

# A construção de um equipamento científico pode estimular a inovação nas empresas que lhe forneceram sua tecnologia? Um estudo de caso sobre o Sirius

✉ Emanuel Galdino

Escola de Artes, Ciências e Humanidades  
da Universidade de São Paulo.  
E-mail: [emanuel.galdino@usp.br](mailto:emanuel.galdino@usp.br)  
<http://orcid.org/0000-0002-2922-3940>

✉ Anapátricia Moraes Vilha

Professora da Universidade Federal do  
ABC (UFABC).  
E-mail: [anapatricia.vilha@ufabc.edu.br](mailto:anapatricia.vilha@ufabc.edu.br)  
<http://orcid.org/0000-0003-4712-3094>

✉ Ramón García Fernández

Professor da Universidade Federal do ABC  
(UFABC).  
E-mail: [ramon.fernandez@ufabc.edu.br](mailto:ramon.fernandez@ufabc.edu.br)  
<https://orcid.org/0000-0002-4198-0792>

Doi: <http://dx.doi.org/10.51861/ded.dmvqt.1.629>

Recebido em:  
8 de agosto de 2023

Aceito em:  
3 de outubro de 2023

## RESUMO

O Sirius é considerado a mais complexa infraestrutura científica brasileira. Este aspecto possibilitou ao projeto estimular a pesquisa, o desenvolvimento e a capacitação tecnológica nas empresas que produziram alguns dos insumos, serviços e produtos inovadores utilizados na sua construção. Este artigo analisa um dos instrumentos aplicados para promover a difusão tecnológica dessa cadeia de fornecedores, a chamada induzida da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), uma das principais agências de fomento do Brasil. A partir de entrevistas com os stakeholders desse processo, o estudo revelou a importância da troca de conhecimento entre quem demanda a nova tecnologia e quem a produzirá para o sucesso das Políticas de Inovação pelo Lado da Demanda. Em complemento, foi possível observar que o estímulo ao desenvolvimento tecnológico pode ser ainda mais acelerado e eficaz quando esse relacionamento acontece com uma demandante capacitada tecnologicamente e aberta ao diálogo.

**Palavras-chave:** Sirius; Difusão tecnológica; Fapesp; Políticas de inovação; Desenvolvimento tecnológico

## Can the Construction of a Scientific Facility Stimulate Innovation in the Companies that Supplied its Technology? A Case Study of Sirius

## ABSTRACT

Sirius is considered the most complex scientific infrastructure in Brazil. This characteristic enabled the project to stimulate research, development, and technological capacity in the companies that produced some of the inputs, services, and innovative products used in its construction. This article analyzes one of the instruments applied to promote technological diffusion within this supply chain: the induced call by the São Paulo Research Foundation (Fapesp), one of Brazil's leading funding agencies. Based on interviews with stakeholders involved in this process, the study revealed the importance of knowledge exchange between those who demand new technology and those who produce it for the success of Demand-Side Innovation Policies. Additionally, it was observed that stimulating technological development can be even faster and more effective when this relationship involves a technologically skilled and open-to-dialogue demander.

**Keywords:** Sirius; Technological diffusion; Fapesp; Innovation policies; Technological development.

ISSN: 2176-9257 (online)

## La Construcción de un Equipamiento Científico Pude Estimular la Innovación en las Empresas que Proveyeron su Tecnología? Un Estudio de Caso sobre Sirius

### RESUMEN

El Sirius es considerado la infraestructura científica más compleja de Brasil. Este aspecto permitió que el proyecto estimulase la investigación, el desarrollo y la capacidad tecnológica en las empresas que produjeron algunos de los insumos, servicios y productos innovadores utilizados en su construcción. Este artículo analiza uno de los instrumentos aplicados para promover la difusión tecnológica en esta cadena de proveedores: la convocatoria inducida de la Fundación de Apoyo a la Investigación del Estado de São Paulo (Fapesp), una de las principales agencias de financiamiento de Brasil. A partir de entrevistas con los actores clave de este proceso, el estudio reveló la importancia del intercambio de conocimiento entre quienes demandan la nueva tecnología y quienes la producen para el éxito de las Políticas de Innovación desde el Lado de la Demanda. Además, se observó que el estímulo al desarrollo tecnológico puede ser aún más rápido y eficaz cuando esta relación involucra un demandante técnicamente capacitado y abierto al diálogo.

**Palabras clave:** Sirius; Difusión tecnológica; Fapesp; Políticas de innovación; Desarrollo tecnológico

### INTRODUÇÃO

Recentemente, a literatura sobre políticas de inovação passou a investigar o papel do Estado na promoção de um tipo de instrumento de estímulo ao processo inovativo para o setor privado que não é muito frequentemente destacado e que vai bastante além daquelas que já vinham sendo consideradas tradicionalmente como boas práticas no fomento da ciência e tecnologia (C&T), tais como a subvenção econômica, os incentivos fiscais à P&D e o fortalecimento das instituições de C&. O foco passou a se concentrar em como certas ações rotineiras do setor público, tais como as compras governamentais, somadas à regulação de diferentes setores, poderiam ser usadas para fomentar as atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) nas empresas, estimulando assim o aparecimento de novos produtos, processos e mercados (RAUEN, 2017b; EDLER, 2009; (EDLER & GEORGHIU, 2007; KOK, 2004).

Denominadas políticas de inovação pelo lado da demanda, essa série de instrumentos tem justamente como função usar o poder de compra do Estado e suas ações para criar condições para estimular a demanda por inovações. Além disso, outra importante função consiste em estimular a melhoria e a adoção de novas tecnologias pelo próprio Estado, abandonando produtos e processo obsoletos e promovendo mais qualidade nos serviços oferecidos para a sociedade (EDLER, 2009; EDLER & GEORGHIU, 2007).

Em 2012, o Brasil iniciou o desenvolvimento do que se tornaria a maior e mais complexa infraestrutura científica já construída no País, o projeto Sirius, a nova fonte brasileira de luz síncrotron, que auxiliará no desenvolvimento de pesquisas e caracterização de materiais para as mais diferentes áreas estratégicas como nanociência, biologia molecular estrutural, energias alternativas, saúde e agricultura.

Orçado em US\$ 585 milhões e com encomendas tecnológicas para a sua construção que desafiavam grande parte do setor produtivo da região, o projeto se mostrou oportuno para a análise das políticas de inovação pelo lado da demanda. Isso porque, além de ser um aparato científico de última geração que permitirá o desenvolvimento de novas pesquisas e até mesmo a criação de novas matérias-primas e produtos, o Sirius também se tornaria um importante projeto para movimentar e capacitar tecnologicamente toda uma cadeia de fornecedores brasileiros.

Para inovar e entregar todas as encomendas tecnológicas previstas para a construção da fonte de luz síncrotron, as empresas brasileiras tiveram que se capacitar, adequando suas atividades de P&D, pesquisando novos processos e tendo acesso a novas tecnologias. Neste sentido, o papel das agências de fomento foi essencial para dar condições de aprimoramento para essas futuras fornecedoras de tecnologias na fronteira do conhecimento.

Este artigo vai tratar especificamente de um dos instrumentos usados para estimular o desenvolvimento tecnológico na cadeia de fornecedores do projeto Sirius. Trata-se da chamada induzida elaborada por uma das principais agências de fomento do Brasil, a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp).

O trabalho tem o objetivo de analisar a implementação da chamada induzida da Fapesp para o projeto Sirius considerada como instrumento de uma política de inovação pelo lado da demanda. A proposta é entender até que ponto esse instrumento mostrou-se realmente efetivo tanto para a difusão tecnológica na cadeia de fornecedores, como para atender as exigências tecnológicas impostas pelo desafio inerente ao projeto Sirius.

Além dessa introdução, o artigo está dividido em outras cinco seções. A seção 2 traz um apanhado sobre as políticas de inovação pelo lado da demanda, dando enfoque às compras governamentais. Na sequência (seção 3) é apresentado o Sirius, sua complexidade e o que representa tanto para a ciência brasileira como para o desenvolvimento tecnológico das empresas nacionais. Na mesma seção 3, trazemos uma breve introdução sobre a Fapesp e detalhamos como foi o processo de seleção dos desafios tecnológicos e das empresas que viriam a ser contratadas para solucioná-los. Os métodos são descritos na seção 4. Os resultados e discussões da pesquisa são expostos na seção 5, que busca esmiuçar a relação entre o Sirius, a Fapesp e as empresas. As conclusões do estudo são apresentadas na seção 6.

## **REVISÃO DA LITERATURA**

Esta seção será dividida em duas partes e se propõe a apresentar as políticas de inovação pelo lado da demanda no contexto geral e trazer um panorama sobre um dos instrumentos aplicados no caso Sirius: as compras públicas para inovação.

### **Demand based innovation policies (DBIP)**

As políticas de inovação pelo lado da demanda (DBIP) englobam os diferentes aspectos das compras governamentais (aquisição de P&D, encomenda tecnológica, contratos pré-comerciais etc.), as práticas de regulação (tanto as de padronização de produtos e processos, quanto as de segurança social ou ambiental), as políticas sistemáticas (estratégias integradas, políticas de formação de clusters e de cadeias de suprimentos) e o suporte indireto às demandas do setor privado (subsídios, incentivos fiscais, etc.). Essas políticas também podem ser definidas como um

conjunto de medidas adotadas pelo Estado para aumentar a demanda por inovações, para melhorar as condições de estímulo à adoção de inovações e para articular a demanda com o intuito de estimular a difusão tecnológica. Elas devem ser aplicadas em consonância com outras ações de estímulo à inovação (EDLER, 2009).

Entre os objetivos das DBIPs estão: induzir o investimento privado em P&D; promover a ruptura tecnológica nos fornecedores de bens públicos; atender às necessidades sociais; melhorar a qualidade de serviços públicos; estimular a modernização industrial dando impulso ao aprendizado; favorecer a introdução e manuseio de novas tecnologias; criar novos mercados; estimular a troca de conhecimento (interação e articulação) entre o Estado demandante e as empresas; e minimizar falhas de mercado, sobretudo as falhas decorrentes da informação assimétrica (EDLER, 2009; RAUEN, 2017B; EDQUIST, VONORTAS & ZABALA-ITURRIAGAGOTIA, 2015)

Especificamente no Brasil, Rauen (2017b) analisa que é possível encontrar dois tipos distintos de políticas de inovação que atuam pelo lado da demanda: a de introdução e difusão de inovações, e a de desenvolvimento tecnológico. Na primeira dessas ações, a de difusão, são aplicadas práticas para a introdução de inovações nas empresas, mesmo que essas tecnologias não sejam realmente novas para o mercado.

