

Panoramas e indicadores de CT&I em Pernambuco

I - Indicadores da Geografia da CT&I no Brasil

1. Introdução

O Observatório de Ciência, Tecnologia e Inovação (OCTI) do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), além do monitoramento da produção científica, atua na construção e no acompanhamento de indicadores relacionados às principais variáveis que condicionam a área de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I).

No âmbito dessa linha de atuação, a partir de uma busca constante por métodos e visualizações que dialogam com as necessidades do Sistema

Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI), o OCTI tem se dedicado a elaborar indicadores que possam servir de instrumentos de análise e comparação, em um contexto interno e tomando como referência dados de outros países.

Segundo o Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR), o desenvolvimento das regiões brasileiras:

[...] não pode ser compreendido de forma unidimensional. É preciso

Neste número

* Navegue clicando nos títulos dos capítulos

I - Indicadores da Geografia da CT&I no Brasil 1

II - Panorama da produção científica de Pernambuco indexada na Plataforma *Web of Science* (WoS) (2017-2021) 21

III - O que há de novo e inovador na política de CT&I de Pernambuco 39



reconhecer as desigualdades regionais em múltiplas escalas de intervenção e orientar políticas e programas que promovam o desenvolvimento territorial por meio de instrumentos adequados ao trabalho multiescalar, de modo a facilitar a cooperação federativa e a coordenação horizontal do governo federal para sua efetiva implementação (BRASIL, 2019).

Nesse contexto, o Decreto nº 9.810/2019, que institui a Política Nacional de Desenvolvimento Regional (PNDR), estabeleceu os seguintes eixos ou escalas de intervenção:

- a) desenvolvimento produtivo;
- b) ciência, tecnologia e inovação;
- c) educação e qualificação profissional;
- d) infraestrutura econômica e urbana;
- e) desenvolvimento social e acesso a serviços públicos essenciais;
- f) fortalecimento das capacidades governativas dos entes federados.

Para referenciar o eixo *ciência, tecnologia e inovação*, o OCTI desenvolveu, em 2021, os Indicadores da Geografia da CT&I no Brasil (CGEE, 2021). Trata-se de um conjunto de 20 indicadores¹ que visam a avaliar as potencialidades e limitações das diferentes grandes Regiões brasileiras e unidades da Federação (UF), no que diz respeito às variáveis-chave que condicionam a dinâmica de seus sistemas regionais e estaduais de CT&I, dada a relevância desses sistemas para o desenvolvimento regional e local. O propósito desses indicadores é permitir análises que possam contribuir com a discussão sobre os níveis de desigualdades em

CT&I existentes entre os Estados e as grandes Regiões brasileiras.

Os Indicadores da Geografia da CT&I no Brasil foram sistematizados de acordo com a tipologia *insumos, processos, resultados e impactos* que, segundo Gokhberg *et al.* (2013), refere-se às diferentes naturezas que as suas variáveis apresentam frente à dinâmica de sistemas de CT&I.

Dentro da categoria *insumos*, por exemplo, são apresentados indicadores sobre dispêndios em Pesquisa & Desenvolvimento (P&D); financiamentos à inovação; e recursos humanos em atividades de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I). Na dimensão *processos*, estão contemplados indicadores de bolsas do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) com vínculo com empresas e a taxa de cooperação para inovação, segundo dados da Pesquisa de Inovação (Pintec) (IBGE, 2017)². Além disso, são apresentados dados de patentes por cem mil habitantes e publicações científicas pelo número de docentes e discentes, na dimensão *resultados*. No que se refere a *impactos*, são disponibilizados dados de exportações de média e alta tecnologia e de ganho (ou perda) de participação de microestabelecimentos em licenciamento e desenvolvimento de programas para computador (*softwares*) e em serviços de TI.

As visualizações gráficas foram desenvolvidas com a intenção de possibilitar que os usuários da Plataforma do OCTI realizem suas próprias análises. No ambiente eletrônico, também

estão disponíveis as informações metodológicas referentes ao cálculo e às fontes das bases de dados dos indicadores.

Em Boletins anteriores, o OCTI apresentou os objetivos e a finalidade dos Indicadores da Geografia da CT&I no Brasil, a metodologia utilizada para a elaboração dos indicadores, as possibilidades de visualização dos dados disponíveis na Plataforma OCTI, bem como resultados de análises que podem ser realizadas a partir do conjunto desses indicadores.

Esta edição do Boletim tem por objetivo apresentar uma análise dos Indicadores da Geografia da CT&I no Brasil com foco no Estado de Pernambuco, por meio de uma cooperação técnica entre o CGEE e a Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação do Estado de Pernambuco (SECTI/PE). Alguns dos indicadores foram atualizados, a partir da disponibilidade de novos dados em suas fontes de informação, como o de patentes e os de titulação de mestres e doutores. Além disso, esta edição do Boletim apresenta linhas do tempo de indicadores selecionados e análises de alguns novos indicadores, como: os do grau de endogenia do emprego de mestres e doutores; o do ganho (ou da perda) de participação de microestabelecimentos; o de exportação de mercadorias de média-alta e alta tecnologia; e o de gênero, relativo a bolsas de pesquisa concedidas pelo CNPq. Por fim, assim como nos Boletins anteriores do Observatório, especialistas da área foram convidados a trazerem suas impressões e contribuições sobre o tema.

1 Os dados dos indicadores estão disponíveis na Plataforma OCTI, com diferentes formas de visualização e detalhamentos metodológicos, assim como a possibilidade de fazer o *download* das planilhas completas. Acesso em: <https://octi.cgEE.org.br/>.

2 Realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

2. Brasil: novos Indicadores e linhas do tempo de Indicadores da Geografia da CT&I no Brasil

a. Novos indicadores

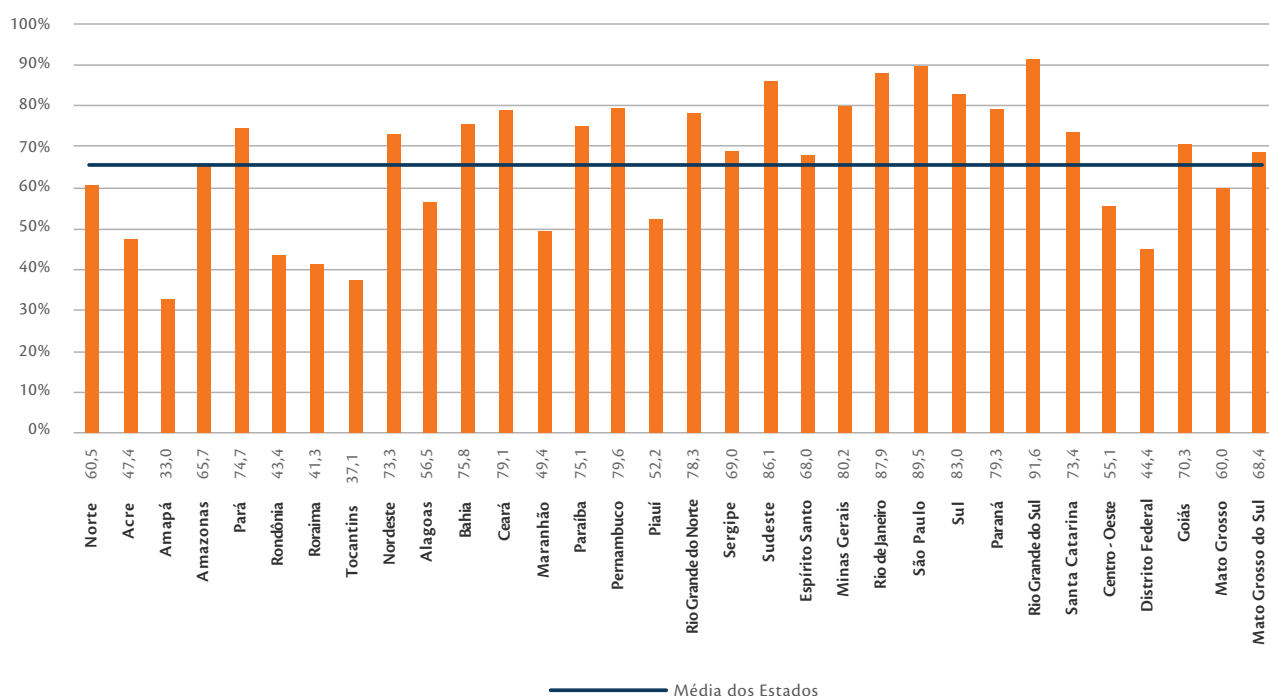
i. Indicador: Grau de endogenia de mestres e doutores

Visando a adicionar novas dimensões de monitoramento e acompanhamento da desigualdade regional em CT&I, o OCTI elaborou o indicador *Grau de endogenia*

de mestres e doutores. Este indicador tem por objetivo contribuir para a análise sobre a capacidade das unidades da Federação na retenção, considerando

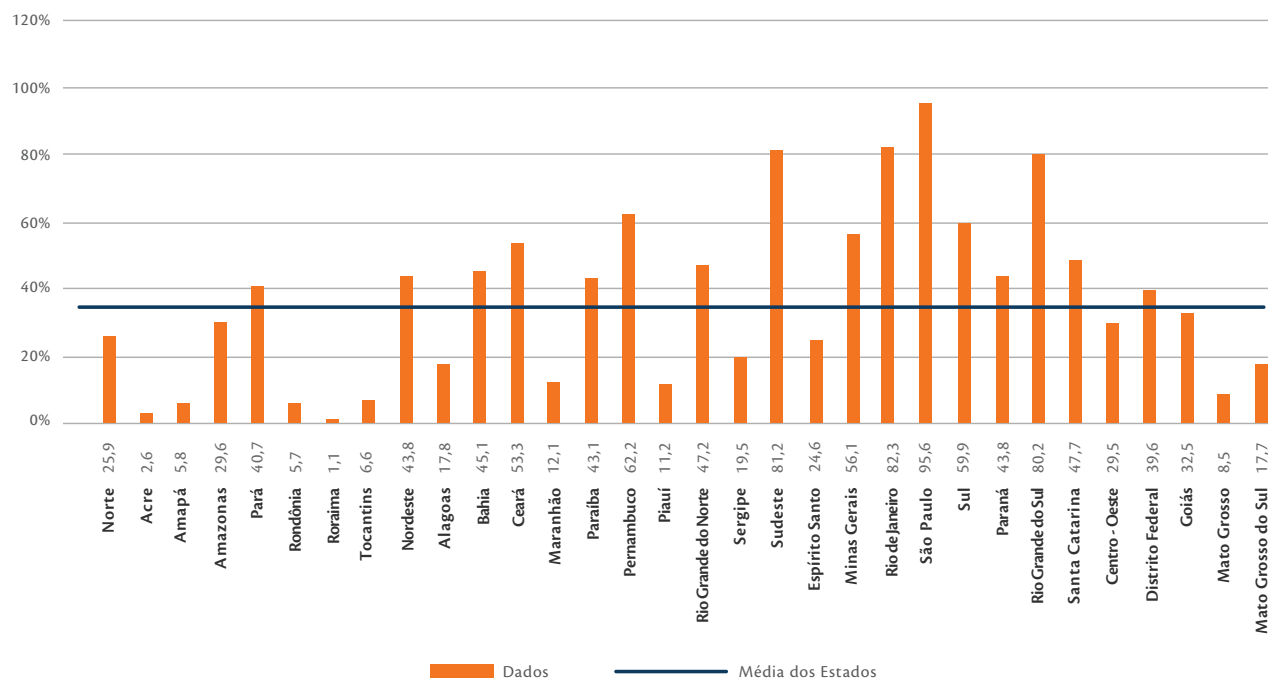
empregos formais, de recursos humanos formados em suas próprias instituições de ensino.

Gráfico 1: Percentual (0%-100%) de mestres empregados na unidade da Federação e que obtiveram seus títulos na mesma unidade da Federação, por unidade da Federação, no ano de 2017



Fonte: Plataforma Sucupira 1996-2017 (Capes, MEC). RAIS 2017 (MTE). Elaboração própria.

Gráfico 2: Percentual (0%-100%) de doutores empregados na unidade da Federação que obtiveram seus títulos na mesma unidade da Federação, por unidade da Federação, no ano de 2017



Fonte: Plataforma Sucupira 1996-2017 (Capes, MEC). RAIS 2017 (MTE). Elaboração própria.

No que se refere à endogenia de mestres, os maiores valores do indicador estão nas Regiões Sul e Sudeste, com destaque para Rio Grande do Sul (91,6%), São Paulo (89,5%) e o Rio de Janeiro (87,9%). No caso da endogenia de doutores, merecem destaques São Paulo (95,6%) e Rio de Janeiro (82,3%). Tais indicadores podem sinalizar não somente sistemas estaduais de CT&I com uma estrutura robusta de instituições de ensino superior (IES), mas também entidades públicas e privadas com capacidade de apresentar oportunidades de emprego para mestres e doutores.

Algumas unidades da Federação apresentam indicadores com valores consideravelmente superiores aos de suas respectivas regiões. Para doutores, Pará (com 40,7% frente a 25,9% da Região Norte), Ceará e Pernambuco (respectivamente 53,3% e 62,2%, frente a 43,8% da Região Nordeste), Distrito Federal e Goiás (respectivamente 39,6% e 32,9%, frente a 29,5% do Centro-Oeste).

O Estado de Pernambuco também se destaca frente à média de todos os Estados brasileiros quanto à endogenia

de mestres e de doutores: 79,6% frente à média brasileira de 65,6% para mestres; e 62,2% frente à média brasileira de 34,5% para doutores.

Tais variações podem indicar UF com estágios distintos de desenvolvimento de seus sistemas em CT&I, no que se refere à capacidade de retenção dos recursos humanos na área formados no próprio Estado.

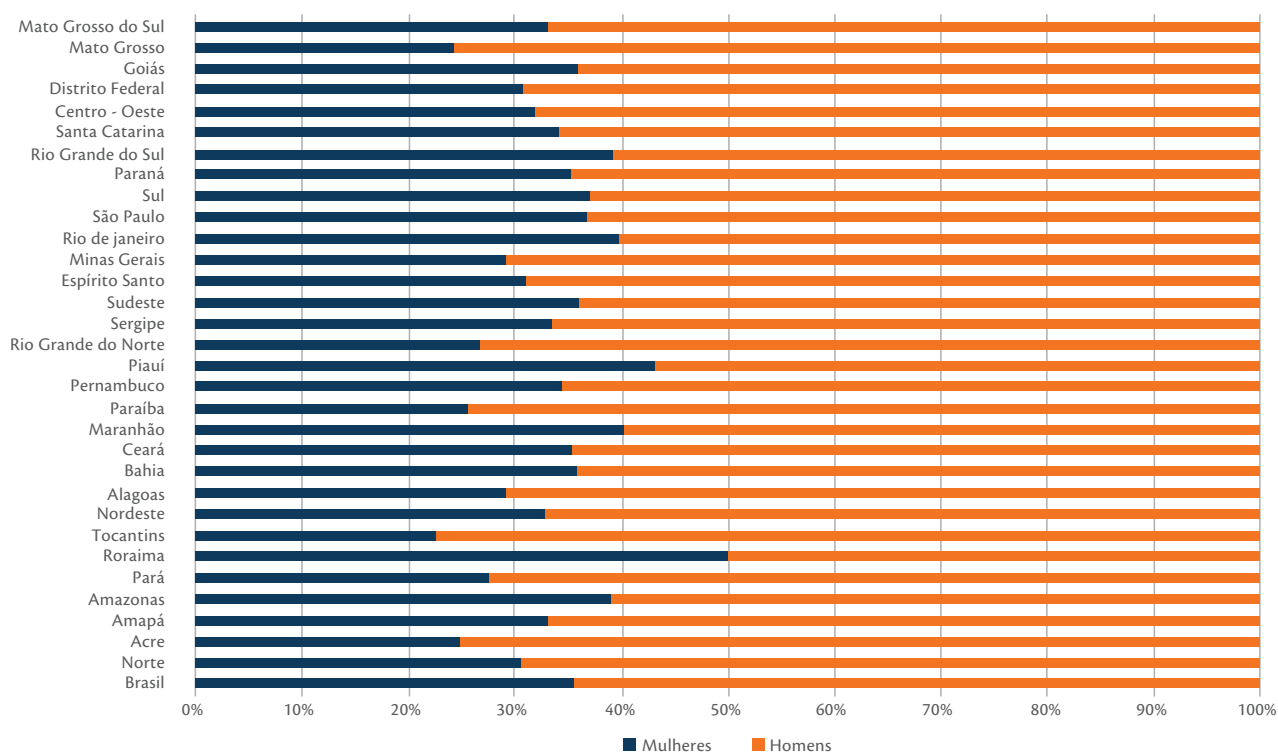
ii. Indicador da divisão de mulheres e homens dentre os bolsistas de Produtividade em Pesquisa (CNPq)

Como forma de avaliar a presença de mulheres dentre o conjunto de pesquisadores brasileiros com maior relevância de produção científica e participação na formação de recursos humanos, o OCTI elaborou o *Indicador de proporção de mulheres e homens no conjunto de pesquisadores com Bolsa de Produtividade em Pesquisa (CNPq)*.

A Bolsa de Produtividade em Pesquisa (PQ) é destinada a pesquisadores de destaque, sendo concedida segundo parâmetros normativos estabelecidos pelo CNPq. As propostas são avaliadas segundo critérios como: mérito acadêmico e intelectual; e originalidade e relevância do projeto para o desenvolvimento científico, tecnológico ou social do País.

Por conta da relevância e importância dos bolsistas de PQ, o OCTI optou por usar essa categoria de bolsas para um primeiro levantamento de informações que contribuam para a análise sobre a desigualdade entre mulheres e homens no SNETI.

Gráfico 3: Percentual (0%-100%) de mulheres e homens entre os bolsistas de Produtividade em Pesquisa (PQ) do CNPq, no ano de 2019



Fonte: Base de dados CNPq, data lake do CGEE. Elaboração própria.

Em geral, há uma menor presença de mulheres dentre o conjunto de bolsistas de Produtividade em Pesquisa do

CNPq, o que está relacionado com a distribuição não igualitária do capital científico entre homens e mulheres

em questões como participação em pesquisas, progressão de carreira e percepções sobre CT&I (USP, 2021)³.

3 Universidade de São Paulo. Jornal da USP. Pesquisadoras revelam os desafios das mulheres para fazer ciência. Notícia, on-line (Acesso em 27 de outubro de 2022).

As Regiões Sul e Sudeste apresentam valores acima do registrado para o Brasil (35,6%), com 37,2% e 36,1%, respectivamente, de participação de mulheres no total das bolsas de PQ concedidas. Nas unidades da Federação,

os maiores destaques são Piauí, com 43,21%; Maranhão, com 40,35%; e Amazonas, com 39,1%. Roraima apresenta uma paridade de gênero entre o conjunto de bolsistas. O Estado de Pernambuco (com 34,5%) apresenta

uma maior participação de mulheres quando comparado à Região Nordeste (com 33%). Entretanto, no Estado, essa participação é inferior à de São Paulo (36,8%), do Rio de Janeiro (39,7%) e do Amazonas (39,1%).

b. Linhas do tempo de Indicadores da Geografia da CT&I no Brasil

Para a construção de linhas do tempo, o OCTI recorreu a dados referentes aos seguintes indicadores: titulação de mestres por cem mil habitantes, titulação de doutores por cem mil

habitantes e patentes de invenção por cem mil habitantes.

O OCTI optou por dois recortes temporais. Inicialmente, são analisados

os anos 2017 e 2019. Além disso, são apresentados dados de 2020 como forma de captar possíveis impactos decorrentes da pandemia da covid-19.

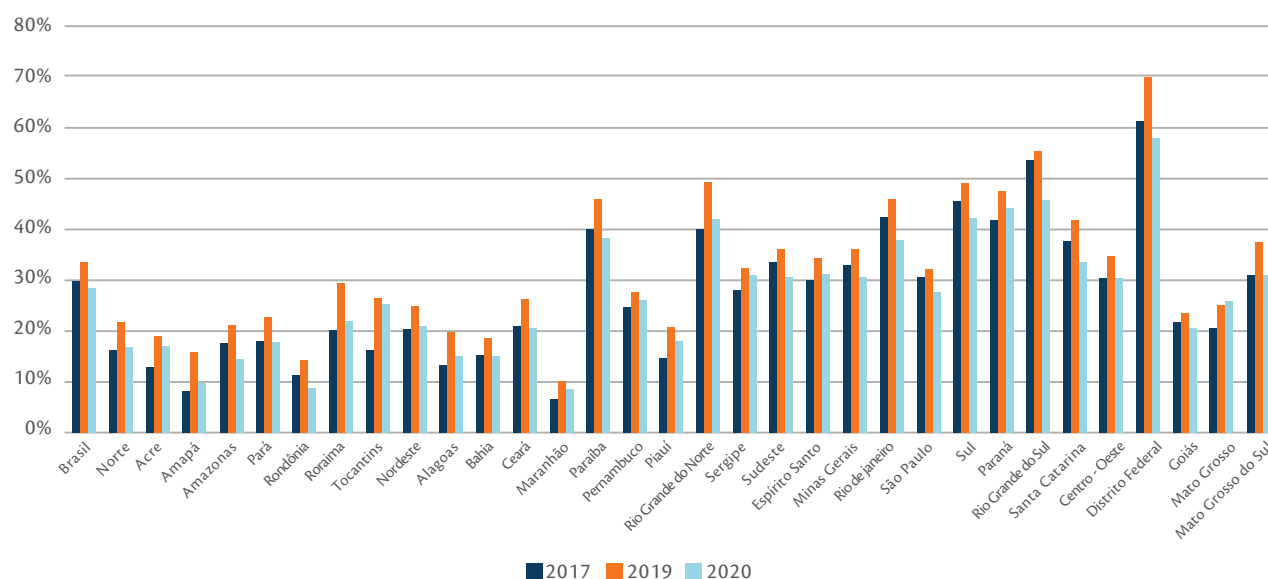
i. Linhas do tempo dos indicadores de titulação de mestres e doutores por cem mil habitantes, nos anos de 2017, 2019 e 2020

A titulação de mestres e doutores em proporção a cem mil habitantes apresenta um crescimento entre 2017 e 2019 (Gráfico 4). Os destaques se

referem a: Amapá, com um aumento de 7,9 para 15,6; Amazonas, de 17,5 para 21,0; Roraima, de 19,9 para 29,55; Alagoas, de 13,2 para 19,7; Rio Grande do Norte,

de 40,1 para 49,2; Distrito Federal, de 61,1 para 70,4; e Mato Grosso do Sul 31,0 para 37,5.

Gráfico 4: Número de mestres titulados por cem mil habitantes, por unidade da Federação, nos anos de 2017, 2019 e 2020



Entre 2017 e 2019, a titulação de doutores em proporção a cem mil habitantes também apresenta um aumento em todas as unidades geográficas, embora em menor proporção que a dos mestres titulados. Os maiores aumentos foram registrados no Pará (de 3,6 para 5,6), Rio Grande do Norte (de 11,3 para 13,7), Sergipe (5,8 para 8,9), Minas Gerais (de 10 para 12,1), Rio de Janeiro (de 15,8 para 18), Distrito Federal (21,1 para 24,8), Mato Grosso (de 2,4 para 4,7) e Mato Grosso do Sul (de 6,6 para 8,6).

Entre 2017 e 2019, há aumento do indicador nas duas modalidades de pós-graduação analisadas. Em 2020, porém, na maioria das UF e em todas as grandes Regiões brasileiras, há uma redução no número de mestres e doutores titulados por cem mil habitantes, indicando possíveis impactos da pandemia de covid-19 iniciada naquele ano. As

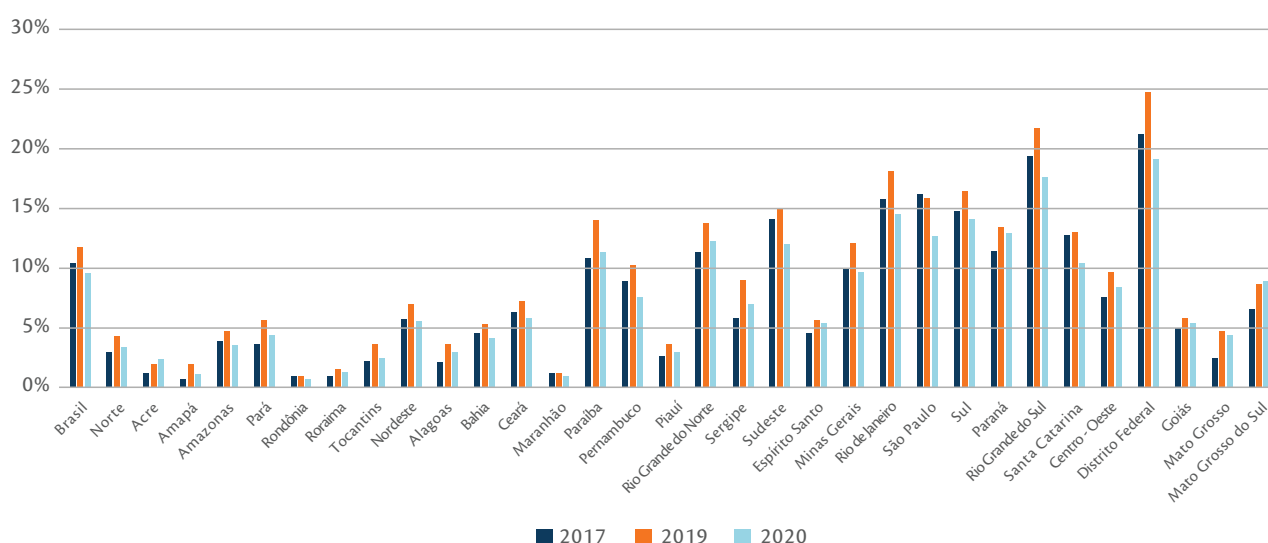
instituições de ensino superior tiveram que aplicar técnicas de educação a distância de forma rápida e, em alguns casos, com dificuldades referentes à equipamentos e de disponibilidade de conexão de internet para os alunos entre as IES pelo País.

Além disso, a prorrogação de bolsas realizada pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) (BRASIL, 2020), devido ao período pandêmico, e questões como a impossibilidade de os alunos estarem presencialmente nos laboratórios e de utilizarem a infraestrutura física das universidades ocasionaram a redução das atividades práticas de pesquisa, influenciando, portanto, negativamente a titulação de mestres e doutores.

Há, porém, diferenças significativas entre as unidades da Federação

quanto à queda no número de mestres e doutores titulados por cem mil habitantes entre 2019 e 2020. Alguns Estados conseguiram manter esse número acima dos observados em 2017, indicando uma menor redução relativa na titulação de mestres e doutores. Alguns exemplos quanto aos mestres são Paraná (com 44,0, em 2020 e 41,9, em 2017), Espírito Santo (com 31,2, em 2020, e 30,0, em 2017), Pernambuco (25,7, em 2020, e 24,7, em 2017) e Tocantins (25,5, em 2020, e 16,3, em 2017). Outros Estados não conseguiram manter esse número acima dos observados em 2017, como Minas Gerais (com 30,6, em 2020, e 32,8, em 2017), o Distrito Federal (com 57,9, em 2020, e 61,1, em 2017) e Amazonas (com 14,3, em 2020, e 17,5, em 2017), conforme o Gráfico 4.

Gráfico 5: Número de doutores titulados por cem mil habitantes, por unidade da Federação, nos anos de 2017, 2019 e 2020



Fonte: MEC: Plataforma Sucupira 2013-2020. IBGE. Elaboração própria.

No caso dos doutores, Gráfico 5, alguns dos Estados que conseguiram manter um número de titulados por cem mil habitantes maior que o registrado em 2017 são: Pará (de 4,36, em 2020, e 3,6, em 2017), Paraíba (11,3, em 2020, e 10,8, em 2017), Rio Grande do Norte (12,2, em 2020, e 11,3, em 2017), Paraná (12,9, em 2020, e 11,4 em 2017) e Mato Grosso do Sul (com 8,8, em 2020, e 6,6, em

2017). Outros Estados apresentaram uma redução, como São Paulo (com 12,7, em 2020, e 16,2, em 2017), Rio Grande do Sul (com 17,6, em 2020, e 19,3, em 2017) e Santa Catarina (com 10,4, em 2020, e 12,7, em 2017).

Em 2020, o Estado de Pernambuco (com 25,7 para mestres e 7,6 para doutores) apresenta dados acima do registrado no

mesmo ano na Região Nordeste (com 21,0 e 5,5, respectivamente). Entretanto, o estado possui menores valores na formação nessas modalidades de pós-graduação frente a Estados como Paraná (com 44,0 para mestres e 12,9 para doutores), Rio Grande do Sul (com 45,6 e 17,6, respectivamente) e Paraíba (com dados de 38,3 para mestrado e 11,3 para doutorado).

