

As chamadas induzidas da Fapesp como instrumentos de uma Política de Inovação pelo Lado da Demanda: um estudo de caso sobre o Sirius, a nova fonte de luz síncrotron brasileira

Emanuel Galdino (EACH/USP)

Anapátricia Morales Vilha (UFABC)

Ramón García Fernández (UFABC)

Resumo: O Sirius é considerado a maior e mais complexa infraestrutura científica brasileira. Este aspecto singular possibilitou ao projeto estimular a pesquisa e o desenvolvimento e a capacitação tecnológica nas empresas que produziram os 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. O estudo revelou a importância da troca de conhecimento, entre quem demanda a nova tecnologia e quem a produzirá, para o sucesso e ganho mútuo 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 altamente capacitada tecnologicamente e aberta ao diálogo.

1. INTRODUÇÃO

Recentemente, a literatura sobre políticas de inovação passou a investigar o papel do Estado na promoção de outro tipo de instrumento de estímulo ao processo inovativo para o setor privado. Indo 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&T, 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.

Intituladas como 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 repousa sobre estimular a melhoria e a adoção de novas tecnologias pelo próprio Estado, abandonando produtos e processo obsoletos e promovendo mais qualidade aos serviços oferecidos para a sociedade.

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 de luz síncrotron

brasileira, 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. O novo sincrotron é de 4ª geração, com a melhor performance mundial deste tipo de infraestrutura científica. No mundo, só outro equipamento de 4ª geração está sendo construído, o sueco MAX-IV.

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 sincrotron, 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 de 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 um 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 como instrumento de uma política de inovação pelo lado da demanda. A proposta é entender até que ponto esse instrumento se mostrou 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 seis 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. A seção 4 faz uma breve introdução sobre a Fapesp e detalha como foi o processo de seleção dos desafios tecnológicos e das empresas que seriam contratadas para solucioná-los. 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, seguidas pelas referências (seção 7), utilizadas para dar sustentação teórica às argumentações.

2. POLÍTICAS DE INOVAÇÃO PELO LADO DA DEMANDA

As políticas de inovação pelo lado da demanda 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 para a adoção de inovações e a articulação da 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 políticas de inovação pelo lado da demanda 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-ITURRIAGAGOITIA, 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 das ações, a de difusão, são aplicadas práticas para introdução de inovações nas empresas, mesmo que essas tecnologias não sejam realmente novas para o mercado.

Edquist, Vonortas e Zabala-Iturriagagoitia (2015) destacam que esse processo de difusão pode ser ainda mais rico para a troca de conhecimento 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 e 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.

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 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.

2.1. Compras governamentais

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 política de inovação pelo lado da demanda 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 nº 8.666, de 21 de junho de 1993, que institui normas para licitações e contratos da administração pública (SQUEFF, 2014).

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 o “Estado é o maior comprador de produtos e serviços da economia brasileira” (RAUEN, 2017b, p. 21). 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).

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 se guiar por outros critérios, dependendo da agenda de

política industrial e de Ciência, Tecnologia e Inovação adotada pelo governo do país” (RIBEIRO & FURTADO, 2015, p. 294).

O *public procurement for innovation* (PPI, de compras públicas para inovação), compra pública tecnológica ou compras estratégicas acontecem quando o Estado demanda um produto ou serviço que ainda não foi inserido ou desenvolvido no país (SQUEFF, 2014; EDLER & 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 modelo de contrato de pesquisa e pode resultar no desenvolvimento de um protótipo e, eventualmente, em uma inovação*” (FOSS & BONACELLI, 2016, p. 8). A aquisição de P&D é muito mais incerta do que comprar 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).

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 de 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).