É importante destacar também a parte dessas políticas que dão suporte à demanda do setor privado. Macedo (2017) divide esses instrumentos utilizando três lógicas: suporte direto à demanda do setor privado por inovações; suporte indireto; e regulação da demanda ou da interface usuário-produtor:

- Suporte direto à demanda do setor privado por inovações – são os subsídios, que visam reduzir os custos de entrada no mercado, e os incentivos tributários (crédito de impostos, redução de alíquota e renúncia fiscal).
- Apoio indireto (mobilização, informação e conexão) – são as medidas de sensibilização, capacitação e interação com o mercado. Essas atividades focam no oferecimento de informações (difusão do conhecimento) para o mercado que vão estimular a sua confiança e sinalizá-lo sobre novas tendências.
- Regulação da demanda ou da interface usuário-produtor – as definições de normas, avaliação e conformidade, programas públicos de etiquetagem ou informações sobre o desempenho dos produtos (eficiência energética, segurança, ruído etc.) e a regulação voltada para a criação de mercados.

## **Public procurement for innovation**

Entre os países membros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e no Brasil, as compras públicas representam aproximadamente 13% do Produto Interno Bruto (PIB) (FOSS & BONACELLI, 2016). Nesse sentido, pode-se afirmar que na economia brasileira, o Estado é o maior comprador de bens e serviços (RAUEN, 2017b). Com esse poder em mãos, o Estado pode usar as compras governamentais como instrumento de estímulo para o desenvolvimento científico, tecnológico e de inovação no país (SQUEFF, 2014; MOREIRA & VARGAS, 2009; FOSS & BONACELLI, 2016; EDLER & GEORGHIOU, 2007).

Neste artigo, abordaremos principalmente as compras governamentais; mais especificamente, as compras de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e a encomenda tecnológica, como mecanismos de uma DBIP para estimular o desenvolvimento tecnológico na cadeia de fornecedores de um determinado setor ou região geográfica.

As compras governamentais são os processos pelos quais o Estado adquire equipamentos, matéria-prima e serviços para manter o funcionamento de todo o seu aparato. Cada país adota diversos procedimentos para regular essas aquisições. No Brasil, as compras governamentais são regidas pela Lei de Licitações, que institui normas para licitações e contratos da administração pública (SQUEFF, 2014). Em abril de 2012, a nova lei de licitações e contratos administrativos nº 14.133 foi sancionada e substituiu a lei nº 8.666.

Enquanto uma empresa privada adquire suas matérias-primas, insumos e serviços apenas para suprir certas necessidades de produção ou até mesmo para complementar o seu próprio produto, tanto as empresas públicas quanto o próprio aparelho administrativo do governo têm a oportunidade de usarem esse mecanismo de forma estratégica. As decisões de compra de uma empresa privada tendem a ser pautadas por critérios mercadológicos, como preço, prazo e qualidade. As instituições governamentais, por outro lado, podem levar outros critérios em consideração, como a política industrial e de C&T ou fatores de sustentabilidade (RIBEIRO & FURTADO, 2015).

O *public procurement for innovation* acontece quando o Estado demanda um produto ou serviço que ainda não foi inserido ou desenvolvido no país (SQUEFF, 2014; EDLER AND GEORGHIOU, 2007, FOSS & BONACELLI, 2016). Charles Edquist, Nicholas Vonortas e Jon Zabala-Iturriagoitia (2015) ressaltam a ideia de que a função principal da PPI não é a de estimular o desenvolvimento de um novo produto. Segundo esses autores, a PPI deve ser usada com o objetivo claro de oferecer estratégias para que os problemas humanos, sociais e das agências do Estado possam ser solucionados.

O que acontece geralmente, principalmente quando se pensa em estímulo ao desenvolvimento tecnológico, são as compras pré-comerciais, nas quais os produtos ainda requerem P&D para serem desenvolvidos, estão presentes no campo das ideias e das necessidades do governo, e não estão disponíveis pelas empresas que participam da licitação. Neste caso, o demandante, no caso o Estado, e o desenvolvedor dividem os riscos desse desenvolvimento. Trata-se de um contrato para elaboração de atividades de P&D, respeitando todas as fases de desenvolvimento do produto (EDLER & GEORGHIOU, 2007).

A compra pré-comercial de P&D se aproxima de um contrato de pesquisa que eventualmente pode resultar em um protótipo e até mesmo em um produto inovador que realmente será utilizado e comercializado (FOSS & BONACELLI, 2016). A aquisição de P&D é muito mais incerta do que a compra de um produto de “prateleira”, no entanto, ela é o tipo de contratação com o maior efeito multiplicador, já que pode estimular a criação de novos mercados e o desenvolvimento de produtos e serviços inéditos (RAUEN, 2017).

## CONTEXTO DA PESQUISA

Esta seção, dividida em dois tópicos, busca apresentar o Sirius, os desafios para a sua construção e os instrumentos utilizados para estimular a participação das empresas paulistas nesse desenvolvimento.

## **Sirius: a nova fonte de luz síncrotron brasileira**

Sirius é a estrela de maior brilho da constelação de Canis Major, podendo ser vista de qualquer lugar da Terra, e também foi o nome dado para a maior e mais complexa infraestrutura científica já construída no Brasil. O projeto foi pensado pela primeira vez ainda em 2006 (CNPEM, 2014) e trata-se da nova fonte de luz síncrotron brasileira. A luz síncrotron funciona como uma espécie de grande microscópio que permite a observação da estrutura interna de materiais a partir da radiação emitida por elétrons em alta velocidade, quando desviados por um campo magnético (CNPEM, 2014).

Quando totalmente finalizado, o instrumento científico poderá ser utilizado em diferentes áreas do conhecimento através de experimentos com objetivos de descrever qual tipo de átomos e moléculas constituem os materiais analisados, assim como sua organização e dinâmicas (CNPEM, 2018b). Na agricultura, área estratégica para o País, o Sirius poderá ser usado, por exemplo, para a investigação do funcionamento do metabolismo vegetal e da incorporação dos nutrientes, o que pode auxiliar na eficiência do uso de fertilizantes, causando menos danos ao meio ambiente. Além disso, existe a aposta em estudos sobre o solo, sobre as enzimas nitrogenases, que produzem amônia, e até mesmo sobre o aumento nutricional dos alimentos (CNPEM, 2018b). No campo da energia, o Sirius poderá atuar no desenvolvimento de catalisadores ou coquetéis enzimáticos baratos, aplicados na conversão da biomassa. Outros estudos promissores estão relacionados à busca por novos materiais utilizados na extração e refino do petróleo. Na área da saúde, além da própria compreensão de proteínas, células, moléculas, enzimas e organismos como vírus e bactérias, a nova fonte de luz síncrotron será usada em pesquisas para a produção de fármacos, principalmente para o combate de doenças que ainda assolam a sociedade brasileira (CNPEM, 2018b).

O projeto foi orçado em US\$ 585 milhões (CNPEM, 2014) e passou a funcionar em outubro de 2020 com umas de suas planejadas 40 linhas. A infraestrutura científica auxiliará no desenvolvimento de pesquisas e na caracterização de materiais para as mais diferentes áreas estratégicas para o Brasil, como nanociência, biologia molecular estrutural, energias alternativas, saúde e agricultura (CNPEM, 2014).

O Sirius pertence ao Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS), localizado na região de Campinas, cidade do Estado de São Paulo. Ele é um dos quatro laboratórios do Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM), uma organização social vinculada ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação do Brasil (MCTI). O CNPEM é o responsável por todo o projeto da nova fonte de luz síncrotron brasileira, assim como pela contratação das encomendas tecnológicas e pela articulação com o MCTI.

O CNPEM é uma instituição muito prestigiada e reconhecida pelos pesquisadores que tratam de políticas públicas de ciência, tecnologia e inovação (C,T&I). De Negri, uma das grandes estudiosas da área no Brasil, ressalta que o CNPEM, e suas instalações de grande porte, pode ser considerado uma das instituições de pesquisa mais eficientes do Brasil (DE NEGRI, 2018). A instituição foi responsável pelo desenvolvimento da primeira luz síncrotron brasileira, ainda na década de 1980, o UVX, (VELHO & PESSOA JR, 1998), o que pode ser considerado como o início de uma trajetória marcada pela excelência, ruptura de paradigmas e visão de futuro.

O CNPEM é uma instalação essencialmente multiusuário. O centro coopera com os setores da agricultura, indústria e serviços, seja em projetos de pesquisa e prestação de serviços tecnológicos como em transferências de tecnologias e materiais (CNPEM, 2018).

Ao contrário do que ocorreu com o desenvolvimento do UVX, no qual os próprios técnicos do LNLS trabalharam ativamente em sua construção, a tarefa foi distribuída com terceiros. O Sirius surgiu da junção de esforços do CNPEM e das empresas fornecedoras das novas tecnologias. Pensando nisso, o CNPEM, como demandante, teve como estratégia capacitar e interagir com as empresas contratadas, executando um regime de desenvolvimento em parceria.

Para ser bem-sucedido, o projeto necessitou de um planejamento rigoroso, contemplando diferentes etapas de gestão e análises de riscos (CNPEM, 2014), passando por inúmeras revisões e aprimoramentos durante o processo de desenvolvimento. Segundo o CNPEM, era previsível que isso ocorresse pois o projeto exigia a busca de soluções factíveis ao mesmo tempo que inovadoras, muitas das quais inexistentes no mercado (CNPEM, 2014).

A meta era que 70% das empresas contratadas fossem nacionais, para estimular a indústria brasileira a gerar inovações. O CNPEM analisou a necessidade de 73 produtos que deveriam ser desenvolvidos em conjunto com a indústria nacional. A partir desse levantamento, foram escolhidos 29 desafios que apresentariam grandes oportunidades de desenvolvimento tecnológico para as empresas brasileiras (CNPEM, 2014).

O interessante neste processo foi a forma como o CNPEM se empenhou para disseminar as informações sobre esses desafios tecnológicos, promovendo workshops com as empresas. O primeiro desses workshops ocorreu no dia 28 de junho de 2013 e contou com a participação de 50 empresas, oriundas principalmente dos Estados de São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Santa Catarina. Dessas, 21 enviaram posteriormente uma carta de intenção para desenvolver soluções para os desafios apresentados (CNPEM, 2014).

### **As chamadas induzidas da Fapesp**

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) é uma das principais agências de fomento do Brasil, estimulando a produção científica e tecnológica de pesquisadores, universidades e empresas paulistas. O Programa de Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (PIPE) existe desde 1997 e tem como proposta estimular o desenvolvimento de pesquisas inovadoras em pequenas empresas. O Programa de Apoio à Pesquisa em Empresas (PAPPE) é uma iniciativa da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), empresa vinculada ao MCTI, em parceria com as Fundações de Amparo à Pesquisa dos Estados brasileiros, para financiar atividades de P&D para o desenvolvimento de produtos e processos inovadores<sup>1</sup>. Esses dois programas sempre abriram editais periódicos<sup>2</sup> para receber propostas de inovações das empresas. Esses projetos tecnológicos eram até então abertos e de escolha da própria empresa.

