

Portfólio de patentes em tecnologias nucleares e outras tecnologias competitivas da CNEN com foco na sustentabilidade

CNEN's patent portfolio on nuclear and other competitive technologies with a focus on sustainability

DOI:10.34117/bjdv7n1-015

Recebimento dos originais: 10/12/2020

Aceitação para publicação: 05/01/2021

Daniela Lima Cerqueira Archila

Me.

Comissão Nacional de Energia Nuclear / Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento, Rua General Severiano, 90 – Botafogo, Rio de Janeiro – RJ, 22290-040

E-mail: darchila@cnen.gov.br

Tereza Raquel Taulois Campos

Dra.

Comissão Nacional de Energia Nuclear / Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento, Rua General Severiano, 90 – Botafogo, Rio de Janeiro – RJ, 22290-040

E-mail: terezaraquel.tauloiscampos@gmail.com

RESUMO

O presente artigo se refere a um estudo sobre gestão de tecnologia e inovação na Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), uma INN pública do Brasil, com o objetivo de identificar em que grau seus resultados de P&D estão alinhados com os C&T&I nacionais e às prioridades políticas industriais, bem como com os objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) da ONU. A metodologia baseia-se na caracterização e avaliação do portfólio de patentes de tecnologia da CNEN depositadas no INPI, com base na Classificação Internacional de Patentes (CIP), para a seleção de indicadores de sustentabilidade voltados para produtos, processos e serviços que atendam às necessidades da sociedade brasileira e do mercado global. Os resultados apontam as forças e fraquezas do portfólio de patentes da CNEN e as possíveis oportunidades de alavancar negócios e melhorar a interação com a indústria no Brasil, alinhados às estratégias de desenvolvimento do país e à implementação da agenda de desenvolvimento sustentável.

Palavras-chave: tecnologia nuclear, portfólio de patentes, desenvolvimento sustentável, inovação.

ABSTRACT

The present article refers to a study on the management of technology and innovation in the National Commission of Nuclear Energy (CNEN) of Brazil, a public NNI in the Latin America region, aiming at identifying in which degree its R&D results are aligned with national S&T&I and industry policy priorities as well as with the UN's sustainable development goals (SDGs). The methodology relies on the characterization and assessment of CNEN's patent portfolio of technologies filed at the Brazil Patent Office (National Institute of Industrial Property – INPI), based in the International Patent Classification (IPC), for the selection of sustainability indicators which focus on products, processes and services that meet the needs of Brazilian society and the global market. The results point out the strengths and weaknesses of CNEN's patent portfolio and

the possible opportunities to leverage business and/or to improve linkages with industry in Brazil, in line with the country's development strategies and the implementation of the sustainable development agenda.

Keywords: nuclear technology, patent portfolio, sustainable development, innovation.

1 INTRODUÇÃO

No atual cenário de obstinada competitividade global e de desafios sociais, ambientais e econômicos complexos, as políticas governamentais de CT&I têm buscado focar, cada vez mais, na ciência básica e na inovação baseada no desenvolvimento científico e tecnológico visando ao desenvolvimento econômico sustentável (OECD, 2013). Não é por acaso que diversos países têm colocado a inovação como eixo central de suas estratégias de retomada do crescimento após a crise econômica mundial de 2008, que afetou especialmente os investimentos privados em PD&I, fato que levou os governos a aumentarem os aportes no setor a fim de suprir a lacuna deixada pelas empresas. Contudo, a capacidade orçamentária dos governos é limitada, o que afeta sobremaneira o avanço contínuo dos aportes em PD&I.

Além do impacto da crise econômica somado ao declínio do financiamento público governamental, o setor nuclear no mundo vem particularmente sofrendo uma reavaliação das suas atividades em virtude das mudanças nas prioridades nacionais dos países (para outros setores econômicos) e da própria imagem negativa associada ao setor nuclear. Este último representa um dos maiores desafios, pois CT&I na área nuclear é, de algum modo, “estigmatizada” por ser vinculada a questões históricas ambientais e militares e, adicionalmente, pela falta de percepção por parte dos usuários finais sobre os benefícios advindos das técnicas nucleares, por exemplo, tecnologias ambientalmente mais limpas, tecnologias de baixo carbono, etc., e seu impacto no setor público.

Diante desse cenário, os governos têm aprimorado seus mecanismos de monitoramento e avaliação de ações e de governança das políticas de CT&I, adaptando-as na busca de soluções aos grandes desafios sociais, ambientais e econômicos. A segurança alimentar, energética e hídrica é prioridade para todos os países, estimulando os governos a incentivar pesquisas que ofereçam respostas a tais desafios. Muitas ações voltadas para o enfrentamento da mudança do clima e do uso mais sustentável dos recursos naturais estão ancoradas em resultados decorrentes do desenvolvimento científico e tecnológico. Do mesmo modo, as estratégias para o aumento da competitividade econômica dos países estão intimamente relacionadas com as estratégias de avanço da inovação (MDG, 2015; ONU, 2015).

No Índice Global de Inovação 2018¹ (DUTTA; LANVIN; WUNSCH-VINCENT, 2018), o Brasil ocupa a 64ª posição entre 126 países e está atrás do Chile, na primeira posição regional. Segundo a pesquisa, o Brasil enfrenta obstáculos relacionados à oferta de instrumentos de financiamento público de projetos voltados à inovação e entraves em termos de infraestrutura e educação deficientes, burocracia e o conhecido distanciamento entre universidades, institutos de pesquisa, de um lado, e empresas, do outro.

As atividades de PD&I no País são realizadas majoritariamente por universidades e institutos de pesquisa públicos. Mesmo possuindo boas competências tecnológicas em algumas áreas do conhecimento, o Brasil ainda não alcançou os níveis desejados de desenvolvimento. A falta de diálogo entre “academia” e indústria resulta em um direcionamento deficiente do conhecimento para prover bens, serviços e *know-how* ao setor produtivo e, conseqüentemente, à sociedade. Tais instituições, incluindo as que atuam na área nuclear, movimentam-se muito pouco à frente das necessidades do mercado – familiarizam-se com as novas oportunidades tecnológicas por meio de projetos de pesquisa, porém assumem o risco de que a mudança tecnológica não acompanhe a realidade do mercado.

Reconhecendo esse cenário, o País vem empreendendo esforços no sentido de aprimorar seu arcabouço legal e institucional para fortalecer a interação entre os atores do sistema brasileiro de inovação, em especial entre a “academia” e a indústria, e melhorar a colaboração em PD&I. O novo marco legal brasileiro de CT&I (BRASIL, 2004, 2016 e 2018)² vem exercer papel fundamental nessa aproximação.

No contexto dos institutos de pesquisa públicos, uma Instituição Nacional Nuclear (INN) tem por missão conduzir atividades de P&D usando aplicações pacíficas de técnicas nucleares para atender às necessidades socioeconômicas. O cumprimento eficaz de seu mandato requer recursos humanos e financeiros adequados, infraestrutura física, competências essenciais na área nuclear (incluindo competência em gestão de negócios) e boa governança institucional visando ao desenvolvimento do país no longo prazo. As atividades de P&D incluem a prestação de serviços técnicos especializados e a geração de produtos, processos, tecnologias e patentes na área nuclear para atender clientes e usuários finais, sejam nacionais, regionais e/ou internacionais. Ao realizar P&D, a INN também deve cumprir regulamentos e normas nacionais de segurança radiológica e nuclear.

¹ Elaborado conjuntamente pela Universidade de Cornell, a INSEAD e a Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI).

² O novo marco legal de CT&I abrange a Lei da Inovação, Lei nº 10.973, que dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo, foi promulgada em 2004, alterada em 2016 e recentemente regulamentada pelo Decreto nº 9.283 (BRASIL, 2018).

A Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), como Instituição Nacional Nuclear (INN) pública, necessita alcançar resultados práticos que atendam ao mercado e à sociedade, transformando conhecimento em negócios. Para tal, necessita implementar estratégias para:

- Alinhar seu portfólio tecnológico às prioridades e objetivos de desenvolvimento nacional e internacional (tendências em C&T e sustentabilidade);
- Relacionar-se com o setor produtivo nacional por meio de parceria ou transferência de tecnologia;
- Desenvolver mecanismos de transferência de tecnologia adequados para disseminar seus resultados de P&D às empresas e, conseqüentemente, aos consumidores/usuários finais e à sociedade, considerando seus direitos de propriedade intelectual;
- Focar em atividades voltadas à solução de problemas das empresas, ou que atendam às necessidades dos usuários finais;
- Ter diretrizes para sua política institucional de inovação e regras claras para interagir com o setor produtivo nacional;
- Gerar receita e lucro a partir das atividades de PD&I realizadas em conjunto com o setor produtivo.

