das outras áreas, pois é um ambiente totalmente blindado para a radiação. Nas proximidades do feixe, o ambiente será muito corrosivo e Aço inoxidável 304 deve ser usado em dutos, tubos, parafusos, e na construção do transportador do processo de irradiação. Peças plásticas, eletrônicas e dispositivos elétricos não devem estar presentes na zona de irradiação. A câmara de vídeo para monitoramento deve ser blindada com vidro de chumbo na parte frontal da câmera.

TABELA A.3 - Lista de controle para verificação de instalações

Critérios	SIM	NÃO
1. Local		
1.1. A instalação de irradiação cumpre a aprovação da ONPF ao que se refere aos requisitos fitossanitários. A ONPF tem acesso razoável à instalação e registros adequados, quando necessário, para validar tratamentos fitossanitários.		
1.2. As instalações estão aptas, são adequadas em tamanho, materiais e localização do equipamento, facilitando a manutenção adequada e operações dos lotes a serem tratados.		
1.3. A instalação apresenta áreas segmentadas para separar produtos irradiados de não irradiados.		
1.4. Construções, equipamentos e outras instalações físicas são mantidas em condições sanitárias e estado de manutenção suficiente para prevenir contaminação das partidas e/ou lotes sendo tratados.		

Critérios	SIM	NÃO
1.5. Estão em vigor medidas eficazes para prevenir a introdução de pragas em áreas de processamento e para proteger contra a contaminação ou infestação de partidas e/ou lotes a serem armazenados ou processados.		
1.6. Medidas adequadas estão estabelecidas para corrigir eventuais quebras, vazamentos ou prejuízos da integridade do lote.		
1.7. Sistemas adequados estão estabelecidos para descartar produtos ou partidas que estão incorretamente tratados ou impróprios para tratamento.		
1.8. Sistemas adequados estão estabelecidos para controlar partidas não conformes e/ou lotes e, quando necessário, suspender a autorização da instalação.		
2. Equipe	SIM	NÃO
2.1. A instalação está adequadamente organizada com pessoal treinado, competente.		
2.2. Pessoal tem conhecimento das exigências para manuseio adequado e dos propósitos fitossanitários para o tratamento de produtos.		
3. Manuseio, armazenamento e separação	SIM	NÃO
3.1. Produtos são inspecionados na entrada para assegurar que estão adequados para o tratamento com radiação.		
3.2. Produtos são manuseados em ambiente que não aumenta o risco de contaminação por perigos físicos, químicos e biológicos.		
3.3. Produtos estão estocados de forma correta e adequadamente identificados. Procedimentos e instalações estão estabelecidos para assegurar a segregação das partidas tratadas e não tratadas e/ou lotes. Há uma separação física entre áreas de retenção de entradas e saídas quando necessário.		
4. Tratamento por Irradiação	SIM	NÃO
4.1. A instalação é capaz de executar os tratamentos exigidos em conformidade com o processo programado. Um sistema de controle de processo possui critérios estabelecidos para avaliar a eficácia da irradiação.		
4.2. Parâmetros próprios de processos estão estabelecidos para cada tipo de produto ou partida a ser tratada. Procedimentos foram submetidos para a ONPF e são conhecidos pelo pessoal da instalação de tratamento.		
4.3. A dose absorvida estabelecida para cada tipo de produto é verificada pela mensuração dosimétrica própria usando dosímetro calibrado. Registros dosimétricos são mantidos e disponibilizados à ONPF quando necessário.		
5. Embalagem e Rotulagem	SIM	NÃO
5.1. O produto é embalado (se necessário) usando materiais apropriados.		
5.2. Partidas tratadas e/ou lotes são adequadamente identificados ou rotulados (se exigido) e devidamente documentados.		
5.3. Cada partida e/ou lotes são identificados por códigos para distingui-los de todas as outras partidas e/ou lotes.		
6. Documentação	SIM	NÃO
6.1. Os registros de cada partida e/ou lote irradiado são mantidos na instalação por um período de tempo especificado pelas autoridades competentes e disponíveis para inspeção pela ONPF quando necessário.		
6.2. A ONPF tem documentado dados do credenciamento da conformidade da instalação.		

Nota: Essa lista também pode ser adaptada para a reforma de uma construção já existente.

O tamanho da sala de irradiação varia de acordo com o tamanho do equipamento. Cada fornecedor irá indicar as condições para o layout e quais equipamentos e insumos devem estar disponíveis. Por exemplo, para um irradiador acelerador de elétrons marca IBA Rhodotron® modelo TT 200 top/down, o tamanho é comprimento 19.8 x largura 24.1 x altura 10.6 m. Já o TT 220 horizontal, o tamanho é 25.3 x 26.4 x 6.10 m e a quantidade de concreto armado padrão seria 1.520 m³ (3.800 tons) e 1.720 m³ (4.300 tons), respectivamente. O equipamento Rhodotron pesa 11 toneladas. Portanto, a caga no piso sede ser dimensionada conforme o conjunto de equipamentos, blindagem de concreto e carga de produtos sendo irradiados. Finalmente, é importante notar que muitos outros equipamentos são necessários como parte do sistema (gabinetes de força, grupos de refrigeração a água, etc.). A carga destes geralmente não é um problema para o projeto estrutural do galpão, mas vale ressaltar que as vias de acesso internas e a maioria as salas técnicas devem poder suportar cargas de pelo menos 1000 kg/m². Seguindo com o exemplo do TT200, os requisitos de energia elétrica e água de refrigeração são resumidos a seguir. A fonte de alimentação para o irradiador apenas é tipicamente trifásica 400 V, 50/60Hz, 3 fases + neutro + terra PE.

40 kVA – PDC

Potência operacional: 312 kVA FPA

Pico de energia: 368 kVA FPA

Energia em espera: 20 kW

Fonte de alimentação ininterrupta (UPS - Opcional): 20 kVA – 20 minutos

Monitor da variação de tensão.

Embora os trocadores de calor sejam fornecidos com o equipamento Rhodotron®, a produção de água gelada não está incluída. O equipamento Rhodotron® requer a seguinte capacidade de resfriamento de chillers. A qualidade da água é a água potável padrão da cidade com temperatura entre 5 e 35 °C, fluxo de 2m³/h e pressão de 4 a 6 bar.

Capacidade de remoção de calor: 255 kW

Temperatura da água: 5 to 15°C

Fluxo de água (Q): 32 m³/hora (serial)

Pressão diferencial (dp): 3.2 bar (serial)

Pressão estática máxima: 4 bar

Os seguintes gases são necessários para a instalação, operação e/ou manutenção do Rhodotron®: Ar comprimido (atuadores, freios, ventilação e limpeza de equipamento); Fluxo médio: 1 l/min; pico: 200 l/min; Pressão 500kPa-700kPa; Tanque reserva: 500 l.

Para operação do irradiador é necessária uma rede de transmissão de dados de alta qualidade e alta velocidade e sistema de circuito fechado de câmaras de vigilância (CCTV) para monitoramento de todas as áreas técnicas e da Sala de Controle. Os telefones devem estar disponíveis na sala de PS e nas salas de controle. Estes devem permitir tanto chamadas internas e externas (internacionais). Devido ao grande tamanho do Rhodotron®, dos gabinetes de energia e dos grupos de refrigeração a água, deve-se assegurar espaço para a instalação confortável desses dispositivos. IBA recomenda um içamento vertical do Rhodotron mesmo que um aparelhamento lateral também seja uma opção. Para isso, deve ser criada uma abertura quadrada que siga as seguintes dimensões no teto de 3.5 x 3.5 m para carga de 11 toneladas. Em relação à entrada dos gabinetes e dos grupos de resfriamento, uma abertura de 2m de largura x 2,5 m de altura deve ser feita na parede da sala de alimentação e em todas as paredes até a sala de abastecimento de água.

APÊNDICE B - MODELO DE CONTRATO PARA TRATAMENTO COM RADIAÇÃO

As responsabilidades do cliente e operador do irradiador multipropósito devem ser mencionadas em um acordo entre o cliente e o operador da instalação de irradiação (contrato, acordo técnico, etc.).

As responsabilidades da planta de irradiação são as seguintes:

- a) Qualificação da instalação;
- b) Qualificação operacional;
- c) Controle do processo de irradiação;
- d) Controle de alterações no irradiador;
- e) Certificação da dose de radiação.

As principais responsabilidades do fabricante primário (produtor) são:

- a) Estabelecimento da dose de esterilização;
- b) Desenvolvimento de famílias de produtos;
- c) Estabelecimento da dose máxima aceitável;
- d) Qualificação de desempenho;
- e) Controlar o processo de fabricação, incluindo a biocarga inicial do produto e as especificações dos produtos submetidos à planta de irradiação, por exemplo, densidade do produto, orientação, dimensões;
- f) Revisão das especificações submetidas ao operador do irradiador;
- Controle de alterações do produto para incluir uma revisão das variáveis relacionadas ao produto que tenham impacto nas categorias de processamento;
- g) Liberação do produto para uso.

O conteúdo deste acordo pode, no entanto, variar, e além dos assuntos mencionados acima também é benéfico incluir:

- a) Validade do acordo (pode ser válido por um ano ou mais);
- b) Documentação que deve acompanhar a entrega da mercadoria;
- c) Tempo de realização do serviço;
- d) Condições de recebimento (tempo, responsabilidades de descarga e carga);
- e) Possibilidade de o cliente realizar a auditoria de qualidade;
- f) Condições para arquivamento da documentação;
- g) Períodos em que a planta está fora de serviço (manutenção);
- h) Desistência do contrato por falha do irradiador;
- i) Preço do serviço;
- j) Termos de pagamento.

Quaisquer discrepâncias em documentos, instruções de processo ou requisitos do cliente devem ser resolvidas antes de iniciar o trabalho. Qualquer revisão das instruções do processo ou dos requisitos do cliente deve ser confirmada por escrito pelo cliente antes do processamento.

A seguir um exemplo de modelo de contrato para processamento por radiação para ser adaptado pela empresa de irradiação.

LOGO

NOME DA EMPRESA DE IRRADIAÇÃO: (EMPRESA)

ENDEREÇO:

TELEFONE:

E-MAIL:

CONTRATO PARA TRATAMENTO COM RADIAÇÃO

Este acordo é feito entre a EMPRESA e o CLIENTE do serviço de irradiação. Este documento é um requisito legal mútuo, designando responsabilidades de processamento conforme descrito normas nacionais e padrões internacionais para processamento de irradiação. O acordo e quaisquer requisitos de usuário adicionais anexados devem formar o Contrato para Processamento de Irradiação. Os serviços de irradiação só serão prestados mediante autorização deste acordo por ambas as partes.