A partir de 2013, a Fapesp passou a incluir em seus editais dos programas PIPE e PAPPE o critério das chamadas induzidas. Ou seja, a própria fundação indicava os tipos de soluções desejadas ou a temática das propostas que deveriam ser enviadas para análise e possível futuro

---

<sup>1</sup> Informações retiradas do site da Fapesp. Disponível em [https://fapesp.br/pipe/pappe\\_pipe/4/](https://fapesp.br/pipe/pappe_pipe/4/). Acesso em 10 de março de 2023.

<sup>2</sup> Atualmente o fluxo de envio das propostas é contínuo, exceto nas chamadas induzidas.

fomento. A primeira chamada induzida da instituição trazia desafios a serem solucionados para a construção do Sirius. Desde então, a fundação já lançou nessa linha editais sobre Desenvolvimento de Tecnologias e Produtos para Aplicações Espaciais, Fortalecimento e Qualificação em Manufatura Avançada das Cadeias Produtivas da Indústria Aeroespacial e de Defesa, Pesquisa Inovativa para o Combate ao Vírus Zika e ao mosquito *Aedes aegypti*, entre outros.

A partir de negociações do CNPEM com a Finep e a Fapesp foi acertado que 20 desafios seriam desenvolvidos a partir de edital de subvenção econômica dos programas PIPE/PAPPE. Este processo apresentou dificuldades, principalmente para identificar a capacidade das empresas em desenvolverem as tecnologias e para transformarem partes dos componentes do acelerador em desafios exequíveis (RAUEN, 2017c).

O primeiro edital contemplava 20 desafios tecnológicos que deveriam ser solucionados pelas empresas interessadas. Desses, 11 foram selecionados, com um total de recursos de R\$ 19,5 milhões, dos R\$ 40 milhões previstos (RAUEN, 2017c). Foram selecionadas oito empresas. Após essa seleção, Fapesp, Finep e LNLS realizaram uma série de workshops de acompanhamento dos projetos, nos quais as empresas tinham que apresentar o estágio de execução do projeto, as dificuldades e os resultados encontrados.

O edital continha em seus anexos as quantidades de produtos que seriam necessários para o CNPEM. Mesmo assim, o orçamento previa apenas a cobertura de custos para o desenvolvimento dos protótipos, envolvendo a etapa de maior risco na produção de uma nova tecnologia, a P&D. Não estava previsto o escalonamento dessas tecnologias. No entanto, caso os testes das tecnologias se mostrassem satisfatórios, o escalonamento ocorreria com recursos do próprio CNPEM (Rauen, 2017c).

Em agosto de 2015, uma segunda chamada pública foi lançada pela Fapesp com recursos na ordem de R\$ 20 milhões. Treze desafios foram apresentados e 11 foram selecionados para receberem o apoio da agência.

É interessante entender que o objeto de compra na maioria desses casos não estava totalmente definido, o que representava um desafio tendo em vista a necessidade de constante diálogo e do desenvolvimento conjunto entre as empresas contratadas e os técnicos do LNLS para o sucesso de toda a operação.

## **PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Com o objetivo de elucidar os aprendizados tanto da Fapesp como das empresas e da instituição demandante (CNPEM) neste processo, optou-se pela realização de entrevistas semiestruturadas com esses atores. As entrevistas aconteceram entre julho e outubro de 2019. Todas foram gravadas com prévia autorização das fontes, exceto pelas entrevistas com uma das empresas que, por critérios internos, preferiu responder questionários escritos. Os dados das próximas seções são resultados de entrevistas com o diretor-geral do CNPEM, com o coordenador adjunto da Fapesp e com quatro das oito empresas participantes do primeiro edital da Fapesp/Finep (Atmos, Engecer, Macnica DHW e Omnisys). Todas as oito empresas do primeiro edital da Fapesp foram convidadas para participar da pesquisa. No entanto, apenas quatro aceitaram ser entrevistadas.



Os roteiros de entrevista (anexo 1) foram elaborados levando em consideração a relação entre a demanda, a encomenda tecnológica e a cadeia de fornecedores. A perspectiva foi trazer como variáveis de análise as DBIPs como difusoras tecnológicas. Essas políticas facilitam o desenvolvimento tecnológico, já que há uma demanda clara e o produto teoricamente não precisaria passar pelo crivo do mercado. O roteiro das entrevistas baseou-se nas ponderações de Edquist, Vonortas e Zabala-Iturriagoitia (2015) sobre a troca de conhecimento, interação e parcerias entre os stakeholders, principalmente na relação entre o governo, a instituição demandante e as empresas fornecedoras. Buscamos entender ainda como foi esse processo de ruptura e salto tecnológico pelo qual passaram as empresas que aderiram ao edital de desafios da Fapesp. Para essa análise, optamos por dar ênfase ao que foi proposto por Rauen (2017b) quando menciona que o Estado apresenta os problemas a serem solucionados, mas são as empresas as responsáveis pelas escolhas tecnológicas que vão resolver a demanda proposta. Foi sempre levado em consideração que não se tratava de produtos de prateleira, já presentes nos portfólios das empresas, e sim de novos desenvolvimentos tecnológicos. Além disso tudo, essa investigação também se propôs a entender como foram estruturadas as atividades de P&D dessas fornecedoras. Elas existiam anteriormente? Foram modificadas? Para subsidiar as perguntas nesta direção, utilizamos os apontamentos de Freeman e Soete (2008), Nelson (2005), Mowery e Rosenberg (2005) e do Manual de Frascati (2002).

**Tabela 1 – Perfil das empresas entrevistadas**

<b>Empresa</b>	<b>Localização</b>	<b>Porte da empresa</b>	<b>Atuação</b>	<b>P&amp;D interno</b>	<b>Atuação no mercado</b>
Atmos	São Paulo (SP)	Até 250 funcionários	Sistemas eletrônicos, instrumentação de teste e controle	Sim	Desde 2004
Engecer	São Carlos (SP)	Até 250 funcionários	Cerâmica técnica	Sim	Desde 1987
Macnica DHW	Operações em Joinville e Florianópolis (SC) e escritório em São Paulo (SP)	Até 250 funcionários	Componentes eletrônicos como capacitores, resistores e processadores	Sim	Desde 2012
Omnisys Engenharia	São Bernardo do Campo (SP)	Até 250 funcionários	Radares de vigilância, Sistema de defesa	Sim	Desde 1997

**Fonte:** Elaboracao própria

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Esta seção busca analisar como o desenvolvimento de um aparato científico como o Sirius pode acabar difundindo o conhecimento aplicado na sua construção para estimular a cadeia produtiva da região, especialmente dos fornecedores selecionados pela Fapesp. A proposta aqui é entender a aplicação dessa chamada induzida como instrumento de DBIP. Buscamos entender ainda como

foi o processo de ruptura e salto tecnológico pelo qual passaram as empresas que aderiram ao edital de desafios da Fapesp. Essa investigação também se propôs a entender como foram estruturadas as atividades de P&D dessas fornecedoras.

Aqui vamos apresentar visões de três diferentes tipos de atores envolvidos neste processo de construção do Sirius: a Fapesp, financiadora do edital de desenvolvimento de algumas tecnologias, as empresas que teriam que desenvolver esses novos produtos, e o CNPEM, demandante das soluções. Buscou-se entender os ganhos provocados pelo edital, os desafios, a reestruturação das atividades de P&D nas empresas, o salto tecnológico obtido e qual foi o papel do relacionamento entre as instituições para o sucesso ou fracasso da demanda realizada.

### **A visão da Fapesp**

Segundo o coordenador-adjunto da Fapesp, a fundação entrou no projeto do Sirius porque entendia que esse processo qualificaria as empresas paulistas em um patamar tecnológico superior. A instituição abriu para o Sirius seu primeiro edital PAPPE e PIPE induzido, ou seja, com demandas/desafios específicos para um projeto. Até então, a Fapesp só publicava editais abertos para atender demandas espontâneas das empresas visando apoiar tecnologias que as próprias empresas gostariam de desenvolver para se manterem tecnologicamente relevantes em seu mercado de atuação.

Um grande atrativo destas chamadas diferentes para o Sirius, na visão do entrevistado da Fapesp, era o conhecimento que o CNPEM tinha quanto à existência de possíveis fornecedores e de suas características. Este conhecimento auxiliou na preparação do edital e em sua própria divulgação.

O representante da Fapesp acredita que outro diferencial deste processo foi a relação entre os fornecedores e o CNPEM. Havia um coordenador de projeto, que era a ligação entre as empresas e as necessidades do CNPEM. O relacionamento era feito de diferentes formas; o entrevistado destaca, por exemplo, os workshops. Neles, a instituição conseguia auditar/avaliar as empresas participantes e entender o processo de interação, bem como as necessidades do CNPEM. Uma parte era dedicada ao CNPEM, para explanações referentes ao desenvolvimento do projeto e às necessidades tecnológicas. A outra parte consistia na apresentação pelas empresas das soluções que estavam sendo produzidas. Neste processo era possível enxergar o cumprimento de prazos, de metas e se as empresas haviam alocado equipes adequadas, capacitadas para desenvolverem a tecnologia.

Por se tratar de desafios complexos, da fronteira do conhecimento, o número de empresas que tiveram sucesso foi pequeno. O que funcionou muito bem, na análise da Fapesp, foram as empresas que entenderam que aquela era uma chance de dar um salto tecnológico e, por conta disso, tiveram uma interação mais próxima ao CNPEM. Quando o pesquisador do Sirius e o responsável técnico da empresa andavam juntos durante os dois anos de projeto, no final do processo, esse produto realmente atendia às especificações desejadas, porque o desenvolvimento foi em conjunto. As empresas, principalmente as de médio porte, que entenderam o edital como se fosse uma mera prestação de serviço, e acreditaram que sua capacidade tecnológica era suficiente, apresentaram produtos aquém das especificações necessárias. A Fapesp percebeu como essa questão do comprometimento faz diferença nos resultados.

Segundo o coordenador da Fapesp, empresas que têm faturamentos maiores são mais inertes, menos flexíveis, para galgar para um outro patamar tecnológico quando isso depende de interação entre ela e a demandante. Uma empresa deste tipo é mais confiante, acredita no seu desenvolvimento, na sua equipe de inovação. O Sirius mostrou, por outro lado, que as empresas pequenas, humildes para aprender, enxergaram o CNPEM como uma consultoria técnica altamente especializada, representando uma oportunidade única para elas. Essa interação trouxe conhecimentos para dentro das empresas. A equipe interna da empresa foi atualizada tecnologicamente graças a esse relacionamento.