Este artigo objetiva caracterizar e avaliar o portfólio das tecnologias da CNEN protegidas por patente, depositadas no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), a partir da Classificação Internacional de Patentes (CIP) e da classificação tecnológica adotada pelo ISI-OST-INPI³, visando alinhá-lo às prioridades das políticas do governo brasileiro e aos objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) das Nações Unidas. Alguns fatores tecnológicos e de mercado que geram valor econômico ao portfólio da CNEN também serão discutidos como indutores do potencial de geração de inovação no ambiente produtivo e de inserção dessas tecnologias na sociedade.

2 PATENTES E INOVAÇÃO: GERANDO VALOR DA “ACADEMIA” AO MERCADO

O papel de universidades e institutos de pesquisa no desenvolvimento de importantes indústrias foi documentado por Rosenberg e Nelson (1994), Mowery e Nelson (1999) e Mowery *et al.* (2001). No caso particular dos institutos de pesquisa, apesar de muitos integrarem pesquisa e extensão com algum ensino, estão geralmente mais voltados para pesquisa aplicada e

³ *Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research (ISI) e Observatoire des Sciences e des Technologies (OST), em cooperação com o Institut National de la Propriété Industrielle (INPI) da França.*

desenvolvimento tecnológico, situando-se, portanto, mais próximos às empresas. Rush *et al.* (1995) *apud* Quental *et al.* (2001) apontaram a contribuição dos institutos de pesquisa para a inovação, destacando seu papel de oferta de serviços tecnológicos altamente especializados que apoiam as empresas nas suas atividades inovadoras – infraestrutura tecnológica, experiência de grupos de pesquisa e aplicação de competências e equipamentos para resolver problemas específicos da empresa. Oliveira e Telles (2011) propõem a atuação dos institutos de pesquisa em interface com empresas e universidades: por já fornecerem tradicionalmente serviços diversos às empresas (metrologia, calibração, testes de produtos e processos, etc.) e desenvolverem projetos de pesquisa em parceria com universidades, eles têm um potencial aglutinador e catalisador da inovação, podendo fomentar a produção de inovação através de serviços tecnológicos altamente especializados, como prova de conceito, protótipos, escalonamento e testes de produtos.

Segundo Salles-Filho e Bonacelli (2010), as universidades e os institutos de pesquisa precisam melhorar sua percepção sobre o ambiente de inovação para a adequada transferência de conhecimento ao setor produtivo, incluindo também o seu papel na promoção de *spin-offs*. Para tal, colaborar com as empresas proporciona vantagens competitivas, tais como: acesso à fonte alternativa e flexível de recursos e a equipamentos de pesquisa mais modernos; atualização do conhecimento tecnológico; capacitação de pesquisadores; conhecimento dos problemas reais da empresa; e possibilidade de ganhos econômicos.

A visão linear da inovação negligencia essas atividades simultâneas e interativas que caracterizam a realidade do processo de inovação, em especial as informações de mercado e estímulos recebidos das empresas. Apesar de que a contribuição da pesquisa científica para a inovação é extremamente relevante (COHEN e LEVINTHAL, 1989; ROSENBERG, 1990; KLEVORICK *et al.*, 1995; NARIN *et al.*, 1997; PAVITT, 1998), a inovação é sistêmica, envolve conexões, interações e governança entre seus principais atores – universidade, institutos de pesquisa, empresas e governo. Um ecossistema propício, local, regional ou nacional, requer estratégias adequadas de construção das relações e de governança dos atores.

Por conseguinte, os fatores que determinam o sucesso da inovação dependem não somente de ciência e tecnologia, mas também da sua combinação com as influências econômicas e de mercado, por meio de uma estrutura complexa de *feedbacks*, e das inter-relações do sistema e de seus atores.

No seu estudo sobre sistemas nacionais de inovação, Nelson (1993) sugere que o elemento da novidade necessário à inovação deve ser acessado no nível da empresa para a concepção de produtos e processos de fabricação. A invenção é apenas uma inovação potencial, tornando-se real quando introduzida com sucesso no mercado. Grande parte das inovações é incremental e resulta

de processos de *learning by doing*, *learning by using* ou *learning by interacting* (ARROW, 1962; ROSENBERG, 1982; LUNDVALL, 1992)⁴, ou seja, da experiência acumulada, do aprendizado e da capacidade de absorção do conhecimento externo (COHEN e LEVINTHAL, 1989, 1990). Quando as inovações são combinadas, elas podem ter grande influência sobre os ganhos de produtividade e apresentar valor econômico, tecnológico, comercial e social, pois se referem a sua difusão e aceitação pela sociedade e ao grau de imitação por terceiros.

3 TENDÊNCIAS GLOBAIS EM C&T&I

Novos modelos de negócios tendem, cada vez mais, a resolver problemas socioambientais e investidores estão buscando redefinir lucro e propósito em busca de maneiras mais efetivas de gerar impacto positivo na sociedade e no planeta.

As negociações que culminaram na adoção dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) foram concluídas por ocasião da Cúpula das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável, em 2015. Os ODS, seguindo o mandato emanado da Conferência Rio+20 – que teve como objetivo discutir sobre a renovação do compromisso político com o desenvolvimento sustentável – deveriam orientar as políticas nacionais e as atividades de cooperação internacional nos quinze anos seguintes, seguindo e atualizando os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM).

O Brasil exerceu papel fundamental na implementação dos ODM e tem se dedicado no processo em torno dos ODS, com representação nos diversos comitês criados para apoiar o processo pós-2015⁵. As inovações brasileiras inerentes às políticas públicas podem contribuir fortemente para a integração das dimensões econômica, social e ambiental do desenvolvimento sustentável.

Com a implementação da Lei de Inovação brasileira, as abordagens até aqui investigadas tornam-se relevantes e serão melhor explorados a seguir, ilustrando quais ODS que estão em sintonia com as atividades que envolvem inovação do setor tecnológico nuclear (Figura 1).

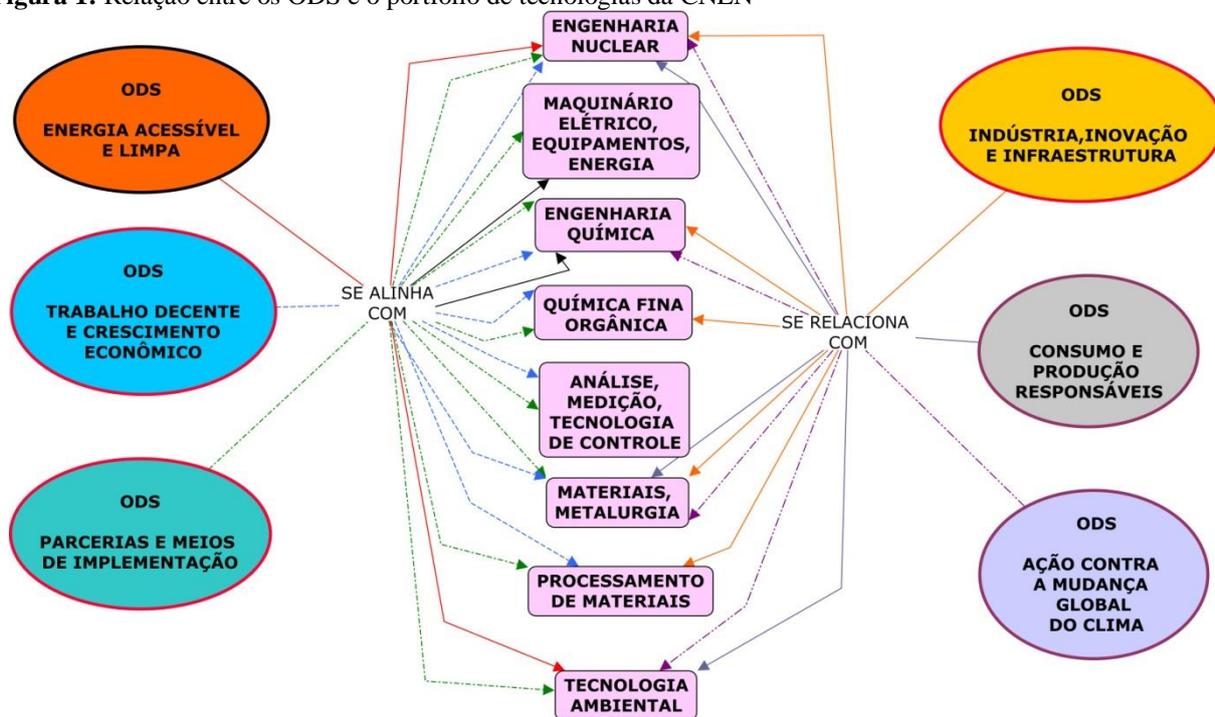
⁴ *Learning by doing* (Arrow, 1962) é uma forma de aprendizagem que ocorre durante a atividade de produção, depois da fase de P&D e da concepção do produto, resultado da repetição de tarefas e da familiarização com o processo produtivo: permite o desenvolvimento de competências na produção e, assim, a melhoria da produtividade. *Learning by using* (Rosenberg, 1982) começa após a utilização dos novos bens pelo usuário final. O seu desempenho real só é conhecido pelo uso continuado, que vai permitir melhorias no produto, assim como na forma de utilizá-lo, além do aumento da sua vida útil e da redução dos seus custos de produção. Segundo Lundvall (1992), novos produtos e processos também geram um processo de interação entre usuário e produtor (*learning by interacting*), ou seja, o sucesso da inovação depende, em grande medida, da relação de cooperação entre empresas como fontes de informação, como fornecedoras ou como usuárias do resultado da inovação.

