

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE ENERGIA NUCLEAR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS ENERGÉTICAS E
NUCLEARES

JOSÉ JARDEL CALADO SOARES

ANÁLISE DA VIABILIDADE DE INSTALAÇÃO DE IRRADIADOR
MULTIPROPÓSITO EM PERNAMBUCO

Recife

2023

JOSÉ JARDEL CALADO SOARES

**ANÁLISE DA VIABILIDADE DE INSTALAÇÃO DE IRRADIADOR
MULTIPROPÓSITO EM PERNAMBUCO**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Energéticas e Nucleares da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito para obtenção do título de Mestre em Tecnologias Energéticas e Nucleares.

Área de concentração: Aplicação de radioisótopos na indústria e medicina.

Orientadora: Prof. Dra. Edvane Borges da Silva.

**Recife
2023**

Catálogo na fonte
Bibliotecário Gabriel Luz, CRB-4 / 2222

S676 Soares, José Jardel Calado.
Análise da viabilidade de instalação de irradiador multipropósito em Pernambuco / José Jardel Calado Soares, 2023.
101 f.: il.

Orientadora: Profa. Dra. Edvane Borges da Silva.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG.
Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Energéticas e Nucleares. Recife, 2023.

Inclui referências.

1. Tecnologias energéticas e nucleares. 2. Radiação ionizante. 3. ⁶⁰Co. 4. Aceleradores de elétron. 5. Raios-X. 6. Viabilidade econômica. 7. SWOT. 8. CANVAS. 9. Suape. I. Silva, Edvane Borges da (Orientadora). II. Título.

UFPE

621.4837 CDD (22. ed.)

BCTG / 2023 - 188

JOSÉ JARDEL CALADO SOARES

**ANÁLISE DA VIABILIDADE DE INSTALAÇÃO DE IRRADIADOR
MULTIPROPÓSITO EM PERNAMBUCO**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Energéticas e Nucleares da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito para obtenção do título de Mestre em Tecnologias Energéticas e Nucleares. Área de concentração: aplicação de radioisótopos na indústria e medicina.

Aprovada em: 09/06/2023.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Ana Maria Mendonça de Albuquerque Melo (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Profa. Dra. Brunna Carvalho Almeida Granja (Examinadora Externa)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profa. Dra. Anna Lucia Casañas Haasis Villavicencio (Examinadora Externa)
Instituto de Pesquisa Energéticas e Nucleares

Deus, a ti dedico todo o meu entendimento, minhas aflições e as minhas alegrias, o presente que se faz hoje e o futuro que resplandece ao amanhecer de todos os dias. Junto ao teu filho Jesus, rogo a intercessão da bem aventurada Virgem Maria, para que ela leve um abraço meu e o sentimento terno de gratidão aos meus entes queridos, os quais, no decorrer de suas jornadas terrenas, foram os meus maiores formadores.

Gratidão e Eternas Saudades dos meus Avós Maternos: Sebastião Ferreira Calado (*in memoriam*)

Terezinha Souza Calado (*in memoriam*)

Avós Paternos: José Miguel da Silva (*in memoriam*)

Josefa Soares de Oliveira (*in m.emoriam*)

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Rendo graças a Deus, pelo momento presente e por todas as graças recebidas no decorrer destes dias, pelos ensejos e obtenção de todo conhecimento adquirido e desprendido na elaboração, desenvolvimento e conclusão deste estudo.

Salve a minha orientadora: Dr^a. Edvane Borges da Silva, a qual serei eternamente grato, pela sua confiança depositada na proposta de projeto a qual nos propusemos a desenvolver, pela sua disponibilidade, incentivos, dedicação e ensinamentos, os quais foram fundamentais no discorrer deste estudo, por fornecer conhecimento e orientação ao longo de todo este projeto.

Sou grato por tudo! e todos os meus professores, em especial, o Dr. Ademir de Jesus Amaral, Dr^a. Carlas Costa Ferreira, pela oportunidade de aprender, crescer e corroborar com a ciência e desenvolvimento tecnológico do Departamento de Energia Nuclear (DEN- UFPE) e Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco FACEPE, os quais me acolheram, me capacitaram e me deram todo suporte para que esse estudo fosse concluído.

Pela família que ele escolheu para que fosse minha, pelos pais maravilhosos e amáveis que ele me concedeu: João Soares da Silva e Maria Bernadete Calado Soares, exemplos exímios de honestidade, integridade e lealdade. O amor e admiração que a vós devoto é imensurável e eterno. Muito obrigado por tudo, por nunca medirem esforços em favor do meu crescimento. Tenham por certo que, na vida, vocês sempre serão os meus mestres e os meus maiores referenciais.

Obrigado Senhor pelos meus irmãos: Diana Cristina Souza Andrade, Alexandro Calado Soares, Lilian Calado Soares, Thaís Calado Soares e todos os meus sobrinhos, sintam-se todos abraçados. Obrigado por partilharem comigo tantos momentos bons e difíceis, o amor que devotamos um ao outro sempre foi essencial em minha vida.

A minha amada, leal, parceira e querida esposa Dr^a Ivanesa Gusmão Martins Soares, a qual devoto meu amor, minha admiração e respeito. É uma honra partilhar com você os melhores anos de minha vida, é o seu exemplo que me inspira sempre a buscar o melhor de mim, em favor da nossa família segundo a fé que comungamos. Muito obrigado por acreditar por tantas vezes mais em mim do que eu mesmo, sendo minha maior motivadora, estando sempre ao meu lado sem nunca desistir de mim. Sua docilidade acalenta o meu coração e extrai sempre o melhor que existe em mim. A exemplo dos nossos filhos: Ícaro Miguel Martins Soares e Maria Eduarda Martins Soares, nossa maior motivação e motivo pelo qual nos desprendemos por tantas vezes de nossas vontades em favor deste amor maior que Deus nos confiou chamado família.

RESUMO

O uso da radiação induzida por meio de aceleradores de elétrons e raios-x, para fins de irradiação de alimentos tem demonstrado expressiva relevância em comparação ao tratamento proposto mediante ao uso de fontes seladas (^{60}Co), vapor (autoclave) e óxido de etileno (EtO). A instalação de uma planta industrial que faz uso da tecnologia da radiação induzida no estado de Pernambuco apresenta-se como um empreendimento inovador, que propiciará benefícios à região Nordeste e outras regiões do território brasileiro, uma vez que poderá eliminar barreiras comerciais impostas pelos mercados interno e externo, colaborar para a facilitação de trâmites legais de comercialização e exportação, beneficiando produtores agrícolas, distribuidores, cooperativas e o comércio varejista. Como local de instalação do irradiador, foi analisada a viabilidade disso ocorrer no Complexo Industrial Portuário Governador Eraldo Gueiros (SUAPE). Localizada entre os municípios de Ipojuca e Cabo de Santo Agostinho- PE. SUAPE tem autorização estatutária de funcionamento pelo Governo Federal, estando conectado aos principais portos do mundo por rotas marítimas de navegação, com linhas diretas entre os países da Europa, América do Sul e do Norte, além de ser responsável pela distribuição de cargas em todos os continentes. A análise da viabilidade econômica e financeira de instalação de um irradiador multipropósito foi executada por meio das ferramentas SWOT e CANVAS, as quais ratificaram a necessidade da implementação de um investimento assertivo, obtido mediante o estudo de mercado interno e externo, descoberta de parcerias comerciais e seguimentos de mercado, evidenciando a importância que um empreendimento assume ao definir um modelo de negócio mediante a sua singularidade no mercado. O estudo também evidenciou que o porto de SUAPE compõe a localização ideal para a instalação de um irradiador de alimentos que atenderá toda a Região Nordeste.

Palavras-chave: radiação ionizante; ^{60}Co ; aceleradores de elétron; raios-x; viabilidade econômica; SWOT; CANVAS; SUAPE.

ABSTRACT

The use of radiation induced by means of electron and x-ray accelerators, for food irradiation purposes, has shown significant relevance in comparison to the proposed treatment through the use of sealed sources (^{60}Co), steam (autoclave) and ethylene oxide (^{60}Co). The installation of an industrial plant that makes use of induced radiation technology in the state of Pernambuco is presented as an innovative undertaking, which will provide benefits to the Northeast region and other regions of the Brazilian territory, since it will be able to eliminate trade barriers imposed by the domestic market. and externally, to collaborate in facilitating the legal formalities of commercialization and exportation, benefiting agricultural producers, distributors, cooperatives, and the retail trade. As an installation site for the radiator, the feasibility of this occurring at the Governador Eraldo Gueiros Industrial Port Complex (SUAPE) was analyzed. Located between the municipalities of Ipojuca and Cabo de Santo Agostinho- PE. SUAPE, has statutory authorization to operate by the Federal Government, being connected to the main ports of the world by maritime navigation routes, with direct lines between the countries of Europe, South America and the North, in addition to being responsible for distributing cargo across all continents. The feasibility analysis was carried out using the SWOT and CANVAS tools, which ratified the need to implement an assertive investment, obtained through the study of the internal and external market, discovery of commercial partnerships and market segments, highlighting the importance that a undertaking assumes when defining a business model through its uniqueness in the market, showing that the port of SUAPE is the ideal location for the installation of a food radiator that will serve the entire Northeast Region. .

Keywords: ionizing radiation; ^{60}Co ; nuclear applications; business plan; economic viability; SWOT analysis; CANVAS; SUAPE.

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|-------------|--|----|
| Figura 1 – | Balança comercial do agronegócio no Brasil | 22 |
| Figura 2 – | Exportações Brasileiras do Agronegócio por mês - Últimos 5 Anos | 26 |
| Figura 3 – | Esquema de um Irradiador Gama Multipropósito Industrial | 32 |
| Figura 4 – | Irradiador Gama Multipropósito do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares | 32 |
| Figura 5 – | Liner e Escavação da Piscina do Irradiador Multipropósito de ^{60}Co | 33 |
| Figura 6 – | Esquema do Acelerador de Elétrons Dynamitron | 37 |
| Figura 7 – | DUPLA DE RHODOTRON: Configurações Disponíveis. Fabricante IBA | 37 |
| Figura 8 – | Processo do tratamento com radiação | 39 |
| Figura 9 – | Esquematização da análise SWOT | 46 |
| Figura 10 – | Sistematização da análise SWOT | 47 |
| Figura 11 – | Esquematização da análise CANVAS | 50 |
| Figura 12 – | Aplicabilidade e técnica do modelo SWOT | 53 |
| Figura 13 – | Aplicabilidade e técnica do modelo SWOT | 54 |
| Figura 14 – | Imagem Panorâmica da Instalação do Complexo Industrial-Portuário de Suape (CIPS) | 67 |
| Figura 15 – | Rotas Internacionais a Partir de SUAPE | 69 |
| Figura 16 – | Índice de Crescimento Orçamentário do Exercício SUAPE no Período de (2020, 2021) | 70 |

LISTA DE QUADROS

| | | |
|-------------|---|----|
| Quadro 1 – | Tempo de vida útil estendido de alimentos, legumes e verduras | 20 |
| Quadro 2 – | Área plantada, área colhida e valor da produção das lavouras temporárias do Brasil | 23 |
| Quadro 3 – | Escala de frutas mais comercializadas no Brasil, terceiro maior produtor de frutas a nível mundial | 24 |
| Quadro 4 – | Área plantada, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras temporárias | 25 |
| Quadro 5 – | Matrícula, instituições e cidades das instalações de equipamentos industriais que possuem geradores de radiação no Brasil | 29 |
| Quadro 6 – | Matrícula, instituições e cidades das instalações de equipamentos industriais que possuem fonte radioativa no Brasil | 30 |
| Quadro 7 – | A seguir, são apresentados alguns modelos de irradiadores disponíveis no mercado | 35 |
| Quadro 8 – | Modelo de Negócios Canvas | 51 |
| Quadro 9 – | Modelo de Negócios Canvas | 57 |
| Quadro 10 – | Área plantada, área colhida e valor da produção dos produtos das lavouras temporárias, segundo a Unidade da Federação, suas Mesorregiões, Microrregiões e Municípios – PE | 59 |
| Quadro 11 – | Demonstrativo de Índice de Crescimento Orçamentário do Exercício Suape (2019, 2020, 2021) | 69 |
| Quadro 12 – | Parâmetros de Alavancagem definidos no sentido de avaliar a viabilidade de instalação de um irradiador multipropósito em SUAPE, no estado de Pernambuco | 71 |
| Quadro 13 – | Parâmetros de Problemas Definidos Neste Estudo | 75 |
| Quadro 14 – | Modelo de Negócios Canvas aplicado a esse estudo (Instalação de Irradiadores) | 79 |

SUMÁRIO

| | | |
|--------------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 13 |
| 2 | REVISÃO DE LITERATURA | 16 |
| 2.1 | VIABILIDADE DO USO DAS RADIAÇÕES IONIZANTES..... | 16 |
| 2.2 | IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS..... | 18 |
| 2.2.1 | Irradiação de alimentos no Brasil | 22 |
| 2.2.2 | Irradiadores de alimentos e de materiais no Brasil (Instalações Industriais) | 28 |
| 2.2.3 | Irradiadores no Brasil/ Instalações Governamentais | 29 |
| 2.3 | TIPO DE IRRADIADORES MULTIPROPÓSITO E SUAS ESPECIFICAÇÕES..... | 32 |
| 2.3.1 | Irradiador gama | 32 |
| 2.3.2 | Aceleradores de elétrons e raios-X | 34 |
| 2.3.2.1 | Acelerador Linear Sterigenics..... | 37 |
| 2.3.2.2 | Acelerador linear Dynamitron..... | 37 |
| 2.3.2.3 | Acelerador Rhodotron..... | 38 |
| 2.3.3 | Legislação para licenciamento e instalação de irradiadores multipropósitos..... | 40 |
| 2.4 | INCENTIVOS FISCAIS NO ÂMBITO MUNICIPAL, ESTADUAL E FEDERAL..... | 42 |
| 2.5 | ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA E FINANCEIRA DA INSTALAÇÃO DE UM IRRADIADOR MULTIPROPÓSITO | 44 |
| 2.6 | ANÁLISE DE MERCADO | 45 |
| 2.7 | ANÁLISE SWOT | 46 |
| 2.7.1 | Análise externa de mercado | 48 |
| 2.7.2 | Análise interna de mercado | 49 |
| 2.8 | ANÁLISE BUSINESS MODEL CANVAS | 50 |
| 3 | METODOLOGIA | 53 |
| 3.1 | MODELO ANÁLISE DE SWOT | 54 |
| 3.2 | MODELO ANÁLISE CANVAS | 55 |
| 3.2.1 | Diagrama o business model canvas | 56 |
| 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 58 |

| | | |
|------------|--|-----------|
| 4.1 | DIFERENCIAL COMPETITIVO REGIONAL DE PERNAMBUCO E DO PORTO DE SUAPE..... | 58 |
| 4.1.1 | Plano de desenvolvimento e zoneamento de Suape..... | 66 |
| 4.1.2 | Dados cartográficos e orçamentários de Suape..... | 68 |
| 5 | CONCLUSÕES | 86 |
| | REFERÊNCIAS | 87 |

1 INTRODUÇÃO

Em busca contínua por um diferencial competitivo, empreendedores e governanças em todo o mundo estão dispostos a investir em técnicas e tecnologias inovadoras que lhes assegurem qualidade, segurança e maior comercialização ao agregar valor comercial ao seu produto. Mensurar uma real necessidade em realizar investimentos assertivos, rentáveis, sustentáveis e sobretudo seguros, tornou-se essencial no que se refere à saúde coletiva, sendo um diferencial competitivo nos trâmites legais de exportações e ampliação da participação de empresas nacionais no mercado externo (SOUZA; AGNOL, 2013; NUNOO *et al.*, 2014; FRIMPONG *et al.*, 2015; BRASIL, 2020).

Por meio da resolução de número 16, tramitada em 24 de outubro de 2019, o então governo federal brasileiro criou um grupo técnico com o intuito de impulsionar, em escala comercial, o tratamento de alimentos e materiais por meio da tecnologia nuclear. O debate, liderado pelo Gabinete de Segurança Institucional, entidades científicas e setores da indústria, pautou a possibilidade de instalação de plantas industriais com irradiadores multipropósito em pontos estratégicos do país, os quais poderiam ser utilizados para a conservação de alimentos, esterilização de materiais médico hospitalares, análise de materiais geológicos, produtos industriais como plásticos e resinas, catalisadores, petróleo, amostras arqueológicas, tecidos animais e humanos, amostras ambientais, dentre outros (IPEN, 2020).

As fontes de radiação utilizadas no Brasil hoje são autorizadas pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). Em conformidade com as normativas pertinentes ao seu uso estão: isótopos radioativos emissores de radiação gama (^{60}Co), raios-X gerados por máquinas que trabalham com energias de até 5 MeV e elétrons gerados por máquinas que trabalham com energias de até 10 MeV (ANVISA, 2001).

De acordo com dados da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN, 2020), no Brasil, o uso das radiações ionizantes movimenta uma receita de aproximadamente 350 milhões de reais por ano, com um crescimento anual em exponencial que varia entre 8 a 10%. Concomitante a isso, estima-se que mundialmente o uso das radiações promova um faturamento aproximado de 3,5 bilhões de dólares por ano. Estes dados explanam a necessidade de ampliação quanto ao uso desta tecnologia, mediante a instalação de novas plantas industriais instaladas em pontos estratégicos do território brasileiro.

Difundido nos meios científicos e comerciais, o uso de Aceleradores de Elétrons e Raios-X, tem demonstrado exponencial eficiência desde sua descoberta, além de ser um grande aliado no que se refere à conservação de alimentos quando aplicada a frutos e hortaliças,

inibição de brotamento de tubérculos e bulbos, proliferação de parasitas, fungos e bactérias (CHATTERJEE *et al.*, 2015). No Brasil, a tecnologia da irradiação aplicada a alimentos foi adotada a partir 1970, sendo limitada inicialmente a pimentas, condimentos e temperos e rações para animais.

Revolucionária e sempre propulsora, o uso da radiação induzida tem agregado valor comercial aos produtos submetidos a esse tipo de tratamento, tornando-se potencial referencial de segurança e qualidade no Brasil e no mundo. De acordo com o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2021) o Brasil é muito bem-visto internacionalmente no que se refere à qualidade de seus produtos. Em nota, a Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frutas e Derivados, enfatiza que o Brasil é o terceiro maior produtor de frutas do mundo e ocupa a 23ª posição no ranque de maiores exportadores, desempenho que pode ser otimizado mediante o uso da técnica de irradiação de alimentos.

No Brasil, especificamente no estado de São Paulo, foram instalados três irradiadores comerciais com fontes de ^{60}Co durante a década de 80. Estes equipamentos estão licenciados a operar com atividade de 1.000.000 Curies. Na Johnson & Johnson, localizada em São José dos Campos e a IBRAS, em Campinas, são realizadas as esterilizações de suas próprias produções (seringas, cateteres, suturas, fraldas descartáveis e outros produtos médicos). Na EMBRARAD, localizada em Cotia, são prestados serviços de irradiação a diversos produtos de terceiros. Atualmente, a IBRAS e a TECHION foram desativadas por motivos variados, e a CBE incorporou a EMBRARAD (IPEN, 2023).

Comercialmente, pode-se citar a unidade da Sterigenics, que é controlada pela empresa Sotera Health LLC, multinacional do portfólio da Warburg Pincus e da GTCR, e a CBE EMBRARAD - Companhia Brasileira de Esterilização. Estas empresas realizam, em nível comercial, a esterilização com raios gama, E-Beam e raios-X de produtos para os mercados finais que incluem materiais médico hospitalares, farmacêuticos e alimentos. Estas instalações estão localizadas em Jarinu, estado de São Paulo (STERIGENICS, 2020).

Pode-se observar que na região Nordeste não são encontrados irradiadores de grande porte que venham a ser utilizados em diversos segmentos econômicos da região. Os benefícios propostos, agregados à pesquisa científica e ao uso comercial, necessita de estudos de viabilidade, incluindo avaliação dos custos de instalação e dos benefícios provenientes da utilização desses equipamentos na região. Entende-se que a instalação de irradiadores na região permitirá grande desenvolvimento ao Nordeste, pois, historicamente, a agricultura no Nordeste brasileiro é uma das principais bases da economia desde os primórdios de sua colonização até o século XXI (WIELAND, 2010).

O planejamento para tal feito afeta positivamente agricultores, distribuidores, cooperativas agrícolas, comércio varejista, setor de exportação e, conseqüentemente, os consumidores. Porém, a implementação de tal empreendimento depende da disposição de órgãos governamentais em propiciar as condições e as informações necessárias que poderão compor o estudo da viabilidade da instalação de irradiadores na região Nordeste, mais especificamente, no Estado de Pernambuco.

O Complexo Industrial Portuário Governador Eraldo Gueiros (SUAPE), virtual local onde poderia ser instalado um irradiador multipropósito, tem autorização estatutária de funcionamento pelo Governo Federal, estando conectado aos principais portos do mundo por rotas marítimas de navegação, com linhas diretas entre os países da Europa, América do Sul e do Norte, além de ser responsável pela distribuição de cargas em todos os continentes (SUAPE, 2023).

A instalação de um empreendimento como este necessita da análise de sua viabilidade econômica e financeira, o que pode ser realizada por meio de ferramentas de gestão, como o SWOT e o CANVAS. Uma análise de viabilidade econômica e financeira integra um rol de atividades desenvolvidas que buscam identificar os benefícios provenientes de um investimento comparados ao investimento e custo associados ao mesmo.

Diante o exposto, o objetivo geral desta pesquisa foi estudar a viabilidade da instalação de um irradiador que faz uso da tecnologia e-beam e raios-X em Pernambuco. Como objetivos específicos, pretendeu-se: Analisar a viabilidade da implantação de um irradiador multipropósito no estado de Pernambuco; Identificar a geolocalização ideal, a qualidade e infraestrutura, logística, de segregação socioespacial da população e desenvolvimento econômico local que venham atender as necessidades provenientes da implementação de um empreendimento de grande porte; Distinguir as vantagens competitivas voltadas à instalação de um irradiador industrial que venha atender a toda demanda do comércio varejista e atacadista local.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Saúde Coletiva tem se tornado assunto de grande interesse nos últimos anos, visto os problemas sanitários que evidenciam a necessidade de uma reestruturação comportamental, cultural e alimentar em cada continente. Diante ao cenário pandêmico instaurado em 30 de janeiro de 2020, ocasionado pelo vírus SARS-Cov-2, todas as atenções foram voltadas para o campo da saúde, com o principal objetivo de impedir que população seja afetada por outros fatores relacionados às ameaças advindas do traslado e do aumento de circulação de pessoas, produtos e serviços que possam apresentar algum tipo de contaminação, sendo necessário realizar investimentos assertivos, rentáveis, sustentáveis e, sobretudo, seguros no que se refere à saúde coletiva, principalmente no que se refere à ingestão de alimentos contaminados (SOUZA; AGNOL, 2013; NUNOO *et al.*, 2014; FRIMPONG *et al.*, 2015; BRASIL, 2020).

Vários métodos, tais como o uso do vapor (autoclave) e produtos químicos são utilizados para a descontaminação de alimentos. Porém, o método que vem cada vez mais ganhando destaque é o uso das radiações ionizantes, uma vez que é um método limpo e que pode ser empregado em alimentos já embalados.

2.1 VIABILIDADE DO USO DAS RADIAÇÕES IONIZANTES

A radiação ionizante, seja em forma de partículas ou ondas eletromagnéticas, possui energia suficiente para alterar a estrutura da matéria, na obtenção da finalidade desejada, como inibição do brotamento, atraso no processo de maturação, desinfecção de insetos e parasitas, redução da carga microbiana e de fungos. De acordo com a FDA (2019), grande parte dessas finalidades podem ser obtidas com baixas doses.

A radiação ionizante age nos micro-organismos quebrando suas cadeias moleculares e induzindo reações dos fragmentos com o oxigênio atmosférico ou compostos oxigenados, matando os micro-organismos ou inviabilizando sua reprodução (IPEN, 2023).

Efetivamente utilizadas no processamento industrial de materiais, as radiações ionizantes raios gama, raios-X e os feixes de elétrons são radiações capazes de promover reações químicas, físicas e biológicas nos materiais, resultando nos mais diversos fins, tais como a esterilização e modificações estruturais. A principal diferença entre estes tipos de radiações será o tipo de radiação primária que irá interagir com o produto a ser tratado. Contudo, após a primeira interação, o mecanismo de transporte de energia no interior da matéria será o mesmo, prevalecendo os elétrons secundários (expulsos de suas órbitas) que irão produzir a

grande maioria das excitações e ionizações que provocarão os efeitos químicos, físicos e biológicos esperados (CHANDRA, 1992; SILVA, 2005).

Diante a interação da radiação com a matéria ocorrem reações complexas em frações de segundos. Após a primeira interação, o mecanismo de transporte de energia no interior do produto é o mesmo para os três tipos de radiação, seja ela por fonte como a radiação gama do ^{60}Co , aceleradores de elétrons ou raios-X.

A radiação ionizante ainda é considerada pouco utilizada no Brasil, apesar de ser uma das práticas que têm demonstrado grande eficiência em todo mundo. Um dos fatores da baixa aplicação da radiação ionizante é motivado pelo preconceito originado da falta de conhecimento dos benefícios que podem ser provenientes do uso dessa tecnologia (MAPA, 2021).

De acordo com Rangel (2021), traçar estratégias que melhor esclareçam aos brasileiros sobre as vantagens voltadas ao uso das radiações é uma das ações que deve ser promovida pelo governo federal. Por não haver empecilhos legais voltadas ao uso desta técnica no Brasil, a ampliação desta tecnologia, dada a sua viabilidade comprovada pela ciência, torna-se fundamental, sendo um assunto mitigado em todo mundo.

Atualmente, mais de 60 países, incluindo o Brasil, EUA, China, Índia, Japão, Reino Unido, Argentina, Chile, Peru e parte da União Europeia, Holanda, Bélgica, França, além da África do Sul, Japão e Tailândia, utilizam a radiação ionizante em seus continentes. O uso dessa técnica vem crescendo exponencialmente em todo mundo e acredita-se que, com a devida publicidade de seus benefícios, também possa vir a impulsionar a adoção mais ampla dessa tecnologia também no Brasil, a qual, se corretamente aplicada, poderá trazer muitos benefícios, principalmente no sentido de eliminar barreiras comerciais e de expansão (FOX, 1998; PILLAI; BHATIA, 2018; OLIVEIRA, SOBATO, 2004; FREIRE, 2020).

Nestes termos, observa-se a necessidade de ações governamentais e privadas, no sentido de apresentar estratégias que melhor esclareçam e comuniquem aos brasileiros as vantagens provenientes do uso da radiação ionizante. Segundo Villavicencio (2020), o Brasil precisa de um irradiador em cada estado da federação, dada a sua dimensão territorial. Contudo, procedente a falta de investidores e a percepção a respeito da tecnologia da irradiação, as oportunidades de expansão apresentam-se deficitárias no Brasil.

A esterilização vem sendo adotada por vários países de primeiro mundo para fins diversos. Empresas em todo o mundo estão dispostas a investir em conhecimento e técnicas inovadoras que agreguem segurança, qualidade, comercialização e valores ao seu investimento. Logo, investir em tecnologia significa agregar valor comercial a um produto diante a busca contínua por um diferencial competitivo (MAXIMIANO, 2012; VIEIRA 2014).

A tecnologia de irradiação de materiais e alimentos está inserida na chamada indústria da biotecnologia, a qual vem evoluindo e se desenvolvendo em decorrência da procura ocasionada pelo aumento da produção e necessidade de melhor rendimento, o que pode ser traduzido em redução de custos e diminuição dos constantes prejuízos financeiros ocasionados por contaminação biológica. Outras áreas produtivas, tais como a indústria farmacêutica, a de cosmética e da nanotecnologia, também apresentam a necessidade de uma remoção mais segura e completa de microrganismos contaminantes em seus produtos. Assim, compreende-se que a descontaminação ou esterilização têm sido objetivos constantes e almejados pela indústria da biotecnologia que precisa manter o controle e o equilíbrio biológico nos seus processos de produção industrial (TSAI, 2006).

Atualmente existem três processos de esterilização industrial: por vapor (autoclave), óxido de etileno (EtO) e radiação ionizante (IPEN, 2023). A condição de esterilidade, na prática, é o resultado da ação produzida por um método confiável de esterilização, com o processo se iniciando com uma boa amostragem e posterior confirmação estatística dos resultados, obtidos através dos testes realizados com amostras selecionadas aleatoriamente, consequência das boas práticas de manipulação que levam em conta um processo que já tenha sido confirmado historicamente (FERREIRA, 2020).

Nesse contexto, o uso das radiações ionizantes, tem possibilitado vários benefícios, tal como o aumento de rendimentos e a redução de custos provenientes dos prejuízos financeiros ocasionados pela contaminação biológica, um prejuízo estimado em aproximadamente US\$15 milhões/ano (IPEN, 2021). Por esses motivos, várias áreas produtivas, passaram a exigir a utilização de tecnologias que venham a assegurar com maior precisão a eliminação de microrganismos contaminantes, corroborando no controle e no equilíbrio biológico existentes no processo de produção (OECD 2001).

De acordo com Teodoro (2014), o uso da radiação não se restringe à área da saúde e energia. O Brasil pode adotar um modelo de irradiação de alimentos, por meio de uma tecnologia que não oferece risco ao consumidor, além de evitar que os alimentos apodreçam tornando-se inadequados ao consumo humano. Estima-se que a vida útil de uma fruta, por exemplo, pode passar de vinte dias para noventa dias, se ela for irradiada.

2.2 IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS

Mediante aos riscos de importação acidental de insetos e pragas que devastam a agricultura, muitos países seguem os regulamentos de entrada e saída de commodities agrícolas com base em padrões internacionais, o que dificulta consideravelmente as atividades brasileiras

de comercialização e exportação. A seguridade proposta por alguns segmentos alimentícios, assim como o aumento da demanda comercial, implica em atitudes.