No final de todo este processo, a Fapesp, na visão do entrevistado, espera que as empresas participantes tenham aproveitado a chance de internalizar e incorporar o “DNA da inovação” em suas atividades. A instituição aprendeu, inclusive, que, quanto maior o desafio tecnológico, mais as empresas se aperfeiçoam. Quando os desafios são maiores, os esforços também deverão sê-lo, e nem em todos os casos chegar-se-á no sucesso. No entanto, aquelas que conseguirem superar os desafios, terão um enorme ganho tecnológico.

### **A visão das empresas**

Esta seção vai esmiuçar o ponto de vista das empresas levando em consideração seus desafios, as atividades de P&D, o salto tecnológico, o relacionamento com o CNPEM, a inovação pela demanda, as novas possibilidades de mercado e os ganhos para o conhecimento e experiência da empresa.

### Desafios

Como já foi mencionado anteriormente, a complexidade tecnológica representou um grande desafio para as empresas que desenvolveram algum produto para o Sirius. No entanto, a coleta de dados para esta pesquisa revelou que os desafios foram além dos aspectos técnicos, envolvendo também questões burocráticas e gerenciais<sup>3</sup>.

A Engecer, que atua no mercado de componentes em cerâmica técnica, alumina, zircônia e suas composições, não tinha conhecimento na época sobre a fabricação de componentes cerâmicos covalentes, principalmente em relação aos processos de fabricação por técnicas de prensagem a quente. Os principais desafios do desenvolvimento estavam relacionados à obtenção de componentes com estanqueidade em ultra alto vácuo. Para isso, foi necessária ampla pesquisa dos processos de prensagem a quente (uniaxial e isostático) e dos materiais de interesse para o Sirius, como nitretos de boro e alumínio, de modo a se identificar rotas capazes de atender à demanda da equipe do LNLS.

A Atmos desenvolveu bancadas automáticas de teste, dispositivos que realizam automaticamente testes complexos de forma repetitiva e com pouca ou nenhuma intervenção do operador. A bancada desenvolvida pela Atmos tem condições de realizar testes até de radiofrequências, contando com diversos equipamentos comerciais: um analisador de redes vetorial, um gerador de radiofrequência, um medidor de potência de radiofrequência,

---

<sup>3</sup> O Manual de Oslo (OECD, 2018) define a inovação como um produto ou processo novo ou aprimorado, que difere significativamente dos produtos ou processos anteriores. Para implementar uma inovação, o manual destaca que são necessárias atividades científicas, tecnológicas, organizacionais, financeiras e comerciais.

osciloscópio, gerador de forma de onda arbitrária, bem como fontes de alimentação. Além disso, foram desenvolvidas pela Atmos matrizes de chaveamento para frequências de até 6 GHz, assim como adaptadores de teste. Enfim, há um programa de computador que comanda todos os itens citados, gerando os estímulos, medindo as respostas e gravando os resultados para gerar um relatório completo dos testes executados. A empresa, com conhecimento em sistemas de radares e eletrônica em geral, precisou entender o projeto do CNPEM para que fossem definidos os parâmetros mais importantes para a operação do sistema, que deveriam ser verificados pelos testes. A partir daí, foram definidos os testes que verificariam a perfeita operação de seus diferentes componentes. Para a sua realização, foram idealizadas e produzidas interfaces especiais, assim como dispositivos de hardware e software que serviriam para adaptar os itens que seriam testados na bancada automática.

Ao contrário das outras empresas, que destacaram prioritariamente os desafios tecnológicos, a Macnica DHW relata que também teve dificuldade com a burocracia em desenvolver um projeto em conjunto com órgãos governamentais. A empresa revelou que encontrou problemas para elaborar os relatórios parciais, embora concorde que essa metodologia auxilia na formalização, sendo útil ao mesmo tempo para atualizar e revisar constantemente o projeto para o parceiro. No entanto, o tempo gasto em sua elaboração foi considerado um empecilho. A empresa também tinha encontrado dificuldades para elaborar o projeto de modo a atender o edital da Fapesp.

Os primeiros desafios da Omnisys estavam relacionados às tecnologias que seriam desenvolvidas, principalmente no que se refere ao controle de feixes, estabilidade elevada, fontes de alimentação de alta potência e microamperímetros, que era uma competência que a empresa não tinha e que trouxe muitos ganhos para ela. Segundo relato da empresa, já era previsto que o projeto do microamperímetro levaria mais tempo, já que seu nível de conhecimento prévio do assunto era modesto. O desafio foi mais complicado do que a Omnisys esperava e a opção foi pedir extensão de prazo. No caso das fontes, os maiores desafios foi a parte de testes, de operar em potência. A empresa mencionou ter enfrentado desafios gerenciais, principalmente relacionados às entregas das documentações para a Finep e a Fapesp. Tiveram problemas também referentes aos processos de compras. Em um primeiro momento, alguns componentes seriam importados, mas depois precisaram mudar esse pedido para compras nacionais, por conta de um problema com o fornecedor. Todas essas alterações nos planos originais traduziram-se em trabalho adicional para confeccionar os relatórios e demais documentos enviados para os órgãos governamentais.

#### Atividades de P&D<sup>4</sup>

Grande parte das empresas entrevistadas já estava acostumada a realizar atividades de P&D, com departamentos e estrutura específicos para essas ações. Apesar disso, muitas tiveram que se adequar para atingir os resultados esperados pelo CNPEM.

---

<sup>4</sup> De acordo com o Manual de Frascati (2002), a P&D consiste em um processo de acumulação de conhecimento, seja ele desenvolvido internamente ou fora da empresa, e o uso desse estoque para aplicações e geração de ideias que podem ou não resultar em novos produtos e processos. Este processo não necessariamente conduz o desenvolvimento de inovações bem-sucedidas. Estes fatores dependem mais da capacidade da empresa em alinhar a P&D com o seu conhecimento de mercado e de tomada de decisão em meio a inúmeras incertezas (FREEMAN & SOETE, 2008).

Na Engecer, por exemplo, as atividades de P&D já realizadas foram mantidas durante e após o encerramento do projeto PIPE. O modelo de negócio da empresa se baseia em constante desenvolvimento de produtos e métodos de fabricação. As atividades desses projetos de desenvolvimentos são sempre realizadas com a participação dos centros de pesquisa externos, em especial na realização de ensaios específicos, pesquisa bibliográfica e consultoria. Assim sendo, o projeto conjunto com o CNPEM mostrou-se como uma oportunidade para consolidar os métodos de trabalho que a empresa já adotava.

A Atmos desenvolveu e fabricou o primeiro radar meteorológico nacional em banda X, o primeiro radar em dupla polarização e o de maior conteúdo nacional. As atividades de pesquisa e desenvolvimento permeiam o dia a dia da empresa. Em termos de aprimoramento, houve nos últimos anos um esforço considerável para melhorar os processos de operação da empresa, o que trouxe mais qualidade aos serviços e produtos desenvolvidos por ela. No entanto, a maior parte dos produtos e serviços desenvolvidos pela Atmos é de baixo volume de vendas, o que leva a executar tarefas e produtos diferentes a cada projeto. Segundo a empresa, a legislação brasileira é muito complexa e faz com que companhias como a Atmos tenham que se adequar a um modelo desenvolvido para empresas de fabricação seriada de produtos.

A Macnica DHW relata que teve que ser mais criteriosa com o projeto Sirius. Parte do acompanhamento das atividades, principalmente o planejamento inicial, teve que ser refinado em relação ao que era feito antes. Isso porque parte da tecnologia que estava sendo desenvolvida era totalmente nova para a empresa, e isso representava riscos. Um bom planejamento e uma realocação de recursos também foram necessários. A gestão do projeto foi tão importante que acabou mudando a forma como a empresa executa seus projetos internos, realizando, inclusive, reuniões semanais de acompanhamento, o que não era feito, dessa forma estruturada, antes do edital da Fapesp para os desafios do Sirius.

A Omnisys Engenharia realiza diversos serviços para a área de Defesa. Dessa forma, tem um histórico de projetos grandes e complexos e uma estrutura de P&D adequada para executá-los. A empresa já participou de inúmeros projetos com financiamento da Fapesp e ressalta que essa parceria foi essencial para a compra de novos equipamentos, no aprimoramento das práticas de Engenharia já existentes internamente, na gestão do conhecimento e na elaboração de relatórios.

A literatura aponta que as políticas pelo lado da demanda são usadas para induzirem o aumento dos investimentos privados em P&D, para a difusão tecnológica e o abandono de tecnologias ultrapassadas, que muitas vezes são até prejudiciais à saúde e ao meio ambiente, mas que ainda estão presentes no país (EDLER, 2009; RAUEN, 2017B; EDQUIST, VONORTAS & ZABALA-ITURRIAGAGOITIA, 2015). O relato das empresas corrobora essa afirmação.

### O salto tecnológico<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> Dosi (1982) contribuiu para as teorias da mudança técnica ao tentar entender a força motora da atividade inventiva e papel dos sinais do mercado. Nesse sentido, a mudança pode ocorrer tanto pela indução pela demanda (*demand-pull*) quanto pelo impulso pela tecnologia (*technology-push*). A indução pela demanda reconhece as necessidades como força motora da atividade inovativa. Muitas vezes, essa necessidade só é gerada com a introdução do próprio produto no mercado. Nesta lógica, as firmas irão trazer ao mercado seus bens novos, permitindo que o mercado monitore sua crescente aptidão de satisfazer as necessidades dos consumidores. O impulso pela tecnologia, por outro lado, vai depender do crescente papel de insumos científicos, da atividade de P&D nas empresas (uma questão de planejamento), terá a natureza de incerteza, será direcionado pelo estado da arte da tecnologia já em uso e dos níveis tecnológicos já alcançados pela empresa.

Algumas das empresas entrevistadas informaram que obtiveram grandes ganhos tecnológicos ao desenvolver os produtos para o Sirius. No entanto, os níveis de progresso tecnológico variam bastante entre as firmas pesquisadas.

A Engecer acredita que todo projeto de desenvolvimento é uma oportunidade para novos negócios, particularmente em termos de acúmulo de conhecimento, o qual pode ser utilizado em outras ocasiões. No entanto, a firma não caracterizou o projeto em questão como um salto tecnológico para ela. A contribuição desta experiência foi essencial, porém, para capacitar a empresa para outros desafios na fabricação de componentes de cerâmicas covalentes e em aplicações para alto vácuo.