⁵ O Brasil sediou a primeira Conferência sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio 92) e a Conferência Rio +20, em 2012, revelando, portanto, o seu importante papel na viabilização da Agenda Pós-2015.

É interessante ainda identificar as principais tendências internacionais das políticas de CT&I, ou seja, explicitar quais estratégias os países com maior desenvolvimento no setor adotam, no sentido de ajustarem seus sistemas aos desafios econômicos e sociais atuais.

Indústrias de alta tecnologia, sobretudo nas áreas de equipamentos de telecomunicações, farmacêutica, automotiva, além de serviços e telecomunicações empresariais têm sido escolhidas por muitos governos para adotar mecanismos de atração de investimentos internacionais. As iniciativas de excelência em pesquisa estão cada vez mais voltadas para a colaboração internacional, pautadas por arranjos mais flexíveis.

Figura 1: Relação entre os ODS e o portfólio de tecnologias da CNEN



Fonte: Elaboração própria

Os investimentos nas políticas nacionais de CT&I são direcionados para as áreas e tecnologias estratégicas que estão intimamente ligadas aos temas relacionados com os grandes desafios globais (MCTIC, 2016). Dentre as áreas e tecnologias prioritárias dos países que apresentam maiores avanços no setor de CT&I, dezenove têm maior reflexo com a política e interesse brasileiros, das quais 8 apresentam vínculos diretos com o setor nuclear: defesa, mudança climática, novos processos produtivos, energia, convergência tecnológica, tecnologias habilitadoras, tecnologias nucleares, minerais e materiais estratégicos, de acordo com a Tabela 1.

Uma vez identificadas as tendências tecnológicas globais mais alinhadas aos interesses do Brasil, foram propostas estratégias considerando os desafios a serem enfrentados, focando nas

oportunidades que o País possui. Para realizar o seu crescimento de forma sustentável, é importante seguir as tendências mundiais, aproveitando as áreas de conhecimento já consagradas e desenvolvidas no país para favorecer o aumento da competitividade nacional. O Brasil possui relativo domínio tecnológico nos setores aeronáutico, de petróleo e gás, nuclear, em pesquisa e produção agropecuária em regiões tropicais, assim como prevenção e tratamento de doenças tropicais.

Tabela 1: Áreas e tecnologias estratégicas relacionadas com os desafios globais

PRINCIPAIS TENDÊNCIAS MUNDIAIS DAS POLÍTICAS DE CT&I	APLICAÇÃO NO SETOR NUCLEAR
Mudança climática	A energia nuclear atravessa uma fase de vigorosa retomada no mercado mundial, se distanciando de suas origens vinculadas a propósitos bélicos e tendo como principal credencial o fato de ser uma fonte de energia que pode dar contribuição efetiva para a redução do aquecimento global.
Novos processos produtivos	Nanotecnologia, novos materiais, manufatura avançada são recorrentes nos documentos das políticas de inovação de diversos países.
Energia	Reatores nucleares modulares intrinsecamente seguros
Convergência tecnológica	A nanotecnologia, a cibernética, as ciências ômicas e as ciências de materiais são tecnologias que apresentam características intrinsecamente inovadora, transversal e disruptiva e poderão contribuir de forma significativa para um salto científico-tecnológico nas próximas décadas.
Tecnologias habilitadoras-chave	Tecnologias de produção de materiais estratégicos e biotecnologia para o tratamento ambiental e processos industriais, materiais avançados, fotônica, a micro e nanoeletrônica, a nanotecnologia e as tecnologias avançadas de manufatura.
Tecnologias nucleares	Diversas aplicações, por meio da radiação ionizante, como na medicina, indústria, agricultura e meio ambiente
Minerais e materiais estratégicos	Terras raras são usadas em diversos dispositivos eletrônicos (Térbio), em componentes de materiais para lasers (Disprósio), como gerador de campos magnéticos, em reatores nucleares e na produção de lasers (Hólmio). O Brasil tem grandes concentrações da produção de matérias-primas minerais como Lítio, Nióbio e Tântalo (utilizados na indústria nuclear).

Fonte: Elaboração própria, a partir de MCTIC, 2016.

Assim, tendo em vista os desafios, oportunidades e vantagens nacionais, foram selecionados onze temas estratégicos em CT&I para o desenvolvimento, autonomia e soberania nacional. Os temas escolhidos são transdisciplinares, considerando a convergência e interação de conhecimentos e tecnologias, especialmente a biotecnologia, a nanotecnologia, a preservação e uso sustentável dos biomas e a mudança do clima: aeroespacial e defesa; água; alimentos; biomas e bioeconomia; ciências e tecnologias sociais; clima; economia e sociedade digital; energia; minerais estratégicos; nuclear; saúde; e tecnologias convergentes e habilitadoras.

Com essa avaliação, espera-se ampliar e intensificar a consolidação do Sistema Nacional de Inovação (SIN), uma vez que desenvolver e aumentar capacidades institucionais são pontos

fundamentais e se alinham às melhores práticas internacionais no que concerne à condução da gestão de políticas públicas.

A próxima seção tem o propósito de abordar as políticas nacionais de ciência, tecnologia e inovação que se alinham às prioridades e tendências internacionais para fomentar o desenvolvimento sustentável social, econômico e ambiental.

4 POLÍTICAS NACIONAIS SUSTENTÁVEIS

A partir dos anos de 1950, a base produtiva brasileira passou a ser fortemente multinacionalizada (DE NEGRI e KUBOTA, 2008). A industrialização rápida por meio do aprofundamento do processo de substituição de importações, através da importação de tecnologias via investimento direto estrangeiro, deu pouca ênfase às economias de escala e à capacitação do setor produtivo interno (PACHECO, 2003). Ao invés de serem atraídas para desenvolver novos produtos ou para que se tornassem bases de exportação, as empresas estrangeiras apenas exploravam o mercado interno brasileiro, sem estimular a inovação local⁶. Nas décadas de 1960 e 1970, novas estruturas de financiamento foram criadas, porém a política nacional-desenvolvimentista adotada pelo governo, apesar de induzir a fabricação local, continuou a não incentivar desenvolvimento e inovação local. Em termos de capacitação tecnológica, somente os setores estatais de petróleo, mineração, telecomunicações e aeronáutica destacaram-se (PACHECO, 2003).

Nos anos de 1980, o desempenho de empresas estatais e dos laboratórios de pesquisa públicos nas áreas centrais das tecnologias de informação e comunicação – paradigma técnico-econômico do desenvolvimento mundial na época – apontou para a possibilidade de aproveitar as oportunidades que emergiam, juntamente com o bom funcionamento que ocorria entre empresas locais, estrangeiras e estatais (VILLASCHI, 2005). Entretanto, na década de 1990, apesar do Brasil ter superado o problema histórico de instabilidade de preços e do governo ter introduzido programas de modernização de estruturas produtivas⁷, alguns fatores contribuíram para que as oportunidades não fossem aproveitadas: a) redução de recursos disponíveis para o ensino e a pesquisa (e consequente atraso da produção científica e tecnológica brasileira em comparação a outros países em desenvolvimento, como Coreia e China); b) fraco desempenho dos investimentos (apesar da criação dos fundos setoriais de financiamento à pesquisa); c) debilidade da política

⁶ A participação das empresas estrangeiras no processo de industrialização brasileiro apenas reduziu os passos da industrialização, já que a inovação não era o objetivo central das políticas públicas.