3. SIRIUS: A NOVA FONTE DE LUZ SÍNCROTRON BRASILEIRA

Sírius 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 em uma série de experimentos com objetivos de descrever qual tipo de átomos e moléculas constituem os materiais analisados, assim como “*seus estados químicos e sua arquitetura de organização espacial, bem como suas deformações dinâmicas coletivas*” (CNPEM, 2018b, p. 71). Na agricultura, área estratégica para o País, o Sírius 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 Sírius 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 possíveis 40 linhas. O equipamento é de 4ª geração, com a menor eminência do mundo. Isso significa que tem a melhor performance mundial deste tipo de infraestrutura científica e auxiliará no desenvolvimento pesquisas e 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 Sírius pertence ao Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS), localizado na região de Campinas, cidade do Estado de São Paulo, e 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 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 “*é, muito provavelmente, uma das mais eficientes instituições de pesquisa no Brasil e talvez a única com características de uma instalação de pesquisa de grande porte semelhante aos laboratórios nacionais norte-americanos*” (DE NEGRI, 2018, p. 80). A instituição foi responsável pelo desenvolvimento da primeira luz síncrotron brasileira, ainda na década de 1980, o UVX, (VELHO & PESSOA JR, 1998) e 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. Apenas em 2018, por exemplo, foram realizadas 1.265 propostas de pesquisa externas. Esses experimentos mobilizaram uma equipe de 2.503 pesquisadores (CNPEM, 2019). O centro coopera com os setores da agricultura, indústria e serviços. Sua agenda “*compreende projetos de pesquisa e desenvolvimento de curto, longo e médio prazo, transferências de tecnologias e materiais, assim como prestação de serviços tecnológicos*” (CNPEM, 2018, p. 7).

Ao contrário do que ocorreu com o desenvolvimento do UVX, no qual os próprios técnicos do LCLS colocaram a mão na massa para a sua construção, a tarefa agora seria distribuída. O Sirius é a 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 uma espécie de regime de desenvolvimento em parceria.

Para ser bem sucedido, o projeto necessitou de um “*rigoroso planejamento e acompanhamento de diferentes aspectos de gestão, como aquisição de materiais e equipamentos, análise de riscos, definição e monitoramento do cronograma e orçamento*” (CNPEM, 2014, p. 81). Outra questão importante de mencionar é o fato do projeto passar por inúmeras revisões e aprimoramentos durante o processo de desenvolvimento. Segundo o CNPEM, isso ocorria em “*busca de soluções factíveis*” (p. 81) 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. “*Durante o processo de seleção das empresas, a equipe Sirius, (...) buscou propostas comerciais de empresas especializadas e independentes, com o objetivo de ter um padrão para comparar os orçamentos dos sistemas*” (CNPEM, 2014, p. 92).

O CNPEM analisou a necessidade de 73 produtos que deveriam ser desenvolvidos em conjunto com a indústria nacional. A partir desses dados, 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 primeiras participantes, 21 enviaram posteriormente uma carta de intenção, “*demonstrando o interesse em desenvolver algum dos desafios apresentados durante o evento*” (CNPEM, 2014, p. 94).

4. A PRIMEIRA CHAMADA INDUZIDA PIPE/PAPPE 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. Entre as suas modalidades de apoio, a Fapesp investiu em 2017, por exemplo, R\$ 429,7 milhões para o financiamento de bolsas, R\$ 316,4 milhões para auxílios regulares à pesquisa e R\$ 153,9 milhões em programas de pesquisa para inovação tecnológica¹.

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 inovadores². Esses dois programas sempre abriam editais periódicos³ 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 que ficou conhecido como 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 fomento. A primeira chamada induzida da instituição trazia desafios a serem solucionados para a construção do Sirius. Desde então, a fundação já lançou editais sobre Desenvolvimento de Tecnologias e Produtos para Aplicações Espaciais, Fortalecimento e Qualificação em Manufatura

¹ Informações retiradas do site da Fapesp. Disponível em <https://fapesp.br/sobre/>. Acesso em 10 de março de 2021.