A Macnica DHW mudou vários processos internos para se adequar ao projeto. Segundo a empresa, este processo ajudou no aprimoramento do acompanhamento de projetos, bem como no gerenciamento e armazenamento de informação. Sobre a tecnologia desenvolvida, a empresa relata que a experiência também agregou conhecimentos novos.

A Omnisys acabou percorrendo caminhos nos quais ela não tinha competência prévia. Essa característica, segundo a empresa, elevou seu nível tecnológico. As tecnologias desenvolvidas poderão ser aplicadas em novas soluções, aumentando assim a capacidade da empresa em termos de processo para a fabricação de outros produtos.

### Relacionamento com o CNPEM

Sobre o relacionamento das empresa com o CNPEM, os entrevistados destacaram a importância dos *workshops* para aumentar o conhecimento dos participantes sobre as necessidades do novo acelerador. Nesses eventos, as empresas puderam entender o contexto do projeto, as expectativas da demandante e o que precisava ser desenvolvido. Algumas empresas destacam que esses encontros as faziam olhar para seus próprios processos de gestão e suas competências, enxergando assim possíveis futuros mercados.

A Engecer manteve um bom relacionamento com a equipe do LNLS responsável pelo desafio proposto. Sempre discutiam os avanços e as dificuldades durante o desenvolvimento da pesquisa em reuniões com os envolvidos. A empresa acredita que essa colaboração entre as equipes foi essencial para o sucesso do projeto, já que ao longo do seu desenvolvimento, outras necessidades foram identificadas. Além disso, as equipes do CNPEM eram responsáveis pelos testes práticos nos protótipos desenvolvidos, completando a caracterização com foco no Sirius.

Para a Atmos, o relacionamento com o CNPEM sempre foi muito positivo. O contato estreito com os coordenadores permitiu entender as necessidades do CNPEM para a definição da tecnologia e, de certa forma, para complementar a capacitação da empresa, respeitando seu conhecimento prévio e apoiando no objetivo final.

A Macnica DHW relata que a equipe do LNLS foi muito colaborativa, posto que sempre tiravam dúvidas. Em um dos primeiros desafios que a empresa encontrou com a nova tecnologia, o LNLS prontificou-se para testar a solução proposta em um ambiente específico no próprio CNPEM. Segundo a empresa, sem essa ajuda, o projeto não teria sido concluído.

A Omnisys ressalta que a equipe do LNLS foi totalmente transparente e aberta ao diálogo desde o início do projeto. Um dos pontos em destaque, segundo a empresa, foi a condução do

trabalho e a difusão do conhecimento, que evitou o aparecimento de erros durante o desenvolvimento da tecnologia.

Verificamos assim que a política de aquisição de P&D leva em consideração o relacionamento do demandante (o Estado) com quem vai solucionar o problema (o fornecedor). Essa relação é encarada como parceria e não apenas uma transação comercial entre duas instituições (RAUEN, 2017c).

Edquist, Vonortas e Zabala-Iturriagoitia (2015) destacam que esse processo de difusão pode ser ainda mais rico para o aumento da competência das firmas do que a simples proposta de se fabricar um produto ainda fora do seu portfólio. Os autores mencionam aspectos importantes para o processo de inovação que são melhor percebidos quando o desenvolvimento da tecnologia é impulsionada pela demanda do Estado. Eles reforçam o papel das parcerias e da articulação entre empresas e governo e indicam que, para atingir a interatividade necessária para a inovação, é preciso organizar grupos focais, redes, eventos e oportunidades para que esses stakeholders possam interagir.

### Inovação pela demanda

Uma resposta unânime entre as entrevistadas é que elas não teriam desenvolvido a tecnologia se não fosse pela demanda do CNPEM.

A Engecer não teria desenvolvido a tecnologia se não houvesse uma demanda já estipulada. Isso porque o modelo de negócio da empresa sempre contemplava as atividades de desenvolvimento alinhadas a oportunidades concretas de mercado, quer sejam clientes existentes com novas demandas, como o caso do CNPEM, ou novos clientes com novos projetos. A Engecer ressalta ainda que, sem o apoio da Fapesp, seria muito difícil encarar o desafio, por conta das incertezas no projeto de desenvolvimento. Para a empresa, a diferença entre inovar pela demanda e inovar para que o mercado decida sobre a necessidade ou não do seu produto está no risco associado à oportunidade de retorno. No mercado em que a firma atua quase não existe margem para desenvolvimento de produtos que não sejam previamente encomendados, diferentemente do mercado de consumo onde se pode criar a necessidade com uma boa ideia. A experiência de desenvolvimento da empresa é focada nas necessidades e desafios existentes na indústria.

A Atmos também não teria desenvolvido a tecnologia se não houvesse uma demanda garantida, já que há muito risco envolvido. Para a empresa, desenvolver uma tecnologia que poderá ou não ser aceita ou comercializada envolve investimentos que podem não ter retorno. Uma das justificativas é que a empresa privada precisa manter o seu corpo técnico-administrativo e a sua infraestrutura por meio da rentabilidade de seus contratos. Com clientes certos, segundo a Atmos, os riscos diminuem, mas ainda assim existem. Soma-se a esses empecilhos o fato de que o desenvolvimento de tecnologia envolve sempre o risco do produto ou do serviço não satisfazerem as expectativas ou simplesmente não funcionarem.

A Macnica revela que só desenvolveu a tecnologia porque o projeto tinha começo, meio, fim e recursos. A justificativa é que o produto feito para o Sirius representava um desafio tecnológico interessante, mas seu custo de desenvolvimento era muito alto.

Na visão da Omnisys, as empresas não teriam desenvolvido essas tecnologias se não houvesse um comprador ou um órgão que oferecesse recursos para P&D. Mais uma vez, a decisão leva em

conta os riscos envolvidos. Segundo a empresa, investir sem ter um cliente definido significa confiar muito em suas próprias análises e no plano de negócio. No caso do Sirius, existia um financiamento, tanto em relação a recursos humanos como para o investimento em maquinário e equipamentos. Mesmo assim, de acordo com a Omnisys, existe um ônus que deve ser pago pela própria empresa e que também deve ser levado em conta na tomada de decisão de participar ou não de um projeto como este. Espera-se, no entanto, que os ganhos tecnológicos façam valer o esforço das firmas.

Edler (2009) aponta para a necessidade do papel do Estado como articulador do processo, não apenas em relação a demandar do setor privado e assumir os riscos, mas podendo assim entender melhor a sociedade, suas preferências e sua maneira de lidar com as tecnologias. No caso das compras públicas, o Estado pode optar pelas compras públicas para promover a inovação ou pelas compras pré-comerciais. Na primeira, existe a necessidade de que um novo produto seja desenvolvido. Na segunda, a proposta é estimular o P&D na empresa para o futuro desenvolvimento de produtos que sejam de interesse do Estado mas que ainda não tenham soluções prontas. Neste caso, o Estado divide os riscos desse desenvolvimento com a empresa e o produto pode ou não chegar à fase comercial (FOSS & BONACELLI, 2016). Pelos relatos, é possível observar que a proposta da Fapesp era justamente estimular o desenvolvimento de produtos na fronteira do conhecimento que fugiam do escopo anterior das empresas.

#### Novas possibilidades de mercado<sup>6</sup>

Muitas das entrevistadas ainda estudam como podem incorporar a tecnologia desenvolvida para o Sirius ao seu portfólio de produtos. Grande parte espera que ter seu nome vinculado a um projeto desta magnitude lhes permita abrir outras portas automaticamente. Ou seja, de acordo com os próprios relatos, o processo teria servido para aumentar o prestígio dessas empresas junto ao mercado.

A Engecer incorporou parcialmente a tecnologia desenvolvida no portfólio, apesar de acreditar que a relação custo/benefício do produto desenvolvido e de sua técnica de produção ainda são barreiras para a entrada no mercado de cerâmicas covalentes. Segundo a empresa, o mercado de cerâmicas técnicas é caracterizado por uma grande diversidade de aplicações e diferentes demandas. Oportunidades concretas diretamente relacionadas ao projeto desenvolvido são bastante restritas pois envolvem indústrias de alto teor tecnológico (como a aeroespacial), existentes em baixa escala no País. Contudo, a empresa vem sendo consultada para a fabricação de outros componentes cerâmicos especiais, tanto para diferentes aplicações no próprio Sirius, como por outros centros de pesquisa.

A Atmos ainda estuda novas possibilidades de mercado para a tecnologia desenvolvida. Ela acredita que pode incorporar a tecnologia em seu portfólio dado que as bancadas automáticas podem ser utilizadas para testes de fabricação ou de manutenção de itens complexos.

A Macnica DHW identifica que realizar um projeto dessa magnitude em parceria com a Fapesp e o CNPEM tem um peso para o portfólio da empresa e pode trazer novos clientes.

---

<sup>6</sup> Em um sistema dinâmico, a empresa vive um processo contínuo de adaptação às mudanças, tendo em vista o seu *background* e suas características operacionais. Dessa forma, o comportamento da empresa em relação ao mercado vai depender de suas competências prévias, de suas rotinas e da leitura que faz da situação de cada momento (NELSON & WINTER, 2005).



Apesar disso, acredita que a tecnologia desenvolvida é muito específica e avançada para ser adquirida por outros potenciais compradores, por conta do alto custo do produto.

A Omnisys, que fabrica radares, quer investir no desenvolvimento dos microamperímetros, competência que adquiriu com o projeto Sirius. A empresa enxerga uma demanda deste produto no mundo.

Jacob Edler e Luke Georghiou (2007) acreditam que as compras governamentais estimulam o setor privado no desenvolvimento de inovações e suprem o ‘medo’ da não absorção das novas tecnologias pela sociedade. As aquisições do Estado às empresas podem demonstrar ao mercado novas tendências, padrões e demandas, minimizando o tempo de desenvolvimento de certas tecnologias, bem como seus custos com aprendizado e pesquisa.

Por outro lado, cabe ao Estado definir quais mercados e tecnologias devem ser demandados, escolha que deveria ser realizada com muito critério e pensamento estratégico sobre o futuro do país. Os possíveis fornecedores, para não serem pegos desprevenidos para atender a demanda conforme o esperado, podem desenvolver elementos inovadores em seus produtos e processos, mas para isso precisam receber claramente sinais do Estado, antecipando informações sobre possíveis necessidades governamentais. O governo, no entanto, pode suportar a incerteza, caso o possível fornecedor esteja capacitado para atendê-lo. Uma boa estratégia de compras governamentais entende que a demanda e o fornecimento (produtores) devem andar juntos, um preparando o caminho para a implementação do outro (EDLER & GEORGHIOU, 2007).

#### Ganhos para o conhecimento e experiência da empresa<sup>7</sup>

Assim como os desafios encontrados, os ganhos para a empresa também variam de competências técnicas até melhorias no processo de gestão de recursos, infraestrutura e recursos humanos.