⁷ Segundo Villaschi (2005), criado em 1991, o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade (PBQP) foi responsável pela modernização e competitividade das empresas brasileiras, com a finalidade de difundir os novos conceitos de qualidade, gestão e organização da produção.

econômica e estratégia defensiva em relação à inovação adotada pelas empresas (VILLASCHI, 2005).

Somente a partir da década de 2000, as políticas industriais brasileiras⁸ começaram a se restabelecer para melhorar as capacidades tecnológicas e apoiar o desenvolvimento e crescimento das indústrias de alta tecnologia no Brasil (FREITAS *et al.*, 2013). O caminho para a construção de um cenário da sustentabilidade no Brasil está associado a uma série de fatores:

- A maximização do uso de tecnologias mais limpas;
- A Política Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 1981)
- O Mapa Estratégico da Indústria 2013-2022, apresentado pela CNI – o qual destaca, entre os fatores-chave de competitividade da indústria, o desenvolvimento de mercados e a inovação e produtividade (CNI, 2013)
- A Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2016-2022 que identifica as tecnologias nucleares entre os temas estratégicos que devem ser priorizados por estarem relacionados com os desafios globais.
- O Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTI, 2010) destacando a ciência, a tecnologia e a inovação (C,T&I) como importantes motores da transformação econômica e social do país e ressaltando a área nuclear como estratégica para o desenvolvimento sustentável.
- Plano Brasil Maior (BRASIL, 2011), que, na dimensão sistêmica, define o desenvolvimento sustentável como um de seus objetivos estratégicos – inovar e investir para ampliar a competitividade, sustentar o crescimento e melhorar a qualidade de vida;
- A Política Nacional de Desenvolvimento Regional (PNDR, 2010), cujo propósito é a inclusão de territórios e de cidadãos ao esforço nacional de desenvolvimento;
- A Política Nacional sobre a Mudança do Clima (PNMC, 2009), cujos objetivos estão em consonância com o desenvolvimento sustentável no sentido de buscar o crescimento econômico, a erradicação da pobreza e a redução das desigualdades sociais. Além disso, a PNMC tem como meta identificar os impactos ambientais decorrentes da mudança do clima e incentivar o desenvolvimento de pesquisas científicas para que se possa traçar uma estratégia que minimize os custos socioeconômicos de adaptação do país.

⁸ Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE), de 2003 a 2007; Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP), de 2008 a 2010; Plano Brasil Maior, de 2011 a 2014. O Plano Brasil Maior é uma nova etapa da trajetória de desenvolvimento do país, que visa a aperfeiçoar os avanços obtidos com a PITCE e PDP (Governo Brasileiro, 2014).

O papel das políticas públicas para fomentar inovação, incentivando a transferência (ou geração) de tecnologias ambientalmente seguras, é atingir o desenvolvimento sustentável social, ambiental e econômico resultando mudanças na sociedade. Todos os elementos destacados estão interconectados e representam uma excelente oportunidade para criação de mercado no âmbito de produtos, processos e serviços no setor nuclear, que gere inovação.

5 MÉTODO

Esta seção descreve o método de pesquisa escolhido para avaliar e caracterizar o portfólio de tecnologia da CNEN protegidos por patente, a partir do agrupamento da Classificação Internacional de Patentes (CIP), para selecionar indicadores de sustentabilidade que tenham foco em produtos, processos e serviços que atendam à sociedade brasileira e do mercado global. A figura 2 ilustra o método utilizado por meio de mapa conceitual.

5.1 CLASSIFICAÇÃO INTERNACIONAL DE PATENTES

A extração de portfólio de patentes da CNEN foi realizada a partir da base do sistema APOL (LDSOFT, 2014), um software de controle de processos de propriedade intelectual assinado pela CNEN para o acompanhamento dos seus processos de patente. O portfólio de patentes da CNEN contempla apenas depósitos nacionais. A extração dos dados ocorreu em abril de 2018, contabilizando 190 processos. Uma primeira limitação de coleta de dados foi a de pedidos em fase de sigilo. 14 do total dos 190 processos encontravam-se na fase de sigilo e, portanto, não foram considerados de acordo com a Classificação Internacional de Patentes-CIP (*International Patent Classification – IPC*). Somam-se ainda outros 5 processos dos anos de 2005, 2012, 2013, 2014 e 2016 que não se encontravam em fase de sigilo, mas ainda estavam sem classificação. Escolheu-se fazer um corte no que diz respeito aos 39 processos que apresentavam status de indeferimento ou extinto. Assim, a pesquisa delimitou-se ao estudo de 132 processos.

O corte para a seleção da amostra teve como referência a metodologia adotada pelo ISI-OST-INPI, atualizada em fevereiro 2005 (SCHMOCH, 2008), também proposta por Póvoa (2008) e Jung e Walsh (2011).

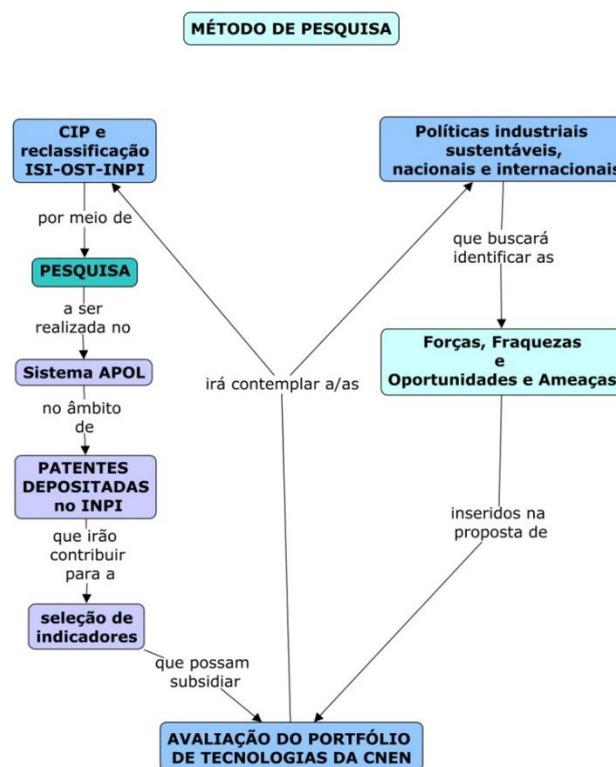
5.2 AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE TECNOLÓGICA

Esta etapa baseou-se em selecionar, manualmente, de acordo com o “Inventário Verde da CIP” (*IPC Green Inventory*) os pedidos de patentes que se referem ao desenvolvimento de tecnologias verdes (processos e/ou produtos). Tal inventário, que foi desenvolvida pelo Comitê de Especialistas da CIP, facilita as buscas por informações de patentes relacionadas a Tecnologias

Ambientalmente Saudáveis (ESTs - *Environmentally Sound Technologies*), conforme atribuído pela Convenção das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC). De fato, as ESTs estão atualmente distribuídas por todas as CIP, em vários campos técnicos. Deste modo, esse inventário procura agrupar em um só lugar as tecnologias verdes.

Considerando o portfólio de patentes da CNEN, de 1998 a 2016, fez-se a seleção daqueles que se alinham às tecnologias verdes.

Figura 2: Mapa conceitual da estrutura das etapas da avaliação do portfólio de tecnologias da CNEN



Fonte: Elaboração própria

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 AGRUPAMENTO CIP

As atividades de P&D da CNEN abrangem um vasto espectro de linhas de pesquisa, desde o desenvolvimento de tecnologias para a indústria química e petrolífera, passando pela agricultura e meio ambiente, até a área de saúde, por meio de uso da tecnologia nuclear e das aplicações das radiações ionizantes. Além disso, executa projetos de P&D&I com resultados em prestação de serviços e parcerias com empresas.

Em relação às classes e subclasses tecnológicas da CIP abrangidas pelas linhas de pesquisa da CNEN, convencionou-se selecionar as subclasses até 4 dígitos da CIP.

A tabela 2 ilustra o portfólio de tecnologias da CNEN, considerando as patentes depositadas de todos os institutos de pesquisa da instituição e seguindo a classificação ISI-OST-INPI. A figura 3 ilustra tal distribuição.

Vale mencionar que os subdomínios tecnológicos de pedido de patente depositados, segundo a classificação tecnológica da ISI-OST-INPI, com atualização de fevereiro 2005, que mais prevalecem no portfólio de tecnologias da CNEN é a de Engenharia Nuclear (18,2%) seguida de Maquinário elétrico/ equipamentos/energia e Engenharia Química com o mesmo percentual (11,4%). O subdomínio de Materiais/Metalurgia tem a terceira incidência relevante (10,6%), seguida de Análise/Medição/Tecnologia de Controle e da Química Fina Orgânica que apresentam a mesma ocorrência de 7,6%.