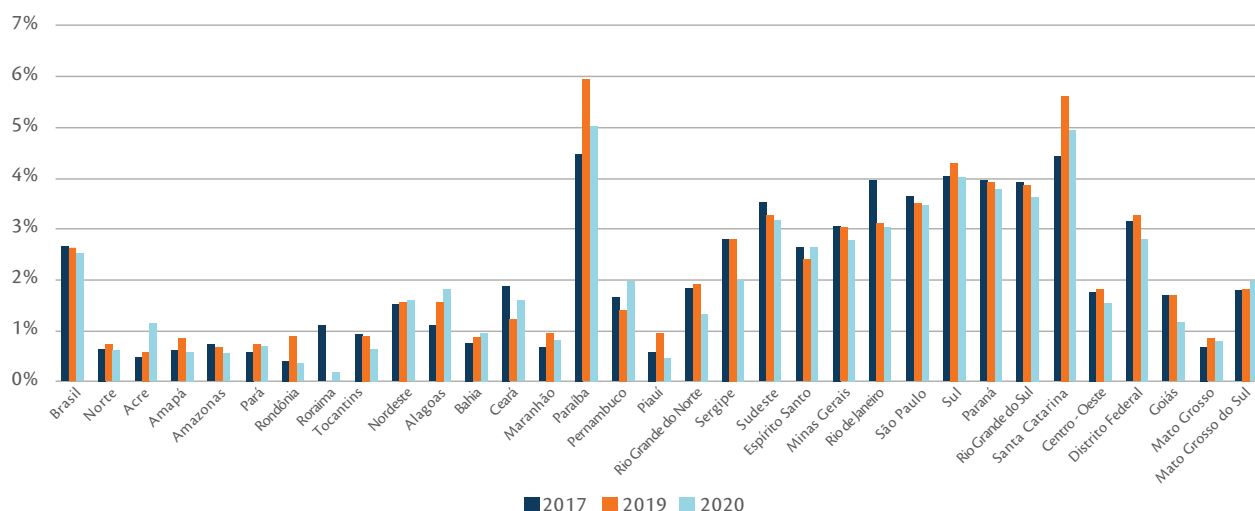
ii. Linha do tempo do indicador de patentes de invenção depositadas por cem mil habitantes, nos anos de 2017, 2019 e 2020

O número de patentes de invenção depositadas por cem mil habitantes referentes aos anos de 2017, 2019 e 2020 apresenta realidades distintas entre as unidades da Federação e grandes Regiões

brasileiras. O estado de Pernambuco apresenta um crescimento entre os anos comparados (1,6, em 2017, e 1,9, em 2020). Além disso, outros Estados, como Santa Catarina (4,6, em 2017, e 4,9, em

2020) e Mato Grosso do Sul (1,8, em 2017, e 2,0, em 2020) também apresentam aumentos entre os dois anos, conforme pode ser observado no Gráfico 6.

Gráfico 6: Pedidos de patentes de invenção depositadas no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) por cem mil habitantes, por unidades da Federação, nos anos de 2017, 2019 e 2020



Fonte: Planilhas de dados do CNPq - Data Lake do CGEE.

Além das análises comparativas apresentadas nesta sessão, o OCTI reconhece a importância de estudos focados em Estados ou grandes Regiões para buscar compreender as

especificidades dos sistemas regionais de CT&I. Nesse sentido, o Observatório, em parceria com a Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação do do Estado de Pernambuco (SECTI/PE), buscou

entender os dados desta unidade da Federação, levantando os pontos de destaque e as oportunidades de melhorias no Sistema Pernambucano de CT&I.

3. Pernambuco e Brasil

a. Pernambuco ao longo do tempo

Os Indicadores da Geografia da CT&I no Brasil possuem como um de seus objetivos a produção de dados e informações que possibilitem identificar e avaliar as desigualdades regionais entre as UF e grandes Regiões brasileiras. Nesse sentido, foi iniciado um processo de análise mais detalhada dos dados na

escala das unidades da Federação, a partir de Pernambuco, em parceria com a SECTI/PE.

O OCTI apresenta, a seguir, uma análise comparativa do Estado com outras unidades geográficas, buscando apontar destaques e limitações no

âmbito do Sistema Pernambucano de CT&I, a partir de dados dos indicadores: titulação de mestres e doutores; ganhos (ou perdas) da participação dos microestabelecimentos de programas de computador e de serviços de TI; e exportações de alta e média alta intensidade tecnológica.

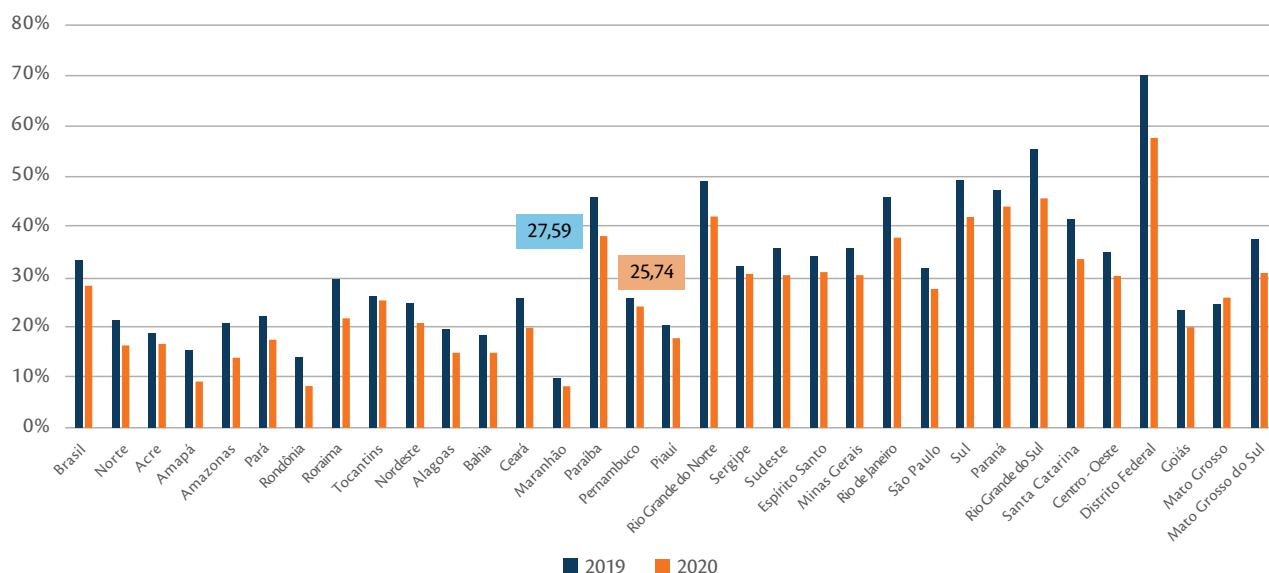
i. Titulação de mestres e doutores em 2019 e 2020

Ao analisar a titulação de mestres por cem mil habitantes nos anos de 2019 e 2020, o Estado de Pernambuco (com 27,6, em 2019, e 25,74, em 2020) se destaca

frente à Região Nordeste (com 24,8, em 2019, e 21,0, em 2020), mas apresenta valores abaixo da média nacional e de outros Estados como Paraíba, Rio Grande

do Norte, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e Distrito Federal, como pode ser observado no Gráfico 7.

Gráfico 7: Número de mestres titulados por cem mil habitantes, com destaque para o Estado de Pernambuco, por unidade da Federação, nos anos de 2019 e 2020



Fonte: MEC: Plataforma Sucupira 2013-2020. IBGE. Elaboração própria.

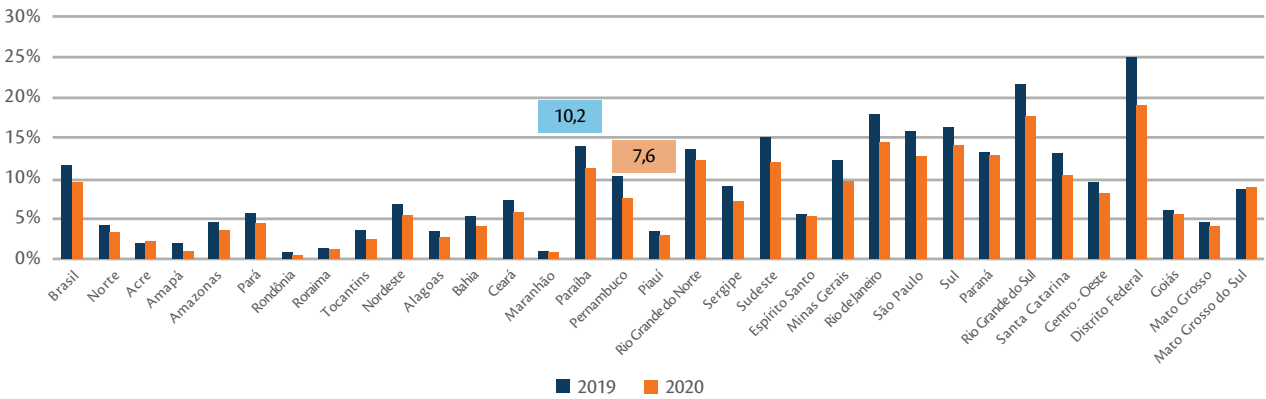
A titulação de doutores por cem mil habitantes reflete um cenário similar, com Pernambuco (com 10,2, em 2019, e 7,6, em 2020) estando acima da média da Região Nordeste, mas abaixo da

média nacional e de outros Estados. Tal indicador pode revelar uma capacidade acumulada para formação de recursos humanos qualificados em CT&I, além de demonstrar um conjunto de programas

de pós-graduação consolidado. A rede de instituições de ensino superior pernambucana abre possibilidades para o desenvolvimento de políticas públicas e articulações com outras ações

no território, visando ao fortalecimento do Sistema Regional de Inovação. Para o indicador, os maiores números são observados no Rio de Janeiro (14,5), no Rio Grande do Sul (17,6) e no Distrito Federal (19,1), em 2020 (Gráfico 8).

Gráfico 8: Número de doutores titulados por cem mil habitantes, com destaque para o Estado de Pernambuco, por unidade da Federação, nos anos de 2019 e 2020

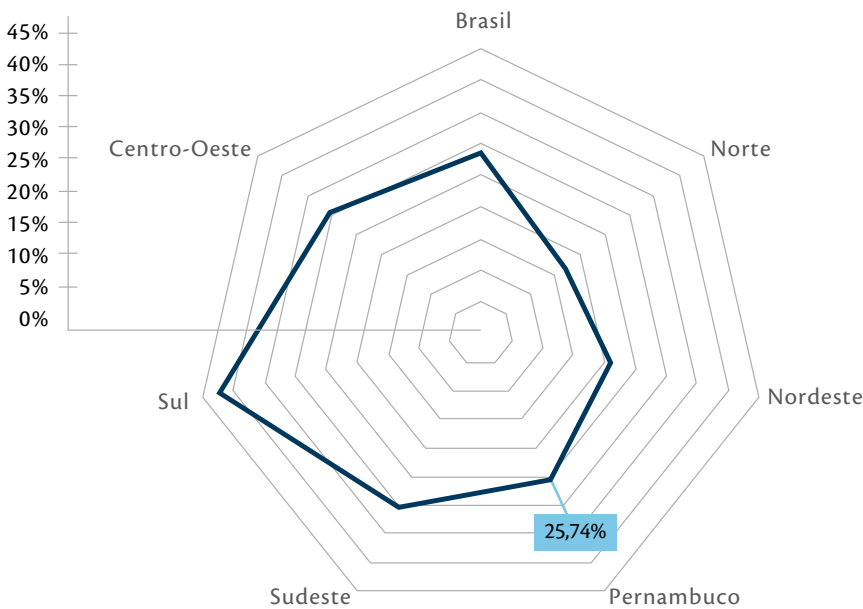


Fonte: MEC: Plataforma Sucupira 2013-2020. IBGE. Elaboração própria.

Em 2020, Pernambuco (com 25,7 para mestres e 7,6 para doutores) se destaca frente às Regiões Norte (com 16,5 e 3,3) e Nordeste (com 21 e 5,5, respectivamente) (Gráficos 9 e 10). O Estado, porém, apresenta, no mesmo indicador, taxas abaixo dos valores registrados nas Regiões Centro-Oeste

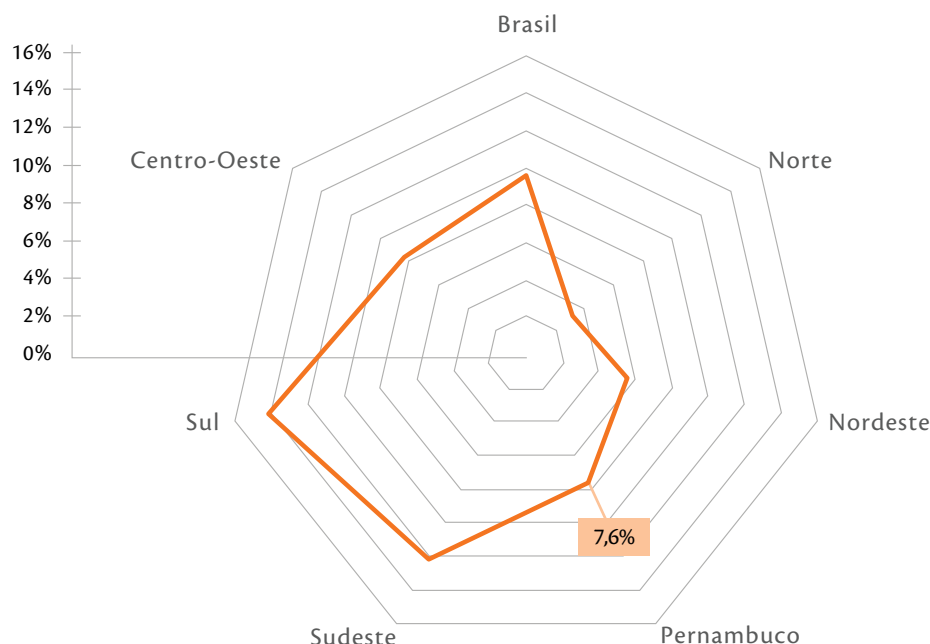
(com 30,4 e 8,3), Sudeste (com 30,5 e 12) e Sul (com 42,1 e 14,1).

Gráfico 9: Número de mestres titulados por cem mil habitantes, por unidade da Federação e grande Região em 2020



Fonte: MEC: Plataforma Sucupira 2013-2020. IBGE. Elaboração própria.

Gráfico 10: Número de doutores titulados por cem mil habitantes, por unidade da Federação e grande Região em 2020



Fonte: MEC: Plataforma Sucupira 2013-2020. IBGE. Elaboração própria.

ii. Ganhos (ou perdas) de participação dos microestabelecimentos no total de estabelecimentos de desenvolvimento e licenciamento de programas de computador e serviços em Tecnologia da Informação (TI), nos períodos 2018-2019 e 2019-2020

Os indicadores de ganho (ou perda) de participação de microestabelecimentos de programas de computador e de serviços de TI⁴ visam a identificar: a criação desses estabelecimentos - que vêm ganhando crescente relevância em sistemas de CT&I -; além da possibilidade de associação à expansão de *startups* nessas atividades. A intensidade de

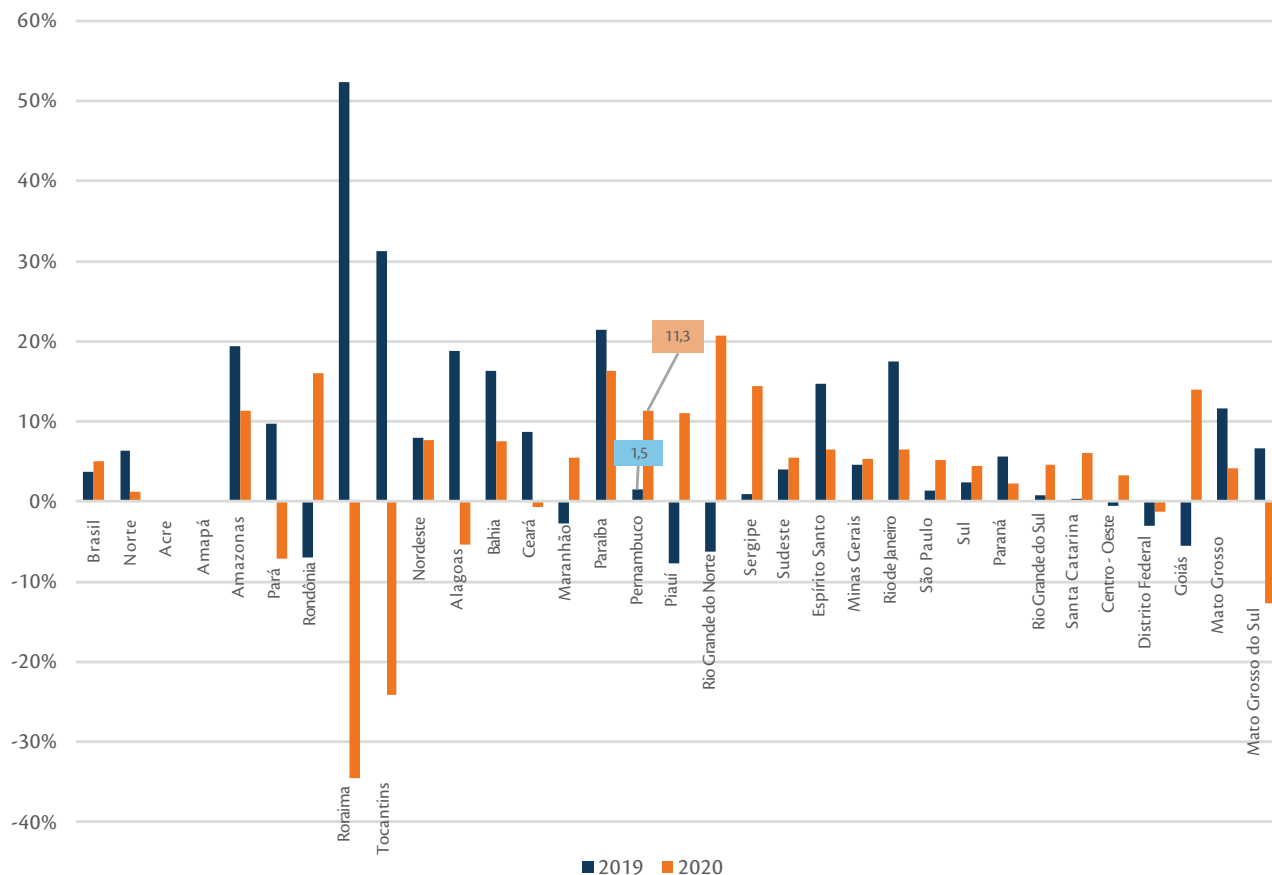
crescimento é uma medida de quanto maior é a taxa de aumento do número desses microestabelecimentos *vis-à-vis* ao número total de estabelecimentos.

Os valores de ganho de participação de microestabelecimentos em desenvolvimento e licenciamento de programas de computador mostram

o destaque de Pernambuco em 2020 (com o valor de 11,3%), acima: da média nacional, que apresentou um aumento de 5,1%; da grande Região Nordeste (com 7,7%); e de Estados como São Paulo (com 5,1%) e Rio de Janeiro (com 6,4%) (Gráfico 11).

4 O número de microestabelecimentos e do total de estabelecimentos nas atividades de desenvolvimento e licenciamento de programas de computador, customizáveis e não customizáveis – segundo Classes da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) 2.0: 62.02-3 e 62.03-1 definidas pelo IBGE - e o número de serviços de Tecnologia da Informação foram calculados com base na Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) do Ministério do Trabalho e Previdência. Por sua vez, os microestabelecimentos nas atividades de serviços, em geral, foram definidos conforme o critério estabelecido pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae) para comércio e serviços, ou seja, aqueles com até nove empregados, como disponível em: https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/SP/Pesquisas/MPE_conceito_empregados.pdf. Por outro lado, os dados sobre emprego em microestabelecimentos, segundo Classes da CNAE, foram sistematizados pelo portal de Recursos Humanos para Ciência, Tecnologia e Inovação (RHCTI), estruturado pelo CGEE, disponível em <https://www.cgee.org.br/web/rhcti>. Nesse Portal, é possível acessar um vasto conjunto de dados, informações e análises sobre a titulação e o emprego de mestres e doutores no Brasil.

Gráfico 11: Ganhos (ou perdas) de participação dos microestabelecimentos, no total dos estabelecimentos, nas atividades de desenvolvimento e licenciamento de programas de computador, nos períodos 2018-2019 e 2019-2020



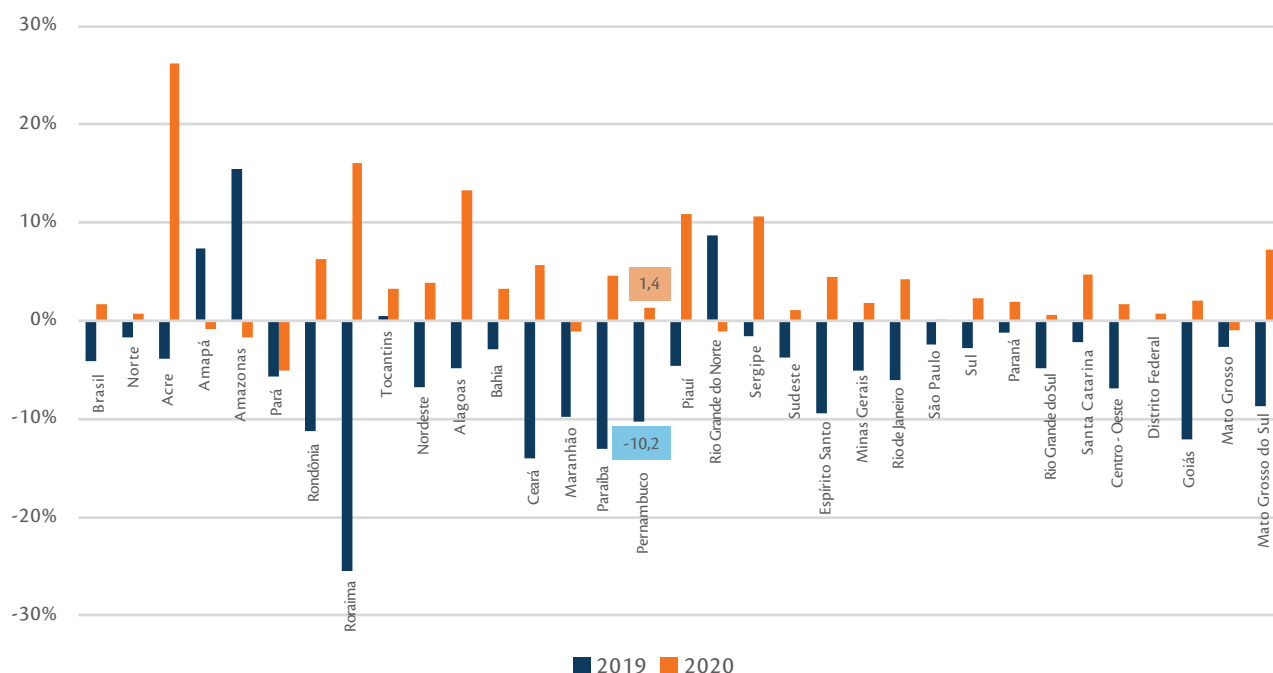
Fonte: RAIS 2017-2020 (ME), RHCTI/CGEE. Elaboração própria.

Quanto ao indicador de microestabelecimentos de serviços em TI, Pernambuco apresenta um decréscimo em 2019 que

vai além da média nacional, com -10,2%. Em 2020, porém, o Estado (com 1,4%) apresenta valores similares à média

brasileira (com 1,7%), embora abaixo de Estados como Rio de Janeiro (com 4,2%) e Santa Catarina (com 4,7%).

Gráfico 12: Ganhos (ou perdas) de participação dos microestabelecimentos no total dos estabelecimentos nas atividades de serviços de Tecnologia da Informação e de prestação de serviços de informação, nos períodos 2018-2019 e 2019-2020



Fonte: RAIS 2017-2020 (ME), RHCTI/CGEE. Elaboração própria.

iii. Exportações de alta e média alta tecnologia

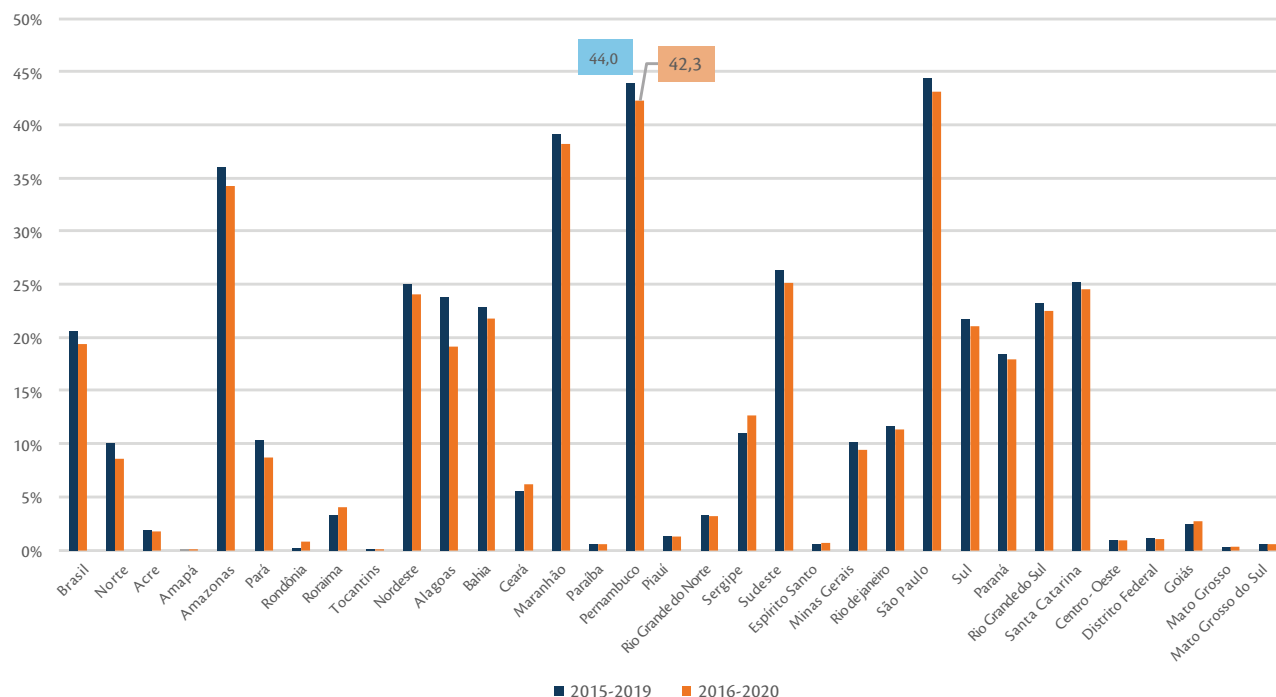
Este indicador busca medir a participação de mercadorias de setores de alta e média alta intensidade tecnológica no total das exportações de mercadorias, a partir da classificação da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento

Econômico (OCDE), segundo metodologia definida por Galind-Rueda e Verger (2016).

Pernambuco apresenta o segundo maior valor nas médias dos dois períodos

analisados (2015 a 2019 e 2016 a 2020), com 44,0% e 42,3%, respectivamente. O Estado fica atrás apenas de São Paulo, com 44,5% no primeiro período e 43,1%, no segundo, como visto no Gráfico 13.

Gráfico 13: Percentual do valor das exportações de mercadorias de alta e média alta intensidade tecnológica em relação ao total das exportações de mercadorias das unidades da Federação, nos períodos 2015 -2019 e 2016-2020



Fonte: Comex Stat/MDIC. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/home>. Dados extraídos em 20/10/2022⁵.

A metodologia utiliza médias de cinco anos no valor relativo às exportações de mercadorias, buscando captar os valores de movimentos de natureza mais estrutural, como forma de mitigar possíveis flutuações anuais. Por isso, os valores das unidades geográficas tendem a possuir uma maior similaridade entre os dois períodos.