A Engecer conseguiu compreender melhor as questões relativas ao desenvolvimento de pesquisas em parceria com instituições de fomento, particularmente FAPESP e Finep. Esse conhecimento será útil para orientar projetos futuros.

Participar do maior projeto científico desenvolvido no País representou uma boa visibilidade no mercado para a Atmos. Fora isso, a empresa acredita que absorveu conhecimento com o projeto do Sirius, principalmente ao notar semelhanças entre a tecnologia desenvolvida e os circuitos utilizados em radares.

A Macnica DHW observou melhorias em seus processos internos como acompanhamento de projeto, armazenamento de dados e organização.

No caso da Omnisys, os ganhos foram relacionados ao desenvolvimento de processos industriais, principalmente sobre a montagem, conhecimentos que não existiam na empresa ou que não tinham a qualidade necessária.

#### **A visão do CNPEM**

---

<sup>7</sup> O aprendizado e a inovação são resultados da interação. Ambos são processos interconectados mas não são idênticos. O aprendizado é um processo social que muitas vezes não pode ser captado com análises econômicas (Lundvall, 2007).

De acordo com o CNPEM, aqui mencionado na visão do diretor-geral, o Sirius não foi pensado a princípio para ser um projeto na linha de DBIPs. Isso aconteceu com o tempo e graças às expectativas dos atores que estavam envolvidos, como o próprio MCTI. Esse não era um objetivo inicial, mas tornou-se uma questão importante conseguir que o projeto tivesse uma capacidade de arraste, estimulando o desenvolvimento tecnológico nas empresas, o que não havia ocorrido com o UVX. A meta indicada ao MCTI era de 70% de execução financeira realizada no Brasil. No entanto, o ministério nunca impôs esse índice de nacionalização como contrapartida; mais ainda, esse percentual base foi superado e chegou a 85% (CNPEM, 2018). Ao todo, foram estabelecidos 280 contratos para o fornecimento de peças e componentes, e 45 empresas desenvolveram soluções tecnológicas em parceria com o LNLS (CNPEM, 2018).

Na visão do entrevistado do CNPEM, as empresas que participaram dessa construção tiveram a oportunidade de evoluir tecnologicamente, sendo que umas mudaram mais o patamar do que outras. Esse transbordamento resultou inclusive na criação de novas empresas. Algumas startups surgiram para fabricar detectores para o Sirius, por exemplo.

O CNPEM poderia ter importado todos os componentes. Em sua análise, assim esse processo poderia ter sido mais fácil ou então ainda mais complexo. Isso porque a instituição acredita no diálogo, avaliando que é necessário ter uma proximidade com os seus fornecedores, principalmente quando se trata de um projeto inédito no mundo, para o qual não existem produtos de prateleira com as especificações desejadas. O desenvolvimento no Brasil permitiu uma dinâmica proveitosa de interação. Outro aspecto importante que deve ser mencionado refere-se à manutenção e atualização futura desses componentes. Quando o componente é fabricado no Brasil, essa logística fica mais fácil graças à proximidade.

Sobre o edital da Fapesp e da Finep, o diretor-geral do CNPEM acredita que tenha sido uma ideia muito interessante, para alavancar a inovação. No entanto, das empresas que participaram dos editais, poucas conseguiram de fato gerar produtos que pudessem ser adquiridos posteriormente por outros compradores, o que não quer dizer que essas empresas não tenham evoluído tecnologicamente.

O entrevistado do CNPEM indica que a dinâmica e a velocidade necessárias para a construção do Sirius não puderam ser acompanhadas pelo andamento dos processos da Fapesp, que, no ponto de vista da instituição, ainda é lento para o ritmo que queriam dar ao projeto. Segundo o CNPEM, falta flexibilidade e há muitas amarras jurídicas. Existia um cronograma rígido a ser cumprido devido a um encadeamento de processos. Por conta disso, a equipe do próprio CNPEM acabou desenvolvendo algumas das tecnologias antes mesmo da entrega dos produtos contratados das participantes do edital. Nesta questão, o representante do CNPEM acredita que o modelo de encomenda tecnológica teria alcançado mais sucesso, se a seleção das empresas e o gerenciamento fossem feitos pelo próprio CNPEM. Isso porque, para o entrevistado, a encomenda é algo conhecido, mensurável em termos de tempo de execução e valoração, já o P&D, do edital da Fapesp, era trabalhar com algo ainda desconhecido.

De acordo com o porta-voz do CNPEM, em projetos que requerem agilidade, a preocupação é com resultados, não com acompanhamentos excessivos e de detalhes. As prestações de contas devem ocorrer e fazer sentido para aquele desenvolvimento, mas deveria ser uma preocupação a posteriori. Este controle rígido, segundo a instituição, impediu justamente que houvesse agilidade.

O modelo de encomenda tecnológica ocorreu no Sirius e obteve mais sucesso do que os editais da Fapesp. Geralmente, três empresas entram em uma primeira etapa para a construção

de um protótipo. A empresa mais bem sucedida na empreitada, ganhava o contrato do CNPEM. Essa prática é interessante inclusive para a empresa, de acordo com a instituição, porque permite que ela se planeje, se estruture e tenha uma dinâmica de resposta mais rápida. Isso porque a empresa que fosse para a segunda fase, já sabia o que teria que enfrentar pela frente. Essa flexibilidade de ser uma organização social, segundo o entrevistado do CNPEM, foi fundamental para realizar esses diferentes tipos de contratos com empresas.

Os workshops foram importantes não apenas para apresentar o projeto para as empresas do edital e outras convidadas, mas também para disseminar essa informação para todo o mercado. O Sirius acabou ademais gerando efeitos de segunda ordem, dado que houve empresas que se tornaram fornecedoras das empresas participantes da construção, criando-se assim um efeito em cascata, transbordando para diferentes setores e criando uma rede.

Do ponto de vista do porta-voz entrevistado, todo esse relacionamento com as empresas foi um ensinamento para as equipes dos laboratórios da instituição. Foi necessário que essas equipes entendessem o que uma empresa precisa, como ela funciona, quais são as suas necessidades e o que ela pode fazer com o seu orçamento. Na interação com empatia, os dois lados aprendem e ganham.

As empresas que tiveram sucesso foram as que levaram esse diálogo com o CNPEM a sério. De acordo com o diretor-geral, muitas empresas não construíram esse diálogo porque prestavam contas apenas para o órgão financiador, no caso a Fapesp. Esse, inclusive, é um outro aspecto que, para a entidade, não permitiu que o edital da Fapesp fosse um sucesso, já que o relacionamento, muitas vezes, ocorria apenas entre a Fapesp e a fornecedora.

Foi preciso entender, no entanto, que as instituições de pesquisa e as empresas têm culturas diferentes. Uma empresa pode até estar envolvida no processo, mas, no final do mês, está preocupada mesmo em sobreviver. Por outro lado, o laboratório está preocupado em sempre desenvolver e melhorar algo. Uma empresa que tivesse na cabeça apenas a questão de produzir e solucionar um problema rápido, não traria resultados positivos porque não se tratava de produtos de prateleira. Dessa forma, os dois lados tiveram que aprender a ceder algumas vezes.

No futuro, o CNPEM acredita que manter o relacionamento com essas empresas, em uma parceria contínua, será fundamental para manter os mecanismos atualizados, expandir as linhas de luz e até mesmo realizar a manutenção dos componentes. Para que isso aconteça, segundo a instituição, é necessário que as empresas renovem constantemente sua capacidade de desenvolvimento, logo que estejam em dia com as suas atividades de P&D.

Por outro lado, para que as empresas mantenham essa capacidade, de acordo com o diretor-geral do CNPEM, será preciso que o MCTI e o governo criem projetos de alta tecnologia ao longo do tempo, para que essa cadeia de avanços não seja quebrada. Precisa-se uma mobilização constante, com novos projetos para impulsionar a pesquisa e desenvolvimento dessas empresas e para manter o ecossistema de inovação andando, permitindo que o sistema nacional de inovação esteja engajado e envolvido com o progresso científico e tecnológico. O representante do CNPEM acredita que manter o investimento e os desafios de forma assistemática, como acontece no Brasil, não vai ajudar essas empresas a avançarem além de seu patamar tecnológico atual.

## Análise da pesquisa de campo

Uma política de C,T&I pelo lado da demanda é uma ferramenta usada pelo Estado para promover o desenvolvimento tecnológico e a procura de inovações no setor privado. O Estado usa o seu aparato, necessidades e poder de compra para estimular a difusão tecnológica em uma cadeia de fornecedores. Essas políticas devem ser aplicadas em consonância com outras ações de estímulo à inovação, como a subvenção econômica, por exemplo (EDLER, 2009).

Entre os objetivos da política de inovação pelo lado da demanda estão: induzir o investimento privado em P&D; promover a disruptura tecnológica nos fornecedores de bens públicos; atender às necessidades sociais; melhorar a qualidade dos serviços públicos; estimular a modernização industrial dando impulso ao aprendizado; favorecer a introdução e manuseio de novas tecnologias; criar novos mercados; estimular a troca de conhecimento (interação e articulação) entre o Estado demandante e as empresas; e minimizar falhas de mercado, sobretudo as falhas decorrentes da informação assimétrica (EDLER, 2009; RAUEN, 2017b; EDQUIST, VONORTAS & ZABALA-ITURRIAGAGOITIA, 2015). Uma análise da política de inovação pelo lado da demanda aplicada na construção do Sirius deve levar em consideração essas dimensões.

A tabela 2 traz uma análise dos resultados obtidos pela chamada induzida da Fapesp no projeto Sirius. A partir de nossa percepção, baseada nas entrevistas efetuadas ao longo da pesquisa, destacamos quatro áreas de destaque em uma política de inovação pelo lado da demanda: a difusão do conhecimento e os aspectos tecnológicos, econômicos e sociais. Para cada dimensão analisada, indicaremos se os resultados apareceram integralmente nos relatos conseguidos a nas entrevistas, ou parcialmente, se a ação foi mencionada como não executada, ou ainda se não foram mencionadas na pesquisa.

