

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/328190094>

PROMOÇÃO DE RESILIÊNCIA POR MEIO DA TECNOLOGIA A PARTIR DAS INSTITUIÇÕES CIENTÍFICAS E TECNOLÓGICAS NO BRASIL

Conference Paper · March 2018

CITATIONS

0

READS

12

2 authors:



Silvio Bitencourt da Silva

Universidade do Vale do Rio dos Sinos

49 PUBLICATIONS 48 CITATIONS

SEE PROFILE



Daniel Pedro Puffal

Universidade do Vale do Rio dos Sinos

23 PUBLICATIONS 31 CITATIONS

SEE PROFILE

PROMOÇÃO DE RESILIÊNCIA POR MEIO DA TECNOLOGIA A PARTIR DAS INSTITUIÇÕES CIENTÍFICAS E TECNOLÓGICAS NO BRASIL ^{WP1}

Silvio Bitencourt da Silva, UNISINOS, São Leopoldo, RS - Brasil
sibitencourt@unisinós.br

Daniel Pedro Puffal, UNISINOS, São Leopoldo, RS - Brasil
dpuffal@unisinós.br

Resumo: Este trabalho teórico-empírico busca examinar em que condições a tecnologia promove resiliência no âmbito de Instituições Científicas e Tecnológicas - ICTs no Brasil. Esta investigação é pautada em uma abordagem qualitativa e concentra-se em um único estudo de caso com múltiplas unidades de análise, tendo como base a coleta de dados a partir de entrevistas semiestruturadas com os responsáveis por um grupo das entidades associativas existentes que representam os interesses das ICTs no Brasil. As evidências obtidas demonstram que as ICTs podem promover a resiliência em condições que permitam a sua operação no modelo de hélice quadrupla/quíntupla onde o governo, empresas, academia, sociedade e ambiente possam se conectar a partir das ICTs para desenvolver colaborativamente soluções além do escopo do que qualquer organização ou pessoas fariam individualmente. Entretanto, os processos colaborativos são difíceis de desencadear e manter sem políticas que assegurem um ambiente cultural e institucional de apoio às ICTs. Há, de fato, a emergência de um tipo de ICT 4.0 que promova resiliência por meio da tecnologia para enfrentar os novos desafios da chamada quarta revolução industrial que produzem uma era de disrupção de implicações globais.

Palavras-chave: Hélice Quádrupla/Quíntupla, Instituições Científicas e Tecnológicas, Inovação Aberta, Tecnologia, Resiliência.

1. INTRODUÇÃO

A intensidade com que as inovações tecnológicas emergem no século XXI têm propiciado avanços em diferentes tipos de tecnologias, tais como as de informação e comunicação em rede, biotecnologia, neurotecnologia, nanotecnologia, robótica, semicondutores, alimentos e engenharia ambiental, entre outras. Embora essas tecnologias tenham o potencial de gerar transformação positiva e ajudar a abordar as dificuldades em lidar com "grandes desafios sociais", a novidade associada à inovação tecnológica também é acompanhada por ansiedades sobre seus impactos. Levantam uma série de questões vitais e complexas globalmente e, particularmente, em países emergentes como o Brasil que vem demonstrando instabilidade institucional e atravessado frequentes crises políticas, econômicas e sociais que contribuem para a constituição de uma série de situações adversas.

Como uma forma de resposta a esses desafios, a conscientização da sociedade sobre a importância da Ciência, Tecnologia e Inovação para o desenvolvimento

^{1WP} This Working Paper constitute a "work in progress".

econômico e social do País tem levado a discussões sobre a efetividade do Sistema Nacional de C,T&I – SNCTI e como ele pode ser aprimorado (Cassiolo et al., 2003).

Entre os diferentes agentes do SNCTI, as Instituições de Ciência e Tecnologia - ICTs (CGEEE, 2010) tem obtido maior atenção frente ao seu potencial para auxiliar no aprofundamento das relações entre coletividade científica, empresas, governo e sociedade (Prest, 2002; Mazzoleni, Nelson, 2007; Åström et al., 2008), possibilitando o desenvolvimento de tecnologias que promovam resiliência. Para os fins deste estudo, resiliência é definida como a capacidade de lidar com situações adversas por meio de estratégias adaptativas, pró-ativas e reativas (Sutcliffe & Vogus, 2003; Hamel & Valikangas, 2003; Seville, 2009).

Por outro lado, as ICTs têm procurado aprimorar suas competências na pesquisa, formação de recursos humanos, transferência de conhecimento para a sociedade, para o setor empresarial ou para o governo, além da captação e gestão de recursos financeiros governamentais e privados para a manutenção e desenvolvimento de suas atividades.

O artigo, assim, busca responder a seguinte questão de pesquisa: como a tecnologia promove resiliência no âmbito das ICTs no Brasil? Assim, a partir da coleta de dados com um grupo das entidades associativas existentes no Brasil que representam os interesses das ICTs foi promovida a identificação de diferentes perspectivas para o entendimento do papel das ICTs no SNCTI, seus modelos institucionais, suas linhas de atuação e as perspectivas para suas atividades frente aos desafios da ciência, tecnologia e inovação no Brasil.