Com o decorrer dos anos, as exigências do mercado consumidor impulsionaram o comércio de alimentos na busca por técnicas saudáveis de conservação, as quais devem manter o máximo das características nutricionais e sensoriais desses alimentos, com pouco ou nenhum dano em seus compostos naturais. Importante ressaltar que, em se tratando de irradiação de alimentos, são consideradas baixas doses, aquelas até 1 kGy; médias doses, acima de 1 até 10 kGy e altas doses, aquelas acima de 10 kGy (KUME, 2009; FDA, 2020).

Centenária, com a patente originária emitida no início de 1905, 20 anos após sua descoberta, em 1885, o tratamento proposto a alimentos por meio do uso da irradiação tornou-se amplamente estudado, embora ainda seja considerada pouco difundida por muitos no que se refere ao seu uso e a maneira eficaz de como se obter o máximo de seus benefícios. Porém, entende-se o uso da radiação ionizante como propulsora, e é sabido que a adoção deste achado tecnológico tem agregado valores aos produtos submetidos a esse tipo de tratamento, tornando-se potencial referencial de segurança e qualidade no Brasil e no mundo.

O uso da radiação ionizante em seguimentos alimentícios foi regulamentado em 1963 pela FDA (Food and Drug Administration) dos Estados Unidos da América, com o objetivo de eliminar patógenos e microrganismos deteriorantes. De acordo com o relatado por Júnior & Vital (2021): “as autoridades de vigilância sanitária e de segurança alimentar de 37 países já aprovaram a irradiação de 40 tipos distintos de alimentos, os quais englobam especiarias, grãos, carnes, frutos e legumes, sendo que vinte e quatro desses países utilizam-na para fins comerciais”. Estes alimentos, quando submetidos ao tratamento por irradiação, mantêm suas propriedades nutricionais e organolépticas praticamente intactas sem apresentar risco toxicológico, radiológico ou microbiológico (SOARES *et al.*, 2016; SANTOS *et al.*, 2018). Embora aprovada e regulamentada, ainda existe muita resistência na prática quanto ao seu uso, inclusive o comercial. O que pode ser observado em vários estudos é que as limitações quanto ao uso da radiação ionizante não são de natureza técnica ou científica, mas estão atribuídos ao custo de sua utilização e principalmente à aceitação e preconceito do consumidor, uma vez que não apenas a população em geral, mas também setores da indústria e comércio apresentam a percepção de que o uso da radiação está associada a riscos, uma visão deturpada por preconceitos e medos infundados provenientes da ideia de que a radiação traz riscos ambientais, perigo à saúde ou contaminação dos alimentos, além de estar associada a guerras, acidentes nucleares, cânceres e mortes (ORNELLAS *et al.*, 2006).

O uso da radiação em alimentos é uma realidade ainda desconhecida por muitos nutricionistas, profissionais de saúde que, na prática, são habilitados pela legislação a impulsionar potenciais consumidores ao consumo massivo de alimentos saudáveis submetidos ao uso da radiação. relataram que muitos nutricionistas desconhecem o uso da radiação aplicada a alimentos, fato que pode corroborar com a rejeição ao consumo e transmissão de informações distorcidas a respeito desta tecnologia de ponta (SILVA *et al.*, 2010; SOUZA, SILVA, BARROS, 2021).

Por sua vez, estudos feitos com consumidores, e comprovaram que mediante esclarecimentos voltados aos benefícios e seguridade propostas por meio da irradiação, a grande maioria dos consumidores passou a aceitar o seu uso (GUNES; TEKIN, 2006; ORNELLAS *et al.*, 2006; LIMA; OLIVEIRA, 2014; RUSIN *et al.*, 2015). Compreende-se que o acesso à informação irá desmistificando falsas crenças, propagadas por anos que transcenderam gerações.

Vários autores ressaltam que um alimento ou bebida só é considerado seguro efetivamente, se ao longo de sua cadeia produtiva forem empregadas medidas sanitárias e de higiene efetivas e eficazes (PERETTI e ARAÚJO, 2010; MARTINS *et al.*, 2016; SANTOS *et al.*, 2018; ARAÚJO *et al.*, 2020; ARAÚJO *et al.*, 2022).

Essas medidas não devem permitir a presença de riscos, em níveis acima do tolerado, para os consumidores, ao respeitar as condições de uso e para os fins que se destinam. As noções relacionadas à segurança do alimento permitem obter maior qualidade do produto e conquistar a confiança do consumidor, considerando as suas preferências sensoriais, valores nutricionais dos alimentos, aspectos ambientais e rastreabilidade, dentre outros (AURÉLIO *et al.*, 2017; MARTINS, 2018).

Dentre os métodos de conservação aplicados a alimentos os que melhor apresentaram beneficiamento aos alimentos e ganhou mais relevância nos últimos anos foi à tecnologia da irradiação de alimentos, pois essa tecnologia consiste em expor o alimento a uma quantidade controlada de radiação ionizante por um tempo predefinido. Esse processo visa, primordialmente, o controle da atividade microbiana sobre o produto e tem como vantagem, em comparação com outros métodos, o fato de não elevar substancialmente a temperatura do alimento, resultando em baixas perdas nutricionais (SILVA *et al.* 2014; JÚNIOR; VITAL, 2021).

Para Ordóñez (2005) e Vieira (2016), a tecnologia de irradiação aplicada a alimentos é cientificamente aceita e considerada uma das mais eficientes técnicas de conservação. De acordo com os autores citados, a técnica é a única capaz de destruir os microrganismos

patogênicos em alimentos crus e congelados. Por meio dessa técnica, os alimentos podem ser conservados por anos fora de refrigeração, tais como os alimentos destinados a astronautas.

Segundo Suresh e Pillai (2009), o uso das radiações tem um imenso potencial no intuito de reduzir e eliminar bactérias, insetos e parasitas dos alimentos, podendo estender por maior tempo a sua durabilidade, a exemplo do que pode ser observado por Modanez (2012) no Quadro 01 abaixo.

Quadro 1 - Tempo de vida útil estendido de alimentos, legumes e verduras

| Produtos | Vida útil sem irradiação (dias) | Vida útil com irradiação (dias) |
|------------------|--|--|
| Cebola | 60 | 180 |
| Banana | 15 | 45 |
| Legumes/Verduras | 5 | 18 |
| Frango | 7 | 30 |

Fonte: Adaptado de Modanez (2012).

Percebida como um recurso eficiente e eficaz na conservação de alimentos e em conjunto com outras aplicações afins, a aplicação da radiação na indústria alimentícia satisfaz os requisitos de estabilidade química, microbiológica e conservação de muitos alimentos (TSAI, 2006; FARKAS, 2006).

Compreende-se que os cuidados com os alimentos, bem como a preservação de suas características sensoriais e nutricionais tem sido assunto de grande interesse e estudos. Dada a sua evolução, práticas de conservação rudimentares perdem espaço, tornando-se obsoletas frente às inovações tecnológicas atuais, dentre as quais se destacam o uso da tecnologia de irradiação de alimentos, pois ao longo das últimas décadas, esse tipo de tecnologia ganhou maior notoriedade no meio científico, quando comparada ao uso de outras tecnologias de intervenção de patógenos, que não foram capazes de fornecer soluções sustentáveis sobre como lidar com a contaminação de patógenos em alimentos (IHSANULLAH; RASHID, 2017).

A singularidade da irradiação é que essa tecnologia envolve processamento não térmico que, por si só, é um claro diferenciador de alto valor comparado às tecnologias já utilizadas (PILLAI; SHAYANFAR, 2016). A atuação da radiação na conservação de alimentos tem como objetivo eliminar agentes infectantes, como larvas, insetos e microrganismos. Por esse motivo, o uso da radiação é considerado um método eficiente no controle de pestes, tornando-se uma

ótima opção frente aos agentes químicos utilizados em longa escala com a finalidade de desinfestação (SABATO *et al.*, 2009).

Estudos internacionais, realizados tanto por cientistas quanto por agências governamentais, comprovaram que a irradiação de alimentos é uma tecnologia segura, permitindo a eliminação de patógenos e microrganismos deteriorantes dos alimentos, sem deixar resíduos tóxicos, a exemplo do brometo de metila, produto classificado na faixa mais perigosa de agrotóxicos (Classe 1, faixa vermelha), cuja absorção ocorre com maior probabilidade por via respiratória e proporciona depressão do sistema nervoso central e lesões nos túbulos renais.

A intoxicação por este tipo de resíduo pode ser evidenciada por quadros clínicos de edema pulmonar, insuficiência circulatória, perturbações nervosas, cefaleias, vômitos, vertigens, diplopia, caminhar oscilante por perturbação da coordenação dos movimentos, além de distúrbios psíquicos e neurocomportamentais, como confusão mental, convulsões epileptiformes e perturbações nervosas (CRAWFORD, 1996; CALENBERG, 1999; GUPTA, 2001; DIEHL, 2002; EMBRAPA 2007; GAREAU, 2017).

2.2.1 Irradiação de alimentos no Brasil

Segundo dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2023) o agronegócio brasileiro é muito bem-visto internacionalmente com relação à qualidade de seus produtos. Concomitante a isso, de acordo com a Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frutas e Derivados (ABRAFRUTAS), o Brasil é o terceiro maior produtor de frutas do mundo com estimados 2,5 milhões de hectares de cultivo e uma estimativa de produção que chega a 33 milhões de reais em valores brutos. Avalia-se que o setor detenha cerca de 16% de toda a mão de obra do agronegócio brasileiro, contudo, no que se refere a exportação, o país ocupa a 23ª posição em uma escala mundial, e uma média de exportação que gira em torno de apenas 3% (MAPA BRASIL, 2018).

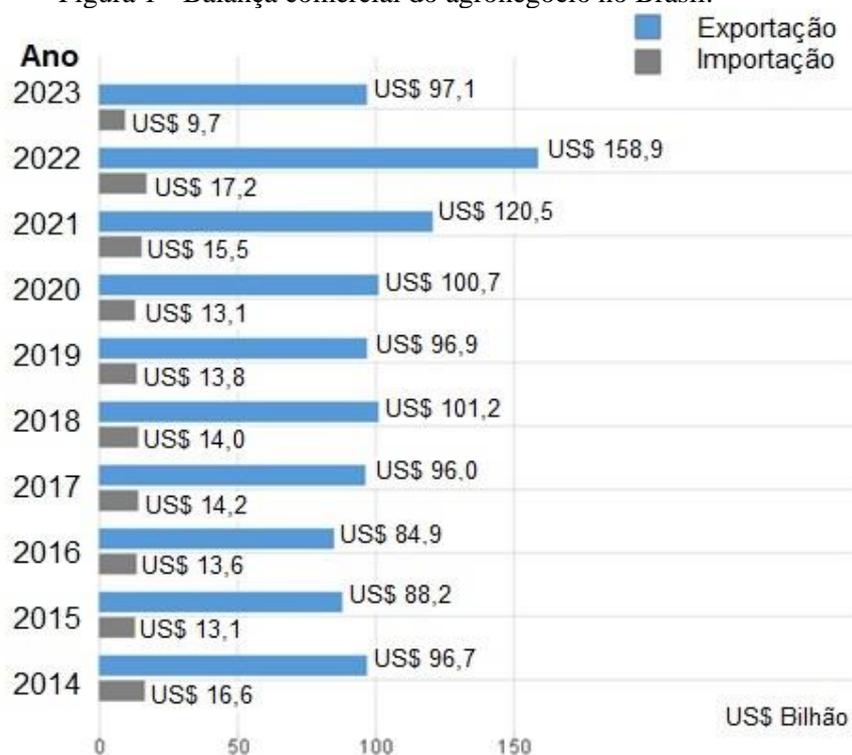
Observa-se, que a formação de alguns gargalos impede uma maior competitividade da fruticultura brasileira. Por isso é importante à adoção de políticas de médio e longo prazos, compreendendo parceria público-privada em conexão com as demandas de mercado. Se consideradas apenas as frutas frescas, os avanços dos últimos 15 anos alcançados pelas exportações brasileiras são pouco expressivos (MAPA, 2022), ficando, inclusive, atrás da Argentina, país com menor expressividade territorial e financeira.

Compreende-se, que a oportunidade de abranger um mercado com maior competitividade favorecerá o Brasil, tornando-o apto a comercializar os seus produtos

conforme as exigências de traslados internacionais, propiciando uma maior probabilidade de vendas e acordos bilaterais, diante do mercado externo, uma vez que em muitos casos a irradiação de alimentos para fins fitossanitários é uma exigência para a exportação de frutas e carnes (MAPA, 2011; EUSTICE, 2017).

Incluso no índice de maiores exportadores no ramo do agronegócio brasileiro (Figura 01), Pernambuco (Quadro 02) é um dos principais polos de produção de frutas, com uma projeção de crescimento estimado de aproximadamente 23% até 2030 (MAPA, 2022).

Figura 1 - Balança comercial do agronegócio no Brasil.



Fonte: adaptado de MAPA, Agrostat (2023).

Quadro 2 - Área plantada, área colhida e valor da produção das lavouras temporárias do Brasil.

| Ano - 2021 | | | |
|---|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Produto das Lavouras Temporárias - Total | | | |
| Brasil, Grande Região e UF | Variável | | |
| | Área Plantada (Hectares) | Área Colhida (Hectares) | Valor da Produção (R\$) |
| Brasil | 81290999 | 80482144 | 6,52E+08 |
| Norte | 4412810 | 4408191 | 33389895 |
| Rondônia | 793337 | 792669 | 5742930 |
| Acre | 74726 | 74480 | 451227 |
| Amazonas | 83984 | 83049 | 1031974 |
| Roraima | 100217 | 100207 | 1016024 |
| Pará | 1528243 | 1527677 | 10874789 |
| Amapá | 25758 | 25589 | 116447 |
| Tocantins | 1806545 | 1804520 | 14156508 |
| Nordeste | 9724107 | 9400457 | 64024622 |
| Maranhão | 1792249 | 1792231 | 11598360 |
| Piauí | 1688221 | 1662929 | 10743466 |
| Ceará | 1040108 | 1040070 | 2353982 |
| Rio Grande do Norte | 214517 | 180878 | 1645253 |
| Paraíba | 303800 | 276855 | 1482620 |
| Pernambuco | 713097 | 577637 | 3429806 |
| Alagoas | 456899 | 417743 | 2740069 |
| Sergipe | 238616 | 228012 | 1403331 |
| Bahia | 3276600 | 3224102 | 28627736 |
| Sudeste | 13030554 | 12965045 | 1,13E+08 |
| Minas Gerais | 4852417 | 4799893 | 45960563 |
| Espírito Santo | 90809 | 90809 | 979094 |
| Rio de Janeiro | 84223 | 84187 | 1132347 |
| São Paulo | 8003105 | 7990156 | 64664526 |
| Sul | 22320494 | 22177642 | 1,82E+08 |
| Paraná | 11022367 | 10888721 | 80332716 |
| Santa Catarina | 1495042 | 1491217 | 14673439 |
| Rio Grande do Sul | 9803085 | 9797704 | 86786117 |
| Centro-Oeste | 31803034 | 31530809 | 2,6E+08 |
| Mato Grosso do Sul | 6391438 | 6161026 | 44825181 |
| Mato Grosso | 17930752 | 17917523 | 1,51E+08 |
| Goiás | 7315640 | 7287086 | 61948262 |
| Distrito Federal | 165204 | 165174 | 1678442 |

Fonte: Adaptado de IBGE, (2023).

Segundo o IBGE, como o terceiro maior produtor de frutas do mundo, o Brasil exporta apenas 3%, menos que Peru e Chile. Estima-se que cerca de 55% da exportação de frutas

brasileiras (Quadros 03 e 04) vai para União Europeia, 16% para o Reino Unido, e 3% para os EUA) (MAPA, 2022).

Quadro 3 - Escala de frutas mais comercializadas no Brasil, terceiro maior produtor de frutas a nível mundial

| Período: Ano 2021 - 2022 | | | | | | |
|---|-------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|--------------------|------------------|
| Mês/Ano | Ano 2021 | | Ano 2022 | | Variação | |
| Frutas | Valor(US\$) | Peso (Kg) | Valor(US\$) | Peso (Kg) | Valor(US\$) | Peso (Kg) |
| MANGAS | \$ 248.127.079 | 272.560.167 | \$ 205.650.758 | 231.364.426 | -17% | -15% |
| MELÕES | \$ 165.084.642 | 257.902.947 | \$ 156.265.500 | 222.354.964 | -5% | -14% |
| LIMÕES E LIMAS | \$ 123.812.020 | 144.944.415 | \$ 152.190.695 | 156.252.805 | 23% | 8% |
| CONSERVAS E PREPARAÇÕES DE FRUTAS (EXCL. SUCOS) | \$ 96.467.657 | 54.513.503 | \$ 111.376.500 | 59.280.550 | 15% | 9% |
| UVAS | \$ 155.910.712 | 76.631.337 | \$ 108.055.667 | 52.593.473 | -31% | -31% |
| MELANCIAS | \$ 52.722.515 | 117.998.674 | \$ 57.493.424 | 105.689.294 | 9% | -10% |
| MAMÕES (PAPAIA) | \$ 50.719.583 | 50.291.174 | \$ 49.712.462 | 39.834.713 | -2,0% | -21% |
| BANANAS | \$ 37.113.051 | 108.752.735 | \$ 37.328.547 | 84.365.088 | 1% | -22% |
| OUTRAS FRUTAS | \$ 21.689.103 | 9.286.722 | \$ 25.623.026 | 9.689.264 | 18% | 4% |
| MAÇÃS | \$ 73.822.432 | 99.055.150 | \$ 24.602.894 | 35.055.774 | -67% | -65% |
| ABACATES | \$ 14.927.539 | 8.531.868 | \$ 17.063.617 | 10.749.854 | 14% | 26% |
| PÊSSEGOS | \$ 3.550.498 | 3.242.358 | \$ 8.473.248 | 6.639.538 | 139% | 105% |
| FIGOS | \$ 6.956.264 | 1.568.516 | \$ 6.342.464 | 1.567.577 | -9% | 0% |
| ABACAXIS | \$ 4.175.731 | 6.091.539 | \$ 5.317.241 | 6.171.302 | 27% | 1% |
| CAQUIS | \$ 1.067.407 | 912.383 | \$ 1.465.538 | 766.637 | 37% | -16% |
| GOIABAS | \$ 1.012.494 | 450.636 | \$ 1.180.933 | 504.246 | 17% | 12% |
| COCOS | \$ 1.252.151 | 1.120.563 | \$ 897.924 | 727.901 | -28% | -35% |
| LARANJAS | \$ 953.328 | 3.558.173 | \$ 358.260 | 359.973 | -62% | -90% |
| MORANGOS | \$ 168.095 | 48.069 | \$ 282.969 | 114.967 | 68% | 139% |
| TANGERINAS, MANDARINAS E SATOSUMAS | \$ 250.363 | 218.129 | \$ 256.559 | 124.493 | 2% | -43% |
| PÊRAS | \$ 172.090 | 77.266 | \$ 202.921 | 86.327 | 18% | 12% |
| KIWIS | \$ 126.715 | 41.084 | \$ 139.796 | 43.378 | 10% | 6% |
| CEREJAS | \$ 83.297 | 11.749 | \$ 95.515 | 15.013 | 15% | 28% |
| POMELOS | \$ 26.348 | 8.874 | \$ 26.390 | 9.435 | 0% | 6% |
| MANGOSTOES | \$ 383.290 | 60.426 | \$ 21.500 | 5.971 | -94% | -90% |
| AMEIXAS | \$ 15.554 | 3.104 | \$ 12.635 | 2.958 | -19% | -5% |
| TAMARAS | \$ 48.589 | 12.337 | \$ 10.888 | 1.258 | -78% | -90% |
| DAMASCOS | \$ 6.625 | 728 | \$ 8.196 | 520 | 24% | -29% |
| MARMELOS | \$ 304 | 144 | \$ 1.151 | 486 | 279% | 238% |
| CLEMENTINAS | \$ - | 0 | \$ 116 | 59 | 100% | 100% |
| TOTAL | \$ 1.060.645.476 | 1.217.894.770 | \$ 970.457.334 | 1.024.372.244 | -9% | -16% |
| FONTE: MAPA - AGROSTAT/MAPA | Valor(US\$) | Peso (Kg) | Valor(US\$) | Peso (Kg) | Valor(US\$) | Peso (Kg) |
| ELABORAÇÃO: ABRAFRUTAS | Ano 2021 | | Ano 2022 | | Variação | |

Fonte: ABRAFRUTAS, disponível em: <<https://abrafrutas.org/2023/02/dados-de-exportacao-de-2022/>>. Acessado em: 03 ago. 2023.

Quadro 4 - Área plantada, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras temporárias.

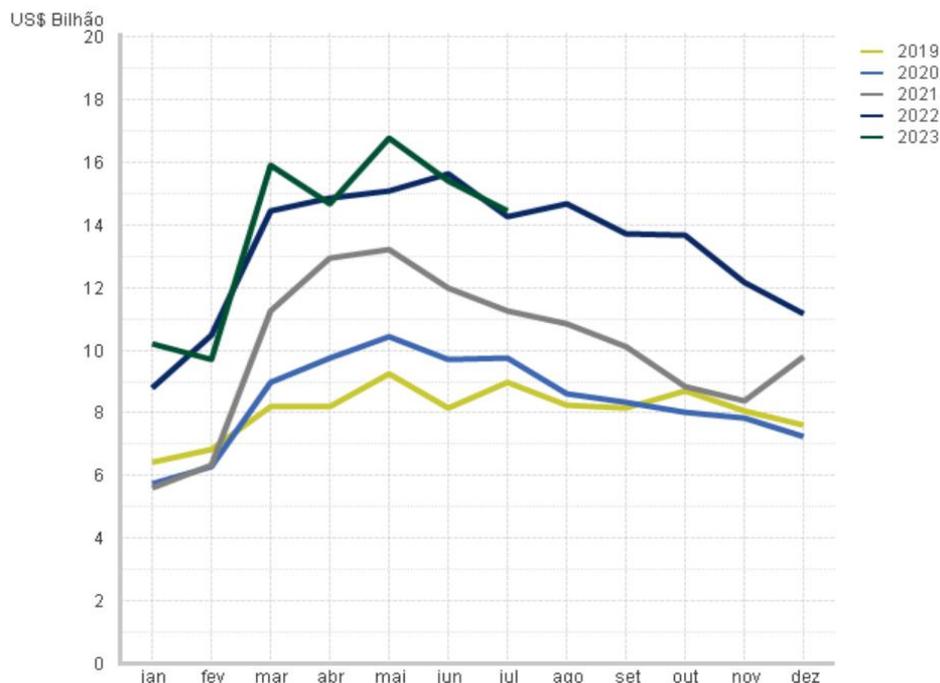
Produto das Lavouras Temporárias – Total

| Ano - 2021 | | | | | |
|----------------------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------------------|--|-------------|
| Produto das lavouras temporárias | Variável | | | | |
| | Área plantada (Hectares) | Área colhida (Hectares) | Quantidade produzida (Toneladas) | Rendimento médio da produção (Quilogramas por Hectare) | Valor (R\$) |
| Total | 81290999 | 80482144 | .. | .. | 6,52E+08 |
| Abacaxi* | 63870 | 63589 | 1545036 | 24297 | 2610025 |
| Alfafa fenada | ... | ... | ... | ... | ... |
| Algodão herbáceo (em caroço) | 1369895 | 1369562 | 5712308 | 4171 | 26507341 |
| Alho | 13057 | 13057 | 167102 | 12798 | 1849020 |
| Amendoim (em casca) | 203935 | 203839 | 794225 | 3896 | 2643649 |
| Arroz (em casca) | 1690526 | 1689189 | 11660603 | 6903 | 19146736 |
| Aveia (em grão) | 505810 | 498629 | 1087073 | 2180 | 1037930 |
| Batata-doce | 56587 | 56183 | 824680 | 14678 | 1222363 |
| Batata-inglesa | 116428 | 116422 | 3853464 | 33099 | 5483747 |
| Cana-de-açúcar | 9989732 | 9970958 | 7,16E+08 | 71774 | 75284266 |
| Cana para forragem | ... | ... | ... | ... | ... |
| Cebola | 49120 | 49119 | 1640628 | 33401 | 2490452 |
| Centeio (em grão) | 5467 | 5467 | 10567 | 1933 | 10951 |
| Cevada (em grão) | 115163 | 115133 | 452827 | 3933 | 722322 |
| Ervilha (em grão) | 853 | 853 | 3062 | 3590 | 14908 |
| Fava (em grão) | 33374 | 30316 | 9554 | 315 | 61642 |
| Feijão (em grão) | 2765724 | 2613086 | 2899864 | 1110 | 12049373 |
| Fumo (em folha) | 350055 | 349384 | 744161 | 2130 | 6800830 |
| Girassol (em grão) | 42145 | 41895 | 64854 | 1548 | 139769 |
| Juta (fibra) | 20 | 20 | 26 | 1300 | 73 |
| Linho (semente) | 4993 | 4993 | 5354 | 1072 | 12862 |
| Malva (fibra) | 2151 | 2066 | 2928 | 1417 | 7859 |
| Mamona (baga) | 45857 | 45238 | 35195 | 778 | 104710 |
| Mandioca | 1212284 | 1205829 | 18098115 | 15009 | 12702124 |
| Melancia | 93630 | 91922 | 2141970 | 23302 | 1844638 |
| Melão | 23946 | 23858 | 607047 | 25444 | 628322 |
| Milho (em grão) | 19587069 | 19024538 | 88461943 | 4650 | 1,16E+08 |
| Rami (fibra) | - | - | - | - | - |
| Soja (em grão) | 39185745 | 39168068 | 1,35E+08 | 3445 | 3,42E+08 |
| Sorgo (em grão) | 899607 | 888534 | 2506772 | 2821 | 2640770 |
| Tomate | 52046 | 51907 | 3679160 | 70880 | 6478833 |
| Trigo (em grão) | 2773644 | 2750264 | 7874525 | 2863 | 10998648 |
| Triticale (em grão) | 38266 | 38226 | 100545 | 2630 | 112629 |

Fonte: Adaptado de IBGE, (2023)

Nestes termos, o Brasil trabalha no desenvolvimento de políticas de estado para adotar a irradiação como processo que ampliará a adoção desta tecnologia, com intuito de galgar uma maior probabilidade de expansão do mercado exportador (Figura 02) em caráter de expansão comercialização e transações comerciais (IPEN, 2020).

Figura 2 - Exportações Brasileiras do Agronegócio por mês - Últimos 5 Anos.



Fonte: Adaptado de MAPA, Agrostat (2023).

Seguindo os tramites legais de fiscalização, grandes importadores de frutas a exemplo dos EUA 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 (MAPA, 2023).

Compreende-se que o custo real de irradiar um alimento irá depender de critérios predefinidos como: a dose necessária para alcançar os objetivos pretendidos, a tolerância do alimento à radiação, da construção das instalações onde se localizará o irradiador, dos preços da terra, dos salários, de acordos de financiamento e outras variáveis particulares a cada situação (LEVY *et al.* 2020). A ampla implantação da técnica da irradiação de alimentos no Brasil depende de fatores igualmente importantes, como a oferta de instalações que atendam em escala industrial os diversos estados do Brasil e de uma comunicação efetiva junto à população em todas as suas esferas. Os padrões internacionais estabelecidos para o uso da irradiação de

alimentos priorizam normativas relacionadas à saúde, proteção, rotulagem, distribuição de doses, garantia de qualidade e gerenciamento de instalações.

Diante disto, entende-se que a irradiação de alimentos é uma necessidade e um desafio, no que se refere à expansão comercial, econômica e sanitária do país, e a instalação de irradiadores com capacidade para esterilizar alimentos e outros materiais de interesse econômico para o Brasil irão corroborar para que haja uma maior expansão comercial.

Conforme dados da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), o Brasil é um dos países que mais desperdiça alimentos.

De acordo com o portal Mercado e Consumo (2023), cerca de 30% de todos os alimentos que se produz no Brasil é perdido, equivalente a cerca de 46 milhões de toneladas de alimentos por ano, gerando prejuízos da ordem de R\$ 61,3 bilhões por ano. Isso ocorre devido a fatores tais como atrasos e logística de distribuição, armazenamento inadequado e contaminação por bactérias, parasitas, vírus e toxinas (TOMAS, 2014).

Com isto, fica clara a necessidade de implantação de métodos, técnicas e medidas que diminuam este desperdício, a exemplo da técnica de irradiação de alimentos, a qual permite o aumento da vida útil dos produtos e pode ajudar a diminuir o desperdício de comida no Brasil, que compromete mais da metade da produção nacional (CONTER, 2014).

No Brasil, o uso da radiação ionizante aplicada a alimentos foi adotado a partir de 1970, inicialmente limitada ao mercado interno, aplicada comercialmente a pimentas, condimentos, temperos e ração animal. Essa prática está regulamentada pela Resolução nº 21 de 2001, da ANVISA, e pela Normativa n. 9 do MAPA, de 2011, que regulamentam o uso das radiações ionizantes por meio de isótopos radioativos, como o ^{60}Co , emissor da radiação gama, e os aceleradores de elétrons e raios-x (IPEN, 2020).

2.2.2 Irradiadores de alimentos e de materiais no Brasil (Instalações Industriais)

A aplicação da radiação a nível industrial é um processo no qual se utiliza as radiações ionizantes com o objetivo de se obter melhorias dos mais diversos materiais (DOROW; MEDEIROS, 2019). Nestes termos, compreende-se que a irradiação industrial é a exposição de um produto a radiação ionizante com o objetivo de beneficiamento e melhoria na comercialização deste produto (RODRIGUES, 2014).

Nesse tipo de instalação as altas doses de radiação são utilizadas basicamente para eliminar microrganismos sem alterar as propriedades físico-químicas dos produtos irradiados. Para isso, são usados conjuntos de fontes de cobalto de altíssima atividade, aceleradores de elétrons ou raios-x instalados em labirintos, montados em prédios blindados, com esteiras de

exposição de produtos ou conjuntos menores de fontes de césio, além de aceleradores de elétrons em equipamentos auto blindados (CNEN, 2020).

