

## **PROJETO DE EXPLORAÇÃO DO POTENCIAL DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E INDUSTRIAL NO RAMO DA INDÚSTRIA FOTÔNICA POR UM INSTITUTO PÚBLICO DE PESQUISA EM ASTROFÍSICA**

Douglas Vinicius Vaz Martins

Márcia Regina de Oliveira

Mônica Franchi Carniello

### **GRUPO DE TRABALHO: GT 10: Indústria e Território no Brasil no século XXI**

#### **RESUMO**

Este artigo propõe a formulação das diretrizes e fundamentos de um projeto que visa a exploração do potencial de desenvolvimento tecnológico, inovativo e industrial de sistemas e tecnologias do ramo da indústria fotônica vinculados à *expertise* técnica acumulada por um instituto público de pesquisa em astrofísica - em especial na capacidade de fabricação de aparelhos de instrumentação científica em espectrografia infravermelha de alta resolução. Em linhas gerais, a fotônica é o campo da ciência e da tecnologia dedicado a estudar os fenômenos associados à luz, tais como geração, detecção, transmissão, manipulação, emissão, modulação e amplificação da onda eletromagnética. Apesar da rigidez burocrática que estão sujeitas as organizações públicas subordinadas ao Direito Administrativo brasileiro, muitas possibilidades se abriram com o advento do arcabouço legal que regulamenta as atividades de ciência, tecnologia e inovação no país, favorecendo a elaboração de projetos estratégicos governamentais entre Instituições de Ciência e Tecnologia (ICT's) com atores do ambiente produtivo. Diante disso, o projeto proposto neste trabalho foi construído com base na metodologia de planejamento estratégico governamental (orientado para o gerenciamento de projetos) em três etapas organizacionais: (a) análises; (b) diretrizes; (c) estratégias. O delineamento da estratégia organizacional para a sua viabilização foi construída a partir de cinco dimensões básicas: (a) definição do eixo temático (técnico-tecnológico) do projeto; (b) apoio, amparo e maturidade institucional no nível de ministério/Governo Federal para fomento a projetos do campo temático escolhido; (c) fontes de financiamento e estratégia de viabilidade financeira; (d) modelo de governança, atores e parcerias potenciais; (e) estratégia e dinâmica de inovação a serem adotadas. O instituto público de pesquisa objeto deste estudo tem sua atuação delimitada por um arcabouço jurídico-institucional amparado em princípios constitucionais rígidos, em que os processos decisórios só são considerados válidos somente com previsão legal que fundamente tais atos administrativos. A gestão de projetos de inovação e de política industrial pela instituição pesquisada é fortemente delineada por essa estrutura, o que confere um objeto de estudo complexo e multifacetado. Entretanto, o domínio tecnológico do laboratório em questão, somado a maturidade institucional (tanto interna quanto ao nível ministerial) de apoio a projetos de inovação, aliado a necessidade de se estimular uma indústria nacional vinculada à cadeia de valor do ramo fotônico, confere legitimidade e justificação social ao projeto, e habilita a adesão da instituição em programas de política industrial.

Palavras-chave: Institutos públicos de pesquisa. Planejamento estratégico governamental. Projetos de inovação no setor público. Política industrial.

#### **1. INTRODUÇÃO**

A inovação tecnológica tem sido um dos fatores centrais da competitividade e das estratégias de desenvolvimento dos países. O ritmo das atividades inovativas determina a ampliação da produtividade, apoiando a criação de emprego, ofertando melhores serviços e respostas aos desafios globais, e, portanto,

promovendo o crescimento econômico. Porém, a decisão de investimento em atividades de inovação ocorre em um ambiente de elevada incerteza (Pinho, 2022).

Como possibilidade de atenuar a incerteza, a política pública governamental de inovação tem o objetivo de desenvolver as capacidades tecnológicas endógenas, estimulando investimentos privados, ao mesmo tempo que promove um ambiente institucional favorável, com infraestrutura adequada para maior interação entre os agentes econômicos envolvidos, como as empresas, universidades e centros de pesquisa (Avellar; Bittencourt, 2017; Asheim, 2019).

O desenvolvimento de políticas nacionais orientadas para as mudanças tecnológicas atuais reforça a centralidade do avanço técnico na dinâmica econômica e social dos países de economia organizada (Rodrigues; Vasconcellos; Vasconcelos, 2020). Uma vez que tais políticas necessariamente passam por mediação do Estado como administrador político da dinâmica econômica, torna-se relevante analisar a potência contingente do agente estatal destinada a produzi-las (Paço Cunha; Mendes, 2022).

Com efeito, considerando que as políticas públicas constituem aquilo que o governo faz ou deixa de fazer (Souza, 2006), entende-se por política (*policy*), neste trabalho em particular, todo programa, projeto ou ação governamental com a finalidade de promover a inovação tecnológica de tipo especial, isto é, aquelas ligadas ao rol das atuais mudanças do paradigma técnico-econômico (Paço Cunha; Mendes, 2022).

As capacidades estatais estão mais frequentemente associadas às condições presentes para elaboração e implementação de tais políticas, e um desses atributos é a capacidade de Planejamento Estratégico Governamental (PEG) voltada às ações de política industrial, de ciência, tecnologia e inovação. Nesse sentido, o Brasil também desenvolveu iniciativas, ações e políticas atreladas ao processo de mudança tecnológica em andamento desde meados da década de 2010, tendo-se por pano de fundo o histórico *déficit* tecnológico do país e as dificuldades enfrentadas pelo setor industrial propriamente dito.

A instituição objeto deste estudo constitui uma organização pública (unidade de pesquisa do Ministério da Ciência e Tecnologia e Inovação-MCTI) criada em 1980 e carrega consigo a missão institucional de fomentar a astrofísica brasileira de forma cooperada, desenvolvendo e gerenciando a infraestrutura observacional e laboratorial para gerar descobertas científicas e inovações tecnológicas (Brasil, 2023).

Ao longo de sua trajetória, esta organização ampliou sua missão institucional, indo além do provimento da infraestrutura necessária para a realização de pesquisas em astrofísica. O laboratório adquiriu capacidades e *expertises* tecnológicas vinculadas ao campo da fotônica, através do desenvolvimento de projetos de instrumentação científica em espectroscopia de alta resolução.

Além disso, a entidade intensificou sua interação com setores e atores ligados ao ambiente produtivo, através da prestação de serviços tecnológicos especializados. Esse processo habilitou o órgão para a formulação e implementação de projetos de inovação e política industrial, apesar dos inúmeros fatores que limitam a

atuação das organizações públicas na participação de iniciativas desta natureza.

O objetivo deste trabalho é, portanto, propor as diretrizes e fundamentos para a elaboração de um projeto que visa a exploração do potencial de desenvolvimento tecnológico, inovativo e industrial no campo das tecnologias fotônicas por um instituto público de pesquisa em astrofísica, em sintonia com as diretrizes do planejamento estratégico desta instituição.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste tópico será realizada uma breve apresentação e discussão dos principais conceitos relacionados à natureza das organizações públicas à luz do direito administrativo brasileiro, do marco legal de ciência e tecnologia, das definições e elementos constituintes do planejamento estratégico governamental e metodologias de gerenciamento de projetos no setor público.

## 2.1 ORGANIZAÇÕES PÚBLICAS

Compreender a natureza das organizações públicas é fundamental para o entendimento das características gerais de seu modelo de gestão, ou seja, o sistema de regras relativas à gestão das atividades, às diretrizes delineadoras que estruturam a execução das ações e decisões ao longo da cadeia hierárquica, e o grau de formalização dos processos sobre como a organização busca solucionar seus problemas e desenvolver suas funções setoriais em alinhamento com as formulações táticas e estratégicas.

Segundo Pires e Macedo (2006), as organizações públicas são sistemas complexos devido ao alto índice de burocracia existente no seu funcionamento, isto é, o tipo de regulamento desenvolvido na burocracia estatal tende a ser aplicado a qualquer organização pública. Destarte, as organizações públicas mantêm as características básicas das demais organizações, acrescidas, entretanto, de algumas especificidades como: apego às regras e rotinas, supervalorização da hierarquia, tendência à centralização das decisões, aversão ao comportamento empreendedor, paternalismo nas relações, apego ao poder, entre outras. Tais diferenças são importantes na definição dos processos internos, na relação com inovações e mudança, na formação dos valores e crenças organizacionais e políticas de recursos humanos.

Destaca-se que a Administração Pública brasileira, independentemente de sua estrutura, instância ou tipo de unidade federativa, deve obedecer aos princípios previstos no artigo 37 da CF, quais sejam: Legalidade, Impessoalidade, Moralidade, Publicidade e Eficiência. Esses princípios, já exaustivamente apresentados, discutidos e tidos como objetos de reflexão e análise nos estudos sobre a administração pública brasileira, devem ser aplicados em todas as funções envolvidas no processo constituintes do chamado “ciclo de políticas públicas”, o que envolve a gestão de projetos, programas e atividades do setor público.