Para responder a questão proposta, o artigo está estruturado da seguinte forma: primeiramente, o texto apresenta teorizações sobre a inovação aberta em MPEs. Na sequência, são apresentados os procedimentos metodológicos adotados na pesquisa. Depois são apresentados os resultados da pesquisa e as considerações finais, incluindo implicações e limitações deste estudo, as recomendações para futuras pesquisas e, por fim, o referencial adotado.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Instituições Científicas e Tecnológicas - ICTs no Brasil

No Brasil, pouco mais de um terço das empresas classificadas pela PINTEC como inovadoras ou com potencial inovador realizaram esforços em inovação entre 2012 e 2014, segundo a última Pesquisa de Inovação realizada pelo IBGE - Pintec 2014 (Pintec, 2016). Entre as 132.529 empresas componentes da pesquisa 36% fizeram algum tipo de esforço em inovar em produtos ou processos. Esse percentual, chamado de taxa geral de inovação tecnológica do período, manteve-se praticamente estável frente ao triênio anterior (35,7%), mas ficou ainda abaixo do observado entre 2006 e 2008 (38%). A taxa de inovação da última Pintec não é a desejável, mas reflete o cenário de crise que se estabeleceu a partir de 2008. A próxima Pintec poderá trazer os piores resultados da história dado que os últimos anos tem apresentado pior desempenho que 2014.

Porém é possível destacar mudanças positivas e no crescimento de instituições de apoio à inovação, particularmente em decorrência de ajustes regulatórios, dos quais se pode destacar o chamado ‘marco legal da inovação’ e conhecido como Código de Ciência, Tecnologia e Inovação (C,T&I). O governo federal publicou no dia 08 de fevereiro de 2018 a sua regulamentação do Decreto n.º 9.283, de 2018, alterando a Lei de Inovação (Lei n.º 10.973, de 2004, já modificada pela Lei n.º 13.243, de 2016), Lei das Licitações (art. 24, § 3º, e o art. 32, § 7º, da Lei n.º 8.666, de 1993), o art. 1º da Lei n.º 8.010, de 1990, e o art. 2º, caput, inciso I, alínea “g”, da Lei n.º 8.032, de 1990. Cria mecanismos para integrar instituições científicas e tecnológicas e incentivar investimentos em pesquisa, como por exemplo: simplificar a celebração de convênios para a promoção da pesquisa

pública e procedimentos de importação de bens e insumos para pesquisa; a internacionalização de instituições científicas e tecnológicas e aumentar a interação ICTs e as empresas; incrementar a promoção de ecossistemas de inovação; diversificar instrumentos financeiros de apoio à inovação, permitir maior compartilhamento de recursos entre entes públicos e privados; gerar novos estímulos para a realização de encomendas tecnológicas e flexibilidade no remanejamento entre recursos orçamentários.

Entretanto, ainda existe a necessidade de recomposição de oito itens vetados. O Projeto de Lei do Senado (PLS) 226/2016 continua no Congresso e visa recompor os vetos. Há um entendimento de que os vetos presidenciais apontados impedem que a Lei opere na plenitude de sua concepção, desconsiderando propostas de atuação que estruturam o Sistema de Inovação Brasileiro (SNI) para operar de acordo com o potencial do país.

Entre os temas tratados pelo Decreto com o objetivo de avançar na promoção de um ambiente regulatório mais seguro e estimulante para a inovação no Brasil, grande peso é dado ao estabelecimento de mecanismos de estímulo à participação de ICTs em atividades de inovação associadas ao segmento produtivo. ICT é definida no Decreto como “órgão ou entidade da administração pública, direta ou indireta, ou pessoa jurídica de direito privado sem fins lucrativos, legalmente constituída sob as leis brasileiras, com sede e foro no país, que inclua em sua missão institucional os objetivos social ou estatutário, entre outros, a pesquisa básica ou aplicada de caráter científico ou tecnológico, ou o desenvolvimento de novos produtos, serviços ou processos”.

Destaque, também deve ser dado a Emenda Constitucional nº 85, promulgada em 2015, ao inserir na Carta Magna a atuação do SNCTI. Conforme o artigo 219-B da Constituição Federal, o Sistema “será organizado em regime de colaboração entre entes, tanto públicos quanto privados, com vistas a promover o desenvolvimento científico e tecnológico e a inovação”. Confere maior destaque às políticas de Estado relacionadas com o tema CT&I, abrindo a oportunidade para uma regulamentação que possa conferir maior centralidade aos assuntos do setor pelos entes da Federação.

2.2 Resiliência e Tecnologia

A resiliência, bem conhecida e aplicada em campos de conhecimentos, tais como Gestão, Ecologia, Psicologia, Gestão de Desastres, Organização, Gestão, Sociologia e Engenharia não possui uma definição amplamente aceita, mesmo na mesma área (Bergström, van Winsen, Henriqson, 2015), mas tornou-se um tópico de pesquisa emergente nestes diferentes campos e vários autores já identificaram relações entre eles (Ruiz-Martin et al., 2018). Horne III e Orr (1998) entendem a resiliência como uma qualidade para responder a mudanças significativas. Nos estudos organizacionais a resiliência usualmente é definida como a "capacidade de sobreviver" por meio de uma reconstrução contínua, mantendo estratégias adaptativas, proativas e reativas para lidar com ameaças, riscos, eventos adversos e desafios considerados disruptivos, ou seja, que interrompem o curso normal de um processo (Coutu, 2002, Hamel & Valikangas, 2003; Sutcliffe & Vogus, 2003; Durodie, 2003; McManus et al., 2007; Seville, 2009; Pooley e Cohen, 2010; Martinez et al., 2017; Blanco, 2018) De fato a resiliência não se refere apenas a um tipo de capacidade organizacional, mas “uma filosofia de como as organizações podem gerenciar surpresas e enfrentar ambientes adversos, complexos e incertos de maneira responsável e proativa, muitas vezes mesmo antes que as crises ocorram (Tengblad & Oudhuis, 2018).