Embora os países da Europa aceitem sem ressalvas o uso de radioisótopos, existe uma melhor aceitação da irradiação por feixes de elétrons ou raios-x. Estas tecnologias não necessitam de estocagem de material radioativo, custos de manuseio, transporte e troca de fonte, pois suas instalações se apresentam de formas bastante promissoras, visto não oferecerem risco de contaminação por meio de material radioativo (FERRÃO; SPRANGER, 2003). A instalação de plantas industriais de irradiadores multipropósito em pontos estratégicos do país sofre com o custo de instalação de uma planta moderna, estimado em torno de R\$ 20 milhões (FREIRE, 2020).

Contudo, o retorno para este investimento, tem como projeção a estimativa de R\$ 12 a R\$ 15 milhões em um ano (VILLAVICENCIO, 2020). Além disso, uma vantagem voltada ao uso das radiações, é que uma vez construídas as instalações, o custo desta técnica a longo prazo é bastante baixo, comparado ao tratamento proposto por meio do uso de agroquímicos (LEVY *et al.*, 2020; BRAZ, 2020).

Responsável pela liberação e monitoramento das fontes radioativas no Brasil a CNEN dispõe do registro, nome das empresas, cidade, estado e validade das autorizações. No Brasil, o primeiro irradiador comercial foi instalado na cidade de São Paulo no ano de 1980 pela EMBRARAD, abrangendo os segmentos do ramo industrial, incluindo a área médica, farmacêutica, irradiação de alimentos e produtos para a agroindústria de alimentos.

Paralela à inauguração de seu segundo irradiador, em 1999, na cidade de São Paulo, a CBE (Companhia Brasileira de Esterilização), a EMBRARAD estabeleceu outra indústria de irradiação na cidade de São Paulo, com um irradiador de ^{60}Co construído com tecnologia brasileira. Em 2002, iniciou-se a irradiação comercial por meio de aceleradores de elétrons. Em 2015 todos os irradiadores comerciais de alimentos do Brasil, foram comprados pela STERIGENICS, multinacional canadense, que detém o monopólio da irradiação de alimentos em escala industrial no Brasil até a presente data. Das 22 instalações de irradiadores industriais autorizadas no território brasileiro, 16 empregam o acelerador linear de elétrons e 06 fazem uso de fontes radioativas (CNEN 2022).

Considerada uma importante ferramenta ao demonstrar ao mercado internacional a viabilidade do uso das radiações, essa tecnologia contribuirá para potencializar as exportações dos produtos agropecuários no mercado brasileiros, além de reduzir o desperdício. De acordo com MAPA (2022), esta tecnologia poderá gerar um faturamento anual de R\$ 261 milhões com

retorno a partir de 3,9 anos. O volume mínimo de produtos irradiados em três turnos de operação seria da ordem de 270 mil toneladas.

De acordo com ABRAFRUTAS (2022), o uso das radiações é uma tecnologia ainda pouco utilizada no Brasil. Entretanto, essa tecnologia é vista como uma importante ferramenta para o agronegócio brasileiro, tanto para o mercado consumidor interno quanto para a cadeia exportadora.

No Quadro 05, são apresentadas as matrículas, instituições e cidades das instalações de equipamentos industriais que possuem geradores de radiação autorizados pela CNEN no Brasil.

Quadro 5 - Matrícula, instituições e cidades das instalações de equipamentos industriais que possuem geradores de radiação no Brasil.

| Matrícula | Instituição | Cidade | UF | Autorização |
|------------------|--|---------------------|-----------|--------------------|
| 13716 | Acome do Brasil Ltda | Irati | PR | 30/04/2024 |
| 14465 | Amcor Flexíveis Rondonópolis Ltda | Rondonopolis | MT | 30/11/2023 |
| 14914 | Antilhas Embalagens Editora e Gráfica S.A | Santana de Parnaíba | SP | 30/07/2024 |
| 16492 | Bridgestone do Brasil Industria e Comercio Ltda | Camacari | BA | 30/04/2023 |
| 17093 | Cia Brasileira de Metalurgia e Mineracao | Araxa | MG | 30/08/2024 |
| 15527 | Companhia Brasileira de Esterilização | Jarinu | SP | 30/04/2023 |
| 17612 | Continental do Brasil Produtos Automotivos Ltda | Camacari | BA | 30/06/2023 |
| 15301 | Cryovac Brasil Ltda. - Unidade Jaguariúna | Jaguariuna | SP | 30/05/2023 |
| 16219 | Goodyear do Brasil Produtos de Borracha Ltda. | Americana | SP | 30/05/2023 |
| 15289 | Mega Embalagens Ltda. | Salvador do sul | RS | 30/05/2023 |
| 15417 | Sociedade Michelin de Participações, Industriais e Comércio Ltda | Rio de janeiro | RJ | 30/04/2024 |
| 15683 | Sumitomo Rubber do Brasil – Sumitomo | Fazenda Rio Grande | PR | 31/08/2024 |
| 17535 | Total Flex Indústria de Embalagens Ltda. | Jequie | BA | 30/12/2022 |
| 15341 | Valfilm Mg Indústria de Embalagens Ltda | Lorena | SP | 31/08/2024 |
| 16565 | Videplast Ind de Embalagens Ltda | Videira | SC | 30/11/2024 |

Fonte: Adaptado de (CNEN, 2022).

No Quadro 06 a seguir, são apresentadas as identificações dos equipamentos, localizações e instituições responsáveis pelas instalações industriais autorizados pela CNEN no Brasil.

Quadro 6 - Matrícula, instituições e cidades das instalações de equipamentos industriais que possuem fonte radioativa no Brasil.

| Matrícula | Instituição | Cidade | UF | Autorização |
|------------------|---|---------------------|-----------|--------------------|
| 14475 | Biofábrica Moscamed Brasil - Biomoscamed | Juazeiro | BA | 20/10/2023 |
| 13300 | Companhia Brasileira de Esterilização - CBE | Jarinu | SP | 30/04/2023 |
| 14077 | IPEN - Irradiador Multipropósito | São Paulo | SP | 28/02/2023 |
| 10219 | Johnson & Johnson do Brasil Ind. E Com. De Produtos Para Saúde Ltda | São Jose dos Campos | SP | 30/09/2023 |
| 13533 | Unidade de Esterilização Cotia Ltda. - Célula A | Cotia | SP | 30/08/2023 |
| 10202 | Unidade de Esterilização Cotia Ltda. - Célula B | Cotia | SP | 30/08/2024 |

Fonte: Adaptado de CNEN, (2022).

2.2.3 Irradiadores no Brasil/ Instalações Governamentais

A nível governamental, o Brasil conta com:

- Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA/ESALQ/USP), o qual possuem dois irradiadores para uso científico e baixa escala comercial. Um operado por fontes seladas de (^{60}Co) e um por radiação induzida (raios-x) da marca Americana RadSource.

- Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN/CNEN/USP), o qual possuem um Acelerador de Elétrons destinado ao uso em pesquisa, um Irradiador de ^{60}Co , tipo Panorâmico, fabricado pela Yoshizawa KiKo Co. Ltd., um irradiador de ^{60}Co , tipo Gammacell, modelo 220, serie 142, fabricado pela Atomic Energy of Canada Limited. e um irradiador Multipropósito de ^{60}Co destinado ao uso semi-industrial. Neste instituto funciona o Laboratório de Fontes Intensas de Radiação (LFIR) que abriga dois Aceleradores de Elétrons DC1500/25/4 - JOB 188 e DPC 2000 - JOB 307, fabricados pela RDI- Radiation Dynamics Inc.

De acordo com o IPEN (2021), os irradiadores supracitados acima, são destinados à radioesterilização de produtos médico hospitalar, biológicos, desinfestação e preservação de alimentos e produtos agrícolas, irradiação de vidros e pedras preciosas para beneficiamento e mudança de cor, tratamento de afluentes industriais e lixo hospitalares.

- Irradiador Panorâmico Multipropósito de Categoria II, localizado no Laboratório de Irradiação Gama – LIG, do Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN/CNEN), fabricado pela MDS Nordion no Canadá.

- Irradiador de pequeno porte, Gammacell, com fonte ^{60}Co , localizado no Departamento de Energia Nuclear da UFPE.

Essas instalações atuam na esterilização de vários tipos de materiais, incluindo material cirúrgico, redução da carga microbiana de produtos alimentares, cura de pneus, reticulação de

filmes plásticos utilizados em embalagens, revestimento de cabos elétricos de alta performance, produção de insetos estéreis, controle de pragas agrícolas e vetores de doenças tropicais, recuperação de bens culturais (eliminação de cupins e fungos), soldagem de autopeças e aumento do valor de joias semipreciosas. Mediante a potencial eficácia, estima-se que cerca de 40-50 % do material cirúrgico utilizado no mundo é esterilizado por meio de radiação ionizante (IAEA, 2008).

Pode-se ainda citar as instalações da MOSCAMED, que é uma Organização Social, localizada em Juazeiro, Bahia, e que foi escolhida pela Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA) para ser a primeira biofábrica do mundo a utilizar a tecnologia de raios-x para a esterilização de insetos.

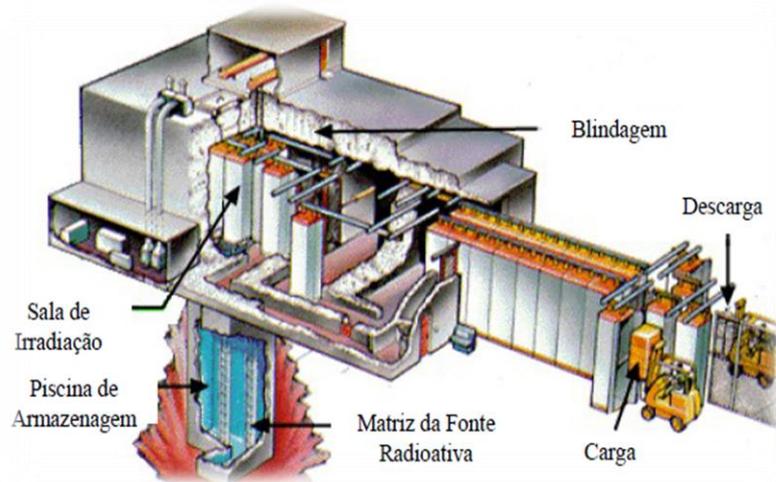
2.3 Tipo de irradiadores multipropósito e suas especificações

2.3.1 Irradiador Gama

Os irradiadores multipropósito gama são alimentados pelo radioisótopo ^{60}Co , o qual é um emissor de radiação gama, com meia-vida de 5,27 anos e energias que variam de 1,17 MeV a 1,33 MeV. O ^{60}Co é um subproduto das operações de um reator nuclear, sendo comercialmente produzido a partir de aceleração linear para ser utilizado na medicina e na indústria (LITE, 2009). Os raios gama proveniente do ^{60}Co exterminam de forma efetiva os microrganismos presentes nos produtos e nas embalagens, com muito pouco efeito de temperatura e sem deixar resíduos. A quantidade de radiação recebida depende do tipo de produto e de suas exigências de dosagem, no entanto, após processados, os produtos podem ser verificados e liberados imediatamente para o transporte, uma vez que não ficam radioativos.

Na Figura 03 a seguir, é possível visualizar um esquema de um irradiador Multipropósito Industrial (MAPA, 2011).

Figura 3 - Esquema de um Irradiador Gama Multipropósito Industrial.



Fonte: MDS Nordion, Canadá - Empresa Fabricante de Irradiadores (2011)

O processo de instalação de um irradiador gama requer cuidados consideráveis e complexos quando comparados a outros equipamentos emissores de radiação, tal como o tratamento proposto mediante a obtenção da radiação induzida (acelerador de elétrons e raios x), os quais também necessitam da autorização da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). Na Figura 04 é apresentada uma foto do irradiador gama multipropósito do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN/CNEN/USP, o qual é destinado a desinfestação, contenção de proliferação de microrganismos em bens culturais e obras de arte e irradiação de alimentos.

Figura 4 - Irradiador Gama Multipropósito do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares



Fonte: IPEN (2021)

A instalação de um irradiador gama industrial é passiva de transportes de carga, liner- (vaso de contenção de 4.000 kg, fabricado em aço inoxidável AISI304) (Figura 5A), manuseio

e estocagem de material radioativo e da necessidade da construção de uma piscina (Figura 5B), onde a fonte possa ficar submersa.

Figura 5 - Liner e Escavação da Piscina do Irradiador Multipropósito de ^{60}Co .



Fonte: IPEN (<https://www.ipen.br/biblioteca/2002/inac/08865.PDF>)

Segundo as Diretrizes básicas de proteção radiológica (CNEN NN 3.01), se necessária à manutenção na sala de irradiação, a fonte deverá ser recolhida ao fundo da piscina, para que a água absorva a energia da radiação, protegendo assim os operadores (BRASIL, 2005).

2.3.2 Aceleradores de Elétrons e Raios-X

Embora muitos países da Europa aceitem sem ressalvas o uso de radioisótopos, é evidente que existe uma melhor aceitação do uso da irradiação por feixes de elétrons e raios-x, pois estas tecnologias não necessitam de estocagem de material radioativo, custos de manuseio, transporte e troca de fonte, suas instalações se apresentam de forma bastante promissora, visto não oferecerem risco de contaminação por meio de material radioativo (FERRÃO; SPRANGER, 2003).

Feixe de elétrons e raios-x têm demonstrado grande potencial na esterilização de material médico hospitalar, produtos farmacêuticos, tratamento fitossanitário de produtos importados/exportados, pasteurização a frio de uma grande variedade de alimentos, redução de risco biológico de materiais contaminados, cura de compósitos avançados e madeira-plástico, melhoramento de polímeros por reticulação, modificação do índice de fluxo de fusão, cisão controlada de PTFE, polpa de madeira, coloração de vidros e pedras preciosas, dopagem de semicondutores, triagem de carga aérea, terrestre e marítima, além de ser um excelente método de esterilização na Técnica de Inseto Estéril (TIE), utilizada no controle vetorial e controle de pragas. No Brasil, existem plantas que são utilizadas tanto em nível de pesquisa quanto plantas para uso comercial, sendo empregadas para tratamento de alimentos, desinfestação de frutas e

grãos, substituição à fumigação química, conservação de obras de arte pela eliminação de fungos e insetos, esterilização de produtos médicos e farmacêuticos, modificação de produtos industriais como polímeros e outros derivados sintéticos, modificação ou indução de cores em gemas como a turmalina, o quartzo e outras, além do tratamento de sangue e hemoderivados (CNEN, 2020). A nível institucional, no Brasil existem os Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), o Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN) a Organização Social (OS) e Biofábrica MOSCAMED, que fazem uso das radiações para conservação de alimentos, irradiação de materiais e controle de insetos, promovendo a saúde pública e proteção de pessoas, favorecendo com seus trabalhos os mais diversos seguimentos.

De acordo com IPEN (2020), no Brasil, a maior parte dos pesquisadores são apoiadores a instalação de aceleradores de elétrons em seu território, dada sua eficiência, eficácia e praticidade ao utilizar um sistema liga, desliga. Enfatiza ainda que a Europa, que é a maior importadora do Brasil, vê sem ressalvas o uso de radioisótopos, mas aceita melhor a radiação por feixe de elétrons ou raios-X.

Difundido nos meios científicos e comerciais, o uso de Aceleradores de Elétrons e Raios-X tem demonstrado exponencial eficiência desde sua descoberta, além de ser um grande aliado no que se refere à conservação de alimentos quando aplicada a frutos e hortaliças, inibição de brotamento de tubérculos e bulbos, proliferação de parasitas, fungos e bactérias (CHATTERJEE *et al.*, 2015).

A irradiação induzida por Feixe de Elétrons (E-Beam) é uma forma de energia ionizante que tem como característica, o poder de penetração e altas taxas de dosagem. Seu feixe é um fluxo concentrado, altamente carregado de elétrons, gerado por aceleradores capazes de produzir raios contínuos ou pulsados, sendo a energia dos elétrons absorvidas, alterando diversas ligações químicas, danificando o DNA e destruindo a capacidade reprodutiva dos microrganismos. De acordo com Rodrigues (2014), todos os irradiadores são projetados com o objetivo de expor os mais diversos materiais à radiação de forma que a exposição seja a mais homogênea possível.

Desta maneira, a irradiação induzida, tem se apresentado como uma técnica inovadora que, se adequadamente aplicada, pode trazer benefícios para o Brasil, no sentido de eliminar barreiras comerciais na exportação de produtos, uma vez que pode viabilizar o aumento da comercialização dos produtos agrícolas. A tecnologia de Aceleradores de Elétrons e Raios-X aplicada a alimentos (Quadro 07), prevalecem na classificação de irradiação fitossanitária. Atualmente, o governo brasileiro tem demonstrado interesse em viabilizar em escala comercial a tecnologia da irradiação aplicada a alimentos para fins comerciais, mercado interno e

exportação, colocando em discussão a instalação de plantas industriais com irradiadores em pontos estratégicos do país (IPEN, 2020) (ANVISA, 2014).

Quadro 7 - A seguir, são apresentados alguns modelos de irradiadores disponíveis no mercado.

| Equipamento/ sistema | Descrição | Nome do fornecedor (2) | Preço médio | Prazo de entrega | |
|---|--|---|-------------------------------|--|--|
| Acelerador de elétrons, ou raios-X, software controle | Sob encomenda para as necessidades do cliente | IBA, Bélgica | EUR 5 milhões | 26 meses anos Instalação em 6 meses | |
| Acelerador de elétrons, software | 10 MeV 20 kW | Nuctech, China | US\$ 5 milhões | 1-2 anos | |
| Acelerador de elétrons, ou raios-X, software controle | Elétrons 10 MeV Raios-X 5 MeV | Mevex, Steris | | | |
| Sistema transportador de produtos | Aço inox para não sofrer danos por radiação. | Siembra, Vinhedo, SP OSME, Arujá, SP | | | |
| Sistema de dosimetria a alanine | Electronic Paramagnetic Resonance (EPR) | Bruker do Brasil | EUR 65752,00 9 (dez. 2020) | 3-4 meses | |
| Dosímetros alanina | Caixa com 2000 unidades | Aerial, França | EUR 1700 | 4 semanas | |
| Adesivos sensíveis à radiação Sterin (1) | Indicação rápida se o produto foi irradiado ou não. Deve ser escolhido o modelo de acordo com a dose de radiação usada. | Ashland | | | |
| Energia fotovoltaica | Fornecimento de energia solar alternativa | Liberty energy | | | |
| Chiller | Adequado para o irradiador. Locação | Tecnogera | | | |
| Transformador, Estabilizador de tensão e outros equipamentos elétricos | Adequados para o irradiador | Multitrafo | | | |
| Microscópio (opcional) | Para amostras biológicas 40 - 1000x de aumento | | R\$ 9.000,00 | | |

Fonte: Adaptado de MAPA, (2022).

2.3.2.1 Acelerador Linear Sterigenics

Comprometida em ser a líder mundial no fornecimento de serviços de esterilização a empresa apresenta um portfólio de aceleradores de elétrons de alta energia voltados ao uso de aplicações industriais.

Os benefícios provenientes ao uso da tecnologia e-Beam (Acelerador Linear Sterigenics) remetem à melhoria da qualidade dos produtos irradiados, a exemplo de alguns polipropilenos, onde são observados menos rompimentos e efeitos de envelhecimento a longo prazo como resultado do tempo de exposição menor ao E-Beam, o que se traduz em maior estabilidade do material e em produtos estéreis que contribuirão para a melhoria dos cuidados com a saúde da população (STERIGENICS, 2020).

Conforme descrito pelo fabricante, os aceleradores Sterigenics permitem um processo com alta velocidade e capacidade ao esterilizar produtos de baixa-densidade uniformemente embalados de forma rápida e eficaz, com dosagem dosimétrica ao eliminar a necessidade de testes pós-esterilização e otimização do tempo e da logística de distribuição, modificação de polímeros e aprimoramento de propriedades dos materiais submetidos à sua exposição.

2.3.2.2 Acelerador linear Dynamitron

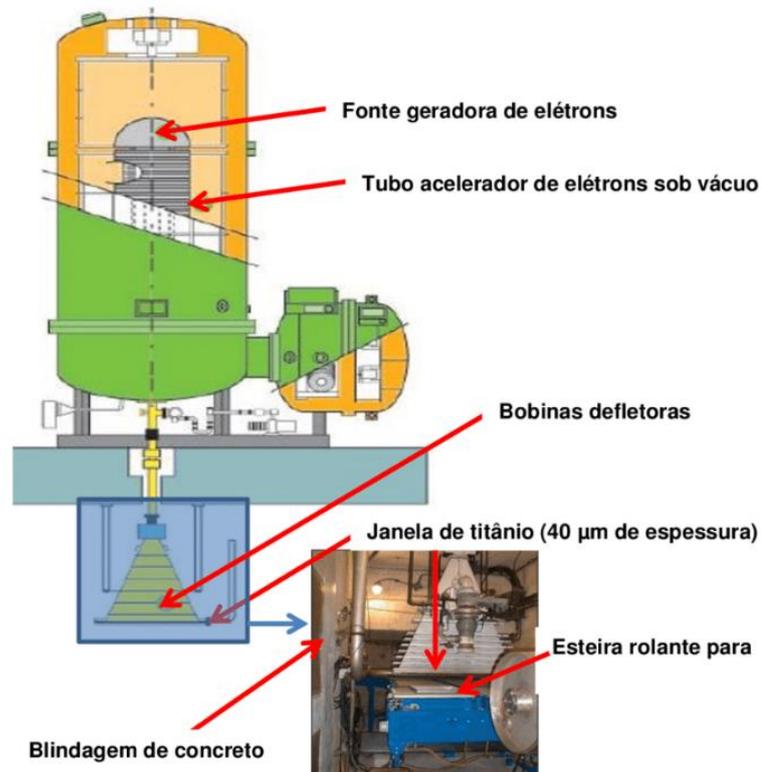
Comercialmente produzidos pela Radiation Dynamics, Inc. – USA, o Acelerador linear Dynamitron, trata-se de um acelerador por queda de potencial, onde sua alta voltagem é gerada por um sistema multi-estágio de retificação em cascata., convertendo uma potência alternada de alta frequência (RF), Rádio Frequência, em uma potência com corrente contínua de alta voltagem (WILSON et al., 2001).

Os Feixes de Elétrons dos Aceleradores Lineares da Dynamitron têm como características básicas a transferência de energia aos retificadores por indução elétrica entre eletrodos semicilíndricos excitados pela RF e eletrodos semicirculares vinculados a cada estágio de retificação (CLELAND, 1979).

A excitação em paralelo, dos módulos de retificação, transfere potência idêntica a cada estágio, resultando em uma regulagem de voltagem sob carga, independentemente do número de estágios e da própria voltagem de saída.

Na Figura 06 abaixo é ilustrado o esquema de aceleração de elétrons no Dynamitron.

Figura 6 - Esquema do Acelerador de Elétrons Dynamitron.



Fonte: Bardi, (2014).

2.3.2.3 Acelerador Rhodotron

O acelerador tipo Rodotron (Figura 07) da empresa IBA (ION BEAM APPLICATIONS SA) da Bélgica, é um Acelerador de Feixe de onda contínua que combina alta potência e alta energia e que pode fornecer uma ou várias saídas de feixe, a depender da configuração de energia (Aceleradores de Elétrons, Raios-X ou ambos) e Kw entre 20 e 560.

Figura 7 - DUPLA DE RHODOTRON: Configurações Disponíveis. Fabricante IBA.

| Configurações |  |
|--|--|
| DUO 100: Rendimento de até 40 kW* | |
| DUO 200: Rendimento de até 100 kW* | |
| DUO 300: Rendimento de até 245 kW* | |
| DUO 1000: Rendimento de até 560 kW* | |

A obtenção dos dados orçamentários provenientes a instalação de um acelerador tipo Rodotron da empresa IBA (Bélgica), dependerá das especificações acerca do material a ser

tratado. As instalações necessárias para implementação de um projeto de grande porte, com potencial industrial, implicará na necessidade de uma área mínima de 250 e 300 m² e uma esteira transportadora conveyor, áreas de armazenagem, administrativas, apoio etc., dependerão das necessidades da instalação, se haverá necessidade de câmaras frias, áreas de estoque “molhada” e/ou área de estoque “secas” destinadas a alimentos, área de estoque destinadas a outros materiais (caixas e pallets), ou com os dois tipos de conveyors simultaneamente, em áreas de estoque separadas (IBA, 2022).

Um acelerador do tipo Rhodotron pode ser configurado com várias linhas de feixes para fornecer tensões ou tecnologias de feixes alternados (Feixe de Elétrons e Raios-X). Isso pode ser feito usando o mesmo acelerador, o mesmo transportador e a mesma sala de irradiação, reduzindo os custos de investimento e o tamanho da instalação, a depender do tratamento proposto para um determinado alimento ou material, e de outras diversas variáveis que possam surgir (IBA, 2020). As possibilidades geradas durante a discussão técnica da implementação de um projeto desse porte, permitem as gerações e emissões de propostas que já contemplam fases mais avançadas, tal como a contratação dos serviços de pré-projeto.

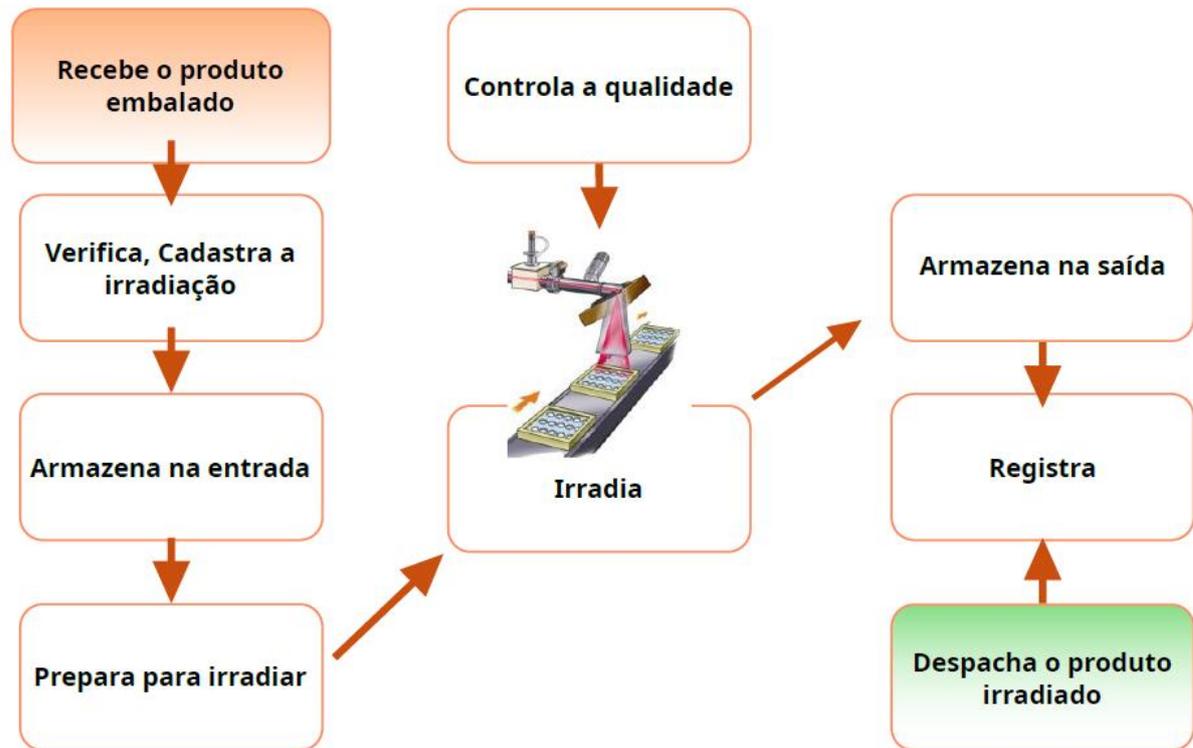
A depender das configurações predefinidas, muitos requisitos específicos em termos de fabricação estão disponíveis, considerando a necessidade da tecnologia a ser usada.

Diante da complexidade de cada produto a ser tratado, o tratamento proposto é definido mediante os requisitos do usuário e as especificações funcionais relacionadas às suas necessidades específicas. O resultado será uma integração perfeita dos componentes do processo, como manuseio do produto, monitoramento da qualidade do tratamento e segurança (FERREIRA, 2021).

No que se refere à utilização no meio industrial, o uso da tecnologia de raios -x deve ser adaptado às necessidades do produto a ser trabalhado, mediante as seguintes condições, em conformidade com a Figura 08:

- Embalagem do produto (palete)
- Tamanho do produto (impacto na buzina de varredura)
- Requisitos do produto (DUR e dimensionamento de overscan)
- Aspectos regulatórios (5 MeV e ou 7 MeV).

Figura 8 - Processo do tratamento com radiação.



Fonte: MAPA, (2022).

2.3.3 Legislação para licenciamento e instalação de irradiadores multipropósitos

1ª) Blindagem: Absorve a maior parte da radiação emitida, diminuindo o seu nível na parte externa para níveis abaixo da radiação de fundo local.

2ª) Mecanismo de transporte: Conduz o material a ser irradiado para dentro do irradiador, onde será exposto à radiação durante o tempo necessário para acumular a dose desejada, e o retira sem a intervenção humana.

3ª) Fonte de radiação, que podem ser uma fonte gama (em geral ^{60}Co), Feixe de Elétrons ou Raios-X.

De acordo com a CNEN (Comissão Nacional de Energia Nuclear), o licenciamento para instalação de irradiadores deve obedecer às diretrizes NN 6.02/2011 e à Resolução CNEN 261/20, as quais estabelecem o licenciamento de acordo com finalidade da instalação e se a fonte é selada ou não selada (CNEN, 2020).

Para as fontes seladas, a classificação em grupos e subgrupos é de acordo com Art. 3º:

I - GRUPO 1: Instalações de grande porte que utilizam fontes seladas em processos industriais induzidos por radiação, incluindo os irradiadores de grande porte utilizados para

esterilização de materiais, para preservação de alimentos ou para outras aplicações da irradiação.