## 2.2 ARCABOUÇO LEGAL DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO APLICADO ÀS ORGANIZAÇÕES PÚBLICAS BRASILEIRAS

Em relação à disciplina constitucional sobre ciência, tecnologia e inovação, vale destacar o disposto nos arts. 218 a 219-B da Carta Magna, com redação conferida pela Emenda Constitucional nº 85/2015. O caput do art. 218 dispõe expressamente como dever do Estado promover e incentivar “o desenvolvimento científico, a pesquisa, a capacitação científica e tecnológica e a inovação”. O caput do art. 219 da Constituição, em seu parágrafo único, determina que o Estado estimulará a “inovação nas empresas” e nos demais entes públicos e privados, a constituição e manutenção de “ambientes promotores da inovação, a atuação dos inventores independentes e a criação, absorção, difusão e transferência de tecnologia”.

Em nível infraconstitucional, a matéria atinente ao fomento estatal à ciência, tecnologia e inovação encontra previsão mais detalhada na já referida lei de inovação, a Lei nº 10.973, de 02 de dezembro de 2004 (chamada de Lei de Inovação), que foi objeto de importantes alterações por meio da Lei nº 13.243, de 11 de janeiro de 2016 (conhecida como Marco Legal de CT&I). Trata-se do principal marco legal no âmbito do sistema nacional de inovação brasileiro, especialmente após a edição da EC nº 85/2015, quando adquiriu estatuto de lei nacional.

As Instituições Científicas, Tecnológicas e de Inovação (ICT's) públicas são órgãos ou entidades da Administração Pública direta ou indireta que incluem em sua missão institucional (ou em seu objetivo social ou estatutário) a pesquisa básica ou aplicada de caráter científico e/ou tecnológico ou o desenvolvimento de novos produtos, serviços ou processos, conforme o conceito que a Lei de Inovação lhe conferiu (Lei nº 10.973, 2004).

A Lei de Inovação determinou que as ICT's desenvolvessem competências e instrumentos necessários ao alcance dos objetivos traçados pelo Estado brasileiro na promoção da CT&I nacional. Destaca-se que a Lei nº 13.243/2016 inovou ao determinar que as ICT's públicas são obrigadas a instituir a sua *política de inovação* que disponha sobre a organização e a gestão dos processos que orientam a transferência de tecnologia e a geração de inovação no ambiente produtivo, em consonância com as prioridades da política nacional de ciência, tecnologia e inovação e com a política industrial e tecnológica nacional. Entre os vários objetivos que devem ser traçados pela ICT pública ao formular a sua política de inovação, destaca-se aquele atinente à institucionalização e gestão do seu Núcleo

de Inovação Tecnológica (NIT). Em sua redação originária, a Lei de Inovação já previa a obrigatoriedade de constituição dos NIT's pelas ICT's públicas. No entanto, com as alterações promovidas pela Lei nº 13.243/2016, elevou-se o papel do NIT, de modo a conferir-lhe competências que não mais se resumiam às atividades de proteção da propriedade intelectual e transferência de tecnologia, mas também agregando atribuições voltadas ao processo de gestão do relacionamento com as empresas, em todas as suas facetas, e ao empreendedorismo.

### **2.3 PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO GOVERNAMENTAL (PEG)**

Segundo Ansoff (1969), o planejamento estratégico consiste em uma série de diretrizes administrativas que especificam a posição da organização no mercado, as direções nas quais ela procura desenvolver-se e os instrumentos competitivos que ela empregará. É um processo contínuo de aprendizado sistemático, e com maior conhecimento possível do futuro e capaz de medir o resultado de decisões de risco em confronto com as expectativas alimentadas (Drucker, 1984).

O planejamento estratégico está relacionado à capacidade de uma instituição de se adaptar à incerteza permanente e às mudanças imprevistas nos ambientes. É a ciência e a arte de atingir os objetivos estabelecidos por meio do cálculo estratégico sobre o futuro, sendo capaz de orientar as ações no momento presente. Seu processo diz respeito a um conjunto de princípios teóricos, procedimentos metodológicos e técnicas de grupo que podem ser aplicados a qualquer tipo de organização social que demanda um objetivo, que persegue uma mudança situacional futura. O planejamento, portanto, não trata apenas das decisões sobre o futuro, mas do questionamento referente ao futuro das nossas decisões (De Toni, 2016). Neste sentido:

“... o planejamento estratégico realizado no âmbito governamental é um conjunto de referenciais teóricos, processos administrativos, aplicação de ferramentas e técnicas organizacionais que objetivam definir uma visão de futuro de médio e longo prazo, bem como as principais instituições e processos que asseguram coerência e efetividade entre meios e fins para o seu alcance. (...) Na administração pública, o processo de planejamento se confunde com o exercício fático de governo, na medida em que a produção de políticas sob a autoridade estatal rege-se por normas, regulamentos e marcos jurídico-institucionais que o brigam, direta e indiretamente, à reflexão prévia às ações. Isto é, as ações de governo, em tese e na prática, devem ser precedidas de um processo reflexivo consciente anterior à sua execução, essa é a essência que motiva o ato de planejar e de formular estratégias. (De Toni, 2021, pag. 13).

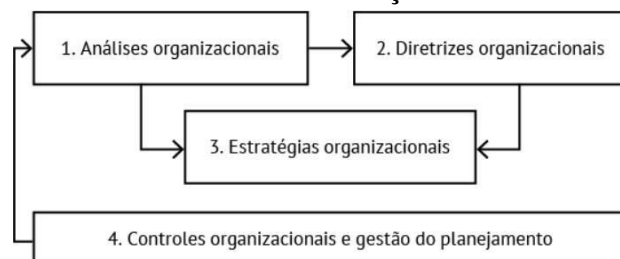
Destarte, apesar das teorias e conceitos de planejamento fornecerem algumas diretrizes gerais, as circunstâncias de cada organização (tanto as públicas quanto as privadas) são tão específicas que a administração precisa adaptar tais generalizações quando da aplicação do planejamento estratégico. A adoção de um processo prescritivo, sem a devida adequação para a realidade organizacional de cada tipo de instituição, pode acarretar um desperdício de tempo e recursos (Marcovitch; Radosevich, 1978).

#### **2.3.1 METODOLOGIA E PROJETO DE PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO GOVERNAMENTAL**

A organização do planejamento estratégico pressupõe a definição do objetivo e da metodologia para o projeto no intuito de facilitar a elaboração, gestão e implementação deste, por meio da gestão, divulgação, documentação e aprovação dos envolvidos. Uma metodologia é basicamente um roteiro (*road map*) a ser adotado. Segundo Wright, Kroll e Parnell (2000), os detalhes e as discussões que antecedem a elaboração do planejamento estratégico compõem o campo da administração estratégica. Esta é entendida como um processo contínuo e interativo que visa manter uma organização como um conjunto apropriadamente integrado a seu ambiente (Certo; Peter, 1993).

O sistema de administração estratégica, pode, segundo Resende (2017), ser organizado em quatro etapas: (i) análises organizacionais (do ambiente); (ii) estabelecimento das diretrizes organizacionais; (iii) a formulação e implementação de estratégias (definição sobre como ações organizacionais alcançarão seus objetivos); (iv) elaboração de dispositivos de controle estratégico. A figura 01 (abaixo) evidencia o esquema anteriormente descrito:

**Figura 1. VISÃO GERAL DA METODOLOGIA DO PROJETO DE PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO PARA ORGANIZAÇÕES PÚBLICAS E PRIVADAS**



Fonte: Rezende (2017).

As análises organizacionais também são denominadas de diagnóstico estratégico, análises estratégicas, análise de meio ambiente, dentre outros. Na formulação de um projeto estratégico, é necessário conhecer o ambiente ou contexto que a organização está inserida. O mapeamento ambiental também pode ser chamado de *mapeamento das competências essenciais da organização*, que, segundo Hitt, Ireland e Hoskisson (2002), são recursos e capacidades que servem de fonte de vantagem competitiva em relação aos concorrentes, e funcionam como um elemento mediador entre o contexto interno da organização com o seu ambiente externo. Emergem com o tempo por meio de um processo organizacional tendo por objetivo acumular e aprender a dispor sob diversas combinações possíveis os recursos e capacidades disponíveis. As competências essenciais levam em consideração, portanto, dimensões como a cadeia de valor da organização.