Nesta direção, segundo ao Projeto Indústria 2027 (IEL, 2017) há uma disrupção de implicações globais uma que afetará o desenvolvimento de setores estratégicos do Brasil, alavancada por tecnologias como a inteligência artificial, internet das Coisas (IoT),

produção inteligente e conectada, materiais avançados, nanotecnologia, biotecnologia e armazenamento de energia.

Esta disrupção é reflexo da chamada quarta revolução industrial que, segundo Schwab (2016) transformará fundamentalmente a forma como vivemos, trabalhamos e nos relacionamos. Em sua escala, alcance e complexidade, a transformação será diferente de qualquer coisa que já foi experimentada pela humanidade”. Também chamada de 4.0, a revolução ocorre após três momentos históricos transformadores. O primeiro marcou o ritmo da produção manual à mecanizada, entre 1760 e 1830. O segundo, por volta de 1850, fez uso da eletricidade e das condições que permitiram a manufatura em massa. E o terceiro em meados do século 20, com o advento da eletrônica, da tecnologia da informação e das telecomunicações. Agora, a mudança que teve início na virada do século XX é baseada na revolução digital, ou “a segunda era da máquina” (Brynjolfsson & McAfee, 2014). Essa nova fase será impulsionada por uma profusão de novas tecnologias, tais como inteligência artificial, robótica, internet das coisas, veículos autônomos, impressão em 3D, nanotecnologia, biotecnologia, ciência dos materiais, armazenamento de energia e computação quântica, entre outras. Embora essas tecnologias tenham o potencial de gerar transformação positiva e ajudar a abordar as dificuldades em lidar com "grandes desafios sociais", a novidade associada à inovação tecnológica também é acompanhada por ansiedades sobre seus impactos possuindo potencial para inibir a resiliência. Para Schwab (2016, p. 35) “a quarta revolução industrial exigirá que atores capacitados reconheçam que são parte de um sistema de poderes distribuídos que requer formas mais colaborativas de interação para que se possa prosperar”. Em uma nova reflexão, Schwab (2018) observa que as tecnologias emergentes não são forças predeterminadas fora controle, nem são ferramentas simples com impactos e consequências conhecidos, pois em seu entendimento é possível demonstrar como cidadãos, líderes empresariais, influenciadores sociais e decisores políticos influenciem a forma como a tecnologia transforma o mundo, moldando um futuro verdadeiramente desejável em um momento de grande incerteza e mudança.

Nesta direção, a tecnologia desempenha um papel importante no fornecimento de recursos alternativos às pessoas para reconstruir, modificar e desenvolver novas rotinas, padrões de ação, trabalho e socialização frente a uma série de situações adversas (Mark & Semaan, 2008).

Sugere-se que a resiliência, neste contexto, pode ser obtida por um tipo peculiar de colaboração que amplia o modelo de produção de conhecimento Triple Helix (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000) para Modelo ou o Quadro do Sistema de Inovação *Quadruple / Quintuple Helix*, envolvendo: governo, universidade, indústria, sociedade civil e ambiente (Carayannis & Campbell, 2009; Arnkil et al., 2010; Leydesdorff, 2012; Carayannis & Campbell, 2012; Carayannis, Barth, & Campbell, 2012; Carayannis et al., 2018), reconhecido como CS2FIE2 (no original em língua inglesa: *Co-opetitive Spatial and Sectoral Fractal Innovation and Entrepreneurial Ecosystems*).

A tríplice hélice é pode ser entendida como um modelo para tratar com a inovação, que busca capturar múltiplas e recíprocas relações em diferentes pontos do processo de geração de conhecimento. A primeira dimensão do modelo é a transformação interna em cada uma das hélices, como o desenvolvimento de laços laterais entre empresas através de alianças estratégicas ou pelo reconhecimento das universidades em assumir também responsabilidade no desenvolvimento econômico. A segunda dimensão importante é a influência que tem uma hélice sobre a outra, ou seja, governo sobre empresa, empresa sobre universidade e assim por diante. A terceira dimensão é a criação de uma nova sobreposição trilateral de redes e organizações, desde a interação entre as três hélices,

estabelecida com o propósito de produzir novas idéias e formatos para o desenvolvimento de alta tecnologia (Puffal & Costa, 2008).

Relações colaborativas entre organizações podem viabilizar o acesso a uma grande quantidade de conhecimento para os processos de inovação (Balestrin et al., 2008, Huizingh, 2011) e se assemelha à noção de inovação aberta (Vororberg et al., 2014). Para os propósitos deste estudo trata-se de “um paradigma que supõe que as empresas podem e deveriam utilizar ideias externas, assim como ideias internas, e caminhos internos e externos para o mercado, à medida que as empresas buscam avançar suas tecnologias” (Chesbrough, 2003 p. XXIV). Inclui a abertura a vários atores internos e externos que participam de forma colaborativa no processo de inovação, dedicando-se a diferentes tipos de parcerias, aquisição de ideias e recursos do ambiente externo (Chesbrough, 2003). De um modo mais geral, a essência da inovação aberta é a capacidade de criar um ecossistema onde pessoas, organizações e setores possam promover a co-criação (Adner & Kapoor, 2010; Chesbrough, Kim & Agogino, 2014; Gawer & Cusumano, 2014). Isso envolve modelos de negócios - a lógica de criação e captura de valor - que transcendem dinamicamente os limites organizacionais dentro desse ecossistema de inovação (Ritala et al., 2013; Radziwon, Bogers & Bilberg., 2017; Holgersson, Granstrand & Bogers, 2017). Como objeto de pesquisa tem crescido rapidamente desde que o termo foi cunhado (Chesbrough & Bogers, 2014).