Código Identificador do Cliente: _____

Nome da Empresa (Cliente): _____

Nome da pessoa para contato: _____

Endereço profissional: _____

Cidade: _____ CEP: _____ Estado: _____

Número de telefone: _____ Endereço de e-mail: _____

Descrição geral dos produtos a serem
irradiados: _____

I. Responsabilidades do Cliente

1. No caso de irradiação de alimentos e produtos do setor agropecuário exportação:
 - a) assegurar que o produto tem permissão para ser irradiado e consumido no país de destino;
 - b) assegurar que o produto é proveniente de produtores que mantém todas as certificações, aprovações e registros para a exportação. Caso requerido, enviar esses documentos para a EMPRESA antes de encaminhar os produtos para irradiação;
2. Assegurar que os pacotes com os produtos estão na configuração de dimensões de carga requerida para irradiação na EMPRESA.
3. Enviar o Formulário de Requisição de Irradiação para cada remessa e assegurar que a remessa está identificada claramente como sendo do referido formulário.
4. Realizar o controle de qualidade dos produtos para assegurar que estão adequados para irradiação, de acordo com as normas e recomendações internacionais para qualidade do produto, níveis de temperatura e praga.
5. Indicar a dose mínima necessária e, se necessário, estabelecimento da dose acumulada máxima permitida e limites de dose de dosimetria de rotina.
6. Determinar a estabilidade, usabilidade e eficácia do produto irradiado (incluindo sua embalagem) para a dose total acumulada necessária ao produto, se necessário.
7. Qualificar/validar o processo para o produto em questão e requalificar o processo após modificação do processo, se necessário.
8. Caso o produto exija processamento de irradiação em conformidade com a ABNT/ISO 11137 - Esterilização de Produtos para a Saúde, o cliente deve definir a Especificação de Processo para os produtos a serem irradiados para esterilização e notificar a EMPRESA quando os produtos apresentados para irradiação estiverem fora da especificação do processo corrente.
9. Manter registros da produção dos alimentos e da fabricação dos produtos (excluindo registros de processamento de irradiação).

10. Realizar o controle de qualidade dos produtos do usuário, incluindo a coleta/manutenção de amostras de retenção do produto e testes químicos ou biológicos, conforme necessário para testes da eficácia da irradiação.
11. Colocar etiquetas indicadoras de irradiação no produto dentro das caixas, se requerido.
12. Informar por escrito os requisitos de manuseio e armazenamento para todo o material, incluindo requisitos de temperatura (salvo indicação em contrário, o produto será armazenado à temperatura ambiente).
13. Entregar o produto de/para EMPRESA e informar as especificações do transporte com antecedência mínima de 5 dias úteis.
14. Responsabilizar-se pela liberação para venda ou fornecimento ao mercado dos produtos irradiados e, se necessário, listagem/registo de produtos terapêuticos.
15. Notificar à outra parte a respeito de alterações dos signatários autorizados deste contrato, alterações no status de credenciamento ou certificação.

II. Responsabilidades da EMPRESA

1. Realizar a irradiação do produto com a dose de radiação em conformidade com o especificado pelo Cliente e requisitos regulamentares (ISO 11137), se tiver sido indicado como um requisito adicional.
2. Emitir Certificado de Irradiação com a dose mínima e máxima fornecidas.
3. Manter os registros de processamento relativos ao processo de irradiação, por 5 anos.
4. Calibrar e monitorar o sistema de dosimetria com rastreabilidade a um padrão nacional.
5. Controlar a qualidade do processo de irradiação e revisar todos os parâmetros do processo acordados antes da devolução do produto ao cliente.
6. Garantir que as etiquetas indicadoras de irradiação sejam colocadas fora das caixas individuais (conforme aplicável).
7. Realizar a qualificação inicial da instalação e subsequente requalificação e validação se houver modificações no processo.
8. Apurar reclamações relativas aos serviços prestados pela EMPRESA.
9. Notificar à outra parte a respeito de alterações dos signatários autorizados deste contrato, alterações no status de credenciamento ou certificação e mudanças no Sistema de Gestão de Qualidade da EMPRESA ou procedimentos que afetam a qualidade do processamento.

III. Disposições Gerais

Este Acordo tem validade de 3 anos da data de assinatura.

O CLIENTE se compromete a indenizar a EMPRESA contra quaisquer ações, reclamações, multas, obrigações e responsabilidades de qualquer tipo, resultante de ou relacionado à entrega de produtos fora de especificação, ou fora do prazo, conforme as obrigações contratuais impostas nesse acordo. Quaisquer consultas devem ser endereçadas diretamente à EMPRESA.

IV. Declaração

Declaro que aceitamos as responsabilidades e condições indicadas acima em relação aos produtos apresentados à EMPRESA para uso dos serviços de processamento de irradiação.

CLIENTE:

Nome:

Data:

Cargo:

Assinatura:

Pela EMPRESA

Nome:

Data:

Cargo:

Assinatura:

APÊNDICE C - MODELO DE FORMULÁRIO DE REQUISIÇÃO DE IRRADIAÇÃO

LOGO

NOME DA EMPRESA DE IRRADIAÇÃO: (EMPRESA)

ENDEREÇO:

TELEFONE:

E-MAIL:

FORMULÁRIO DE REQUISIÇÃO DE IRRADIAÇÃO

Código Identificador do Cliente: _____

Nome da Empresa Cliente: _____

Nome da pessoa para contato: _____

Endereço profissional: _____

Cidade: _____ CEP: _____ Estado: _____

Número de telefone: _____ Endereço de e-mail: _____

Descrição geral dos produtos a serem irradiados:

Produtos do setor Agropecuário: _____

Produtos para a saúde: _____

Produtos pet: _____

Materiais e componentes: _____

Dados da Remessa

Número de referência da remessa:		
Número total de caixas:		
Data e hora de chegada na EMPRESA:		

Requisitos regulatórios e outros

Requisito	SIM	NÃO
A remessa requer inspeção fitossanitária para exportação?		
Os produtos são regulados pelo MAPA?		
Os produtos são regulados pela ANVISA?		
Os produtos são regulados pelo US-FDA?		
Outros reguladores? Quais?		
Os produtos irradiados exigem conformidade com ABNT/ISO 11317?		
Os produtos irradiados exigem conformidade com outras normas?		
Quais?		

Detalhes do tratamento					
Produtor	Produto	Número de caixas	Dose de radiação mínima (kGy)	Dose de radiação máxima (kGy)	Número de passes no irradiador

Autorização

O signatário deste formulário de solicitação de irradiação autoriza a EMPRESA a realizar a irradiação dos produtos e aceita as responsabilidade e condições do Acordo para Processamento por Radiação.

Nome (Pelo Cliente): _____

Cargo:

Data:

Assinatura: _____

APÊNDICE D - ELEMENTOS DO SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE

Existem várias razões pelas quais os sistemas de gestão da qualidade (SGQs) são essenciais para a implementação bem-sucedida de um processo de radiação. Estes incluem:

- a) Qualidade do produto: Se um produto de alta qualidade é o objetivo do processo, é importante ter SGQs estabelecidos que possam ser seguidos de forma consistente.
- b) Regulamentos: Se existem padrões de qualidade estabelecidos, é muito mais conveniente estabelecer regulamentos e segui-los; também é mais fácil auditar o processo em relação a esses padrões estabelecidos.
- c) Harmonização: Um SGQ fornece uniformidade confiável em todas as regiões. Isso está se tornando mais importante à medida que o comércio internacional aumenta.
- d) Aceitação pelo público: Quando o público percebe que todas as indústrias seguem procedimentos padronizados, eles passam a ter mais confiança no processo e no produto. A aceitação do produto aumenta quando o processo é transparente e os padrões estabelecidos são visíveis.

Além disso, uma abordagem de SGQ incentiva as organizações a analisar os requisitos do cliente, definir os processos que contribuem para a obtenção de um produto que seja aceitável para o cliente e manter esses processos sob controle.

CONTROLE DO PROCESSO POR DOSIMETRIA

Para qualquer tipo de irradiação industrial, um sistema de dosimetria deve ser aplicado para determinar as doses absorvidas que devem cobrir a faixa de dose absorvida de interesse e devem ser calibrados antes do uso. Os sistemas de dosimetria de rotina são usados no processamento de radiação para mapeamento de dose e monitoramento de processo. A calibração desses sistemas é realizada em um laboratório de calibração credenciado. A rastreabilidade dos dosímetros de rotina aos padrões nacionais ou internacionais é um requisito básico para sua aplicação.

A seleção do sistema de dosimetria é critico para controle de qualidade no processamento de radiação, que deve ser baseado na garantia de que o processo foi realizado dentro dos limites de dose prescritos. Os procedimentos de dosimetria realizados como parte da qualificação da instalação, qualificação operacional, qualificação do desempenho e no monitoramento de processos de rotina, dependem do tipo da planta de irradiação e, nem tudo que se usa em um irradiador gama pode ser aplicado em aceleradores de elétrons. Os sistemas de dosimetria não cobrem toda a faixa de doses usada em irradiadores (de aproximadamente 50 Gy até 1500 kGy), logo deve-se escolher o sistema adequado para a faixa de dose usada. Condições ambientais como temperatura, taxa de dose e umidade podem influenciar o resultado da dosimetria e deve-se considerar os objetivos da dosimetria (como o estabelecimento de uma relação entre dose e parâmetros da máquina; mapeamento de dose; calibração de dosímetros de rotina em uma instalação de calibração). Portanto, os seguintes parâmetros são relevantes:

- Faixa de dose (em aplicações de processamento de radiação de aproximadamente 10 Gy a 100 kGy);
- Tipo de radiação (em aplicações de processamento de radiação de cerca de 100 keV a cerca de 10 MeV);
- Quantidades de influência, como temperatura, taxa de dose, umidade e tipo de radiação;
- Estabilidade da resposta do dosímetro;
- Nível de incerteza exigido;
- Resolução espacial necessária.

CERTIFICAÇÃO DA QUALIDADE

A qualidade é alcançada seguindo procedimentos de trabalho diários projetados para evitar a ocorrência de deficiências no trabalho. Basicamente as normas ISO⁶⁰ relacionadas indicam que “deve ser escrito o que se faz e depois deve-se fazer o que está escrito, além de registrar o que é feito”.

Para implementar um sistema de gestão da qualidade em conformidade com a ISO 9001, a empresa precisa ter procedimentos documentados para o controle de documentos, controle de registros, auditoria interna, controle de produtos não-conformes e procedimentos corretivos e ações preventivas. Para implementar um sistema de gestão da qualidade em conformidade com a ISO 13485, a organização que opera a planta de irradiação precisará ter procedimentos documentados para o controle de documentos, controle de registros, projeto e desenvolvimento de dispositivos médicos (se aplicável), compras, controle de dispositivos de monitoramento e medição, feedback (se a organização comercializa dispositivos médicos), auditoria interna, controle de produtos não conformes, análise de dados, implementação de notas consultivas (se aplicável) e para correções e ações preventivas.