As diretrizes estratégicas definem a maneira específica sobre como a organização descreve sua atividade (ou modelo de negócio) em sintonia com a cadeia de valor da mesma, podendo ser caracterizada como atividade principal convencional (razão primeira que justifica a existência do serviço público prestado) ou atividade pública em sentido ampliado (levando em conta o valor percebido pelo cidadão, ou seja, a atividade pública busca ultrapassar o limite do convencional ou trivial). As diretrizes compõem as políticas da organização, ou seja, o conjunto de intenções emanadas da alta administração. Estão relacionadas com pensamentos e desejos estratégicos organizacionais e como orientações preestabelecidas para decisões e ações alinhadas com atividade pública ou negócio privado da organização (Rezende, 2017).

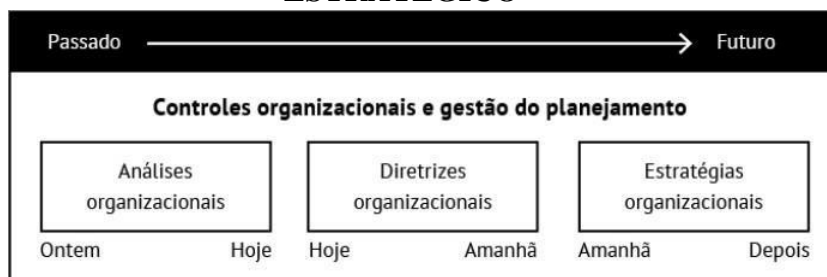
A formulação e implementação de estratégias organizacionais constituem a terceira fase da metodologia de projeto de planejamento estratégico. A literatura clássica da ciência da administração registra inúmeros (e diferentes) conceitos de estratégia. A ideia mais resumida e simples de estratégia é “a arte de planejar”. A estratégia compreende um dos vários conjuntos de regras de decisão para orientar o comportamento da organização, e entendida como uma ferramenta para trabalhar com as turbulências e as condições de mudanças que cercam as organizações (Ansoff, 1988). É uma forma de pensar no futuro, integrada no processo decisório, com base em procedimentos formalizados e articulados em resultados. Já Mintzberg et al. (2006, p. 29) define que:

“Estratégia é o padrão ou plano que integra as principais metas, políticas e sequências de ação da organização em um todo coeso. Uma estratégia bem formulada ajuda a organizar e colocar os recursos de uma organização em uma postura única e viável, baseada em suas competências e deficiências internas relativas, mudanças antecipadas no ambiente e movimentos contingentes por parte dos oponentes inteligentes” (Mintzberg et al, 2006, pag. 29).

Os controles organizacionais e a gestão do planejamento se constituem na quarta e última fase da elaboração do projeto de planejamento estratégico para organizações públicas ou privadas. Como conceito, controle é fazer com que algo aconteça conforme o planejado. Está relacionado com o monitoramento, acompanhamento e a avaliação do processo de administração do projeto estratégico, visando melhorar, corrigir e garantir o funcionamento adequado de processos ou funções (Rezende, 2017). Para as organizações públicas, um sistema de controle público precisa atender a duas necessidades simultaneamente: (1) as exigências legais descritas na Constituição Federal (Brasil, 1988) e nas legislações aplicáveis ao setor público; e (2) as necessidades gerenciais da atividade pública, ou seja, o fornecimento de informações relevantes, tempestivas e confiáveis para que o gestor público possa tomar decisões apropriadas, personalizadas e oportunas.

De acordo com a figura 02, o planejamento estratégico é um processo de um ciclo retroalimentado e em constante amadurecimento. A visão temporal do planejamento estratégico pode ser sintetizada em três fases ao longo do tempo:

**Figura 2. VISÃO TEMPORAL DO PROJETO DE PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO**



Fonte: Rezende (2017).

Com base na metodologia proposta, uma estrutura (roteiro) de planejamento estratégico pode ser sugerida para a proposição de projetos de inovação no âmbito de institutos públicos de pesquisa.

### 3. METODOLOGIA

A partir de uma tentativa de recolocar a necessidade de se estabelecer o que deve entender-se por uma visão aceitável do trabalho científico, Gil Perez et al (2001) discute o que ele denomina de “deformações” identificadas no processo de construção do conhecimento. De forma geral, este ensaio crítico discute questões como por exemplo, o papel “neutro” da observação e da experimentação; a visão rígida, algorítmica, exata, infalível, do que é amplamente considerado como “método científico”; a visão aproblemática, ahistórica, dogmática e fechada da ciência, em que transmitem-se os conhecimentos já elaborados, sem mostrar os problemas que lhe deram origem; a visão exclusivamente analítica, que destaca a necessária divisão parcelar dos estudos, o seu carácter limitado, simplificador; além do reforço a uma posição elitista e individualista da ciência. Por fim, os autores constroem uma crítica intelectual a imagem descontextualizada e socialmente neutra da ciência, que proporciona-se uma imagem deformada dos cientistas como seres “acima do bem e do mal”, fechados em torres de marfim e alheios à necessidade de fazer opções.

A partir desta avaliação crítica, os autores defendem alguns “pontos de consenso” sobre quais devem ser as características essenciais do trabalho científico, tais como: (a) a recusa da ideia de “Método Científico” (como se houvesse um único método universalmente válido, possível e legítimo); (b) a recusa de um empirismo que concebe os conhecimentos como resultados da inferência indutiva a partir de “dados puros”; (c) o destaque para o papel atribuído pela investigação ao pensamento divergente; (d) e a necessidade de se duvidar sistematicamente dos resultados obtidos e de todo o processo seguido para os obter, o que conduz a revisões contínuas na tentativa de obter esses mesmos resultados por diferentes caminhos e, muito particularmente, para mostrar coerência com os resultados obtidos noutras situações.

Finalmente, é preciso compreender, segundo a perspectiva defendida por Gil Perez et al (2001), o carácter social do desenvolvimento científico, em que a ação dos cientistas tem uma clara influência sobre o meio físico e social em que se insere. Nesse sentido, este trabalho não pretende ser uma busca por uma suposta “verdade” ou apontamento “racional” (em detrimento de alternativas irracionais) de linhas de ação sobre o que e como deve ser a atuação estratégica de um instituto público de pesquisa em sua trajetória institucional de desenvolvimento de projetos no campo da inovação.

Portanto, a estratégia de pesquisa adotada segue a dimensão qualitativa de compreensão da realidade, com uma abordagem exploratório-descritiva de investigação. O acesso aos dados foi facilitado pelo fato do pesquisador pertencer ao quadro funcional da instituição, na condição de servidor de carreira e por ocupar cargo de assessor do Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT) do laboratório.

Segundo Merriam (2002) a pesquisa qualitativa é um conceito guarda-chuva que abrange várias formas de pesquisa e nos ajuda a compreender e explicar o fenômeno social com o menor afastamento possível do ambiente natural, empreendendo um esforço de compreensão dos agentes, daquilo que os levou a agir como agiram, o que é possível se os sujeitos forem ouvidos apartir das suas lógicas de exposição de razões. Ou seja, enquanto pesquisa social, a abordagem qualitativa se baseia na visão de que a realidade é construída pela interação e interpretação dos agentes do seu mundo social.

A estratégia geral de pesquisa foi baseada na Triangulação por Fontes, que segundo Trivinos (1987) visa abranger a máxima amplitude de exploração, descrição ou explicação do foco de pesquisa estudado. A modalidade Triangulação de Dados foi estruturada a partir das etapas metodológicas definidas no referencial teórico (análises organizacionais, diretrizes organizacionais e estratégias organizacionais) perpassadas por três dimensões fundamentais de organização dos dados coletados: (a) nível micro-organizacional (relativo às capacidades internas, recursos e *expertises tecnológicas* do instituto pesquisado); (b) nível institucional (modelo de governança, principais atores potenciais, políticas públicas relacionada ao fomento da inovação e das tecnologias fotônicas nos campos científico, tecnológico e industrial, tanto no âmbito interno da instituição quanto a nível do Governo Federal); (c) nível macroestrutural (dimensão econômica da indústria fotônica na escala nacional e internacional, estruturas de mercado, cadeias produtivas e cadeias de valor).

Com isso, foram utilizados como métodos de coleta: (i) a pesquisa documental (envolvendo busca, tratamento e análise de documentos oficiais, relatórios técnicos, atas de reuniões e estudos prospectivos produzidos pela instituição); (ii) dados agregados - tais como estudos e análises produzidos por institutos (públicos e privados, nacionais e internacionais) de pesquisa, no ramo de desenvolvimento da indústria fotônica de alta complexidade; (iii) pesquisa bibliográfica (através do levantamento de teses, dissertações e artigos relacionados ao campo do planejamento estratégico governamental e políticas industriais e de inovação); (iv) observação participante - o pesquisador participou de reuniões setoriais do Comitê Consultivo e de Assessoramento do Núcleo de Inovação Tecnológica (CCA-NIT) da instituição no período de julho de 2024 a janeiro de 2025.