Nota-se que as cinco subclasses tecnológicas de 4 dígitos da CIP com maior número de pedido de patente depositados segundo os 6 maiores grupos de domínio tecnológico ISI-OST-INPI (I. Engenharia elétrica; II. Instrumentação; III. Química; IV. Processos de engenharia, equipamento especiais; V. Engenharia mecânica, máquinas; VI. Consumo) foram: A61K (preparações para finalidades médicas, odontológicas ou higiênicas) com 7 incidências; B01J (processos químicos ou físicos), com 11; C08J (elaboração; processos gerais para formar misturas; pós-tratamento não abrangido pelas subclasses), com 7; G01T (medição de radiações nucleares ou de raio-X), com 11; e H01M (processos ou meios, p.ex. baterias, para a conversão direta da energia química em energia elétrica), com 15 (Tabela 3).

Tabela 2: Domínio tecnológico da CNEN, segundo classificação tecnológica da ISI-OST-INPI

Área (domínio e subdomínio tecnológico)	Código IPC	Incidência %
I. Engenharia Elétrica		
1. Maquinário elétrico, equipamentos, energia	H01M	11,4
2. Tecnologia audiovisual	H03F	0,8
II. Instrumentação		
6. Óptica	G03C, G03D, H01S	4,5

7. Análise, medição, tecnologia de controle	G01J, G01N , G01R, G01V, G04F, G04G	7,6
8. Tecnologia médica	A61B, A61D, A61F, A61N	3,8
9. Engenharia Nuclear	G01T , G21C, G21F, G21G, G21K	18,2
III. Química		
10. Química Fina Orgânica	A61K , C07H, C07K	7,6
11. Química macromolecular, polímeros	C08F, C08K, C08L	5,3
13. Biotecnologia	C12N, C12P	2,3
15. Indústria química e petrolífera, química de materiais básicos	C09B, C09K	1,5
16. Superfície e revestimento	B32B, C23G, C25B, C30B	2,9
17. Materiais, Metalurgia	B22D, B22F, B82B, C01B, C01F, C01G, C22B, C22C	10,6
IV. Processos de engenharia, equipamentos especiais		
18. Engenharia Química	B01D, B01F, B01J , B01L	11,4
19. Processamento de materiais, têxteis, papel	C08J	5,3
20. Manipulação	B65D	0,8
21. Processamento agrícola e alimentar; máquinas e equipamentos	A01K	0,8
22. Tecnologia ambiental	C02F	3,7
V. Engenharia Mecânica, máquinas		
26. Elementos mecânicos	F16L	0,8
VI. Consumo		
29. Bens de consumo e equipamentos	B25B	0,7

Fonte: Elaboração própria

6.2 AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE TECNOLÓGICA

Paralelamente, fez-se o levantamento daqueles processos que envolvem tecnologias verdes. O gráfico da figura 4 mostra o espectro das tecnologias verdes presentes no portfólio de patentes da CNEN.

As tecnologias verdes encontradas, que correspondem a códigos de CIP específicas de acordo com o “Inventário Verde da CIP”, dividem-se nos campos tecnológicos: a- “Engenharia Nuclear”(classificação G21) ; b- “Produção de Energia Alternativa (Células a Combustível)” (classificação H01M 4/86 a 4/96; c- “Conservação de energia - Medida de consumo de energia” (classificação G01R); e d- “Gestão de resíduos/deposição de resíduos” (classificações B09B).

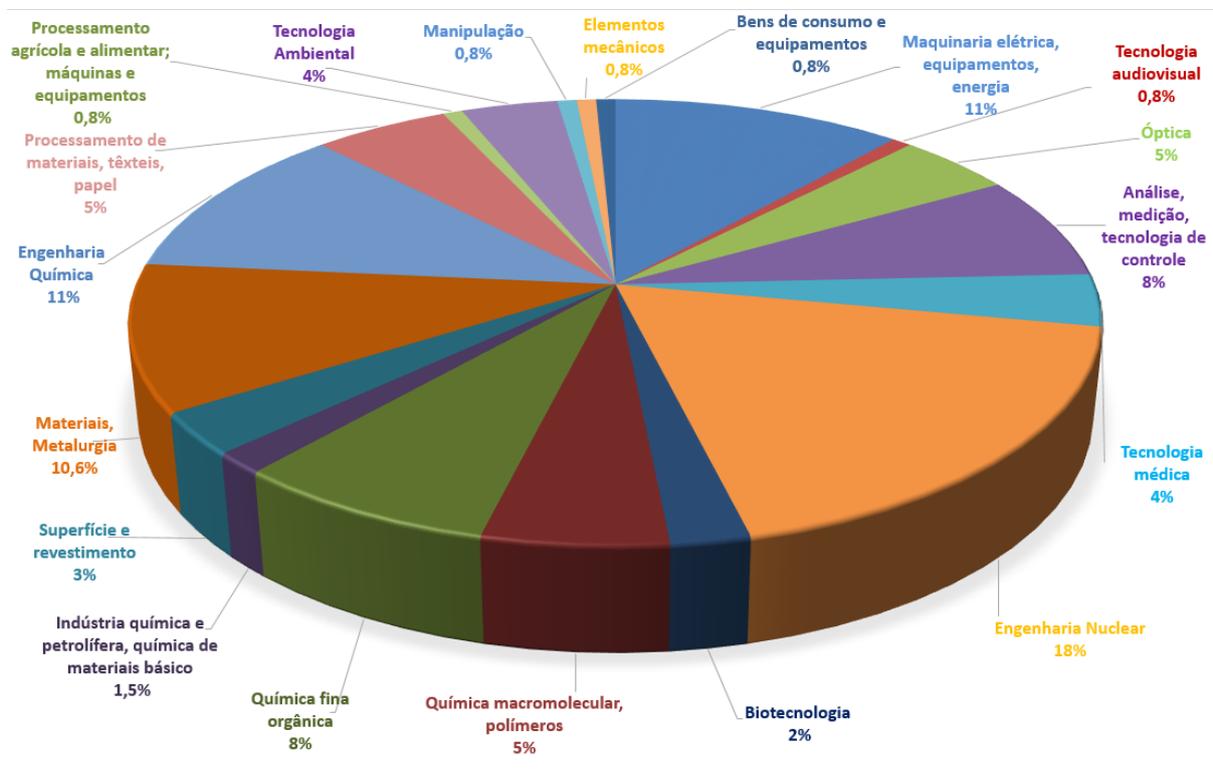
Aprofundando-se nos domínios tecnológico separadamente, obtém-se em destaque, como mencionado nas tabelas 2 e 3, as seguintes áreas: Engenharia Nuclear, Maquinário elétrico/equipamentos/energia, Engenharia Química, Materiais/Metalurgia, Análise/Medição/ Tecnologia de Controle e Química Fina Orgânica. A partir desse levantamento, considerando as

áreas tecnológicas predominantes, a seção seguinte se dedica à caracterização do portfólio tecnológico da CNEN.

6.3 SELEÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

Nessa etapa do trabalho, o objetivo foi selecionar e caracterizar as patentes depositadas pela CNEN que possuem as subclasses tecnológicas mais incidentes (A61K, B01J, C08J, G01T, H01M) que comporão a amostra do trabalho composta por 51 processos (Tabela 4). De forma complementar, foram identificadas nesse recorte as patentes que envolvem tecnologias verdes.

Figura 3: Domínio tecnológico da CNEN de acordo com a classificação ISI/OST/INPI



Fonte: Elaboração própria

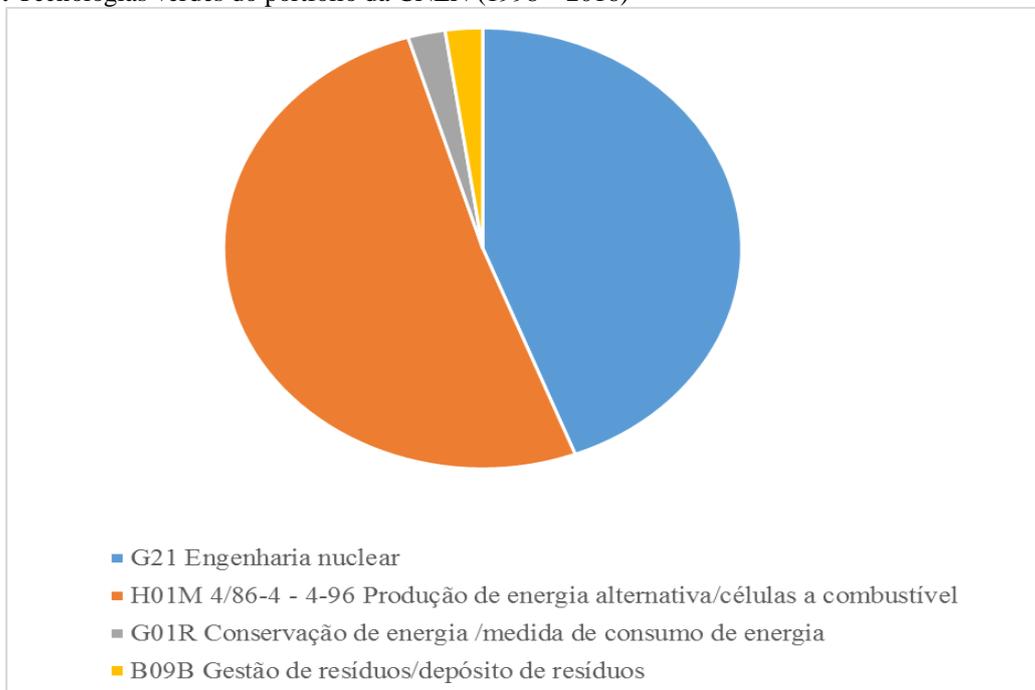
Tabela 3: Incidência do domínio tecnológico da CNEN segundo a CIP