A certificação pela ISO 9001 comprovará a adesão aos princípios gerais de qualidade, o compromisso com a melhoria contínua e o cuidado com a satisfação do cliente. A certificação pela ISO 13485 exige um compromisso com a segurança do produto e a manutenção da eficácia do Sistema de Gestão da Qualidade. A ISO 14470:2011 especifica os requisitos para o desenvolvimento, validação e controle de rotina do processo de irradiação por radiação ionizante para o tratamento de alimentos e estabelece diretrizes para o atendimento dos requisitos.

- a) Controle de documentos e registros - Todos os documentos relacionados à qualidade devem ser controlados para garantir que as informações essenciais e quaisquer alterações subsequentes estejam disponíveis para o pessoal envolvido na operação e nos processos da instalação.
- b) Compras - Os requisitos de compra dizem respeito apenas a algumas categorias de suprimentos: suprimentos para dosimetria (incluindo dosímetros, equipamentos, serviços de calibração e manutenção), suprimentos para o irradiador (peças sobressalentes, serviços) e outros suprimentos diretamente relacionados ao processo de irradiação (indicadores de radiação, etiquetas, etc.). Os suprimentos adquiridos devem ser especificados. Um procedimento deve garantir que os produtos adquiridos estejam em conformidade com as especificações. Os fornecedores devem ser selecionados com base em sua capacidade de fornecer produtos de acordo com as especificações da planta de irradiação.
- c) Rastreabilidade - A rastreabilidade pode ser com relação a uma medição dosimétrica ou do produto e/ou processo ao longo do processo, ou seja, armazenamento, manuseio e

irradiação. A rastreabilidade dos produtos é alcançada estabelecendo uma relação unívoca entre um produto e a etapa de processamento em um determinado momento. Isso pode ser feito com um sistema de rastreamento eletrônico (usando códigos de barras) ou projetando um sistema de registros que segue o caminho do produto na instalação. Por exemplo, em um registro de rastreamento de produto, o produto (nome, n.º do lote, fabricante, etc.), a etapa do processo (armazenamento, carregamento, irradiação, etc.), a pessoa responsável pela conclusão da etapa e quaisquer inspeções efetuadas para o produto ou processo pode ser claramente identificado.

d) Calibração - A instrumentação em uma instalação de processamento de radiação inclui equipamentos de dosimetria, temporizadores, medidores para monitoramento dos parâmetros de irradiação e medidores para monitoramento de equipamentos auxiliares. A exigência de verificação da precisão e confiabilidade da instrumentação utilizada para controlar, indicar ou registrar o processo de irradiação diz respeito principalmente à dosimetria. A dose absorvida não é a única consideração, mas é o parâmetro mais importante que determina a possibilidade de liberação do produto irradiado. Todas as providências para o controle, calibração de equipamentos de medição e sua frequência devem ser detalhadas em procedimentos.

e) Manutenção - O procedimento de manutenção deve estabelecer as ações necessárias para manter o irradiador em ótimas condições de trabalho, para evitar falhas de equipamentos e eliminar o risco de danos aos produtos. As instruções de trabalho de manutenção estão geralmente contidas na documentação técnica, incluindo os manuais de operação/manutenção para diferentes componentes e subsistemas.

f) Produto ou processo não conforme - é aquele que não está em conformidade com os requisitos. Quando uma não conformidade é identificada, dois tipos de ação podem ser tomadas: Ação de reparo, que eliminará os efeitos da não conformidade e ação corretiva que eliminará a causa e evitará a recorrência da mesma não conformidade.

g) Auditoria interna - é um processo sistemático, independente e documentado com o objetivo de verificar se as ações estabelecidas por escrito estão sendo realmente executadas e que isso é comprovado pelos registros.

h) Pessoal - quem realiza qualquer processo que afete o produto deve ser devidamente qualificado e experiente. Registros atualizados devem ser mantidos para todo o pessoal com o nível de formação, treinamento e aprovações por escrito para a realização de operações específicas. Um requisito especial é que a liberação do produto seja conduzida apenas por pessoa qualificada.

i) Responsabilidades e contrato de irradiação - Para qualquer aplicação de irradiação, há duas partes envolvidas: o cliente (fabricante principal) e a planta de irradiação. As responsabilidades de cada parte devem ser claramente especificadas. Ver APÊNDICE B.

APÊNDICE E - PROCESSOS DE QUALIFICAÇÃO

Na qualificação de instalação (QI) de irradiação com elétrons ou raios-X as características do feixe, como energia de elétrons ou raios-X, corrente média do feixe, se aplicável, a largura e homogeneidade do feixe varrido e, no caso de aceleradores de elétrons pulsados, o ponto do feixe, deve ser medido. No caso de qualificação operacional (QO), devem ser realizados exercícios diversos que envolvam a determinação de distribuições de dose por meio da realização de procedimentos de mapeamento de dose e, assim, relacionando as distribuições de dose aos parâmetros do processo. O principal objetivo da qualificação de desempenho (QD) é a medição da distribuição de dose no produto real (ou seja, mapeamento de dose). No processamento de elétrons, dosímetros de filme fino são geralmente sugeridos para mapeamento de dose em produtos não homogêneos. Essas 3 qualificações são detalhadas a seguir:

QUALIFICAÇÃO DA INSTALAÇÃO DE UM IRRADIADOR

Um dos objetivos da qualificação de um irradiador é demonstrar que ele atende às especificações acordadas entre fornecedor e usuário final. Esse programa de teste é chamado de qualificação de instalação (QI). A resposta de todos os instrumentos calibrados usados na QI deve ser rastreável a padrões nacionais ou internacionais e deve ter um nível conhecido de incerteza. Os procedimentos de QI para um irradiador de feixe de raios gama e de elétrons diferem. As indicações aqui seguem a seção 9.1 da ISO 11137-1 e (IAEA,2013) e apresentação de F. Kuntz⁶¹. Os intervalos para repetir (ao menos parcialmente) a QI do irradiador devem ser escolhidos para garantir que o irradiador esteja operando consistentemente nas especificações. A orientação é fornecida na seção A.12.4 da ISO 11137-1. Os procedimentos para avaliação da mudança também precisam estar em vigor. A orientação é fornecida na seção A.12.5.1 da ISO 11137-1.

a) Caracterização do feixe de elétrons após instalação

Um dos requisitos na seção 9.1.5 da ISO 11137-1 é descrever as características do feixe de elétrons. Dependendo do projeto do irradiador, isso inclui a posição (em direções onde o feixe de elétrons não é disperso pelo irradiador) e a forma do *spot* do feixe, a energia do elétron, a corrente do feixe, a largura de varredura (ou seja, largura do feixe: a dispersão do feixe de elétrons pelo irradiador para garantir que o produto seja irradiado em toda a sua largura) e a uniformidade de varredura (ou seja, a uniformidade do feixe em sua largura). A corrente do feixe de elétrons é frequentemente medida em um local na linha do feixe que está a alguma distância do ponto onde o feixe atinge a superfície do produto. Tal abordagem pode ser aceitável desde que demonstre ser reproduzível e representativa para a saída real do irradiador. Métodos para determinar a posição e a forma do ponto do feixe, bem como a energia do elétron, a largura de varredura e a uniformidade de varredura envolvem dosimetria. Apenas medições de dose relativa são necessárias, portanto, um sistema de dosimetria calibrado com rastreabilidade de medição pode não ser necessário. É aconselhável, no entanto, trabalhar sempre com dosimetria rastreável. O tamanho do ponto do feixe deve ser suficiente para garantir a irradiação homogê-

⁶¹ ver detalhes em https://www.iba-industrial.com/sites/default/files/industrial_files/symposium_2015/7-e-beam_symposium_ib_2015_-iq_oq_pq_-_florent_kuntz_us.pdf

nea da superfície de um produto. O tempo para uma varredura completa, t_{scan} , é dividido pela frequência do scanner, $1/f_{\text{scan}}$, e o tempo entre pulsos consecutivos, t_{pulse} , é $1/f_{\text{pulse}}$.

Para um determinado conjunto de parâmetros, existe a seguinte proporcionalidade, onde d é a distância entre pulsos consecutivos:

$$\frac{t_{\text{pulse}}}{t_{\text{scan}}} = \frac{d}{(2 \times \text{scan width})}$$

or

$$\frac{f_{\text{scan}}}{f_{\text{pulse}}} = \frac{d}{(2 \times \text{scan width})}$$

O f_{pulse} mínimo permitido corresponde ao máximo d, que é igual à largura total na metade do máximo (*full width at half maximum - FWHM*) do ponto do feixe quando a abordagem é feita para optar pela sobreposição de pulso a pulso ao nível de dose de 50%. Isto leva a:

$$f(\text{pulse})_{\min} = f(\text{scan}) \times \frac{(2 \times \text{scan width})}{\text{FWHM}}$$

A velocidade máxima permitida do transportador é encontrada como a distância máxima permitida percorrida pelo transportador dividida pelo tempo para uma varredura completa, t_{scan} . Quando a sobreposição entre os pulsos no nível de dose de 50% é escolhida, esta distância corresponde ao FWHM do ponto do feixe. Portanto,

$$V_{\max} = \text{FWHM} \times f(\text{scan})$$

O perfil do feixe deve ser determinado para várias distâncias do transportador do produto. Exemplos detalhados de métodos de teste para determinar a energia dos elétrons e a largura do feixe, bem como sua uniformidade, são apresentados em ASTM/ISO 51649⁶².

b) Validação do software

O objetivo da validação é descrever precisamente o que o software se destina a fazer e evitar possíveis erros no software que possam influenciar o processo de irradiação. Uma referência importante para a validação de software é a diretriz desenvolvida pela US FDA (2002). O parágrafo 9.1.2 diz respeito ao teste do software que está em uso para controlar o processo de irradiação. Testes para verificar o correto funcionamento do software podem, por exemplo, consistir em realizar operações que são normalmente realizadas pelo software específico por um método independente. Se o mesmo resultado puder ser obtido pelo método independente, pode-se dizer que o funcionamento correto do software foi verificado.

QUALIFICAÇÃO OPERACIONAL DE UM IRRADIADOR

Como parte de seu programa de qualificação, o irradiador precisa ser caracterizado quanto à magnitude, distribuição e reproduzibilidade da dose entregue ao produto. Esse programa de teste é chamado de qualificação operacional (QO) e os procedimentos aqui descritos seguem a referência (IAEA, 2013). Assim como para a qualificação de instalação, aqui somente serão descritos os requisitos para feixe de elétrons. As condições para repetir partes do QO do irradiador devem ser escolhidas para fornecer garantia de que o irradiador está operando consistentemente nas especificações. A orientação é fornecida nas seções A.12.4 e A.12.5.1 da ISO 11137-1⁶³.

A qualificação de instalação (QI) é um pré-requisito para a QO, ou seja, todos os equipamentos que possam ter um impacto crítico em qualquer uma das características de entrega de dose já devem ter sido testados e aprovados.