II – GRUPO 2: Instalações que utilizam fontes seladas em equipamentos, subdividindo-se em:

a) SUBGRUPO 2A - Instalações que utilizam fontes seladas em equipamentos de grande porte auto blindados, que não permitem acesso às fontes nem à câmara de irradiação, e nos quais não há o deslocamento das fontes em operação rotineira;

b) SUBGRUPO 2B - Instalações que utilizam fontes seladas em equipamentos para fins de radioterapia, nas modalidades de teleterapia e braquiterapia com altas taxas de dose, radiografia industrial e de outras práticas que requeiram blindagem externa para a utilização das fontes.

III - GRUPO 3: Instalações, incluindo aquelas para fins de comércio e prestação de serviços, nas quais se manipulam, utilizam ou armazenam fontes seladas que não se enquadram nos GRUPOS 1 e 2. Os Grupos 4, 5 e 6 referem-se às instalações que manipulam, armazenam ou utilizam as fontes não seladas, incluindo aquelas para fins de comércio e prestação de serviços.

As instalações que utilizam equipamentos geradores de radiação ionizante se enquadram no Art 5º da CNEN-NN 6.02/2011 e da Resolução CNEN 261/20, estando classificadas no GRUPO 7, e compreendem as instalações que utilizam aceleradores de partículas ou quaisquer outros aparelhos geradores de raios-X. De acordo com o Parágrafo Único da Norma Nuclear (NN), as instalações a que se refere o caput do Art 5º devem ser classificadas em um dos subgrupos especificados a seguir, conforme o nível de energia de feixe gerado pelos equipamentos utilizados:

I - SUBGRUPO 7A - Equipamentos geradores de radiação ionizante que produzam feixe com energia menor ou igual a 0,10 MeV;

II - SUBGRUPO 7B - Equipamentos geradores de radiação ionizante que produzem feixe com energia maior que 0,10 MeV e menor ou igual a 0,60 MeV;

III - SUBGRUPO 7C - Equipamentos geradores de radiação ionizante que produzem feixe com energia maior que 0,60 MeV e menor ou igual a 50 MeV; ou

IV - SUBGRUPO 7D - Equipamentos geradores de radiação ionizante que produzem feixe com energia maior que 50 MeV (CNEN, 2020).

Nestes termos, podemos observar que as instalações dos irradiadores industriais estão incluídas no Grupo 1 ou nos Subgrupos 2A ou 7C. Por outro lado, a IAEA apresenta os Guias Específicos de Segurança Safety Series 107 (IAEA, 1992) e sua substituta, a Specific Safety

Guide (IAEA, 2010), que classificam os irradiadores de acordo com suas características, independentemente de sua finalidade. Deste modo, os irradiadores ^{60}Co , são divididos nas categorias I (auto blindado), II (panorâmico e com armazenagem da fonte a seco), III (auto blindado com água) e IV (panorâmico e de armazenagem da fonte em água); e os aceleradores nas categorias I (irradiador blindado) e II (irradiador dentro de uma sala blindada).

Entende-se que a tecnologia de irradiadores de materiais por meio de raios-x e aceleradores de elétrons, apresentam-se como alternativa que poderá contribuir com a manutenção da qualidade da saúde pública e desenvolvimento econômico a nível regional.

De acordo com o (IPEN, 2020), o governo brasileiro tem demonstrado interesse em viabilizar a adoção em escala comercial o uso da tecnologia da irradiação aplicada a alimentos para o mercado interno e externo, colocando em discussão a instalação de plantas industriais com irradiadores em pontos estratégicos do país. Com isto, foi criado um grupo multiministerial para estimular o uso da radiação como ferramenta de ampliação do mercado externo.

Diante aos impasses orçamentários, que atribui ao custo inicial de instalação como principal empecilho à difusão do uso da irradiação no Brasil, fabricantes e potenciais investidores têm demonstrado interesse em comercializarem com o Brasil os seus produtos e serviços, sendo eles a NUCTECH, da China, a ROSATON, da Rússia, e a FRAUNHOFER, da Alemanha vistos como os principais fabricantes do mundo (VILA NOVA, 2020).

2.4 Incentivos fiscais no âmbito municipal, estadual e federal

Os incentivos fiscais são oferecidos no âmbito municipal, estadual e federal como uma medida legal, prevista em lei, para que empresas possam economizar dinheiro em futuras aplicações. Deste modo, a carga tributária é reduzida mediante a aplicação de incentivos fiscais corroborando com a redução da carga tributária no nosso país (Ministério da Economia, 2021).

Compreende-se que a instalação de um empreendimento de grande porte, a exemplo da instalação de um irradiador industrial irá beneficiar uma determinada região, mediante a criação de empregos e outras oportunidades. Assim, cabe ao Governo apoiar e dar condições aos empresários para que eles criem os empregos necessários ao desenvolvimento e melhor distribuição de renda (ADDIPER, 2014).

No intuito de interiorizar o desenvolvimento local, o então governador Eduardo Campos (ADDIPER, 2014) atribuiu a distribuição dos incentivos segundo as regiões, de acordo a sua localização. Região Metropolitana do Recife – RMR (75%), Zona da Mata (85%), Zona do Agreste (90%) e Zona do Sertão (95%), podendo ser prorrogável até 31 de dezembro de 2032 (Lei Complementar Federal N° 160/2017).

Mediante as exigências do mercado global, algumas localidades do país acabam destacando-se graças a sua localização geográfica propícia à instalação de maiores empreendimentos, atividades mais competitivas, ligadas ou não à exportação (SILVEIRA, 2011). Proveniente aos avanços tecnológicos nos últimos anos, o índice de produtividade agropecuária no Brasil tem crescido muito no desenvolvimento genético de grãos, aliado às pesquisas de melhoramento da fertilidade dos solos e do emprego de maquinário de última geração (ARAÚJO, 2007; MAPA, 2015).

Levando em consideração que o uso da tecnologia com o intuito de diminuição de perdas, conservação e redução de custos vêm demonstrando avanços que podem ser adotados, o que irá favorecer à sociedade como um todo. Estima-se que o Governo Federal disponibilizou R\$1 bilhão para a construção, adequação e manutenção de armazéns e silos - tecnologia de armazenamento de grãos para manter alimentos preservados, saudáveis e seguros (TSUNECHIRO, 2012).

Atualmente existem pelo menos dez linhas de crédito oficial para financiamento da armazenagem, das quais seis são destinadas a produtores rurais (IEA, 2011). Considerando o expressivo potencial de crescimento da produção de grãos, com base em condições ecológicas e tecnologia à disposição dos agricultores, para manutenção da competitividade no cenário produtivo e de exportação, torna-se evidente a necessidade de melhorias.

Nesse contexto, pode-se observar a escassez de irradiadores que atendam em escala comercial no Brasil, um país com grandes dimensões continentais, sendo um dos 5 maiores países do mundo, maior país da América Latina e um dos países mais populosos do mundo. O país abrange cerca de 8,5 milhões de quilômetros quadrados, divididos geopoliticamente em 5 regiões, com 3 fusos horários e conta com 26 estados e Distrito Federal (HALLER, 2014).

Mediante as informações obtidas, pôde-se observar que as poucas unidades de irradiadores que fazem uso da tecnologia de aceleradores lineares, a nível industrial, não atendem às demandas de um mercado produtor espalhado nas diversas regiões do país, as quais apresentam grandes distância entre estados, e que conta com um sistema de transporte rodoviário deficitário. Nesses termos, seria preciso o investimento também na construção de irradiadores industriais em diferentes estados, para que se pudesse tratar os alimentos antes de serem transportados durante dias por caminhões, evitando perdas desnecessárias, sobretudo durante as fases de transporte rodoviário e armazenamento (LEVY, 2020).

De acordo com Silva (2014), o maior sistema de transporte utilizado no traslado de mercadorias entre o mercado interno e externo é o transporte aquaviário, modal hidroviário que consiste nos transportes realizado sobre as águas. Esse tipo de transporte aquático tem três

diferentes classificações, sendo elas o transporte Marítimo, que é o transporte que acontece sobre mares e oceanos, onde se utilizam navios para o transporte de cargas; transporte Lacustre, que é quando o transporte é feito através de lagos e lagoas e o transporte fluvial, que é um meio de transporte que utiliza barcos, navios ou balsas para se deslocar sobre rios, lagos e canais artificiais.

2.5 Estudo de viabilidade econômica e financeira da instalação de um irradiador multipropósito

Diante a internacionalização econômica, devido ao advento da tecnologia, evidenciou-se a necessidade de uma reestruturação de gestão empresarial com o intuito de compatibilizar padrões internacionais de qualidade e produtividade entre as organizações (PORTER, 1999). Compreende-se, que a análise de viabilidade econômica e financeira integra um rol de atividades desenvolvidas, que buscam identificar os benefícios provenientes de um investimento, comparados ao investimento e custo associados ao mesmo, a fim de verificar a sua viabilidade de implementação (VERAS, 2001). Segundo o autor supracitado, a análise de um investimento é considerada um conjunto de técnicas que permitem a comparação entre os resultados de tomada de decisões referentes a alternativas diferentes de forma científica. O autor ainda enfatiza, que a análise de investimentos compreende não só alternativas comparativas entre dois ou mais investimentos, mas também a análise de um único investimento com a finalidade de avaliar a implementação de um projeto em potencial.

Nesse contexto, potenciais empreendedores, passam a desempenhar um conjunto de atividades ao planejar, produzir, vender, entregar e dar suporte a seus produtos, buscando uma vantagem competitiva (PORTER, 1989). Esses conceitos revelam que a aplicabilidade da Vantagem Competitiva Sustentável (VCS) proposta por Porter, dependerá do desenvolvimento de um planejamento estratégico e este compreende a tomada de decisões que afetam empresa ao longo prazo, especialmente decisões sobre os produtos, serviços e segmento de mercado que a organização pretende oferecer assim como os mercados e clientes que a organização pretende atingir (MAXIMIANO, 2000).

De acordo com Dornelas (2005), esta análise pode auxiliar a criação de novos empreendimentos, já que trata de um estudo capaz de apresentar a viabilidade de determinado seguimento, o que ele pode proporcionar em relação ao crescimento.

Segundo Francisco (1988), A análise de um investimento tem finalidade de avaliar os investimentos a serem realizado mediante a enumeração de alternativas viáveis: análise de cada alternativa, comparação das alternativas e escolha da melhor alternativa. Diante a

implementação de um empreendimento, o estudo de viabilidade se torna fundamental na montagem de um plano de negócio que objetiva projeções exponenciais mediante a sua efetivação no mercado.

A análise de viabilidade econômica e financeira é uma estratégia utilizada por muitos economistas na atualidade. Conhecida superficialmente por muitos leigos, essa ferramenta é utilizada por muitas corporações e, embora muito difundida mundialmente, poucos conhecem a sua importância e eficácia ao mensurar a viabilidade de um projeto em potencial.

Segundo Contador (1997), o estudo de viabilidade de um projeto pode ser feito isoladamente ou por meio de comparação de critérios, regras e métodos pré-existentes que farão mensura à sua aceitação e exequibilidade, onde, por meio ao prognóstico desse estudo, pode-se avaliar a proposta, adoção e implantação de um irradiador (e-beam), aceleradores de elétrons e raios-x no estado de Pernambuco.

2.6 Análise de mercado

De acordo com Escarlata (2010), entende-se como mercado a relação que ocorre entre a oferta e a procura por produtos e serviços, baseando-se na ligação existente entre os que oferecem e os que procuram, sejam eles consumidores, fornecedores ou concorrentes. A execução de um empreendimento de grande porte necessita da efetiva participação de seus governantes, no intuito de equilibrar a relevância da proposta com o alcance da melhoria da qualidade de vida local (REZENDE, 2006).

Segundo Dias (2012), o estudo de análise de mercado é um dos componentes de negócio que estão relacionados ao marketing organizacional, pois a pesquisa mercadológica do produto irá fornecer dados necessários ao planejamento da oferta do produto, além de explanar o entendimento do mercado da empresa, clientes em potencial, concorrentes direto e indireto, mercado de atuação, aceitação do público-alvo e variação de vendas de acordo com a situação econômica.

Para ser bem-sucedido, um empreendimento deve procurar inovar e aprimorar as ofertas, estabelecendo distinções entre seus produtos e serviços para que sejam facilmente percebidos o seu diferencial competitivo e o mercado onde ele está inserido, sua localização, perfil do consumidor e sua concorrência direta e indireta.

Nestes termos, a criação de um segmento de mercado, produto/serviço se obtém mediante a análise externa, interna e obtenção dos resultados por meio da análise SWOT e do Business Model CANVAS, pois, de acordo com Veras (2001), a metodologia utilizada para gerir um determinado projeto deve salientar o modo de condução desse projeto. Deste modo,

uma única metodologia não resolve todas as demandas provenientes a um projeto, visto que cada projeto tem um enfoque diferente, fazendo necessário o uso de metodologias diferentes.

Afora isso, deve-se aqui destacar a necessidade de melhor estruturação e geração de alternativas mais rentáveis para a diversificação produtiva a partir da expansão comercial do agronegócio, com base em melhor assistência técnica e apoio à comercialização de culturas alimentícias, ou mesmo de outras voltadas para o processamento industrial, além reformulação da política de reforma agrária no sentido de ampliar o tratamento proposto por meio ao uso das radiações, atendendo a pré-condição de exportação de países de primeiro mundo.

2.7 Análise SWOT

Desenvolvida por Kenneth Andrews e Roland Christensen, a análise SWOT (Figura 09) é um tipo de análise que corresponde à identificação, por parte de uma organização, de forma integrada, dos principais aspectos que caracterizam a sua posição estratégica num determinado momento, tanto em ambientes internos como externos, este termo foi criado com base na conjunção das palavras Strengths (forças), Weaknesses (fraquezas), Opportunitys (oportunidades) e Threats (ameaças), (SILVEIRA, 2001).

Este tipo de análise, também conhecida como Análise FOFA (Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças), em português, avalia pontos Fortes e Fracos em dimensões chaves como desempenho, recursos financeiros e humanos, instalações e capacidade de produção, participação de mercado, percepções do consumidor sobre a qualidade, preço e disponibilidade do produto, e comunicação organizacional (FERREL et al., 2000).

Figura 9 - Esquematização da análise SWOT.



Adaptado de STi3 Sistemas, (2023).

Mediante a análise dos pontos FORTES e FRACOS dos seus concorrentes diretos em relação ao seu produto/serviço, de maneira que, ao se evidenciar os pontos fracos de um determinado concorrente, a matriz SWOT apresenta OPORTUNIDADES de melhorar seu produto/serviço e permitindo, desta maneira, que sejam adotadas medidas que possam vir a eliminar as posteriores AMEAÇAS e riscos envolvidos.

Compreendida como uma das ferramentas importantes no planejamento estratégico, uma vez que analisa pontos Fortes e Fracos; Ameaças e Oportunidades e auxilia os planejadores de um projeto em exponencial, esta análise dá a gerência uma visão crítica do ambiente interno e externo de um empreendimento organizacional (BOONE; KURTZ, 1998). Diante disso, a empresa tenta maximizar os seus pontos Fortes e moderar o impacto dos seus pontos Fracos.

Percebida como um instrumento de análise, SWOT é comumente utilizada em vários segmentos de mercado na tomada de decisões em relação à gestão e negócios de empresas. Tomar como base todas as informações disponíveis a serem avaliadas sobre a realidade do empreendimento no mercado externo e interno faz parte do planejamento estratégico no julgamento da aplicação de futuras ações em relação aos negócios, posicionamento de mercado e comportamento junto aos concorrentes e parcerias, avaliando com precisão todos os pontos importantes para a continuidade e expansão de uma determinada atividade (FILHO, 2014).

A análise também é útil ao evidenciar pontos Fortes que ainda não foram plenamente utilizados e identificar pontos fracos que podem ser corrigidos com antecedência, uma vez que o empreendedor se posicione estrategicamente ao tirar vantagens em determinadas Oportunidades do ambiente e evitar ou minimizar as Ameaças do ambiente (WRIGHT, 2000). O entendimento dos fatores externos e internos propicia ao empreendedor uma visão macro dos pontos Fortes e Fracos, das Oportunidades e Ameaças presentes no ambiente interno e externo da empresa. O entendimento dos fatores externos (Oportunidades e Ameaças) e dos fatores internos (pontos Fortes e Fracos) contribui para formação de uma visão de futuro a ser seguida (SILVEIRA, 2001).

Uma vez implementada esse tipo de análise, o diagnóstico obtido constitui uma fonte de informação e suporte para elaboração da gestão estratégica. Antes de se examinar como se aplica essa análise, é necessário conhecer o modelo em sua definição, como também conhecer seus objetivos e conseqüentemente os benefícios provenientes a aplicação desse modelo. Os principais elementos deste modelo de negócios podem ser representados visualmente conforme Figura a 10 seguir:

Figura 10 - Sistematização da análise SWOT



Adaptado de STi3 Sistemas, (2023).

2.7.1 Análise externa de mercado

A Análise Externa de Mercado, objetiva identificar por meio de técnicas de monitoramento e de verificação as principais OPORTUNIDADES e AMEAÇAS que se colocam diante a implementação de um empreendimento em potencial, pois é comum que mudanças externas ocorram.

Entretanto, ter a percepção antecipada dessa mudança fará com que se aproveite melhor as oportunidades e se tenha um menor impacto com as ameaças (LEITE.GASPAROTTO, 2018).

No que se refere à análise externa, o Modelo SWOT objetiva a identificação das principais oportunidades e ameaças, que em um determinado momento, se colocam perante a organização.

2.7.2 Análise interna de mercado

A Análise Interna de Mercado traz como objetivo a identificação dos principais pontos fortes e fracos de uma organização e empreendimento em um tempo determinado, pois a identificação deste prognóstico (que traça o futuro desenvolvimento ou o resultado de um processo), farão com que a organização possa extrair maior proveito das FORÇAS (identificadas como um diferencial competitivo positivo), diminuindo ao máximo as FRAQUEZAS identificadas. O ambiente interno deve ser monitorado constantemente para identificação das Forças e Fraquezas mais diretamente relacionados com os fatores críticos do sucesso.

Mediante a extração informativa obtida por meio da análise (interna e externa) pode-se concluir e maximizar ao máximo as Forças e minimizar com antecedência as Fraquezas (CASAROTTO, 2019). Deste modo, após o estudo e análise do tipo SWOT, absorve-se informações secundárias sobre um empreendimento que se está analisando e sobre o setor econômico que o integra.

Autores como Ferrel *et al.* (2000); Miller (2002) e Kotler e Keller (2006), enfatizam que a análise do tipo SWOT, quando realizada corretamente, pode impulsionar o processo de criação de um plano de marketing consistente. Depois da análise, a empresa pode estabelecer metas específicas para o período de planejamento.

As técnicas utilizadas nesta análise funcionam como uma espécie de filtro, por onde as informações pertinentes ao projeto chegam ao processo decisório da empresa ou empreendedor. Segundo Boone e Kurtz, (1998); Matos, Matos e Almeida (2008), uma análise SWOT realizada da maneira correta pode ser considerada um componente-chave para o sucesso de uma organização. Deste modo, a junção dos pontos Fortes internos com as Oportunidades externa identificadas produzem uma situação denominada como ALAVANCAGEM.

Enquanto a junção dos pontos Fracos internos em confronto com Ameaças externas identificadas produz uma situação denominada PROBLEMA.

2.8 Análise Business Model CANVAS

Com a ascensão do empreendedorismo, avanço tecnológico, conhecimento e compartilhamento, surgiram muitas ideias inovadoras em todos os setores e áreas de mercado. Por anos o modelo de negócios foi usado sem um consenso em sua definição. O consultor suíço, Alexander Osterwalder, desenvolveu o método que deu origem ao Business Model CANVAS que permite ao empreendedor ter uma visualização em blocos relacionados às principais funções de um negócio, no qual se pode descrever e alterar modelos de um empreendimento (PEREIRA, 2016).

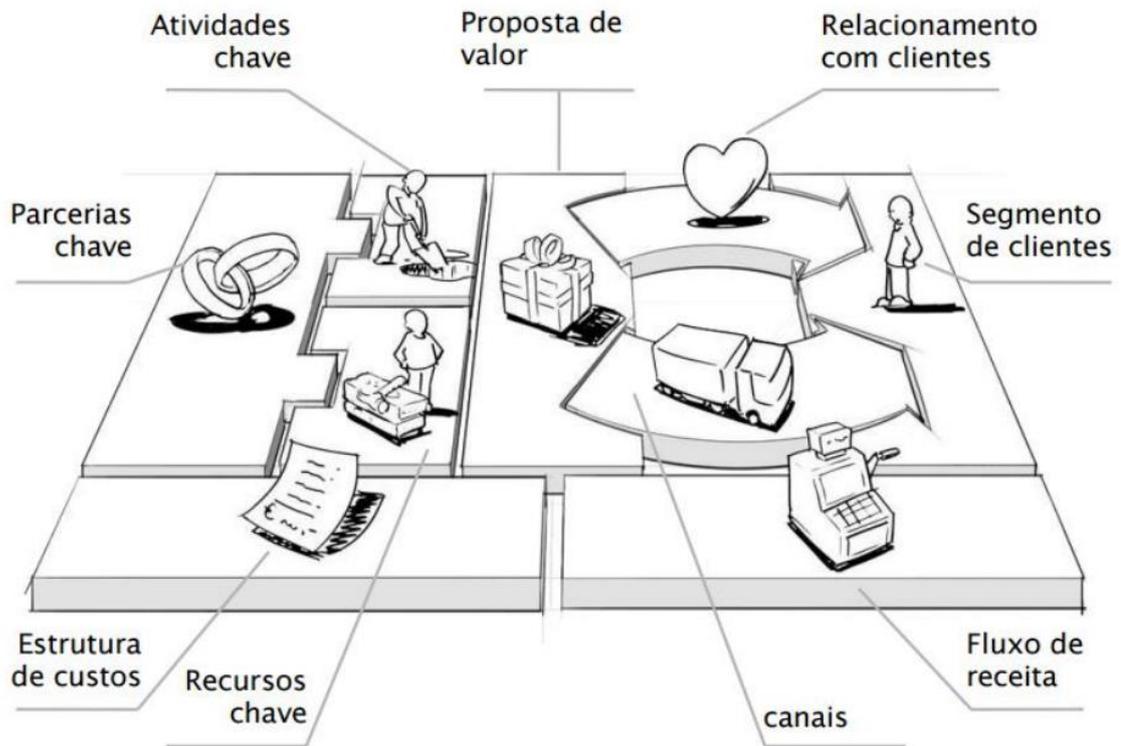
Conhecido como modelo de negócio CANVAS, o Business Model CANVAS trata-se de uma ferramenta de planejamento estratégico, que permite ao agenciador desenvolver e esboçar modelos de negócio (SEBRAE, 2023). Dividido em nove blocos, este modelo conceitualiza uma organização, como gerar valor ao mercado, definindo os principais fluxos e processos, além de permitir uma análise e visualização de modelo de atuação no mercado (SEBRAE, 2016).

O CANVAS traz a proposta inicial de poder identificar, analisar e conceituar uma ideia de modelo de negócios para um empreendimento de forma prática, visual e interativa. Este

modelo é a definição da explicação do que a empresa é, a maneira como ela funciona e cria valores (DORNELAS, 2016).

Segundo Dornelas (2017), o modelo CANVAS é algo prático de se fazer e exequível ao se discutir os principais componentes do modelo de negócios, testar hipóteses e paulatinamente evoluir o conceito do negócio e produzir novas versões do CANVAS. Os principais elementos deste modelo de negócios podem ser representados visualmente conforme Figura a 11 seguir:

Figura 11 - Esquemática da análise CANVAS.



Fonte: Osterwalder; Pigneur, (2011).

De acordo com Clark (2013) e Biava (2017), CANVAS confere um atalho visual que simplifica organizações complexas. Com as imagens, este método ajuda a transformar suposições não verbalizadas em informações explícitas. Deste modo, as informações explícitas nos auxiliam a pensar e comunicar mais efetivamente.

O enfoque principal do CANVAS é trazer clareza aos objetivos centrais, apontando as suas forças, fraquezas e prioridades por meio de um quadro dividido em nove seções, onde cada seção aborda um bloco, modelo de negócio para esboçar e modelar diferentes aspectos do negócio (STICKDORN; SCHNEIDER, 2014; SEBRAE, 2022).

Business Model CANVAS refere-se a um conceito comum, que permite a elaboração e formação de estratégia do modelo de negócio, por meio de uma linguagem fácil, o que, por

consequência, facilita sua compreensão compartilhada (OSTERWALDER; PIGNEUR, 2011; SEBRAE, 2021). O modelo de negócios descrito a seguir (Quadro 08), permite mais clareza de entendimento sobre a validade ou não de uma ideia.

Quadro 8 - Modelo de Negócios Canvas.

| Rede de Parceiros | Atividades-Chave | Proposta de Valor | Relacionamento com Clientes | Segmentos de Clientes |
|--|---|---|--|--|
| <p>Quem são os nossos principais parceiros? Quem são os nossos principais fornecedores? Quais os recursos-chave que estamos adquirindo de parceiros? Quais atividades principais parceiros vão executar?</p> | <p>Quais as Principais Atividades que nossas propostas de valor exigem? Nossos canais de distribuição? Relacionamento com o Cliente? Os fluxos de receitas?</p> | <p>Quais os valores e benefícios que agregamos para o cliente? Quais problemas do cliente estamos ajudando a resolver? Quais produtos e serviços oferecemos para cada segmento de clientes? Quais necessidades de nossos clientes estamos satisfazendo?</p> | <p>Que tipos de relacionamento cada um dos segmentos de clientes espera que tenhamos e manteremos? Quais relacionamentos nós estabelecemos? Como estes relacionamentos se integram com nosso modelo de negócios? Quanto custa esses relacionamentos?</p> | <p>Para quem estamos criando valor? Quem são nossos clientes mais importantes?</p> |
| <p>Motivações para parcerias: eliminação e redução de risco econômico e aquisição de incerteza de recursos especiais e atividades</p> | <p>Categorias problema de produção Resolvendo Platform / Rede</p> | | <p>Canais de Distribuição</p> | |
| | <p>Recursos-Chave</p> | | <p>Através de quais canais os segmentos de clientes podem ser atingidos? Como estamos atingindo atualmente? Como os canais de integram entre si? Qual o canal que funciona melhor? Quais apresentam melhor custo/benefício? Como estamos integrando os canais com a rotina dos clientes?</p> | |
| | <p>Quais recursos serão necessários para viabilizar a proposta de valor? E os canais de distribuição? E o relacionamento co clientes? O fluxo de caixa?</p> | | | |
| <p>Estrutura de Custos</p> | | | <p>Fluxo de Receitas</p> | |
| <p>Quais são os custos mais representativos em nosso modelo de negócios? Quais os recursos-chave mais caros? Quais as atividades mais caras?</p> | | | <p>Por qual valor gerado pela empresa seus clientes estariam dispostos a pagar? Pelo que eles pagam atualmente? Como eles pagam atualmente? Como eles gostariam de pagar? Quanto cada entrada contribuir para o fluxo geral de receitas?</p> | |

Fonte: Adaptado de Inatel, (2012).

3 METODOLOGIA E ESTRATÉGIAS DE AÇÃO

Esta pesquisa possui caráter qualitativo, uma vez que de acordo com Godoy (1995), esse tipo de análise não utiliza instrumental estatístico nem procuram enumerar e ou aferir os eventos estudados, mas obter dados relativos ao comportamento humano, lugar e processo interativo mediante o contato direto do pesquisador com a situação a ser estudada, buscando compreender os fenômenos de acordo com a perspectiva da situação em estudo.

Categoricamente, a pesquisa qualitativa parte do pressuposto de que a ação humana ocorre em função de suas crenças, percepções, sentimentos e valores, e que seu comportamento tem sempre um sentido, um significado que não é possível conhecer de imediato, necessitando ser desvelado (ALVES-MAZZOTTI; GEWANDSZNAJDER, 2001).

De acordo com Vergara (2009), as pesquisas podem ser classificadas conforme os seus fins e os seus meios de investigação. Deste modo, os critérios de classificação, deste estudo foi de caráter exploratório e descritivo, atribuídos ao fato de existir poucos estudos no Brasil voltados a instalação de irradiadores industriais de alimentos por meio de aceleradores de elétrons e raios-x. Nestes termos, foi realizado um estudo de viabilidade da implantação de um irradiador industrial de alimentos que faz uso da radiação induzida por meio a utilização de aceleradores de elétrons e raios-x no estado de Pernambuco. Para tal, foi realizado um estudo voltado ao uso, benefícios propostos, perspectivas e efetivação de mercado de uma técnica ecologicamente sustentável, considerada ainda pouco usual no território brasileiro.

De acordo com Vienna (2008); Cunha, Augustin (2022), um projeto que faz uso de uma determinada tecnologia é considerável viável economicamente quando ele apresentar lucros, benefícios associados à melhoria da qualidade técnica ou aspectos ambientais de uma sociedade.

Considerando os aspectos apontados anteriormente, o projeto proposto nesta análise, objetivou evidenciar características intrínsecas de um empreendimento de grande porte com projeções exponenciais no mercado externo, ocasionadas pela busca continua por um diferencial competitivo e adequação de mercado.