O alto valor do indicador para Pernambuco aponta para a alta participação do segmento de veículos automotores (classificado como de média-alta tecnologia) nesta unidade da Federação, que aumentou sua força

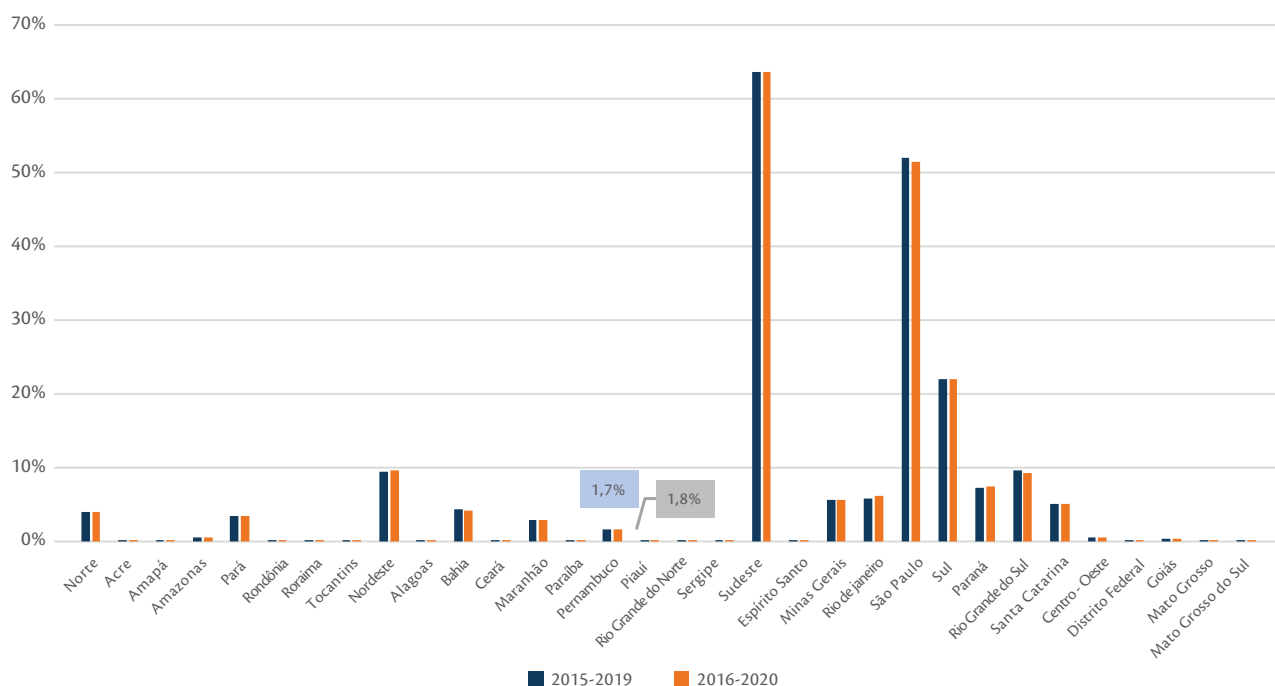
com a inauguração do Polo Automotivo da Jeep, em Goiana (PE). Além disso, há uma importante participação local do segmento de químicos (classificado como alta tecnologia) com, por exemplo, a presença da Petroquímica Suape (BNB, 2019). Tais resultados se relacionam com um conjunto de políticas de atração de grandes empreendimentos estruturantes para o Estado, como o Parque Tecnológico de Eletroeletrônicos e Tecnologias Associadas (Parqtel), em funcionamento desde 1996, e o Porto Digital de Pernambuco, inaugurado em 2000. As duas iniciativas ajudam a compor um ambiente de estímulo

ao desenvolvimento tecnológico, demonstrando uma articulação estadual para a gestão e geração da inovação (FACEPE, 2020).

Além das informações sobre a proporção das mercadorias de alta e média-alta intensidade tecnológica no total das exportações das UF, vale destacar a importância relativa de cada uma dessas unidades no total das exportações brasileiras dessas mercadorias. O Gráfico 14 apresenta essa importância, considerando a média quinquenal das exportações referentes aos períodos de 2015 a 2019 e 2016 a 2020.

⁵ A base Comex Stat adota a política de revisão de dados alinhados a boas práticas de outros produtores de estatísticas oficiais, sejam órgãos nacionais ou internacionais, a partir de ajustes sazonais. Nesse sentido, informamos que os dados apresentados são correspondentes aos apresentados na data de extração, podendo sofrer revisões posteriores. Mais informações metodológicas podem ser encontradas na página da base de dados Comex Stat: <https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br/assuntos/comercio-exterior/estatisticas/manuais-e-notas-metodologicas>.

Gráfico 14: Participação percentual do valor total das exportações de mercadorias de setores de alta e média alta intensidade tecnológica, por unidade da Federação, em relação ao total das exportações do Brasil, nos períodos 2015-2019 e 2016-2020



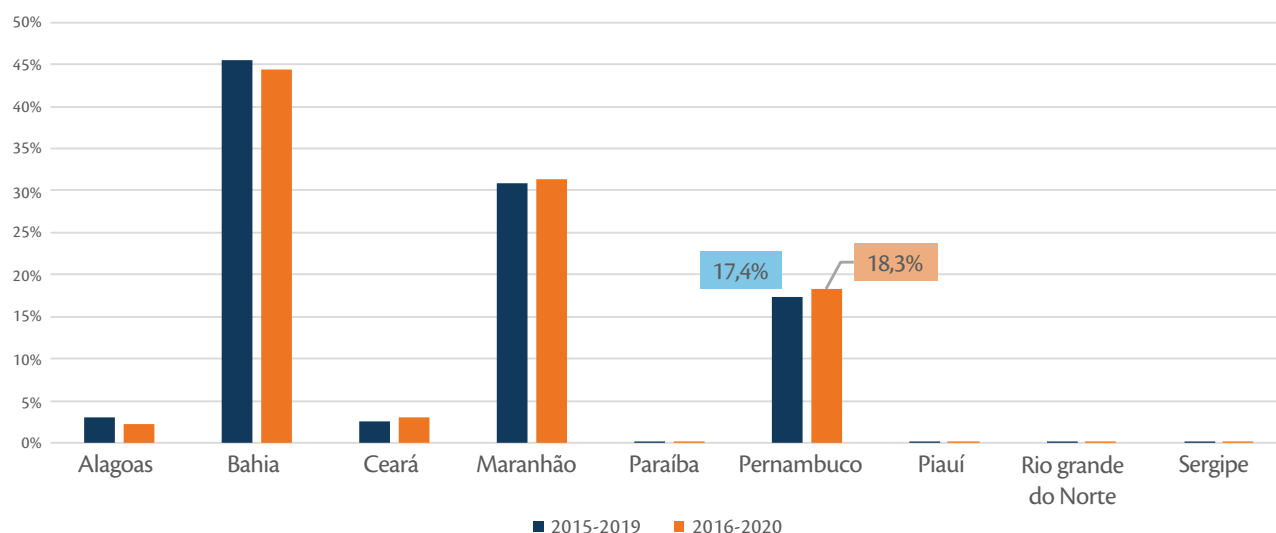
Fonte: Comex Stat/MDIC. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/home>. Dados extraídos em 20/10/2022.

A maior concentração é observada na Região Sudeste (63,7%, entre 2015 e 2019, e 63,6%, entre 2016 e 2020), principalmente em São Paulo. Pernambuco apresenta um percentual relativamente menos expressivo.

O aumento da participação de Pernambuco nas mercadorias de alta e média-alta tecnologia é expressivo quando a referência é a Região Nordeste. Essa participação aumenta de 17,4%,

entre 2015 e 2019, para 18,3%, entre 2016 e 2020 (Gráfico 15).

Gráfico 15: Participação percentual do valor total das exportações de mercadorias de setores de alta e média alta intensidade tecnológica, por unidade da Federação, em relação ao valor total das exportações da Região Nordeste, nos períodos 2015 -2019 e 2016-2020



Fonte: Comex Stat/MDIC. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/home>. Dados extraídos em 20/10/2022.

Dentre os Estados da Região Nordeste, Bahia e o Maranhão apresentam uma elevada participação no total das exportações regionais de alta e média-alta tecnologia. Segundo o Informe Estrutura Tecnológica do Comércio

Exterior dos Estados do Nordeste (Etene) do Banco do Nordeste, a Bahia se destaca nos segmentos de Produtos Químicos e Farmacêuticos e de Veículos Automotivos, presentes, em 2020, no Polo Industrial de Camaçari. Para o

Maranhão, o foco está no segmento de Produtos Químicos e farmacêuticos (como álcool, intermediários para fertilizantes, cloro e álcalis).

4. Considerações finais referentes ao Capítulo 1

Passados quase três anos do lançamento dos Indicadores da Geografia da CT&I no Brasil, o conteúdo deste Boletim ratifica a importância do trabalho desenvolvido pelo OCTI referente à elaboração e ao acompanhamento de dados em CT&I. Como premissa desse eixo de análise do Observatório, esta edição apresenta novos indicadores e atualiza os já sistematizados a partir de bases de dados de anos mais recentes.

Todavia, o que torna especial esta edição do Boletim Temático do OCTI é o

conteúdo apresentado a partir da parceria com a Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação do Estado de Pernambuco (SECTI/PE), que traz análises com foco nos dados desta unidade da Federação.

É certo que o conteúdo deste Boletim não tem caráter exaustivo no rol de possibilidades e na abrangência de análises que podem ser realizadas sobre o sistema de ciência, tecnologia e inovação de uma UF. O objetivo principal da proposta apresentada pelo Observatório é que as informações, a atualização e o

acompanhamento constantes de dados levantados possam contribuir para reflexões, estudos e outros insumos à gestão e ao aprimoramento das políticas públicas estaduais, distritais e regionais de fomento à CT&I.

A parceria com a SECTI/PE permitiu uma análise mais apurada dos dados estaduais e a compreensão sobre informações, destaques e oportunidades do Sistema Pernambucano de CT&I. Os indicadores demonstram, por exemplo, que esta UF acompanha a média nacional de formação

de recursos humanos qualificados a partir da titulação de mestres e doutores. Além disso, apresenta um crescimento importante nos ganhos de participação dos microestabelecimentos de desenvolvimento e licenciamento de programas de computador nos anos mais recentes, indicando possivelmente um ambiente fértil para *startups* no setor analisado. Os números apontam, ainda, um destaque positivo de Pernambuco nas dimensões de Insumo e Resultado, como, por exemplo, na exportação de produtos de alta e média alta tecnologia, o que está relacionado com resultados de políticas de atração industrial para o Estado, denotando uma boa performance na dimensão Resultado.

O Estado de Pernambuco, entretanto, apresenta baixos valores para os indicadores de participação de mulheres no total de bolsistas de Produtividade em Pesquisa (PQ), para o de titulação de doutores e para o indicador que trata da variação de participação de

microestabelecimentos nas atividades de serviços de TI. Tais indicadores se relacionam com temas importantes para o desenvolvimento do sistema estadual de CT&I, apontando para oportunidades de construção e acompanhamento de iniciativas e políticas públicas.

Em adição a essas análises que são realizadas a partir de um conjunto de indicadores que tomam como referência o recorte de um ano ou de um período, o OCTI tem investido no desenvolvimento de métodos estatísticos e de visualizações que permitam a construção de séries temporais de parcela dos seus indicadores. Nesse sentido, o conjunto de indicadores atualizados para os anos de 2019 e 2020 apresentados neste Boletim permitem análises mais recentes sobre a desigualdade regional em CT&I no Brasil.

Além de avançar na concepção de séries históricas, outro desafio, que igualmente depende da disponibilidade de bases de dados, é o acesso a informações

e elementos que permitam realizar observações e leituras sobre os avanços e contribuições de instituições de CT&I no País, abarcando, também, o processo de interiorização e ampliação dos sistemas de inovação observado em alguns Estados brasileiros.

Este Boletim traz o conteúdo de uma iniciativa pioneira e de grande importância para o OCTI, pois materializa um dos seus objetivos, que é oferecer dados e informações que possibilitem análises com potencial de contribuir com o aprimoramento de políticas públicas de CT&I no Brasil, além de permitir estudos com foco estadual ou regional. Assim, à maneira do que se apresenta nessa edição, fruto da parceria com a SECTI de Pernambuco, o OCTI planeja realizar aproximações com outras instituições e outros pesquisadores que compõem os sistemas regionais de CT&I, buscando desse modo, ampliar o alcance dos serviços prestados pelo Observatório

5. Nota de especialistas

Indicadores de CT&I em Pernambuco: reflexões sobre a abordagem do Boletim Temático do OCTI

Abraham Benzaquen Sicsu⁶

Ana Cristina Fernandes⁷

Lúcia Carvalho Pinto de Melo⁸

Importante contribuição para a compreensão a respeito da realidade atual da Ciência, Tecnologia e Inovação

(CT&I) nos Estados brasileiros, em particular para Pernambuco, o trabalho desenvolvido pelo CGEE pode se

constituir em relevante ponto de partida para a construção e o aprendizado sobre políticas públicas estaduais de

6 Ex-presidente da Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (Facepe). Atualmente, professor associado do Departamento de Engenharia de Produção e do Curso de Doutorado em Engenharia de Produção da UFPE. Aposentado como pesquisador titular da Fundação Joaquim Nabuco (Fundaj).

7 Professora do Departamento de Ciências Geográficas da UFPE.

8 Pesquisadora aposentada da Fundaj.

CT&I. O documento, fruto de uma parceria do OCTI/CGEE com a SECTI/PE, está estruturado em três dimensões: indicadores com base na Geografia da CT&I; panorama geral; e as inovações mais recentes na política de inovação introduzidas no Estado.

Entendemos que uma adequada compreensão do que ocorre em Pernambuco, como em qualquer estado, em termos de CT&I, deve ter como base inicial uma breve descrição do contexto em que as transformações se materializam, bem como de suas origens. Uma breve exposição sobre o Sistema Estadual de Inovação, sua evolução e mesmo sua consolidação também facilitaria esta percepção.

Entre os Estados brasileiros, pode-se afirmar que Pernambuco está entre os pioneiros na constituição de uma base científica no Nordeste, iniciada com a implantação de cursos de ensino superior ainda no século 19, ao lado da Bahia. A partir desses cursos, foram instituídas, em momentos distintos, a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), a Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e, posteriormente, a Universidade de Pernambuco (UPE), além da Universidade Católica de Pernambuco (Unicap) e da Universidade Federal do Vale do São Francisco (Univasf). Foi criado, também, um conjunto de institutos de pesquisa, entre os quais, o Instituto de Tecnologia de Pernambuco (ITEP), o Laboratório Farmacêutico do Estado de Pernambuco Governador Miguel Arraes (Lafepe) e a Fundação de Hematologia e Hemoterapia de Pernambuco (Hemope), todos no âmbito estadual. Já nos anos de 1980, iniciativas públicas e privadas no campo da informática se somaram ao sistema de inovação em construção à época,

fornecendo o esteio para a posterior criação, nas décadas seguintes, do Centro de Estudos e Sistemas Avançados do Recife (Cesar), do Porto Digital e do Parque tecnológico de Eletroeletrônicos e Tecnologias Associadas do Estado de Pernambuco (Parqtel), bem como de institutos privados de inovação.

Pernambuco apresenta, assim, a peculiaridade de sediar iniciativas pioneiras de formação profissional que lhe conferem posição destacada na base de ciência e tecnologia implantada nos Estados brasileiros ao longo do século 20. Desde então, o governo estadual, em associação ao governo federal, nas áreas de educação superior e de ciência e tecnologia, vem contribuindo para a consolidação da capacidade de pesquisa pernambucana. Neste cenário, destacam-se no estado, também, oito institutos nacionais de ciência, tecnologia e inovação (INCT), cujo caráter multidisciplinar e de inserção em redes internacionais de pesquisa potencializa a interação desta unidade da Federação com a base produtiva.

No ambiente político institucional, o pioneirismo de Pernambuco é igualmente singular. Com a Constituição de 1988, que facultou aos Estados vincular receitas orçamentárias para dispêndios de Ciência e Tecnologia (C&T), Pernambuco avança na direção da construção de um sistema estadual de inovação, criando, no mesmo ano, a então Secretaria de Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco e, no ano seguinte, a Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (Facepe). Esta fundação de amparo à pesquisa pernambucana apresenta particularidades próprias desde o início, com indicação de investimentos também em segmentos econômicos

estratégicos para o desenvolvimento. Podem ser destacadas ações e iniciativas exitosas, como a consolidação do Porto Digital, os avanços na pós-graduação e a implementação de centros de educação superior e pesquisa no interior. Mais recentemente, destaca-se a formulação, em 2017, de uma Estratégia de Ciência, Tecnologia e Inovação para Pernambuco (ECTI 2017-2021), caracterizada por uma visão de futuro frente às transformações tecnológicas em curso e aos desafios globais e locais para um desenvolvimento sustentável e inclusivo. No entanto, a base científica e tecnológica que se logrou construir no Estado encontra dificuldades para estabelecer a desejada interação com o setor privado, particularmente a indústria, cuja demanda por conhecimento é potencialmente mais elevada entre os grandes setores de atividade econômica.

A distribuição territorial da indústria pernambucana, concentrada historicamente na região metropolitana do Recife, vem sendo intensificada pelos investimentos industriais mais recentes, apesar dos incentivos fiscais estaduais que favorecem a interiorização. Em sentido oposto, efeitos expressivos para a redução da participação da metrópole recifense no Produto Interno Bruto (PIB) estadual têm vindo de investimentos nos novos *campi* de universidades e institutos federais, implantados a partir de 2003. As cidades médias da rede urbana estadual apresentam taxas mais elevadas de crescimento populacional e dos PIB municipais, para o que contribui a população de docentes e estudantes atraída pelas unidades de ensino e pesquisa. Dessa forma, a consolidação da interiorização da base científica e tecnológica federal e estadual, implantada no período entre 2003 e 2018, merece atenção na análise da geografia

dos indicadores deste Boletim e da ECTI 2017/2021, inclusive por seus efeitos multiplicadores na dinâmica urbana de cidades do interior.

Nesse sentido, conforme evidenciado no Boletim Temático ora apresentado, as características de construção coletiva da ECTI 2017/2021 parecem conduzir a certa continuidade e ao aprimoramento de ações, especialmente no que diz respeito à promoção da inovação e à dimensão territorial da política, o que sugere uma orientação para o estabelecimento de uma atuação/política de Estado para o setor. Muitas das iniciativas mais recentes, ainda que inovadoras, a exemplo do Fundo de Inovação do Estado de Pernambuco (Fundo Inovar-PE), da agenda de conectividade e dos ambientes de inovação descentralizados, ainda necessitam de uma avaliação de resultados e impactos de forma a permitir um prognóstico mais adequado. Certamente que o horizonte temporal utilizado, no momento, pelo Boletim, precisaria ser ampliado para uma análise mais abrangente. É importante, no entanto, ressaltar a tentativa de continuidade de ações e atividades centrais ao desenvolvimento baseadas em CT&I.

Do mesmo modo, é de fundamental importância considerar que, enquanto a SECTI elabora a política, sua implementação se dá, principalmente, por meio da Facepe. Em magnitude de volume de recursos e diversidade de ações, é esta o agente da transformação. Compreender como a pós-graduação de Pernambuco não sucumbiu à penúria de recursos do governo federal ou, ainda, como se mantiveram os grandes programas de cooperação internacional e de interiorização e mesmo inovação, com prejuízos menores que os previstos, passa

por este órgão. É necessário, portanto, não se ater apenas a uma análise de âmbito das ações da SECTI, citando programas cujos impactos ainda não são realmente conhecidos. Mesmo a fixação de pesquisadores e técnicos no Estado, que passa pelas políticas definidas pela Secretaria, é uma iniciativa capitaneada pela Facepe.

Reiterando a importância da disponibilidade de dados confiáveis para a construção de políticas públicas, o esforço do Observatório para construir uma base de informações confiável permitirá aos gestores compreender fragilidades e oportunidades para avanços na área e suas interligações com o processo de desenvolvimento do Estado. Até o momento, as estatísticas oficiais se centravam fundamentalmente em indicadores de resultados imediatos, sem proporcionar uma análise mais aprofundada dos reais impactos. Para essa análise ser melhor realizada, entretanto, são necessários séries históricas e lapsos temporais que permitam a consolidação desses impactos, o que, talvez, ainda seja uma lacuna a ser coberta por trabalhos futuros. Do mesmo modo, até o momento, os dados de regionalização se atinham a indicadores tradicionais, sem um maior detalhamento para especificidades dos subespaços regionais ou mesmo para características peculiares de alguns deles. Nesse sentido, é importante ressaltar o papel de instâncias e instituições locais no levantamento, na disponibilização e atualização dos dados necessários. A análise do Observatório permite uma primeira abordagem e o panorama dos anos recentes, apresentado no Capítulo 3 deste Boletim, oferece subsídios para um primeiro ponto de vista.

Partindo de uma observação que, *a priori*, deve ser contextualizada e, talvez reformulada, esta primeira perspectiva se inspira no Plano Nacional de Desenvolvimento Regional que, ao definir escalas de interação, para facilitar as análises, segmenta Ciência, Tecnologia e Inovação de Educação e Qualificação Profissional. Em nosso País, em todas as Regiões, estas duas grandes áreas estão intimamente associadas, sendo impossível segmentá-las para um estudo adequado. Assim, para compreender os motivadores de desempenho da CT&I no Estado, o ideal é observar de forma articulada e conjunta os indicadores de desenvolvimento apresentados no Capítulo 1 deste Boletim com os indicadores acadêmicos do Capítulo 2.

Outro aspecto que pode ser aprofundado em trabalhos futuros é a própria regionalização. A proposta do OCTI é apresentar uma análise comparativa, mas não exaustiva, das diferentes unidades da Federação e, nesse contexto, não houve uma análise das profundas mudanças que vêm ocorrendo internamente a essas unidades. No caso de Pernambuco, para compreender o que vem ocorrendo em sub-regiões, como as polarizadas pelas cidades de Serra Talhada, Garanhuns, Salgueiro, Araripina, Petrolina e mesmo Caruaru, é importante analisar a interiorização de campi universitários e escolas técnicas mencionada anteriormente. Uma hipótese bem plausível é que a área do conhecimento tem sido fundamental para alterar a geografia econômica do Estado, mais que políticas tradicionais de desenvolvimento regional. Análises como essas podem ser realizadas e aprofundadas a partir de parcerias com instituições e organizações dos Estados, como esta em andamento com a SECTI/PE.

Por outro lado, o Boletim obteve uma boa base de dados individualizada, de pesquisadores e empresas e, neste sentido, produzir conteúdo sobre avanços nas instituições também traria informações importantes para a análise dos sistemas regionais de CT&I. Nos anos dois mil, houve forte avanço institucional, seja por meio da criação de novos estabelecimentos de ensino, pesquisa e inovação, seja pela consolidação de grupos de maior excelência, ou mesmo pela criação de centros tecnológicos por parte da iniciativa privada. Essa análise é importantíssima se o objetivo for conhecer melhor a dinâmica de articulação entre a área de conhecimento e a área de desenvolvimento. As especificidades locais parecem ganhar intensidade a partir da consolidação institucional das fundações estaduais que, mesmo com aportes menores de recursos próprios, passaram a ser cada vez mais parceiras de agências nacionais de fomento. É verdade que, em Pernambuco, a articulação do conhecimento com a área de desenvolvimento é ainda tênue, mas já podem ser notados indícios nessa direção, com as cadeias produtivas e os arranjos institucionais ressaltados no Capítulo 3, que podem ser complementados por dados e indicadores que lhes deem maior consistência.

O trabalho ressalta que a vinda de uma montadora automobilística modifica o perfil de exportações do Estado, principalmente no que tange ao grupo de estabelecimentos de Alta e Média Tecnologia. Parece uma informação muito relevante que precisa ser aprofundada,

considerando os dados da Pintec. Em primeiro lugar, convém entender a importância atual das exportações para a formação do PIB estadual, seu peso efetivo, assim como conhecer melhor a cadeia produtiva em que está inserida. É necessário, ainda, saber o que foi internalizado na estrutura produtiva do Estado e o que é montagem do que vem de fora, ou seja, o impacto que propiciou em termos de valor adicionado e competências tecnológicas, emprego e renda. Vale salientar que, com a vinda da montadora, foi anunciado que o Estado se transformaria num Centro Mundial de Desenvolvimento Tecnológico para a Empresa, o que parece não ter ocorrido.

No que diz respeito a micro estabelecimentos e Tecnologia da Informação (TI), vale um esforço para entender melhor esses impactos. Análises com base em dados da Relação Anual de Informações Sociais (Rais) do Ministério do Trabalho e Previdência vêm evidenciando que Pernambuco tem se destacado na criação de novos empreendimentos no setor de TI, mas a idade média desses empreendimentos tem mostrado que também é elevada sua taxa de mortalidade. Por outro lado, estudos sobre o setor têm adotado classificação já consolidada (ROSELINO, 2006) que convém ser aqui considerada para a complementação dos dados apresentados.

Quanto às áreas acadêmicas prioritárias, seria importante uma análise mais aprofundada das razões para a visível dissociação de suas dinâmicas com a da apontada na formulação dos planos

de desenvolvimento estadual. Tentar explicar as razões pelas quais o segmento ainda não deu sua potencial contribuição para a reversão do perfil econômico do Estado é missão importante para os estudiosos da área e para a gestão do desenvolvimento econômico de Pernambuco. Talvez, novos indicadores precisem ser estruturados com este fim.

Finalmente, outro ponto importante a ser aprofundado é a temporalidade da base de dados. A maioria dos dados disponibilizados no momento refere-se ao ano de 2017, a parte de 2019 e a algumas análises comparativas entre estes dois anos e 2020, podendo, portanto, ainda não apresentar as informações sobre os problemas crescentes ocasionados pela pandemia de covid-19 durante os anos de 2021 e 2022. É importante abordar, nas próximas ações do Observatório, a mudança de lógica deste período de ruptura para áreas fins e outras áreas do desenvolvimento estadual.

Compreendendo que a missão do Observatório inclui a atualização da base de dados, a continuidade do trabalho constitui-se em contribuição das mais relevantes para a análise e elaboração de política pública de CT&I, bem como das demais políticas estaduais.

Um trabalho que traz tantas inquietações, sem dúvida, é uma contribuição relevante para a área. Novos trabalhos nele se inspirarão, avançando no sentido de incorporar efetivamente o conhecimento nas agendas pública e privada, cobrindo lacunas encontradas neste esforço inicial.

II - Panorama da produção científica de Pernambuco indexada na Plataforma *Web of Science* (WoS) (2017-2021)

21

O Observatório de Ciência, Tecnologia e Inovação (OCTI/CGEE), em parceria com a Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação do Estado de Pernambuco (SECTI/PE), apresenta, nesta seção, uma análise do panorama da produção científica com participação de instituições pernambucanas indexadas na Plataforma *Web of Science* (WoS).

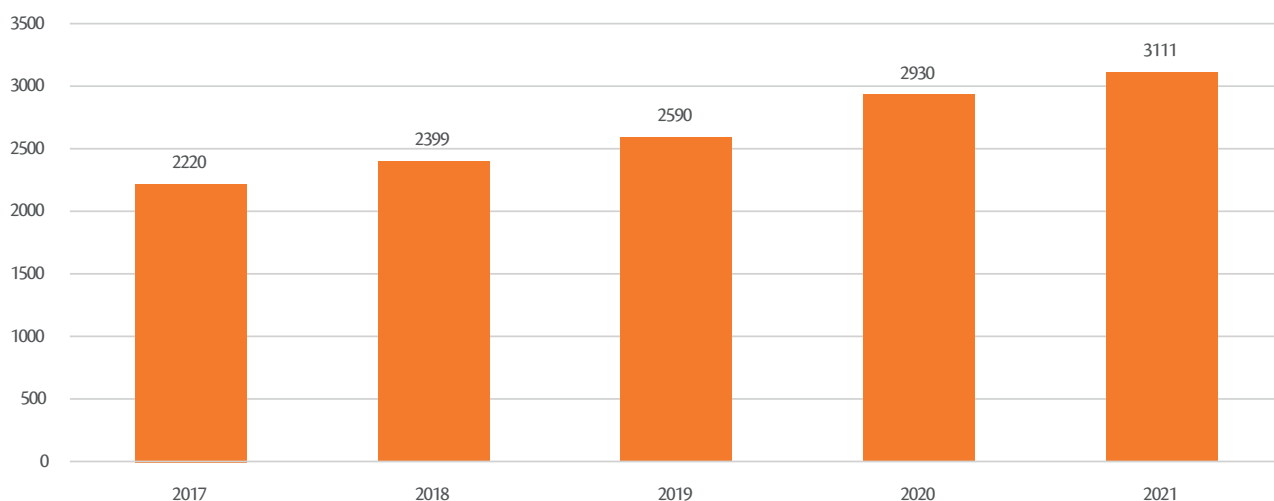
Sem a pretensão de fazer um levantamento censitário sobre as

publicações do Estado, o objetivo deste Capítulo é contribuir para a melhor compreensão sobre as principais características da produção do conhecimento em Pernambuco, sua especialização temática e suas principais colaborações.

O panorama contempla um volume de produções científicas com participações exclusivas de atores instalados nas instituições locais, mas, também,

agrega pesquisas realizadas em âmbito de colaborações interestadual e internacional. A coleção analisada foi extraída em julho de 2022, como foco apenas em artigos científicos, e acumulou um total de 13.663⁹ publicações. A análise foi feita no período de cinco anos, contemplando o ciclo de 2017 a 2021, como mostra o Gráfico 16.

Gráfico 16: Distribuição das publicações científicas com participação de instituições localizadas em Pernambuco, por ano (2017-2021)



Fonte: Plataforma *Web of Science* (WoS).