Código CIP	Incidência	Código CIP	Incidência	Código CIP	Incidência
A01K	1	C01G	3	G01J	1
A61B	1	C02F	5	G01N	5
A61D	1	C07H	1	G01R	1
A61F	1	C07K	2	G01T	11

A61K	7	C08F	4	G01V	1
A61N	2	C08J	7	G03C	1
B01D	2	C08K	1	G03D	1
B01F	1	C08L	2	G04F	1
B01J	11	C09B	1	G04G	1
B01L	1	C09K	1	G21C	3
B22D	1	C12N	2	G21F	5
B22F	1	C12P	1	G21G	4
B25B	1	C22B	1	G21K	1
B32B	1	C22C	1	H01M	15
B65D	1	C23G	1	H01S	4
B82B	1	C25B	1	H03F	1
C01B	5	C30B	1		
C01F	1	F16L	1		

Fonte: Elaboração própria

Figura 4: Tecnologias verdes do portfólio da CNEN (1998 – 2016)



Fonte: Elaboração própria

Tabela 4: Caracterização do portfólio de tecnologias predominantes da CNEN e seleção das tecnologias verdes *

CIP	TÍTULO DA PATENTE	NATUREZA DO PROCESSO
A61K	QUÍMICA	
	Química Orgânica Fina	

A61K	PROCESSO DE RADIOMARCAÇÃO DE FLAVONÓIDES E SUA APLICAÇÃO EM DIAGNOSTICO IN VIVO DE DISFUNCOES CEREBRAIS, RELACIONADAS AOS SÍTIOS RECEPTORES BENZODIAZEPINICOS.	Processo e produto
A61K	BIOCONJUGADO COM PROPRIEDADES HEMOCOMPATÍVEIS	Produto
A61K	BIOADESIVO CUTÂNEO NANOESTRUTURADO PARA TRATAMENTO FOTODINÂMICO	Produto
A61K	MARCADORES MOLECULARES RADIOATIVOS DERIVADOS DA BOMBESINA PARA DIAGNÓSTICO E TERAPIA DE TUMORES QUE SUPEREXPRESSAM RECEPTORES PARA PEPTIDEO LIBERADOR DE GASTRINA E SUAS APLICAÇÕES	Produto
A61K	PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE ENCAPSULAMENTO POLIMÉRICO NA CONSTRUÇÃO DE SEMENTES PARA USO EM BRAQUITERAPIA, E SUA UTILIZAÇÃO	Processo
A61K	EQUIPAMENTO A LASER PARA PRODUÇÃO SERIADA E AUTOMATIZADA DE PONTES PARA BRAQUITERAPIA	Produto
A61K	PROCESSO SIMULTÂNEO DE RETICULAÇÃO, ESTERILIZAÇÃO E PRODUÇÃO DE SISTEMA POLIMÉRICO CONTENDO NANOPARTÍCULAS PROTEICAS	Processo
B01J PROCESSOS E ENGENHARIA, EQUIPAMENTOS ESPECIAIS Engenharia Química		
B01J	DISPOSITIVO DESPOLIMERIZAÇÃO DE GASES	Produto
B01J	PROCESSO PARA PREPARAÇÃO DE ELETROCATALISADORES VIA REDUÇÃO QUÍMICA POR ÁCIDO CÍTRICO PARA APLICAÇÃO EM CÉLULAS A COMBUSTÍVEL COM MEMBRANA TROCADORA DE PRÓTONS	Processo e produto
B01J	PROCESSO DE TRANSFERÊNCIA DE MASSA EM LEITO FLUIDIZADO A LÍQUIDO UTILIZANDO MATERIAL PARTICULADO DISTRIBUIDO EM CÁPSULAS.	Processo
B01J	MÉTODO DE FABRICAÇÃO DE ESFERAS ABSORVENTES DE ALUMINA ATIVADA VIA PROCESSO SOL-GEL APROPRIADAS PARA A ADSORÇÃO E CAPTURA DE METAIS PESADOS PRESENTES EM BAIXAS CONCENTRAÇÕES EM GRANDES VOLUMES DE EFLUENTES LÍQUIDOS INDUSTRIAIS.	Processo e produto
B01J	MÉTODO DE FABRICAÇÃO DE ESFERAS ADSORVENTES DE BIOMASSA DA ALGA MARINHA SARGASSUM SP. VIA PROCESSO SOL-GEL APROPRIADAS PARA A ADSORÇÃO E CAPTURA DE METAIS PESADOS PRESENTES EM BAIXAS CONCENTRAÇÕES EM GRANDES VOLUMES DE EFLUENTES LÍQUIDOS INDUSTRIAIS	Processo e produto
B01J	MÉTODO DE FABRICAÇÃO DE ESFERAS ADSORVENTES DE ZEÓLITA TIPO 4A-SARGASSUM SP. VIA PROCESSO SOL-GEL APROPRIADAS PARA A ADSORÇÃO E CAPTURA DE METAIS PESADOS PRESENTES EM BAIXAS CONCENTRAÇÕES EM GRANDES VOLUMES DE EFLUENTES LÍQUIDOS INDUSTRIAIS	Processo e produto
B01J	MÉTODO DE FABRICAÇÃO DE ESFERAS ADSORVENTES DE ZEÓLITA TIPO 4A VIA PROCESSO SOL-GEL APROPRIADAS PARA A ADSORÇÃO E CAPTURA DE METAIS PESADOS PRESENTES EM BAIXAS CONCENTRAÇÕES EM GRANDES VOLUMES DE EFLUENTES LÍQUIDOS INDUSTRIAIS	Processo e produto
B01J	CATALISADOR DE ESPUMA METÁLICA NANOESTRUTURADA	Produto
B01J	ZEÓLITAS DE CINZAS DE CARVÃO E SUA UTILIZAÇÃO COMO MATERIAL ADSORVENTE PARA REMOÇÃO DE CORANTES EM EFLUENTES	Produto
B01J	BAGAÇO HIDROFÓBICO COMO ADSORVENTE DE COMPOSTOS ORGÂNICOS E PROCESSO DE OBTENÇÃO	Processo e produto
B01J	PROCESSO PARA OBTENÇÃO DE CATALISADORES NA FORMA DE MICROESFERAS	Processo e produto