Para a obtenção dos resultados deste estudo, foi realizado um estudo prospectivo sobre a localização onde o empreendimento pode ser instalado e foram aplicadas técnicas administrativas embasadas na análise de SWOT e no Business Model CANVAS, mediante ao estudo de mercado interno e externo, descoberta de parcerias comerciais e seguimentos de mercado da seguinte forma:

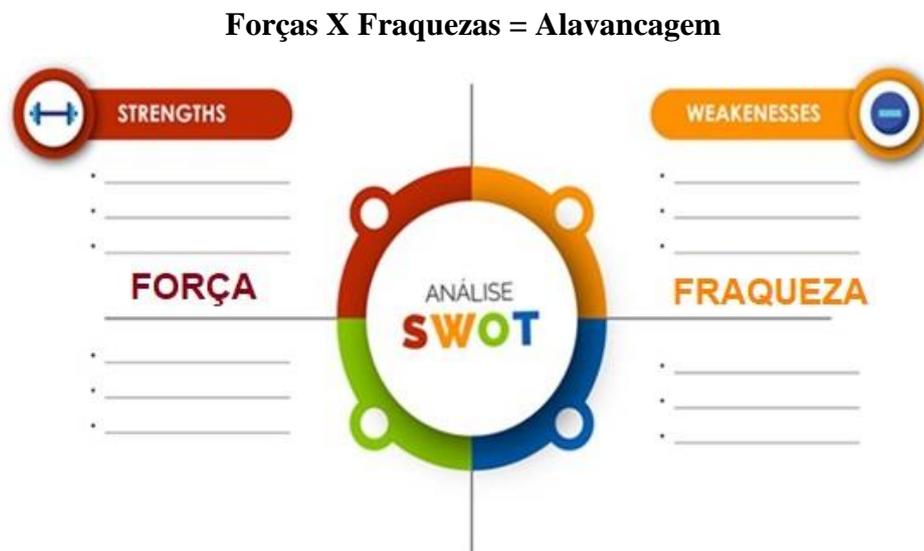
3.1 Modelo Análise de SWOT

A análise SWOT foi empregada para avaliar qualitativamente as viabilidades das instalações de irradiadores multiprósitos, considerando os tópicos referentes à Alavancagem e aos Problemas. A análise SWOT é uma estratégia de gestão que tem como objetivo entender mais sobre **Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças** de um nicho de mercado (GOMES, 2023).

As Figuras 12 e 13, apresentadas sequencialmente a seguir, ilustram o modelo sistemático de SWOT a ser seguido. Nele, serão lançados o prognóstico (que traça o futuro desenvolvimento ou o resultado de um processo) das Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças definidos neste estudo, onde, uma vez identificadas as Forças e Fraquezas apresentadas no decorrer desta pesquisa, foram otimizadas as fraquezas mediante a aplicação da técnica.

Na Figura 12, é apresentada o SWOT para a **Alavancagem**: “Ato de Incentivar; tornar mais favorável para o desenvolvimento de”.

Figura 12 - Aplicabilidade e técnica do modelo SWOT.



Na Figura 13 a seguir, é apresentada como serão analisados os **Problemas**: (Aquilo que impede ou Dificulta; que tende a sair do Controle).

Figura 13 - Aplicabilidade e técnica do modelo SWOT.



Fonte: Adaptado de STi3 Sistemas, (2023).

3.2 Modelo Análise CANVAS

A aplicação da análise CANVAS possui especificidades focadas na implementação do negócio, buscando resultados financeiros com o mínimo de risco possível. Por meio de um modelo de negócio consagrado, a empresa tenta explorar uma oportunidade onde as variáveis do negócio já são conhecidas, conseguindo, desta forma, mitigar seus riscos, utilizando-se de dados históricos de mercado.

Compreendido como um pensamento visual e caracterizada por utilizar desenhos para simular ideias ou condições, o diagrama CANVAS faz uso de um pensamento visual, sendo possível a visualização do negócio como um todo de modo rápido e objetivo. O desenho permite ao empreendedor comparar as relações entre os diversos blocos e descobrir se faz sentido fazer todas essas coisas, se elas se completam (SEBRAE, 2013; CAMARGO, 2019).

O diagrama Business Model CANVAS é um mapa visual pré-formatado contendo nove blocos, são eles:

- 1- O que o empreendimento vai oferecer ao mercado que realmente agrega valor comercial ao produto e consumidor final?
- 2- Quais segmentos de mercado serão foco deste empreendimento?
- 3- Como os clientes compram e recebem os produtos e serviços?

- 4- O Relacionamento com clientes e segmentos é mantido e estabelecido?
- 5- Atividades Chave: São as atividades essenciais para que seja possível entregar a proposta de Valor?
- 6- Recursos Chave: são os recursos necessários para realizar as atividades-chave.
- 7- Parceiros Chave: São as atividades-chave realizadas de maneira terceirizada e os recursos principais adquiridos fora da empresa.
- 8- Estrutura de custos: São os custos relevantes necessários para que a estrutura proposta possa funcionar.
- 9- Fontes de receita: São as formas de obter receita por meio de propostas de valor comercial.

3.2.1 Diagrama o Business Model CANVAS

Neste diagrama o Business Model Canvas (Quadro 09) ganha uma modelagem composta por nove blocos, preenchidos sucessivamente com os dados de análise coletados neste estudo. Em sua modelagem inicial os nove blocos são divididos em quatro campos correspondentes à análise a ser feita consecutivamente (OSTERWALDER; PIGNEUR, 2011; DORF *et al* 2012; SEBRAE, 2022).

➤ 1º Quadrante: O quê?

Proposta de Valor.

Esses recursos permitem a criação e entrega de propostas de valor, alcance de mercados, além de manter o relacionamento com seus segmentos de usuários. A que se refere a proposição de valor proposta neste estudo?

- Qual diferencial competitivo proposto mediante a implementação deste projeto?

➤ 2º Quadrante: Quem?

Seguimento de Mercado.

Quais grupos, pessoas e organizações que sua empresa pretende alcançar e atender?

- A qual seguimento de mercado este empreendimento atenderá, quais os seus potenciais consumidores e beneficiários?

Canais de Distribuição.

Responsável pela entrega da proposta de valor aos segmentos e consumidores. Comunicação, distribuição e canais de venda são considerados a comunicação da empresa.

- Quais os canais, mediadores, interlocutores de acesso necessário para boa execução, manejo e rotatória a serem utilizadas?

Relacionamento com o Cliente.

Qual tipo de relacionamento os segmentos de clientes esperam que tenhamos e mantenhamos? Quais relacionamentos nós estabelecemos? Como estes relacionamentos se integram com nosso modelo de negócios?

- Como será mantida a relação de mercado e proposta de atratividade voltada a adesão e fidelização deste negócio?

➤ 3º Quadrante: Como?

Atividades Chave.

Representam as atividades mais importantes que um empreendimento deve realizar para que seu modelo de negócio seja ascendente no mercado.

- Qual atividade principal é executada neste empreendimento?

Recursos Chave.

Os recursos-chave são os itens tangíveis e intangíveis necessários para oferecer e entregar os elementos mencionados.

- Quais os principais recursos percebidos e necessários para efetivação desta entidade?

Parceiros Chave.

As parcerias existem para beneficiar todas as partes, pois elas são cada vez mais importantes para a otimização do modelo de negócios, assim como na redução de riscos e aquisição de recursos.

- Quem são os seus principais parceiros, colaboradores, sócios e potenciais executores desta organização?

➤ 4º Quadrante: Quanto?

Estrutura de Custos.

A depender a projeção deste empreendimento, serão necessários vários recursos-chave, pois uma fábrica foca em instalações de produção intensiva enquanto uma empresa de serviços foca em recursos humanos.

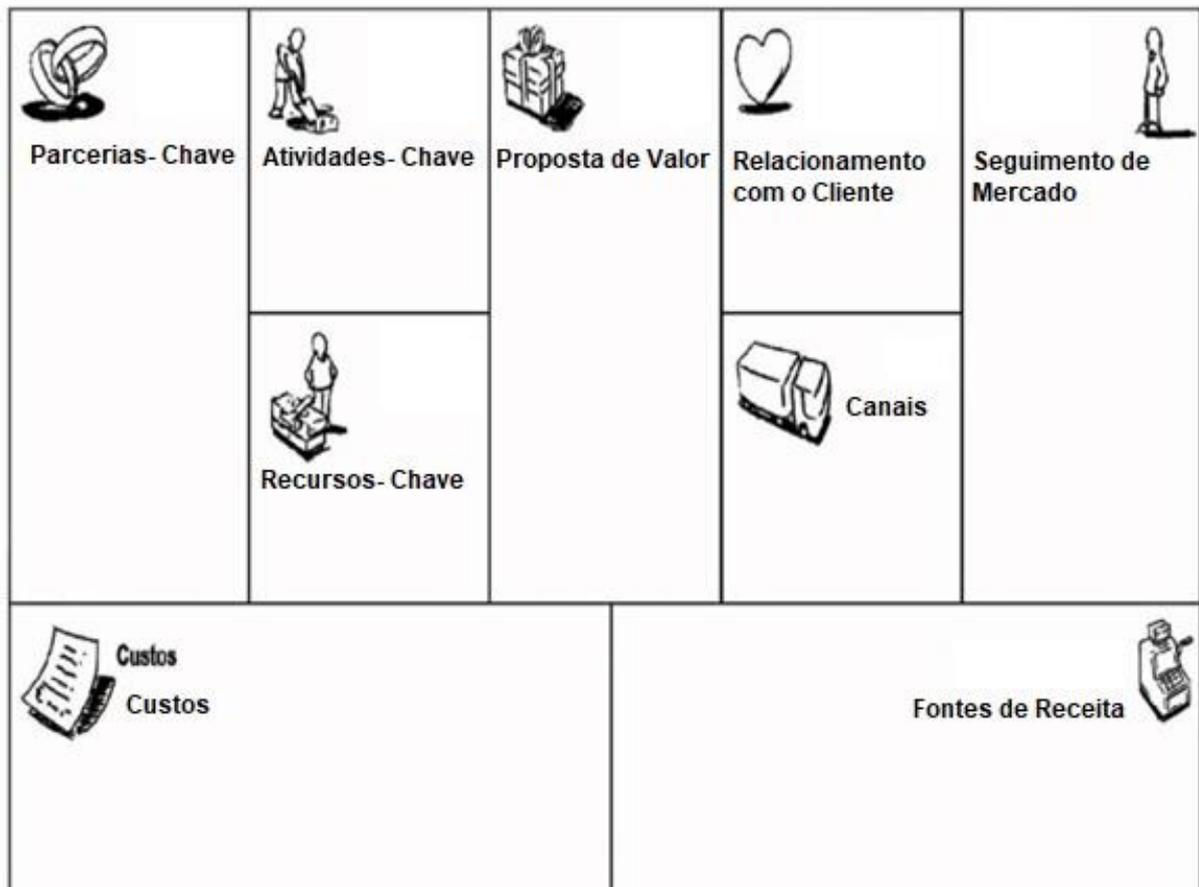
- Qual valor estipulado ou aproximado, necessário para consolidação desta proposta?

Fluxo de Receita.

Trata-se da renda gerada por cada segmento de usuário. Quais são as propostas de valor que cada segmento de consumidor está disposto a comprar?

- Quais são as principais fontes de receita e propostas de valor comercial?

Quadro 9 - Modelo de Negócios Canvas.



Fonte: Adaptado de Biominas Brasil, (2017).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise prospectiva sobre o local onde poderá ser instalado o irradiador multipropósito no estado de Pernambuco, foi realizada considerando o panorama do quadro atual da economia local, com o objetivo de identificar elementos favoráveis ao melhoramento, continuidade e mudança adjacentes à implementação de uma planta industrial no Complexo Industrial Portuário Governador Eraldo Gueiros SUAPE. Os resultados são apresentados a seguir.

4.1 Diferencial competitivo regional de Pernambuco e do Porto de SUAPE

Com cerca de 98.311 km²², Pernambuco é um dos 27 estados brasileiros, estando localizado no centro leste da Região Nordeste possui o total de 185 municípios e 8.796.032 habitantes, tendo a cidade do Recife como sua capital. Banhado pelo Oceano Atlântico, o estado faz limite com a Paraíba, Ceará, Alagoas, Bahia, Piauí e arquipélago de Fernando de Noronha a 545 km de sua costa. O Estado é dotado por uma vegetação diversificada, matas, manguezais, cerrados e grande presença da caatinga. Em sua hidrografia, sobretudo na Região Metropolitana do Recife (RMR), que conta com 14 municípios, existem a forte presença de rios, barragens de contenção de enchentes e abastecimento populacional como Tapacurá, Carpina, Jucazinho, entre outras. Os principais rios que banham o estado são o Capibaribe e Beberibe, Ipojuca, Una, Pajeú, Jaboatão e São Francisco, este último extremamente importante do desenvolvimento do Sertão, uma vez que possibilita a distribuição de águas nas regiões secas (GOV- PE, 2021).

De acordo com o CREA-PE (2019), Pernambuco é atualmente o maior produtor de uva de mesa, segundo maior produtor de acerola e goiaba, terceiro maior produtor de manga e polo floricultor e oitavo maior produtor de cana-de-açúcar do Brasil.

De acordo com Lima (2011), a perspectiva de uma melhor qualidade de vida populacional, poderá advir da diversificação de atividades no meio urbano e do dinamismo observado na economia de Pernambuco (Quadro 10) onde os investimentos industriais nos serviços vêm despontando e se afirmando com desdobramentos em algumas cidades do estado, mediante a implementação de projetos e instalações industriais nos setores de comércio varejista, agropecuário, educacional, imobiliário, etc. Para isso, existe a necessidade de continuidade e intensificação de medidas de política econômica, estaduais e federais, que viabilizem a maior atratividade da região aos investimentos.

Quadro 10 - Área plantada, área colhida e valor da produção dos produtos das lavouras temporárias, segundo a Unidade da Federação, suas Mesorregiões, Microrregiões e Municípios – PE.

| Ano - 2021 | | | |
|---|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Produto das lavouras temporárias - Total | | | |
| UF, Mesorregião, Microrregião e Município, em ordem de código de Meso e Micro, e nome de Município - PE | Variável | | |
| | Área plantada (Hectares) | Área colhida (Hectares) | Valor da produção (R\$) |
| Pernambuco | 713097 | 577637 | 3429806 |
| Sertão Pernambucano | 239486 | 162567 | 282028 |
| Araripina | 111705 | 60615 | 88477 |
| Araripina | 28700 | 14100 | 33127 |
| Bodocó | 10550 | 9050 | 12577 |
| Exu | 15405 | 10005 | 14563 |
| Granito | 1186 | 534 | 323 |
| Ipubi | 13011 | 6711 | 7190 |
| Moreilândia | 2453 | 1558 | 3351 |
| Ouricuri | 17010 | 5904 | 6912 |
| Santa Cruz | 9850 | 3864 | 3353 |
| Santa Filomena | 10010 | 6559 | 4816 |
| Trindade | 3530 | 2330 | 2264 |
| Salgueiro | 21031 | 11398 | 41909 |
| Cedro | 2226 | 1895 | 18133 |
| Mirandiba | 2408 | 1402 | 5525 |
| Parnamirim | 5087 | 557 | 8277 |
| Salgueiro | 944 | 338 | 1696 |
| São José do Belmonte | 5466 | 5466 | 4774 |
| Serrita | 4029 | 1229 | 2811 |
| Verdejante | 871 | 511 | 694 |
| Pajeú | 81032 | 78464 | 71842 |
| Afogados da Ingazeira | 3813 | 3213 | 2618 |
| Brejinho | 2280 | 1860 | 1611 |
| Calumbi | 655 | 650 | 434 |
| Carnaíba | 9513 | 9513 | 9374 |
| Flores | 16194 | 16194 | 6509 |
| Iguaracy | 5523 | 4600 | 6551 |
| Ingazeira | 1197 | 1077 | 1362 |
| Itapetim | 3689 | 3689 | 3242 |
| Quixaba | 3248 | 3248 | 3072 |
| Santa Cruz da Baixa Verde | 3020 | 3020 | 2916 |
| Santa Terezinha | 3595 | 3095 | 3968 |
| São José do Egito | 10649 | 10649 | 10561 |
| Serra Talhada | 4755 | 4755 | 5471 |

Continuação Quadro 10

| | | | |
|---------|------|------|------|
| Solidão | 2915 | 2915 | 2591 |
|---------|------|------|------|

| | | | |
|----------------------------|--------|--------|--------|
| Tabira | 6685 | 6685 | 7493 |
| Triunfo | 1272 | 1272 | 2011 |
| Tuparetama | 2029 | 2029 | 2064 |
| Sertão do Moxotó | 25718 | 12090 | 79800 |
| Arcoverde | 329 | 177 | 1292 |
| Betânia | 5039 | 3839 | 1542 |
| Custódia | 11540 | 4240 | 5614 |
| Ibimirim | 1640 | 910 | 31418 |
| Inajá | 1553 | 1268 | 38638 |
| Manari | 3017 | 1216 | 1092 |
| Sertânia | 2600 | 440 | 204 |
| São Francisco Pernambucano | 45968 | 17941 | 202225 |
| Petrolina | 33891 | 10256 | 169601 |
| Afrânio | 7500 | 915 | 369 |
| Cabrobó | 4240 | 2610 | 49136 |
| Dormentes | 7509 | 1959 | 1405 |
| Lagoa Grande | 2770 | 835 | 44665 |
| Orocó | 1116 | 674 | 20985 |
| Petrolina | 6270 | 1175 | 9146 |
| Santa Maria da Boa Vista | 3782 | 1714 | 34270 |
| Terra Nova | 704 | 374 | 9629 |
| Itaparica | 12077 | 7685 | 32626 |
| Belém do São Francisco | 937 | 479 | 9507 |
| Carnaubeira da Penha | 3438 | 1118 | 771 |
| Floresta | 1843 | 403 | 11789 |
| Itacuruba | 256 | 82 | 739 |
| Jatobá | 168 | 168 | 293 |
| Petrolândia | 813 | 813 | 2781 |
| Tacaratu | 4622 | 4622 | 6745 |
| Agreste Pernambucano | 143104 | 112613 | 529146 |
| Vale do Ipanema | 11937 | 5227 | 23704 |
| Águas Belas | 2351 | 2351 | 4530 |
| Buíque | 1200 | 570 | 6952 |
| Itaíba | 2513 | 13 | 57 |
| Pedra | 3232 | 1257 | 8002 |
| Tupanatinga | 2543 | 980 | 4097 |
| Venturosa | 98 | 56 | 69 |
| Vale do Ipojuca | 23978 | 18224 | 52844 |
| Alagoinha | 235 | 235 | 648 |
| Belo Jardim | 780 | 780 | 2008 |
| Bezerros | 1808 | 725 | 1011 |
| Brejo da Madre de Deus | 284 | 110 | 2431 |

Continuação Quadro 10

| | | | |
|--------------|------|------|------|
| Cachoeirinha | 1320 | 1320 | 4152 |
|--------------|------|------|------|

| | | | |
|--------------------------|-------|-------|--------|
| Capoeiras | 1408 | 1408 | 4627 |
| Caruaru | 1750 | 450 | 2947 |
| Gravatá | 392 | 392 | 2605 |
| Jataúba | 410 | 100 | 96 |
| Pesqueira | 1030 | 1030 | 1462 |
| Poção | 925 | 925 | 1424 |
| Riacho das Almas | 2551 | 364 | 2762 |
| Sanharó | 2000 | 2000 | 6270 |
| São Bento do Una | 7745 | 7745 | 17064 |
| São Caitano | 870 | 170 | 343 |
| Tacaimbó | 470 | 470 | 2994 |
| Alto Capibaribe | 13847 | 3313 | 3987 |
| Casinhas | 2465 | 562 | 701 |
| Frei Miguelinho | 1193 | 204 | 161 |
| Santa Cruz do Capibaribe | 260 | 10 | 4 |
| Santa Maria do Cambucá | 1855 | 300 | 204 |
| Surubim | 4202 | 1822 | 2285 |
| Taquaritinga do Norte | 1400 | 98 | 285 |
| Toritama | ... | ... | ... |
| Vertente do Lério | 970 | 242 | 210 |
| Vertentes | 1502 | 75 | 139 |
| Médio Capibaribe | 16538 | 10425 | 37346 |
| Bom Jardim | 3344 | 2303 | 11364 |
| Cumaru | 2556 | 1067 | 1126 |
| Feira Nova | 421 | 401 | 2233 |
| João Alfredo | 1413 | 759 | 2291 |
| Limoeiro | 2333 | 1778 | 6198 |
| Machados | 279 | 279 | 877 |
| Orobó | 2197 | 1760 | 3938 |
| Passira | 2083 | 966 | 4599 |
| Salgadinho | 1400 | 600 | 735 |
| São Vicente Férrer | 512 | 512 | 3982 |
| Garanhuns | 68672 | 68587 | 357053 |
| Angelim | 1100 | 1100 | 3461 |
| Bom Conselho | 4078 | 4078 | 18117 |
| Brejão | 450 | 450 | 1032 |
| Caetés | 6530 | 6530 | 20826 |
| Calçado | 4558 | 4558 | 14969 |
| Canhotinho | 2650 | 2650 | 7015 |
| Correntes | 1925 | 1925 | 24816 |
| Garanhuns | 2762 | 2762 | 15279 |
| Iati | 3255 | 3255 | 10415 |

Continuação Quadro 10

| | | | |
|------|------|------|-------|
| Iati | 3255 | 3255 | 10415 |
|------|------|------|-------|

| | | | |
|--------------------------------|--------|--------|---------|
| Jucati | 5970 | 5970 | 20311 |
| Jupi | 7843 | 7843 | 41938 |
| Jurema | 2870 | 2870 | 8374 |
| Lagoa do Ouro | 261 | 261 | 1786 |
| Lajedo | 1795 | 1795 | 8992 |
| Palmeirina | 175 | 175 | 728 |
| Paranatama | 2235 | 2235 | 5619 |
| Saloá | 3185 | 3180 | 9238 |
| São João | 16200 | 16200 | 142454 |
| Terezinha | 830 | 750 | 1686 |
| Brejo Pernambucano | 8132 | 6837 | 54212 |
| Agrestina | 1130 | 655 | 1340 |
| Altinho | 1200 | 660 | 4097 |
| Barra de Guabiraba | 705 | 705 | 10139 |
| Bonito | 140 | 140 | 793 |
| Camocim de São Félix | 200 | 200 | 19485 |
| Cupira | 375 | 235 | 2467 |
| Ibirajuba | 1010 | 1010 | 2437 |
| Lagoa dos Gatos | 1017 | 887 | 5947 |
| Panelas | 2210 | 2210 | 7362 |
| Sairé | 80 | 70 | 59 |
| São Joaquim do Monte | 65 | 65 | 86 |
| Mata Pernambucana | 216134 | 216111 | 1742823 |
| Mata Setentrional Pernambucana | 84362 | 84362 | 741720 |
| Aliança | 10093 | 10093 | 75064 |
| Buenos Aires | 3087 | 3087 | 24858 |
| Camutanga | 2122 | 2122 | 17981 |
| Carpina | 1858 | 1858 | 19025 |
| Condado | 2058 | 2058 | 17639 |
| Ferreiros | 3008 | 3008 | 28914 |
| Goiana | 10195 | 10195 | 90264 |
| Itambé | 15078 | 15078 | 141902 |
| Itaquitinga | 5127 | 5127 | 44332 |
| Lagoa do Carro | 744 | 744 | 5957 |
| Lagoa de Itaenga | 2739 | 2739 | 25516 |
| Macaparana | 1603 | 1603 | 14777 |
| Nazaré da Mata | 4113 | 4113 | 35683 |
| Paudalho | 6193 | 6193 | 50439 |
| Timbaúba | 4063 | 4063 | 47586 |
| Tracunhaém | 4150 | 4150 | 37831 |
| Vicência | 8131 | 8131 | 63952 |
| Vitória de Santo Antão | 13520 | 13518 | 116702 |

Continuação Quadro 10

| | | | |
|----------------|------|------|-------|
| Chã de Alegria | 2725 | 2723 | 22711 |
|----------------|------|------|-------|

| | | | |
|------------------------------|--------|--------|--------|
| Chã Grande | 130 | 130 | 132 |
| Glória do Goitá | 2448 | 2448 | 18998 |
| Pombos | 1805 | 1805 | 25432 |
| Vitória de Santo Antão | 6412 | 6412 | 49431 |
| Mata Meridional Pernambucana | 118252 | 118231 | 884401 |
| Água Preta | 2393 | 2393 | 14197 |
| Amaraji | 6852 | 6852 | 57057 |
| Barreiros | 1778 | 1778 | 11965 |
| Belém de Maria | 716 | 716 | 10937 |
| Catende | 1255 | 1255 | 8643 |
| Cortês | 1247 | 1247 | 7482 |
| Escada | 18255 | 18255 | 108089 |
| Gameleira | 10285 | 10285 | 82735 |
| Jaqueira | 660 | 660 | 4161 |
| Joaquim Nabuco | 1310 | 1310 | 9299 |
| Maraial | 810 | 810 | 5180 |
| Palmares | 1233 | 1233 | 8065 |
| Primavera | 9634 | 9634 | 86149 |
| Quipapá | 1093 | 1093 | 7656 |
| Ribeirão | 15218 | 15218 | 132226 |
| Rio Formoso | 10258 | 10258 | 96417 |
| São Benedito do Sul | 431 | 420 | 4390 |
| São José da Coroa Grande | 105 | 105 | 779 |
| Sirinhaém | 31140 | 31140 | 206120 |
| Tamandaré | 1785 | 1785 | 10719 |
| Xexéu | 1794 | 1784 | 12137 |
| Metropolitana de Recife | 68405 | 68405 | 673584 |
| Itamaracá | 9259 | 9259 | 86509 |
| Araçoiaba | 1130 | 1130 | 10553 |
| Igarassu | 6268 | 6268 | 59403 |
| Ilha de Itamaracá | 17 | 17 | 112 |
| Itapissuma | 1844 | 1844 | 16440 |
| Abreu e Lima | 370 | 370 | 5680 |
| Camaragibe | 115 | 115 | 1561 |
| Jaboatão dos Guararapes | 7368 | 7368 | 86658 |
| Moreno | 6265 | 6265 | 73205 |
| Olinda | ... | ... | ... |
| Paulista | ... | ... | ... |
| Recife | ... | ... | ... |
| São Lourenço da Mata | 6370 | 6370 | 52337 |
| Suape | 38658 | 38658 | 367635 |
| Cabo de Santo Agostinho | 8373 | 8373 | 90945 |

Continuação Quadro 10

| | | | |
|---------|-------|-------|--------|
| Ipojuca | 30285 | 30285 | 276690 |
|---------|-------|-------|--------|

| | | | |
|---------------------|-----|-----|-----|
| Fernando de Noronha | ... | ... | ... |
|---------------------|-----|-----|-----|

Fonte: Adaptado de IBGE, (2023).

Concomitante a isso, o Portal da Indústria (2023), enfatiza, que a indústria de Pernambuco exportou cerca de US\$ 2.252 milhões em 2022, definindo o estado como o décimo terceiro colocado no ranking de maiores exportadores industriais do País. Considerando o setor mais importante para as exportações industriais do estado, o setor alimentício foi responsável por 72,88% do total exportado em 2022.

Com o objetivo de identificar aspectos de mudança e continuidade, tendências que possam viabilizar a melhoria nos padrões de qualidade de vida da sua população, a Zona da Mata é objeto do processo de acumulação de capital, concentrado na agroindústria. Diante disso, observa-se a movimentação e valorização de capital em alguns espaços urbanos da região, atraídos pelas facilidades da política estadual de incentivos fiscais, tendo ainda o Complexo Industrial Portuário de Suape como forte indutor de novos investimentos, que se localizam em cidades próximas e que tendem a provocar mudanças qualitativas na base econômica da região (LIMA, 2011).

Listado entre os cinco maiores portos da região nordeste, o Complexo Industrial de Suape integra importantes rotas de longo curso, de contêineres e vem conquistando cada vez mais empreendimentos voltados ao mercado nacional, desde 2015, Suape se tornou líder na movimentação de graneis líquidos e cargas por cabotagem no ranking nacional de portos públicos. É porta de entrada e saída de mercadorias do Brasil, com papel importante na movimentação de cargas dentro do território brasileiro (OLIVEIRA, 2021).

Localizado na região metropolitana do Recife, o Complexo Industrial Portuário Governador Eraldo Gueiros (SUAPE) tem autorização estatutária para receber créditos, transferências e dotações consignadas no Orçamento Geral do Estado ou da União, além de contar com créditos orçamentários adicionais ou especiais; recursos de capital e de operação de crédito; doações e rendas provenientes de outras fontes Gusmão, (2022).

A vinda de alguns empreendimentos, ditos estruturadores em função da necessidade de um considerável número de fornecedores, tais como o Estaleiro Atlântico Sul (EAS) e a Refinaria Abreu e Lima, ambos localizados nos terrenos de SUAPE, município de Ipojuca, segundo a Secretária de Desenvolvimento Econômico de Pernambuco, SUAPE tem grande diferencial competitivo em relação aos outros portos do Nordeste, destacando-se por sua qualidade em termos de infraestrutura portuária, a qual é atendida por uma boa infraestrutura

logística terrestre, por meio das rodovias BR-101 e BR-232, que consolidou Pernambuco nos últimos anos como um diversificado polo produtivo (SUAPE, 2022).

A combinação entre a industrialização, representada pelo Complexo Industrial do Porto de Suape (CIPS) e a urbanização forçada por este empreendimento provocou uma enorme concentração de renda e determinou um processo de segregação socioespacial de grande parte da população residente. Fica claro, que tais transformações são o resultado das relações que se estabelecem a partir da apropriação do espaço.

A regularização da situação jurídico-institucional do Porto de SUAPE, junto ao Governo Federal, efetivou-se mediante o Departamento de Transportes Aquaviários da Secretaria Nacional de Transportes em 1992. Isso permitiu ao Governo de Pernambuco explorar comercialmente os serviços portuários de sua privilegiada localização (VAINSENER, 2022).

Localizado no Km 10 da rodovia PE-60, Ipojuca - PE – Brasil, o Porto de SUAPE apresenta grande diferencial competitivo quando comparado aos demais portos públicos do país. Ocupa uma posição de destaque nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, operando durante os 365 dias do ano, 24 horas por dia, sem restrições de marés ou condições climáticas. Além de suas condições climáticas e localização, SUAPE está localizado em região de águas calmas com profundidade variando de 15,5 a 20 metros. Situada a apenas 40 quilômetros do Recife, e interligado a mais de 160 portos em todos os continentes, com localização privilegiada na região Nordeste, SUAPE está centrado a um raio de 800 km de sete entre nove capitais do Nordeste (SUAPE, 2022).