O principal objetivo do OQ é estabelecer a gama de condições operacionais da instalação e fornecer dados de linha de base para:

- Previsão das características de magnitude da dose e distribuição da dose para operação de rotina da instalação;
- Demonstração da consistência do processo de entrega de dose;
- Definição da grade de dosímetros para mapeamento de dose de produto na qualificação de desempenho (QD) e para requalificação do irradiador.

Isso é alcançado principalmente por meio de uma série de mapas de dose onde os dosímetros são colocados em uma carga de processamento de material de densidade homogênea que preencha completamente o recipiente de irradiação. Além desses procedimentos realizados em condições operacionais padrão, os procedimentos realizados dentro ou além dos limites de uso normal do irradiador também devem fazer parte do programa QO. Esses testes são realizados para mostrar os limites de uso confiável do irradiador.

Como o perfil da dose absorvida é altamente dependente do tipo e da geometria do produto que está sendo irradiado, menos (mas mais detalhados) mapas de dose homogênea são geralmente realizados em irradiadores de feixe de elétrons. Testar um único tipo de material durante a QO pode ser suficiente, mas informações mais detalhadas sobre as características de distribuição de dose do irradiador podem ser obtidas usando mais de uma densidade. No caso de um irradiador de feixe de elétrons destinado à esterilização de dispositivos médicos, uma escolha apropriada para um único material pode ser espuma de polietileno de alta densidade ou papelão ondulado ($\rho \approx 0,10\text{--}0,15 \text{ g/cm}^3$). Todos os caminhos do produto que serão usados durante a operação de rotina da instalação devem ser avaliados. Isso inclui processamento de um lado ou de dois lados. Se a energia do elétron pode ser alterada, a energia do feixe é um parâmetro operacional que deve ser testado. É importante manter a acurácia na localização precisa dos dosímetros no produto, pois grandes gradientes de dose podem ocorrer próximos às bordas do material.

a) Dose no produto uniforme em um irradiador totalmente carregado (seção 9.2.4 da ISO 11137-1).

Esses testes devem ser realizados com material homogêneo preenchendo totalmente um recipiente de irradiação de acordo com sua especificação de projeto. Os contêineres com dosímetros são cercados por contêineres carregados até a capacidade projetada com o mesmo material, imitando um irradiador totalmente carregado. Para permitir uma análise estatística dos dados e medir a reprodutibilidade do processo de fornecimento de dose, a dose deve ser medida nas mesmas posições em cada densidade escolhida em pelo menos três recipientes. Aumentando o número de medições provocará a redução da incerteza do Tipo A em $N^{1/2}$ (raiz quadrada de N), onde N é o número de medições replicadas.

- Mapa de dose de superfície - A superfície do produto voltada para o feixe de radiação é geralmente a área mais sensível a quaisquer variações na distribuição de dose. Deve ser assegurado que uma dose homogênea seja entregue à superfície do produto em toda a faixa operacional do irradiador. Isso pode ser demonstrado irradiando um recipiente carregado até sua capacidade projetada e usando uma combinação de parâmetros que deve ter a maior probabilidade de resultar em uma dose não homogênea na superfície do produto. Normalmente, esses parâmetros são a maior largura de varredura do feixe de elétrons e a maior velocidade do transportador. Para aceleradores pulsados, o tamanho do pulso e a taxa de repetição do pulso também são fatores determinantes. A resolução do dosímetro precisa ser suficiente para medir uma possível não homogeneidade na dose. Isso pode ser alcançado usando tiras de dosímetros ou folhas de dosímetros, ou colocando dosímetros discretos próximos um do outro para formar tiras.
- Mapa de dose do produto de referência - A distribuição de dose deve ser medida em várias profundidades em todo o recipiente de irradiação. As posições dos dosímetros em cada plano devem incluir seu centro e devem estar particularmente concentradas nas áreas dos cantos, bem como nas bordas, tanto na direção do transporte quanto na direção da varredura do feixe.

b) Efeitos de borda (seções 9.3.3 e 9.3.8 da ISO 11137-3)

Cargas parciais de contêineres de irradiador, bem como lacunas entre contêineres consecutivos ou alterações em produtos diferentes, podem ser comuns no processamento de rotina. O mapeamento de dose desses modos variáveis de irradiação do produto durante a QO pode fornecer algumas informações sobre suas consequências para a distribuição e magnitude da dose. A grade de posicionamento dos dosímetros pré-definida deve ser usada e os resultados devem ser comparados diretamente com o que foi obtido nos testes anteriores. O padrão característico do mapa de dose é em forma de sela. Gradientes significativos na dose absorvida podem ser observados, demonstrando a necessidade de posicionamento preciso do dosímetro próximo às bordas do produto durante QO e qualificação de desempenho.

c) Dose em função dos parâmetros operacionais (seção 9.2.11 da ISO 11137-1)

A dose no produto depende – com energia constante – da corrente do feixe I, largura do feixe SW e da velocidade do produto V (velocidade do transportador) conforme ele se move através da zona de irradiação. A relação pode ser expressa como:

$$Dose = k \cdot I/(SW \times V)$$

Esta é uma linha reta que passa por (0,0). A linearidade da entrega da dose deve ser medida em toda a faixa operacional que será utilizada para a irradiação dos produtos. Para instalações onde a velocidade do transportador, a corrente do feixe e a largura de varredura podem ser alteradas, isso pode ser feito configurando um programa de teste envolvendo a variação de todos os parâmetros. Para cada irradiação, a dose deve ser medida no mesmo local definido dentro ou em um recipiente de irradiação cheio, ou alternativamente em um local definido fora do recipiente. Este último poderia então ser usado como uma posição de monitoramento de rotina.

d) Interrupção do processo (seção 9.2.7 da ISO 11137-1)

Um acelerador de elétrons ou raios-X pode parar por vários motivos diferentes. Exemplos podem ser uma falha do sistema transportador, uma falha do acelerador ou uma falha no sistema de segurança da instalação de irradiação. Na maioria dos casos, quando o feixe pára, o movimento do produto também pára e, à medida que o feixe é reiniciado, o transporte do produto também recomeça. O impacto na administração de dose de uma parada e reinício, enquanto um recipiente de irradiação estiver na área do feixe, deve ser determinado. Existem diferentes cenários que podem fazer com que o irradiador pare e cada um pode ter efeitos diferentes na dose do produto. Compreender os modos de operação do irradiador ajudará a projetar um programa de teste para cobrir os modos de parada prováveis, bem como os modos que podem maximizar o efeito na dose do produto.

Geralmente, a variação de dose é mais pronunciada no local mais próximo à janela de digitalização. Portanto, a superfície de um recipiente de irradiação cheio até sua altura total deve ser usada como local para medição do impacto das interrupções do processo. Normalmente, uma grade unidimensional ou uma faixa no centro da superfície e na direção de transporte é suficiente, embora múltiplos de tais matrizes ou faixas reduzam a incerteza da medição. A resposta de alguns dosímetros é conhecida por ser influenciada pela exposição fracionada. Este efeito deve ser considerado ao interpretar as medições dos dosímetros usados durante um teste de interrupção do processo.

QUALIFICAÇÃO DE DESEMPENHO DE UM IRRADIADOR

Seguindo a qualificação da instalação (QI) e qualificação operacional (QO), mostrando que o equipamento funciona corretamente nos limites predefinidos, a etapa final do processo de validação é a qualificar de desempenho (QD). O QD é definido na ISO 11137 [6.1–6.3] como o processo de obtenção e documentação de evidências de que o equipamento funciona consistentemente de acordo com critérios predeterminados e produz um produto que atende às especificações. Enquanto o QO demonstra que o sistema funciona corretamente para um modelo padrão (em farmácia, o QO às vezes é chamado de teste de água), o QD está focado no produto. O cerne do QD é a definição do processo, que compreende as seguintes tarefas:

- Estabelecer e especificar a dose máxima que o produto pode tolerar;
- Estabelecer e especificar a dose mínima necessária (dose de esterilização para produtos médicos ou dose para o tratamento de alimentos).

No processamento de radiação, QD significa que o processo produz doses na faixa predefinida: a dose em qualquer lugar do produto deve ser alta o suficiente para aplicar a dose necessária e, igualmente importante, que a dose fornecida não exceda a dose máxima do produto pode tolerar para atender aos requisitos funcionais especificados ao longo de sua vida útil definida. O estabelecimento da dose mínima é o resultado do processo de ajuste da dose, descrito em detalhes na ISO 11137-2. O processo de estabelecimento da dose máxima é chamado de qualificação do material. O estabelecimento da dose mínima e máxima é de responsabilidade do fabricante do produto que será irradiado. O provedor de serviços de irradiação pode ajudar nos testes, mas sua responsabilidade final é encontrar parâmetros de processo que garantam que, no processamento de rotina, as doses na faixa de dose especificada sejam aplicadas ao produto.

Essas medições, com a análise de dados associada, são chamadas de mapeamento de dose ou exercício de mapeamento de dose. O mapeamento de dose, definido na ISO 11137-1 [6.1] de forma muito concisa: a “medição da distribuição de dose e variabilidade no material irradiado sob condições definidas”. O ASTM International “Guia Padrão para Mapeamento de Dose Absorvida em Instalações de Processamento de Radiação” E2303 fornece uma definição mais detalhada para mapeamento de dose: a “medição da dose absorvida dentro de uma carga de processo usando dosímetros colocados em locais específicos para produzir uma distribuição bi-ou tridimensional da dose absorvida, tornando assim um mapa dos valores de dose absorvida”. Nesta definição, o termo “carga de processo” refere-se ao produto a ser irradiado: um volume de material com uma configuração de carga especificada irradiado como uma única entidade. O mapeamento de dose não é usado apenas no QD, mas também na QO, onde a carga do processo é um material de referência fictício ou homogêneo, como espuma de polietileno, e não o produto real.

Os exercícios de mapeamento de dose na QD são usados para identificar locais e magnitudes de doses mínimas e máximas no produto e para mostrar a relação entre essas doses e a dose em uma posição de monitoramento. Este procedimento permite a liberação dosimétrica do produto: quando o dosímetro de monitoramento de rotina apresenta uma magnitude que está dentro da janela de dose especificada, pode-se inferir que as doses mínima e máxima do produto também estão na janela especificada correta. Isso garante que o produto foi devidamente tratado e pode ser liberado. Além disso, as informações das doses medidas durante o exercício de mapeamento de dose serão usadas para determinar os valores dos parâmetros do processo, como configuração do temporizador em gama ou velocidade do transportador no processamento do feixe de elétrons. Mais informações sobre mapeamento de dose no produto podem ser encontradas em (IAEA,2013).