C08J PROCESSOS DE ENGENHARIA, EQUIPAMENTOS ESPECIAIS Processamento de materiais, têxteis, papel		
C08J	MEMBRANA DE HIDROGEL E PROCESSO DE PREPARAÇÃO DA DITA MEMBRANA	Processo e produto
C08J	FORMULAÇÃO PARA PRODUÇÃO DE ESPUMAS DE AMIDO RESISTENTES À ÁGUA E A CICLOS DE RESFRIAMENTO CONGELAMENTO E DESCONGELAMENTO	Processo e produto
C08J	PROCESSO DE IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUBSTRATOS BIODEGRADÁVEIS	Processo
C08J	PRODUTO CONSTITUÍDO DE ADITIVOS E AGENTES ATIVOS PARA ESPUMAS E REVESTIMENTO DE EMBALAGENS BIODEGRADÁVEIS OU NÃO E/OU COMPOSTÁVEIS E MÉTODO DE PREPARAÇÃO	Processo e produto
C08J	REAPROVEITAMENTO VIA MICRO ONDAS DE BORRACHA VULCANIZADA	Processo
C08J	PROCESSO DE OBTENÇÃO DE ESPUMAS ATIVAS BIODEGRADÁVEIS OU COMPOSTÁVEIS A PARTIR DE FONTES RENOVÁVEIS	Processo
C08J	HIDROGEL HÍBRIDO CONTENDO MATERIAL NANOPARTICULADO PARA ENCAPSULAMENTO DE FÁRMACO	Processo e produto
G01T INSTRUMENTAÇÃO Engenharia Nuclear		
G01T	APERFEIÇOAMENTO EM MÁQUINA APLICADORA DE ELEMENTOS INFORMATIVOS OU OUTROS	Produto
G01T	CAIXA PARA ARMAZENAGEM, TRANSPORTE E IRRADIAÇÃO DE DETECTORES LUMINESCENTES	Produto
G01T	DISPOSITIVO DETETOR DE RADIAÇÃO UTILIZANDO SEMICONDUTOR DE ALTA RESISTIVIDADE, SENSÍVEL AO MOVIMENTO DE CARGAS.	Produto
G01T	BANDEJA COM CAVIDADES RAIADAS PARA TRATAMENTO TÉRMICO DE DETECTORES LUMINESCENTES.	Produto
G01T	PROCESSO PARA PREPARAR UM CATALISADOR DE PRATA SUPORTADO ÚTIL PARA A OXIDAÇÃO EM FASE VAPOR DE ETILENO A ÓXIDO DE ETILENO	Processo e produto
G01T	ANALISADOR PORTÁTIL DE PARÂMETROS DE DISPOSITIVO QUADRIPOLAR DETECTOR DE PARTÍCULAS E FÓTONS.	Produto
G01T	SISTEMA DE DETECÇÃO PARA DETERMINAÇÃO DA POSIÇÃO DE EVENTOS DE CINTILAÇÃO EM CRISTAL CINTILADOR MONOLÍTICO	Produto
G01T	DISPOSITIVO MECÂNICO DE SIMULAÇÃO DO PONTO DE MEDIÇÃO EM CALIBRADORES DE DOSE	Produto
G01T	DETECTOR DE RADIAÇÃO IONIZANTE DE NANOFILME DE MATERIAL SEMICONDUTOR DE ÓXIDO DE ZINCO	Produto
G01T	MONITOR INTELIGENTE DE RADIAÇÃO	Produto
G01T	DISPOSITIVO PRÉ-AMPLIFICADOR PARA SONDAS GAMAS INTRA-OPERATÓRIAS UTILIZANDO DETECTORES DE RADIAÇÃO SEMICONDUTORE	Produto
H01M ENGENHARIA ELÉTRICA Maquinário elétrico, equipamentos, energia		
H01M *	PROCESSO HÍBRIDO SPRAY-PRENSAGEM A QUENTE PARA A CONFECÇÃO DE CONJUNTOS ELETRODO/MEMBRANA/ELETRODO DE CÉLULAS A COMBUSTÍVEL DO TIPO PEM	Processo e produto
H01M *	ELETROLITO ÁCIDO NÃO AQUOSO PARA PILHA ELÉTRICA DE BAIXA VOLTAGEM	Processo e produto

H01M *	PROCESSO DE PREPARAÇÃO DE ELETROCATALISADORES UTILIZANDO PROCESSOS RADIOLÍTICOS PARA APLICAÇÃO EM CÉLULAS A COMBUSTÍVEL COM MEMBRANA TROCADORA DE PRÓTONS	Processo e produto
H01M *	PROCESSO DE PREPARAÇÃO DE MATERIAIS HÍBRIDOS METAL/CARBONO XNANOESTRUTURADOS VIA CARBONIZAÇÃO HIDROTÉRMICA PARA APLICAÇÃO COMO ELETROCATALISADORES EM CÉLULAS A COMBUSTÍVEL DE BAIXA TEMPERATURA DE OPERAÇÃO	Processo e produto
H01M *	ELETRODO PARA CÉLULAS A COMBUSTÍVEL BASEADO EM MICROTUBOS DE PAREDES POROSAS NANOESTRUTURADAS DE MATERIAL CARBONETADO	Produto
H01M *	CÁTODO PARA CÉLULAS A COMBUSTÍVEL DE MICROTUBOS DE PAREDES POROSAS DE EMARANHADO DE NANOTUBOS DE PRATA	Produto
H01M *	ÂNODO PARA CÉLULA A COMBUSTÍVEL BASEADO EM MICROTUBOS COM PAREDES POROSAS NANOESTRUTURADAS A BASE DE CARBONO PARCIALMENTE IMPREGNADAS DE IONÔMERO	Produto
H01M *	ELETROCATALISADORES CONTENDO NANOPARTÍCULAS METÁLICAS SUPOSTAS EM UMA MISTURA DE CARBONO E ÓXIDOS INORGÂNICOS PARA APLICAÇÃO EM CÉLULAS A COMBUSTÍVEL DE BAIXA TEMPERATURA DE OPERAÇÃO	Produto
H01M *	PROCESSO DE PRODUÇÃO DE COMPOSTO PRECURSOR DE CAMADA CATALISADORA DE REAÇÕES EM ELETRODOS	Processo e produto
H01M *	PROCESSO DE PRODUÇÃO DE CONJUNTOS ELETRODO-MEMBRANA-ELETRODO PARA CÉLULAS A COMBUSTÍVEL BASEADAS NO USO DE MEMBRANA POLIMÉRICA CONDUTORA DE PRÓTONS.	Processo e produto
H01M *	CONJUNTO ELETRODO-MEMBRANA-ELETRODO PARA CÉLULAS A COMBUSTÍVEL BASEADAS NO USO DE MEMBRANA POLIMÉRICA CONDUTORA DE PRÓTONS	Produto
H01M *	COMPOSTO PRECURSOR DE CAMADA CATALISADORA DE REAÇÕES EM ELETRODOS	Produto
H01M *	ELETRODO E DIFUSOR DE FLUIDOS	Produto
H01M *	ELETROCATALISADORES CONTENDO PLATINA E BISMUTO PARA APLICAÇÃO EM CÉLULAS A COMBUSTÍVEL ALCALINAS UTILIZANDO ETANOL DIRETAMENTE COMO COMBUSTÍVEL	Produto
H01M *	CÁTODO CONTENDO LIGA NANOESTRUTURADA DE PALÁDIO E PLATINA COM OUTROS COMPONENTES	Produto

* Tecnologias verdes

Fonte: Elaboração própria

7 DISCUSSÃO

Os resultados apresentados revelam, numa primeira abordagem qualitativa, que a amostra do portfólio de tecnologias da CNEN é predominantemente composta por produtos, o que evidencia um potencial de comercialização maior daquele se predominasse tecnologia tipo processo. Patentes que desenvolvem tecnologia de produtos tem maior potencial de mercado e competitividade comparadas a tecnologias de processo, por ser menos suscetíveis à imitação frente aos concorrentes.

A segunda constatação é que há muitos produtos e processos que se referem à área de nanotecnologia, a qual, notoriamente, é considerada como tecnologia habilitadora e sinaliza perspectivas e oportunidades de novos desenvolvimentos para inovação.

Com relação às tecnologias verdes, consta-se que a CNEN não desenvolve muitas delas de acordo com a classificação do inventário atribuído pela UNFCCC. No entanto, convém salientar que no recorte feito há muitas patentes desenvolvidas no campo da engenharia química, sobretudo aquelas que abordam biotecnologia para o tratamento ambiental e processos industriais que é apontada como uma das tendências globais tanto nas metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) como nos temas estratégicos nacionais em CT&I. Do mesmo modo, nota-se pela tabela 3 que as CIP G21C, F, G e K não são um dos domínios tecnológicos mais dominantes da amostra em estudo, porém se avaliarmos o CIP G21 apenas (sem considerar o 4º dígito da classificação) que é uma das tecnologias verdes, ela aparece 13 vezes no total, número considerado relevante no portfólio da CNEN.

Nessa amostra, observa-se o que denominamos de subgrupos de portfólios, nos quais surgem tecnologias complementares de patentes de produtos e/ou processos, que se destacam nas áreas de: engenharia elétrica, relacionadas a aplicações de células a combustível; química fina orgânica, envolvendo nanotecnologia; engenharia química, aplicando tecnologias nucleares por meio da radiação ionizante nos processos industriais e tratamento de resíduos; processamento de materiais que abarca tecnologias avançadas com aplicações na medicina; engenharia nuclear, no campo da instrumentação; e engenharia elétrica, com aplicação na maior parte em células a combustível que está diretamente relacionada à promoção de energia limpa, a qual é contemplada como uma das tecnologias verde.