As informações obtidas foram analisadas à luz das teorias e conceitos adotados como referencial teórico deste trabalho (em especial as metodologias de gerenciamento e elaboração de projetos e planejamento estratégico governamental), e tendo como pano de fundo o arcabouço jurídico constituinte do direito administrativo brasileiro que rege a atuação das organizações públicas e o marco regulatório de inovação vigente no país.

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Nesta seção, são apresentados os principais resultados da pesquisa, em especial aqueles relacionados às diretrizes organizacionais, institucionais e macroestruturais do projeto estratégico de exploração do potencial tecnológico, inovativo e industrial vinculado à principal capacidade dinâmica da ICT pesquisada: a fotônica.

O laboratório objeto de estudo deste trabalho constitui uma unidade de pesquisa vinculada à administração direta do Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação (MCTI) do Governo Federal, e tem como missão “*fomentar a astrofísica brasileira, de forma cooperada, desenvolvendo e gerenciando infraestrutura observacional e laboratorial, para gerar descobertas científicas e inovações tecnológicas*” (LNA, 2023). O órgão é reconhecido

como uma Instituição Científica, Tecnológica e de Inovação (ICT), nos termos da Lei nº 10.973, de 02 de dezembro de 2004 (regulamentada pelo Decreto nº 9.283, de 07 de fevereiro de 2018).

O laboratório tem desenvolvido, desde a sua criação, uma forte capacidade tecnológica vinculada a fabricação de instrumentos de observação astronômica (em especial aqueles relacionados à espectrografia de alta resolução) - *expertise* esta vinculada ao campo de estudos denominado de fotônica<sup>1</sup>, o que habilita esta instituição à proposição de um projeto que visa à exploração do potencial de inovação desse ramo industrial, a partir do estudo exploratório e descritivo das dimensões organizacionais, institucionais e econômicas que envolvem essa iniciativa.

#### **4.1 O PROJETO DE EXPLORAÇÃO INDUSTRIAL DE TECNOLOGIAS FOTÔNICAS: ANÁLISE ORGANIZACIONAL (CAPACIDADES INTERNAS) E AMBIENTAL (ESTRUTURA DE MERCADO)**

A trajetória de aquisição de capacidades dinâmicas da instituição pesquisada é profundamente marcada por elementos de *path dependence*<sup>2</sup> relacionados à sua competência essencial: o domínio de tecnologias ligadas ao campo da fotônica (em especial, a polarimetria, a fotometria e a espectroscopia infravermelha de alta resolução). Isso fica evidenciado nos projetos que envolveram o aprendizado técnico relacionado à manipulação e desenvolvimento de fibras óticas, óptica fina, sensores ópticos, optoeletrônica e filmes finos (Martins, 2024). Em decorrência disso, atualmente o laboratório oferece a prestação de serviços tecnológicos nas áreas de: (a) de avaliação de conformidade e desempenho de sistemas ópticos utilizando interferometria e espectrofotometria; (b) metrologia de peças e conjuntos e controle de processos; (c) realização de testes de ciclos térmicos que simulam condições ambientais do sistema; (d) usinagem de precisão para fabricação de protótipos e produção de pequenas unidades para projetos de P&D; (e) polimento de fibras ópticas; (f) análise e testes de transmissão e qualidade de imagens em fibras ópticas; (g) fabricação e caracterização de filmes finos para uso em óptica, fotônica, microeletrônica, energia solar e ciência dos materiais e; (h) desenvolvimento, prototipagem e montagem de circuitos eletrônicos.

Isto evidencia que, historicamente, o órgão transitou de um instituto público de pesquisa quase que exclusivamente voltado ao provimento dos meios e infraestrutura básica direcionados à promoção da astronomia observacional no Brasil, para o desenvolvimento tecnológico em instrumentação científica e convergindo para o desenvolvimento de projetos de inovação em interação com o setor produtivo, empresas e *startups*, a partir da prestação de serviços de alta complexidade tecnológica. Essas características e *expertises* habilitam a instituição a se tornar um agente protagonista no desenvolvimento de projetos de política industrial.

##### **4.1.1 MERCADO NACIONAL DA INDÚSTRIA FOTÔNICA**

O mercado brasileiro de tecnologias fotônicas constitui um setor em franco crescimento no ramo de tecnologias avançadas e de alta complexidade. Embora dados exatos possam variar, estima-se que só o consumo brasileiro de produtos do setor óptico esteja na faixa de R\$24,35 bilhões anuais (AbiÓptica, 2022) - com crescimento de 11,71% em relação ao ano de 2021-, em razão do aumento na demanda por tecnologias avançadas em diversas aplicações civis e militares. Entretanto, quase a totalidade desse consumo é importada. Apesar do crescimento no consumo, observa-se um processo intenso e contínuo de desindustrialização da economia brasileira neste ramo, ocasionando uma forte redução na participação nacional. A participação de produtos importados cresceu de 71% em 2006 para 88% em 2018 no setor de produtos ópticos (Lima, 2020).

<sup>1</sup> Em linhas gerais, a Fotônica é o campo da ciência e da tecnologia dedicado a estudar os fenômenos associados à luz, tais como geração, detecção, transmissão, emissão, modulação e amplificação da onda eletromagnética.

<sup>2</sup> Ideia de que a evolução de sistemas e processos é consequência de sua própria história, ou seja, eventos passados influenciam os resultados e trajetórias futuras – também conhecidos como efeitos de *lock-in* (Martins; Sunley, 2006).

Apesar do bom desempenho recente na balança comercial brasileira referente a queda do déficit industrial em 2023 por intensidade tecnológica, a indústria nacional de opto-fotônica mantém um alto nível de dependência de insumos importados. Classificada como um setor de alta intensidade tecnológica, a balança comercial desta indústria de transformação experimentou *déficit* de US\$40 bilhões em 2023 (IEDI, 2024).

Em um documento de 2019 intitulado “Indústria e o futuro do Brasil”, o Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial (IEDI) mapeou o grau de adensamento produtivo de 26 setores e 258 classes da indústria de transformação, mensurando-o pelo Coeficiente Importado de Insumos e Componentes Comercializáveis (CIICC). Quanto mais alto este coeficiente, menor o adensamento doméstico dessas cadeias industriais. A partir desse coeficiente, busca-se identificar as classes industriais mais comprometidas pela importação de insumos intermediários, isto é, os segmentos produtivos com menor grau de transformação industrial. Foram empregados no seu cálculo, principalmente, os dados da Pesquisa Industrial Anual - Empresa (PIA-E) do IBGE. Setorialmente, a diminuição da densidade produtiva (aumento do CIICC) foi generalizada, principalmente entre os setores de alta e média-alta intensidade tecnológica. Entre 2003/2004 e 2013/2014, a categoria de maior densidade e complexidade tecnológica apresentou aumento significativo do CIICC, saltando de 26,3% para 38,7% no período em questão (ver tabela 01 abaixo), puxada sobretudo pelos setores de informática, eletrônicos e ópticos – setores com aumento de quase 20 pontos percentuais (saindo de 57,4% para 75,4% em dez anos).