Com base nos dados acumulados durante a qualificação do processo, será elaborada uma especificação do processo, que será parte essencial do contrato entre o fabricante e o operador da unidade de irradiação. Uma especificação de processo geralmente incluirá:

- a) Uma descrição do produto embalado, incluindo dimensões, densidade e orientação do produto dentro da embalagem e variações aceitáveis;
- b) O padrão de carregamento do produto no recipiente de irradiação;
- c) O(s) caminho(s) do transportador a ser(ão) utilizado(s);
- d) A dose máxima aceitável;
- e) A dose de esterilização, se for o caso;
- f) Para produtos que suportam o crescimento microbiano, o intervalo máximo de tempo entre a fabricação e a conclusão da irradiação;

- g) A(s) posição(ões) de monitoramento dos dosímetros de rotina;
- h) Limites de variação aceitáveis para doses de monitoramento de rotina;
- i) As relações entre a dose na(s) posição(ões) de monitoramento e as doses mínima e máxima;
- j) Para produtos que devem receber múltiplas exposições ao campo de radiação, qualquer reorientação necessária.

APÊNDICE F - PROCESSO DE IRRADIAÇÃO

O procedimento básico para o processo de irradiação é o mostrado na FIGURA 13, seção 4.4 e detalhado a seguir.

a) Recebimento dos produtos para irradiação

A organização que envia os produtos ao operador do irradiador precisa garantir que eles sejam de natureza e qualidade adequadas para o tratamento de irradiação previsto, inclusive sua embalagem. Antes do envio dos produtos, o serviço de irradiação deve ter celebrado o acordo de irradiação (APÊNDICE B) e recebido e aceito o pedido de irradiação específica (APÊNDICE C).

É preciso haver procedimentos para manusear os produtos e manter sua integridade antes, durante e após a irradiação.

b) Verificação do produto, cadastro e planejamento

Ao dar entrada nos produtos, estes devem ser verificados quanto a integridade e conformidade para irradiação. Se necessário, algumas amostras devem ser abertas para verificar o seu interior e a presença de insetos, pulpas, fungos, etc.

Os produtos recebidos devem ser registrados e devem receber um número de lote de irradiação exclusivo. O uso desse número de lote de irradiação único em cada etapa da instalação de irradiação garante a rastreabilidade interna e deve aparecer em todos os registros gerados pelo operador do irradiador para facilitar a reconciliação. O registro e a rotulagem dos produtos devem ocorrer assim que os produtos forem recebidos. Os sistemas para quantificar o produto e manter o estoque do produto precisam ser implementados ao longo do recebimento, carregamento, descarregamento, manuseio e liberação do produto. Qualquer discrepância no estoque ou dano ao produto deve ser resolvido antes do processamento, ou liberação.

Também é útil classificar os produtos em categorias de processamento, ou seja, grupos de produtos que podem ser irradiados juntos, classificando-os de acordo com várias faixas de densidades aparentes.

c) Armazenamento na entrada

Os produtos devem ser dispostos organizadamente no local específico, seja refrigerado ou não, e de forma a serem facilmente retirados para a etapa de irradiação.

d) Preparação para irradiação

Na carga do processo, os dosímetros precisam ser colocados nas posições de dose máxima e mínima predeterminadas ou em um local de dose de referência qualificado com a frequência necessária. Essas informações devem estar prontamente disponíveis para a pessoa que executa a tarefa. Em irradiadores contínuos, a frequência dos dosímetros deve ser tal que haja sempre pelo menos um dosímetro dentro da câmara de irradiação. Além disso, um dosímetro deve ser colocado no primeiro e no último recipiente de irradiação de uma produção. Para corridas longas, os dosímetros também devem – no mínimo – ser colocados perto do meio da corrida, no final da corrida e em outros intervalos conforme apropriado. Os produtos devem ser carregados na configuração de carregamento do produto de acordo com a especificação do processo. A configuração de carregamento de cada produto precisa estar prontamente disponível para a pessoa que executa a tarefa. Devem existir provisões para garantir que o operador carregue os produtos corretos no recipiente de irradiação (ou seja, os produtos que foram programados). Somente pessoal autorizado pode definir os parâmetros do processo (por exemplo, tempo de irradiação ou velocidade do transportador).

Geralmente, um tratamento de radiação será homogêneo quando a câmara de irradiação é completamente preenchida com o produto a ser tratado. Assim, no início e no final de uma corrida de irradiação, quando a câmara de irradiação não está completamente cheia, o primeiro e o último recipiente de irradiação acumulam principalmente doses mais altas durante sua passagem, pois não são protegidos da fonte por outros recipientes de irradiação durante uma parte significativa do seu passe. Na operação em lote e instalações de dosagem incremental, problemas semelhantes podem ocorrer se produtos com densidades de massa muito diferentes forem irradiados simultaneamente. Isso pode ser mitigado pelo uso de cargas de processo com produtos ‘fictícios’ em ambas as extremidades de uma produção se a distribuição de dose for considerada inaceitável. Os produtos fictícios podem ser feitos de sucata, rejeitos, ou produtos de baixo valor, como grãos, leguminosas, água, frutas rejeitadas e serragem. Eles precisam ser embalados de forma que sua densidade total seja próxima à do produto processado.

Embora possam ajudar no controle do estoque de produção, os indicadores sensíveis à radiação que mudam de cor quando irradiados (também conhecidos como ‘go-no go’) não devem ser usados para substituir outros procedimentos administrativos de controle de estoque ou como prova de processamento de radiação satisfatório. A cor nem sempre é estável e pode ser afetada pela luz, calor ou certos produtos químicos.

e) Irradiação

Todo o processo deve ser controlado pelo sistema de controle de processo (SCP) que confirma em tempo real que a irradiação ocorre com os parâmetros corretos. O SCP deve medir continuamente os principais parâmetros do feixe e do transportador (intensidade do feixe, comprimento de varredura e velocidade do transportador). No final do processamento deve ser possível emitir um certificado de irradiação para aqueles produtos irradiados.

O sistema transportador deve levar os produtos embalados em paletes para irradiadores de raios-X ou em caixas para dentro do bunker para irradiação por feixe de elétrons. Cada caixa deve ser irradiada de um ou dois lados com movimento de rotação de 180 graus, ou de acordo com a especificação, para irradiar tanto por cima quanto por baixo. As caixas são carregadas no transportador em uma estação de carregamento manual. As principais seções do transportador são as seguintes:

- linhas manuais de carga/descarga com ação de buffer de acumulação;
- transportador de entrada com elevador / seções de descida para um nível superior / nível do solo;
- área de acumulação antes da seção de irradiação;
- transportador de aço inoxidável capaz de conduzir cada caixa dentro da especificação sob o feixe de radiação;
- inversão de 180 graus sobre o segundo loop de irradiação da seção;
- guia especial para as caixas duplas.

A velocidade do transportador deve ser totalmente controlada por um dispositivo suplementar. A tolerância deve ser em torno de $\pm 1\%$. A estrutura deste transportador é em aço inoxidável. As caixas devem ser introduzidas no transportador de irradiação próximas umas das outras, sem encostar. Sistema de controle do transportador (SCT), incluindo recursos de programa e controle deve ser fornecido pelo fornecedor do sistema. Deve ser coordenado com o sistema responsável para operação do acelerador. A parada automática do transportador deve ocorrer quando o feixe de elétrons para repentinamente por motivos técnicos. A parada automática do feixe de elétrons deve ocorrer quando o transportador é parado repentinamente devido a razões técnicas (ZIMEK, 2018).

Cada produto tem uma particularidade para ser tratado com radiação, inclusive qual é a temperatura e umidade de armazenamento antes e depois., portanto o especialista em irradiação de alimentos deve ser consultado assim como a literatura científica relacionada. Alguns produtos, por serem mais densos ou por serem embalados em caixas com alturas maiores que 8 cm não seriam economicamente adequados para serem irradiados em aceleradores de elétron, mesmo que irradiados dos dois lados. Neste caso o irradiador de raios-X seria mais adequado, por ser mais potente e penetrar maiores profundidades. A TABELA F.1 mostra para alguns produtos a dose mínima de tratamento e a dose máxima tolerável, densidade aproximada, e outros parâmetros, encontrados em pesquisas acadêmicas, **mas que devem ser confirmados na qualificação operacional da instalação**. São dados importantes para a estratégia promocional, programação de operação anual e estimativa de demanda anual.

TABELA F.1 - Dados simplificados de alguns produtos com potencial para irradiação na região Nordeste.

Produto/	Propósito	Dose mínima (kGy) (1)	Dose máxima (kGy) (1)	Densidade (ton/m ³) (2)	Período da safra
Batatas, cebolas, alho	Inibição da brotação	0,15	0,2	0,5	Ano inteiro
Manga	Controle fitossanitário	0,4	1,0	1,4	Ano inteiro
Goiaba	Retardar amadurecimento e tratamento fitossanitário	0,4	1,0	1,1	Janeiro a abril
Cereais, grãos	Controle de insetos	0,5	1,0	0,6	Ano inteiro
Frutas secas	Controle de insetos	0,5	1,0	0,3	Ano inteiro
Castanha de caju torrada	Combate a fungos	0,5	3,0	0,6	Setembro a novembro
Rações animais	Controle de insetos	0,5	1,0	0,2	Ano inteiro
Ovos	Controle microbiológico	2	3	1,1	Ano inteiro
Flores de corte para exportação	Controle de insetos	0,5	1,0	0,3	A pesquisar
Polpa de frutas congelada a -18 °C	Controle microbiológico	1,5	2,0	1,1	Ano inteiro
Partes de frango	Controle microbiológico	1,5	3	1,2	Ano inteiro
Eervas, Condimentos	Controle microbiológico	5	10	0,3	Ano inteiro
Embalagens de madeira	Desinfecção para reutilização	5	10	0,6	Ano inteiro

Nota:

(1) Conforme legislação brasileira da ANVISA (2011), a dose mínima absorvida deve ser suficiente para alcançar a finalidade pretendida; e dose máxima absorvida deve ser inferior àquela que comprometeria as propriedades funcionais e/ou os atributos sensoriais do alimento. Os valores de dose máxima podem ser encontrados em trabalhos publicados, banco de dados IDCT da IAEA, ou na legislação de países importadores do alimento (exemplo: US CFR 21 <https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/cfrsearch.cfm?fr=179.26>)

(2) Um produto mais denso e com maior altura irá provavelmente precisar de irradiação em 2 passes, para a parte superior e inferior da caixa. Valores obtidos na internet e devem ser verificados. Depende do empacotamento.

f) Controle de qualidade

Os dosímetros devem ser recuperados e armazenados adequadamente antes da leitura. A contagem dos dosímetros deve ser verificada. As leituras dos dosímetros devem preferencialmente ser geradas eletronicamente, usando software validado. O software precisa ser seguro para evitar acesso não autorizado e adulteração de resultados. Quando os resultados dos dosímetros são impressos rotineiramente, a impressão deve ser assinada e datada pelo leitor. Se os resultados não forem impressos, uma trilha de auditoria precisa estar disponível no software para fornecer rastreabilidade ao leitor e data da leitura.