É importante ressaltar que nesse levantamento é possível visualizar a interseção das várias áreas de tecnologias desenvolvidas na CNEN com as metas dos ODS e as estratégias de C&T&I, as quais destacam como fatores-chave de competitividade da indústria, a inovação por meio do desenvolvimento de tecnologias habilitadoras e de mercados. Com efeito, em áreas estratégicas como a nanotecnologia, a estratégia nacional de C&T&I, o governo prevê a ampliação de competências para adquirir vantagens expressivas tanto em termos de potencial produtivo quanto de domínio tecnológico. A nanotecnologia é uma das tecnologias-chave, com amplo campo de aplicações no desenvolvimento de produtos e processos de interesse para o setor de saúde, mas também para o setor nuclear. Esse fato é demonstrado pelo número elevado de pedidos de patentes dessa instituição depositados nessa área que perpassa pelos vários subdomínios tecnológicos do seu portfólio de tecnologias: química fina orgânica, engenharia nuclear, engenharia química, energia, processamento de materiais, etc.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de inovação não é linear e seus diferentes componentes se sobrepõem e interagem em grau considerável. O estágio de desenvolvimento da tecnologia é um fator associado ao posicionamento da tecnologia em uma determinada etapa do processo de inovação e à facilidade ou dificuldade de se avançar para as etapas seguintes, o que, portanto, tem grande influência no valor da patente quando a tecnologia está protegida. Assim, a atividade de depósito de pedido de patente apresentada neste trabalho mostrou ser um indicador relevante para observar o desempenho tecnológico da instituição ao longo do tempo ou em termos de valores cumulativos de P&D.

Se por um lado os desafios são identificados, por outro, é possível reconhecer oportunidades de negócios inovadores. O portfólio de tecnologias desenvolvidas na CNEN tem o potencial de promover benefícios ambientais, retornos sociais e econômicos para a sociedade, como também para criar mercados, transformando as fraquezas e ameaças da tecnologia nuclear em oportunidades e forças para gerar inovação.

REFERÊNCIAS

ARROW, K. Economic welfare and allocation of resources for invention. In: R. NELSON (ed.), *The Rate and Direction of Inventive Activity*. Princeton: Princeton Univ. Press, 1962.

BRASIL. **Lei nº 6.938**, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília, DF, 31 ago. 1981. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm.

BRASIL. **Lei nº 10.973**, de 2 de dezembro de 2004. Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências. Brasília, DF, 02 dez. 2004.

BRASIL. **Lei nº 12.187**, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC e dá outras providências. Brasília, DF, 30 dez. 2009.

BRASIL. Política Nacional de Desenvolvimento Regional. 2010.

BRASIL. Plano Brasil Maior, 2011.

BRASIL. Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2012 – 2015. Balanço das Atividades Estruturantes 2011. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Brasília. 2012.

BRASIL, (2016), Lei nº 13.243, de 11 de janeiro de 2016. Dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação e altera a Lei n 10.973, de 2 de dezembro de 2004 e dá outras providências. Brasília, DF, 12 jan. 2016.

BRASIL. **Decreto nº 9.283**, de 07 de fevereiro de 2018. Regulamenta a Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004, que dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo, e dá outras providências. Brasília, DF, 07 fev. 2018.

CNEN. Comissão Nacional de Energia Nuclear. Realidade e Perspectivas. CT BRASIL, Ministério de Ciência e Tecnologia, 2003.

COHEN, W. M.; LEVINTHAL, D. A. Innovation and learning: the two faces of R&D. *Economic Journal*, v. 99, p. 569-596, 1989.

COHEN, W. M.; LEVINTHAL, D. A. Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*, v. 35, p. 128-152, 1990.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. Mapa Estratégico da Indústria, 2013-2022. Brasília: CNI, 2013.

DE NEGRI, J. A.; KUBOTA, L. C. Políticas de incentivo à inovação tecnológica. Brasília: IPEA, 2008.

DUTTA, S.; LANVIN, B.; WUNSCH-VINCENT, S. Global Innovation Index 2018, Energizing the world with innovation. 11th Edition. Cornell University, Insead & World Intellectual Property Organization (WIPO). 2018.

FREITAS, I. M. B; MARQUES, R. A.; PAULA E SILVA, E. M. University-industry collaboration and innovation in emergent and mature industries in new industrialized countries, *Research Policy*, v. 42, p. 443-453, 2013.

JUNG, T.; WALSH, J. P. Organizational paths of commercializing patented inventions: The effects of transaction costs, firms capabilities and collaborative ties. Centre for Innovation,

Research and Competence in the Learning Economy (CIRCLE), Lund University, Paper n. 2011/03, 56 p., Apr. 2001.

KLEVORICK, A.; LEVIN, R.C.; NELSON, R.R.; WINTER, S.G. On the sources and significance of interindustry differences in technological opportunities. *Research Policy*, v. 24 (2), p. 185-205, 1995.

LDSOFT – LDSOFT Automação para Advocacia e Propriedade Intelectual. *Sistema APOL*. Disponível em: <http://ldsoft.com.br>. Acesso em: 27 ago 2018.

LUNDVALL B-Å. National systems of innovation: towards a theory of innovation and interactive learning. London: Pinter Publishers, p. 1-19, 1992.

MDG - The Millennium Development Goals Report, United Nations New York, 2015.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. MCTI.

MINISTÉRIO DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA e INOVAÇÃO – MCTI. Livro azul da 4ª conferência nacional de ciência tecnologia e inovação para o desenvolvimento sustentável. Brasília: MCT, CGEE, 2010. 99p

MINISTÉRIO DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. MCTIC. Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação. 2016-2022. 2016.

MOWERY, D.; NELSON, R. R. Sources of industrial leadership: studies of seven industries. MOWERY D. NELSON R.R (eds.). New York: Cambridge University Press, 1999.

MOWERY, D.; NELSON, R. R.; SAMPAT, B. N.; ZIEDONIS, A. A. The growth of patenting and licensing by U.S. universities: an assessment of the effects of the Bayh-Dole Act of 1980. *Research Policy*, v. 30, p. 99-119, 2001.

NARIN, F.; HAMILTON, K. S.; OLIVASTRO, D. The increasing linkage between U. S. technology and public science. *Research Policy*, v. 26, p. 317-330, 1997.

NELSON, R. R. National Innovation Systems: a comparative analysis. New York: *Oxford University Press*, 1993.

OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development, (2013), Measuring patent quality: indicators of technological and economic value. *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*.

OLIVEIRA, J. F. G.; TELLES, L. O. O papel dos institutos públicos de pesquisa na aceleração no processo de inovação empresarial no Brasil. *Revista USP*, São Paulo, n. 89, p. 204-217, Mar/Mai. 2011.

ONU, 2015. Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development.

PACHECO, C.A. A cooperação universidade-empresa no Brasil: dificuldades e avanços de um sistema de inovação incompleto. In: *Reunión Regional OMPI/CEPAL de Expertos sobre el Sistema Nacional de Innovación: Propiedad Intelectual, Universidad y Empresa*. Santiago, 1 a 3 de octubre de 2003.

PAVITT, K. The social shaping of the national science base. *Research Policy*, v. 27 (8), p. 793-805, 1998.

PÓVOA, L. M. C. *Patentes de universidades e institutos públicos de pesquisa e a transferência de tecnologia para empresas no Brasil*. Belo Horizonte: CEDEPLAR/UFMG, 2008. (Tese de Doutorado).

PNDR, (2010), Política Nacional de Desenvolvimento Regional

PNMC, (2009), Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC e dá outras providências. Brasília, DF, 30 dez. 2009

QUENTAL, C.; GADELHA, C. A. G.; FIALHO, B. C. O papel dos institutos públicos de pesquisa na inovação farmacêutica. *RAP*, RJ, v. 35 (5), p. 135-161, Set/Out., 2001.

ROSENBERG, N. *Inside the Black Box: Technology and Economics*. London: Cambridge University Press, 1982.

ROSENBERG, N. Why do firms do basic research (with their own money)? *Research Policy*, Elsevier, v. 19(2), p. 165-174, 1990.

ROSENBERG, N.; NELSON, R. R. American universities and technical advance in industry. *Research Policy*, Elsevier, vol. 23: 323–348, 1994.

SALLES-FILHO, S.; BONACELLI M. B. M. Trends in the organization of public research orgs.: lessons from the Brazilian case. *Science and Public Policy*, v. 37, p. 193-204, 2010.

SCHMOCH, U. Concept of a Technology Classification for Country Comparisons. *Final Report, World Intellectual Property Organisation (WIPO)*, 15 p., jun. 2008.

VILLASCHI, A. Anos 90: uma década perdida para o sistema de inovação brasileiro? *São Paulo em Perspectiva*, v. 19, n. 2, p. 3-20, abr./jun. 2005.