**Tabela 2** – Aspectos, dimensões e temáticas para a análise de uma política de inovação pelo lado da demanda: observações a partir dos relatos dos entrevistados

Área de análise: Difusão do conhecimento					
Dimensão	TEMÁTICAS	OBSERVAÇÕES A PARTIR DOS RELATOS			
		Não executado	Mencionado por parte dos entrevistados	Mencionado integralmente pelos entrevistados	Não mencionado durante as entrevistas
Induzir o investimento privado em P&D	Ampliação das atividades de P&D			X	
	Mudanças estruturais e adequações nas atividades de P&D			X	
	Relacionamento/troca de conhecimento entre CNPEM e as empresas do Edital da Fapesp		X		

Interação e articulação entre o Estado demandante e as empresas	Relacionamento/ troca de conhecimento entre CNPEM e as empresas contratadas			X	
	Participação de workshops			X	
	Desenvolvimento em conjunto com as empresas do Edital Fapesp		X		
	Desenvolvimento em conjunto com as empresas contratadas			X	
Produção científica	Publicação de artigos				X
Área de análise: Aspectos Tecnológicos					
Disruptur a tecnológica nos fornecedores	Patentes e licenças				X
	Absorção / adequação de tecnologias			X	
	Salto tecnológico – novo patamar tecnológico na empresa		X		
Modernização industrial	Aquisição de novos equipamentos e insumos		X		
Introdução e manuseio de novas tecnologias	Acesso a novas tecnologias para cumprir os desafios propostos			X	
Melhoria nos processos de gestão	Armazenamento de dados		X		
	Mudanças em processos internos		X		
Área de análise: Aspectos Econômicos					
Inovação	Desenvolvimento de novos produtos e processos		X		
	Vantagem competitiva			X	

Mercado	Lucro / crescimento de participação no mercado				X
	Abertura de novos mercados			X	
Área de análise: Aspectos sociais					
Melhorar a qualidade de serviços públicos	Entrega das tecnologias para o Sirius – Empresas do Edital Fapesp		X		
	Entrega das tecnologias para o Sirius – Empresas contratadas			X	
Minimizar falhas de mercado	Diminuir a assimetria de informação para o consumidor				X
<b>Fonte:</b> resultados da pesquisa					

Cabe ressaltar mais uma vez que a construção do Sirius não foi em princípio pensada para ser uma política de inovação pelo lado da demanda; isso só ocorreu no decorrer de seu desenvolvimento. Essa perspectiva foi incorporada para que o projeto tivesse um efeito de transbordamento tecnológico ainda maior. Sobre os principais indicadores de C,T&I é importante ressaltar que o Sirius ainda não estava em funcionamento durante o período das entrevistas e, portanto, o equipamento ainda não tinha sido utilizado para nenhuma pesquisa científica que tivesse resultado na publicação de artigos ou em pedidos de patente.

Segundo Kuhlmann (2008), as avaliações de impacto social ou econômico de políticas de C,T&I têm como objetivo entender os efeitos alcançados por tais ações, assim como “aumentar a racionalidade dos processos decisórios nos sistemas de negociação” (p. 64). A American Evaluation Association reforça que a avaliação retrospectiva de impacto também é uma ferramenta para documentar as evidências de parte dos resultados. No entanto, é importante observar, segundo a associação, que os impactos científicos e tecnológicos são mais fáceis e rápidos de serem observados, ao contrário dos impactos socioeconômicos, que raramente ocorrem tão rapidamente (AEA, 2015).

Fazendo um balanço do esforço de promover a DBIP, podemos afirmar que, em nossa análise a partir das entrevistas, os objetivos foram atingidos, de acordo com o que a literatura das DBIPs propõe como os metas dessa política (EDLER, 2009; RAUEN, 2017b; EDQUIST, VONORTAS & ZABALA-ITURRIAGAGOITIA, 2015). Apesar dos dados não serem unânimes, percebe-se que houve relatos parciais ou integrais na maioria das dimensões consideradas. Não avaliamos nenhum desses objetivos como totalmente não executados, embora em algumas dimensões não tenhamos elementos para fazer uma análise. Por conta disso, é possível afirmar que a adoção da DBIP no caso Sirius trouxe bons resultados.

**Tabela 3** – Sumarização dos resultados

ENTREVISTADOS	PERCEPÇÕES		
	TECNOLÓGICAS	RELACIONAMENTO	APRENDIZADOS
FAPESP	Abriu seu primeiro edital Pape e Pipe induzido, com desafios específicos	Destaque para os coordenadores de projeto do CNPEM	Desenvolvimento em conjunto
	Número pequeno de empresas atingiram o objetivo		
	As pequenas empresas encararam a oportunidade como uma chance para se capacitarem tecnologicamente	Workshops para entender o projeto e interagir	Abertura de novas chamadas induzidas
	As empresas maiores foram menos flexíveis e os resultados não foram tão satisfatórios, na maioria dos casos		
EMPRESAS	Saíram de sua zona de conforto para desenvolverem tecnologias novas em seu mercado de atuação	Destacaram a importância dos workshops	Não teriam desenvolvido a tecnologia se não houvesse uma demanda/um comprador eminente
	Tiveram que reestruturar seus departamentos de P&D	Relação de confiança entre CNPEM e empresas	
	As empresas obtiveram diferentes níveis de progresso tecnológico	Colaboração entre demandante e contratada	Estudam como incorporar a tecnologia desenvolvida em seu portfólio
		Diálogo transparente	Abriu novas possibilidades de mercado ou trouxe novos clientes
			Competência técnica e de gestão de recursos, infraestrutura e recursos humanos
CNPEM	Oportunidades para as empresas evoluírem tecnologicamente	O Sirius não foi pensado a princípio para ser um projeto inserido nas políticas pelo lado da demanda	Adoção do modelo de encomenda tecnológica
	Transbordamento tecnológico possibilitou, inclusive na criação de novas empresas	Reconhece falhas na dinâmica dos editais da Fapesp	
		Parceria para o desenvolvimento de novas tecnologias e possíveis manutenções no futuro	
		Capacitar as empresas	Manter o SNI brasileiro em constante progresso tecnológico
Troca de experiência entre empresa e instituto de pesquisa			

Fonte: Elaboração própria.

## CONCLUSÃO

Este trabalho buscou analisar as políticas de inovação pelo lado da demanda (DBIP), o mecanismo que usa o poder de compra do Estado para promover a disruptura tecnológica no fornecedor do serviço ou insumo. Nessa política, o governo não optaria pela escolha mais barata ou convencional, e sim por aquela que se espera que possa gerar outros frutos para o País, promovendo uma maior capacitação tecnológica, investimentos em P&D e abertura de novos mercados.

Como foi possível observar neste trabalho, essa pode ser uma ferramenta frutífera para estimular o desenvolvimento tecnológico nas empresas. Ou melhor, ela pode ser usada para indicar tendências e direcionar as pesquisas em áreas de interesse para o País, como meio ambiente, nanotecnologia e energias renováveis.

A pesquisa mostrou que a aplicação de instrumentos de DBIPs pode impulsionar tecnologicamente uma cadeia de fornecedores, principalmente quando a demanda representa desafios e rupturas tecnológicas. Todas as firmas pesquisadas superaram desafios internos, investiram em P&D e adequaram seus processos para atingir os objetivos propostos.

Foi possível compreender ainda que esses mecanismos são mais eficazes e representam resultados mais sólidos quando existe uma troca de conhecimento entre uma demandante de alto padrão tecnológico e científico com as suas fornecedoras. Dessa forma, a articulação das chamadas induzidas da Fapesp trouxe como resultado positivo o diálogo, a troca de experiências e o relacionamento para o avanço das tecnologias que seriam desenvolvidas. O sucesso das tecnologias foi altamente dependente dessa proximidade entre o CNPEM e a empresa.

Além do salto tecnológico, as empresas que participaram do edital da Fapesp para a construção do Sirius certamente tiveram novas possibilidades de negócios e de abertura de mercados. Na visão tanto da Fapesp quanto do CNPEM, as empresas de menor porte foram as que mais se destacaram no desenvolvimento das tecnologias. Isso porque entenderam esse processo como uma oportunidade extraordinária de se desenvolverem tecnologicamente. Aproveitaram a consultoria de uma instituição de fronteira do conhecimento para se aprimorarem como empresas inovadoras.

Foi interessante observar que há muitos desafios tecnológicos a serem solucionados pelas empresas, mas grande parte das queixas se referia aos processos burocráticos, reclamando da necessidade de ter que alocar um funcionário que poderia estar pesquisando para elaborar relatórios e redigir documentos.

Do lado do demandante CNPEM, constatamos com grande surpresa que a instituição entende que o edital da Fapesp não foi tão proveitoso para o desenvolvimento do Sirius. Faltou rapidez nas entregas das tecnologias escolhidas e grande parte dos desenvolvimentos não foram utilizados pelo CNPEM. A demora nos processos da Fapesp levou a questionar o modelo proposto. Ou seja, foi interessante e proveitoso para as empresas, mas não para quem demandou as tecnologias e precisava utilizá-las com agilidade. Além de não conseguir utilizar as tecnologias desenvolvidas, o excesso de questões burocráticas e de prestação de contas também foi fator de reclamação pelo CNPEM em relação à dinâmica da Fapesp (órgão de fomento) com as empresas.

Dessa forma, é possível concluir que as chamadas induzidas da Fapesp cumpriram parte do que era esperado como instrumentos de uma DBIP. Por um lado as chamadas estimularam a difusão tecnológica na cadeia de fornecedores, promovendo a troca de conhecimento, novas



práticas de P&D e a manipulação de tecnologias disruptivas; por outro lado, elas não cumpriram totalmente com uma missão social importante, principalmente como destacamos os processos de compras públicas de produtos inovadores, que é o de melhorar a qualidade dos serviços públicos que serão oferecidos para a sociedade. O processo de inovação, complexo, incerto e que demora para ser concretizado, também não foi, como esperado, unanimidade observado em todas as empresas participantes do edital.