Um destes atores que colaboram no processo de inovação, trata-se do “intermediário do conhecimento” que assume o papel de conectar outros participantes e que podem ser considerados gestores de uma entidade inter-organizacional (Hibbert et al., 2008) que transforma conhecimento em aplicações novas ou significativamente distintas da sua concepção original, assumindo o papel, por exemplo, de intermediário de conhecimento (Hargadon & Sutton, 1997), que por sua vez cria soluções a partir da combinação de diferentes conhecimentos (Sieg et al., 2010). Este intermediário mantém relações com muitos parceiros e desempenha atividades de desenvolvimento de conhecimento específico a partir de sua capacidade de conectar agrupamentos diferentes em sistemas maiores (Long et al., 2013). O intermediário de conhecimento complementa e transforma conhecimento para incorporá-las na criação de um novo produto ou processo em um tipo de suporte baseado em conhecimento. Dessa forma, ele apropria-se do conhecimento de diferentes segmentos para criar um novo conhecimento, que poderá materializar-se em novos produtos, processos ou modelos de negócios (Hargadon & Sutton, 1997; Hargadon, 2002; Lingo & O'Mahony, 2010).

Para Chesbrough (2017) o futuro da inovação aberta é mais extenso, mais colaborativo e mais engajado com uma variedade maior de participantes. De fato, a inovação aberta desempenhará um papel fundamental frente as novas tendências tecnológicas que irão impulsionar a inovação (Bogers, Chesbrough & Moedas, 2018).

De fato, as referências adotadas suscitam a ideia de que a atuação das ICTs como intermediários da inovação aberta em um modelo de hélice quádrupla/quintupla cria condições para que a tecnologia promova resiliência no Brasil, em particular frente a disrupção decorrente da chamada quarta revolução industrial, além de ainda guardar relações com outros momentos históricos que ainda encontram expressão no País (Figura 2) Neste conteto, há três estratégias de resiliências passíveis de adoção: a reativa, a adaptativa e a pró-ativa. Na figura elas são confrontadas com os quatro momentos históricos que traduzem as revoluções industriais: o que marcou o ritmo da produção manual à mecanizada, o que fez uso da eletricidade e das condições que permitiram a manufatura em massa, o advento da eletrônica, da tecnologia da informação e das telecomunicações e os sistemas que foram construídos sobre a infraestrutura da revolução anterior, denominada de quarta revolução industrial.

Figura 1 – Promoção da resiliência por meio da tecnologia nas ICTs no Brasil

| Processos transformadores \ estratégias | reativas | adaptativas | próativas |
|--|---|---|---|
| produção manual à mecanizada |  |  |  |
| eletricidade e manufatura em massa. |  |  |  |
| eletrônica, tecnologia da informação e telecomunicações |  |  |  |
| sistemas que foram construídos sobre a infraestrutura da revolução |  |  |  |

Fonte: Elaborador pelos autores.

3. METODOLOGIA

A presente pesquisa pode ser classificada como qualitativa (Creswell, 2010) e a opção pelo estudo de caso demonstra ser apropriada, para uma questão do tipo “como” (Yin, 2014). A investigação ocorreu a partir da coleta de dados com um grupo das entidades associativas existentes no Brasil que representam os interesses das ICTs, envolvendo entidades representativas de comunidades científicas, tecnológicas e acadêmicas e dos sistemas estaduais de ciência, inovação e ensino superior. A seleção levou em conta dois critérios: (1) a sua representatividade e (2) a disponibilidade para integrar a pesquisa.

As entidades associativas (Quadro 1) estudadas foram: Associação Brasileira das Instituições de Pesquisa Tecnológica e Inovação (ABIPITI), Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Inovadoras (ANPEI), Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores (ANPROTEC), Conselho Nacional das Fundações de Apoio às Instituições de Ensino Superior e de Pesquisa Científica e Tecnológica (CONFIES), Conselho Nacional de Secretários para Assuntos de Ciência Tecnologia e Inovação (CONSECTI), Associação Brasileira dos Reitores das Universidades Estaduais e Municipais (ABRUEM), Associação Nacional dos Dirigentes das Instituições Federais de Ensino Superior (ANDIFES).

Quadro 1 – Entidades associativas pesquisadas

| Entidade associativa | Descrição |
|---|---|
| Associação Brasileira das Instituições de Pesquisa Tecnológica e Inovação (ABIPITI) | representação e promoção da participação das entidades públicas e privadas de pesquisa, desenvolvimento e inovação tecnológica (EPDIs) brasileiras associadas na criação e implementação de políticas voltadas para o Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI). |
| Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Inovadoras (ANPEI), | representação do segmento das empresas e instituições inovadoras que atua junto com as instâncias de governo, os setores produtivos e os formadores de opinião, disseminando a importância da inovação |

| | |
|--|--|
| | tecnológica para a competitividade das empresas e o desenvolvimento do Brasil. |
| Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores (ANPROTEC), | representação dos interesses das incubadoras de empresas, parques tecnológicos e empreendimentos inovadores no Brasil. Ela atua por meio da promoção de atividades de capacitação, articulação de políticas públicas e geração e disseminação de conhecimentos. |
| Conselho Nacional das Fundações de Apoio às Instituições de Ensino Superior e de Pesquisa Científica e Tecnológica (CONFIES) | representação que visa promover o aprimoramento e a troca de experiências entre as fundações associadas, bem como defender seus direitos e prerrogativas comuns. |
| Associação Brasileira dos Reitores das Universidades Estaduais e Municipais (ABRUEM) | representação do sistema estadual e municipal de Educação Superior, busca aprofundar permanentemente as discussões de temas prioritários para a agenda do Ensino Superior, sempre almejando a harmonia entre Ensino, Pesquisa, Extensão, Inovação e Internacionalização. |
| Associação Nacional dos Dirigentes das Instituições Federais de Ensino Superior (ANDIFES). | representação das universidades federais na interlocução com o governo federal, com as associações de professores, de técnico-administrativos, de estudantes e com a sociedade em geral. |