**Tabela 1. DEPENDÊNCIA EXTERNA DE INSUMOS E COMPONENTES COMERCIALIZÁVEIS**

Descrição	CIICC (a preços constantes de 2013/4)		Percentual das empresas que compram parcela dos insumos e componentes no exterior		Número de empresas		Pessoal ocupado ligado à produção (em milhares)	
	2003/4	2013/4	2003/4	2013/4	2003/4	2013/4	2003/4	2013/4
<b>Indústria de transformação</b>	<b>16,5</b>	<b>24,4</b>	<b>18,9</b>	<b>19,9</b>	<b>28.947</b>	<b>37.906</b>	<b>3.691</b>	<b>5.030</b>
Baixa e média-baixa tecnologia	10,8	13,6	13,3	13,9	22.838	30.534	2.781	3.767
Alimentos	5,3	5,1	13	11	3.348	4.613	671	1.037
Bebidas	5,9	4,2	12,3	12,1	400	459	53	80
Fumo	6	8,1	23,1	29,8	38	33	11	9
Têxteis	10,2	18,3	24,1	26,9	1.284	1.527	207	208
Confecção	2,1	7,4	4,6	7,1	3.527	4.907	249	373
Calçados e couros	7,9	6,4	19,6	14,1	1.871	1.940	343	291
Madeira	3,2	7,3	5,7	6,3	1.680	1.209	154	102
Papel e celulose	8,5	11,2	17,9	16,1	780	906	106	132
Impressão e reprodução	27,2	17,9	17,2	16,8	324	581	23	45
Refino de petróleo e álcool	52,8	44,7	9,7	12,3	163	221	63	114
Borracha e plástico	9	19,9	20,8	23,8	2.007	2.738	211	284
Minerais não-metálicos	4,1	14,1	9,9	8,8	2.080	3.178	159	267
Metalurgia	17,2	24,4	18,1	22,2	611	822	142	187
Produtos de metal	3,4	10,1	12,4	12,9	2.293	3.441	181	281
Móveis	3,4	4,6	9,7	13,8	1.487	1.793	114	157
Diversos	14,4	22,6	26,9	29,5	687	1.121	58	89
Manutenção de M&Es	18,8	35,5	12,4	11,1	264	1.049	35	111
Alta e média-alta tecnologia	26,3	38,7	39,5	44	6.109	7.372	910	1.263
Química	30,3	40,3	46,7	46,2	1.329	1.576	144	184
Farmacêutica	51,9	57,3	57,6	64,5	281	258	41	52
Informática, eletrônicos e ópticos	57,4	75,4	57,3	63,3	639	676	87	108
Equipamentos e materiais elétricos	9,6	26,8	38,6	40	729	969	108	182
Máquinas e equipamentos	13,8	31,9	30,4	38,8	1.906	2.455	201	257
Automobilística	19,3	25,8	31,8	39,5	1.010	1.149	282	386
Outros equipamentos de transporte	43,1	54,8	31,2	43,3	217	291	48	94

Fonte: IEDI (2019).

#### **4.2 O PROJETO DE EXPLORAÇÃO INDUSTRIAL DE TECNOLOGIAS FOTÔNICAS: DIRETRIZES ORGANIZACIONAIS**

Em seu planejamento estratégico (chamado de Plano de Desenvolvimento da Unidade – PDU 2024-2030), foi definido no instituto onde foi realizada a pesquisa, que uma das linhas estratégicas de impacto (LEI) do laboratório é o fomento à inovação por meio do desenvolvimento de tecnologias. Foram atribuídas a esta LEI metas e indicadores de desempenho específicos, como por exemplo a participação institucional em no mínimo 02 projetos de alta complexidade em parceria com governos ou setor produtivo. Uma das plataformas do PDU consiste no “Programa de Fomento à Inovação”, e que também apresenta como uma de suas metas a realização de no mínimo 04 projetos em parceria com o setor produtivo até 2030.

Além do PDU, outro instrumento da instituição que contempla, legitima e orienta o projeto de exploração industrial de tecnologias fotônicas é a Política de Inovação da entidade. Aprovada em 2024, esta dispõe sobre a organização e a gestão dos processos que orientam a transferência de tecnologia e a geração de inovação no ambiente produtivo, em consonância com as prioridades da política nacional de ciência, tecnologia e inovação e com a política industrial e tecnológica nacional.

Com disso, a política de inovação da organização pesquisada tem por objetivo orientar as ações institucionais relativas à transferência para a sociedade do conhecimento científico e tecnológico gerado na instituição, bem como o apoio à inovação, ao empreendedorismo e à inserção competitiva das empresas em benefício do desenvolvimento econômico e social sustentável do País. Em consonância com a missão institucional, visa também viabilizar alianças estratégicas e cooperações entre o órgão e entes públicos e privados, além de apoiar a atuação institucional no ambiente produtivo local, regional, nacional e internacional, contribuindo para o fortalecimento da ciência de ponta. A Política de Inovação é gerida por seu Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT), através de seu gestor, do Comitê Consultivo e de Assessoramento (CCA-NIT) e da Equipe de Agentes de Inovação (EIA) – todas essas estruturas assessoram a Diretoria nas decisões relativas às cooperações, parcerias e acordos. O instituto possui também um Escritório de Negócios cujo objetivo é coordenar a interação com o setor produtivo no que concerne às ações da Política de Inovação da instituição.

#### **4.3 O PROJETO DE EXPLORAÇÃO INDUSTRIAL DE TECNOLOGIAS FOTÔNICAS: A ESTRATÉGIA ORGANIZACIONAL DO PROJETO**

A estratégia que orienta este projeto visa em última instância ampliar as bases técnico-institucionais do país para a constituição e reestruturação de cadeias produtivas e cadeias de valor da indústria nacional de fotônica (e sua consequente exploração comercial), com potencial de apropriação científico-tecnológica dessas competências nos campos de energia, defesa, aviação, semicondutores, telecomunicações, construção civil inteligente, instrumentação científica e aeroespacial.

Considera-se que, para viabilizar o projeto discutido neste artigo é necessário equacionar cinco questões fundamentais: (a) definição do eixo técnico/tecnológico da proposta; (b) grau de amparo (e maturidade) institucional para desenvolvimento de projetos no campo da fotônica; (c) fonte e estratégia de financiamento; (d) modelo de governança; (e) estratégia de inovação.

##### **4.3.1 EIXO TÉCNICO DO PROJETO**

Com base na análise da trajetória histórica da aquisição de capacidades e *expertises* tecnológicas da entidade, sugere-se a como nicho central de exploração tecnológica, inovativa e industrial dos seguintes componentes fotônicos avançados: (a) desenvolvimento de *Power-over-Fiber* e Fibras de *Cladding Condutor* (FCC) - fibras ópticas com capacidade de transmissão de energia elétrica (o modelo proposto pelo laboratório prescinde de luz como entidade geradora de energia elétrica); (b) filmes finos para instrumentação científica de alta precisão (filmes antirreflexo e refletores de banda larga) e filmes finos arquitetônicos para a indústria da construção civil

digital de baixo carbono; (c) desenvolvimento de componentes ópticos de alta qualidade para aplicação em instrumentação científico-tecnológica e no setor aeroespacial.

#### **4.3.2 MATURIDADE INSTITUCIONAL DE APOIO E FOMENTO A PROJETOS DE INOVAÇÃO INDUSTRIAL NO CAMPO DA FOTÔNICA**

Neste tópico será demonstrado o grau de maturidade das instituições, arranjos e políticas governamentais orientadas à promoção e fomento do desenvolvimento científico, tecnológico e industrial em fotônica no Brasil. São basicamente três instrumentos:

##### **4.3.2.1 O PLANO DE AÇÃO EM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO PARA TECNOLOGIAS CONVERGENTES E HABILITADORAS<sup>3</sup> EM FOTÔNICA**

Elaborado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia, o Plano de Ação em Fotônica do MCTI (2019) visa estabelecer uma política de Estado para posicionar o Brasil como referência global em ciência e tecnologia no desenvolvimento e na fabricação de produtos inovadores de alto valor agregado em Nanotecnologia, Materiais Avançados, Fotônica e Tecnologias para Manufatura Avançada.

##### **4.3.2.2 O IBFÓTON E O SISFÓTON**

A Iniciativa Brasileira de Fotônica (IBFóton), foi instituída por meio da Portaria GABMInº 4.532, de 05 de março de 2021, como principal programa estratégico para incentivo da Fotônica no país. Dentre os objetivos da Iniciativa estão estruturar a governança e coordenar os esforços do Estado na temática de Fotônica; promover o avanço e o fortalecimento científico, tecnológico e a inovação nacional; estimular a pesquisa, o desenvolvimento conjunto de novas tecnologias e a transferência de conhecimentos e tecnologias; mobilizar, articular e fomentar os atores nacionais públicos e privados; garantir a universalização do acesso à infraestrutura avançada; e promover a formação, capacitação, atração e fixação de recursos humanos, a educação na área e sua divulgação (MCTI, 2021).

Concomitantemente ao IBFóton, foi criado também o Sistema Nacional de Laboratórios de Fotônica (SisfótonMCTI), instituído por meio da Portaria GABIM nº 4.530, de 5 de março de 2021, como instrumento de ação governamental na área de Fotônica. O Sisfóton-MCTI é constituído por um conjunto de laboratórios ou redes de laboratórios de caráter multiusuários, de acesso aberto a usuários públicos e privados, e direcionados à pesquisa, ao desenvolvimento e à prestação de serviços tecnológicos, ao empreendedorismo e à inovação em Fotônica. Dentre os objetivos do Sisfóton-MCTI, destaca-se: promover o avanço científico, tecnológico, inovador e empreendedor do setor no País; fortalecer e ampliar a pesquisa orientada por missão na área; estimular parcerias entre as Instituições Científicas, Tecnológicas e de Inovação (ICT) e o setor privado; contribuir para a universalização do acesso à infraestrutura avançada na área; racionalizar e ampliar a criação de novas infraestruturas científico-tecnológicas no tema; estimular a internacionalização dos programas e das iniciativas nacionais; promover a formação, capacitação, atração e fixação de recursos humanos especializados (MCTI, 2021).