² Informações retiradas do site da Fapesp. Disponível em https://fapesp.br/pipe/pappe_pipe/4/. Acesso em 10 de março de 2021.

³ Atualmente o fluxo de envio das propostas é contínuo, exceto nas chamadas induzidas.

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 resultou em dificuldades, principalmente para “*identificar a capacidade da indústria de desenvolver tecnologias necessárias para o projeto e, por outro, definir as partes componentes do acelerador e transformá-la em desafio exequíveis pelas empresas*” (RAUEN, 2017c, p. 353).

O primeiro edital contemplava 20 desafios tecnológicos que deveriam ser solucionados pelas empresas interessadas. Desses, “*onze foram contemplados, somando um total de recursos contratados de R\$ 19,5 milhões, dos R\$ 40 milhões previstos*” (RAUEN, 2017c, p. 356). Foram selecionadas oito empresas, para desenvolver os seguintes projetos:

- Atmos Sistemas Ltda.: Desenvolvimento Final de Dispositivo Eletrônico para Medida de Posição de Feixe de Elétrons (EBPM) para Fonte de Luz Síncrotron do Projeto Sirius;
- Engecer Ltda.: Desenvolvimento do Processo de Produção de Cerâmicas Covalentes (Nitreto de Boro Hexagonal e Nitreto de Alumínio) por Prensagem e Quente (Isostática e Uniaxial) como Componente para o sensor BPM (Beam Position Monitor);
- FCA Brasil Indústria Comércio Usinagem Peças Ltda.: Pesquisa e Desenvolvimento de Câmaras Especiais de Inox para Ultra-Alto Vácuo do Projeto;
- Equatorial Sistemas S.A.: Detectores de Raios X: Integração de Sistemas Medipix de Grande Área para o Sirius; Monitores Fluorescentes de Feixe de Elétrons; Bloqueador de Fótons;
- Macnica DHW Ltda.: Módulos de Regulação Digital de Fonte;
- Omnisys Engenharia Ltda.: Módulos de Regulação Digital de Fonte; Fabricação, Montagem e Testes das Placas Eletrônicas (Front End, FMC e Back End); Eletrônica dos Detectores de Posição de Fótons; Fontes de Corrente de Alta Potência – Fase 2;
- Luxtec Sistemas Opticos Ltda. Epp.: Projeto, Desenvolvimento e Fabricação de Protótipos de Componentes para Microfocalização de Raios X por Reflexão Externa Total, Mono e Multifilamentares para Linhas de Aceleradores Síncrotron;
- Opto Eletrônica S.A.: Desenvolvimento de Processos de Fabricação e Caracterização de Componentes Ópticos de Altíssima Qualidade para Aplicação Em Sistemas de Focalização de Luz Síncrotron do Tipo Kirkpatrick-Baez.

A Equatorial Sistemas e Omnisys foram selecionadas para solucionarem vários desafios, três a primeira e quatro a segunda.

Após essa seleção, Fapesp, Finep e LNSL realizaram uma série de workshops de acompanhamento dos projetos. 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, a etapa de maior risco na produção de uma nova tecnologia, a P&D. Não estava previsto a escalonagem dessas tecnologias. Este processo *“ocorrerá apenas na sequência dos testes realizados (...) in loco e utilizará recursos orçamentários do próprio CNPEM”* (RAUEN, 2017c, p. 356).

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 receber o apoio da agência de fomento. Eram eles:

- PROMAC Equipamentos MS Ltda – Desenvolvimento de processos de fabricação e soldagem das câmaras de ultra alto vácuo para elementos óticos dos projetos Sirius;
- WISERSOFT Tecnologia em Sistemas Ltda – Desenvolvimento do trem de monitoramento de túnel;
- Tecnal Industria Comercio Importação Exportação Equip Laboratórios – Pesquisa, desenvolvimento e validação de um banho termostaticado inovador produzido no Brasil;
- PHI Innovations Sistemas Eletrônicos Ltda – Controlador e driver para motor;
- FCA Brasil Industria Comercio Usinagem Peças Ltda – Desenvolvimento de câmaras de ultra vácuo em alumínio para elementos óticos das linhas de luz do Sirius;
- BIOTEC Solução Ambiental Industria e Comércio Ltda –Desenvolvimento de cabanas experimentais para proteção radiológica (Hutches) para nova fonte de Luz Sincrotron do projeto Sirius (Linha Ema), com fabricação, montagem e testes de um protótipo;
- RF Com Sistemas Ltda – Cabanas experimentais e óticas de blindagem radiológica para o projeto Sirius;
- Duraferro Industria Comércio Ltda – Desenvolvimento de cabanas de proteção radiológica para operação nas linhas de processamento experimental da fonte de Luz Sincrotron Sirius;
- TECNO-HOW Eng. Industrial e Comercial Ltda – Desenvolvimento de processo e teste de conceito aplicando manufatura aditiva e tecnologias adicionais para fabricação de soluções inovadoras e funcionais para linhas ultra alto;
- Marco Antonio Barboza ME – Sistema de baking modular para câmaras de vácuo e outras aplicações correlatas;
- Setup Automação Controle de Processos Ltda – Sensor hidrostático com três graus de liberdade para medição de nível e inclinação de água de alta precisão.

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

5. SIRIUS E FAPESP: A RELAÇÃO ENTRE A DEMANDA, A ENCOMENDA TECNOLÓGICA E A CADEIA DE FORNECEDORES

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 chamada induzida da Fapesp. A proposta aqui é entender a aplicação da chamada induzida da Fapesp como instrumento de políticas de inovação pelo lado da demanda. 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. Essa investigação também se propôs a entender como foram estruturadas as atividades de P&D dessas fornecedoras.

5.1. Métodos

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 duas das empresas que, por definições internas, preferiram responder as questões via questionário. Os dados das próximas seções são resultados de conversas com o diretor-geral do CNPEM, o coordenador adjunto da Fapesp e quatro das oito empresas participantes do primeiro edital da Fapesp/Finep (Atmos, Engecer, Macnica DHW e Omnisys).

5.2. Resultados e discussões

Aqui vamos apresentar três visões distintas de diferentes 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 com a abertura do edital, os desafios, a reestruturação das atividades de P&D nas empresas, o salto tecnológico obtido e qual foi o papel do relacionamento entre instituições para o sucesso ou fracasso da demanda realizada.

5.2.1. 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. Foi para o Sirius que a instituição abriu o seu primeiro edital PAPPE e PIPE induzido, ou seja, com demandas/desafios específicos para um projeto. Até então, a Fapesp só publicava editais abertos, de demandas espontâneas das empresas, de tecnologias que as próprias empresas gostariam de desenvolver para se manterem tecnologicamente relevantes em seu mercado de atuação.

Um grande atrativo destas chamadas 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 dedicado ao CNPEM, para explicações referentes ao desenvolvimento do projeto e necessidades tecnológicas. A outra parte era a apresentação das empresas referente às 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 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 além 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 ser, e nem em todos os casos chegar-se-á no sucesso. No entanto, aquelas que conseguirem superar os desafios, terão um enorme ganho tecnológico.

5.2.2. 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, novas possibilidades de mercado e 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.

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 necessário 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, 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 idealizados e produzidos 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, que atua com componentes eletrônicos como capacitores, resistores e processadores, 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 é um empecilho. A empresa também tinha encontrado dificuldades para elaborar o projeto do edital da Fapesp.

Os primeiros desafios da Omnisys estão 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 eram a parte de testes, de operar em potência. A empresa comenta sobre 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 transpor esse pedido para compras nacionais, por conta de um problema com o fornecedor. Todas essas mudanças nos planos originais se traduziram em trabalho adicional para confeccionar os relatórios e documentos enviados para os órgãos governamentais.