Fonte: elaborado pelos autores.

A coleta de dados ocorreu em duas etapas. A primeira de reconhecimento e exploração em que buscou-se entender as principais características das ICTs no Brasil. A segunda contemplou a coleta de dados a partir de documentos, acesso a diferentes mídias e entrevistas. As entrevistas foram realizadas pessoalmente, por Skype ou mesmo por telefone com duração média de uma hora e registradas com equipamento de gravação de áudio.

Para análise de dados, a técnica de análise de conteúdo foi adotada para inferir conhecimento por meio da geração de indicadores quantitativos (Bardin, 2011) a partir de categorias de análise que abrangem (a) o ambiente institucional, (b) a gestão, (c) papel, (d) metodologias adotadas, e (e) colaboração. Foi adotado método de triangulação (Flick, 2012), combinando distintos tipos de dados de várias fontes de evidências sob uma abordagem teórica e produzindo-se, assim, um conhecimento adicional em relação ao que seria possível se fosse adotada uma única perspectiva. Foram utilizados resumos elaborados pelos autores, planilhas e materiais impressos e digitais disponibilizados pelos ICTs e foram suficientemente robustas para conferir confiabilidade aos resultados obtidos. Os dados foram constantemente comparados (Strauss & Corbin, 1990) entre a teoria e os resultados para promover a discussão sobre como a tecnologia promove resiliência no âmbito das ICTs no Brasil.

4. ESTUDO DE CASO

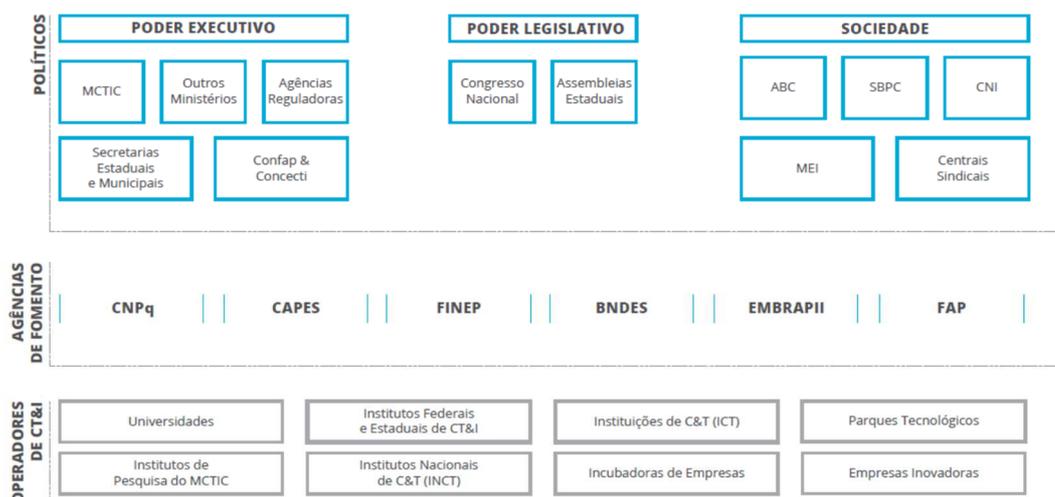
O governo federal incluiu a promoção da Ciência, da Tecnologia e da Inovação (CT&I) entre as "diretrizes estratégicas" do Plano Plurianual 2016-2019 (Brasil, 2016a), um instrumento previsto no art. 165 da Constituição Federal destinado a organizar e viabilizar a ação pública, com vistas a cumprir os fundamentos e os objetivos da República. O documento sugere que a dinamização da produção científica e tecnológica nacional passa pelo fortalecimento, a ampliação e a modernização da infraestrutura de P&D das ICTs públicas e privadas, pela maior integração das ICTs com o setor produtivo,

pelo estabelecimento de redes cooperativas de P&D e ainda pela articulação e integração entre os diversos órgãos e instituições que compõem o sistema nacional de CT&I.

O ambiente institucional das ICTs está caracterizado pela sua inserção no terceiro nível de atores do SNCTI (Figura 1), os operadores de CT&I, onde são geradas as inovações, desenvolvidas as tecnologias e realizadas as pesquisas que foram objeto de diretrizes no nível político e de alocações de recursos no nível das Agências de Fomento.

Enquanto que nos outros dois níveis as atividades são desempenhadas majoritariamente por gestores do Sistema, neste nível as iniciativas contam com o trabalho de pesquisadores e tecnologistas. Universidades podem ser tomadas como ICTs, devendo-se considerar também sob essa nomenclatura outros operadores relevantes tais como: os Institutos de Pesquisa (privados); os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia (IFE); e os Institutos Estaduais de CT&I. Nesse nível, cabe destacar o papel exercido pelos Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCTs) que congregam as unidades de pesquisa de maior excelência no País e tem por objetivo desenvolver a pesquisa e criar patentes para o país.