Para a obtenção destes dados, o OCTI se pautou pela construção de um conjunto de filtros, realizada no campo de instituição de cada artigo, baseada nas

principais universidades pernambucanas listadas em documentos estratégicos do Estado¹⁰. De forma comparada, a produção científica com a participação

de Pernambuco cresceu 6,2% de 2020 para 2021 e a produção brasileira total apresentou crescimento aproximado de 2% entre os mesmos anos.

9 413 desse total de artigos foram demarcados como acesso antecipado e, portanto, não figuram na distribuição por anos do Gráfico 16.

10 Os filtros foram selecionados a partir da Estratégia de Ciência, Tecnologia e Inovação para Pernambuco (2017-2022), contemplando instituições como: UFPE, UFRPE, Univasf, UPE, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco (Ufape) e Unicap. Pesquisas de índice foram realizadas, com apoio da infraestrutura da *Web of Science*, para adicionar mais instituições instaladas no Estado de Pernambuco.

Diagrama estratégico da pesquisa científica de Pernambuco (2020 a 2021)

O Observatório tem desenvolvido um conjunto de instrumentos e métodos para identificar padrões e tendências de pesquisa em grandes volumes dados. Entre as metodologias desenvolvidas e utilizadas pelo OCTI, figura o diagrama estratégico, desenvolvido por Cobo, López-Herrera, Herrera-Viedma e Herrera (2011), que detecta e classifica os agrupamentos temáticos dos artigos coletados, mediante dois eixos: um *horizontal* (métrica de densidade) e outro *vertical* (métrica de centralidade). A métrica de densidade calcula a força dos laços internos de coocorrência, entre

todas as palavras-chave, que descrevem cada agrupamento previamente detectado de publicações científicas. Por sua vez, a métrica de centralidade fornece informações de como o agrupamento se posiciona em relação aos demais, identificando se diz respeito a um tema mais central, que se liga a outros temas, ou mais periférico. Ambas as métricas permitem classificar os conjuntos de produção científica a partir de suas características temáticas, com o objetivo de identificar aspectos importantes sobre os principais interesses compartilhados e seu crescimento ao longo do tempo.

A Figura 1 apresenta o diagrama estratégico gerado a partir dos artigos científicos, publicados no recorte de 2020 e 2021, com participação de pelo menos um pesquisador vinculado a uma instituição localizada em Pernambuco. Os quatro quadrantes do diagrama indicam, conforme o posicionamento dos agrupamentos e a variação das métricas correspondentes, aqueles temas considerados mais estruturantes, transversais, de nicho e/ou especializados e aqueles declinantes ou com potencial de ascensão.

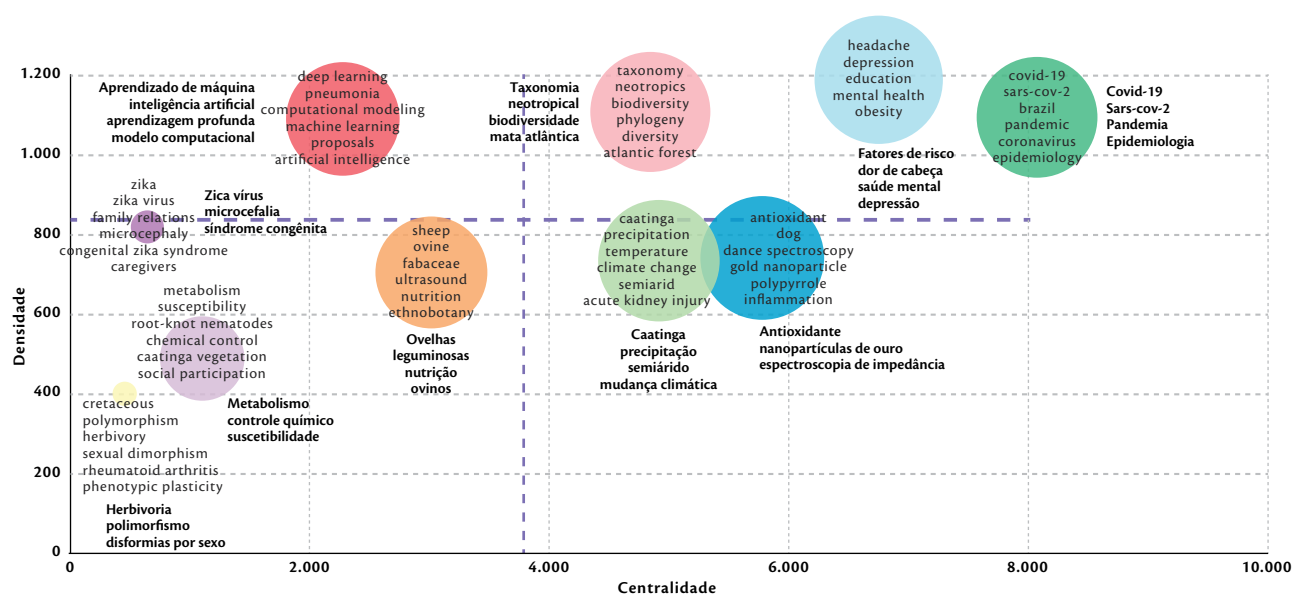


Figura 1 - Diagrama estratégico das publicações científicas com participação de instituições localizadas em Pernambuco (2020 a 2021)

Fonte: Elaboração da equipe do OCTI com base em dados da WoS.

Por meio dessa técnica de prospecção de agrupamentos temáticos, foram identificadas as principais forças temáticas na produção científica pernambucana, para o recorte de 2020 e 2021, na base da *Web of Science*, como elencado a seguir.

- **Temas estruturantes:** Posicionados no quadrante superior direito, os agrupamentos temáticos, nesta região da distribuição, têm alta densidade e centralidade temática, sendo considerados, portanto, como temas motores dentro da coleção analisada.
 - **Agrupamento verde-escuro:** Pesquisas sobre a pandemia, aspectos epidemiológicos gerais e o comportamento das variações de covid-19;
 - **Agrupamento azul-claro:** Pesquisas sobre saúde mental, depressão e fatores de riscos correlatos;
 - **Agrupamento rosa:** Estudos sobre ecossistemas ambientais, como Mata Atlântica, análises de biodiversidade e estudos de taxonomia.

- **Temas transversais:** Presentes no quadrante inferior direito (alta centralidade e baixa densidade), os agrupamentos presentes possuem temas que perpassam por outras linhas de pesquisa, sendo considerados transversais e multidisciplinares para a pesquisa do Estado.
 - **Agrupamento verde-claro:** Pesquisas sobre ecossistemas locais, como Caatinga, Semiárido e mudança climática;
 - **Agrupamento azul-escuro:** Pesquisas com recorte em nanopartículas, bem como outras abordagens, como médicas, com foco em processos inflamatórios.

- **Temas de nicho:** No quadrante superior esquerdo, os agrupamentos possuem temas muito específicos e coesos entre eles (alta densidade) e são considerados de nicho, não compartilhando muitos laços com outros temas (baixa centralidade).
 - **Agrupamento vermelho:** Investigações com uso de aprendizado de máquina, inteligência artificial e modelagem computacional;
 - **Agrupamento roxo (transição até o quadrante inferior):** Estudos médicos sobre Zika vírus e microcefalia.

- **Temas emergentes/declinantes:** São temas que possuem baixa densidade e centralidade e podem ser considerados como emergentes, ou seja, temas com possível tendência de crescimento nas pesquisas mais recentes. A distinção entre temas emergentes e declinantes só pode ser feita com apoio de análise temporal, quando as temáticas migram nos quadrantes do diagrama, indicando movimento de crescimento ou retração de pesquisa. Abaixo, são apresentados temas potencialmente emergentes no Estado.
 - **Agrupamento laranja:** Estudos sobre pecuária e suas aplicações, como em criação de ovelhas - Pernambuco é o terceiro maior Estado em número de rebanho de ovinos, de acordo com IBGE (2018) - e nutrição animal aplicada à performance no complexo agro;
 - **Agrupamento lilás:** Pesquisas sobre controle químico em solos agrícolas e pesquisas sobre processos do metabolismo humano;
 - **Agrupamento amarelo:** Análises sobre plasticidade fenotípica e alimentação herbívora.

Distribuição por áreas de pesquisa da *Web of Science*

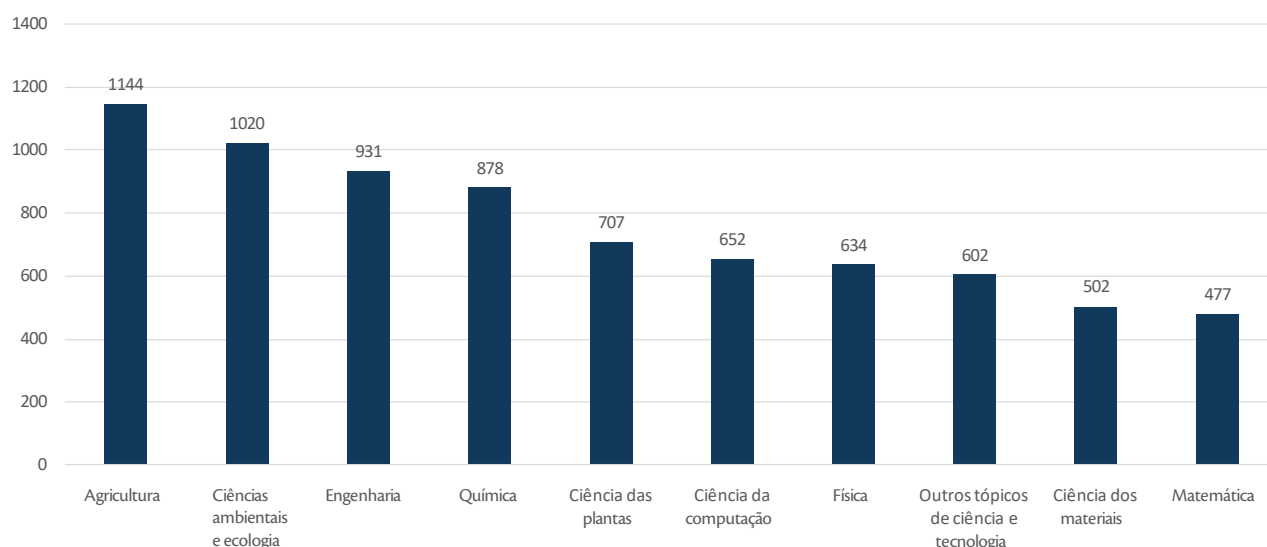
24

Os artigos científicos levantados para este estudo mostram a pesquisa realizada tanto a partir de produções exclusivamente de instituições localizadas no Estado de Pernambuco quanto de colaborações oriundas de outros Estados ou mesmo países. Considerando as áreas de pesquisa segundo a classificação da *Web of Science* (2020), os temas estudados nestes artigos mostram uma importante ênfase em áreas como Agricultura, Ciências ambientais e Engenharias ocupando, respectivamente,

os três primeiros lugares no *ranking* apresentado no Gráfico 17. Áreas como Química e Ciência das Plantas ocupam, respectivamente, quarto e quinto lugares no *ranking* das principais áreas de pesquisa, segundo o volume total de artigos científicos de Pernambuco. Na produção exclusivamente nacional, com participação de Pernambuco, destacam-se as áreas de Química (assume segunda posição no *ranking*) e Veterinária (ocupa sétima posição).

No comparativo com dados nacionais, Pernambuco exibe uma maior dedicação em Agricultura, principal área de pesquisa dos artigos do Estado que, no *ranking* brasileiro, com o total de artigos no País, figura em terceira posição, conforme dados apresentados no Boletim Anual 2021 do OCTI (CGEE, 2022). Ciência da Computação, área que ocupa a décima primeira posição no *ranking* brasileiro, em Pernambuco assume a sexta posição, indicando uma forte contribuição do Estado nessa área de pesquisa.

Gráfico 17: Ranking de áreas de pesquisa, por volume de artigos indexados, com atuação de instituições alocadas em Pernambuco (2017-2021)



Fonte: Elaboração da equipe do OCTI com base em dados da WoS.

Figura 2 - Nuvem de palavras-chaves de pesquisas com menção a covid-19 na produção com participação de Pernambuco (2017-2021)

Pernambuco também possui um conjunto de pesquisas científicas dedicadas ao tema da pandemia de covid-19 no Brasil. Com 228 artigos indexados na *Web of Science*, entre os anos analisados, os pesquisadores apresentaram trabalhos em temas estratégicos, como: em avaliações da dificuldades do ensino remoto durante o distanciamento social, em estudos sobre o cruzamento da doença nos diagnósticos de hanseníase no Nordeste, na investigação sobre a intersecção do vírus em doenças pediátricas, sobre a situação da oferta

Um dos destaques dessas pesquisas figura na colaboração entre a Universidade Federal de Sergipe, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Universidade Federal de Alagoas e a Faculdade de Medicina Tropical de Liverpool, sobre a queda da vacinação pediátrica ocasionada, por exemplo, por medidas de prevenção, como o isolamento social, adotadas em razão do enfrentamento à pandemia. Parte dessa queda, segundo os estudos levantados, foi mitigada pelo reforço dos processos de vacinação de crianças nas diferentes regiões brasileiras.

Panorama temático da rede de artigos com participação pernambucana (2017-2021)

Com o objetivo de compreender o quadro geral das publicações com participação de, ao menos, um autor vinculado a uma instituição pernambucana, o OCTI empregou diferentes técnicas para melhor observar fenômenos sobre a produção científica do Estado. A partir dos artigos extraídos, o Observatório gerou uma rede de similaridade semântica a fim de destacar os principais *interesses da pesquisa* com participação pernambucana. A técnica é amplamente utilizada pelo OCTI no desenvolvimento de estudos panorâmicos sobre a ciência, tanto no

âmbito institucional quanto regional, no País e no mundo. A rede de similaridade semântica identifica agrupamentos temáticos, que são subconjuntos de produções científicas, cuja frequência dos termos extraídos dos resumos e dos títulos compõe fortes relações de proximidade contextual, constituindo um *cluster*. Esses agrupamentos permitem revelar, no interior da rede, além de temas específicos, temas transversais que podem envolver diferentes áreas de pesquisa da WoS, apontando para tendências na produção científica analisada.

Para compreender como as **maiores áreas de pesquisa** se organizam no panorama da pesquisa pernambucana, são apresentadas as nuvens das palavras-chaves mais usadas nesses cinco anos analisados e a sua morfologia em rede, indicando os **principais agrupamentos** (*clusters*), por cada área, no conjunto de relações de similaridade semântica da rede. Ao total, foram reconhecidas 32.796 *relações* entre as publicações levantadas, indicando forte convergência de interesses de pesquisa.



Cada nó – ou ponto – da rede exibida na Figura 3 representa uma publicação científica com participação de instituições de Pernambuco. As cores sinalizam agrupamentos temáticos, identificados pela similaridade textual de seus resumos e títulos. Revelam, portanto, os **domínios de pesquisa** que organizam a publicação analisada.

Figura 3 - Rede semântica das publicações com participação de Pernambuco (2017-2021)

Fonte: Elaboração da equipe do OCTI com base em dados da WoS.

Agricultura (2017-2021)

Na área indexada de **Agricultura**, com 1.144 artigos publicados, os estudos estão voltados, principalmente, para os ecossistemas do *Semiárido* e da *Caatinga*. Em ambos os focos, são

observadas pesquisas sobre **salinidade**, compactação e **qualidade do solo e geostatística**. Além de menções sobre processos agrícolas, a pesquisa também indica um volume de produções com

abordagens sobre caracterizações biofísicas das terras, performance e digestibilidade na pecuária e estudos sobre taxonomia e conservação ambiental.

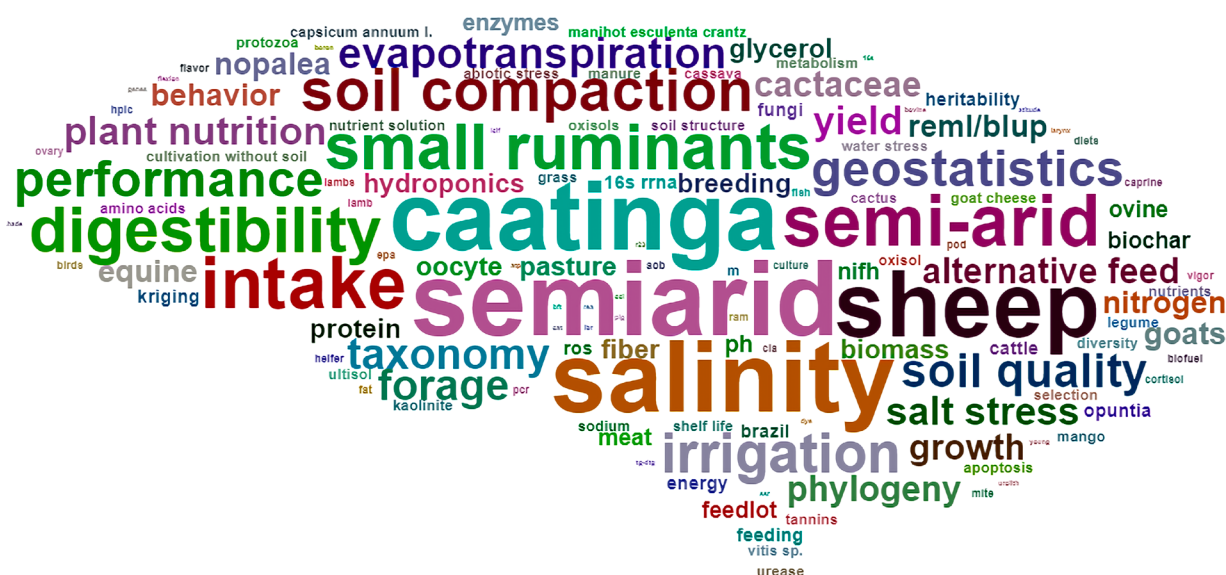


Figura 4 - Nuvem de palavras-chaves indexadas em artigos na área de Agricultura (2017-2021)

Fonte: Elaboração da equipe do OCTI com base em dados da WoS.



Nos agrupamentos temáticos, são observadas especializações sobre: (i) **complexo agropecuário e sistemas de alimentação humana e animal**, com pesquisas sobre culturas agrícolas, pastejo, adubação e oferta agrícola; (ii) **sistemas de irrigação e deficiências hídricas**, com pesquisas em diferentes cultivos, focadas na análise de genótipos tolerantes a estresse abiótico; e (iii) **qualidade do solo**, recuperação ambiental e terras raras nos solos nordestinos.

Figura 5 - Distribuição de artigos de Agricultura na rede (2017-2021)

Elaboração da equipe do OCTI com base em dados da WoS.

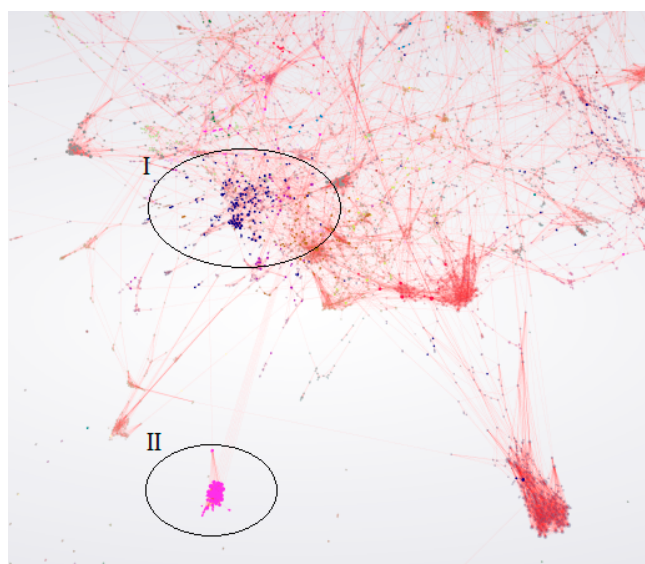
A área de Ciências Ambientais e Ecologia apresenta 1.020 artigos científicos nos cinco anos analisados. Aspectos sobre a **biodiversidade nordestina** são centrais para este agrupamento

temático, que aponta, ainda, o interesse de pesquisadores das instituições pernambucanas em pesquisas sobre os diferentes biomas brasileiros, por meio de grandes redes interestaduais

de colaboração científica. Preocupações sobre as mudanças climáticas também marcam essa área de pesquisa.



Fonte: Elaboração da equipe do OCTI com base em dados da WoS.



Nos agrupamentos temáticos desta área de pesquisa, são observadas especializações sobre: (i) **Caatinga e sua biodiversidade**, com foco em conservação e análises de perda de *habitat*; (ii) **vulnerabilidade hídrica e poluição**, com foco em pesquisas sobre eutrofização e biorremediação; e (iii) **mudanças climáticas**, com abordagens sobre ecologia alimentar, acidificação de oceanos e monitoramento da fauna.

Elaboração da equipe do OCTI com base em dados da WoS.

O que representam os círculos em cada área?

Na rede analisada, cada agrupamento é representado por uma cor, indicando a formação de um grupo temático. Este grupo temático aponta para importantes especializações de pesquisa, aproximadas pelo uso semântico em seus resumos e títulos.

Em cada área apresentada, a figura indica a distribuição dos seus artigos nos grupos, apontando para concentrações temáticas da área em diferentes agrupamentos temáticos. Estes grupos são brevemente detalhados em cada bloco.

Engenharia (2017-2021)

Em **Engenharia** área agregada para as diferentes aplicações desse segmento¹¹, pela *Web of Science*, as pesquisas envolvem fortemente aplicações em computação e *software*, com ênfase

em *deep learning* e *machine learning*. As pesquisas também são caracterizadas pelo avanço da Inteligência Artificial; pelo uso da *Internet das Coisas*; e *computação em nuvem*. Há, ainda, uma parte das

pesquisas direcionada aos estudos de materiais: *adsorção*; e *processos de oxidação* são os termos mais relevantes.

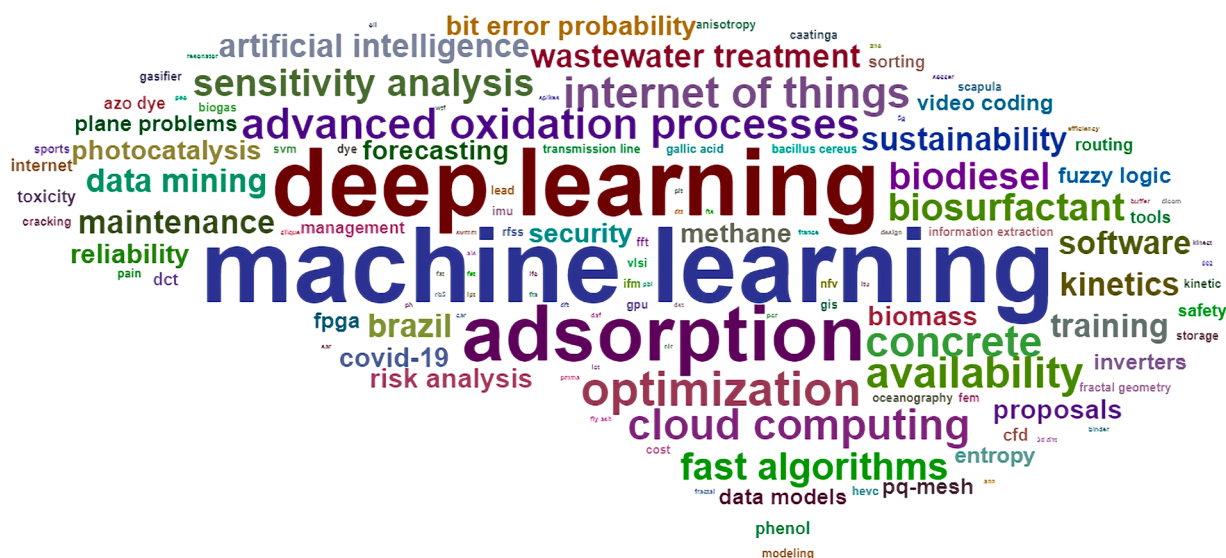
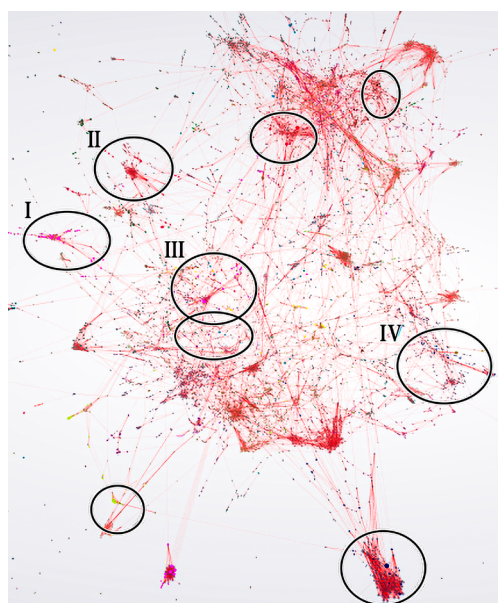


Figura 8 - Nuvem de palavras-chaves indexadas em artigos na área de Engenharias (2017-2021)

Fonte: Elaboração da equipe do OCTI com base em dados da WoS.

11 A base da *Web of Science* indexa, na área de Engenharia, subáreas como Engenharia Elétrica, Engenharia Química, Engenharia Ambiental, Engenharia Mecânica, Engenharia Biomédica, Engenharia Civil, Engenharia de Oceanos, entre outras.



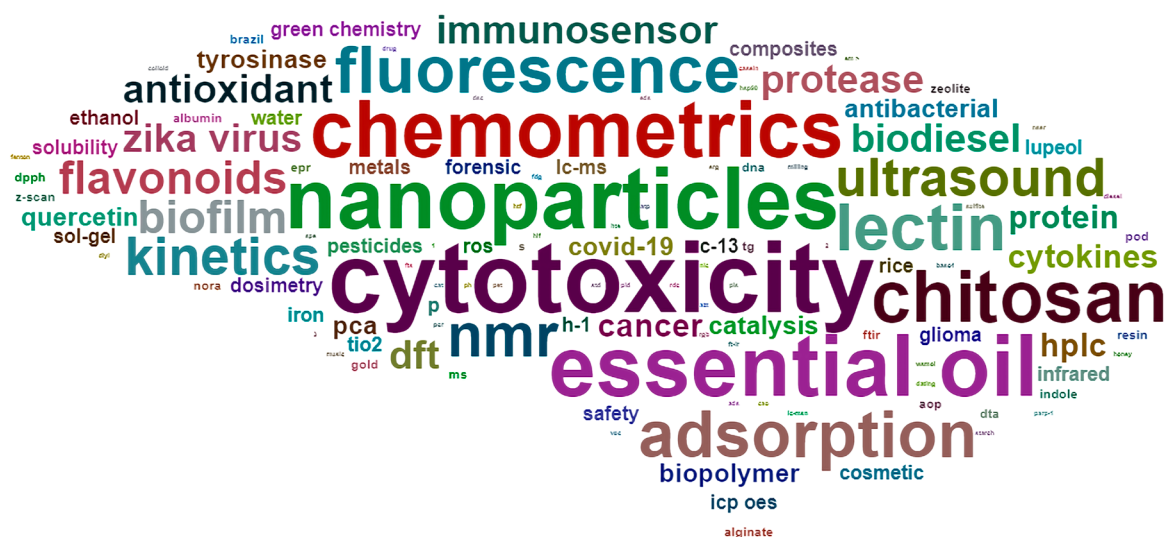
Fonte: Elaboração da equipe do OCTI com base em dados da WoS.

Nos agrupamentos temáticos indicados na Figura 9, são múltiplas as aplicações e especializações, dentre elas: (i) **aplicações em nuvem e Internet das Coisas**; (ii) **microestrutura, novos materiais e design**; (iii) **redes neurais, modelos de predição e aplicações energéticas**; e (iv) **eletrodeposição, biocorrosão, desgaste** e outros objetos. Processos de otimização, uso de algoritmos e sustentabilidade também surgem entre as temáticas abordadas.

Com 878 produções científicas, a área figura em quinta posição no *ranking*, segundo o número de artigos com participação de instituições do Estado

de Pernambuco. A área apresenta forte indexação para temas como adsorção, nanopartículas, quimiometria, atividade antimicrobiana,

luminescência e citotoxicidade, registrando uma taxa de 27% de colaboração internacional.



Fonte: Elaboração da equipe do OCTI com base em dados da WoS.

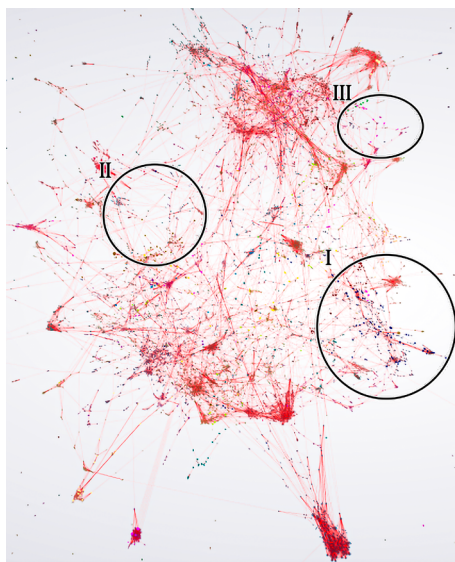


Figura 11 - Distribuição de artigos de Química na rede (2017-2021)

Fonte: Elaboração da equipe do OCTI com base em dados da WoS.