- **Atividades de P&D**

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.

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 se mostrou 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, 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 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.

- **O salto tecnológico**

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 projeto, 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 onde 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 empresa x 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, competências e de enxergar possíveis futuros mercados.

A Engecer também manteve um bom relacionamento com a equipe do LNLS responsável pelo desafio proposto. Sempre discutiam os avanços e 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 por 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 o seu conhecimento prévio e apoiando no objetivo final.

A Macnica DHW relata que a equipe do LNLS foi muito colaborativa, posto que tiravam dúvidas a todo o tempo. Em um dos primeiros desafios que a empresa encontrou com a nova tecnologia, para validar a ideia, o LNLS logo se prontificou para testar em um ambiente específico no próprio CNPEM. Segundo a empresa, sem essa ajuda, o projeto não teria saído.

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.

- **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 a oportunidade de retorno. No mercado em que atuam, na indústria, não existe muita margem para desenvolvimentos 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 satisfazer as expectativas ou simplesmente não funcionar.

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 se trata de um desafio tecnológico interessante, no entanto, o 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 eminente é confiar muito em suas análises e no plano de negócio. No caso do Sirius, existia um financiamento, tanto em relação a recursos humanos como para investir 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.

- **Novas possibilidades de mercado**

Muitas das entrevistadas ainda estudam como podem incorporar a tecnologia desenvolvida ao seu portfólio de produtos. Grande parte revela que ter o nome vinculado a um projeto desta magnitude abrirá portas automaticamente. Ou seja, o processo serviu para gabaritar o nome dessas empresas como sinônimo de competência para o mercado, isso de acordo com o próprio relato da maioria.

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 (aeroespacial), existentes em baixa escala no País. Contudo, a empresa vem sendo consultada para fabricação de outros componentes cerâmicos especiais, tanto para diferentes aplicações no próprio Sirius, bem como por outros centros de pesquisa.

A Atmos ainda estuda novas possibilidades de mercado para a tecnologia desenvolvida. Sobre incorporar a tecnologia em seu portfólio, acredita 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. Apesar disso, acredita que a tecnologia desenvolvida é muito específica e avançada para ser adquirida por outros potenciais compradores, por conta do custo do produto, que ficaria muito elevado.

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.

- **Ganhos para o conhecimento e experiência da empresa**

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 atualmente em desenvolvimento no País representou uma boa visibilidade de 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, que não existiam na empresa ou que não tinham a qualidade necessária.

5.2.3. A visão do CNPEM

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 políticas pelo lado da demanda. 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, 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 e 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, esse processo poderia ter sido assim 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.

Ou seja, esse mecanismo foi interessante para as fornecedoras mas não foi frutífero para a demandante, o CNPEM.

O entrevistado do CNPEM indica que a dinâmica e velocidade impostas para a construção do Sirius não pôde ser acompanhada pelo andamento dos processos da Fapesp, que, no ponto de vista da instituição, ainda é lento para o ritmo que queriam dar ao projeto. Falta flexibilidade e há muitas amarras jurídicas. Existia um cronograma rígido a ser cumprido, com custos envolvidos e com um encadeamento de processos. Por conta disso, a equipe do próprio CNPEM acabou desenvolvendo algumas das tecnologias antes mesmo da entrega das participantes do edital. Nesta questão, o representante do CNPEM acredita que o modelo de encomenda tecnológica teria mais sucesso, com seleção das empresas e gerenciamento 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, vai impedir justamente que haja 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 nichos e criando uma rede.

No 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 e empatia os dois lados aprendem e ganham. O Sirius virou motivo de orgulho para as pessoas e empresas, tornando-se um selo de qualidade para quem participou de seu processo de construção.

As empresas que tiveram sucesso, foram as que levaram esse diálogo a sério com o CNPEM. De acordo com o diretor-geral, muitas empresas acabaram não construindo esse diálogo porque prestavam contas apenas com 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, ficava restrito entre a Fapesp e a empresa.