Figura 1 – Principais atores do SNCTI



Fonte: ENCTI 2016-2022 (Brasil, 2016b)

Deve ser ressaltada a criação recente, no segundo nível de atores do SNCTI (Figura 1), as agências de fomento, da Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (Embrapii), Organização Social cuja missão é apoiar projetos empresariais que tenham como base a inovação por meio da cooperação universidade-empresa, utilizando-se de mecanismos ágeis e transparentes de contratação.

Suas origens remontam ao processo de capacitação institucional nas áreas de Tecnologia Industrial Básica - TIB, em o Governo Brasileiro concebeu, entre 1982 e 1984, o Subprograma de Tecnologia Industrial Básica dentro do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT), executado mediante três sucessivos acordos de empréstimo com o Banco Mundial até 1998. Na sequência e, em decorrência das TIB a qualificação de laboratórios e acreditação pelo INMETRO, os quais fornecem serviços diretamente às indústrias. Depois, houve o momento das plantas piloto (plantas de processo em pequena escala) que permitiriam determinar se um determinado processo é tecnicamente e economicamente viável, bem como estabelecer os parâmetros operacionais ótimos do referido processo para a subsequente concepção e construção da planta em escala industrial. E, nos dias de hoje voltam-se a simulações que permitem que

o teste e otimização de processos e produtos ainda na fase de concepção, diminuindo os custos e o tempo de criação. Isso nos leva a uma potencial denominação das ICTs nos dias de hoje como ICTs 4.0, fazendo alusão ao momento das simulações, o quarto apresentado, bem como pela sua atuação no âmbito da quarta revolução industrial.

De maneira geral as ICTs são organizações públicas ou privadas. Seu **papel** está voltado às atividades de pesquisa de caráter científico ou tecnológico. Através da transferência do conhecimento podem contribuir para a inovação nas empresas. Seu propósito e o legado que deveria criar reside na transformação este conhecimento em riqueza. Dessa forma, sua **gestão** é condicionada ao ‘marco legal da inovação’ regulamentado pelo Decreto nº 9.283/2018 e por outros dispositivos específicos, como no caso das ICTs públicas que devem se adequar as normas da Lei 13.303/2016, também chamada de lei das estatais, estruturadas em duas partes. Na primeira, há um conjunto de normas sobre governança corporativa, transparência na gestão e mecanismos de controle da atividade empresarial. Na segunda, regramento sobre licitação e contratação a serem observadas pelas empresas estatais.

As **metodologias adotadas** pelas ICTs são pautadas, prioritariamente por normas e padrões de referências, dos quais se pode destacar: (i) norma técnica internacional sobre competência de laboratórios de ensaio e calibração, a ISO/IEC 17025; (ii) norma ABNT NBR 16501:2011 – Diretrizes para Sistemas de Gestão da Pesquisa, do Desenvolvimento e da Inovação. Ainda, as ICTs reconhecidas como Unidades EMBRAPII, adotam o Sistema de Excelência Operacional Embrapii e o seu Manual de Operações que descreve requisitos operacionais para uma Unidade EMBRAPII (UE). Também, houve a adoção de boas práticas oriundas do Programa de Excelência na Gestão da ABIPTI, que tinha por objetivo a melhoria contínua das práticas de gestão das entidades de pesquisa, desenvolvimento e inovação (EPDIs) no País para orientá-las a tornarem-se mais competitivas. Adicionalmente, aponta-se a série de normas ISO 50500 em construção sob a responsabilidade da Organização Internacional de Normalização (ISO, na sigla em inglês) por meio do comitê técnico para tratar do tema, o ISO/TC 279, do qual o Brasil faz parte com a Comissão de Estudo Especial de Gestão da Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (CEE-130) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Um marco importante na CT&I brasileira que contribuirá para a **colaboração** entre as ICTs e outros atores do SNCTI foi a institucionalização, através da Emenda Constitucional nº 85, em 26 de fevereiro de 2015, do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI), que passou a ser organizado em regime de **colaboração** entre entes, tanto públicos quanto privados, com vistas ao desenvolvimento científico e tecnológico do País. Nesta direção, o aprimoramento do arcabouço legal e institucional para essa modalidade de **colaboração** em PD&I entre Academia e indústria é um dos principais desafios enfrentados para ICTs no Brasil e que seguem em refinamento a partir da regulamentação do novo marco legal de CT&I e do (PLS) 226/2016 no Congresso que visa recompor os vetos. As parcerias público-privadas (PPPs), os centros de pesquisa conjuntos, os licenciamentos de propriedade intelectual, além de incentivos para a mobilidade de acadêmicos empreendedores estão entre os principais mecanismos que viabilizam a **colaboração**. Além dos esforços governamentais, outros mecanismos estão ganhando importância como os financiamentos baseados em propriedade Intelectual (securitização), o financiamento coletivo (crowdfunding) e financiamentos à pesquisa voltados para a **colaboração** internacional. Adicionalmente, a **colaboração** com Estados, Municípios e instituições de ensino e pesquisa parecem ser alternativas significativas para o fortalecimento do SNCTI. Além disso, recentemente houve a oficialização de um novo tipo **colaboração** inédito no Brasil entre entidades voltadas à inovação por meio da

criação da Rede Nacional de Associações de Inovação (RNAI). A Rede tem como objetivo fomentar ações de cooperação para promover o desenvolvimento, a tecnologia e a inovação entre os associados de todas as instituições, sendo eles empresas, organizações públicas e privadas, universidades ou outras instituições.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teórico-empírico examinou em que condições a tecnologia promove resiliência no âmbito de Instituições Científicas e Tecnológicas - ICTs no Brasil.