Nos mais importantes agrupamentos temáticos identificados, as principais especializações temáticas observadas são: (i) **controle biológico**, com avaliação antibacteriana e inseticidas; (ii) estudos sobre **fotoluminescência, polímeros e nanoestruturas**; e (iii) no **segmento farmacêutico**, com diferentes ênfases em doenças, como as negligenciadas e arboviroses.

Colaboração internacional total

A produção pernambucana analisada apresenta taxa de colaboração internacional¹², para os cinco anos

analisados, de forma acumulada, de 29,8%. Na análise desagregada, a taxa

variou de 27,5% em 2018 para alcançar 30,5% no ano de 2021.

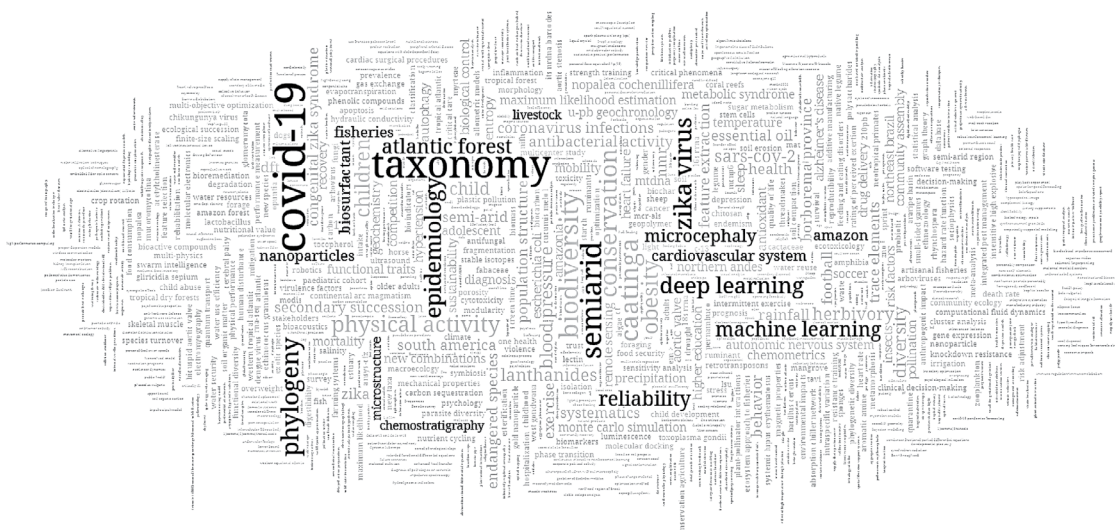


Figura 12 - Nuvem de palavras-chaves indexadas em artigos na área de Engenharias (2017-2021)

Fonte: Elaboração da equipe do OCTI com base em dados da WoS.

12 Sua medida é dada pela divisão entre o número de artigos coletados com participação de instituições de outros países pelo número total de publicações com participação do Estado de Pernambuco.

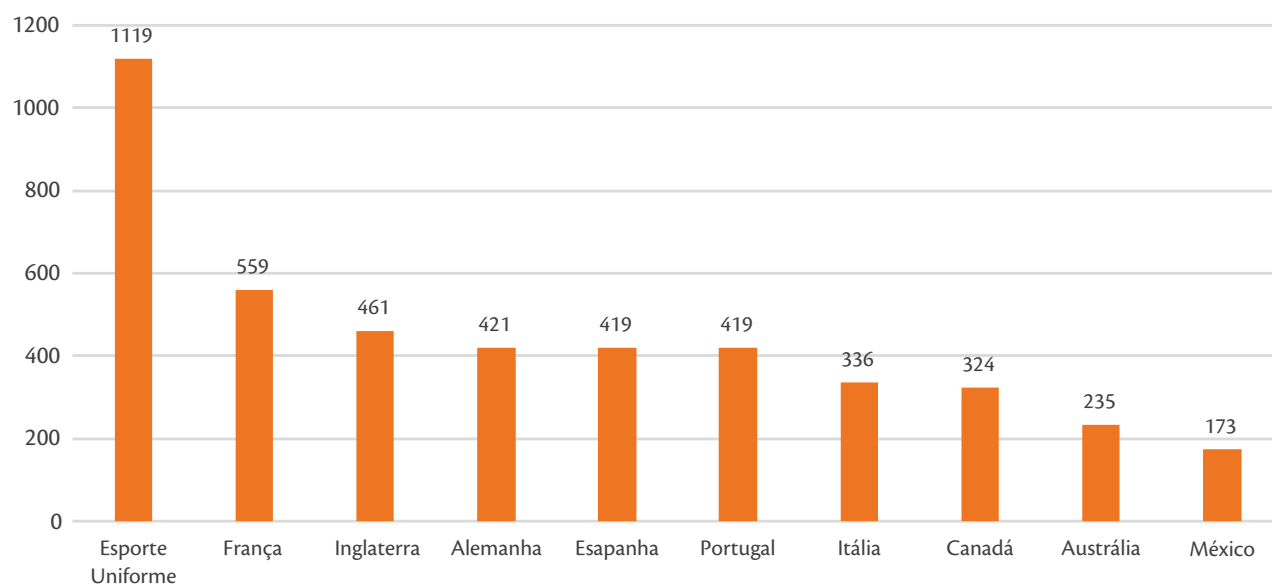
Entre os temas de colaboração científica, considerando, por exemplo, apenas o ano de 2021, o OCTI identificou agendas de pesquisa na área de saúde com foco em estudos sobre o vírus da Zika e sua associação com microcefalia, pesquisas médicas sobre pressão sanguínea, retinopatia, epidemiologia e aplicações de nanotecnologia na biomedicina. Também identificou publicações com foco ambiental, como em trabalhos

colaborativos sobre a Amazônia, Mata Atlântica e a biodiversidade no Semiárido. Por fim, estudos realizados com pesquisadores de outras instituições internacionais abordaram a temática da agropecuária e pesca, com pesquisas sobre criação de gado e de diferentes espécies de peixes.

Destacam-se, entre os trabalhos mais recentes, nesse arranjo de diferentes

países, pesquisas sobre: novas taxonomias do Semiárido; prevalência de hipertrofia adenoideana em crianças com microcefalia relacionada ao Zika; exposição pré-natal das crianças; homogeneização das faunas de ilhas florestais; técnicas do aumento da produtividade de cultivo de feijão adaptado para região seca; e a criação de biossensores nanoestruturados.

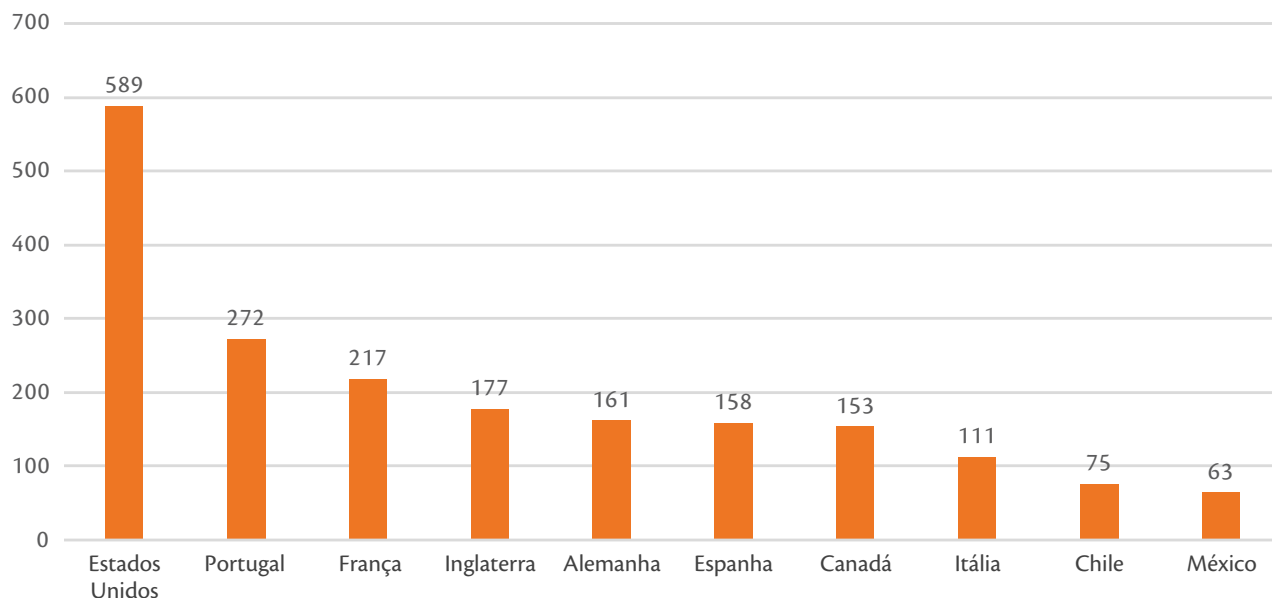
Gráfico 18: Ranking de países pelo volume de produção em colaboração com Pernambuco (2017-2021, WoS)



Fonte: Elaboração da equipe do OCTI com base em dados da WoS.

Colaboração bilateral internacional

Gráfico 19: *Ranking de países pelo volume de produção em colaboração apenas do tipo bilateral com Pernambuco (2017-2021, WoS)*



Fonte: Elaboração da equipe do OCTI com base em dados da WoS.

Taxa de proporção da colaboração internacional bilateral *versus* colaboração internacional total

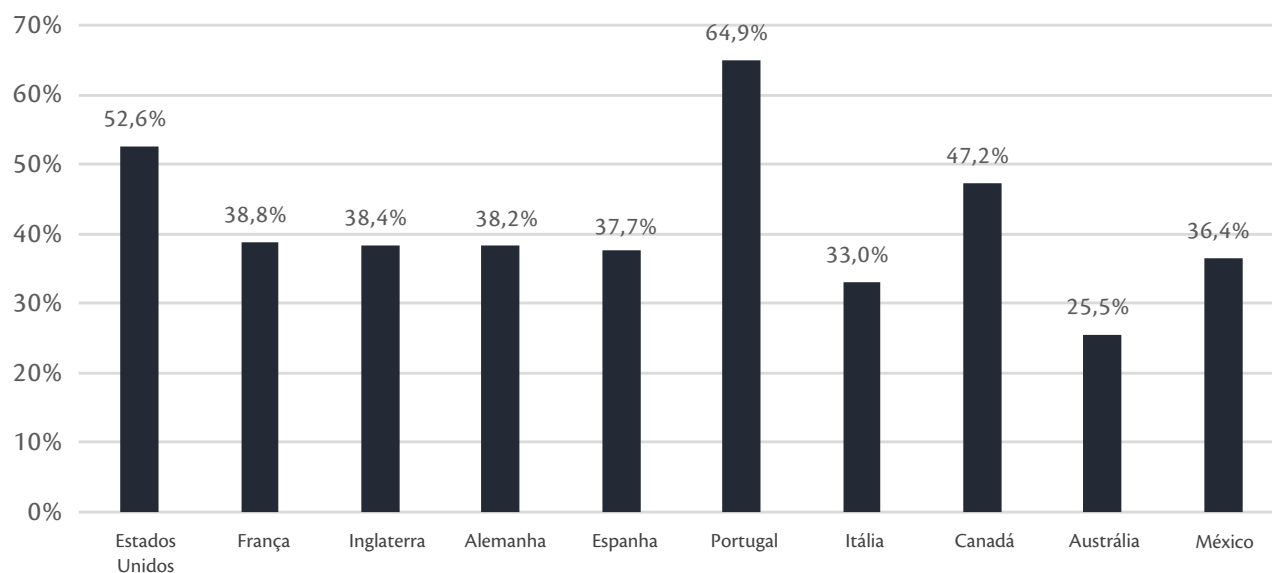
Na comparação entre a quantidade total da colaboração internacional e a quantidade específica de colaboração bilateral, isto é, quando a colaboração é realizada entre dois países apenas, destaca-se a colaboração da produção pernambucana com Portugal. Aproximadamente 65% de toda publicação feita em colaboração internacional com este País é bilateral, ou seja, sem outros países participantes. Esta discriminação é interessante por diferenciar as colaborações maiores, geralmente em rede com múltiplos

países, daquelas feitas em parcerias mais locais, com a presença apenas do Brasil (e no caso, de Pernambuco também) e de instituições de apenas um outro país.

No volume de artigos analisados, a presença da colaboração norte-americana em pesquisas com participação de Pernambuco reforça dados nacionais, que indicam os EUA como os principais parceiros do Brasil (OCTI, 2021). Nesta mesma direção, mesmo que o número de colaborações com França, Inglaterra,

Alemanha e Espanha seja maior que aquela realizada com Portugal, os dados sobre colaboração bilateral revelam que, quando Pernambuco colabora com estes países, geralmente, a cooperação envolve um conglomerado de países em uma mesma publicação científica. Importante destacar que o Chile não figura entre os dez países com maior volume de artigos em parceria com Pernambuco, mas ocupa a nona posição no *ranking* de países por colaboração bilateral.

Gráfico 20: *Ranking de países pela fração de colaborações internacionais bilaterais com Pernambuco (2017-2021, WoS)*



Fonte: Elaboração da equipe do OCTI com base em dados da WoS.

Índice de Especialização

Diariamente, a *Web of Science* (WoS) recebe inúmeros artigos científicos provenientes de todos os países e em diversas categorizações de assuntos. Essas categorias, como mencionado ao longo deste Capítulo, ganham o nome de *áreas de pesquisa*, que são agrupadas em cinco *grandes categorias*: **Artes e humanidades** (14 áreas); **Ciências da vida e biomedicina** (75 áreas); **Ciências físicas** (17 áreas); **Ciências sociais** (25 áreas); e **Tecnologia**¹³ (21 áreas). Todo

periódico coberto pela base é atribuído a pelo menos uma área. De forma rotineira, os periódicos abrangem mais de uma área de pesquisa, possuindo, às vezes, mais que três registros.

A partir dessa classificação, em cada recorte de pesquisa, é possível medir a intensidade de esforço que cada país ou região aloca em uma área de pesquisa, com o cálculo do *Índice de Especialização*. Esse índice é a razão da

fração da produção científica de uma determinado região, em uma área de pesquisa, de um determinado período, sobre a fração da produção, dessa mesma área de pesquisa, de seu respectivo país.

Para fins de análise detalhada dos artigos científicos considerados como produção do Estado de Pernambuco, as relações do cálculo foram modificadas como demonstrado na equação a seguir.

$$i = \frac{\left(\frac{\text{produção de uma área de pesquisa em Pernambuco}}{\text{produção total de Pernambuco}} \right)}{\left(\frac{\text{produção de uma área de pesquisa no Brasil}}{\text{produção total do Brasil}} \right)}$$

13 https://images.webofknowledge.com/WOKRS519B3/help/pt_BR/WOS/hp_research_areas_easca.html. Acesse o link para conferir quais áreas estão incorporadas às cinco grandes categorias.

A interpretação desse índice se dá em três categorias:

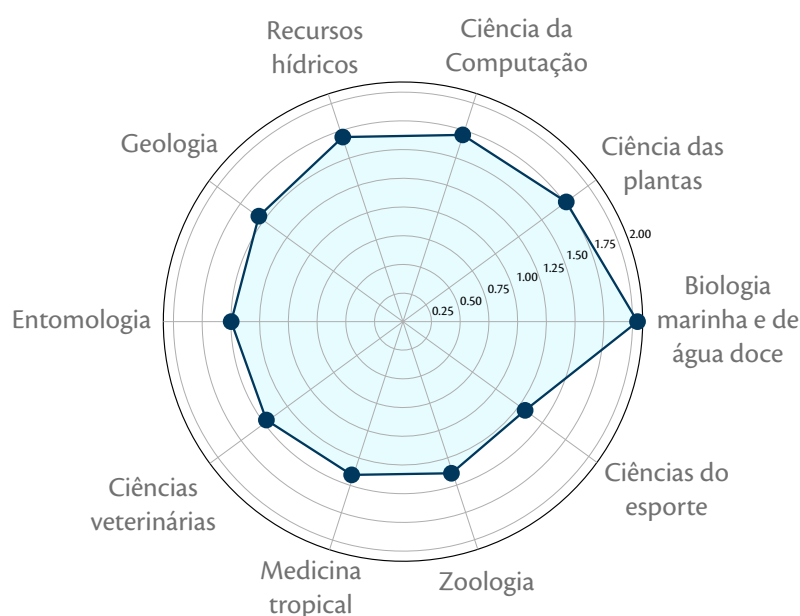
- $i < 1$: a produção científica daquela área em Pernambuco é menos concentrada que a produção média brasileira;
- $i = 1$: a produção brasileira e de Pernambuco concentram a mesma equivalência de esforços naquela área de pesquisa; ou
- $i > 1$: a produção científica naquela área de pesquisa é mais concentrada em Pernambuco que no Brasil.

O Gráfico 21 expõe a seleção Top 10 de áreas de pesquisa, dentre as 50 maiores no Brasil, que tiveram os maiores índices de especialização para a pesquisa com

participação de Pernambuco, no período de 2017 a 2021. O referido Gráfico radar identifica a distribuição dos índices das principais áreas de especialização de

Pernambuco. Na sequência, a Tabela 1 apresenta o descritivo numérico dos valores de cada uma.

Gráfico 21: Radar com índices de especialização das Top 10 áreas de pesquisa em Pernambuco



Fonte: Elaboração própria.

Tabela 1 - Índices de especialização das Top 10 áreas de pesquisa em Pernambuco

Área de pesquisa	Índice de Especialização
Biologia marinha e de água doce	2,06
Ciências das plantas	1,77
Ciência da computação	1,71
Recursos hídricos	1,69
Geologia	1,55
Entomologia	1,50
Ciências veterinárias	1,47
Medicina tropical	1,42
Zoologia	1,40
Ciências do esporte	1,33

Fonte: Elaboração própria.

O radar do Gráfico 21 revela que, apesar da produção de Pernambuco ser caracterizada pelo extenso volume de artigos em áreas como Química, Agricultura e Engenharias, outras áreas ganham destaque com o Índice de Especialização. Entre elas, figuram as áreas de: Biologia marinha, com produção duas vezes maior que a proporção brasileira para a área, nos cinco anos analisados; Ciência das Plantas e Ciência da Computação (com proporções 70% maiores que a proporção nacional para ambas as áreas); Recursos hídricos; Geologia; e Entomologia. Para completar o *ranking*, figuram as áreas de Ciência Veterinárias, Medicina Tropical, Zoologia e Ciência do Esporte.

De acordo com o Boletim Anual do Observatório de Ciência, Tecnologia e Inovação de 2021 (OCTI, 2022), os índices de especialização nacional, em comparação com as proporções mundiais nas diferentes áreas de pesquisa, revelam algumas convergências e oportunidades para a pesquisa de Pernambuco e do País. Enquanto as áreas de Ciências Veterinárias, Zoologia, Biologia Marinha e Entomologia ocorrem entre as mais especializadas, tanto nacionalmente quanto para o Estado de Pernambuco, indicando forte sustentação de pesquisa na Região, Pernambuco se destaca nas áreas de **Ciência da Computação, Recursos Hídricos, Geologia e Ciência das Plantas**. Nestas áreas, Pernambuco

ocupa um lugar de relevância para a pesquisa brasileira e incentivos em seus principais temas de pesquisa podem acelerar a participação nacional no *ranking* mundial.

São, portanto, janelas de oportunidade para os próximos ciclos de investimento em Ciência e Tecnologia (C&T) no Estado. No mesmo sentido, algumas áreas mais especializadas do País ainda não figuram entre as maiores especializações do Estado, como *Odontologia e Agricultura*, o que pode fundamentar novos aportes de políticas públicas para a pesquisa local, aproveitando da formação e/ou do fortalecimento de redes com outros Estados do País.

Considerações sobre o panorama da produção científica de Pernambuco

Com este panorama da pesquisa com participação de instituições de Pernambuco, o Observatório de Ciência, Tecnologia e Inovação (OCTI/CGEE) buscou levantar informações e evidências sobre a formação do ambiente de pesquisa do Estado, a partir de publicações tanto exclusivas quanto em colaboração com outros Estados brasileiros e países. Os resultados alcançados indicaram que Pernambuco possui um amplo conjunto de especializações em andamento, quando observada somente a produção indexada na *Web of Science*. Certamente, novos esforços de ampliação de bases, como a Plataforma Lattes, do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), podem produzir novos *insights* relevantes para este

debate. Este Capítulo é apenas uma contribuição nessa direção.

As especializações identificadas aqui sugerem fortes interesses dos pesquisadores em temas do campo agrícola e da pecuária; em desafios do Semiárido e de seu ecossistema ambiental; na conservação da fauna e flora, tanto local quanto em outros biomas nacionais; no avanço de estudos médicos, com ênfase nas arboviroses e no enfrentamento da covid-19; no avanço dos estudos sobre novos materiais; em aplicações digitais nas Engenharias, como *deep learning*; entre outros temas. Estas redes de pesquisa são formadas tanto com parcerias regionais, entre Estados brasileiros, quanto internacionais. Pernambuco segue o padrão nacional de dedicar um terço da sua pesquisa

para a colaboração com instituições internacionais e demonstra uma forte colaboração com Portugal. Na América Latina, o Chile aparece como forte protagonista das agendas no Sul-global.

As áreas de Ciência da Computação, Ciência das Plantas e Recursos Hídricos impulsionam a pesquisa de Pernambuco por meio de seus índices de especialização, indicando fortes oportunidades para o Estado. Novas agendas de investigação e o desenvolvimento da estratégia em CT&I no Estado podem auxiliar tanto na projeção das comunidades científicas de Pernambuco quanto na ampliação da participação nacional nos *rankings* da pesquisa mundial.

Nota de Especialista

Considerações sobre a produção científica do Estado de Pernambuco

Pedro Valadão Carelli¹⁴

O OCTI/CGEE apresenta um panorama da produção científica de Pernambuco, a partir de uma análise bibliométrica no período de 2017 a 2021. Podemos aproveitar para fazer uma reflexão mais ampla, para além do estudo aqui exposto. Esta ponderação é particularmente importante se formos usar este levantamento para fundamentar os investimentos em CT&I nos próximos anos. É cada vez mais importante olhar para o perfil da produção científica para além do volume de produção, medindo a qualidade, o impacto e a capacidade de liderança da comunidade científica de PE no cenário nacional. A maturidade da produção científica nas áreas de pesquisa é fruto do histórico das instituições, mas também é motor para a captação de recursos em concorrência nacional.

Neste sentido, é interessante fazer um recorte observando os grandes projetos estruturantes de redes de pesquisas coordenados em Pernambuco. Vou me ater aqui aos projetos Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCT) (CNPq, 2022), tanto vigente quanto os aprovados em 2022:

Na área mais ligada à computação e modelagem, temos os INCT (CNPq, 2022) de:

- 1) Engenharia de *Software*;
- 2) Inteligência Artificial; e
- 3) Sistemas de Informação e Decisão.

Os dois primeiros são mais da área de computação, enquanto o último utiliza modelagem matemática e computacional na área de engenharia de produção.

Nas áreas de física e química, temos os INCT de:

- 1) Fotônica;
- 2) Spintrônica e Nanoestruturas Magnéticas Avançadas; e
- 3) Materiais Lantanídeos.

Os dois primeiros são da área de física e o último, da área de química. A área de fotônica tem uma abrangência bastante multidisciplinar, também com aplicações em engenharias e saúde.

Mais focados na área de saúde, podemos citar os INCT (CNPq, 2022) de:

- 1) Instrumentação Nuclear e Aplicações na Indústria e Saúde;
- 2) Inovação Farmacêutica; e
- 3) Tecnologia Positiva do Complexo Industrial da Saúde Brasileiro 4.0.

Por fim, podemos agrupar os temas de biodiversidade, bioma da Caatinga e água com os INCT (CNPq, 2022) de:

- 1) Observatório Nacional de Segurança Hídrica e Gestão Adaptativa;
- 2) Observatório Nacional da Dinâmica de Água e Carbono na Caatinga;
- 3) Etnobiologia, Bioprospecção e Conservação da Natureza; e

4) Herbário Virtual.

A coordenação de um projeto deste porte só ocorre havendo massa crítica de pesquisadores, temática de pesquisa relevante para o futuro, além de pesquisa comprovadamente de impacto. Um outro recorte possível sobre áreas do conhecimento (ao invés de áreas de pesquisa) é a avaliação CAPES (2022) dos programas de pós-graduação, com destaque para os programas com notas 6 e 7. Aqui, percebe-se uma ausência, tanto no recorte da WoS quanto dos INCT (CNPq, 2022), que é a das áreas de humanas e sociais aplicadas. Embora tenhamos programas de excelência nestas áreas, só parte das publicações são feitas em periódicos internacionais, o que se reflete na ausência dos indicadores do WoS. Os INCT (CNPq, 2022), em princípio, contemplam as áreas de ciências humanas, mas não temos nenhum desses institutos em Pernambuco. Talvez isso indique a necessidade de uma política de indução de redes de pesquisa no nível do Estado.

Sobre uma política de fomento, para além de áreas, podendo pensar em eixos conceituais estruturantes de apoio à pesquisa. Um primeiro eixo que é primordial corresponde à promoção da excelência na pesquisa fundamental, apoiando uma pesquisa internacionalizada, que permita ao nosso sistema de CT&I permanecer na fronteira do conhecimento.

¹⁴ Pró reitor de Pesquisa e Inovação da UFPE, onde é professor desde 2010, realizando pesquisas na interface entre as áreas de física de sistemas complexos, dinâmica não linear e neurociência. É bacharel em física e doutor em física pela Universidade de São Paulo (USP). Realizou pós doutorado na *Unité de Neurosciences, Information et Compléxité, Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)*, França.

Um segundo eixo envolve desafios da sociedade. Aqui, podemos destacar alguns exemplos como: 1) Biodiversidade e bioeconomia dos biomas de Pernambuco; 2) Saúde, com destaque para a indústria de autonomia de insumos para a saúde e doenças tropicais negligenciadas; 3) Mudanças climáticas, recursos hídricos, sustentabilidade e energias renováveis; e 4) Democracia, diversidade e desigualdade. De maneira geral, os objetivos do desenvolvimento sustentável se encaixam neste eixo.

É preciso pontuar que, mesmo com a criação de universidades de *campi*

avanzados, a pesquisa no Estado ainda é fortemente concentrada na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), seguida da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRP). Um indicador desta concentração é o fato de 100% dos INCT (CNPq, 2022) do Estado serem coordenados por um docente da UFPE do *Campus* Recife. Uma política de fortalecimento da pesquisa poderia induzir projetos robustos em rede no âmbito do Estado, envolvendo, necessariamente, mais de uma instituição ou mais de um *campus*.

Finalmente, um terceiro eixo envolve Inovação e Competitividade da Indústria. Neste eixo, a ideia é fomentar a pesquisa que possa gerar transferência de conhecimento para o setor produtivo, agregando valor, ou gerando inovação social e no governo. Um dos exemplos é a área de ciência da computação, em que Pernambuco é destaque. Esperamos, com estas reflexões, contribuir de forma complementar ao levantamento bibliométrico feito pelo OCTI/CGEE, fortalecendo, assim, o debate sobre o futuro da Ciência, Tecnologia e Inovação em Pernambuco.

III - O que há de novo e inovador na política de CT&I de Pernambuco

Jurema Regueira¹⁵

César Augusto Souza de Andrade¹⁶

O Estado de Pernambuco sempre ocupou a vanguarda na implementação de políticas públicas e na produção cultural e científica do País em diversas áreas do conhecimento, como literatura, música, artes plásticas, assim como educação, ciências exatas, saúde e Tecnologia da Informação, embora conserve enormes dificuldades para transformar todo esse potencial cultural e científico em melhoria da qualidade de vida da população, haja vista as discrepâncias historicamente enfrentadas quanto ao seu desenvolvimento social, econômico e tecnológico (ARAUJO; ARAUJO, 2018). Entretanto, Pernambuco tem buscado novos caminhos, utilizando capacidades

instaladas e articulando competências acumuladas como instrumentos para superação do ciclo vicioso do subdesenvolvimento.

Frente a essas desigualdades históricas, em 2017, foi lançada a **Estratégia de Ciência, Tecnologia e Inovação para Pernambuco 2017-2022 (ECT&I-PE)**, uma política pública construída de forma participativa, inclusiva e em estreita relação com as demandas e vocações locais, elaborada pela Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação do Estado de Pernambuco (SECTI/PE)¹⁷. Tendo como referências as macro tendências globais de CT&I, da evolução populacional e

das questões sociais, climáticas e ambientais do mundo, a ECT&I-PE representa um documento norteador no planejamento e na elaboração de políticas públicas para a área CT&I no Estado. Possui seis eixos estratégicos que contemplam: Desenvolvimento de talentos e criatividade; Expansão da economia e sociedade digitais; Aceleração da inovação nas atividades econômicas; Cooperação e transferência de conhecimento; Ambiente favorável à inovação; e Governança e responsabilidade, que englobam, no conjunto, mais de 50 linhas de ação (FERNANDES; MELO, 2017).