Para o Estado brasileiro fica a proposta de manter essas empresas na fronteira tecnológica em suas áreas de atuação. Será preciso investir no futuro em grandes e importantes projetos que movimentem toda essa cadeia e incorporem outros elementos e desafios, juntamente com a interação com institutos de pesquisa e universidades.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AEA. *Evaluating Outcomes of Publicly-Funded Research, Technology and Development Programs: Recommendations for Improving Current Practice*. American Evaluation Association, 2015.
- CNPEM. *Por Dentro do CNPEM*. Campinas, 2018.
- CNPEM. *Regulamento de Contratação de Obras, Serviços, Compras e Alienações do CNPEM*. Campinas, 2014.
- CNPEM. *Relatório Anual 2018*. Campinas, 2019.
- CNPEM, 2019. *Relatório Anual 2018*. Campinas, 2019.
- CNPEM, 2018b. *Sírius: acelerando o futuro da ciência*. Campinas.
- DE NEGRI, F., 2018. *Novos Caminhos para a Inovação no Brasil*. Wilson Center, Interfarma – Washington, DC: Wilson Center.
- Dosi, G. (1982). Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research policy*, v. 11, n. 3, pp. 147-162.
- EDLER, J., 2009. *Demand policies for innovation*. Manchester Business School.
- EDLER, J.; GEORGHIOU, L., 2007. Public procurement and innovation: resurrecting the demand side. *Research policy*, v. 36, n. 7, pp. 949-963.
- EDQUIST, C.; VONORTAS, N. S.; ZABALA-ITURRIAGAGOITIA, J. M. *Introduction*. IN: EDQUIST, C. VONORTAS, N. S.; ZABALA-ITURRIAGAGOITIA, J. M.; EDLER, J., 2015. *Public Procurement for Innovation*. Cheltenham, Reino Unido: Edward Elgar Publishing.
- FOSS, M. C.; BONACELLI, M. B. M., 2016. *Compras públicas como instrumento de política de estímulo à demanda por inovação: primeiras considerações sobre o sistema paulista de inovação*. Blucher Engineering Proceedings, v. 3, n. 4.
- FREEMAN, C.; SOETE, L. 2008. *A economia da inovação industrial*. Campinas, Editora da Unicamp.
- KUHLMANN, S. 2008. Lógicas e evolução de políticas públicas de pesquisa e inovação no contexto da avaliação. In: *Avaliação de políticas de ciência, tecnologia e inovação: diálogo entre experiências internacionais e brasileiras*. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE).
- LUNDVALL, B. A. 2007. National Innovation Systems – Analytical Concept and Development Tool. *Industry and Innovation*, v. 14, n. 1, pp. 95-119, February.
- MACEDO, M. M., 2017. Fundamentos das políticas de inovação pelo lado da demanda no Brasil. IN: RAUEN, A. T. *Políticas de inovação pelo lado da demanda no Brasil*. Brasília: IPEA.
- MANUAL DE FRASCATI – *Metodologia proposta para a definição de pesquisa e desenvolvimento experimental*. Paris: Organização Para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), 2002.
- MANUAL DE OSLO – *Diretrizes para Coleta e Interpretação de Dados Sobre Inovação*. Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico, 2005. Disponível em: <https://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/manualoslo.pdf>.

- MOREIRA, M. F.; VARGAS, E. R., 2009. O papel das compras governamentais na indução de inovações. *Contabilidade, Gestão e Governança*, Brasília, v. 12, nº 2, p. 35-43, maio/ago.
- MOWERY, D. ROSENBERG, N. 2005. *Trajetórias da Inovação: a mudança tecnológica nos Estados Unidos da América no Século XX*. Editora da Unicamp, Campinas/SP.
- NELSON, R. 2005. *As fontes do crescimento econômico*. Editora da Unicamp, Campinas/SP.
- NELSON, R.; WINTER, S. 2005. *Uma teoria evolucionária da mudança econômica*. Campinas: Editora da Unicamp.
- OECD, Oslo Manual. 2018. *The measurement of scientific, technological and innovation activities. Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation*. Paris: OECD and Eurostat.
- RAUEN, A. T., 2017a. Mapeamento das compras federais de P&D segundo uso da lei de inovação no período 2010-2015. IN: RAUEN, A. T. *Políticas de inovação pelo lado da demanda no Brasil*. Brasília: IPEA, 2017a.
- RAUEN, A. T., 2017b. Racionalidade e primeiros resultados das políticas de inovação que atuam pelo lado da demanda no Brasil. IN: RAUEN, A. T. *Políticas de inovação pelo lado da demanda no Brasil*. Brasília: IPEA, 2017b.
- RAUEN, C. V., 2017c. *O projeto Sirius e as encomendas tecnológicas para a construção da nova fonte de luz síncrotron brasileira*. IN: RAUEN, A. T. *Políticas de inovação pelo lado da demanda no Brasil*. Ipea, Brasília.
- RIBEIRO, C. G.; FURTADO, A. T., 2015. A política de compras da Petrobras: o caso da P-51. *Revista Brasileira de Inovação*, v. 14, n. 2, p. 289-312.
- SQUEFF, F.H.S., 2014. *O poder de compras governamental como instrumento de desenvolvimento tecnológico: análise do caso brasileiro*. Brasília: Ipea.
- VELHO, L.; PESSOA JR, O., 1998. The Decision-Making Process in The Construction of the Synchrotron Light National Laboratory in Brazil. *Social Sciences Studies*, v. 28, n. 2, pp.195-219.

## ANEXO 1

### Roteiro de entrevistas para as empresas:

Breve explicação da atuação da empresa e como se situa perante ao mercado e suas concorrentes.

Anteriormente ao edital da Fapesp, qual era a relação da empresa com o CNPEM e outros players de pesquisa como universidades e institutos? Já era fornecedor? Existia alguma parceria?

Foi feito algum convite do CNPEM para a empresa participar dos workshops de apresentação dos desafios do Sirius? Caso contrário, como ficaram sabendo da abertura do edital?

O que representou para a empresa participar do workshop de apresentação dos desafios?

Foi possível identificar ali que se tratava de um salto tecnológico para empresa?

Como a empresa se articulou para elaborar a proposta enviada à Fapesp? Recebeu alguma consultoria pelo próprio CNPEM para desenvolver o projeto inicial?

Como estavam estruturadas as atividades de P&D antes do início do desenvolvimento desta tecnologia? Como ficaram durante o processo? E atualmente?

Existia know-how interno para esse desenvolvimento da tecnologia proposta?

Quais eram os principais desafios desse desenvolvimento? Como foram solucionados?

Queria entender um pouco sobre o relacionamento com o CNPEM e os coordenadores de projeto (também do CNPEM) para o desenvolvimento da tecnologia.

Participar desse processo de P&D resultou em um salto tecnológico para a empresa?

A empresa incorporou a tecnologia em algum serviço ou produto do portfólio?

Essa tecnologia abriu novas possibilidades de mercado?

Você acredita que a empresa teria realizado esse desenvolvimento se não existisse uma demanda clara, um comprador eminente?

Qual é a diferença em se desenvolver uma tecnologia em que o mercado decidirá se será aceita ou não em relação a produzir algo que já tem um consumidor certo? Me refiro a cultura organizacional, confiança e as próprias atividades de P&D. O que muda?

O que a empresa conseguiu absorver de todo esse processo de desenvolvimento da tecnologia para o Sirius?

### Roteiro de entrevistas para a Fapesp:

Em meados de 2012, o Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM) apresentou o projeto do Sirius a Fapesp. A instituição aceitou ser parceira dessa construção e indicou a sua modalidade de subvenção por meio dos programas PAPPE e PIPE como meio de estimular a participação de empresas paulistas nos desafios de desenvolvimento das tecnologias dos componentes dos aceleradores e das linhas de Luz. Primeiramente, o que motivou a participação da Fapesp nessa empreitada, já que, teoricamente, o seu papel estaria mais atrelado a uma segunda fase do projeto, a de pesquisa em si e com o acelerador de partículas em funcionamento?

Os editais foram lançados e os desafios difundidos para os possíveis fornecedores. Nesse sentido, percebo que houve um aprimoramento nos editais do PAPPE e PIPE, que geralmente englobam áreas estratégicas e temas desafiadores à sociedade como processos mais sustentáveis, automação, qualidade de vida e saúde, manufatura ou produtos para setores específicos (aeroespacial, defesa). Os programas PAPPE e PIPE já tiveram editais abertos anteriormente para suprir uma demanda específica, como no caso do Sirius?

Um outro aspecto que é possível identificar pelo edital dos desafios, e que foge do modelo tradicional do PAPPE e PIPE, é que ele não propõe apenas o desenvolvimento da tecnologia (P&D), mas, em muitos casos, a produção do produto inclusive com a escala/quantidade (o que no chamamento foi nomeado como “demanda”) necessária para o projeto Sirius. Essa escalonagem realmente aconteceu ou a Fapesp priorizou pela P&D e protótipo validado do produto? Quais foram as vantagens em se fazer os desafios dessa forma?

Em relação à abertura de editais PAPPE e PIPE para demandas específicas, o que a Fapesp conseguiu absorver e entender desse processo? Esse é um procedimento que poderá ganhar corpo novamente em outras oportunidades?

Uma das grandes reclamações dos proponentes do edital era a impossibilidade de utilizar os recursos para a contratação de pesquisadores, o que logo foi solucionado com a entrada da Finep no processo. É possível afirmar que as instituições estavam em negociações com empresas ainda com pouca experiência em pesquisa, que estariam lidando com tecnologias totalmente fora do seu portfólio atual e com pouca familiaridade em oferecer produtos por meio de editais e licitações?

Qual outra situação ou problema foi levada até vocês da Fapesp a ponto de mudarem o edital ou oferecerem algum outro tipo de solução?

Dos 20 desafios apresentados inicialmente, apenas 11 receberam propostas. Qual foi a conclusão que o comitê examinador chegou para não ter absorvido todas as demandas do edital?

Vamos retornar um pouco a narrativa e focar nos episódios que ocorreram antes da abertura dos editais. Em toda a literatura disponível sobre o projeto Sirius é mencionado os workshops realizados com os possíveis stakeholders dessa construção no sentido de esmiuçar a esse público a complexidade das encomendas tecnológicas propostas. Naquele momento, e com a experiência prévia da Fapesp, era possível dizer que haveria empresas interessadas e preparadas para executar esses desafios tecnológicos?

Qual é a visão da Fapesp sobre esses workshops de integração entre a cadeia de fornecedores e o demandante da tecnologia? O que se ganha neste processo? É possível enxergar diferenças nas propostas de empresas que participam ou não desses workshops?

O que a Fapesp como instituição aprendeu neste processo todo de construção do Sirius? O que ela espera dessas empresas que participaram?

### **Roteiro de entrevistas para o CNPEM:**

Vocês sempre pensaram que a construção do Sirius poderia ser utilizada como um projeto na linha das políticas de demanda, ou seja, que pode alavancar tecnologicamente a cadeia de fornecedores, ou esse foi um processo que aconteceu naturalmente?

Falando sobre o primeiro edital da Fapesp, foram lançados 20 desafios mas apenas 11 receberam propostas. Existe algum motivo para isso?

Qual foi a importância dos workshops (antes e durante a construção do Sirius) com as empresas para o desenvolvimento das tecnologias? O que o CNPEM aprendeu neste processo?

Todas as empresas participantes do edital tiveram sucesso nos seus desenvolvimentos? O CNPEM acabou adquirindo as tecnologias delas?

A Fapesp acredita que aquelas empresas que agarraram a oportunidade de ter uma consultoria como a do CNPEM tiveram mais sucesso em seus desenvolvimentos. Você confirma essa afirmação?

Qual foi a importância dos coordenadores de projeto do CNPEM – empresas nos desenvolvimentos?

Quais foram os principais desafios neste relacionamento CNPEM-empresas por parte do CNPEM?

Acredita que o Sirius auxiliou no processo de transbordamento tecnológico, capacitando essas empresas a um outro patamar de mercado?