<sup>3</sup> Nas Tecnologias Convergentes e Habilitadoras, comumente conhecidas como *Key Enabling Technologies* (KET), o termo “convergente” refere-se à habilidade das tecnologias combinarem esforços para sustentar um maior desenvolvimento tecnológico, e o termo “habilitadora”, à capacidade da tecnologia em direcionar avanços tecnológicos disruptivos e, consequentemente, uma mudança cultural (MCTI, 2019).

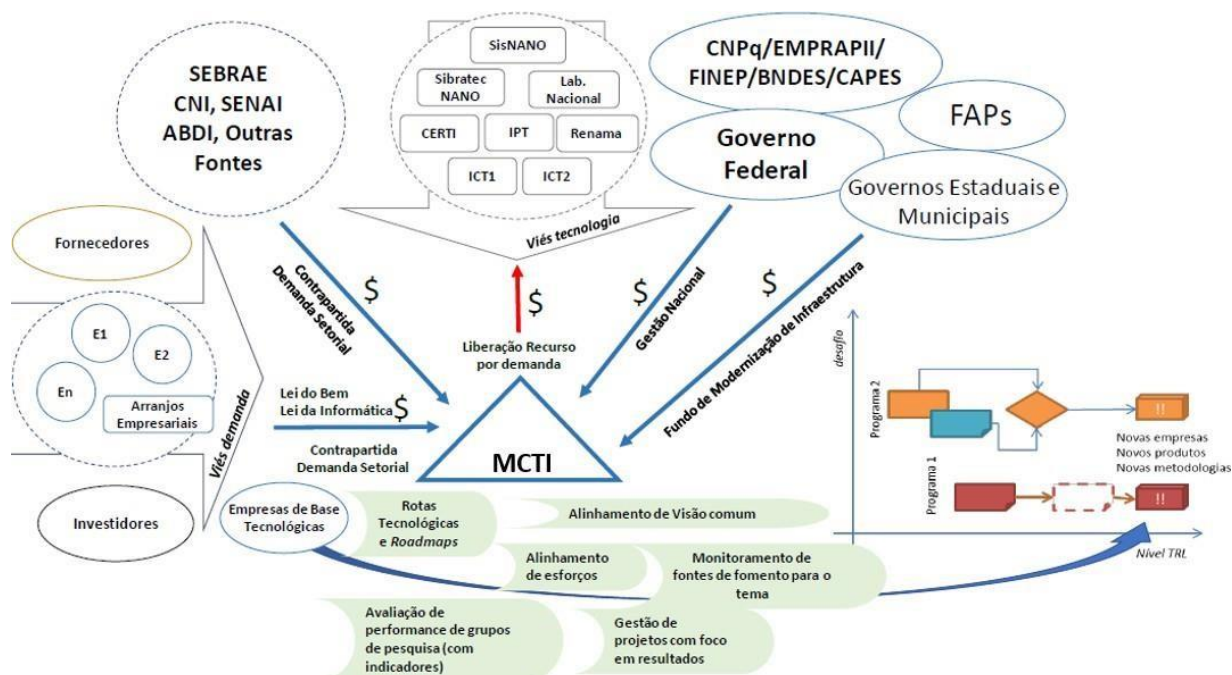
#### 4.3.2.3 O COMITÊ CONSULTIVO EM FOTÔNICA (CCFOTO)

Instituído por meio da Portaria MCTI nº 7.528, de 09.10.2023 e cuja composição definida pela Portaria MCTI nº 8.419, de 09.08.2024, o CCFOTO é um órgão de assessoramento destinado a formular, acompanhar e avaliar propostas relacionadas à fotônica, em especial a definição de: macro objetivos; áreas prioritárias; diretrizes; alocação de recursos; e iniciativas, ações, programas e projetos.

#### 4.3.3 ESTRATÉGIA DE FINANCIAMENTO

Em face da estratégia de impulsionar e fortalecer a relação entre academia, governos e indústria, o Plano de Ação em Fotônica do MCTI defende que a captação orçamentária de fontes externas deve ser potencializada, além de uma aplicação eficiente de recursos, utilizando a abordagem impulso tecnológico/pressão da demanda (*technology-push/demand-pull*<sup>4</sup>), baseado em priorização de atividades e competências regionais (*smart specialisation*), em tecnologias estratégicas e críticas, conforme figura 03 abaixo:

**Figura 3. ESTRATÉGIA DE CAPTAÇÃO E ALOCAÇÃO DE RECURSOS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DAS TECNOLOGIAS CONVERGENTES E HABILITADORAS, TENDO COMO EXEMPLO A FOTÔNICA.**



Fonte: MCTI (2019).

Dada a natureza dos objetivos da estratégia aqui delineada, considera-se uma alternativa de viabilidade financeira do projeto a adesão ao Programa Nova Indústria Brasil (NIB). Lançado em janeiro de 2024, o programa Nova Indústria Brasil (NIB) é a nova política industrial do Governo Federal. O programa, formulado pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio (MDIC), lança mão de instrumentos tradicionais de políticas públicas, como subsídios, empréstimos com juros reduzidos e ampliação de investimentos federais que ajudam a

<sup>4</sup> Proposta por Schomookler (1966), chamada de "*demand-pull*", em que as necessidades explicitadas pelos usuários, consumidores ou o mercado em geral é quem puxa ou orienta a direção e o ritmo da inovação.

impulsionar a indústria. Além disso, o programa dispõe também dos seguintes instrumentos de fomento: 1. empréstimos; 2. subvenções; 3. investimento público; 4. créditos tributários; 5. comércio exterior; 6. transferência de tecnologia; 7. propriedade intelectual; 8. infraestrutura de qualidade; 9. participação acionária; 10. regulação; 11. encomendas tecnológicas; 12. compras governamentais; 13. requisitos de conteúdo local.

A NIB é uma iniciativa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Industrial (CNDI) que envolve agentes-chave como o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), a Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (Embrapii) e o Sebrae. Juntos, esses agentes disponibilizarão cerca de R\$ 300 bilhões em financiamentos até 2026, sendo R\$75 bilhões por ano, na seguinte proporção: (a) Crédito: R\$ 271 Bi; (b) Recursos não-reembolsáveis: R\$ 21 Bi; (c) Equity (investimentos na bolsa de valores): R\$ 8 Bi. Desse total, R\$77,5 Bi (28%) foram aprovados em 2023. (Agência Brasil, 2024).

A NIB não é apenas um programa de financiamento. Ele é uma política industrial integrada com seis missões principais. Essas missões visam fortalecer a autonomia nacional, promover a transição ecológica e modernizar o parque industrial. São elas: 1. Cadeias Agroindustriais Sustentáveis: visando a sustentabilidade e a digitalização no setor agroindustrial; 2. Complexo Econômico-Industrial da Saúde Resiliente: fortalecer a autonomia e a capacidade de resposta do sistema de saúde brasileiro; 3. Infraestrutura Sustentável: foco em saneamento, habitação e mobilidade urbana; 4. Transformação Digital da Indústria: propõe aumentar a produtividade e inovação tecnológica nas empresas brasileiras; 5. Bioeconomia e Descarbonização: promovendo a transição energética e o uso sustentável da biodiversidade; 6. Tecnologias de Defesa e Soberania: desenvolvendo tecnologias críticas para a segurança nacional.

O projeto apresentado neste artigo tem aderência especial às missões (ou metas) 03, 04 e 06 da NIB. A meta 03 tem como uma de suas áreas prioritárias a construção civil digital e de baixo carbono e arquitetura inteligente, soluções em economia circular para diminuição de resíduos e fomento da aviação do futuro. A quarta meta foca na transformação digital da indústria e *smart factory*. A expectativa é que 90% das empresas industriais brasileiras sejam digitalizadas (hoje, são 23,5%) e que o Brasil consiga triplicar a participação da produção nacional nos segmentos de novas tecnologia (o que implica que o programa Nova Indústria Brasil pretende investir na indústria 4.0; no desenvolvimento de produtos digitais; e na produção nacional de semicondutores, entre outros.) A última meta foca na defesa da indústria nacional. O objetivo é obter autonomia na produção de 50% das tecnologias críticas para a defesa. As ações voltadas ao desenvolvimento de energia nuclear, sistemas de comunicação e sensoriamento, sistemas de propulsão e veículos autônomos e remotamente controlados são prioridade.