Deve haver um procedimento em vigor para tratar dos casos em que as especificações do processo não foram atendidas. O cliente ou as autoridades reguladoras precisam ser informados conforme acordado no contrato técnico ou na licença. Todos os resultados fora da especificação devem ser registrados em um relatório de não conformidade, que também deve conter uma

análise para identificar a causa raiz e as decisões sobre correções e ações corretivas. Se uma releitura dos dosímetros for realizada como parte da investigação e esse valor de releitura for usado para liberar um produto, um mecanismo deve ser implementado para garantir a validade desse resultado de releitura. Quando os resultados da dosimetria mostrarem que a dose mínima especificada não foi atingida, pode ser possível complementar o tratamento se não houver risco de exceder a dose máxima. No entanto, as doses nem sempre podem ser cumulativas. Quando o complemento necessário é baixo, isso pode ser muito difícil, ou mesmo impossível, de fazer em instalações de feixe de elétrons ou grandes irradiadores gama comerciais. Os resultados de dosimetria também podem mostrar que a dose máxima especificada foi excedida. Nesse caso, os produtos que tenham recebido dose superior ao limite máximo regulatório devem ser considerados adulterados e devidamente descartados. Sob certas condições, uma concessão pode ser feita para aqueles produtos que receberam menos do que o limite máximo regulatório, mas mais do que a dose máxima especificada, se os testes demonstrarem que sua qualidade e segurança não foram comprometidas.

O operador do irradiador precisa garantir que os produtos considerados não-conformes sejam identificados e controlados para evitar seu uso ou liberação não intencional.

Em caso de interrupções do processo não programadas (devem ser diferenciadas das interrupções normais de exposição comuns em instalações de feixe de elétrons quando os produtos são irradiados em dois lados), a data, hora, duração, causa e ação tomada devem ser registradas. O potencial impacto da interrupção na eficácia da dose total deve ser avaliado, uma vez que o status de infestação ou contaminação do produto ao final da primeira fração pode não ser mais o mesmo no início da segunda fração.

Em produtos que não suportam o crescimento microbiano, as doses aplicadas em duas frações separadas por vários dias são cumulativas, e se a dose mínima exigida não for atingida, um complemento pode ser aplicado posteriormente. Em produtos que possam favorecer o crescimento microbiano ou permitir a reprodução ou sensibilidade de insetos e em condições que possam permitir uma evolução do estado fitossanitário ou sanitário, as doses aplicadas em frações podem não ser cumulativas do ponto de vista do efeito a ser alcançado.

g) Armazenamento na saída

Os produtos devem ser colocados na zona apropriada da área de produtos tratados. Caso a refrigeração seja necessária, devem ser encaminhados o mais brevemente possível para o armazém refrigerado da saída, com cuidado para evitar nesse local a entrada de vetores patogênicos ou que possam prejudicar a fitossanidade.

Os produtos devem ser dispostos de forma organizada para permitir o seu deslocamento para despacho final de forma mais rápida e fácil.

h) Registros

Os dados de processamento e a condição dos produtos devem ser verificados e registrados, em especial doses de irradiação e as condições de armazenamento, com os resultados do monitoramento eletrônico e contínuo da temperatura das câmeras de armazenamento e eventuais aferições da temperatura dos produtos para certificar a manutenção da cadeia de frio. Qualquer problema deve ser resolvido antes de serem liberados.

Todos os registos devem estar disponíveis mediante pedido às autoridades competentes, ao cliente e a outras partes que tenham uma necessidade legítima de acesso à informação. O Codex Alimentarius “Code of Practice for Radiation Processing of Food” exige que um sistema adequado seja implementado para que remessas específicas de produtos alimentícios possam ser rastreadas até a instalação de irradiação e a fonte de onde foram recebidas para processamento. A evidência para o processamento correto depende da manutenção de registros completos e precisos. Os registros pertinentes aos tratamentos de irradiação realizados precisam ser mantidos por um período especificado. Para tratamentos fitossanitários, a NIMF n.º 18 especifica um período mínimo de um ano.

Os registros devem incluir, pelo menos:

- Número da licença de importação/exportação (se aplicável);
- Nome e endereço da instalação;
- Nome e endereço do proprietário do produto;
- Descrição do produto;
- País de origem;
- Detalhes do tratamento (por exemplo, data do tratamento, taxa de dose, tempo de exposição, dose mínima, dose máxima, sistema de dosimetria e finalidade);
- Correção em caso de não conformidade (IAEA, 2015).

Os certificados de tratamento devem acompanhar as mercadorias tratadas pelo fornecedor. O certificado de tratamento deve ser anexado ao certificado fitossanitário, que deve atender à seção 8.2 da NIMF n.º 18.

Todos os detalhes devem ser legíveis e livres de rasuras e alterações não certificadas. O certificado deve ser em papel timbrado da organização, assinado, datado e conter os seguintes dados:

- Descrição das mercadorias;
- Quantidade declarada;
- Objetivo do tratamento;
- Fonte de radiação;
- Data do tratamento;
- Local de tratamento;
- Identificação da instalação de tratamento;
- Dose mínima e máxima absorvida (especificada e em alguns casos real);
- Número de lote;
- Proprietário da remessa;
- Qualquer desvio observado da especificação de tratamento.

i) Liberação do produto da irradiação

Os procedimentos para expedição do produto após o tratamento de irradiação devem ser especificados. As condições típicas de liberação incluem:

- Os produtos foram tratados de acordo com a especificação;
- Todos os registros estão disponíveis, revisados e assinados;
- Os produtos estão rotulados corretamente;
- Qualquer problema de dano, não conformidade ou desvio foi resolvido e documentado;
- A contagem do produto está correta;
- O processo foi aplicado em conformidade com todos os procedimentos aplicáveis;
- Os certificados aplicáveis estão corretamente preenchidos e assinados.

A liberação precisa ser um processo formal que seja objeto de um registro específico assinado por pessoal autorizado.

APÊNDICE G - GESTÃO DE RISCOS

Esta seção trata da análise de riscos potencialmente encontrados nas fases pré-operacional e operacional de um serviço de irradiação industrial com ênfase em tratamento com radiação de alimentos e produtos do setor agropecuário.

A gestão dos riscos é fundamental para prevenir contingências e interrupções de fornecimento e para correta definição de preço do serviço. Os riscos devem ser avaliados regularmente pela administração da empresa e alimentados na matriz FOFA para facilitar a tomada de decisões.

A Norma ABNT 31000:2018 - Gestão de riscos - Diretrizes⁶⁴ fornece diretrizes para gerenciar riscos enfrentados pelas organizações conforme os princípios, estrutura e processos apresentados na FIGURA G.1. A aplicação destas diretrizes foi simplificada e personalizada aqui nesta seção para uma instalação de irradiação de alimentos e contexto atual.

64 <https://bitly.com/CKQsxV>

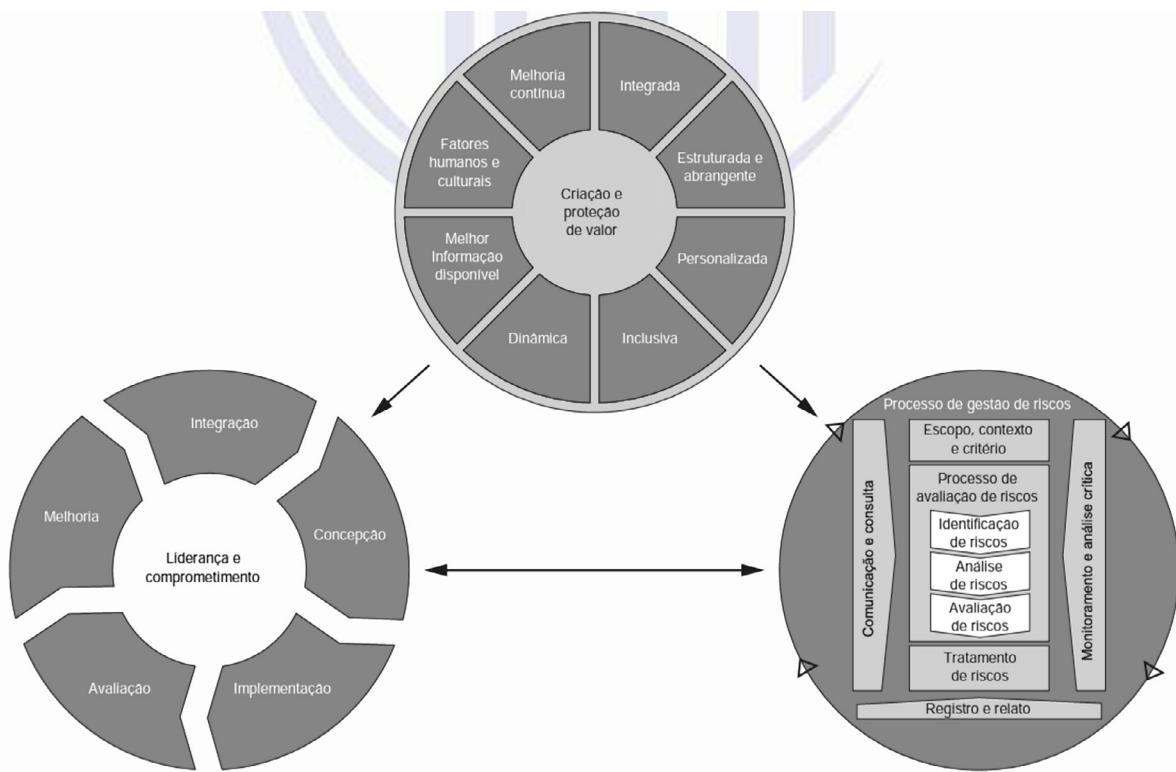


FIGURA G.1 - Princípios, estrutura e processos de uma gestão de riscos (ABNT, 2018)

BREVE HISTÓRICO

O uso de irradiadores industriais no Brasil apresenta alto êxito de sucesso quando o irradiador é parte de uma empresa que o utiliza em sua linha de produção ou como ferramenta para pesquisa e desenvolvimento. Em se tratando de serviços de irradiadores multipropósito, o exemplo de longevidade está na EMBRARAD e CBE (desde 1980), mostrada na FIGURA G.2, empresas que nasceram com tecnologia nacional, mas agora pertencem ao grupo internacional Sterigenics.



FIGURA G.2 - Imagem histórica da empresa CBE, hoje Sterigenics, em Jarinu, SP.

Existem 16 aceleradores de elétrons no País (FIGURA G.3) e 6 unidades de irradiação gama de grande porte para irradiação de diversos fins industriais, mas nenhum dedicado a alimentos.