Teve como base a coleta de dados a partir de entrevistas semiestruturadas com os responsáveis por um grupo de entidades associativas existentes no Brasil que representam os interesses das ICTs a partir das categorias de análise adotadas nesta pesquisa, que abrangeram (a) o ambiente institucional adequado a operação dos ICTs, mesmo que o provisionamento de recursos, especialmente públicos venha sofrendo de contingenciamentos regulares, (b) a gestão associada ao 'marco legal da inovação' regulamentado pelo Decreto nº 9.283/2018, mesmo que a recomposição de alguns vetos esteja em discussão e por outros dispositivos específicos (c) seu papel volta-se as atividades de pesquisa de caráter científico ou tecnológico, (d) metodologias adotadas pelas ICTs envolve prioritariamente normas e padrões de referências que contribuem para a excelência de sua gestão e (e) colaboração passa a ser um elemento crucial para a atuação das ICTs no país.

As evidências obtidas demonstram que as ICTs podem promover a resiliência por meio, inicialmente, de estratégias adaptativas frente a disrupção decorrente da chamada quarta revolução industrial, além de ainda guardar relações com outros momentos históricos que ainda encontram expressão no País e que pode ser associada aos principais momentos da evolução das ICTs brasileiras. Para isso devem haver condições que permitam a sua operação no modelo de hélice quadrupla/quíntupla onde o governo, empresas, academia, sociedade e ambiente possam se conectar a partir das ICTs para desenvolver colaborativamente soluções além do escopo do que qualquer organização ou pessoas fariam individualmente. Entretanto, os processos colaborativos são difíceis de desencadear e manter sem políticas que assegurem um ambiente cultural e institucional de apoio às ICTs.

Há, de fato, a emergência de um tipo de ICT 4.0 que emerge atualmente e pode promover a resiliência por meio da tecnologia em estratégias proativas para avançar diante dos desafios da chamada quarta revolução industrial que produzem uma era de disrupção de implicações globais.

Futuras pesquisas, neste campo de investigação, poderiam permitir compreender com maior profundidade os processos de colaboração que acontecem a partir das ICTs no modelo de hélice quadrupla/quíntupla. Ainda, investigar as particularidades dos Institutos de Pesquisa (privados); os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia (IFE); e os Institutos Estaduais de CT&I. Por fim, estudos prospectivos poderiam delinear o futuro das ICTs no Brasil como ICTs 4.0.

REFERÊNCIAS

Adner, R., & Kapoor, R. (2010). Value creation in innovation ecosystems: How the structure of technological interdependence affects firm performance in new technology generations. *Strategic management journal*, 31(3), 306-333.

Arnkil, R., Järvensivu, A., Koski, P., & Piirainen, T. (2010). Exploring the Quadruple Helix Report of Quadruple Helix Research For the CLIQ Project, Retrieved April 20, 2010.

- Åström, T.; Eriksson, M. L.; Niklasson, L.; Aarnold, E. (2008). International Comparison of Five Institute Systems, ForskningsInnovationsstyrelsen. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, Dinamarca.
- Balestrin, A., Vargas, L. M., & Fayard, P. (2008). Knowledge creation in small-firm network. *Journal of Knowledge Management*, 12(2), 94-106.
- Bardin, L. (2011). Análise de conteúdo. São Paulo, SP: Edições 70.
- Bergström, J., van Winsen, R., Henriqson, E. (2015). On the rationale of resilience in the domain of safety: A literature review. *Reliability Engineering & System Safety*, 141, 131-141.
- Blanco, J. M. M. (2018). Organizational Resilience. How Learning Sustains Organizations in Crisis, Disaster, and Breakdown by D. Christopher Kayes Juan Manuel Menéndez Blanco. *The Learning Organization*, 25(2), 143-146.
- Bogers, M., Chesbrough, H., & Moedas, C. (2018). Open Innovation: Research, Practices, and Policies. *California Management Review*, 60(2), 5-16.
- Brasil (2016a). Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2016-2019 (ENCTI). Ministério de Ciência Tecnologia e Inovação, Brasília.
- Brasil (2016b). Plano Plurianual 2016-2019. Desenvolvimento, Produtividade e Inclusão Social. Brasília, 2015. Disponível em: <http://www.planejamento.gov.br/secretarias/upload/arquivo/spi-1/ppa-2016-2019/ppa-2016-2019-ascom-3.pdf> Acesso em: 28/01/2017.
- Brynjolfsson, E. & McAfee, A. (2014). *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*, W.W. Norton & Company
- Carayannis, E. G., & Campbell, D. F. (2009). 'Mode 3' and 'Quadruple Helix': toward a 21st century fractal innovation ecosystem. *International journal of technology management*, 46(3-4), 201-234.
- Carayannis, E. G., & Campbell, D. F. (2012). Mode 3 knowledge production in quadruple helix innovation systems. In *Mode 3 Knowledge Production in Quadruple Helix Innovation Systems* (pp. 1-63). Springer, New York, NY.
- Carayannis, E. G., Barth, T. D., & Campbell, D. F. (2012). The Quintuple Helix innovation model: global warming as a challenge and driver for innovation. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 1(1), 2.
- Carayannis, E. G., Grigoroudis, E., Campbell, D. F., Meissner, D., & Stamati, D. (2018). The ecosystem as helix: an exploratory theory-building study of regional co-opetitive entrepreneurial ecosystems as Quadruple/Quintuple Helix Innovation Models. *R&D Management*, 48(1), 148-162.
- Cassiolato, J.E.; Lastres, H.M.M.; Maciel, M.L. (Ed.). (2003) *Systems of innovation and development: evidence from Brazil*. Cheltenham: Edward Elgar.
- CGEE - Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (2010). Modelos institucionais das organizações de pesquisa: série documentos técnicos 3 – Brasília : Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. 72 p.
- Chesbrough, H. (2017). The Future of Open Innovation: The future of open innovation is more extensive, more collaborative, and more engaged with a wider variety of participants. *Research-Technology Management*, 60(1), 35-38.