A Estratégia de CT&I para Pernambuco é uma política localmente inspiradas e globalmente conectada

Contemplando as diversidades sociais, econômicas, culturais e ambientais do Estado, a ECT&I-PE orienta a implementação de programas, projetos e ações a serem desenvolvidos pelos agentes do Sistema Pernambucano de Inovação (SPIn)¹⁸, a partir de iniciativas que devem atender às características territoriais, estar alinhadas de forma transversal e ter uma perspectiva sistêmica (ou seja, que articule os atores do sistema com suas respectivas competências), alocando melhor os

recursos e potencializando os seus resultados. A ECT&I-PE busca, portanto, promover a CT&I como vetoras para a transformação social, elevação da qualidade de vida, competitividade e prosperidade dos pernambucanos.

O governo de Pernambuco tem envidado esforços para implementar diversas iniciativas estruturantes e inovadoras, à luz da ECT&I-PE, em estreita articulação e fortalecendo o Sistema de Inovação Regional, buscando, ainda, modificar

as perspectivas das empresas, do governo, da academia e da população, de uma maneira geral, a respeito do tema. Assim, o presente Capítulo apresenta nove das principais iniciativas implementadas nos últimos anos no Estado e que, juntamente com as análises dos Indicadores da Geografia da CT&I no Brasil; e do Panorama da produção científica de Pernambuco, poderão ser objeto de reflexão e avaliação no futuro próximo.

15 Economista e mestre em Geografia pela UFPE. Gerente de Estudos e Prospecção da SECTI/PE.

16 Biomédico, com mestrado em Bioquímica e doutorado em Ciência de Materiais realizados na UFPE. Diretor de Política de CT&I e Competitividade da SECTI/PE.

17 Informações adicionais sobre a SECTI/PE e a ECTI-PE podem ser acessadas no endereço eletrônico: <https://www.secti.pe.gov.br/>.

18 A partir da realização do mapeamento do SPIn, foram identificados mais de 300 agentes/atores entre: i) instituições de ciência e tecnologia (ICT) como universidades e outras instituições de ensino superior atuando na formação de recursos humanos qualificados, institutos públicos e privados de pesquisa e serviços tecnológicos, diversos laboratórios de pesquisa; ii) Organizações ponte para interação e promoção da inovação nas empresas, como os Habitat de Inovação, incubadoras, aceleradoras; iii) Organizações de financiamento e fomento à inovação; iv) Organizações de representação empresarial; v) Empresas e outras iniciativas de atividade econômica; e vi) Ambiente regulatório e instituições relacionadas (FERNANDES; MELO, 2017).

Rede Pernambucana de Pesquisa e Educação (Repepe) - conectividade de alta performance e modelo de negócio eficiente

Visando a ampliar o acesso à internet de alta velocidade e qualidade para impulsionar a pesquisa e a educação nas instituições estaduais, foi criada, ainda em 2017, a Rede Pernambucana de Pesquisa e Educação (Repepe). A rede entrou em operação em 2018, interligando 20 importantes municípios, distribuídos ao longo de todo o Estado, com 1.175 quilômetros (km) de fibra óptica e uma rede de transporte (*backbone*) de 10 a 100 Gigabits por segundo (Gbps). Conta com anéis municipais que permitem

a conectividade de internet com velocidades de 1 a 10 Gbps e potencial de alcançar cerca de 400 entidades de pesquisa, educação e saúde.

Atualmente, a Repepe conta com um *backbone* de 2.638 km de fibra óptica, incluindo alguns trechos com duplo percurso da fibra (aéreo e subterrâneo), o que garante maior segurança e redundância para a rede. Além das redes metropolitanas da capital Recife e de Petrolina (no extremo oposto à

capital, no sertão), a Repepe possui mais três redes metropolitanas em operação nos municípios de Caruaru, Garanhuns e Belo Jardim (todas na região do Agreste) e, ainda, outras 15 redes que estão em diferentes fases implantação (estudo, negociação, construção, homologação ou aprovação). No total, 70 instituições de ensino e pesquisa encontram-se conectadas nas cinco redes metropolitanas em operação.

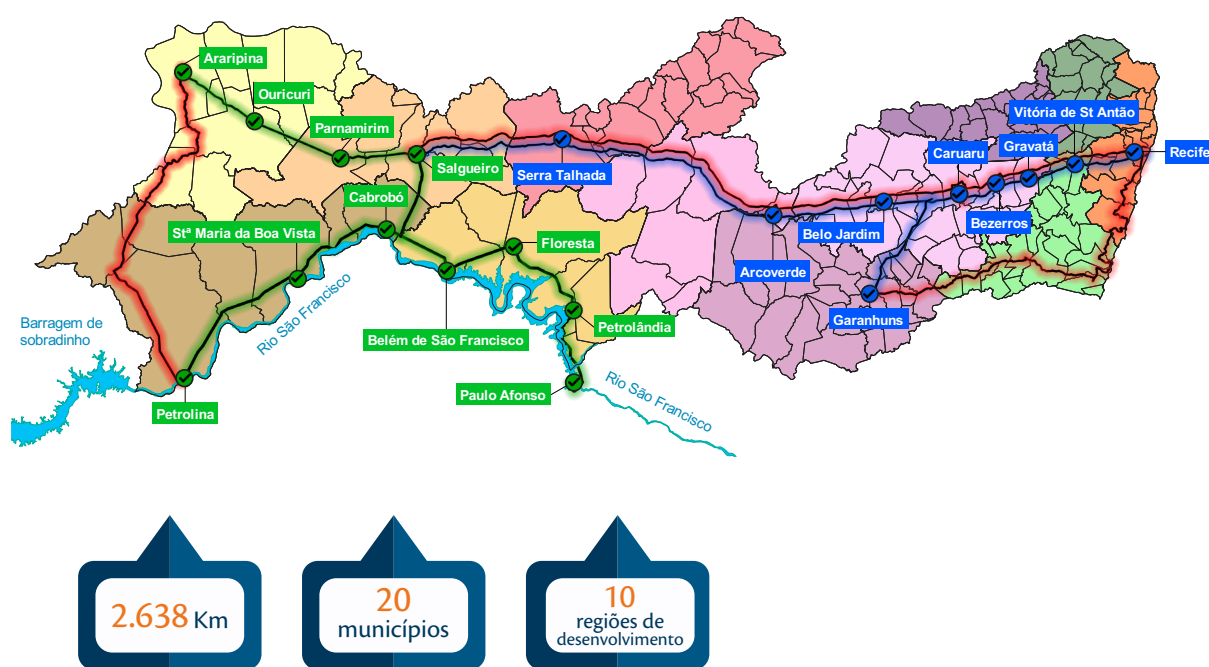


Figura 13 - *Backbone* da Repepe com municípios e regiões atendidos no Estado de Pernambuco, em 2022

Fonte: Elaboração SECTI/PE.

A Repepe tem como diferencial um modelo de negócio inovador, baseado em parcerias público-privadas voluntárias, com foco no compartilhamento e na integração de infraestrutura, propiciando,

inclusive, a redução de custos e ampliação de benefícios. Entre essas parcerias, a integração com a Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP)¹⁹ permite a otimização do acesso à internet de alta velocidade nos

ambientes identificados como público-alvo. O modelo de negócio da Repepe visa à implantação e manutenção conjunta de uma infraestrutura de conectividade de alta qualidade entre diferentes agentes

¹⁹ A RNP é uma organização social vinculada ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) e mantida por este, em conjunto com os ministérios da Educação (MEC), das Comunicações (MCom), do Turismo (MTur), da Saúde (MS) e da Defesa (MD), que participam do Programa Interministerial RNP (PRO-RNP).

(como concessionárias de energia elétrica e empresas locais de provedores de internet), para cumprir com seu objetivo de ser uma política pública de Estado e, desse modo, evitar a contratação de prestação de serviço e despesas adicionais para a administração pública.

Com a acelerada transformação digital exigindo, cada vez mais, a utilização de novos métodos e recursos tecnológicos, em especial, nas áreas da educação e da pesquisa, como o uso de ferramentas inovadoras no processo de ensino e aprendizagem nas escolas estaduais

e, também, na área da saúde pública, com atendimentos através da Telessaúde e de outros serviços relacionados, é imprescindível uma conectividade de qualidade.

Marco legal de CT&I de Pernambuco

As transformações tecnológicas e as novas ferramentas de PD&I vêm crescendo exponencialmente em todo o mundo, o que exige dos países, em especial aqueles de desenvolvimento tardio, adequar o ambiente normativo à dinâmica das novas relações, dos arranjos institucionais e das possibilidades de desenvolvimento tecnológico e inovativo. Todo este movimento é realizado de modo a simplificar, desburocratizar e fornecer mais segurança jurídica (para empresas, academia, investidores, população e meio ambiente) em diferentes etapas dos processos de pesquisa, desenvolvimento e inovação, ampliando os resultados e maximizando os impactos positivos dos processos, produtos e serviços implementados.

Além dos instrumentos legais, as fontes e formas de financiamento e fomento precisam se ajustar aos diferentes casos,

características e condições dos agentes do Sistema de Inovação e das etapas do processo de PD&I. Esse é um esforço normativo que exige a participação e colaboração de todos os agentes do Sistema de Inovação, mas, em especial, do governo, que não pode abdicar de suas funções legais de instituir tais instrumentos regulatórios.

Mediante a Emenda Constitucional nº 85, de 26 de fevereiro de 2015 (BRASIL, 2015), e da Lei nº 13.243/2016 (e alterações posteriores) (BRASIL, 2016), regulamentada pelo Decreto nº 9.283/2018 (BRASIL, 2018), o Brasil passou a dispor de um conjunto de instrumentos legais e financeiros de promoção e fomento à pesquisa e ao desenvolvimento tecnológico. Além dos Estados, estratégias inovativas em universidades, institutos de pesquisa e empresas foram incentivadas a partir

do Marco Legal de CT&I Nacional. Nesse contexto, Pernambuco foi pioneiro na elaboração e promulgação do Marco Legal Estadual em 2018, por meio da Lei Complementar nº 400/2018 (PERNAMBUCO, 2018a), regulamentada pelo Decreto Estadual nº 49.253, de 31 de julho de 2020 (PERNAMBUCO, 2020). A legislação pernambucana convergiu com a revolução tecnológica mundial, construindo um ambiente normativo mais promotor à inovação. Neste contexto, a União e Pernambuco consolidaram marcos legais influenciados positivamente em diversos temas, como: recursos humanos, definição dos agentes do sistema de inovação, mecanismos de fomento, instrumentos de estímulos à inovação, ordenamento jurídico, importação de bens para pesquisa, doação de bens para instituições de C&T (ICT) e prestação de contas.

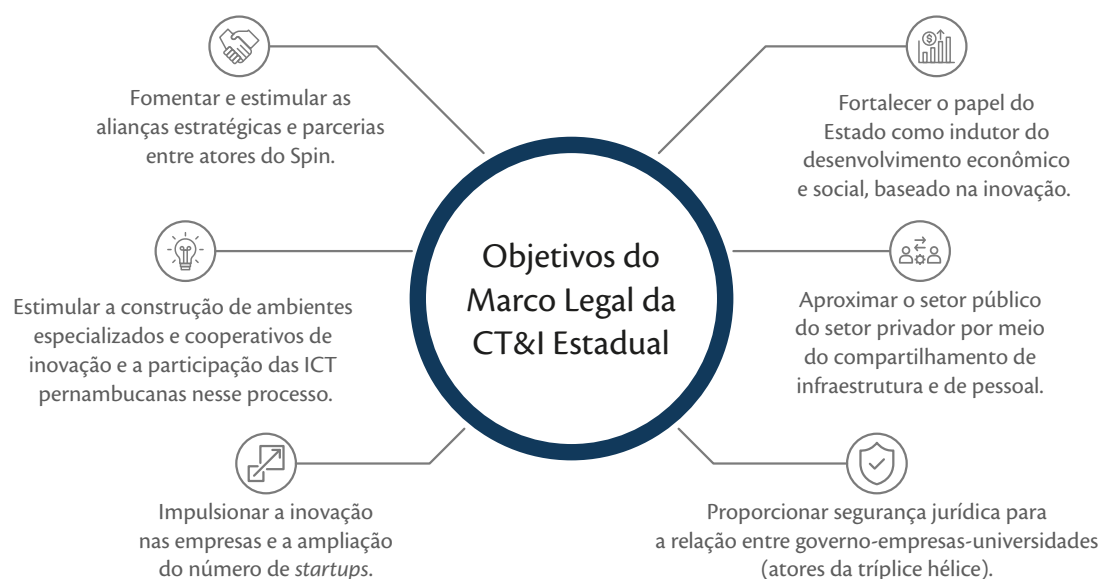


Figura 14 - Objetivos do Marco Legal de CT&I de Pernambuco

Fonte: Elaboração SECTI/PE.

O Marco Legal de CT&I do Estado de Pernambuco promove a facilitação do estímulo e da integração entre os atores do SPIn, impulsionando o desenvolvimento tecnológico e a inovação estadual; e dispõe de distintos

aparatos de incentivos à inovação, como, por exemplo, subvenção econômica, financiamento, participação societária, bônus tecnológico, encomenda tecnológica, incentivos fiscais, concessão de bolsas e uso do poder de compra do

Estado, fundos de investimentos, fundos de participação, títulos financeiros incentivados ou não, além da previsão de investimento em PD&I em contratos de concessão de serviços públicos ou em regulações setoriais.

Fundo de Inovação do Estado de Pernambuco (Inovar-PE)

Antes mesmo da existência do Marco Legal de CT&I de Pernambuco, a percepção da necessidade de se ampliar as fontes e as formas de financiamento para as ações de PD&I nas empresas do Estado já se fazia presente no Sistema Pernambucano de Inovação, o que culminou na instituição, em 2013, do **Fundo de Inovação do Estado de Pernambuco (Inovar-PE)**, a partir da Lei Estadual 15.063/2013 (PERNAMBUCO, 2013). A legislação determina que todas as empresas contribuintes do Imposto sobre

Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços (ICMS) e beneficiárias de incentivos fiscais invistam parte de seus benefícios (estabelecendo percentual do investimento mínimo) em projetos e atividades de PD&I no Estado. Assim, a empresa pode investir em projetos de PD&I ou aportar os respectivos recursos no Fundo Inovar-PE, cujo objetivo é fornecer à administração pública estadual instrumentos de fomento e financiamento às diversas etapas do processo de inovação nas empresas.

A legislação prevê que os recursos do Fundo devem ser utilizados para: financiamento; subvenção; aval; e equalização de taxas de juros a projetos de inovação, que dispõem sobre incentivos à pesquisa científica e tecnológica e à inovação no ambiente produtivo e social no Estado de Pernambuco. Desses recursos, 50% são destinados a operações reembolsáveis, sob a gestão da Agência de Empreendedorismo de Pernambuco (AGE), e os outros 50% são para fomento não reembolsáveis,

por meio da Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (Facepe)²⁰. Compete ao Comitê Deliberativo, coordenado pela Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação do Estado de Pernambuco (SECTI/PE), o estabelecimento de diretrizes e programas de aplicação dos recursos do Fundo.

Após passar por ajustes administrativos e legais, o Fundo entrou em operação e, nos anos de 2021 e 2022, acumulou mais de R\$ 12 milhões de recursos. Nesse período, realizou pagamentos e aprovações, tendo, ainda, previsão de aplicação de R\$ 5,5 milhões para nove grandes iniciativas nos próximos dois anos, sem contar com a parte correspondente ao aval para as empresas²¹, até o momento. Tratam-se dos primeiros passos de uma nova e importante fonte

de financiamento de políticas públicas executadas pela Facepe, AGE e/ou SECTI/PE e que atendem aos objetivos da Estratégia de CT&I para Pernambuco.

Dentre as iniciativas financiadas pelo Fundo, destacam-se os editais de fomento não reembolsável para a execução de três grandes programas:

i) **Programa de Apoio às Startups Pernambucanas (ProStartup)** nas etapas de Incubação, Operação e duas rodadas do PróStartup Bônus Tecnológico, com o objetivo de apoiar o desenvolvimento de *startups* pernambucanas nas diferentes fases de seu ciclo de vida; ii) o **Programa de Competitividade Territorial (Compet-PE)**, que incentiva projetos de desenvolvimento e implantação de soluções tecnológicas para produtos, processos e/ou serviços, realizados em

conjunto por micro, pequenas e médias empresas de Pernambuco, por meio da concessão de subvenção econômica para implantação do projeto em associações ou cooperativas; e iii) **Programa Lócus da Inovação**, já em sua segunda chamada, e que reúne 30 ambientes de inovação em todas as regiões do Estado.

As iniciativas com recursos reembolsáveis incluem a operação de linhas de crédito especiais (com taxa de juros subsidiada, prazos para pagamento e carência expandidos) como a do CredAGE Inovar, criada para financiar e apoiar a expansão e o ganho de escala de *startups* com nível de maturidade elevada. Esta linha também faz parte do Programa ProStartups, com crédito de até R\$ 200 mil, pagamento em até 60 meses e carência de até 12 meses.

Reestruturação dos alicerces para a Indústria 4.0 de Pernambuco por meio do Parque Tecnológico de Eletroeletrônicos e Tecnologias Associadas (Parqtel)

Pernambuco tem envidado esforços, em diferentes eixos de atuação, para acompanhar as novas tendências tecnológicas globais. No caso do setor industrial e das empresas de base tecnológica, houve um significativo reforço das políticas e infraestruturas de suporte para as inovações tecnológicas, a

manufatura avançada e a transformação digital no Estado, com a nova fase de atuação do Parque Tecnológico de Eletroeletrônicos e Tecnologias Associadas (Parqtel) a partir de 2016²².

O Parque foi criado pela Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação do Estado

de Pernambuco (SECTI/PE) em 1996, em uma área de 43 hectares, na franja do perímetro urbano da capital Recife, por uma iniciativa de empresários e cientistas locais que buscavam estruturar um ambiente industrial propício à inovação, próximo geograficamente da universidade e de outras ICT. Entretanto,

20 A Facepe foi instituída pela Lei Estadual nº 10.401/1989 (PERNAMBUCO, 1989) e está vinculada à Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação do Estado de Pernambuco (SECTI/PE). Cumpre a função primordial como agente executor da política de CT&I do Estado, por meio do fomento e de instrumentos de apoio e suporte à CT&I, em parceria com diversas instituições do Sistema Pernambucano de Inovação. O fomento se desenvolve principalmente por meio da concessão de financiamento não reembolsável para o custeio de atividades de formação de recursos humanos de alto nível e/ou de projetos de pesquisa científica (em áreas sem restrição temática e em temas prioritários), além de atividades de desenvolvimento e inovação, realizados em instituições de pesquisa ou em empresas localizadas em Pernambuco. Entre 2018 e 2021, houve uma significativa diversificação das iniciativas apoiadas pela Fundação e um aumento de 26% dos recursos executados e oriundos do tesouro estadual.

21 Nas operações de financiamentos reembolsáveis administradas pela Agência de Empreendedorismo de Pernambuco (AGE).

22 Informações adicionais sobre o Parqtel podem ser visualizadas no endereço eletrônico: <https://parqtel.pe.gov.br/>.

o modelo implantado e outros fatores locais e nacionais ligados às políticas de CT&I não permitiram alavancar todo potencial e toda função do Parque como um ator chave no sistema setorial de inovação. Assim, em 2015, a estratégia de atuação do Parqtel foi remodelada a partir do resultado dos trabalhos de uma comissão de avaliação local e nacional, representada por instituições de ensino, centros tecnológicos e empresas do setor privado.

As ações de reposicionamento do Parque Tecnológico incluíram novos princípios e diretrizes, caminhos tecnológicos e serviços de apoio à indústria pernambucana, em adesão ao desenvolvimento das novas

cadeias produtivas locais e com foco nas tendências globais da Indústria 4.0. Dentre os novos eixos de atuação, destacam-se o modelo de Incubadora Parqtel de Projetos de Inovação Tecnológica (Inbarcatel); a estruturação do Centro de Manufatura Avançada (CMA); e a instalação de laboratórios multiusuário com prestação de serviços tecnológicos, como o Laboratório de Manufatura Avançada (LMA). Ressalta, ainda, o investimento na melhoria da infraestrutura do entorno do Parque Tecnológico, além da atração de novos negócios, empreendimentos e ICT (parceiros), como a criação do Instituto de Inovação Tecnológica (IIT) da Universidade de Pernambuco e a evolução das atividades do CMA, como

as *startups*, os projetos de inovação e os laboratórios.

Além da reestruturação do centro de gestão com adequação física e das estratégias de atuação, foi fundamental a institucionalização do Parqtel, por meio do Decreto n.º 46.901 de 2018 (PERNAMBUCO, 2018b), com os fundamentos de um *habitat* de inovação, ou seja, conectando competências da tríplice hélice (governo, indústria e academia), promovendo atividades de PD&I e serviços tecnológicos, apoiando a formação de recursos humanos para a indústria do futuro, contribuindo, assim, para o incremento da competitividade das negócios pernambucanos.



Figura 15 - Áreas estratégicas de atuação do CMA/Parqtel

Fonte: Elaboração SECTI/PE. Centro de Manufatura Avançada (CMA).

O Centro de Manufatura Avançada (CMA) atua no fortalecimento das ações de integração de atores estratégicos do sistema de inovação e desenvolvimento

tecnológico. É constituído de espaços que abrigam a administração do parque, auditórios, salas de *coworking*, instalação da incubadora de projetos e instalação

de laboratórios multiusuários com foco na manufatura avançada, dentre outras infraestruturas de apoio.

Incubadora Parqtel de Projetos de Inovação Tecnológica (Inbarcatel)

A incubadora foi instituída em 2016, contemplando, inicialmente, projetos com a Fiat Chrysler Automobiles (FCA), atual Stellantis, além da Fundação para Inovações Tecnológicas (FITec) e a UPE. Especificamente, a Inbarcatel

apresenta o objetivo de subsidiar práticas de inovação tecnológica com: o apoio ao desenvolvimento de projetos; capacitação técnica nos laboratórios do CMA; e articulação entre os parceiros até a disponibilização do fomento por

meio de bolsa de PD&I. Destaca-se que algumas *startups* incubadas na Inbarcatel foram premiadas, como a Solution/Pickcells, a Senfio e a Neurobots.

Laboratórios de Manufatura Avançada (LMA)

O CMA dispõe de um conjunto de laboratórios do tipo multiusuários e com prestação de serviços, dentre eles, para Prototipagem Mecânica Rápida (LPM), de apoio à prototipagem (LAP), de Design (LDe), de Modelagem (LMO) e de Robótica Aplicada (LRA), cujas estruturas estão em atividade com *softwares* de modelagem, criação de alta precisão e impressoras 3D, além do centro de usinagem para protótipos

mecânicos, operado pela Associação das Empresas do Parqtel. Nesse contexto, o laboratório de Robótica Aplicada (parceria com a fabricante de robôs industriais Comau), a Stellantis e a Universidade de Pernambuco (UPE) vêm sendo ambientes de treinamentos e de aulas de pós-graduação de automação inteligente, a partir de parcerias com a fabricante Comau e a UFPE.

Atualmente, o Parqtel possui dez empresas “âncoras”, predominantemente do segmento de eletroeletrônica, que trabalham sistematicamente com PD&I; além de 19 projetos/*startups* que foram incubados (entre incubados e graduados); e 200 produtos prototipados com o apoio dos serviços tecnológicos prestados pelo CMA (entre 2019 e 2022).

Programa Lócus de Inovação: criação e fortalecimento de Alianças Estratégicas para inovação em estreita articulação territorial

Coordenado pela SECTI/PE em parceria com a Facepe, o Programa Lócus da Inovação é uma política pública construída para estimular e apoiar a criação de ambientes de inovação em estreita relação com as vocações territoriais e setoriais, em todo o Estado de Pernambuco. Esses ambientes estão sendo forjados para oferecer as condições necessárias para que excelentes ideias se tornem projetos, evoluam para produtos e serviços e ganhem o mercado, dinamizando os mais diversos setores

produtivos nas diferentes regiões e nos diversos territórios, em um processo de interiorização da política de CT&I e maximização dos impactos e benefícios da inovação no desenvolvimento desta UF.

O programa foi desenhado para atuar de forma setorial e territorial, ou seja, alcançando diferentes cadeias produtivas presentes nas várias microrregiões do Estado, respeitando vocações, desafios e especificidades de cada território,

com suas competências e seus setores econômicos existentes, estimulando as Alianças Estratégicas, descentralizando o modelo de *Hubs* de Inovação²³, sem a necessidade de criação de grandes infraestruturas à semelhança dos parques tecnológicos.

Em 2021 e 2022, foram credenciados 30 Loci²⁴, frutos da articulação e parceria entre ICT, empresas locais e outras instituições dos respectivos ecossistemas de inovação (Figura 16). Essa integração

23 Um *Hub* de Inovação é um espaço, ambiente ou lugar propício ao processo de inovação onde encontram-se elementos, atores e serviços que auxiliam ou facilitam o desenvolvimento de inovações.

24 *Loci* é o plural de *Lócus* que se origina do latim e significa lugar determinado, lugar específico.

garante uma contribuição mais assertiva para a promoção do desenvolvimento científico e tecnológico e da capacidade inovativa de cada região e setor

econômico. Por essas razões, o Lócus da Inovação é um programa pioneiro no fomento à geração de soluções, ao fortalecimento dos Arranjos Produtivos

Locais (APL), ao desenvolvimento de novos negócios e à geração de oportunidades (PERNAMBUCO, 2022).



Figura 16 - Lócus da Inovação credenciados nos editais Facepe nº 18/2020 e 02/2022, por Regiões de Desenvolvimento, setor econômico e ICT coordenadora

Fonte: Elaboração SECTI/PE.

Cada ambiente de inovação conta com um Pesquisador Mentor, que é responsável pela coordenação e articulação do ambiente de inovação credenciado e por um Plano de Ação Bial (apresentado pelo coordenador no ato de credenciamento), que promove atividades de integração, formação e PD&I, com foco em um território e um determinado setor econômico, em

parceria com os demais integrantes da Aliança Estratégica.

Além das oito principais ICT coordenadoras, tais como UFPE, UPE, UFRPE, Univasf, Embrapa-Semiárido, Ufape, César School e Instituto Aggeu Magalhães/Fiocruz (IAM), os Loci articulam mais 103 instituições parceiras, como: empresas ligadas diretamente

às cadeias produtivas dos setores econômicos; instituições de apoio a negócios e financeiro, como o Sebrae e o Banco do Nordeste; associações e cooperativas; prefeituras municipais; centros de pesquisa; escolas técnicas e de ensino médio; parques tecnológicos como o Parqtel e Porto Digital; e o Parque Industrial de Suape (Figura 17).



Figura 17 - Total de parceiros dos Locus de Inovação credenciados nos editais Facepe 18/2020 e 02/2022

Fonte: Elaboração SECTI/PE.

No modelo do Programa, os ambientes de inovação credenciados como Lócus recebem apoio e fomento para formação e capacitação de recursos humanos, empreendedorismo, criação de *startups* e incremento de negócios por meio de outros editais, sendo prioritários na submissão de propostas nesses editais e em outras políticas públicas estaduais que fomentem Habitats de Inovação no Estado.

Os 30 Loci receberam um aporte de cerca de R\$ 3 milhões em recursos iniciais não reembolsáveis para a fase de credenciamento e, atualmente, possuem 166 projetos de PD&I aprovados, 11 *startups* criadas, captação de mais de R\$ 20 milhões para investimentos e fomentos mobilizados em outras fontes de recursos. Neste cenário, foram realizados 26 eventos, entre *matchdays*,

seminários, encontros, *workshops*, *webinar* e *lives* que contaram com a participação de 3.101 pessoas. Um total de 2.196 estudantes e um conjunto de 228 docentes passaram por algum nível de capacitação, divididos entre cursos de extensão, especialização ou residência tecnológica.

Usina de Inovação de Pernambuco, o Hub de inovação do setor público

A Usina Pernambucana de Inovação é o Hub de Inovação oficial do Estado de Pernambuco, criado por meio do Decreto nº 49.253 de 2020 (PERNAMBUCO, 2020), que regulamentou o Marco Legal de CT&I

de Pernambuco, com foco em inovação social e inovação governamental. Por não ser um laboratório, a Usina não operacionaliza processos de inovação, mas conecta a administração pública

com atores do SPIn, por meio dos programas e das iniciativas estruturadas. Tem como fundamentos:

- **Empreendedorismo público**²⁵: considera o fato de que existem funcionários públicos que são empreendedores e é preciso garantir espírito de comunidade para essas pessoas.
- **Pluralidade**: a Usina garante o desenvolvimento de práticas inovadoras a partir da conexão entre pessoas com diferentes perfis.
- **Transformação social**: os resultados gerados pela Usina precisam garantir a transformação da realidade social.
- **Adaptabilidade**: é preciso ter mentalidade ágil, mas não no sentido de agir de forma rápida e sim de se adaptar às diferentes situações.