#### 4.3.4 MODELO DE GOVERNANÇA

O projeto adota propõe como modelo de governança aquele definido no Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação para Tecnologias Convergentes e Habilitadoras em Fotônica descrito no item 4.3.3 deste artigo. Além dele, podem ser adotados também os principais pressupostos teórico-metodológicos defendidos pela chamada Hélice Quádrupla, que considera, além da existência e interação dos três atores centrais tradicionais como Universidade, Governo e Indústrias/Empresas (Etzkowitz; Leydesdorff, 1995, 2000), insere a sociedade como ator para a criação dos ecossistemas de inovação (Mineiro et al, 2019).

A partir da criação de um complexo e heterogêneo ambiente (e redes) de inovação, o projeto contemplará também a dimensão do desenvolvimento e da integração territorial (desenvolvimento de competências regionais), priorizando a interação estratégica entre a ICT, de um lado, com outros atores regionais - como por exemplo o Ecossistema de Inovação e Empreendedorismo Itajubá HardTech (ambos localizados no município de Itajubá/MG), o Arranjo Produtivo Local do Vale da Eletrônica (de Santa Rita do Sapucaí/MG) e o Parque de Inovação e Tecnologia (PIT São José dos Campos/SP), configurando uma articulação que conecta a região da Serra da Matiqueira com o Vale do Paraíba.

#### 4.3.5 ESTRATÉGIA DE INOVAÇÃO

A estratégia de inovação está fundamentada na metodologia de processos de inovação secundária das ações de desenvolvimento tecnológico e industrial da tecnologia fotônica. Diferentemente da inovação primária, a inovação secundária é um modo típico de inovação dos países em desenvolvimento, que inicia com a

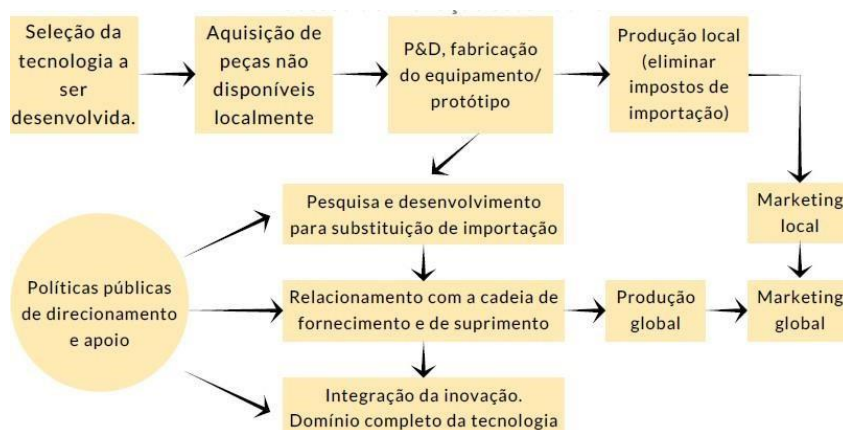
integração de um produto tecnológico importado no desenvolvimento de uma máquina, equipamento, fórmula ou processo com o aporte local de tecnologia (Mascheroni, 2020). Nesse processo, é importante a participação de empresas, universidades e institutos tecnológicos associados a incentivos estatais para a absorção desta tecnologia.

Posteriormente, o processo de inovação secundária continua com o desenvolvimento de um produto similar a tecnologia que está sendo importada, porém com características incrementais ou até mesmo disruptivas, sem que haja violação de propriedade intelectual. A partir dessas primeiras etapas é possível desenvolver unidades industriais ou fábricas nacionais de novos produtos de fotônica que irão gerar a demanda por componentes e materiais básicos, facilitando a criação de unidades desses componentes no Brasil (Arbix, 2010).

Por fim, o desenvolvimento dessa indústria trará a demanda por tecnologia e, caso isso seja associado a um centro tecnológico - como proposto nas parcerias público-privadas envolvendo ICT's-, estimulará o início do desenvolvimento de todo um ecossistema de inovação e empreendedorismo. A longo prazo, a tendência é que o país passe a gerar inovações primárias no setor de fotônica, exportando tecnologia até mesmo para países desenvolvidos.

Entretanto, com base na teoria tradicional de inovação secundária, seria importante examinar adicionalmente o modo de inovação tecnológica na indústria emergente nacional e também entender quais as vantagens competitivas dos países em desenvolvimento na indústria emergente de alta tecnologia para, assim, propor acuradamente as melhores rotas para incentivo da inovação secundária com o intuito de fomentar o ecossistema de inovação de fotônica no país. A Figura abaixo ilustra um diagrama simplificado descrevendo o processo descrito anteriormente.

**Figura 4. PROCESSO DE INOVAÇÃO SECUNDÁRIA**



Fonte: Mascheroni (2020).

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto proposto nesta pesquisa seguiu o modelo baseado em três etapas da metodologia de elaboração de projetos estratégicos governamentais de Rezende (2017), qual seja: (i) análises organizacionais; (ii) diretrizes organizacionais; (c) estratégias organizacionais. As análises organizacionais avaliaram as capacidades dinâmicas e *expertises* tecnológicas desenvolvidas pela ICT em questão ao longo da sua trajetória institucional, além de uma

análise preliminar sobre as condições de mercado. As diretrizes organizacionais verificaram as condições institucionais internas (capacidade administrativa, gerencial e apontamento estratégico) para o desenvolvimento de projetos de inovação. Por fim, a última etapa propôs o delineamento da estratégia organizacional para a viabilização do projeto, através de cinco dimensões básicas: (a) definição do eixo temático (técnico-tecnológico) do projeto; (b) apoio, amparo e maturidade institucional no nível de ministério/Governo Federal para fomento a projetos do campo temático escolhido; (c) fontes de financiamento, estratégia de viabilidade financeira e captação de recursos; (d) modelo de governança, atores e parcerias potenciais; (e) estratégia e dinâmica de inovação a serem adotadas.

Após levantamento dos dados e comparação com os fundamentos teórico-metodológicos adotados, verificouse que o mercado brasileiro de produtos óptofotônicos está em crescimento; internamente, a ICT já conta com uma série de documentos, dispositivos e diretrizes que dão suporte e legitimidade institucional ao desenvolvimento de projetos de inovação em interação com o setor produtivo. A pesquisa revelou também um considerável grau de maturidade institucional no âmbito do MCTI, com a existência de um conjunto de iniciativas de fomento e estímulo no campo da fotônica (tais como o IBFóton, o SisFóton e o CCFOTO). Em relação às fontes de financiamento, verificou-se uma significativa aderência entre o escopo do projeto e as diretrizes da nova política industrial do Governo Federal, qual seja, o Programa Nova Indústria Brasil. O modelo de governança delineado está baseado no sistema de Hélice Quádrupla, que envolve a relação dinâmica entre ICT's, empresas, governo e sociedade. Por fim, a estratégia de inovação das ações está pautada no modelo ou processos de inovação secundária, muito utilizados pelas políticas industriais de países em desenvolvimento. Este modelo estimula mecanismos de aprendizagem tecnológica baseadas na imitação com progressiva agregação e domínio de cadeia de valor, apresentando alto potencial de estruturação inicial de cadeias produtivas de indústrias nascentes.

**REFERÊNCIAS**

- ABIÓPTICA. **Números oficiais do setor óptico 2022**. Disponível em: <https://www.abioptica.com.br/setor-optico-2022/#:~:text=%E2%80%9CFechamos%20o%20ano%20de%202022,2021%2C%20relata%20a%20executiva.%E2%80%9D>. Acessado em 15.01.2025.
- ALEXANDRINO, M.; PAULO, V. **Direito Administrativo descomplicado**. São Paulo: Editora Método. 32ª edição. 2023.
- ANSOFF, H. I. **The New Corporate Strategy**. New York: John Wiley & Sons, 1988. ANSOFF, I. **Business Strategy**. England, Penguin Books, 1969.
- ARBIX, G. **Estratégias de inovação para o desenvolvimento**. Tempo Social, Revista de sociologia da USP, v. 22, n. 2. 2010.
- ARMANI, D. **Como elaborar projetos? Guia prático para elaboração e gestão de projetos sociais**. Porto Alegre: Tomo Editorial, 2009.
- ASHEIM, B. T. **Smart specialisation, innovation policy and regional innovation systems: what about new path development in less innovative regions?** Innovation: The European Journal of Social Science Research, v. 32, n. 1, p. 8–25, 2019.
- AVELLAR, A. P. M. DE; BITTENCOURT, P. F. **Política de Inovação: Instrumentos e Avaliação**. Em: RAPINI, M.; SILVA, L.; ALBUQUERQUE, E. (ORGS) (Ed.). Economia da ciência, tecnologia e inovação: fundamentos teóricos e a economia global. 1. ed. Curitiba: Ed. Prismas, 2017. p. 571–617.
- BRASIL, A. **Entenda o programa Nova Indústria Brasil**. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2024-01/entenda-oprograma-nova-industria-brasil>
- BRASIL. **Lei de Inovação Tecnológica** (Lei n.º 10.973/2004). Brasília, DF: Congresso Nacional. <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2024-01/entenda-oprogramanova-industria-brasil>. Acessado em 15.08.2024.
- CERTO, S. C.; PETER, J. P.. **Administração estratégica: planejamento e implantação da estratégia**. Tradução: Flavio Deni Steffen. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 1993. 469 p.
- DECRETO nº 9.283, de 7 de fevereiro de 2018. **Regulamenta a Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004, a Lei nº 13.243, de 11 de janeiro de 2016**, o art. 24, § 3º, e o art. 32, § 7º, da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, o art. 1º da Lei nº 8.010, de 29 de março de 1990, e o art. 2º, caput, inciso I, alínea "g", da Lei nº 8.032, de 12 de abril de 1990, e altera o Decreto nº 6.759, de 5 de fevereiro de 2009, para estabelecer medidas de incentivo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo, com vistas à capacitação tecnológica, ao alcance da autonomia tecnológica e ao desenvolvimento do sistema produtivo nacional e regional. Recuperado em [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2015-2018/2018/Decreto/D9283.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2018/Decreto/D9283.htm)
- DIAS, L. M. M. **Estudo do novo arranjo jurídico para Núcleos de Inovação Tecnológica:**