Neste ambiente favorável, abrem-se diversas oportunidades de empreendedores e gestão pública se unirem regionalmente para desenvolver consórcios, cadeias produtivas relacionadas às suas potencialidades locais, seja turismo, tecnologia, serviços, indústria, transporte, gerenciamento de resíduos sólidos, de modo a agregar valor às suas atividades, gerando empregos mais qualificados e de maior renda e, como consequência, melhorando diretamente a qualidade de vida de seus cidadãos.

De acordo com Lai (2021) e Alves (2011), estimam-se que cerca de 90% do PIB (Produto Interno Bruto) da Região encontra-se a um raio de 800 quilômetros do porto e dão cobertura a região Norte e Nordeste do país, atrativo massivo de investidores geradores de rendas.

Hoje, SUAPE representa o centro industrial mais completo do Nordeste brasileiro, recebendo, distribuindo e exportando matérias-primas, produtos básicos e produtos finais. O porto possui sistemas eficazes de estrada, eletricidade, abastecimento de água e

telecomunicações e realiza as operações de transbordo, que consiste na transferência de carga de grandes navios para instalações portuárias e sua posterior transferência para embarcações menores (SUAPE, 2006).

SUAPE está entre os 11 portos prioritários do país, e a principal alternativa para o transporte de cargas de toda a costa atlântica da América do Sul, com baixos custos de frete (SUAPE, 1978).

4.1.1 Plano de desenvolvimento e zoneamento de SUAPE

Em 1955 SUAPE teve seus estudos iniciados, com o objetivo de analisar a viabilidade da sua construção. Considerando o conceito de porto-indústria, o Complexo de SUAPE surgiu como instituição pública no ano de 1978, com a Lei Estadual de nº 7.763, que deu origem a empresa SUAPE - Complexo Industrial Portuário, cuja sua finalidade inicial era administrar a implantação do distrito industrial e o desenvolvimento das obras necessárias para exploração das atividades portuárias. Estes levantamentos foram responsáveis por traçar normas de uso e ocupação do solo para o porto e seu complexo industrial (SUAPE, 2022).

A instalação do Complexo Industrial-Portuário de Suape (CIPS) (Figura 14) foi inspirada em implantações similares ocorridas na Europa, nos Estados Unidos e no Japão, entre elas, a área portuária e industrial de Maasvlakte, em Roterdã; o porto de Fos a oeste de Marseille; Kashima, no Japão, entre outros (PEDROSA, 2015).

Administrado pela estatal do Complexo Industrial do Portuário Governador Eraldo Gueiros, SUAPE está vinculada à Secretaria de Desenvolvimento Econômico do Estado de Pernambuco e tem autorização de funcionamento pelo Governo Federal. O Complexo Industrial-Portuário de Suape (CIPS), está conectado aos principais portos do mundo por rotas marítimas de navegação, com linhas diretas entre os países da Europa, América do Sul e Norte, além de ser responsável pela distribuição de cargas em todos os continentes, conforme Figura 14 da Instalação do (SUAPE, 2022).

Figura 14 - Imagem Panorâmica da Instalação do Complexo Industrial-Portuário de Suape (CIPS).



Fonte: SUAPE, (2022).

O Plano de Desenvolvimento e Zoneamento (PDZ) do Porto organizado de SUAPE constitui-se num instrumento de planejamento da autoridade portuária que contempla estratégias e ações com o intuito de expansão e desenvolvimento integrado, ordenado e sustentável das áreas e instalações do porto organizado. Ele foi estruturado conforme estabelecido na Portaria N° 61, de 10 de junho de 2020, a qual abrange, entre outras informações, aspectos físicos, operacionais e econômicos, incluindo a acessibilidade, tanto a aquaviária como a terrestre, equipamentos e instalações, além de aspectos ambientais e de segurança portuária, bem como os cenários e as ações a serem implementadas para atender o crescimento projetado para o porto organizado no curto, médio e longos prazos (SUAPE, 2022).

SUAPE abriga aproximadamente 150 empresas, considerando-se os empreendimentos em operação ou em fase de implantação, condomínios logísticos distribuídos em diversos polos, tais como o polo petroquímico, polo de geração de energia, polo farmacêutico, granéis líquidos e gases, polo naval e automotivo. Tais condições são favoráveis à instalação de respectivas empresas mais exigentes em quesitos de produtividade, qualidade e melhoramento. Dessa maneira, torna-se perceptível que há uma tendência à agregação de atividades e serviços similares ou complementares sobre um mesmo lugar, criando verdadeiras especializações produtivas, sejam elas no campo ou com novos lençóis agrícolas globalizados, monoprodutores

ou nas cidades consagradas a certo tipo de produção industrial ou a um conjunto de produções (SILVEIRA, 2011).

O CIPS possui mais de 6.000 hectares sob proteção ambiental, e entre as empresas já instaladas ou em processo de instalação estão a Alumic Industrial S/A, Bonesa Borracha S/A, Cimec-Cia. Industrial e Mercantil de Cimentos, Concreto Redimix do NE S/A, Copagás Distribuidora de Gás Ltda., Esso Brasileira de Petróleo S/A, Granex – Granitos de Exp. Do NE Ltda., Ne Plastic Box Industry Ltda., Pedra Cerâmica Santo Antônio S/A, Petrobrás Distribuidora S/A, Refresco Guararapes Ltda. (Coca-Cola), Shell do Brasil S/A, Termo Fértil S/A, Cometa Carrier e Work Mariner Ltda (SUAPE, 1978).

O complexo industrial de SUAPE atrai empresas transnacionais e nacionais, contando com investimentos privados e inúmeros canteiros de obras que anunciam novos territórios produtivos (ROCHA, CAVALCANTI, 2015).

Neste sentido, Suape é defendida ferozmente pelo estado de Pernambuco e pelos agentes econômicos como um complexo de atividades industrial portuária cuja localização, nível de produtividade, competitividade e capacidade de carga, o colocou em condições de competição com outros portos internacionais, ocupando o Ranking de 1º Lugar Nacional de exportação Graneis e Líquidos: 14.975.428 t e 13.985.000 t de cabotagem. 1º Lugar Regional de veículos: 72.712 t e 518.525 TEUS, Contêineres.

Em SUAPE, são contempladas as seguintes cadeias produtivas: agroindústria; metalmeccânica e material de transporte; eletroeletrônica; farmacoquímico comum e higiene pessoal; bebidas; minerais não-metálicos; têxtil; plásticos; móveis e defesa.

4.1.2 Dados cartográficos e orçamentários de SUAPE

SUAPE está localizada entre os municípios de Ipojuca e Cabo de Santo Agostinho, a 40 km da capital pernambucana, situado no litoral Sul entre a foz dos rios Massangana e Ipojuca, cortado pelo rio Tatuoca, sua latitude e longitude são 08°24' S e 34°57' W respectivamente, seu acesso se dá pelos meios rodoviários, através da BR -101 e PE-28 e PE-060, ferroviários, através da EF-101, estações do Cabo e Ponte dos Carvalhos, dutoviários, para transportes de cargas em casos específicos e marítimos, através do Porto Interno e Porto Externo, conforme os dados cartográficos na Figura 15.

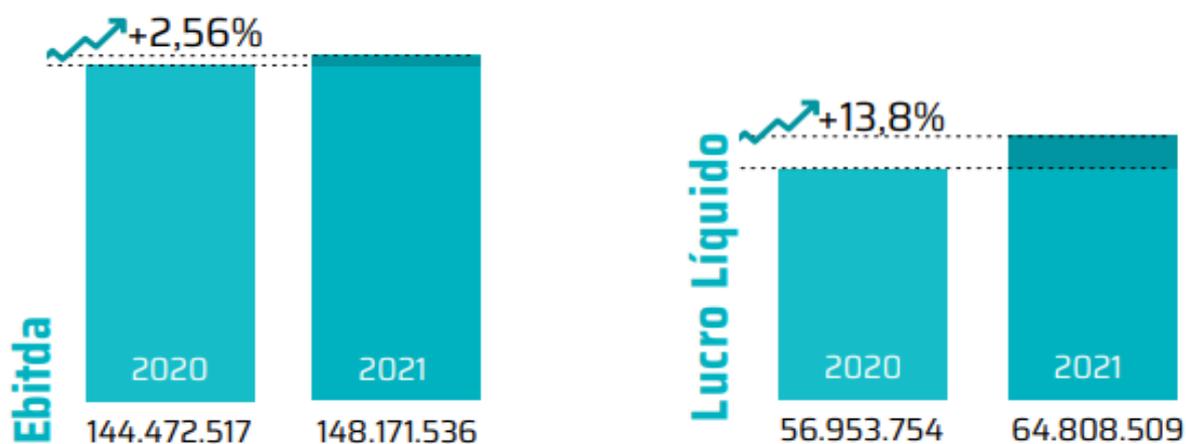
Quadro 11 - Demonstrativo de Índice de Crescimento Orçamentário do Exercício Suape (2019, 2020, 2021).

| | | | |
|---|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| EBITDA | 148.171.535,67 | 144.472.517,15 | 67.219.492,42 |
| RESULTADO OPERACIONAL ANTES DO RESULTADO FINANCEIRO | 114.014.442,18 | 110.650.391,47 | 33.285.734,76 |
| RECEITAS (DESPESAS) FINANCEIRAS | | | |
| Receitas financeiras | 7.947.085,60 | 2.349.103,63 | 4.695.574,13 |
| Despesas financeiras | (20.930.538,60) | (24.114.696,96) | (20.153.256,96) |
| | <u>(12.983.453,00)</u> | <u>(21.765.593,33)</u> | <u>(15.457.682,83)</u> |
| LUCRO ANTES DA CONTRIBUIÇÃO SOCIAL E DO IMPOSTO DE RENDA | 101.030.989,18 | 88.884.798,14 | 17.828.051,93 |
| Provisão para Contribuição Social | (9.594.656,49) | (8.458.688,08) | (1.901.463,17) |
| Provisão para Imposto de Renda | (26.627.824,12) | (23.472.355,67) | (5.212.022,08) |
| LUCRO LÍQUIDO DO EXERCÍCIO | <u>64.808.508,57</u> | <u>56.953.754,39</u> | <u>10.714.566,68</u> |

Fonte: SUAPE (2022).

Observa-se, que o aumento das receitas operacionais advém, sobretudo, dos reajustes contratuais de tarifas de arrendamento praticadas na Zona Industrial e Portuária, que resultou numa variação de 11,52% em comparação a 2020. Isso impactou nos indicadores de lucratividade da organização, aumentando a eficiência da estatal (Figura 16).

Figura 16 - Índice de Crescimento Orçamentário do Exercício SUAPE no Período de (2020, 2021).



Fonte: SUAPE, (2022).

4.2 Modelo Análise de SWOT

A análise SWOT é uma estratégia de gestão que tem como objetivo entender mais sobre forças, fraquezas, oportunidades e ameaças de um nicho de mercado (GOMES, 2023). Os resultados obtidos após a aplicação da análise SWOT neste estudo, com relação à **Alavancagem** do empreendimento, são apresentas no Quadro 12 e discutidas a seguir.

Quadro 12 - Parâmetros de Alavancagem definidos no sentido de avaliar a viabilidade de instalação de um irradiador multipropósito em SUAPE, no estado de Pernambuco.

| (Strengths) Força | (Weaknesses) Fraqueza |
|---|--|
| 1- Tecnologia Inovadora, Praticidade ao Utilizar Sistema Liga, Desliga. | 1- Alto Custo Orçamentário de Implementação. |
| 2- Não Necessita de Troca de Fonte | 2- Potencial e Configurações Predefinidas pelo Fabricante, Mediante Necessidades do Produto ou Material a Ser Tratado. |
| 3- Melhor Aceitação do Uso da Irradiação no Continente Europeu | 3- Considerado Ainda Pouco Usual no Brasil. |

- Força X Fraqueza

| | |
|---|--|
| 1- Tecnologia Inovadora, Praticidade ao Utilizar Sistema Liga, Desliga. | 1- Alto Custo Orçamentário de Implementação. |
|---|--|

O 1º parâmetro de **Força**, “Tecnologia inovadora, praticidade ao utilizar sistema liga, desliga”, atribuído a esse estudo, foi embasado em considerações de autores como (Daiuto et al., (2011), os quais definem o uso da radiação induzida por meio de raios-x e aceleradores de elétrons como uma técnica prática e segura que, quando adequadamente aplicada, pode trazer benefícios ao Brasil, no sentido de eliminar barreiras comerciais.

Segundo Rela (2003) e Sabato (2005), o uso da radiação induzida tem sido a mais usada nos centros comerciais, por oferecerem uma tecnologia que agrega praticidade à preocupação ambiental e controle de radioatividade, pois a radiação obtida por meio de aceleradores lineares não oferece riscos de contaminação por material radioativo.

O 1º parâmetro de **Fraqueza**, “Alto custo orçamentário de implementação” atribuído a esse estudo, foi embasado em considerações de autores como Villavicencio (2020), ao definir

o alto custo orçamentário provenientes a instalação de um irradiador multipropósito. Segundo a autora supracitada, a instalação de plantas industriais de irradiadores multipropósito em pontos estratégicos do país, sofrem com o alto custo de instalação de uma planta moderna, estimado em torno de R\$ 20 milhões. Concomitante a isso, Vila Nova (2020) associa a pouca difusão dessa tecnologia no Brasil a questões orçamentárias de alto custo de instalação.

Compreende-se, que o alto custo orçamentário, associado à instalação de um irradiador, apontado como **Fraqueza** neste estudo, abstêm-se diante os benefícios propostos mediante a implementação desta tecnologia no mercado brasileiro. Contudo, o tempo estimado de retorno para este investimento, tem como projeção a estimativa de R\$ 12 a R\$ 15 milhões em um ano segundo Freire (2020).

Em vista disso, percebidos como os principais fabricantes de aceleradores de elétrons e raios-x no mundo, a exemplo da NUCTECH, da China, a ROSATON, da Rússia e a FRAUNHOFER, da Alemanha, têm demonstrado interesse em comercializarem com o Brasil os seus produtos e serviços (VILA NOVA, 2020). Logo, os impasses orçamentários iniciais, provenientes a instalação de um irradiador deste porte, contam também com uma expressiva demanda de mercado. Desta maneira, a irradiação por meio de raios-x e aceleradores de elétrons têm se apresentado como técnicas inovadoras, rentáveis, sustentáveis e sobretudo seguras.

Tais qualificações são essenciais no que se refere à saúde coletiva, além de ser um diferencial competitivo nos trâmites legais de importações e exportações de produtos e ampliação da participação de empresas nacionais no mercado externo (SOUZA; AGNOL, 2013; NUNOO et al., 2014; FRIMPONG et al., 2015; BRASIL, 2020).

Deste modo, investir em tecnologia significa agregar valor comercial a um produto diante a busca contínua por um diferencial competitivo. Contudo, o alto custo orçamentário de instalação, tende a ser rapidamente custeado pela alta demanda de um mercado em expansão, pois nos meios científicos e comerciais, o uso de aceleradores de feixes de elétrons e raios-x tem demonstrado exponencial eficiência desde sua descoberta (CHATTERJEE et al., 2015).

- Força X Fraqueza

| | |
|------------------------------------|--|
| 2- Não Necessita de Troca de Fonte | 2- Potencial e Configurações Predefinidas pelo Fabricante, Mediante Necessidades do Produto ou Material a Ser Tratado. |
|------------------------------------|--|

O 2º parâmetro de **Força** (Quadro 12), “Não necessita de troca de fonte” atribuído a esse estudo, foi embasado em considerações de autores como Tahuata *et al.* (2013), ao infatizar a baixa complexidade e cuidados inerentes à blindagem que atenua a radiação ionizante, pois o tratamento proposto por meio da radiação induzida (aceleradores de elétrons e raios-x), não necessita de fonte radioativa (^{60}Co), que necessita de blindagem, estocagem de material radioativo, custos de manuseio, transporte e troca de fonte periodicamente, tornando-a uma tecnologia de alto custo.

A tecnologia aplicada mediante ao uso de aceleradores de elétrons e raios-x prevalecem na classificação de irradiação fitossanitária, pois de acordo com a ANVISA (BRASIL, 2014) e Iyomasa (2022), o uso da irradiação aplicada que tem finalidade sanitária e fitossanitária é um tratamento totalmente seguro.

O 2º parâmetro de **Fraqueza** (Quadro 12), “Potencial e configurações predefinidas pelo fabricante, mediante necessidades do produto ou material a ser tratado” atribuído a esse estudo, foi embasado em considerações como as do autor Ferreira (2021) ao definir a radiação induzida como uma tecnologia complexa, mediante os requisitos do usuário e as especificações funcionais relacionadas às necessidades específicas de cada produto a ser tratado, algumas soluções integradas devem ser adotadas à medida que surgem as necessidades de uso da radiação e das características dos produtos irradiados.

Nestes termos, a CNEN (2020), estabeleceu normativas de licença para a construção de instalação destinada à irradiação de alimentos, as quais são responsáveis por definir fontes de radiação permitidas, como o uso de Aceleradores de Elétrons.

No que se refere à sua utilização no meio industrial, essa tecnologia deve ser adaptada às necessidades do produto a ser trabalhado. A depender das configurações predefinidas, muitos requisitos específicos em termos de fabricação estão disponíveis, a exemplo do Acelerador tipo Rhodotron que pode ser configurado com várias linhas de feixe para fornecer tensões ou tecnologias de feixes alternados (Feixe de Elétrons e Raios-X). Isso pode ser feito usando o mesmo acelerador, o mesmo transportador e a mesma sala de irradiação, reduzindo os custos de investimento e o tamanho da instalação (IBA, 2020).

- Força X Fraqueza

| | |
|--|---|
| 3- Melhor Aceitação do Uso da Irradiação no Continente Europeu | 3- Considerado Ainda Pouco Usual no Brasil. |
|--|---|

O 3º parâmetro de **Força** (Quadro 12), “Melhor aceitação do uso da irradiação no continente europeu” atribuído a esse estudo, foi embasado em considerações de autores como Mastrogelo (2020), ao afirmar em suas citações que o uso de aceleradores de elétrons e raios-x têm demonstrado exponencial eficiência desde sua descoberta. No Brasil, a maior parte dos pesquisadores são apoiadores da instalação de aceleradores de elétrons em seu território, dada sua eficiência, eficácia e praticidade ao utilizar um sistema liga, desliga. Enfatiza ainda, que a Europa que é a maior importadora dos produtos brasileiros, vê sem ressalvas o uso de radioisótopos, mas aceita melhor a radiação proveniente a radiação induzida DAIUTO, 2011; IPEN (2020).

O 3º parâmetro de **Fraqueza** (Quadro 12), “Considerado ainda pouco usual no Brasil” atribuído a esse estudo, foi embasado em considerações de autores como Villavicencio (2020), segundo o autor, o uso das radiações é considerado ainda uma tecnologia pouco usada no Brasil, dada a sua dimensão territorial, o que implica na necessidade de um irradiador em cada estado da federação. Em 2019, o então governo brasileiro demonstrou interesse em viabilizar a adoção, em escala comercial, da tecnologia de irradiação aplicada a alimentos, colocando em discussão a instalação de plantas industriais com irradiadores em pontos estratégicos do país (IPEN, 2020). Nestes termos, o Brasil trabalhou no desenvolvimento de políticas de estado para adotar a irradiação como processo que ampliaria a adoção de uma tecnologia prática e segura, com o intuito de galgar uma maior probabilidade de expansão comercial (IPEN, 2020).

Os resultados obtidos após a aplicação da análise SWOT neste estudo, com relação aos Problemas do empreendimento, são apresentas no Quadro 13 e discutidas a seguir.

Quadro 13 - Parâmetros de Problemas Definidos Neste Estudo.

| (OPPORTUNITIES) OPORTUNIDADES | (THREATS) AMEAÇAS |
|--|---|
| 1- Alavancamento Comercial Mediante a Expansão Comercial e Exportação. | 1- Concorrência Aplicada ao Uso de Outras Tecnologias. |
| 2- Tecnologia com Crescente Exponencial Comercial. | 2- Concorrência Global. |
| 3- Tecnologia Almejada pela Indústria da Biotecnologia, Indústrias Farmacêutica, Cosmética e Nanotecnologia. | 3- Falta de Conhecimento dos Benefícios Propostos e Preconceito Formado Mediante a Disseminação de Informações Passadas, voltadas ao Uso da Radiação. |

- Oportunidade X Ameaça

| | |
|--|--|
| 1- Alavancamento Comercial Mediante a Expansão Comercial e Exportação. | 1- Concorrência Aplicada ao Uso de Outras Tecnologias. |
|--|--|

O 1º parâmetro de **Oportunidade** (Quadro 13), “Alavancamento comercial mediante à expansão comercial e exportação” atribuído a esse estudo, foi embasado em considerações de autores como Souza e Agnol (2013); Nunoo *et al.*, (2014); Frimpong *et al.*, (2015); Brasil (2020), ao definir o uso da radiação induzida como uma tecnologia em ascensão, que propiciará um potencial diferencial competitivo ao estado de Pernambuco, avaliar a real necessidade em realizar investimentos assertivos, rentáveis, sustentáveis e, sobretudo, seguros, tornou-se essencial no que se refere à saúde coletiva, tramites legais de importações e exportações de produtos, e Alavancamento comercial mediante à expansão comercial e exportação.

De acordo com a CNEN (2020), no Brasil, o uso das irradiações movimenta aproximadamente 350 milhões de reais por ano, com crescimento anual que varia entre 8 a 10%. Estima-se, que mundialmente a utilização das radiações ionizantes promovem um faturamento por volta de 3,5 bilhões de dólares anualmente. Estes dados expressam a real necessidade de implementação da tecnologia de irradiação de materiais em pontos estratégicos no país, o que irá incrementar o crescimento de nossa produção, não só agrícola como das várias outras áreas do setor produtivo.

Nesse contexto, pode-se observar a escassez de irradiadores que atendam, em escala comercial, o Brasil, um país com grandes dimensões continentais, sendo um dos 5 maiores países do mundo, maior país da América Latina e um dos países mais populosos do mundo. O

país abrange cerca de 8,5 milhões de quilômetros quadrados, divididos geopoliticamente em 5 regiões, com 3 fusos horários e conta com 26 estados e Distrito Federal (HALLER, 2014).

O 1º parâmetro de **Ameaças** (Quadro 13), “Concorrência aplicada ao uso de outras tecnologias” atribuído a esse estudo, foi embasado em considerações de fontes como a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN, 2022), que é responsável pela liberação e monitoramento das fontes radioativas no Brasil a qual dispõe do controle e registros, Razão Social, localização e validade das autorizações das 22 instalações de irradiadores industriais autorizadas já atuantes no território brasileiro. Dentre estas, 16 empregam o acelerador linear de elétrons e 6 fazem uso de fontes radioativas, a contar com a concorrência direta das instalações industriais já existentes, a concorrência aplicada ao uso de outras tecnologias não se limita ao uso dos radioisótopos.

Todavia, a singularidade do uso da radiação induzida provém da sua eficiência e eficácia, demonstradas no processamento não térmico, que por si só é um claro diferenciador de alto valor comparado às tecnologias já utilizadas (PILLAI; SHAYANFAR, 2016).

De acordo com a ANVISA (2019), o agronegócio brasileiro ainda investe muito na preservação dos alimentos por meio do uso de agroquímicos e inseticidas, a exemplo do Brometo de Metila, produto classificado na faixa mais perigosa de agrotóxicos, cuja ação promove sérios problemas à saúde. Frente à relevância da temática abordada, estudos internacionais, realizados por cientistas e agências governamentais, comprovaram que o uso da radiação aplicada a alimentos é uma tecnologia segura, que permite a eliminação de patógenos e microrganismos deteriorantes dos alimentos, sem deixar resíduos tóxicos e, uma vez construídas as instalações, o custo desta técnica a longo prazo é bastante baixo, comparado ao tratamento proposto por meio do uso de agroquímicos (LEVY *et al.*, 2020; BRAZ, 2020).

- Oportunidade X Ameaça

2- Tecnologia com Crescente Exponencial Comercial. 2- Concorrência Global.

O 2º parâmetro de **Oportunidade** (Quadro 13), “Tecnologia com crescente exponencial comercial” atribuído a esse estudo, foi embasado em considerações de fontes como MAPA (2011) e Eustice (2017), as quais ressaltam o uso da radiação induzida como uma tecnologia de crescente uso comercial para a exportação, ao propiciar uma maior probabilidade de acordos bilaterais com o mercado externo, uma vez que, em muitos casos, o uso da irradiação aplicada a alimentos para fins fitossanitários é uma exigência para a exportação de frutas e carnes. Deste

modo a oportunidade de abranger um mercado com maior competitividade favorecerá o Brasil, tornando-o apto a comercializar os seus produtos conforme as exigências de traslados internacionais.

O 2º parâmetro de **Ameaças** (Quadro 13), “Concorrência global” atribuído a esse estudo, foi embasado em considerações de fonte como Segundo Oliveira & Sobato (2004), Fox (1998), Pillai & Bhatia (2018) e Freire (2020), os quais avaliam que mais de 60 países, incluindo o Brasil, EUA, China, Índia, Japão, Reino Unido, Argentina, Chile, Peru e parte da União Europeia, Holanda, Bélgica, França, além da África do Sul, Japão e Tailândia já utilizam a radiação ionizante em seus continentes, o que representa uma ameaça definida como uma crescente Concorrência Global.

De acordo com o MAPA (2021), o Brasil é muito bem-visto internacionalmente com relação à qualidade de seus produtos. Dados disponíveis na literatura indicam que, o Brasil é o terceiro maior produtor de frutas em todo mundo com estimados 2,5 milhões de hectares de cultivo e uma estimativa de produção que chega a 33 milhões de reais em valores brutos. Avalia-se que o setor detém apenas cerca de 16% de toda a mão de obra do agronegócio brasileiro, contudo, no que se refere a exportação, o país ocupa a 23ª posição em uma escala mundial, com uma média de exportação que gira em torno de apenas 3% (MAPA Brasil, 2018).

Concomitante a isso, o (IPEN, 2020), trabalha no desenvolvimento de políticas de Estado para adotar a irradiação como processo que ampliará a adoção desta tecnologia prática e segura, além de galgar uma maior probabilidade de expansão do mercado exportador potencializando o mercado em caráter de expansão, comercialização e transações comerciais.

Compreendido como **Oportunidade**, as Perspectivas governamentais em expansão comercial deste estudo, necessita da efetiva participação dos governos municipais locais do município do Ipojuca e Cabo de Santo Agostinho e estadual, com o intuito de equilibrar a relevância desta proposta com o alcance da melhoria da qualidade de vida da população, pois, de acordo com Rezende (2006), ofertar melhores benefícios à população é obrigação de cunho governamental do estado.

- Oportunidade X Ameaça

3- Tecnologia Almejada pela Indústria da Biotecnologia, Indústrias Farmacêutica, Cosmética e Nanotecnologia.

3- Falta de Conhecimento dos Benefícios Propostos e Preconceito Formado Mediante a Disseminação de Informações Passadas, voltadas ao Uso da Radiação.

O 3º parâmetro de **Oportunidade** (Quadro 13), “Tecnologia almejadas pela indústria da biotecnologia, indústrias farmacêutica, cosmética e nanotecnologia” atribuído a esse estudo, foi embasado em considerações de autores como Souza e Agnol (2013), Nunoo *et al.* (2014), Frimpong *et al.*, (2015), e na resolução de número 16, de 24 de outubro de 2019, criada pelo governo federal, ao originar um grupo técnico com intuito de discutir a ampliação do uso das radiações como tratamento aplicado a alimentos, no objetivo de viabilizar a adoção da tecnologia nuclear em escala industrial em caráter de expansão comercial. Esta iniciativa permitiu o debate, liderado pelo Gabinete de Segurança Institucional, com entidades científicas e setores da indústria, visando a instalação de plantas industriais com irradiadores em pontos estratégicos do país, para os mais diversos fins industriais. Segundo Cristini (2011) e Tubiana (1989), a aplicação da técnica de irradiação a nível industrial se trata de um processo no qual o uso das radiações ionizantes tem com o objetivo obterem-se melhorias dos mais diversos materiais tornando-os mais competitivos comercialmente.

O 3º parâmetro de **Ameaças** (Quadro 13), “Falta de conhecimento dos benefícios propostos e preconceito formado mediante a disseminação de informações passadas, voltadas ao uso da radiação” atribuído a esse estudo, foi embasado em considerações como a FAO (2011), ao estimar que cerca de 60 países já possuem legislações autorizando o uso da radiação ionizante com a finalidade de conservação de mais de 100 tipos de alimentos e no fato de que, embora aprovada e regulamentada no Brasil, ainda existe muita resistência quanto ao uso da radiação.

O que pôde ser observado em vários estudos é que as limitações quanto ao uso da radiação ionizante, não são de natureza técnica ou científica, mas estão atribuídas ao custo de sua utilização e principalmente à aceitação do consumidor, o qual possui uma visão deturpada por preconceitos e medos infundados provenientes da ideia de que a radiação traz riscos ambientais, perigo à saúde ou contaminação dos alimentos, além de estar associada a guerras, acidentes nucleares, cânceres e mortes.

No entanto, de acordo com MAPA (2011) e Eustice (2017), a oportunidade de abranger um mercado com maior competitividade favorecerá o Brasil, tornando-o apto às exigências de mercado e exportação. Entende-se que a irradiação de alimentos é uma necessidade e um desafio no que se refere à expansão comercial e econômica do país. Portanto, a implementação de uma instalação nuclear, com a capacidade de irradiar alimentos e outros materiais em escala industrial é de extrema importância para o país.

4.3 Modelo de análise CANVAS

Os dados apresentados no (Quadro 14) abaixo, estão organizados de acordo com a pesquisa realizada nas fontes disponíveis, tendo selecionadas todas as variações encontradas, destinadas a identificar possíveis peculiaridades do empreendimento a ser implementado.