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 e ceder às 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 dias com as suas atividades de P&D.

Por outro lado, para que as empresas tenham essa capacidade constante, de acordo com o diretor-geral do CNPEM, é 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. É preciso 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 atualmente, não vai ajudar essas empresas a avançarem além de seu patamar tecnológico atual.

5.3. Análise da pesquisa de campo

A Figura 1 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 das entrevistadas, ou parcialmente, se a ação foi mencionada como não executada, ou ainda se não foram mencionadas na pesquisa.

Figura 1 – Aspectos, dimensões e temáticas para a análise de uma política de inovação pelo lado da demanda: observações a partir dos relatos dos entrevistados



Fonte: Resultados da Pesquisa. Elaboração própria.

Fazendo um balanço do processo de promover a inovação pelo lado da demanda, podemos afirmar que, em nossa análise a partir das entrevistas, os objetivos foram atingidos. 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 temos elementos para fazer uma análise. Por conta disso, é possível afirmar que a adoção da política de inovação pelo lado da demanda no caso Sirius trouxe bons resultados.

6. CONCLUSÕES

A pesquisa mostrou que a aplicação de instrumentos de políticas de inovação pelo lado da demanda podem 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. Essa característica ficou evidente pelo caráter de protagonista e visionário que o CNPEM representa para a produção científica e tecnológica brasileira. 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 novos 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 de se desenvolver 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, a 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 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 para um instrumento de uma política de inovação pelo lado da demanda. Se 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, mais complexo, incerto e que requer tempo, esforços e uma transação comercial do novo produto 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.

7. REFERÊNCIAS

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. **Sirius: acelerando o futuro da ciência**. Campinas, 2018b.

DE NEGRI, F. **Novos Caminhos para a Inovação no Brasil**. Wilson Center, Interfarma – Washington, DC: Wilson Center, 2018.

EDLER, J. **Demand policies for innovation**. Manchester Business School, 2009.

EDLER, J.; GEORGHIOU, L. **Public procurement and innovation: resurrecting the demand side**. *Research policy*, v. 36, n. 7, p. 949-963, 2007.

EDQUIST, C.; VONORTAS, N. S.; ZABALA-ITURRIAGAGOITIA, J. M. *Introduction*. IN: EDQUIST, C. VONORTAS, N. S.; ZABALA-ITURRIAGAGOITIA, J. M.; EDLER, J. **Public Procurement for Innovation**. Cheltenham, Reino Unido, Edward Elgar Publishing, 2015.

FOSS, M. C.; BONACELLI, M. B. M. 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, 2016.

MACEDO, M. M. “Fundamentos das políticas de inovação pelo lado da demanda no Brasil”. IN: RAUEN, A. T. **Políticas de inovação pelo lado da demanda no Brasil**. Ipea, Brasília, 2017.

MOREIRA, M. F.; VARGAS, E. R. O papel das compras governamentais na indução de inovações. **Contabilidade, Gestão e Governança, Brasília**, v. 12, nº 2, p. 35-43, maio/ago 2009.

RAUEN, A. T. *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**. Ipea, Brasília, 2017a.

- RAUEN, A. T. *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**. Ipea, Brasília, 2017b.
- RAUEN, C. V. *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, 2017c.
- RIBEIRO, C. G.; FURTADO, A. T. A política de compras da Petrobras: o caso da P-51. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 14, n. 2, p. 289-312, 2015.
- SQUEFF, F.H.S. **O poder de compras governamental como instrumento de desenvolvimento tecnológico: análise do caso brasileiro**. Brasília, Ipea, 2014.
- VELHO, L.; PESSOA JR, O. **The Decision-Making Process in The Construction of the Synchrotron Light National Laboratory in Brazil**. *Social Sciences Studies*, v.28, n.2, p.195-219, 1998.