A Usina tem como propósito impulsionar a inovação no setor público de forma colaborativa, para a transformação

social e, para tanto, congrega ações de fomento, sensibilização, capacitação, orientação, compartilhamento de

técnica, avaliação, reconhecimento e disseminação de práticas inovadoras de gestão, conforme Figura 18.

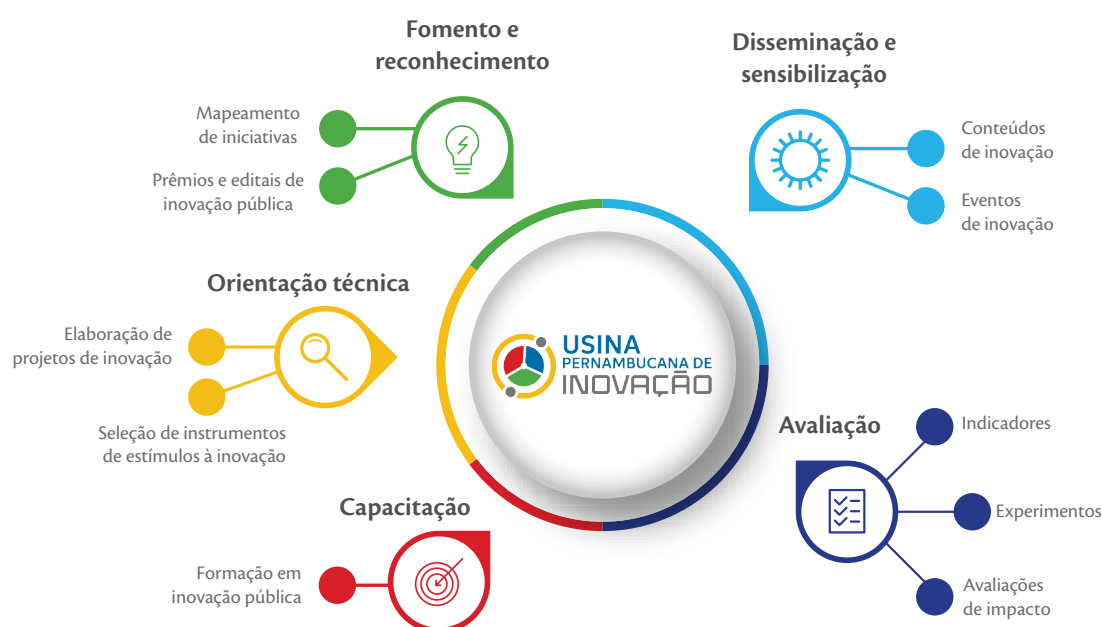


Figura 18 - metodologia de atuação da Usina Pernambuco de Inovação

Fonte: USINA <https://usina.pe.gov.br/>.

Atuando a partir de quatro grandes eixos - governo, academia, sociedade e iniciativa privada - e, em apenas 2 anos, a Usina estruturou sete grandes programas e alcançou importantes resultados, como descrito a seguir:

1) **Prêmio de Inovação**: concurso anual que premia os melhores projetos de inovação implementados pelos órgãos do governo, no âmbito do Executivo ou dos demais poderes. Na primeira edição, em 2021, foram 14 projetos inscritos e 15 órgãos envolvidos.

2) **Incubação de Laboratórios de Inovação do Setor Público (LISP)**: promove o acompanhamento, a orientação técnica e o impulsionamento para a criação e o fortalecimento de LISP de órgãos do executivo estadual e de municípios, além de outros poderes.

25 Empreendedorismo Público é uma forma particular de empreendedorismo, na qual o agente público (servidor, funcionário, militar) busca mudar o serviço público, utilizando de ferramentas de inovação. Portanto, se relaciona com o empreendedorismo inovador, que visa à criação de novos negócios inovadores para atender a clientes externos, apenas em termos das ferramentas e metodologia que utiliza e da cultura que promove.

O programa possui, na atualidade, 11 incubados e 2 acelerados.

3) **Formação em Inovação Pública:** capacitação, com foco em conteúdos básicos de inovação (introdução à inovação, gestão da inovação, marco legal de inovação, prospecção de desafios, economia comportamental, *pitch*, *design thinking*) que são úteis para funcionários públicos. Registra 150 pessoas beneficiadas e 20 órgãos envolvidos.

4) desafios.pe.gov.br: é uma plataforma digital (USINA PERNAMBUCANA DE INOVAÇÃO, 2022) que reúne os diferentes desafios de interesse do governo, sejam privados ou públicos, e que automatiza

a carta de serviços da Usina. Reúne 32 desafios, envolvendo mais de 30 órgãos e 950 usuários cadastrados.

5) **Jornada de Inovação Governo Academia:** jornadas de inovação em 2 fases, que aproximam a academia e os órgãos de governo. Na fase 1, os times prospectam desafios e recebem formação para a construção de MVP [acrônimo em Inglês para Minimum Viable Products (mínimo produto viável)] e, na fase 2, os times são acompanhados de um professor orientador e um bolsista para implementar o MVP. Até o momento, foram realizadas 7 jornadas, com a participação de 26 órgãos e 175 servidores, resultando em 34 soluções desenvolvidas.

6) **Maratonas de Inovação:** prospectam problemas, promovem ideação e criam soluções para desafios de inovação pública. A maratona vai do levantamento até o apoio ao time desenvolvedor da solução, seja por meio de bolsa ou via incubação. Em 2021 e 2022, foram realizadas 3 maratonas: 1 *ideathon* de resíduos sólidos, 1 *ideathon* LGBTQIAP+ e um 1 Hacka.Gov.PE.

7) **PróStartups Govtech:** conexão com *startups* que queiram desenvolver soluções para desafios de inovação pública. No Prostartup Operação, foram desenvolvidos 26 protótipos, 20 MVP e 10 produtos.

Espaços 4.0, ambientes de inovação e empreendedorismo inovador nas escolas de ensino médio e técnico profissional do Estado

Os Espaços 4.0 são ambientes de inovação localizados em *escolas de referência de ensino médio e escolas técnicas estaduais*, resultado de uma parceria entre a SECTI/PE e a Secretaria de Educação e Esportes (SEE/PE) firmada em 2021. Esses ambientes contam com equipamentos de última geração, como impressoras 3D, scanners 3D, *lasercuts*, *kits* arduínos de diversos modelos, entre outros. Nos Espaços 4.0, professores e estudantes monitores coordenam as ações, que envolvem os eixos de criatividade; empreendedorismo e inovação; e de habilidades do futuro.

Ao todo, foram entregues 23 Espaços 4.0, dos quais, 21 estão em escolas do interior do Estado, promovendo, dessa forma, a interiorização de equipamentos de

tecnologia avançada e o fortalecimento do ensino-aprendizagem baseado em metodologias ativas, com estímulo à criatividade, à cultura *maker* e ao empreendedorismo inovador, a partir de habilidades portadoras de futuro, desde a educação básica à técnica profissional. Esses espaços estão abertos a toda a comunidade escolar e ao ecossistema local de inovação, oportunizando o desenvolvimento de parcerias e projetos em conjunto. Estima-se que mais de 11,5 mil pessoas sejam beneficiadas diretamente pelos Espaços 4.0, entre estudantes, professores e corpo técnico, a um custo total de investimento na ordem de R\$5,8 milhões.

Uma parte importante dos Espaços 4.0 é o fomento ao desenvolvimento de

projetos de inovação educacional e da cultura de inovação na educação básica. Assim, são oferecidas, a cada Espaço 4.0, formações tanto para os professores responsáveis como para seus estudantes monitores (com bolsas de formação da Facepe). Para ter acesso às bolsas, os professores devem submeter projeto à Facepe que verse sobre a utilização dos espaços, com foco nos eixos de criatividade; empreendedorismo e inovação; e habilidades do futuro.

O Programa inclui a modelagem de trilhas formativas em áreas temáticas de habilidades do futuro ligadas a desenvolvimento de games, inteligência artificial e ciência de dados, economia criativa, economia circular, negócios 4.0 e cultura *maker*.

Conta, ainda, com biblioteca de objetos digitais de aprendizagem (ODA) e a modelagem de trilhas de criatividade,

empreendedorismo e inovação, com promoção, inclusive, de “maratonas

de inovação” (*datathons, hackathons, ideathons*, etc.).

Apoio à formação superior nas áreas STEM e à iniciação científica em IES privadas do Estado por meio do Prouni-PE

O Estado de Pernambuco se destaca como um grande polo de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), principalmente devido à consolidação do Parque Tecnológico Porto Digital (SABOYA; QUERETTE, 2018), que vem apresentando uma demanda crescente de mão de obra qualificada em áreas tecnológicas. Além das TIC, outras áreas STEM [acrônimo em Inglês para *science, technology, engineering and mathematics* (ciência, tecnologia, engenharia e matemática)] são extremamente relevantes para os desafios postos às empresas e à sociedade contemporânea, que demandam profissionais nessas áreas, tanto no Brasil como em Pernambuco. Considerando os diversos obstáculos da formação de nível superior, a SECTI/PE vem atuando por meio do Programa Pernambuco na Universidade (Prouni-PE), instituído pela Lei 17.157/2021 (PERNAMBUCO, 2021), diretamente no estímulo à permanência de estudantes, em especial de baixa renda e oriundos da educação básica de escolas públicas, em instituições de ensino superior privadas,

com foco em cursos de formação tecnológica.

O processo formativo direcionado fortalece o Sistema Pernambucano de Inovação (SPIn) com a possibilidade de participação efetiva dos acadêmicos em atividades de iniciação científica e estágios (denominados de contrapartida educativa) e com a formação de pessoas mais qualificadas. Nesse contexto, o Prouni-PE conta com a concessão de subsídio financeiro (na modalidade de bolsas de estudo no valor de R\$ 500,00 mensais) para estudantes de ensino superior, prioritariamente em cursos na área STEM, visando ao atendimento às demandas dos setores econômicos do Estado de Pernambuco, propiciando melhor qualificação de recursos humanos para a sociedade e inclusão social e laboral para os bolsistas.

O modelo de política pública que oferta bolsas de estudos em contrapartida às atividades de monitoria, pesquisa e extensão, por parte dos bolsistas,

funciona bem em Instituições de Ensino Superior (IES) públicas e com o fomento advindo de instituições específicas como o CNPq e as fundações de amparos à pesquisa (FAP), ampliando as oportunidades de desenvolvimento de competências técnicas e científicas dos estudantes. Assim, o Prouni-PE tem como diferencial a prática da contrapartida educativa do bolsista, no intuito de promover uma formação mais completa dos estudantes de graduação em IES privadas (onde se encontravam 77% das matrículas em Pernambuco em 2020²⁶). Como resultado, também oportuniza a inserção dos bolsistas no setor produtivo, ampliando a empregabilidade dos futuros profissionais.

Atualmente, o programa possui 37 instituições de ensino superior cadastradas, com oferta de 71 cursos STEM e alunos residentes nas 12 regiões de desenvolvimento do Estado, beneficiando aproximadamente 1.600 estudantes.

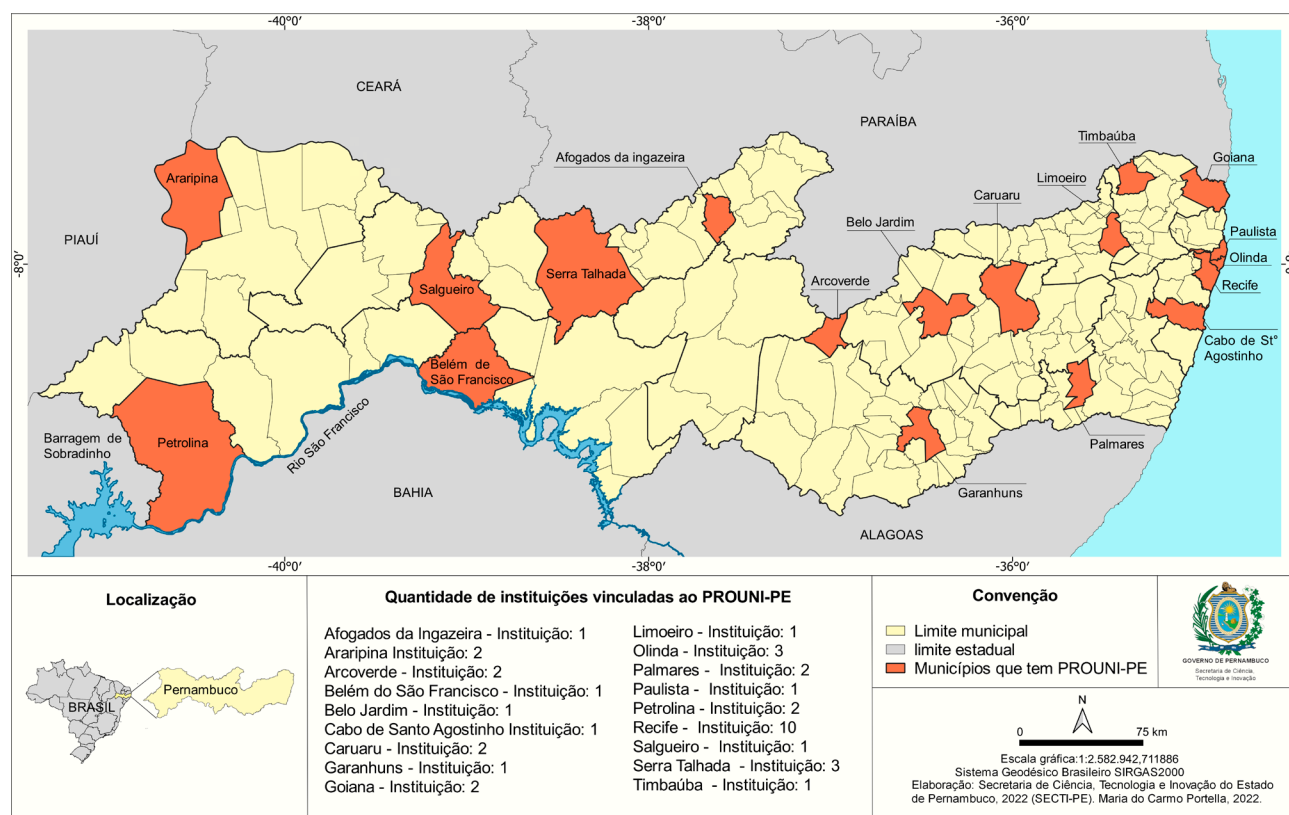


Figura 19 - Distribuição das instituições vinculadas ao Prouni-PE no Estado de Pernambuco

Fonte: SECTI/PE.

Programa de Apoio às *Startups* Pernambucanas (ProStartups): ampliação e fortalecimento de empreendimentos inovadores no Estado

As políticas públicas para ampliar e fortalecer a cultura da inovação e o empreendedorismo inovador vêm sendo implementadas em diferentes ecossistemas de inovação e estágios de desenvolvimento dos negócios pernambucanos. Em 2020, o Estado contava com pouco mais de 200 *startups*, sendo que 93% delas estavam concentradas no Recife (PORTO DIGITAL et al., 2020). Em 2021, este percentual de instalação referente à capital era de 86% (ABSTARTUPS, 2021). Nesse contexto, é perceptível uma distribuição

heterogênea ao longo do Estado. Uma melhor distribuição resulta em ampliação de oportunidades de novos negócios e trabalhos mais qualificados no interior do Estado, uma vez que estas regiões apresentam escassez de setores econômicos de média-alta e alta intensidade tecnológica (BRASIL, 2019b).

Face ao exposto, observando a necessidade de disseminar a criação de *startups* em todo o Estado, atrelada ao emparceiramento com ambientes de inovação e, ainda, a carência de oferta

de diferentes instrumentos de fomento à novos negócios inovadores (com recursos não-reembolsáveis e reembolsáveis), foi implementado o Programa ProStartup, com os seguintes objetivos:

- Promover a interiorização das *Startups*;
- Aumentar o número de *Startups* no Estado;
- Contribuir com as *Startups* em todas as fases do seu ciclo de vida (criação; operação e tração; e expansão);

- Criar linha de crédito focada em *Startups* (recursos reembolsáveis com taxas abaixo das praticadas no mercado de crédito);
- Atrair *Startups* para serem pré-incubadas, incubadas, aceleradas ou associadas a ambientes de inovação;
- Fomentar as ICT para que ofertem serviços tecnológicos de forma regular às *startups*; e
- Fortalecer as FAP e as ICT privadas como agentes captadores e mobilizadores de recursos financeiros no Sistema Pernambuco de Inovação (SPIn).

O ProStartups foi pensado para apoiar e acompanhar estas empresas ao longo de todo seu ciclo de vida (criação, operação, tração e expansão). Por se tratar efetivamente de um programa, pode ser visto como um conjunto de iniciativas impulsionadoras do empreendedorismo inovador dentro do Estado de Pernambuco, sendo composto por:

a) *ProStartups Operação*: estimula projetos de desenvolvimento e inovação tecnológica, com o financiamento do Fundo Inovar a propostas submetidas por ambientes de inovação para *startups* iniciantes em fase de pré-incubação ou incubação, com a finalidade de incentivar o desenvolvimento de *Minimum Viable Products* (MVP) e seu produto final resultante;

b) *ProStartups Operação Fluxo Contínuo*: apoia projetos de desenvolvimento e inovação tecnológica, com o financiamento de propostas submetidas por *startups* iniciantes em fase de *early stage*, pré-incubação ou incubação, para incentivar o desenvolvimento de MVP e seu produto final resultante. Destacam-se áreas temáticas estratégicas como: *agritech*, comércio, economia criativa, governos inteligentes, *healthtech* e saúde digital e indústria;

c) *ProStartups Incubadoras*: concede recursos não reembolsáveis a incubadoras e aceleradoras, visando ao apoio para execução de Jornada Empreendedora, com duração de 12 a 18 meses, que permite a capacitação de *Startups*, bem

como a ampliação das oportunidades de negócios, contribuindo para geração de inovação e dinamização da economia regional. As jornadas empreendedoras atendem a *startups* que tenham propostas de negócios inovadores, com ideia de produto ou serviço ou modelo de negócio inovador, o qual precisa ser validado pelo mercado e precificado;

d) *Bônus Tecnológico*: promove projetos de desenvolvimento e implantação de ferramentas tecnológicas para a transformação digital de produtos, processos e/ou serviços, realizados em conjunto por micro, pequenas e médias empresas industriais de Pernambuco e empresas prestadoras de serviços especializados e/ou instituições científicas e tecnológicas (ICT);

e) *CredAGE Inovar*: linha de crédito para o fomento exclusivamente de *startups* já em operação, financiando sua expansão ou consolidação com recursos reembolsáveis para capital de giro ou investimento. Esta linha de crédito foi pensada para atender a *startups* que estejam na fase de tração.

Conclusões: a urgência do fortalecimento e da continuidade da política de CT&I

Atuando sob a orientação da Estratégia de CT&I para Pernambuco, as políticas públicas concebidas pelo governo do Estado, em especial nos últimos anos, por meio da SECTI/PE e da Facepe, contemplam vários instrumentos trazidos pelo novo Marco Legal de CT&I, modelos de parcerias, acordos de cooperação e novas fontes de fomento e financiamento.

São iniciativas implementadas em colaboração com diferentes atores do SPIn e em um curto espaço de tempo, que vão desde a infraestrutura de suporte à conectividade (através da Repepe), para desenvolvimento de PD&I (por meio de laboratórios do Centro de Manufatura Avançada no Parqtel) e provimento de habilidades portadoras

de futuro (Espaços 4.0), até a capacitação e formação técnica e profissional (Espaço 4.0) e de nível superior nas áreas STEM - Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (por meio do Prouni-PE). As áreas STEM são estratégicas para o desenvolvimento de inovações, de empreendimentos inovadores e a

superação dos desafios econômicos, sociais e ambientais dos países e regiões.

As iniciativas de estímulo, fortalecimento e ampliação direcionadas a empreendedores e empreendimentos inovadores ganharam reforços com programas como: o Lócus da Inovação (fomento a ambientes de inovação em estreita relação com as vocações territoriais e setoriais); reestruturação do Parqtel (com o CMA e o Inbarcatel); e o ProStartups (para o desenvolvimento de *startups* nas diferentes etapas de todo o seu ciclo de vida); além dos próprios Espaços 4.0, atuando na camada da população mais jovem e na base da formação profissional. Pernambuco também se destaca com a criação de um *Hub* de inovação para o setor público, instituindo por meio da Usina Pernambucana de Inovação, atuando no fomento e na disseminação de práticas inovadoras de gestão, com vistas à modernização e ampliação da eficiência e efetividade dos serviços públicos.

Visando a preparar o ambiente normativo e legal para a dinâmica acelerada das transformações nas novas relações, nos arranjos institucionais e nas possibilidades de desenvolvimento tecnológico e inovativo, o governo do Estado instituiu, em 2018, o Marco Legal de CT&I de Pernambuco. E, cinco anos antes, a administração pública havia criado o Fundo Inovar-PE, visando a ampliar as fontes de financiamento das políticas públicas de CT&I. Assim, o Estado pode contar com um leque de possibilidades para o estabelecimento de novos modelos de negócios, parcerias,

acordos de cooperação técnica e alianças de conhecimento, dentre outros instrumentos de fomento, como o Bônus Tecnológico, com instituições do sistema de inovação estadual e SNCTI. Estes instrumentos legais possibilitam a redução de custos e riscos individuais (para pessoas, investidores, empresas e governo), compartilham benefícios e maximizam as oportunidades de sucesso dos programas para o desenvolvimento da CT&I.

O impacto gerado a partir da implementação das políticas públicas retratadas anteriormente demanda trabalhos específicos de avaliação. São novos negócios, tecnologias e ferramentas desenvolvidas, recursos humanos mais qualificados, usuários beneficiados e produção de conhecimento que fortalecem o Sistema de Inovação e atendem às necessidades do Estado. Esse é um dos desafios da gestão pública: encontrar e acompanhar indicadores que deem conta da diversidade de benefícios diretos e indiretos das políticas públicas sobre o tema e, para tal finalidade, o Observatório de Ciência, Tecnologia e Inovação (OCTI) do CGEE tem atuado com afinco.

Contudo, todos esses esforços, associados à política de CT&I dinâmica e alinhada com as necessidades locais, nacionais e internacionais, já começam a apresentar alguns resultados. Nos últimos dois anos, as nove iniciativas retratadas anteriormente beneficiaram, diretamente, mais de 60 mil pessoas (entre bolsistas, usuários, estudantes, professores, gestores públicos, entre

outros), envolvendo centenas de instituições (entre ICT, empresas, organizações empresariais e não governamentais), dezenas de novos negócios (*startups*, empreendedores inovadores) e produtos gerados (soluções tecnológicas e inovações), em todas as regiões do Estado.

A política de CT&I não pode ser entendida apenas em curto prazo, pelo contrário, sua consolidação e seu efetivo impacto estão condicionados à continuidade, revisão, atualização e ampliação, para que, no médio e longo prazo, possam modificar efetivamente a estrutura e dinâmica do SPIn, para ir além de casos de sucessos individuais e isolados, historicamente reconhecidos no Estado. Nesse contexto, Pernambuco vem promovendo a ampliação contínua dos recursos destinados à Facepe, principal instituição para execução da política de CT&I, e a revisão da própria Estratégia de Ciência, Tecnologia e Inovação para Pernambuco para um novo período 2023 a 2027, visando a garantir o fortalecimento e a implementação contínua das iniciativas da área.

Desta forma, é imprescindível que a gestão governamental possua comprometimento com o futuro do Estado, com a consolidação das políticas públicas convergentes, para que não haja descontinuidades, tão frequentes na história do nosso País. Assim, CT&I podem se tornem vetoras intrínsecas para a transformação social, elevação da qualidade de vida e prosperidade dos pernambucanos, rompendo com o ciclo vicioso do subdesenvolvimento.

Nota de Especialistas

54

Inovação industrial como um catalizador do desenvolvimento

Ernani Azevedo²⁷

Não é novidade que países com economias mais fortes e sociedades mais reconhecidas por oferecer condições de igualdade aos seus cidadãos, historicamente, são os que possuem indústrias mais avançadas e geração de conhecimento circulando em torno de produtos de alta complexidade tecnológica. Ao invés de relacionar fatores decorridos na formação de tais países que podem ter estimulado tal condição, esta análise vai tomar o caminho contrário e observar, a partir

do que podemos ter como referência, em que posição o Brasil se encontra e o que pode ser feito para que o País avance nas esferas econômica e social. E, como não poderia deixar de ser, o foco desta análise está, inclusive, em promover uma sociedade que se beneficie igualmente de sua economia, defendendo que a inovação seja um dos grandes vetores para tal.

Hidalgo (2007) notou que as economias crescem à medida que avançam de nível

nos produtos que os países fabricam e exportam. A tecnologia, o capital, as instituições e as competências necessárias para fazer novos produtos são mais facilmente adaptados de alguns produtos que de outros. Assim, o autor criou o conceito de 'espaço do produto', ilustrado na Figura 20, no qual produtos mais sofisticados estão localizados num núcleo e densamente ligados entre si (cadeia de valor forte), enquanto produtos menos sofisticados ocupam uma periferia menos conectada.

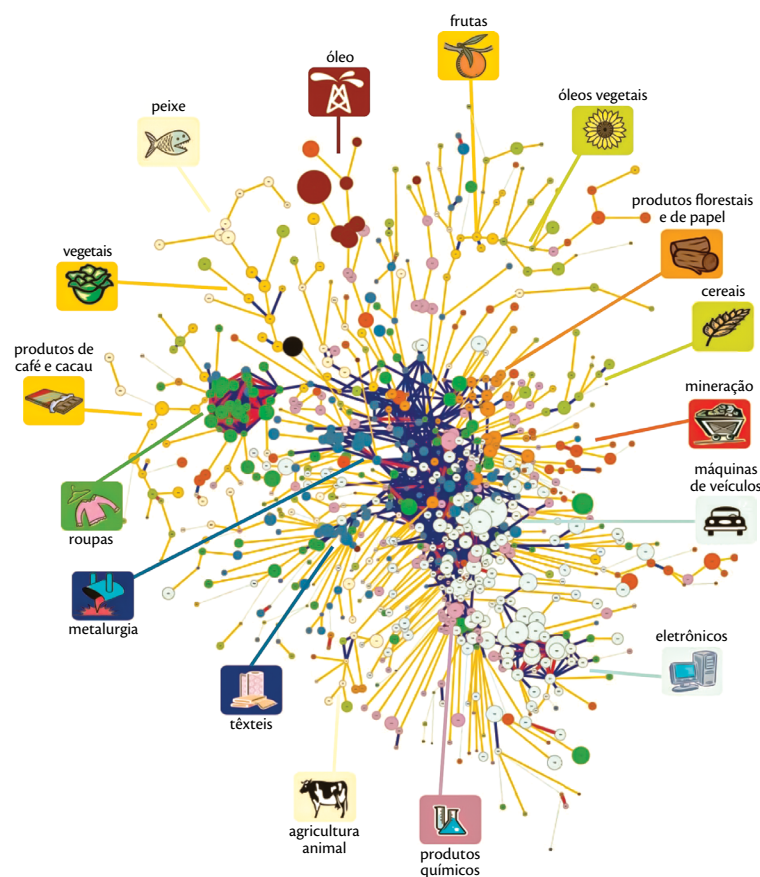


Figura 20 - Espaço de produto com exemplos de produtos produzidos por um país

Fonte: Hidalgo, 2007.

Nota: Produtos de alta tecnologia possuem uma longa cadeia de conexões e ficam mais 'adensados' no centro da imagem, enquanto áreas de menor complexidade ficam espalhadas na periferia da imagem.

27 Gerente de Negócios e Parcerias do Instituto Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai) de Inovação para Tecnologias da Informação e Comunicação. Doutorando em Ciência da Computação no Centro de Informática da Universidade Federal de Pernambuco (CIn-UFPE), onde também obteve o título de mestre e graduou-se em Ciência da Computação.

É possível perceber, na Figura 21, que: (a) a economia de países industrializados possui forte concentração (densidade)

de tecnologias conectadas; (b) países com economias emergentes começam a concentrar-se em algumas linhas; e

(c) países com subdesenvolvimento industrial possuem gráficos bastante pulverizados.