Apesar dos vários estudos de viabilidade apontarem vantagens na instalação de empresas para tratamento de alimentos com radiação em escala comercial no Brasil, já houve tentativas frustradas (WIELAND et al., 2010). A Tech Ion, construiu uma instalação de irradiação em Manaus (AM), possuía licença de operação da CNEN e da IPAAM e teve a falência judicialmente decretada em 2004. A Surebeam, norte-americana instalou uma subsidiária no Rio de Janeiro (RJ), mas a matriz faliu e a instalação com acelerador de elétrons no Rio de Janeiro (perto da CEASA) passou a ser gerida pela Acéletron Irradiação Industrial Ltda., irradiando principalmente condimentos com acelerar de elétrons 10 MeV tipo linac. Tempos mais tarde entrou em sociedade⁶⁵ com a Tech Ion que faliu. A norte-americana SecureFoods planejava instalar no Brasil cinco unidades de irradiação de frutas em Feira de Santana, BA para exportação com destino aos Estados Unidos. De 2001 a 2012 a Gamma Serviços de Irradiação Ltda. aguardava licenciamento da CNEN. Atualmente a empresa oferece consultoria empresarial.

Matrícula	Designação	Cidade	Estado
16492	BRIDGESTONE DO BRASIL INDUSTRIA E COMERCIO LTDA	CAMACARI	BA
17612	CONTINENTAL DO BRASIL PRODUTOS AUTOMOTIVOS LTDA	CAMACARI	BA
17535	TOTAL FLEX INDÚSTRIA DE EMBALAGENS LTDA.	JEQUIÉ	BA
17093	CIA BRASILEIRA DE METALURGIA E MINERACAO	ARAXA	MG
14465	ITAP BEMIS CENTRO OESTE - INDUSTRIA E COMERCIO DE EMBALAGENS LTDA	RONDONOPOLIS	MT
15683	SUMITOMO RUBBER DO BRASIL – SUMITOMO	FAZENDA RIO GRANDE	PR
13716	ACOME DO BRASIL LTDA	IRATI	PR
15417	SOCIEDADE MICHELIN DE PARTICIPAÇÕES, INDUSTRIAS E COMÉRCIO LTDA	RIO DE JANEIRO	RJ
15289	MEGA EMBALAGENS LTDA.	SAVADOR DO SUL	RS
16565	VIDEPLAST IND DE EMBALAGENS LTDA	VIDEIRA	SC
16219	GOODYEAR DO BRASIL PRODUTOS DE BORRACHA LTDA.	AMERICANA	SP
15301	CRYOVAC BRASIL LTDA. - UNIDADE JAGUARIÚNA	JAGUARIUNA	SP
15527	COMPANHIA BRASILEIRA DE ESTERILIZAÇÃO	JARINU	SP
15341	VALFILM MG INDÚSTRIA DE EMBALAGENS LTDA	LORENA	SP
14914	ANTILHAS EMBALAGENS EDITORA E GRÁFICA S.A	SANTANA DE PARNAIBA	SP
15679	IPEN-LABORATORIO DE FONTES INTENSAS DE RADIAÇÃO	SAO PAULO	SP

FIGURA G.3 - Relação de aceleradores de elétrons autorizados a operar. FONTE: site da CNEN

Os fracassos na gestão de alguns irradiadores industriais multipropósito no Brasil envolveram casos de falência da matriz americana em um e ações judiciais em outro caso. Problemas na gestão pode impactar negativamente no setor de serviços de irradiação. Portanto, a avaliação de riscos deve considerar não somente os riscos tecnológicos e de segurança, mas também deve dar atenção à *compliance* e outros riscos operacionais.

IDENTIFICAÇÃO DE RISCOS

A análise estratégica inclui o estudo do ambiente interno e externo de uma empresa, gerenciando os riscos de forma dinâmica e integrada visando a resiliência operacional para responder

65 <https://web.trf3.jus.br/acordaos/Acordao/BuscarDocumentoGedpro/1502431>

e se adaptar a eventos disruptivos e mitigar seu impacto nas operações. Esta seção, trata dos riscos nas fases pré-operacional e operacional.

a) Fase pré-operacional

Alguns dos riscos que podem surgir na fase pré-operacional de um irradiador multipropósito podem incluir questões como:

- Incertezas em relação a suportes externos, incluindo suporte governamental e compromissos acordados;
- Discórdia quanto à avaliação das necessidades potenciais dos clientes e como respondê-las em termos da natureza dos produtos e serviços e seu volume;
- Incertezas ou mudanças significativas nas especificações funcionais das instalações do irradiador;
- Atrasos das partes interessadas externas na tomada de decisões críticas para a implementação do projeto;
- Atrasos ou interrupções no processo de localização preliminar resultantes de oposição significativa ao projeto por parte de grupos de pressão.
- Dificuldades na obtenção de autorizações dos reguladores para prosseguir com as principais etapas do projeto.

Apesar de o licenciamento do acelerador de elétrons ou raios-X ser bem mais simples do que o irradiador gama, a obtenção da licença da ANSN para construção e depois para operação do acelerador de elétrons pode levar algum tempo, aproximadamente um ano ou mais. Sendo um investimento capital intensivo, qualquer atraso na importação do equipamento pode significar um dispêndio extra considerável, e da mesma forma a demora em iniciar operação para entrar dinheiro em caixa. É importante conhecer os requisitos regulatórios atualizados e aplicar para os registros e licenças necessárias de forma a agilizar o licenciamento e evitar pendências desnecessárias.

b) Fase operacional

Wieland e Lustosa (2010) tratam do risco em instalações industriais de irradiação do ponto de vista de riscos operacionais. Nessa abordagem, os riscos podem ser categorizados como risco de perda resultante de processos internos, pessoas (técnico ou gerencial) e sistemas inadequados ou falhos ou de eventos externos como catástrofes naturais. A relação a seguir inclui os riscos operacionais típicos e mais outros específicos da atividade da empresa na fase operacional:

- a) Fraude interna, devido a informações internas propositadamente incorretas, roubo realizado por pessoal interno, uso de instalações para proveito individual;
- b) Fraude externa, por exemplo, por roubo, cyber-ataque, falsificação, inadimplência;
- c) Práticas trabalhistas e segurança no trabalho, exemplificado por ações judiciais trabalhistas, violação de regras de segurança por empregados levando a multas, acidentes ou até suspensão da autorização de operação. O acelerador de elétrons ou raios-X é bastante seguro, entretanto, se as condições de segurança forem rompidas, por exemplo, se alguém entrar na sala de irradiação (bunker) com o acelerador em funcionamento, existe alta probabilidade de acidente fatal por sobre-exposição à radiação.
- d) Clientes, produtos e negócio em que haja quebra contratual, quebra de proteção dos dados do cliente, uso indevido de recursos da empresa, etc.;

- e) Prejuízos materiais causados, por exemplo, por vandalismo, inundação, outras catástrofes que causem danos às edificações e instalações;
- f) Disrupção no negócio e falhas no sistema, devido a falhas em equipamentos ou softwares, interrupção de comunicação e internet, falta de eletricidade ou água, por exemplo; problemas de logística para receber ou escoar os produtos.
- g) Riscos na gestão dos processos devido à, por exemplo, erro de entrada de dados, falhas gerenciais colaterais, documentação legal incompleta, suspensão de autorização para operação⁶⁶, disputas legais, erro de processamento na irradiação e/ou dosimetria do produto. O alimento geralmente não pode ser re-irradiado, sob o risco de criar radioresistência.
- h) Mudança de contexto ou de legislação, como direitos de propriedade ou sociedade mal definidos, mudanças nas regras de comércio e mudanças nas regras relacionadas ao serviço;
- i) Falha em obtenção de licenças ou certificados, como a certificação da qualidade para a aceitação dos produtos no mercado internacional;
- j) Disrupção de demanda - A gestão do risco na cadeia de suprimentos em um irradiador multipropósito para alimentos e produtos do setor agropecuário depende da gestão da produção agrícola, que por sua vez depende fortemente de recursos naturais, de processos biológicos e tomada de decisão dos agricultores e até mesmo transporte até o irradiador. Os resultados da atividade agrícola estão relacionados à prática antes, durante e após o processo produtivo e sofrem com seca inesperada, enchente, geada, quebra de safra ou baixa repentina nos preços. A EMBRAPA⁶⁷ sugere uma relação de riscos que afetam a agricultura. Tais riscos devem ser acompanhados pelos gerentes das unidades de irradiação multipropósito para prever seus próprios riscos de falta de demanda.
- k) Perda de clientes decorrentes da falta de conhecimento e confiança sobre o tratamento com radiação.

Os riscos podem impactar financeiramente na empresa com relação a crédito e liquidez. As consequências em crédito consistem na possibilidade de a empresa não honrar os compromissos financeiros. Acontece quando não há o pagamento na data prevista. Além de aumentar a dívida por conta de juros e multas, as dívidas podem resultar em falta de crédito para pedidos de empréstimo no futuro. O impacto na liquidez se refere à dificuldade em recuperar o dinheiro investido, sem que ele perca valor. Este risco está geralmente relacionado a falta de capacidade em saldar as dívidas, realizar pagamento de salário de trabalhadores e outras despesas necessárias à operação da instalação.

RESPOSTA AOS RISCOS

A tomada de decisão estratégica baseada em uma avaliação dinâmica e integrada de riscos tem várias vantagens:

- a) Desenvolve a cultura de segurança;
- b) Atende a responsabilidade social;
- c) Reduz o perfil de risco e o valor do prêmio em seguros corporativos;
- d) Conduz a maior lucratividade por evitar paradas de operação;
- e) Contribui para a boa reputação da empresa.

⁶⁶ Os requisitos regulatórios devem ser cumpridos a todo e qualquer tempo. Importante estar preparado para inspeções regulatórias não-anunciadas.

⁶⁷ <https://www.embrapa.br/visao/riscos-na-agricultura>

Avaliar a efetividade das estratégias do negócio é essencial para garantir o atendimento de uma meta específica, seja ela a entrada no mercado, crescimento, captação de demanda, a diminuição dos custos, etc. Trata-se de uma forma de pesquisar, analisar e mapear as particularidades presentes no escopo de uma organização. Dessa forma, oportunidades e áreas que precisam de melhorias são facilmente identificadas, assim como as áreas com desempenho satisfatório.

Para a identificação dos riscos e de possíveis causas de não-conformidades, pode-se usar o Diagrama de Ishikawa, também conhecido como diagrama de causa e efeito, ou diagrama de espinha de peixe (FIGURA G.4), é uma ferramenta que ajuda a organizar o brainstorming. Utiliza-se 6 categorias de riscos conhecidas como 6M's, ou seja, Mão-de-obra ou pessoas, Medida, Máquina ou equipamento, Materiais, Meio ambiente, Método. Em cada uma das linhas de cada categoria, insere-se as causas ou os riscos.