Quadro 14 - Modelo de Negócios Canvas aplicado a esse estudo (Instalação de Irradiadores).

| Parceiros-Chave | Atividades-Chave | Proposta de Valor | Relacionamento com Clientes | Segmentos de Mercado |
|--|--|--|--|--|
| <p>7- Parcerias comerciais com órgãos governamentais, local e estadual, mediante os benefícios provenientes a adoção desta tecnologia ainda considerada nova no Brasil, em caráter de expansão comercial e de exportação.</p> <p>- Parcerias comerciais com os principais fabricantes, mediante o interesse demonstrado em comercializarem com o Brasil os seus produtos e serviços. Nuctech, da China, a Rosalton, da Rússia, e a Fraunhofer, da Alemanha</p> | <p>5- Uso das Radiações Ionizantes por meio de Acelerador de Eletros e Raios- X aplicados ao mercado atacadista, industrial e de exportação.</p> <p>Recursos-Chave</p> <p>6- Proposta de implementação de uma tecnologia limpa e sustentável que trará múltiplos benefícios provenientes a sua implementação.</p> | <p>1- Uso de tecnologia rentável, sustentável, prática e segura, mediante ao uso das radiações por meio de (Raios X e Aceleradores de Elétrons), com ênfase na saúde coletiva, controle e equilíbrio biológico, eliminação de microrganismos contaminantes, existentes no processo de produção, dentre outros.</p> | <p>4- oferece serviços automatizados específicos para o consumidor através do perfil do mesmo., mediante a singularidade proveniente ao uso em escala industrial de uma tecnologia inovadora e pioneira no Brasil.</p> <p>Canais de Distribuição</p> <p>3- Navios para o transporte de cargas; transporte lacustre, transporte Fluvial, que é um meio de transporte que utiliza barcos, navios ou balsas para se deslocar sobre rios, lagos e canais artificiais.</p> | <p>2- Agricultores, distribuidores, cooperativas agrícolas, comércio varejista, setor de exportação, consumidores em geral, industriais, petroquímica, indústrias de bebidas, radioesterilização de produtos médicos e biológicos, desinfestação e preservação de obras de arte, irradiação de vidros e pedras preciosas, dentre outros.</p> |
| Estrutura de Custos | | | Fluxo de Receitas | |
| <p>8- O custo de instalação de uma planta moderna é estimado em torno de R\$ 20 milhões, a depender da configuração de energia (e-beam ou x-ray ou ambos) e Kw entre 20 e 560.</p> <p>Diante da complexidade de cada produto a ser tratado, o tratamento proposto é definido mediante os requisitos do usuário e as especificações funcionais relacionadas às suas necessidades específicas.</p> | | | <p>9- Estima-se, que o retorno para este investimento, tem como projeção a estimativa de R\$ 12 a R\$ 15 milhões em um ano, com exponencial probabilidade de expansão do mercado exportador, conforme as exigências de traslados internacionais, uma vez que em muitos casos o uso da irradiação aplicadas a alimentos para fins fitossanitários é uma exigência para a exportação de frutas e carnes.</p> | |

Nestes termos, compreende-se que a implantação da técnica da irradiação de alimentos no Brasil depende de fatores igualmente importantes, como a oferta de instalações que atendam em escala industrial os diversos estados do Brasil e de uma comunicação efetiva junto à população em todas as suas esferas (ROBERT, 2016).

A **Proposta de Valor 1-** agregada a esse estudo, atribuiu-se aos benefícios propostos mediante ao uso de uma tecnologia rentável, sustentável, prática e segura, proveniente ao uso das radiações por meio de (raios x e aceleradores de elétrons).

O **Seguimento de Mercado 2-** identificado neste estudo, distinguiu-se, a partir dos seguimentos de mercado que este empreendimento atenderá. Agricultores, distribuidores, cooperativas agrícolas, comércio varejista, setor de exportação, consumidores em geral, industriais, petroquímica, indústrias de bebidas, radioesterilização de produtos médicos e biológicos, desinfestação e preservação de obras de arte, irradiação de vidros e pedras preciosas, dentre outros.

Os **Canais de Distribuição 3-** Responsável pela entrega da proposta de valor aos segmentos agregados a esse estudo, ocorrerão por meio de navios, transporte de cargas; transporte lacustre e transporte Fluvial.

O **Relacionamento com o Cliente 4-** Ocorrerá, mediante a especificações e perfil do consumidor, por meio a um serviço automatizado.

As **Atividades Chaves 5-** provenientes a implementação desta tecnologia, tem como diferencial o uso das radiações ionizantes por meio de acelerador de eletros e raios- x aplicados ao mercado atacadista, industrial e de exportação.

Os **Recursos Chave 6-** necessários para oferecer os elementos mencionados, necessários para efetivação deste empreendimento, requer a Instalação de um Irradiador multipropósito, por meio de Aceleradores de elétrons e raios-x no estado de PE.

Parceiros Chave 7- As parcerias comerciais identificadas neste estudo são caracterizadas por interesses incisos de órgãos governamentais e principais fabricantes desta tecnologia, em expandir e comercializar os seus produtos e serviços no território brasileiro.

A **Estrutura de Custo 8-** dependerá da projeção deste empreendimento, mediante acordos comerciais de potenciais investidores, fabricantes e distribuidores, parcerias comerciais e acordos bilaterais.

Fluxo de Receita 9- da renda gerada neste segmento de mercado tem como estimativa projeções ascendentes, com exponencial probabilidade de expansão do mercado exportador.

4.4 Aplicabilidade das análises SWOT e CANVAS

A aplicação das análises SWOT e CANVAS neste estudo, explanaram características intrínsecas voltadas aos benefícios provenientes a implementação de um irradiador industrial de materiais, que faz uso da radiação induzida por meio de elétrons acelerados e raios-x. Ambas as análises ratificaram a necessidade de implementar investimentos assertivos, obtidos mediante ao estudo de mercado interno e externo, descoberta de parcerias comerciais e seguimentos de mercado.

De acordo com Gomes (2009), a formulação de um planejamento assertivo, é obtido mediante um planejamento estratégico, envolvendo a elaboração de diagnósticos, projeções de cenários futuros e a percepção dos desafios para atingi-lo.

Nesse contexto, o planejamento estratégico desenvolvido nesse estudo, auxiliaram na interpretação das informações qualitativas, inerentes ao processo de criação de um empreendimento. Ressonante a isso, Suquizaqui (2020) ressalta, que o uso da matriz SWOT é um dos métodos mais utilizados por empresas em diversos países, porque reforça a necessidade de definir ações para solucionar fraquezas, maximizar aspectos positivos, minimizar ameaças e aproveitar as oportunidades de mercado.

Consonante com a afirmação do autor supracitado, pode-se observar neste estudo os parâmetros de força definidos ao identificar este empreendimento como uma tecnologia inovadora e prática ao utilizar sistema liga, desliga, não necessitando de troca de fontes, o que favorece conseqüente, uma melhor aceitação quanto ao uso desta tecnologia.

Percebido como parâmetro de fraqueza, o alto custo orçamentário proveniente a implementação de um recurso com potencial e configurações predefinidas pelo fabricante, correlaciona-se ao fato desta tecnologia ser considerada ainda pouco usual no território brasileiro.

Todavia, o alto custo orçamentário associados a instalação de um empreendimento inovador, abstêm-se diante os benefícios propostos mediante a implementação de uma tecnologia com projeções ascendentes, com tempo de estivas de retorno orçado em R\$ 12 a R\$ 15 milhões anuais (FREIRE, 2020). Diante a oportunidade de galgar um mercado mais abrangente, o alavancamento comercial proveniente a expansão comercial de uma tecnologia almejada pela indústria da biotecnologia, farmacêutica, cosmética e nanotecnologia, favorecerá o Brasil, tornando-o apto a comercializar os seus produtos conforme as exigências de traslados

internacionais, propiciando então uma maior probabilidade de vendas e acordos bilaterais, segundo Souza e Agnol (2013); Nunoo *et al.*, (2014); Frimpong *et al.*, (2015), pois atualmente mais de 60 países, incluindo o Brasil, já utilizam a radiação ionizante em seus continentes, o que representa uma Ameaça, definida mediante a crescente concorrência global.

Embora o uso das radiações seja aprovado e regulamentado no Brasil, ainda existe muita resistência quanto ao tratamento proposto por radiação ionizante. O que pôde ser observado em vários estudos, é que as limitações quanto ao uso da radiação ionizante, não são de natureza técnica ou científica, mas estão atribuídas ao custo de sua utilização e à aceitação do consumidor, no que se refere a percepção de que o uso da radiação está associado a riscos, uma visão deturpada segundo Ornellas *et al* (2006), por preconceitos e medos infundados provenientes a ideia de que a radiação traz riscos ambientais, perigo à saúde ou contaminação.

Nestes termos, entende-se que o uso da irradiação é um desafio no que se refere à expansão comercial e econômica do Brasil, compreende-se que a implantação desta técnica depende de fatores igualmente importantes, como a oferta de instalações que atendam em escala industrial os diversos estados do Brasil e de uma comunicação efetiva junto à população em todas as suas esferas (ROBERT, 2016).

Concomitante a isso, a tecnologia da Informação, o Business Model Canvas (BMC), apresenta-se como uma ferramenta complementar ou trivial ao planejamento estratégico, justamente por apresentar um formato visual e sintético ao gerar uma melhor compreensão mediante o mapeamento e compartilhamento logístico provenientes a criação de valor de um empreendimento (OSTERWALDER; PIGNEUR, 2010).

Em suas citações Bonazzi e Zilber (2014), consideram o (BMC) uma metodologia mais completa ao abordar de maneira sucinta e detalhada o relacionamento de todos os componentes internos e externos de uma organização, ao evidenciar como essas se correlacionam para criar e capturar o valor proposto por uma determinada organização.

Mediante os dados coletados nesse estudo, pode-se observar segundo as citações de Levy (2020), que as poucas unidades de irradiadores que fazem uso da radiação induzida (aceleradores lineares e raios-x) no Brasil, a nível industrial, não atendem às demandas de mercado e produtores espalhados nas diversas regiões do país.

Deste modo, o estudo (BMC) aplicado nesta dissertação percebeu como proposta de valor, o fato desta tecnologia está associado a um empreendimento ecologicamente sustentável, prático e seguro, que tem como perspectiva de segmento de mercado distribuidores, cooperativas agrícolas, comércio varejista, consumidores em geral e seguimento industrial, atendidos por canais de distribuição de transporte lacustre e fluvial, por intermédio a um

relacionamento automatizado e específico, voltado ao perfil do consumidor, mediante à sua atividade e aos benefícios propostos por meio ao uso desta tecnologia (aceleradores lineares e raios-x).

Prospectivamente, a proposta de implementação de uma tecnologia limpa, que trará multi-benefícios, associados à sua efetivação no mercado, contará com parcerias comerciais e órgão governamentais, que custearão a execução de um projeto com fluxo de caixa de receita e estimativas orçamentárias exponenciais.

Mediante a aplicação das análises SWOT e CANVAS neste estudo, pôde-se observar a importância que um empreendimento assume ao definir um modelo de negócio, mediante a sua singularidade no mercado, distinguindo o seu diferencial competitivo por intermédio a adoção de tecnologias inovadoras.

Este estudo dissertativo atestou ainda, como recurso chave, os benefícios provenientes a adoção de uma tecnologia sustentável em caráter de saúde pública e expansão comercial. Foi possível constatar, que as atividades precisam oferecer uma proposta de valor para alcançar mercado e manter um bom relacionamento com o consumidor para se gerar receita.

Por meio a esta análise, observou-se, a escassez de estudos no Brasil, voltados à criação de empreendimentos de grande porte, assim como a necessidade de se avaliar como empresas nascentes podem ser criadas e inseridas no mercado de maneira que os impactos decorrentes da implementação de novos seguimentos sejam minimizados, mediante o estudo prévio pautado no amplo conhecimento de mercado externo e interno.

Prospectivamente, observou-se, que a tecnologia proposta, com o uso da radiação induzida, ainda é pouco usual no Brasil e que o tratamento proposto mediante o uso das radiações ionizantes tem uma melhor aceitação quando o uso da radiação ocorrer por meio de aceleradores de elétrons e raios-x, um empreendimento de custo presumidamente baixo, uma vez comparado aos tratamentos propostos por meio ao uso de agroquímicos, inseticidas e fontes celadas.

Nestes termos, pôde-se observar, que a implementação de um irradiador que faz uso de radiação induzida (aceleradores de elétrons e raio-x) que atenda em escala industrial o estado de Pernambuco, trará benefícios à população local e a todo o território brasileiro.

Definido prognóstico desta análise, foi possível identificar a viabilidade de implantação de um irradiador de materiais por meio de aceleradores de elétrons e raios-x no estado de Pernambuco, tema proposto desta dissertação.

5 CONCLUSÕES

Os resultados encontrados neste estudo permitiram chegar às seguintes conclusões:

- Distinguiu-se vantagens voltadas a construção e instalação de um irradiador industrial por meio de aceleradores de eletros e raios- x, mediante o aumento de demanda comercial e exigências internacionais de exportação, comercialização e traslado de mercadorias no comercio exterior.
- Ratificou com ênfase, as bases da aplicação da energia nuclear por meio da radiação induzida (aceleradores de elétrons e raios-X) no meio científico, como agente transformador no que se refere a qualidade de vida e progresso da sociedade ao mensurar os benefícios propostos por meio ao uso de uma tecnologia ecologicamente sustentável, com perspectivas orçamentárias em expansão.
- Evidenciou-se a inexistência de irradiadores que atendam em escala comercial o estado de Pernambuco, mediante a constatação que uma única instalação que oferece o serviço de irradiação de alimentos em escala industrial está localizada na região sudeste e esta não atende à demanda comercial de um mercado produtor espalhado nas diversas regiões do país, um país com grandes dimensões continentais e um sistema de transporte deficitário e predominantemente rodoviário.
- Evidenciou-se o diferencial competitivo do estado de Pernambuco, Porto de Suape, atribuído a sua geolocalização, qualidade em termos de infraestrutura portuária, a qual é atendida por uma boa infraestrutura logística terrestre, segregação socioespacial de grande parte da população residente e desenvolvimento econômico.
- O uso da radiação induzida, demonstrou ser uma tecnologia que agrega valor comercial aos produtos, praticidade ao empreendedor além de atender requisitos voltados a preocupação ambiental e controle de radioatividade. Nestes termos, o custo-benefício de instalação de um irradiador industrial de aproximadamente 20 milhões, tem como estimativa de retorno, a projeção de R\$ 12 a R\$ 15 milhões em um ano, demonstrando deste modo a viabilidade assertiva de implementação deste projeto.

REFERÊNCIAS

ABRAFRUTAS - Associação Brasileira dos Produtores Exportadores de Frutas e Derivados. DADOS DE EXPORTAÇÃO EM 2021 e 2022. ABRAFRUTAS. DADOS DE EXPORTAÇÃO DE 2022. Disponível em: <<https://abrafrutas.org/2023/02/dados-de-exportacao-de-2022/>>. Acessado em: 03 ago. 2023.

ADDIPER. Agência de Desenvolvimento Econômico de Pernambuco. Distribuição de incentivos fiscais em Pernambuco. Palestra na amcham-Brasil. 2014.

ALVES-MAZZOTTI, A.J.; GEWANDSZNAJDER, F. **O método das ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa**. São Paulo: Pioneira, 2001.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 295, de 29 de julho de 2019. Dispõe sobre os critérios para avaliação do risco dietético decorrente da exposição humana a resíduos de agrotóxicos, no âmbito da Anvisa, e dá outras providências.

ANVISA. RDC 21. Informação e documentação: trabalhos acadêmicos: apresentação. Brasília: D.O.U: 2001 5p. AURÉLIO, M. L. Fatores associados à percepção e atitude de consumidores de carne bovina com certificação de origem em Uberlândia, Minas Gerais. Rev. Ceres, Viçosa, v. 64, n.1, p. 031-039, jan/fev, 2017.

ANVISA. RDC 21. Informação e documentação: trabalhos acadêmicos: apresentação. Brasília: D.O.U: 2001 5p. AURÉLIO, M. L. Fatores associados à percepção e atitude de consumidores de carne bovina com certificação de origem em Uberlândia, Minas Gerais. Rev. Ceres, Viçosa, v. 64, n.1, p. 031-039, jan/fev, 2017.

ANVISA. RDC 21. Informação e documentação: trabalhos acadêmicos: apresentação. Brasília: D.O.U: 2001 5p. AURÉLIO, M. L. Fatores associados à percepção e atitude de consumidores de carne bovina com certificação de origem em Uberlândia, Minas Gerais. Rev. Ceres, Viçosa, v. 64, n.1, p. 031-039, jan/fev, 2017.

ARAÚJO, B.C. Incentivos fiscais à pesquisa e desenvolvimento e custos de inovação no Brasil, Radar: Tecnologia, Produção e Comércio Exterior, Brasília, n. 8, pp. 03-21, (2010).

ARAUJO, L. A.; LIMA, C.E.P.F.; MELO, A.P.; SILVA, E.B. Gamma irradiation in different maturity stages of tomatoes (*Lycopersicon esculentum* mill.). **European Academic Research**, v. X, p. 3114-3124, 2022.

ARAUJO, L.A.; MARINHO, M.E.; MELO, A.P.; PAIVA, S.C.; LIMA, E.B.; DA SILVA, EDVANE BORGES; NAVARRO, D.M.A.F.; LEITE, L.F.C.C. Queijo coalho tipo B com adição de extrato aquoso de coentro. **Research, society and development**, v. 9, p. e4689108855, 2020.

AVALLONE, E. Entenda IPTU - Imposto sobre Propriedade Territorial Urbana. Jusbrasil, 2015.

AZEVEDO, A C.P. FIOCRUZ Escola Nacional de Saúde Pública-CESTEH e Programa de Radioproteção e Dosimetria Coordenação de Fiscalização Sanitária Secretaria de Estado de

Saúde do Rio de Janeiro. Disponível em:

<http://www.fiocruz.br/biossegurancahospitalar/dados/material10.pdf>. Acesso em: 18 fev.2022.

BARCELOS, L. R. ABRAFRUTAS - Associação Brasileira dos Produtores Exportadores de Frutas e Derivados. Brasil é o terceiro maior produtor de frutas do mundo, 2021.

BARDI, M.A.G. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. Autarquia associada à universidade de São Paulo. Avaliação do Impacto Ambiental Gerado por Tintas Gráficas Curadas por Radiação Ultravioleta ou Feixe de Elétrons em Materiais para Embalagens Plásticas Convencionais ou Biodegradáveis Pós-Consumo, 2014.

BECKER, R.C.; BLY, J.H.; CLELAND, M.R.; FARRELL, J.P. Accelerator requirements for electron beam processing. **Rad. Phys.Chem.**, v.14, p.353-375,1979.

BEHRENS, J. H.; BARCELLOS M. N.; FREWER L. J.; NUNES T.P., LANDGRAF, M. Brazilian consumer views on food irradiation in Innovative **Food Science and Emerging Technologies**, vol.10 383–389, 2009.

BELLINTANI, A. S. 2000. **Fundamentos de Radioproteção**. IPEN-Cidade Universitária, São Paulo - SP. Diretoria de Segurança Nuclear. Divisão de Desenvolvimento de Recursos Humanos.

BIAVA, J.O. **A metodologia canvas e suas variações para o desenvolvimento do empreendedorismo**. Universidade do extremo sul catarinense - UNESC curso de administração de empresas. 2017.

BOAS, A.V. **Aplicação da legislação às instalações de radioterapia, visando à proteção no ambiente ocupacional**. Estudo de caso: INCA-RJ. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental – PUC-Rio.2021.

BOLT, R. O.; CARROL, J. G. Radiation effects on organic materials. Nova York: **Academic Press**, 1963.

BONAZZI.L. F; ZANDOVAL; ZILBER. Inovação e Modelo de Negócio: um estudo de caso sobre a integração do Funil de Inovação e o Modelo Canvas. **Revista Brasileira de Gestão de Negócios**, v. 16, p. 616-637, 2014.

BOOKS. **Empreendedorismo: dando asas ao espírito empreendedor**. São Paulo: Saraiva, 2006.

BOONE, L. E; KURTZ. D. L. **Marketing Contemporâneo**. 8ª ed. Rio de Janeiro: LTC,1998.

BRASIL, 2018. Conheça os tipos de aceleradores de partículas e o que eles fazem, 2018. Disponível em: <<https://museuweg.net/blog/conheca-os-tipos-de-aceleradores-de-particulas-e-o-que-eles-fazem/>> Acessado em: fev.2021.

BRASIL. (26 de JANEIRO de 2001). Resolução RDC nº 21, de 26 de janeiro de 2001. Acesso em 29 de JANEIRO de 2020, disponível em ANVISA: http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/394219/Resolucao_RDC_n_21_de_26_de_janeiro_de_2001.pdf.

BRASIL. 2009. Relatório de Sustentabilidade da Organização da Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável. RIO+20. A Proposta Brasileira de Sedar a Rio+20 Foi Aprovada Pela Assembléia - Geral das Nações Unidas, em sua 64ª Sessão, em 2009.

BRASIL. 2020. Ministério da Saúde Secretaria de Vigilância em Saúde. Plano de Contingência Nacional para Infecção Humana pelo novo Coronavírus COVID-19. Centro de Operações de Emergências em Saúde Pública. Brasília /DF. Fev 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de vigilância Sanitária. Resolução nº 21, de 26 janeiro 2001, Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/l1/egis/resol/21_01rdc.htm> Acesso em: 02/21

BRASIL. Norma Nuclear CNEN NN 3.01, Diretrizes básicas de proteção radiológica. Diário Oficial da União. Brasília, 2005. (Disponível em: http://memoria.cnen.gov.br/Doc/pdf/Legislacao/RS_CNENCD_164_2014.pdf).

BRUHN, C. M. Consumer Attitudes and Market Response to Irradiated Food .**Journal of Food Protection**, Vol. 58. No.2 Pages 175-181, 1994.

BUENO, L. Inmetro visita Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD), Ascom IRD, Presidente, 2019. Disponível em: <http://antigo.cnen.gov.br/ultimas-noticias/572-presidente-do-inmetro-visita-instituto-de-radioprotecao-e-dosimetria-ird>. Acessado em: Abr.2021.
BUSHONG, S. C. 2010. **Ciência Radiológica para Tecnólogos**, Elsevier Editora Ltda. MOSBY, 9ª Edição.

CALVO, W. A. P. **Desenvolvimento do sistema de irradiação em um irradiador multipropósito de cobalto-60 tipo compacto**. Tese de doutorado na área CNA- Aplicações do IPEN da USP, São Paulo, 2005.

CAMARGO, R. O que é Canvas? E como pode auxiliar em seus projetos? Projetos e negócios. 2019. (Disponível em: <https://robsoncamargo.com.br//O-que-e-canvas?>).

CARDOSO. **A energia nuclear**. 3ed. Rio de Janeiro: (Apostila educativa). 52p. CNEN, 2012.

CARVALHO, R; OLIVEIRA, S. Aplicação da energia nuclear na saúde. São Paulo: SBPC; Viena: IAEA, 2017.

CASAROTTO, C. Aprenda o que é análise SWOT, ou análise FOFA, e saiba como fazer uma análise estratégica do seu negócio. ROCKCONTENT.2019.

CGEE - Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE); Estudo da Cadeia de Suprimento do Programa Nuclear Brasileiro - Panorama - Análise de oportunidades e desafios para o segmento de Irradiadores e Aplicações na Cadeia Produtiva do Agronegócio, Brasília. nov, 2010.

CH2M Hill. Options Analysis, Machine Sources for Food Irradiation, Prepared for U.S. Dept. of Energy, Advanced Radiation Technology Programs, DOE contract DE-AC04-87AL375 15, 1988.

CHANDRA, R. **Interaction of High-Energy Radiation with Matter In: Introductory physics of nuclear medicine**. Lea & Febiger, USA: 1992, p. 69 – 97.

CHATTERJEE, S.; KUMAR, V.; KHOLE, S.; SANYAL, B.; MURALI, T. S.; VARIYAR, P. S. Radiation processing: An effective quality control tool for hygienization and extending shelf life of a herbal formulation, Amritamehari churnam. **Journal of Radiation Research and Applied Sciences**, p. 1 -10, 2015.

CHIAVENATO, I. **Introdução à teoria geral da administração**. 7. ed. São Paulo: Akron

CINTRA, F. B., 2010, **Avaliação da metodologia do cálculo de dose em microdosimetria com fonte de elétrons com o uso do código MCNP5**. Dissertação de M.Sc. IPEN.

CLARK, T.; OSTERWALDER, A.; PIGNEUR Y. **Business Model You: o modelo de negócios pessoal**. Alta Books, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 2013.

CLELAND, M.R. “Irradiadores de materiais de feixe de elétrons”. Em **Aceleradores Industriais e Suas Aplicações**, eds. RW Hamm e ME Hamm (Singapura: **World Scientific Publishing Company**, Pte. Ltd., 2012).

CLELAND, M.R.; MORGANSTERN, K.H.; THOMPSON, C.C. **High power DC Electron accelerators for industrial applications RD1 Technical Information Series**, TIS 79-6, p.1-30, Junho 1979.

CLELAND, M.R.; Stichelbaut, F. Radiation processing with highenergy X-rays. **Radiat. Phys. Chem.**, 2013, 84, 91-99. <http://dx.doi.org/10.1016/j.radphyschem.2012.06.038>

CNEN . COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. **Licenciamento de Instalações radiativas**. (CNEN-Nrm-6.02) Rio de Janeiro, setembro, 2011.

CNEN. Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN. **Resolução nº 5 de 10 de setembro de 1980**. Aprova em caráter experimental a Anteprojeto da Norma Irradiação de Alimentos.

CNEN. COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. **Instalações autorizadas: irradiação por fonte**. Disponível em: Acesso em: 02 nov. 2015.

CNEN. COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. **Instalações Radiativas. Áreas e Práticas**, 2020.

CNEN. COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. **Laboratório de Irradiação Gama. política da qualidade do cdtm - po aspeqqg 01 rev. 00**. 2020.

CNEN. COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. **Radioproteção e Dosimetria: Fundamentos**. Rio de Janeiro, 2014.

CNEN. COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. **Radioproteção e Dosimetria.Fundamentos**. Instituto de Radioproteção e Dosimetria –2002.

CORDEIRO.T; GARATTONI.B. As reservas brasileiras desse minério valem mais que todo o petróleo do Pré-Sal., mas isso não é tão simples quanto parece. A Verdade Sobre o Nióbio. 2021.

COSTA, L.F. SILVA, E.B; OLIVEIRA; I.S. Irradiação gama em amendoim para controle de *Aspergillus flavus*. **Scientia Plena** 9, 081014 (2013).

CRAWFORD, L. M.; Ruff, E. H. A review of the safety of cold pasteurization through irradiation. **Food Control** 1996, 7, 87-97.

CREA-PE. Revista digital do conselho regional de engenharia e agronomia de Pernambuco. Dedicados aos profissionais e a sociedade. 2019.

CRISTINI, D. et al. Tecnologia empregada na radiologia industrial: revisão de literatura. 2011. Disponível em: http://sequencialctp.com.br/img/uploads_noticias/boletim_scamiloago2011.pdf. >Acesso em: 21 out. 2021.

CUNHA.B. P; AUGUSTIN.S. Sustentabilidade ambiental: estudos jurídicos e sociais. FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL.2022.

D'AGUILA, P.S.; ROQUE, O.C.C.; MIRANDO, C.A.S.; FERREIRA, A.P. Avaliação da qualidade de água para abastecimento público do Município de Nova Iguaçu. **Caderno de Saúde Pública**, v.16, n.3, p. 791-798, 2000.

DAIUTO et al., mandioca minimamente processada submetida à radiação de acelerador de elétrons. **Revista Iberoamericana de Tecnologia Postcosecha**. 2011.

DAMACENO, I.C. Influência da composição da dieta larval e da radiação x na qualidade de *ceratitis capitata* wiedemann, 1824 (diptera: tephritidae) produzida em criação massal. Cruz das almas – bahia, -2013.

DAMIAN, I. P. M.; SILVA, M. R. R. Serviço de referência virtual: uma análise estratégica por meio da aplicação da matriz SWOT. InCID: **Revista de Ciência da Informação e Documentação**, v. 7, n. 2, 2016. Disponível em: <<http://basessibi.c3sl.ufpr.br/brapci/v/a/21125>>. Acesso em: set. 2022.

DAMODARAN, A. **Normas sobre alimentos para proteger a saúde do consumidor e Avaliação de empresas**. 2 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

DANCE, D. R. et al. 2014. **Diagnostic Radiology Physics : A handbook for teachers and students**, IAEA, Vienna.

DE FRANCISCO, W. **Matemática financeira**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1988.

DIEHL, J. F. Food irradiations past, present and future. **Radiat. Phys. Chem.** 2002, 63, 211-215.

DIEHL, J.F. Food Irradiation past, present and future, **Radiation Physics and Chemistry**. V.63, pp.195-214, 2002. edição. Barueri, SP: Manoele, 2014.

DORF, BOB E BLANK, STEVE. The Startup Manual – the Step-by-Step Guide for Building a Great Company. K&Ranch, Inc. Publishers. Pescadero, California, USA – 2012.

DORNELAS, J. A. Empreendedorismo corporativo: como ser empreendedor, inovar e se diferenciar em organizações estabelecidas. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

DOROW, P. F; M.C. Proteção Radiológica no Diagnóstico e Terapia. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina – IFSC – Campus Florianópolis A. Mauro Ramos N. 950, Florianópolis, Sc.2019.

EMBRAPA – 2007. Tecnologias substituem brometo de metila na agricultura. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/18006444/-tecnologias-substituem-brometo-de-metila-na-agricultura-> Acesso em: jun/21.

EMBRARAD. Empresa Brasileira de Radiação. 2008. Disponível em: Acesso em: 10 fev. 2023.

ESCARLATE, L. F. Aprender a Empreender. Brasília: SEBRAE, 2010. GIL, Antônio Carlos. Como Elaborar Projetos de Pesquisa. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2010.

ESPINOSA, A.C. et al. 2012. Quantificação da redução nos riscos potenciais para a saúde através da determinação da sensibilidade da cepa de poliovírus tipo 1 Chat e Rotavírus SA-11 à irradiação por feixe de elétrons de alface icebergue e espinafre. 2012.