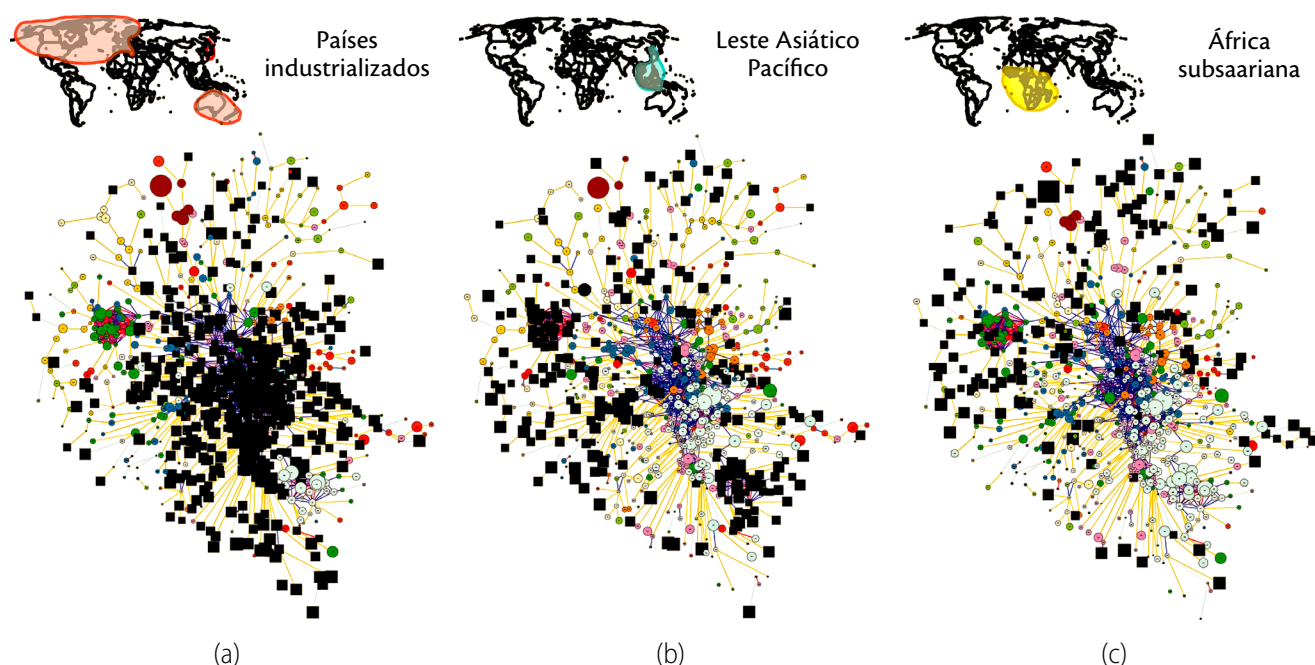


Figura 21 - Comparação do espaço de produto para economias desenvolvidas (a), em emergência (b) e subdesenvolvida (c).

Fonte: Hidalgo, 2007.

Exemplos de áreas de pesquisa industrial avançada e que são uma grande marca de economias desenvolvidas são as linhas de aeroespacial e defesa. Apesar de normalmente serem associadas à resolução de problemas muito distantes do grande público, as pesquisas dessas linhas geram grandes avanços que transbordam para a sociedade, como novos materiais mais eficientes e seguros, engenharia de alimentos, tecnologias médicas e de saúde e, o exemplo mais disseminado de todos, a Internet. Tais pesquisas também costumam envolver uma diversidade de áreas de conhecimento, o que provoca o crescimento intelectual mais equalitário.

Nesse contexto, o presente Boletim reflete a visão tática de que o Brasil é um País continental, com características de importador de tecnologia e grande potencial na economia agro e

extrativista – ou seja, seu espaço de produto está pulverizado em setores periféricos. Os dados mostram que as publicações científicas no Brasil têm uma forte conexão com culturas extrativistas, com exploração do bioma e seus desdobramentos. Tais publicações não perderam força nem em cenários como o a pandemia mundial de covid-19. O mesmo panorama se aplica a Pernambuco, onde publicações relacionadas ao setor agro (clima, recursos hídricos, alimentação humana e animal) ocupam a primeira posição, com uma possível concentração em serviços de TIC; e *software* e engenharias. As pesquisas científicas no Brasil e em Pernambuco refletem respectivamente suas grandes vocações econômicas, mas, como fazer essas pesquisas se reverterem em receita? E, pivotando a direção, como fazer essas economias migrarem para o centro altamente tecnológico?

“A história mostra que nenhum país deu um salto para o desenvolvimento sem intervenção do estado”, como afirma Carlota Perez, economista anglo-peruana (SCERB, 2022). Apesar de existirem mecanismos de incentivo à pesquisa, como: o regramento do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica (P&D Aneel) (ANEEL, 2017); a Regulamentação técnica em PD&I da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) (ANP, 2022); a Lei da Informática (BRASIL, 1991); o Fundo de Inovação do Estado de Pernambuco (Inovar PE) (CGTI, 2022); o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) (FINEP, 2022); e instituições como as FAP, as políticas públicas de Ciência, Tecnologia e Inovação precisam resolver o desafio de fazer as pesquisas resultarem em produtos e serviços de alto valor e

com benefícios reais à sociedade, para muito além das valiosas publicações que, sem dúvida, agregam ao capital intelectual do Brasil.

O Boletim também aponta, por exemplo, alguns formatos de incentivo à pesquisa que ocorrem em Pernambuco em consonância com a estratégia local de CT&I. Os instrumentos que os órgãos competentes do Estado lançam mão para a promoção de PD&I andam a passos largos para o estabelecimento de um processo sólido de crescimento das linhas de pesquisa. O caminho está pavimentado para que outras iniciativas – como as relacionadas à evolução e exploração de propriedade intelectual – sejam lançadas no grande arcabouço formatado no Estado. Na geografia de publicação e depósito de patentes nacional, Pernambuco não ocupa uma posição compatível com o seu potencial econômico e suas possibilidades de geração de novos negócios a partir da P&D realizada. Citando caso análogo, publicação de patentes e geração de negócios baseados em propriedade intelectual poderiam ser metas dos Loci de Inovação ou uma nova fase do Edital Pro-Startups.

No intuito de diversificar a atuação incentivada pelo poder público, entretanto, é preciso voltar as atenções para a “produtificação” das pesquisas, isto é, uma conexão entre as pesquisas científicas valiosas das universidades e instituições científicas e o mercado produtivo. E a conexão que faz as mentalidades da academia e do mercado convergirem é o desenvolvimento social e econômico. As universidades respiram o ar idealizador da mudança real e de igualdade social, enquanto o mercado anseia por transformações conduzidas

pelo setor privado, além do aumento do seu público consumidor. A sociedade deve ser o ponto de encontro dos dois interesses – e não poderia ser diferente.

Quais são as implicações da inovação na vida econômica e social? A resposta a essa pergunta, como se pode argumentar, é baseada no significado do termo inovação. Uma percepção generalizada sobre o citado vocábulo é aquela que se refere a soluções de tecnologia avançada oferecidas por meio do uso dos conhecimentos mais recentes. Tais desenvolvimentos são considerados principalmente como o resultado de uma força de trabalho altamente qualificada e de uma atividade empresarial com significativa intensidade de pesquisa, estando estreitamente vinculados aos mais importantes centros de excelência do mundo científico. A importância da inovação é, no entanto, mais ampla e inclui inovações que não são alcançadas na indústria de alta tecnologia anteriormente mencionada. Nessa última perspectiva, as inovações não abrangem apenas produtos ou processos novos, mas também os aprimorados, oriundos dos chamados setores de baixa tecnologia, que podem ter efeitos cumulativos econômicos e sociais importantes (DIACONU, 2011).

Hidalgo (2007) mostra que, empiricamente, os países movem-se por meio do seu conceito de ‘espaço de produto’ em linhas próximas às que já atuam. Ou seja, existe uma “força gravitacional” natural para cercar as vocações já conhecidas, o que torna muito difícil, sobretudo para nações mais pobres, buscar convergir para os ‘centros’ de alta densidade dos espaços de produto. O Boletim mostra que existem linhas de pesquisa vinculadas com a vocação

econômica que recebem a devida atenção, mas pouco interesse em criar novas linhas de atuação, especialmente, pouco ímpeto para criar soluções de alta complexidade (em detrimento a usar o que é disponibilizado por outros países). Dado esse contexto, o próximo passo para a exploração de uma nova forma de trazer produtos de alto valor agregado – e que podem alavancar a economia e beneficiar a sociedade – seria provocar o surgimento dessas frentes. Neste cenário, o estado possui um papel crucial para promover essa virada de chave, segundo a economista anglo-peruana Carlota Perez (CREATIVANTE, 2021).

Um caminho possível, sobretudo para Pernambuco, que possui uma estratégia de programas de pesquisa, desenvolvimento e inovação com forte apelo em cooperação e avanços sociais, poderia ser um olhar mais próximo da colaboração internacional. Um exemplo são as iniciativas como a ‘100k Strong in the Americas’ (INNOVATION FUND, 2022), na qual o Departamento de Estado Americano provoca a parceria internacional entre suas instituições de ensino superior e outros centros de pesquisa na América Latina. O valor do financiamento é limitado, mas permite o intercâmbio de pesquisa e cultural, sendo um primeiro passo para que as instituições conduzam evoluções da pesquisa, em cooperação proposta por conta própria. Pernambuco e o Brasil precisam ampliar em sua estratégia de Ciência, Tecnologia e Inovação a busca proativa por colaboração em pesquisa com países desenvolvidos, fazendo com que o capital intelectual presente nestes países e a rica oferta de oportunidades, recursos naturais, energéticos e pessoais do Brasil tornem-se ativos mutualmente benéficos.

Referências

ABSTARTUPS. **StartupBase**. 2021. Disponível em: <https://startupbase.com.br/home/startups?q=&states=all&cities=all&segment=s=all&targets=all&phases=all&models=all&badges=all>. Acesso em: 15 nov. 2021.

ABSTARTUPS. **Mapeamento de Comunidades: Nordeste**. 2020. Disponível em: <https://abstartups.com.br/mapeamento2020-nordeste/>. Acesso em: 15 nov. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **Programa de pesquisa e desenvolvimento tecnológico do setor de energia elétrica**. 2017. Disponível em: https://antigo.aneel.gov.br/web/guest/programa-de-p-d/-/asset_publisher/ahiml6B12kvf/content/regulamentacao-vigente/656831?inheritRedirect=false&redirect=https%3A%2F%2Fantigo.aneel.gov.br%2Fweb%2Fguest%2Fprograma-de-p-d%3Fp_p_id%3D101_INSTANCE_ahiml6B12kvf%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-2%26p_p_col_pos%3D1%26p_p_col_count%3D3

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS – ANP. **Regulamentação técnica em PD&I**. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/pesquisa-desenvolvimento-e-inovacao/investimentos-em-pd-i/regulamentacao-tecnica-de-pd-i>

ARAUJO, Tânia Bacelar de; ARAUJO, Tarcisio Patricio (orgs.). **Socioeconomia Pernambucana: Mudanças e Desafios**. Recife: CEPE, 2018

BANCO DO NORDESTE - BNB. Estrutura tecnológica do comércio exterior dos estados do Nordeste. **Informe ETENE**, v. 4, n.7, dez. 2019. Disponível em: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKewjx5PWY2Mn7AhVDA9QKHQd0CFIQFnoECAoQAAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.bnb.gov.br%2Fs482-dspace%2Fbitstream%2F123456789%2F878%2F1%2F2019_INET_07.pdf&usg=AOvVaw2QvHwsweU8J6EeQTXcEKar

BRASIL. Ministério da Educação – ME. **Capes prorroga mais de 12 mil bolsas de mestrado e doutorado**. 2020. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/pronatec/oferta-voluntaria/225-noticias/sistemas-1375504326/90481-capes-prorroga-mais-de-12-mil-bolsas-de-mestrado-e-doutorado> Acesso em: 27 out 2022

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional – MDR. **A PNDR II: uma política feita para o Brasil, uma política de todos nós**. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/desenvolvimento-regional/pndr>

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Programa de Disseminação das Estatísticas do Trabalho. **Relação Anual de Informações Sociais (RAIS)**. Brasília, DF, 2019.

BRASIL. Presidência da República. **Decreto nº 9.283 de 7 de fevereiro de 2018**. Regulamenta a Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004, a Lei nº 13.243, de 11 de janeiro de 2016, o art. 24, § 3º, e o art. 32, § 7º, da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, o art. 1º da Lei nº 8.010, de 29 de março de 1990, e o art. 2º, caput, inciso I, alínea “g”, da Lei nº 8.032, de 12 de abril de 1990, e altera o Decreto nº 6.759, de 5 de fevereiro de 2009, para estabelecer medidas de incentivo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo, com vistas à capacitação tecnológica, ao alcance da autonomia tecnológica e ao desenvolvimento do sistema produtivo nacional e regional. 2018. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/d9283.htm

BRASIL. Presidência da República. **Decreto nº 9.810, de 30 de maio de 2019**. Institui a Política Nacional de Desenvolvimento Regional. 2019. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/D9810.htm Acesso em: 27 out 2022.

BRASIL. Presidência da República. **Emenda Constitucional nº85 de 26 de fevereiro de 2015**. Altera e adiciona dispositivos na Constituição Federal para atualizar o tratamento das atividades de ciência, tecnologia e inovação. 2015. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/emendas/emc/emc85.htm

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 8.248, de 23 de outubro de 1991**. Dispõe sobre a capacitação e competitividade do setor de informática e automação, e dá outras providências. 1991. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8248.htm

BRASIL. Presidência da República. **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. 2016. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2016/Lei/L13243.htm

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR - CAPES. **Plataforma Sucupira**: cursos avaliados e reconhecidos. 2022. Disponível em: <https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/programa/quantitativos/quantitativoAreaAvaliacao.jsf?conceito=4>

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS - CGEE. **Boletim Anual OCTI 2021**, v.2, maio 2022. Disponível em: https://www.cgee.org.br/documents/10195/8781417/CGEE_OCTI_Boletim_Anual_do_OCTI_2021.pdf

CENTRO DE GESTÃO DE TECNOLOGIA E INOVAÇÃO – CGTI. **Inovar PE**. 2022. Disponível em: <https://www.cgti.org.br/innovar-pe/>

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS - CGEE. Indicadores da geografia da CT&I no Brasil. **Boletim Temático do OCTI** – Observatório de Ciência, Tecnologia e Inovação, v.2, n. 4, out. 2021. Disponível em: https://www.cgee.org.br/documents/10195/8781417/CGEE_OCTI_boletim_tem_octi_04.pdf

COBO, M.J.; LÓPEZ-HERRERA, A.G.; HERRERA-VIEDMA, E.; HERRERA, F. An approach for detecting, quantifying, and visualizing the evolution of a research field: A practical application to the Fuzzy Sets Theory field, **Journal of Informetrics**, v. 5, n. 1, 2011, p. 146-166. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1751157710000891>

CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO – CNPQ. **Programa Institutos Nacionais de Ciência, Tecnologia e Inovação - INCT's**. 2022. Disponível em: <http://inct.cnpq.br/>

CREATIVANTE. **A Visão de desenvolvimento da Profa. Carlota Perez e o futuro do Brasil**. 05 dez. 2021, Disponível em: <https://www.creativante.com/new/index.php/2013-02-03-19-36-05/2021/541-a-visao-de-desenvolvimento-da-profa-carlota-perez-e-o-futuro-do-brasil>

DIACONU, Mihaela. Technological Innovation: Concept, Process, Typology and Implications in the Economy. **Theoretical and Applied Economics**. v. 18, 2011. P. 127-144. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Mihaela-Diaconu-4/publication/227364059_Technological_Innovation_Concept_Process_Typology_and_Implications_in_the_Economy/links/5cf809e4a6fdcc8475089915/Technological-Innovation-Concept-Process-Typology-and-Implications-in-the-Economy.pdf

FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS – FINEP. **O Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FNDCT**. 2022. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/a-finep-externo/fndct>

FUNDAÇÃO DE AMPARO À CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO - FACEPE. Os parques tecnológicos de Pernambuco. **Revista Inovação & Desenvolvimento**. 2. Ed, maio 2020. Disponível em: <http://www.facepe.br/wp-content/uploads/2020/05/Revista-Inova%C3%A7%C3%A3o-Desenvolvimento-N%C2%BA2-vers%C3%A3o-final.pdf>

GALINDO-RUEDA, F.; VERGER, F. OECD Taxonomy of Economic Activities Based on R&D Intensity, **OECD Science, Technology and Industry Working Papers**, n. 2016/04, OECD Publishing, Paris, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/5jlv73sqqp8r-en>. https://www.oecd-ilibrary.org/oecd-taxonomy-of-economic-activities-based-on-r-d-intensity_5jlv73sqqp8r.pdf?itemId=%2Fcontent%2Fpaper%2F5jlv73sqqp8r-en&mimeType=pdf

GOKHBERG, Leonid; FURSOV, Konstantin; MILES, Ian; PERANI, Giulio. Developing and using indicators of emerging and enabling Technologies. In: GAULT, Fred. **Handbook of innovation indicators and measurement**. Cheltenham: Edward Elgar, 2013, p.349-380. Disponível em: https://econpapers.repec.org/bookchap/elgeechap/14427_5f15.htm

GOV.UK. Department for Business, Energy & Industrial Strategy. **The impact of business accelerators and incubators in the UK**. BEIS Research Paper number: 2019/009. Disponível em: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/839755/The_impact_of_business_accelerators_and_incubators_in_the_UK.pdf. Acesso em 15 nov. 2021.

HIDALGO, César A., *et al.* The product space conditions the development of nations. **Science**, v. 317, n. 5837, 2007. p. 482-487. Disponível em: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/0708/0708.2090.pdf>

INNOVATION FUND. **100,000 strong in the Americas**. 2022. Disponível em: <https://www.100kstrongamericas.org/>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. PINTEC – Pesquisa de Inovação. 2017. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/multidominio/ciencia-tecnologia-e-inovacao/9141-pesquisa-de-inovacao.html?=&t=destaques>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Rebanho de ovinos** (carneiros e ovelhas). 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/ovino/pe>

FERNANDES, A.C.; MELO, L. **Estratégia de ciência, tecnologia e inovação para Pernambuco 2017-2022**. Recife: SCTI/PE, 2017. 100 p. Disponível em: <https://www.secti.pe.gov.br/wp-content/uploads/2022/04/Estrategia-de-Ciencia-Tecnologia-e-Inovacao.pdf>

PERNAMBUCO. Governo do Estado. **Decreto 46.901 de 18 de dezembro de 2018**. Dispõe sobre o Parque Tecnológico de Eletroeletrônicos e Tecnologias Associadas - Parqtel e institui o Centro de Manufatura Avançada – CMA. 2018b. Disponível em: <http://legis.alepe.pe.gov.br/texto.aspx?id=41384&tipo=>

PERNAMBUCO. Governo do Estado. **Decreto nº 49.253, de 31 de julho de 2020**. Regulamenta a Lei Complementar nº 400, de 18 de dezembro de 2018, que dispõe sobre incentivo à pesquisa, ao desenvolvimento científico e tecnológico e à inovação no Estado de Pernambuco e institui a Usina Pernambucana de Inovação. 2020. Disponível em: <https://legis.alepe.pe.gov.br/texto.aspx?tiponorma=6&numero=49253&complemento=0&ano=2020&tipo=&url=>

PERNAMBUCO. Governo do Estado. **Lei nº 10.401 de 26 de dezembro de 1989**. Institui a Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia - FACEPE e dá outras providências. 1089. Disponível em: <https://legis.alepe.pe.gov.br/texto.aspx?id=7036>

PERNAMBUCO. Governo do Estado. **Lei nº 15.063 de 04 de setembro de 2013**. Institui a obrigatoriedade de investimentos em pesquisa, desenvolvimento e inovação por contribuinte do ICMS beneficiário de incentivo fiscal, bem como o Fundo de Inovação do Estado de Pernambuco - INOVAR-PE. 2013. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=258246>

PERNAMBUCO. Governo do Estado. **Lei nº 17.157 de 07 de janeiro de 2021**. Institui o Programa Pernambuco na Universidade - PROUNI-PE. 2021. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=407672>

PERNAMBUCO. Governo do Estado. **Lei Complementar nº400 de 19 de dezembro de 2018**. Dispõe sobre o incentivo à pesquisa, ao desenvolvimento científico e tecnológico e à inovação no Estado de Pernambuco. 2018a. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=372521>

PERNAMBUCO. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação. **Lócus da inovação**. 2022. Disponível em: <https://www.secti.pe.gov.br/programa-locus-da-inovacao-locus/>

PORTO DIGITAL et al. **ECOSSISTEMAS.PE**: Mapeamento do Ecossistema de Inovação de Pernambuco. 2020. Disponível em: https://portodigital.org/arqSite/Apresentacao_Mapeamento.pdf. Acesso em: 15 nov. 2021.

ROSELINO, J.E. Análise da Indústria Brasileira de Software com Base em uma Taxonomia das Empresas: Subsídios para a Política Industrial. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 5, n. 1, p. 157-201. 2006. Disponível em: <http://www.spell.org.br/documentos/download/24048>

SABOYA, F.; QUERETTE, E. Porto Digital: uma plataforma para a nova economia de Pernambuco *In*: ARAUJO, T.B.; ARAUJO, T.P. (Orgs.) **Socioeconomia pernambucana**: Mudanças e desafios. Recife: CEPE. 2018. p. 277-295

SCERB, Philippe. Saltos tecnológicos dependem de apoio estatal à inovação, afirma economista anglo-venezuelana Carlota Perez que deu aula sobre nova economia a convite do FolhaLab+ iFood. **Folha de São Paulo**, 27 nov. 2022. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2022/11/saltos-tecnologicos-dependem-de-apoio-estatal-a-inovacao-afirma-economista.shtml>

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP. Pesquisadoras revelam os desafios das mulheres para fazer ciência. **Jornal da USP**, 10 fev. 2021. Disponível em: <https://jornal.usp.br/universidade/pesquisadoras-revelam-os-desafios-das-mulheres-para-fazer-ciencia/> Acesso em 27 out 2022.

USINA PERNAMBUCANA DE INOVAÇÃO. **Desafios de Pernambuco**. 2022. Disponível em: <https://desafios.pe.gov.br/>

WEB OF SCIENCE - WOS. **Principal coleção da Web of Science ajuda**. 2020. Disponível em: https://images.webofknowledge.com/WOKRS519B3/help/pt_BR/WOS/hp_research_areas_easca.html

Anexo 1

Siglas encontradas nesta publicação

AGE Agência de Empreendedorismo de Pernambuco	IIT Instituto de Inovação Tecnológica
ANP Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis	Inbarcatel Incubadora Parqtel de Projetos de Inovação Tecnológica
APL Arranjos Produtivos Locais	INCT Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia
BNB Banco do Nordeste	INCT Institutos nacionais de ciência, tecnologia e inovação
Capes Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior	Inovar-PE Fundo de Inovação do Estado de Pernambuco
Cesar Centro de Estudos e Sistemas Avançados do Recife	INPI Instituto Nacional da Propriedade Industrial
CGEE Centro de Gestão e Estudos Estratégicos	ITEP Instituto de Tecnologia de Pernambuco
CIn-UFPE Centro de Informática da Universidade Federal de Pernambuco	Lafepe Laboratório Farmacêutico do Estado de Pernambuco Governador Miguel Arraes
CMA Centro de Manufatura Avançada	LAP Laboratórios de apoio à prototipagem
CNAE Classes da Classificação Nacional de Atividades Econômicas	LDe Laboratórios de Design
CNPq Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico	LISP Laboratórios de Inovação do Setor Público
CNRS <i>Centre National de la Recherche Scientifique</i> (Centro Nacional de Pesquisa Científica)	LMA Laboratório de Manufatura Avançada
Compet-PE Programa de Competitividade Territorial	LMA Laboratórios de Manufatura Avançada
CT&I Ciência, Tecnologia e Inovação	LMO Laboratórios de Modelagem
ECT&I-PE Estratégia de Ciência, Tecnologia e Inovação para Pernambuco	LPM Laboratórios para Prototipagem Mecânica Rápida
Etene Informe Estrutura Tecnológica do Comércio Exterior dos Estados do Nordeste	LRA Laboratórios de Robótica Aplicada
Facepe Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco	MCom Ministério das Comunicações
FAP Fundações de amparos à pesquisa	MCTI Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações
FCA Fiat Chrysler Automobiles	MD Ministério da Defesa
Finep Financiadora de Estudos e Projetos	MDIC Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
FITec Fundação para Inovações Tecnológicas	MDR Ministério do Desenvolvimento Regional
FNDCT Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico	MEC Ministério da Educação
Fundaj Fundação Joaquim Nabuco	MS Ministério da Saúde
Gbps Gigabits por segundo	MTE Ministério do Trabalho e Previdência
Hemope Fundação de Hematologia e Hemoterapia de Pernambuco	MTur Ministério do Turismo
IAM Instituto Aggeu Magalhães/Fiocruz	MVP Acrônimo em Inglês para <i>Minimum Viable Products</i> (Mínimo Produto Viável)
IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística	OCDE Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ICMS Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços	OCTI Observatório de Ciência, Tecnologia e Inovação
ICT Instituto (ou instituições) de Ciência e Tecnologia	ODA Objetos digitais de aprendizagem
IES Instituições de Ensino Superior	P&D Pesquisa & Desenvolvimento
	Parqtel Parque Tecnológico de Eletroeletrônicos e Tecnologias Associadas
	PD&I Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação
	PIB Produto Interno Bruto

Pintec | Pesquisa de Inovação

PNDR | Política Nacional de Desenvolvimento Regional

PQ | Produtividade em Pesquisa

PRO-RNP | Programa Interministerial RNP

ProStartup | Programa de Apoio às Startups Pernambucanas

Prouni-PE | Programa Pernambuco na Universidade

RAIS | Relação Anual de Informações Sociais

Repepe | Rede Pernambucana de Pesquisa e Educação

RHCTI | Recursos Humanos para Ciência, Tecnologia e Inovação

RNP | Rede Nacional de Ensino e Pesquisa

Sebrae | Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SECTI/PE | Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação do Estado de Pernambuco

SEE/PE | Secretaria de Educação e Esportes

Senai | Instituto Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

SNCTI | Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação

SPIn | Sistema Pernambucano de Inovação

STEM | Acrônimo em Inglês para *science, technology, engineering and mathematics* (ciência, tecnologia, engenharia e matemática)

TI | Tecnologia da Informação

TIC | Tecnologia da Informação e Comunicação

UF | Unidades da Federação

Ufape | Universidade Federal do Agreste de Pernambuco

UFPE | Universidade Federal de Pernambuco

UFRPE | Universidade Federal Rural de Pernambuco

Unicap | Universidade de Pernambuco

Univasf | Universidade Federal do Vale do São Francisco

UPE | Universidade de Pernambuco

USP | Universidade de São Paulo

WoS | *Web of Science*

Boletim Temático do OCTI

Observatório de Ciência, Tecnologia e Inovação - Ano 3 - n.º 5 - dezembro/2022

Diretor-presidente

Fernando Cosme Rizzo Assunção

Diretores

Luiz Arnaldo Pereira da Cunha Junior
Ary Mergulhão Filho

Supervisão

Ary Mergulhão Filho

Equipe técnica do CGEE

Adriana Badaró de Carvalho (coordenação)
Arthur de Oliveira Dias
César Augusto Costa
Denise Mendes Teixeira Alves Terror
Ivone Alves de Oliveira Lopes
Lília Rodrigues Fernandes
João Vitor Rodrigues Martins
Marcelo Augusto Paiva dos Santos
Matheus Figueiredo Pimenta
Mayra Jurua Gomes de Oliveira
Paulo Gonçalves Lima
Rayany de Oliveira Santos

Equipe técnica da SECTI/PE

César Augusto Souza de Andrade
(Diretor de Políticas de CT&I e Competitividade)
Jurema Regueira Arabyan Monteiro
(Gerente de Estudos e Prospecção)

Consultores

Mariano Macedo (UFPR)

Colaboradores

Abraham Benzaquen Sicsu (UFPE e Fundaj)
Ana Cristina Fernandes (UFPE)
Ernani Azevedo (Senai)
Lúcia Carvalho Pinto de Melo (Fundaj)
Pedro Valadão Carelli (UFPE)

Edição

Maisa Cardoso

Projeto gráfico

Núcleo de Design Gráfico do CGEE

Diagramação e capa

Contexto Gráfico

Infográficos

Ruben Ventura dos Santos Pereira

Comunicação Integrada do CGEE

Coordenador

Jean Marcel da Silva Campos

Assessora de imprensa

Bianca Torreão

Estagiárias/Jornalismo

Yasmim Viana Valois Moraes
Henrique Uyeda Nagae

Publicidade, Propaganda e Design

Eduardo José Lima de Oliveira
Cleyton Santos Ferreira

Estagiários/Design

Ruben Ventura dos Santos Pereira
Laiane Matos Fernandes

Relações Públicas e Eventos

Susan Soares Luz

Estagiário/Eventos

Vitor Freitas Rosa Ximenes
Flávia Maciel Freitas

Estagiária/Edição

Leticia Albuquerque de Carvalho

Apoio Técnico Administrativo

Luciane Penna Firme Horna