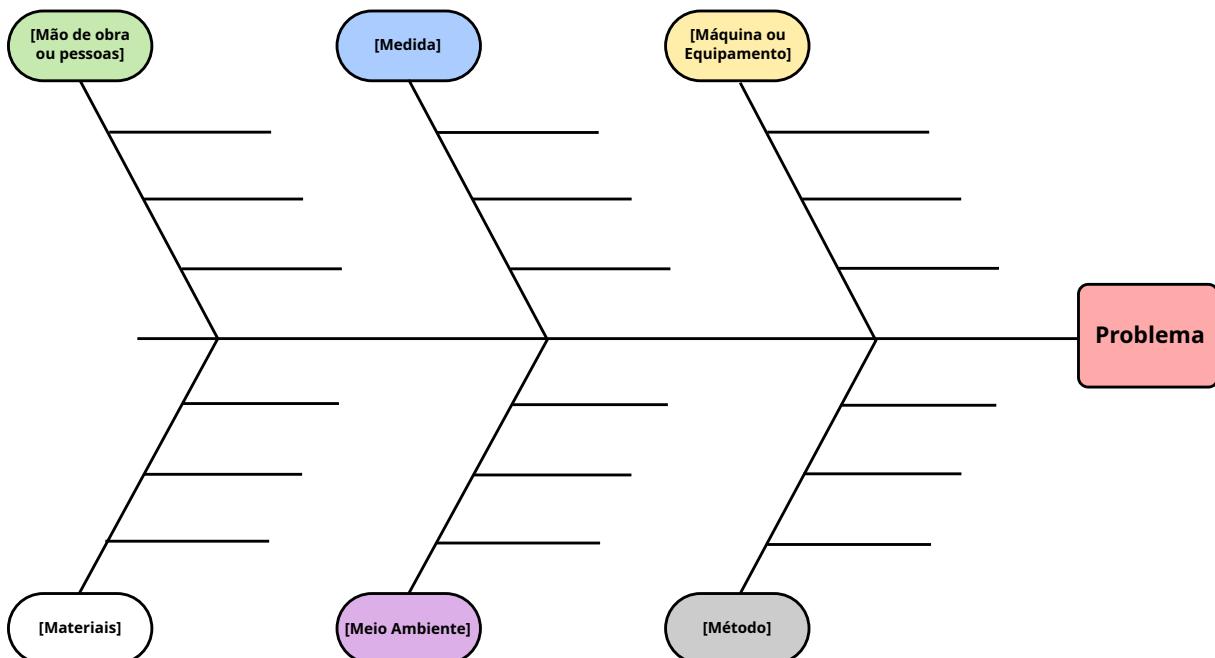


FIGURA G.4 - Exemplo de diagrama de Ishikawa

A empresa deve realizar exercícios de continuidade de negócios sob uma série de cenários severos, mas plausíveis, como falhas operacionais significativas ou interrupções em larga escala nos mercados, como pandemias, incidentes cibernéticos, falhas de tecnologia ou desastres naturais, a fim de testar sua capacidade de operar em situações críticas e disruptivas. Esses exercícios devem envolver um debate com a equipe de trabalho, e clientes e stakeholders selecionados para (a) identificar os riscos de curto e longo prazo em cada relacionamento, com os clientes e fornecedores e observar os concorrentes; (b) procurar oportunidades para combinar capacidades e construir soluções novas ou entrar em novos mercados. A empresa deve saber desenvolver ações competitivas, processos inovadores e serviços que atendam seus clientes de forma assertiva. Ao medir o progresso ou planejar novas atividades, certifique-se de perguntar ao pessoal da empresa e quem mais conhecer o negócio tiver interesse em colaborar:

O que está funcionando e deve continuar?

O que se deve parar de fazer?

O que deve ser melhorado?

Convém que a análise de riscos considere fatores como: a probabilidade de eventos e consequências; a natureza e magnitude das consequências; complexidade e conectividade; fatores temporais e volatilidade; a eficácia dos controles existentes; e sensibilidade e níveis de confiança. A análise de riscos fornece uma entrada para a avaliação de riscos, para decisões sobre se o risco necessita ser tratado e como, e sobre a estratégia e os métodos mais apropriados para o tratamento de riscos.

Já a avaliação de riscos envolve a comparação dos resultados da análise de riscos com os critérios de risco estabelecidos para determinar onde é necessária ação adicional. Isto pode levar a uma decisão de:

- fazer mais nada;
- considerar as opções de tratamento de riscos;
- realizar análises adicionais para melhor compreender o risco;
- manter os controles existentes;
- reconsiderar os objetivos.

Convém que as decisões considerem o contexto mais amplo e as consequências reais e percebidas para as partes interessadas externas e internas. (ABNT,2018).

Uma vez identificados e analisados, os riscos podem ser evitados completamente com melhor planejamento, mitigados com ações, transferidos (para terceiros, seguros) ou aceitos. As decisões sobre a resposta aos riscos devem considerar o contexto mais amplo que inclui a tolerabilidade aos riscos assumidos pela empresa que deles se beneficiam, os objetivos estratégicos da empresa, a amplitude das oportunidades que podem surgir e a eficácia das estratégias de controles existentes para mitigar os riscos.

Na opção de aceitação de riscos, típica de riscos de baixa probabilidade e baixo impacto, pode-se ter uma atitude passiva, ou seja, não fazer nada, ou uma atitude ativa, quando existe uma preparação para quando e se o risco acontecer.

As opções de tratamento de riscos não são necessariamente mutuamente exclusivas ou apropriadas em todas as circunstâncias. Portanto, a gestão de riscos é um ciclo que deve ser realizado tanto na fase de planejamento quanto durante a operação da empresa os vários riscos não previstos podem ser incluídos o mesmo aqueles que foram considerados um alto impacto podem se tornar ao longo da operação minimizados e tornados de baixo impacto e probabilidade.

Um registro de riscos pode ser um documento simples, mas é um poderoso meio de comunicação quando as informações devem ser compartilhadas entre todas as partes envolvidas na identificação e gestão de riscos. Um registro de risco típico pode conter o seguinte:

- a) Os riscos identificados;
- b) O grau estimado de risco de cada um (probabilidade multiplicada pela consequência ou impacto);
- c) A resposta planejada;
- d) Em que fase do projeto será dada a resposta e por quem;
- e) O efeito estimado da resposta;
- f) Quem arcará com a consequência do risco, caso ocorra.

A prioridade de atenção a um risco depende a probabilidade de que o risco ocorra e o seu impacto nas operações da empresa. Ou seja, riscos com alta probabilidade e com alto impacto devem ser resolvidos com urgência.

Riscos podem ser tanto ameaças quanto oportunidades. Existem abordagens diferentes para a realização da análise estratégica considerando cenário interno e externo. Umas das técnicas mais utilizadas é matriz Forças-Oportunidades-Fraquezas-Ameaças (FOFA).

Para a inserção de um novo serviço de irradiação multipropósito para alimentos e produtos do setor agropecuário, a matriz FOFA oferece uma boa visão para a análise estratégica. Como para qualquer empresa, as mudanças no ambiente externo podem ser devidas a: mudanças sociais; clientes; concorrentes; ambiente econômico; regulamentos governamentais; fornecedores; parceiros; tendências de mercado. Esses fatores são analisados do ponto de vista de oportunidades e ameaças:

Oportunidades: Tendências e acontecimentos externos que podem favorecer o negócio ou abrir novas perspectivas para diferentes abordagens.

- Que boas oportunidades estão disponíveis no mercado?
- Quais são algumas tendências que sua empresa pode capitalizar?
- Há alguma mudança na tecnologia ou nos mercados que sua empresa possa aproveitar?
- Há alguma mudança no estilo de vida, padrões sociais, etc., que sua empresa possa aproveitar?

Ameaças: Questões alheias ao negócio que podem trazer vulnerabilidades para ela e para o seu modelo de negócios, planejamentos e operação.

- Quais obstáculos sua empresa enfrenta?
- O que seus concorrentes estão fazendo melhor do que você?
- Uma mudança na tecnologia está ameaçando a posição da sua empresa?
- De quais ameaças suas fraquezas o colocam em risco?
- As mudanças no estilo de vida, padrões sociais, etc., representam uma ameaça à sua empresa?

No ambiente interno, os impactos podem advir de fatores tais como: cultura da empresa; imagem da companhia; eficiência operacional; capacidade operacional; conhecimento da marca; quota de mercado; recursos financeiros; pessoal-chave; estrutura organizacional. Esses fatores são analisados do ponto de vista de forças e fraquezas:

Forças: Características positivas do negócio, que oferecem vantagem competitiva em relação às concorrentes.

- Quais vantagens sua empresa tem?
- Que recursos únicos você tem que outros não têm?
- Qual é a proposta de valor da sua empresa?
- Qual percepção positiva do consumidor sua empresa tem?
- A quais recursos de baixo custo você tem acesso e outros não?

Fraquezas: Problemas internos que enfrentados. Fatores negativos que atrapalham a eficiência e rentabilidade, minam a satisfação do cliente, ou geram algum outro tipo de prejuízo.

- O que sua empresa não faz bem?
- Quais fraquezas os consumidores veem em sua empresa?
- Que fatores contribuem para uma imagem de marca mais fraca?

A matriz FOFA (SWOT) com os fatores que influenciam na adoção da irradiação de alimentos foi apresentada no Produto 2 dessa consultoria (WIELAND, 2021b), apontando as oportunidades, ameaças, forças e fraquezas, visando planos de marketing. A matriz FOFA para uma dada empresa que está iniciando o serviço de irradiação multipropósito difere para uma abordagem nacional, como mostrado na TABELA 9. Os fatos são os mesmos, mas vários fatores internos apresentados no Produto 2 passam a ser fatores externos sob a perspectiva de uma empresa específica.

As “forças” são elementos importantes para comunicação com stakeholders e as “fraquezas” devem ser corrigidas ou mitigadas e transformadas em oportunidades, quando possível.

No caso em questão para entrada em um mercado, a matriz FOFA é mais abrangente do que as cinco forças de Porter⁶⁸ que identifica a principal influência competitiva em um mercado, considerando os fatores externos tais como competição; flexibilidade de negociação com fornecedores e clientes; novos concorrentes, ou novos produtos e serviços. Entretanto, uma vez estabelecida a instalação e o mercado de irradiação de alimentos e produtos do setor agropecuário brasileiros estando aquecidos, sugere-se atualizar anualmente a matriz FOFA, e incluir as forças de Porter na análise estratégica. Isso ressaltará a manutenção da vantagem competitiva da empresa, tanto no mercado interno e no mercado internacional.

A análise PESTEL é mais utilizada para monitorar o ambiente macro de uma empresa, ou seja, foca em seus fatores externos: *Political* (política); *Economic* (economia); *Social*; *Technological* (tecnológico); *Environmental* (ambiental); e *Legal* (regulatório).

⁶⁸ Porter (1985) sugere dois tipos básicos de vantagem competitiva que uma empresa pode possuir: baixo custo ou diferenciação. Os dois tipos básicos de vantagem competitiva combinados com o escopo das atividades para as quais uma empresa busca alcançá-los levam a três estratégias genéricas para alcançar um desempenho acima da média em uma indústria: liderança em custos, diferenciação e foco (no custo e na diferenciação).

Notas

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