EUSTICE, R. F. Acceptance, use of food irradiation reached new levels in 2017, 2018. Available at: <http://www.foodsafetynews.com/2018/01/acceptance-use-of-food-irradiation-reached-newlevels-in-2017/#.WsklbYjwbDc> Last accessed: 30 June 2020

EVANGELISTA, C. Segmentos Comerciais, Acelétron Irradiação Industrial. Rio de Janeiro, RJ. Palestra proferida aos alunos da Unirio. 76 Disponível em: Acesso em: 01 de novembro de 2012.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS Estatísticas agrícolas. 2011. Disponível em: <<http://www.fao.org/>>. Acesso em: 20 jan. 2017. FAO - Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (2017). 30% de toda a comida produzida no mundo vai parar no lixo. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/fao-30-de-toda-a-comida-produzida-no-mundo-vai-parar-no-lixo/>. Acesso em: jul/2020.

FARKAS, J. Irradiation for better foods. **Trends in Food Science & Technology** v.17, p.148–152, 2006.

FARRELL, J. P., Jr. 1981. Examination of Product Throughput Obtained from High Power Bremsstrahlung Sources, **IEEE Transactions on Nuclear Science**, Vol. NS28, No. 2, April, pp. 1786-1793.

FDA - Food and Agriculture Organization of the United Nations. 21CFR179.26 in US Code of Federal Regulations, Title 21, Volume 3. Revised as of April 1, 2019.

FELLOWS, P.J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática**. – 2.ed. – Porto Alegre: Artmed, 2006.

FERREIRA, M. E. S. Teste de esterilidade. Universidade de São Paulo Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto. Departamento de Ciências Farmacêuticas, 2020.

FERRELL, O. C. HARTLINE, M.D.L, GEORGE, H.L.D. **Estratégia de Marketing**. 1ª ed. São Paulo: Atlas, 2000.

FIGUEIREDO, H. S.; VIEIRA, I. R. S.; PAIVA, R.D.; SOARES, I.G.M. Uso da radiação gama para conservação de alimentos de origem animal. **Revista Coopex**, v. 09, p. 01-12, 2018.

FILHO.O. M. Ciência e Tecnologia Para o Desenvolvimento Social: A Análise Swot E Sua Relevância Para O planejamento Estratégico. 2014.

FIORILLO, C. A. P. **Curso de Direito Ambiental Brasileiro**. São Paulo: Saraiva, 2003.

FOGAÇA, J.R.V. "Reator Nuclear"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/quimica/reator-nuclear.htm>. Acesso em 11 de junho de 2021.

FREIRE, M. - Embrapa Agroindústria de Alimentos. Governo Bolsonaro estuda uso amplo de tecnologia nuclear em alimentos. Disponível em: < <https://www.folhape.com.br/economia/governo-bolsonaro-estuda-uso-amplo-de-tecnologia-nuclear-em-alimentos/129798/>> Acesso em: jul/20.

FRIMPONG, G. K., KOTTOH, I. D.; DO LARB, O. D. Gamma radiation's effect on the microbiological quality carrot and minimally processed lettuce: A study case in the region of Greater Accra Ghana. **Radiation Physics and Chemistry**, v. 110, p. 1216, 2015.

FURUTANI. F.M. **Mapeamento de Fontes Radioativas na Indústria Brasileira**. Monografia de especialização, 2018.

GERMANO, P.M.L.; GERMANO, M.I.S. **Higiene e Vigilância Sanitária de Alimentos**. 4ª edição. Barueri, SP: Manoele, 2011.

GITMAN, L. J. **Princípios de administração financeira**. 10 ed. São Paulo: Pearson. 2003.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**, v. 35, n. 2, p. 57-63, mar./abr. 1995.

GOLDIM, J. R. Bioética e pandemia de influenza. **Rev HCPA**. 2009; 29(2):161-6.

GOMES, E. G. M. **Gestão por resultados e eficiência na administração pública: uma análise à luz da experiência do governo de Minas Gerais**. 2009. Tese de Doutorado.

GOMES, G. Matriz SWOT cruzada: o que é e como utilizar essa ferramenta como aliada do seu negócio. AGENDOR. 2023.

GOV, PE. Composto por planícies e serras, Pernambuco registra áreas geograficamente bem demarcadas. 2021. Disponível em: <https://www.pe.gov.br/populacao>. Acessado em: ago.2023.

GRUPEN, C. Non-Ionizing Radiation. Introduction to Radiation Protection. Berlin:Springer **Berlin Heidelberg**, 2010. p. 238–246. Disponível em: <http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-02586-0_15>.

GUEDES, P. R. N. Carga Tributária no Brasil – 2020 (Análise por Tributo e Bases de Incidência). Ministro da Economia. Receita Federal, 2021.

GUIMARÃES, L. S. O desafio da aceitação pública da energia nuclear in **Revista Marítima Brasileira** Volume 135 n. 10/12 pp.115-116, 2015.

GUNES, G.; M.; TEKIN, D. Consumer awareness and acceptance of irradiated foods: Results of a survey conducted on Turkish consumers. *LWT* 39, 443–447, 2006.

GUSMÃO, R. Relatório de Sustentabilidade nos Moldes do Gri. diretor-presidente do Complexo de Suape, 2022.

HALLER, A. O; Fernandes. D.C; MELGAÇO. A. A; SANTOS. G. J. A; TOURINHO. M. M., O SISTEMA DE ESTRATIFICAÇÃO SOCIAL BRASILEIRO: Pensando Sistematicamente como a Desigualdade Funciona. O Sistema de Estratificação Social Brasileiro. 2014.

HIRATA, M. H.; MANCINI FILHO, J. **Manual de Biossegurança**. 1ª ed. Editora Manole, 2001; 51,52,415.

HOJI, M. **Administração financeira e orçamentária: matemática financeira aplicada, estratégias financeiras, orçamento empresarial** / Masakazu Hoji. – 12. ed. – São Paulo: Atlas, 2017.

IAEA - International Atomic Energy Agency, Vienna, 1973. The effect of ionizing radiation on bacteria. In: Manual on Radiation Sterilization of Medical and Biological Materials. Technical Reports Series no. 149 Austria: IAEA- Austria. October 1973, p. 37 – 63.

IBGE. PAM - Produção Agrícola Municipal. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?=&t=resultados>. Acessado em: ago.2023.

ICGFI, 1999, “Facts about food irradiation”, disponível em: <<http://www.iaea.org/icgfi/>>. Acessado em: dez. 2022.

IHSANULLAH.I; A. RASHID. Atividades atuais em irradiação de alimentos como tratamento sanitário e fitossanitário na região da Ásia e Pacífico e uma comparação com países avançados. **Sciencedirect**, 2017.

IPEN, 2020 Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares Ciência e Tecnologia. Governo Bolsonaro estuda uso amplo de tecnologia nuclear em alimentos Disponível em: https://www.ipen.br/portaIpor/portaI/interna.php?secao_id=39&campo=13431. Acessado em: out. 2022.

IYOMASA, L. Irradiação de alimentos: o que é, como funciona no Brasil, vantagens e desvantagens. IFOPEDUCACIONAL.2022.

JÚNIOR, M.F.; VITAL, H.C. Tecnologia de Alimentos: Irradiação. 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/tecnologia-de-alimentos/processos/tipos-de-processos/irradiacao>>. Acessado em: 13/08/2023. JUNIOR, R. IRPJ e CSLL: Entenda como funciona. Rede Jornal Contábil. 2019.

JUNIOR, S. N e TSUNECHIRO, A. Instituto de Economia Agrícola. **Análises e Indicadores do Agronegócio** v. 6, n. 4, 2011.

KIM, M. M., Vane, K. Com permissão da ACS. ACS Symposium Series 875. **Irradiação de Alimentos e Embalagens** 2004, Capítulo 1, Páginas 1-11. 2018.

KOTLER, P.; KELVIN, K. L. **Administração de Marketing**. São Paulo: Ed. 12ª Pearson Prentice Hall, 2006.

KUME, T., FURUTA, M., TODORIKI, S., UENOYAMA, N., KOBAYASHI, Y. Status of food irradiation in the world in **Radiation Physics and Chemistry** Vol.78, 222–226, 2009.

LEITE, M.S.R. GASPAROTTO, A.M.S. Análise Swote Suas Funcionalidades: O Autoconhecimento da Empresa e sua Importância, 2018.

LEVY, D., SORDI, G.M.A.A., VILLAVICENCIO, A. Construindo pontes entre ciência e sociedade: divulgação científica sobre irradiação de alimentos in **Brazilian Journal of Radiation Sciences**, Vol 6, No1, 2018.

LEVY, D., SORDI, G.M.A.A., VILLAVICENCIO, A.L.C.H. a Instituto de Pesquisas Energética e Nucleares, São Paulo, Brasil b Omicron Tecnologia e Informação LTDA, Atibaia, Brasil. **Brazilian Journal of Radiation Sciences**. Irradiação de alimentos no Brasil: revisão histórica, situação atual e desafios futuros, 2020.

LEVYA, B. D., SORDIA G.M.A.A., VILLAVICENCIO A.L.C.H. Irradiação de alimentos no Brasil: revisão histórica, situação atual e desafios futuros. **Brazilian Journal of Radiation Sciences**.2020.

LIMA et al., Novo acelerador de elétrons com 1,5mev - 65ma para processamento industrial de polímeros no IPEN. 2022.

LIMA, A.L.B.; OLIVEIRA, A.G.R.C. Atitudes e conhecimento dos consumidores sobre os alimentos irradiados: um inquérito conduzido em Natal, Brasil. Vig Sanit Debate 2014; 2(2): 81-87.

LIMA, J, P, R et, al. Economia da Zona da Mata de Pernambuco. XIV CONGRESSO LATINO- IBEROAMERICANO DE GESTION TECNOLÓGICA- ALTEC. 2011.

LITER, J. Por que não irradiamos todos os alimentos portadores de germes. dez.2018.

MALUF, R.S. **Segurança alimentar e nutricional**. Editora vozes. 3ª Ed. Petrópolis, RJ: Vozes, p.17. 2011.

MANES, G.I. The Discovery of X-Ray. *Isis*, 47, 236-238 (1956).

MAPA. AGROSTAT - Estatísticas de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro, Exportações brasileiras do Agronegócio por mês - Últimos 5 Anos. Disponível em: <<https://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat/index.htm>>. Acessado em: Ago. 23.

MAPA. Mapa apresenta modelo de plano para instalação de irradiador multipropósito. **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. 2022.**

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – AGROSTAT - Estatísticas de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro. Exportações do Agronegócio – 2023.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Instrução Normativa Nº 9, de 24 de fevereiro de 2011. Adota as diretrizes da Norma Internacional para Medidas Fitossanitárias - NIMF nº 18 como orientação técnica para o uso da irradiação como medida fitossanitária com o objetivo de prevenir a introdução ou disseminação de pragas quarentenárias regulamentadas no território brasileiro.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Instrução Normativa Nº 9, de 24 de fevereiro de 2011. Adota as diretrizes da Norma Internacional para Medidas Fitossanitárias - NIMF nº 18 como orientação técnica para o uso da irradiação como medida fitossanitária com o objetivo de prevenir a introdução ou disseminação de pragas quarentenárias regulamentadas no território brasileiro.

MARION, J. C. **Análise das demonstrações contábeis: contabilidade empresarial.** 3.ed. São Paulo: atlas, 2005. 306p.

MARTIN, A. 2009. Uso da radiação em alimentos gera polêmica nos EUA. Disponível em: <<https://www.terra.com.br/noticias/ciencia/pesquisa/uso-da-radiacao-em-alimentos-gera-polemica-nos-eua,95188d06878ea310VgnCLD200000bbcecb0aRCRD.html>>. Acessado em: abr.2021.

MASTRANGELO, T.; PARKER, A. G.; JESSUP, A.; PEREIRA, R.; OROZCODÁVILLA, D.; ISLAM, A.; DAMMALAGE, T.; WALDER, J. M. A new generation of X ray irradiators for insect sterilization. **Journal of Economic Entomology**, v. 103, p.85-94, 2010.

MASTROENI, M. F. **Biossegurança aplicada a laboratórios e serviços de saúde.** 2ª ed. Editora Atheneu, 2005; 1, 2;4-6.

MAXIMIANO, A. C. A. **Teoria Geral da Administração**, Edição Compactada, 2012.

MAXIMIANO, A. C. A. **Teoria geral da administração.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

MAZZILLI, B; FILHO, C; KODAMA, Y; SUZUKI, F; DELLAMANO, J; MARUMO, J; SANCHES, M; VICENTE, F; BELLINTANI, S. **Noções básicas de proteção radiológicas**. São Paulo: IPEN, 2002.

MENDONÇA, Carlos Messias de. **Efeitos da radiação gama na viabilidade biológica e competência vetorial de Aedes aegypti (Diptera: Culicidae)**. 2019. Dissertação (Mestrado em Saúde Humana e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão, 2019.

MIRANDA, F. J; Pasquali, L.; Benício, C.N.S.; Queiroz, B. M.; Filho, G. D.; Vale, R. T. Acidente radioativo de Goiânia: "**O tempo cura todos os males**"? Arquivos Brasileiros de Psicologia, vol. 57, núm. 1, pp. 58-87 Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2005.

MODANEZ, L. Aceitação de alimentos irradiados: uma questão de educação. São Paulo. 2012. Disponível em: http://pelicano.ipen.br/posg30/textocompleto/leila%20modanez_d.pdf. Acesso 29. Acessado em: jun. 2022.

MORRISON, R. M. An economic analysis of electron accelerators and cobalt- 60 for irradiated food. Washington, U.S. Department of Agriculture. Technical Bulletin no 1762, June 1989.

MOY, J.H. Efficacy of Irradiation vs Thermal Methods as Quarantine Treatments for Tropical Fruits. **Radiation Physics and Chemistry**, v.42, n.1-3, p. 269-272, 1993.

NEVES, S. D. **Contabilidade avançada: e análise das demonstrações financeiras**. 14.ed. São Paulo: Frase, 2005. 710 p.

NIGOGHOSSIAN. Plataformas multifuncionais baseadas em nanopartículas de conversão ascendente para aplicações em nanomedicina. Universidade Laval.2018.

NUNOO, J.; E. K.; AMOATEY, H. M.; KLU, G. Y. P. Effect of recurrent irradiation on the improvement of a variant line of wild tomato (*Solanum pimpinellifolium*). **Journal of Radiation Research and Applied Sciences**, v. 7, p. 377 - 383. 2014.

OECD. ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. The Application of Biotechnology to Industrial Sustainability. 2001.

OKUNO, E. Efeitos biológicos das radiações ionizantes. Acidente radiológico de Goiânia. **Estud. av.** vol.27 no.77 São Paulo 2013.

OKUNO, E.; YOSHIMURA, E. **Física das radiações**. São Paulo: Oficina de textos, 2010.

OLIVEIRA, I. B.; SOBATO, S. F. Dissemination of the food irradiation process on different opportunities in Brazil. **Radiation Physics and Chemistry**, v. 71, n. 1-2, p. 493-497, 2004.

Oliveira,C. PORTOS DA REGIÃO NORDESTE DO BRASIL. R&R Comex. 2021.

OLIVEIRA, J. S.; Camposa I. C.; Silva J. F.; Gomesab A. S. Caracterização dos serviços de irradiação industrial operantes no estado do Rio de Janeiro. **Brazilian Journal of Radiation Sciences** 06-02-A (2018) 01-09.

OLIVEIRA, R. M, EMBRAPA, 2018. VISÃO 2030 O Futuro da Agricultura Brasileira. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/documents/10180/9543845/Vis%C3%A3o+2030++o+futuro+da+agricultura+brasileira/2a9a0f270ead991a8cbfaf8e89d62829?version=1.1>> Acesso em Jan/.21

ORDÓÑEZ PEREDA, J. A.; CAMBERO RODRÍGUEZ, M. I. **Tecnologia de alimentos**. Porto Alegre: Artmed, 2005. p.125-144

ORDÓÑEZ, J. A.; RODRÍGUEZ, M. I. Tecnologia de alimentos. Porto Alegre: Artmed, 2005. v. 2, 279 p. ORNELLAS, Cléia B. D. et al. Atitude do consumidor frente à irradiação em alimentos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. Campinas, v. 26, n. 1, p. 211-213, 2006.

ORDÓÑEZ, J. A.; RODRÍGUEZ, M. I. Tecnologia de alimentos. Porto Alegre: Artmed, 2005. v. 2, 279 p. ORNELLAS, Cléia B. D. et al. Atitude do consumidor frente à irradiação em alimentos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 26, n. 1, p. 211-213, 2006.

ORNELLAS, C.B.D.; GONÇALVES, M.P.J.; SILVA, P.R.; MARTINS, R.T. Atitude do consumidor frente à irradiação de alimentos, **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.1, p. 211-213, 2006.

OSTERWALDER, A.; PIGNEUR, Y. Business model generation - **inovação em modelos de negócios: um manual para visionários, inovadores e revolucionários**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2011.

OSTERWALDER, A.; PIGNEUR, Y. Business model generation: **inovação em modelos de negócios**. Alta Books, 2010.

PADOVEZE, C. L. **Contabilidade Gerencial: um enfoque em sistema de informação contábil**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1997. 414 p.

PALEKAR, M.P. et al. 2015. "Reduction of Salmonella enterica Serotype Poona and Background Microbiota on Fresh-Cut Cantaloupe by Electron Beam Irradiation." **Int J Food Micro** 202: 66–72.

PERETTI, A. P. R.; ARAÚJO, W. M. C. Abrangência do requisito segurança em certificados de qualidade da cadeia produtiva de alimentos no Brasil. *Gestão & Produção*, São Carlos, v. 17, n. 1, p. 35-49, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/gp/v17n1/v17n1a04.pdf>>. Acesso: fev. 2023.

PILLAI, S.D. 2016. "Introduction to Electron-Beam Food Irradiation." *Chem Eng Prog Mag* novembro.

PILLAI, S.D. et al. Aplicações da irradiação ionizante para tratamento fitossanitário e segurança alimentar para produtos frescos. Em segurança global de produtos frescos: um manual de exemplos de práticas recomendadas, soluções comerciais inovadoras e estudos de caso, ed. J. 2016.

PILLAI.S. D; SHAYANFAR. S. Tecnologia de feixe de elétrons e outras aplicações de tecnologia de irradiação na indústria alimentícia, **Springer**. 2016.

PORTAL DA INDÚSTRIA. O setor mais importante para as exportações industriais do estado é Alimentos. <https://perfildaindustria.portaldaindustria.com.br/estado/pe>. Disponível em: <<https://perfildaindustria.portaldaindustria.com.br/estado/pe>>. Acessado em: ago. 2023.

PORTAL MERCADO & CONSUMO. Brasil é o 10º país que mais desperdiça alimentos no mundo. Disponível em: <<https://mercadoconsumo.com.br/09/11/2021/artigos/desperdicio-no-foodservice/>>. 2023. Acesso em 14/08/2023.

PORTER, M. E. **Vantagem competitiva das nações**. Rio de Janeiro: Campus, 1999.

POZZETTI, V.C.; MOTEVERDE, J. F. S. Gerenciamento ambiental e descarte do lixo hospitalar. **Veredas do Direito**, Belo Horizonte, v.14, n.28, p.195-220, janeiro/abril de 2017.

RANGEL, L.E. Mapa discute o uso de irradiação em alimentos no Brasil como opção para evitar desperdícios. 2022.

RELA, P.R. **Desenvolvimento de dispositivo de irradiação para tratamento de efluentes industriais com feixe de elétrons**. Tese de doutorado na área CNA do IPEN da USP, São Paulo, 2003.

RESENDE, D.A. Modelos de Integração no Planejamento Municipal: Descrição da Experiência de um Município Paranaense, 2006.

RIBEIRO et al.,2020. Desafios da pandemia de COVID-19: por uma agenda brasileira de pesquisa em saúde global e sustentabilidade. Caderno de Saúde Pública. **Cadernos de Saúde Pública**, 36 nº.4. Rio de Janeiro. Abril 2020.

ROBERT, P.B. Irradiação de alimentos: normas, regulamentos e comércio mundial. Física e Química da Radiação, Volume 129, páginas 30-34. **Science Direct**. 2016.

RODRIGUES, J. N.; et al. 50 Gurus Para o Século XXI. 1. ed. Lisboa: Centro Atlântico.PT, 2005.

RODRIGUES, J.R. A. A. Irradiadores industriais e sua radioproteção. Paraná. Edição do Autor, 2014.

ROSS, S. A.; WESTERFIELD, R. W.; JORDAN, B. D. **Princípios de administração financeira**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

RUSIN. T; BARBOSA, ARAÚJO, W.; CAMARGO, E.B.; AKUTSU, R. Conhecimento do Consumidor sobre Alimentos Irradiados. **Acta de Ciências e Saúde**, 01(4), p. 1-12. Disponível em:<<https://www2.ls.edu.br/actacs/index.php/ACTA/article/viewFile/91/91>>. Acesso em: ago.2022.

SABATO, S. **Introdução à Irradiação de Alimentos**. 2005. Material didático de curso de mestrado no CTR do IPEN da USP.

SABATO, S.F.; SILVA, J.M.; CRUZ, J.N.; BROISLER, P.O.; RELA, P.R.; SALMIERI, S.; LACROIX, M. Advances in Commercial Application of Gamma Radiation in Tropical Fruits at Brazil. **Radiation Physics and Chemistry**, v. 78, p. 655-658, 2009. sadias no comércio internacional.

SANTOS, G.H.F.; AMARAL, A.; SILVA, E.B. Antibacterial activity of irradiated extracts of *Anacardium occidentale* L. on multiresistant strains of *Staphylococcus aureus*. **Applied Radiation and Isotopes**, v. 140, p. 327-332, 2018.

SANTOS, P. S., SALVADOR, P.A.V. **Estudo e otimização dos parâmetros de processamento por radiação gama em escala industrial considerando fatores operacionais**. Instituto de pesquisas energéticas e nucleares - Autarquia associada à Universidade de São Paulo. Dissertação. 2017.

SANTOS, R.P; PALMA. L.M. Doenças transmitidas por alimentos: aspectos gerais e seu impacto na saúde do consumidor. 2020.

SATO, S. 1993. General view of electron accelerator utilization. In: Proceedings of the workshops on the utilization of electron beams. JAERIM/93-160, Bangkok e Jakarta.

SEBRAE. O quadro de modelo de negócios: um caminho para criar, recriar e inovar em modelos de negócios. 2013. Disponível em: <http://www.sebraeCanvas.com.br/downloads/cartilha_Canvas.pdf>. Acesso em: mar. 2023.

SETINIYAZ, et al. THz-pump and X-ray-probe sources based on an electron linac.: Review of Scientific Instruments 88, 113306. 2017.

SHAYANFAR, S et al. 2016. "Quantificação da redução nos riscos potenciais de infecção de *E. coli* produtora de toxina Shiga não O157 em morangos por processamento de feixe de elétrons de baixa dosagem." **Food Contr** 72: 324-327.

SILVA, H.H.M.F. et al. Irradiação de alimentos: aspectos tecnológicos e nutricionais. **Revista de Trabalhos Acadêmicos** - Universo Recife. 1(1). 2014. Disponível em: <<http://revista.universo.edu.br/index.php?journal=1UNICARECIFE2&page=article&op=viewArticle&path%5B%5D=1295>>. Acesso em: ago. 2023.

SILVA, K.D.; BRAGA, V.O.B.; QUINTAES, K.D.; HAJ-ISA, N.M.A.; NASCIMENTO, E.S. Conhecimento e atitudes sobre alimentos irradiados de nutricionistas que atuam na docência. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 30(3): 645-651, jul.-set. 2010.

SILVA, L.G.A. Desenvolvimento do sistema de irradiação em Um irradiador multipropósito de cobalto-60 Tipo compacto. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares; Autarquia associada à universidade de são Paulo, 2005.

SILVA, R. E., 2000. **Dosimetria com materiais radiocrômicos em feixes de elétrons acelerados** – Processos de irradiação com doses altas. Dissertação de M.Sc. IPEN.

SILVA, W. S. TRANSPORTE AQUAVIÁRIO. Centro Universitário Fundação Santo André, 2014.

- SILVEIRA, H. SWOT. IN: Inteligência Organizacional e Competitiva. Org. KiraTarapanoff. Brasília. Ed. UNB, 2001.
- SIND HOSFIL. Lei Municipal nº 16.127/15 – Concede isenção do Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza – ISS. Prefeitura do Município de São Paulo, da fundação de São Paulo. Secretaria do Governo Municipal, 2015.
- SOARES, I.G.M.; SILVA, E. B.; AMARAL, A.J.; MACHADO, E.C.L.; SILVA, J.M. Physico-chemical and sensory evaluation of potato (*Solanum tuberosum* L.) after irradiation. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** (Online), v. 88, p. 941-950, 2016.
- SOUSA, J.C.O.; SILVA, J.S.; BARROS, I.C. Conhecimento e aceitação sobre alimentos irradiados. In: II CANAIS – Congresso Nacional de Inovações em Saúde. Evento online realizado entre 09, 10 e 11 de julho de 2021. Disponível em: <<https://doity.com.br/media/doity/submissoes/60df6319-d038-4c50-801c-277c0a883292-artigo-conais-corrigido--alimentos-irradiados--autorespdf.pdf>>. Acesso em: ago. 2023.
- SOUZA, D. B.; AGNOL, C. M. D. Emergência de saúde pública: representações sociais entre gestores de um hospital universitário, **Rev. Latino-Am. Enfermagem** jul.-ago. 2013.
- SOUZA, L, A. Radioisótopos é o nome dado aos isótopos radioativos, como, por exemplo, o urânio e o hidrogênio. Disponível em: <<https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/radioisotopos.htm> > Acesso em: mai. 21.
- SPOTO, M.H.F.; ARTHUR, V. Avaliação sensorial de feijão preto submetido à radiação de cobalto-60. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** Campinas, 25(2): 370-374, abr.-jun. 2005.
- STERIGENICS. Safeguarding Global Health – com todos os produtos que esterilizamos. VISÃO GERAL DA EMPRESA.2020.
- SURESH D. Pillai, Ph.D., Diretor do National Center for Electron Beam Research. 2020.
- TOMAS, L. Irradiação aumenta a vida útil dos alimentos e pode ajudar a diminuir o desperdício de comida no Brasil. *conter*, 2014.
- TSAI, D. Aplicação da radiação por feixe de elétrons como agente esterilizante de microrganismos em substrato turfosos. Autarquia associada à Universidade de São Paulo, 2006.
- TSAI, D. aplicação da radiação por feixe de elétrons como agente esterilizante de microrganismos em substrato turfosos. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares Autarquia Associada à Universidade de São Paulo. 2006.
- TUBIANA, M.; BERTIN, M. **Radiobiologia e radioproteção**. Rio de Janeiro: Edições 70, 1989.
- VIENNA. Trends Inradiation Sterilization Of Health Care Products. International Atomic Energy Agency., 2008.

VAN, C. S.; VAN CLEEMPUT, O.; MONDELAERS, W.; HUYGHEBAERT, A. Comparison of the effect of X-ray and electron beam irradiation on the microbiological quality of foodstuffs. *Lebensm. Wiss. Technol.*, 1999, 32(6), 372-376. <http://dx.doi.org/10.1006/fstl.1999.0568> [

VENTURA, K. S.; SUQUISAQUI, A. B. V. Aplicação de ferramentas SWOT e 5W2H para análise de consórcios intermunicipais de resíduos sólidos urbanos. *Ambiente Construído*, 20 (1), 333-349. 2020.

VERAS, L. L. **Matemática financeira: uso de calculadoras financeiras, aplicações ao mercado financeiro, introdução à engenharia econômica**, 300 exercícios resolvidos e propostos com respostas. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em Administração**. 11. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

VIEIRA, et al., 2014. Alavancagem e Desempenho Financeiro: Uma Análise Comparativa. **Revista de Administração e Contabilidade**. Volume 6, número 1. Feira de Santana, janeiro/abril 2014, p. 88 – 104

VIENNA, AUSTRIA. Radiation Effects on Polymer Materials Commonly Used in Medical Devices. Working Material Produced by the International Atomic Energy Agency, 2021.

VILLAVICENCIO, A. L. Governo Bolsonaro estuda uso amplo de tecnologia nuclear em alimentos. Disponível em: < <https://www.folhape.com.br/economia/governo-bolsonaro-estuda-uso-amplo-de-tecnologia-nuclear-em-alimentos/129798/>> Acesso em: jul/2022.

WIELAND.P. et al., Alimentos preservados com radiação: a vantagem competitiva que falta ao Brasil. **Revista da Fae**. Rev. FAE, Curitiba, v.13, n.1, p. 1-14, jul./dez. 2010.

Wieland.P. et al., Alimentos preservados com radiação: a vantagem competitiva que falta ao Brasil. **REVISTA DA FAE. Rev. FAE**, Curitiba, v.13, n.1, p. 1-14, jul./dez. 2010.

WILLARD, H.H., MERRITT, L.L., DEAN, J.A., 1974, “**Instrumental Methods of Analysis**”, 2 ed, Lisboa, Portugal, Fundação Calouste Gulbenkian.

WILSON, E.; WILSON, E. JN; WILSON, E.J.N. Uma introdução aos aceleradores de partículas. Imprensa da Universidade de Oxford. pág. 193. ISBN 9780198508298. **ACELERADOR LINEAR DYNAMITRON**. 2001.

WRIGHT, P., KROLL, J. M., PARMELL John. **Administração Estratégica**. 1ª ed. São Paulo: Atlas, 2000.

YOKOYA, A.; SHIKAZONO, N.; FUJII, K.; URUSHIBARA, A.; AKAMATSU, K.; WATANABE, R. DNA Damage Induced by the Direct Effect of Radiation. **Radiation Physics and Chemistry**, v.77, n. 10-12, p. 1280-1285, 2008.

ZANÃO, C.F.P.; CANNIATTI-BRAZACA, S.G.; SARMENTO, S.B.S.; ARTHUR, V. Efeito da irradiação gama nas características físico-químicas e sensoriais do arroz (*Oryza sativa* L.) e

no desenvolvimento de *Sitophilus oryzae* L. **Ciênc. Tecnol. Aliment**, Campinas, 29(1): 4655, jan.-mar. 2009.