**NIT Misto e a experiência da UFMG.** 2022. 177p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2022. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/50710>

**DIAS, T. L. Modelo de sistemas viáveis em organizações públicas: um estudo de caso da função de planejamento de informações estratégicas para informatização da Secretaria Municipal de Saúde de Belo Horizonte.** 1998, 146f. Dissertação (Mestrado) — Escola de Governo, Fundação João Pinheiro, Belo Horizonte, 1998.

**DIPIETRO, M. S. Z.; e MARTINS JUNIOR, W. P. Teoria geral e princípios do direito administrativo.** 2019 DRUCKER, P. **Introdução à administração.** São Paulo: Futura, 1984.

**DUSSAULT, G. A gestão dos serviços públicos de saúde: características e exigências.** *Revista de Administração Pública*, Rio de Janeiro, v. 26, n. 2, p. 8-19, abr./jun. 1992.

**ETZKOWITZ, H.; LEYDESDORFF, L. The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university-industry-government relations.** *Research Policy*, v. 29, n. 2, p. 109-123, 2000.

**ETZKOWITZ, H.; LEYDESDORFF, L. The Triple Helix—University-Industry-Government relations: A laboratory for knowledge based economic development.** *EASST Review*, v. 14, p. 14-19, 1995.

**FRYER, K. J.; ANTONY, J.; DOUGLAS, A. Critical success factors of continuous improvement in the public sector: A literature review and some key findings.** *The TQM Magazine*, v. 19, n. 5, p. 497–517, 2007. <http://dx.doi.org/10.1108/09544780710817900>.

**GIL PÉREZ et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico.** São Paulo, *Ciência & Educação*, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

**HITT, M. A.; IRELAND, R. D.; HOSKISSON, R. E. Administração estratégica.** São Paulo: Thomson, 2002.

**HOWLETT, M; RAMESH, M; PERL, A. Política Pública: seus ciclos e subsistemas: uma abordagem integral.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

**IEDI. Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial. A redução do déficit industrial em 2023 por intensidade tecnológica.** CartalIEDI. Publicado em: 08/03/2024. Disponível em: [iedi.org.br/cartas/carta\\_iedi\\_n\\_1252.html](http://iedi.org.br/cartas/carta_iedi_n_1252.html). Acessado em 27.11.2024.

**IEDI. Indústria brasileira e sua dependência de insumos importados.** 2019. Disponível em: [https://www.iedi.org.br/cartas/carta\\_iedi\\_n\\_929.html](https://www.iedi.org.br/cartas/carta_iedi_n_929.html)

**LIMA, V. B. P. Ia. Setor de produtos ópticos brasileiro: estudo de caso entre 2006 e 2018** — Campinas, SP: [s.n.], 2020.

**MARCOVITCH, J.; RADOSEVICH, R. Planejamento Estratégico nas Organizações Estruturadas por Projeto.** *Revista de Administração*, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 24-39, 1978.

**MARTINS, D. V. V.; O potencial de adesão do Laboratório Nacional de Astrofísica ao Programa Nova Industrial Brasil: uma análise a partir da abordagem das capacidades dinâmicas.** XIII Congresso Internacional de Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento. UNITAU, 2024.

MARTIN, R.; SUNLEY, P. **Path dependence and regional economic evolution**. Journal of Economic Geography, Oxford, v. 6, n. 4, p. 395-437, 2006. <http://doi.org/10.1093/jeg/lbl012>

MCTI. **Plano de ação de CT&I para tecnologias convergentes. Volume III - Fotônica**. Brasília, 2019. Disponível em: [https://antigo.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/tecnologia/tecnologiasSetoriais/Plano-de-Acao-em-CTI\\_Fotonica\\_20x20cm\\_cor-aprovado.pdf](https://antigo.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/tecnologia/tecnologiasSetoriais/Plano-de-Acao-em-CTI_Fotonica_20x20cm_cor-aprovado.pdf). Acessado em 23.01.2025.

MCTI. Portaria GABMI nº 4.532, de 5 de março de 2021: Institui a Iniciativa Brasileira de Fotônica (IBFóton). 2021.

MCTI. Portaria GABIM nº 4.530, de 5 de março de 2021. **Sistema Nacional de Laboratórios de Fotônica (Sisfóton-MCTI)**. MCTI, 2021.

MERRIAM, S. B. **Qualitative research in practice. Examples for discussion and analysis**. San Francisco: Jossey-Bass, 2002.

MINEIRO, A. A. C. **A Hélice Quádrupla ou Quíntupla e seus Relacionamentos em Parques Científicos e Tecnológicos Consolidados no Brasil**. Tese de Doutorado – UFLA- Universidade Federal de Lavras, 2019.

MINTZBERG, Henry. *Et al.* **O processo da Estratégia: Conceitos, contextos e casos selecionados**. – Porto Alegre: Artmed 2006.

NÓBREGA, J. L. 1982. **Em busca de uma tipologia de projetos: notas sobre a adaptabilidade do enfoque e dos conceitos da administração de projetos**. RAE - Revista de Administração de Empresas. FGV-EAESP Escola de Administração de Empresas de São Paulo, vol. 22(1), Jan./Mar. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-75901982000100006](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75901982000100006). Acesso em: 13 de janeiro de 2025.

PAÇO CUNHA, E.; MENDES, G. P. A. (2022). **Capacidades Estatais da Administração Política da Inovação Tecnológica no Contexto da Indústria 4.0 no Brasil**. Administração Pública E Gestão Social, 14(3). <https://doi.org/10.21118/apgs.v14i3.13538>

PINHO, G. A. **Políticas de inovação no Brasil: uma análise dos efeitos nos gastos em PD&I**. Tese doutorado – Instituto de Economia. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP. 2022. 200 pag.

PIRES, J.C.deS.MACEDO, K. B. **Cultura organizacional em organizações públicas no Brasil**. RAP Rio de Janeiro 40(1):81-105, Jan./Fev. 2006.

PMI - PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Guia PMBOK®: um guia para o conjunto de conhecimentos em gerenciamento de projetos**, 6ª ed., Pennsylvania: PMI, 2017.

OLIVEIRA, D. **Planejamento Estratégico: conceitos, metodologias e práticas**. – 24ª ed. – São Paulo: Atlas, 2007.

REIS, H. **O que os gestores municipais devem saber: planejamento e controle governamentais**. 3ª ed., Rio de Janeiro: IBAM, 2016. Disponível em: [http://www.ibam.org.br/media/arquivos/estudos/gestores\\_municipais2016\\_1.pdf](http://www.ibam.org.br/media/arquivos/estudos/gestores_municipais2016_1.pdf). Acesso em: 12 janeiro de 2025.

REZENDE, D. A. **Planejamento estratégico público ou privado com inteligência organizacional: guia para projetos em organizações de governo ou de negócios.**

Editora Interstaters. 2017.

SCHALL, E. **Public sector succession: a strategic approach to sustaining innovation.**

Public Administration Review, Washington, D.C., v. 57, n. 1, p. 4-10, jan./fev. 1997.

SCHMOOKLER, J. **Invention and Economic Growth.** Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press London: Oxford University Press, 1966. Pp. xv + 332. 65s.

TONI, J.de. **Reflexões sobre o planejamento estratégico no setor público.** Brasília: Enap, 2021.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação.** São Paulo: Atlas, 1987.

WRIGHT,P.; KROLL,M.; PARNELL,L. **Administração estratégica: conceitos.** São Paulo: Atlas, 2000.