- Chesbrough, H. W. (2003). *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*. Harvard Business Press, Boston.
- Chesbrough, H. W. and Bogers, M. (2014). *Explicating Open Innovation : Clarifying an Emerging Paradigm for Understanding Innovation*. In: Chesbrough et al. (eds.) *New Frontiers in Open Innovation*. Oxford University Press, USA, 344p.
- Chesbrough, H., Kim, S., & Agogino, A. (2014). Chez Panisse: Building an open innovation ecosystem. *California management review*, 56(4), 144-171.
- Coutu, D. L. (2002). How resilience works. *Harvard business review*, 80(5), 46-56.
- Creswell, J. W. W. (2010). *Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto*. 2. ed. Porto Alegre: Bookman.
- Durodie, B., 2003. Is real resilience attainable? *Homeland Security & Resilience Monitor*, 2 (6), pp. 15-19.
- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university–industry–government relations. *Research policy*, 29(2), 109-123.
- Flick, U. (2012). *Introdução à metodologia de pesquisa: um guia para iniciantes*. Penso Editora.
- Gawer, A., & Cusumano, M. A. (2014). Industry platforms and ecosystem innovation. *Journal of Product Innovation Management*, 31(3), 417-433.
- Hamel, G., & Valikangas, L. (2003). The quest for resilience. *Harvard business review*, 81(9), 52-65.
- Hargadon, A. B. (2002). Brokering knowledge: Linking learning and innovation. *Research in Organizational behavior*, 24, 41-85.
- Hargadon, A., & Sutton, R. I. (1997). Technology brokering and innovation in a product development firm. *Administrative science quarterly*, 716-749.
- Hibbert, P., Huxham, C., & Ring, P. S. (2008). Managing Collaborative Inter-organizational Relations. In *The Oxford handbook of inter-organizational relations*.
- Holgersson, M., Granstrand, O., & Bogers, M. (2017). The evolution of intellectual property strategy in innovation ecosystems: Uncovering complementary and substitute appropriability regimes. *Long Range Planning*. In Press. Corrected Proof.
- Horne III, J. and Orr, J. (1998) Assessing Behaviors That Create Resilient Organizations. *Employment Relations Today*, 24, 29-39.
- Huizingh, E. K. (2011). Open innovation: State of the art and future perspectives. *Technovation*, 31(1), 2-9.
- IEL – Inst. Euvaldo Lodi. (2017). PROJETO INDÚSTRIA 2027 - Riscos e Oportunidades para o Brasil diante de Inovações Disruptivas. Disponível em: <https://static-cms-si.s3.amazonaws.com/media/filer_public/87/4a/874a9da4-ea74-4d0a-86f3-12d09b223264/detalhamento_dos_impactos_sobre_os_sistemas_produtivos.pdf> Acesso em: 28/01/2017.
- Leydesdorff, L. (2012). The triple helix, quadruple helix,..., and an N-tuple of helices: explanatory models for analyzing the knowledge-based economy?. *Journal of the Knowledge Economy*, 3(1), 25-35.

- Leydesdorff, L., & Etzkowitz, H. (1996). Emergence of a Triple Helix of university—industry—government relations. *Science and public policy*, 23(5), 279-286.
- Leydesdorff, L., & Etzkowitz, H. (1998). The triple helix as a model for innovation studies. *Science and public policy*, 25(3), 195-203.
- Lingo, E. L., & O'Mahony, S. (2010). Nexus work: Brokerage on creative projects. *Administrative Science Quarterly*, 55(1), 47-81.
- Long, J. C., Cunningham, F. C., & Braithwaite, J. (2013). Bridges, brokers and boundary spanners in collaborative networks: a systematic review. *BMC health services research*, 13(1), 158.
- Mark, G., & Semaan, B. (2008). Resilience in collaboration: Technology as a resource for new patterns of action. In *Proceedings of the 2008 ACM conference on Computer supported cooperative work* (pp. 137-146). ACM.
- Martinez M., Di Nauta P., Sarno D. (2017). Real and Apparent Changes of Organizational Processes in the Era of Big Data Analytics. *Studi Organizzativi*, n. 2/2017, Franco Angeli, forthcoming.
- Mazzoleni, R.; Nelson, R. (2007) Public research institutions and economic catch-up. *Research Policy*, v. 36, n. 10, pp. 1512-1528.
- McManus, S., Seville, E., Brunsdon, D., & Vargo, J. (2007). *Resilience management: a framework for assessing and improving the resilience of organisations*. Resilient Organisations Research Group.
- Pooley, J. A., & Cohen, L. (2010). Resilience: A definition in context. *Australian Community Psychologist*, 22(1), 30-37.
- Prest, A. (2002). Comparative analysis of public, semi-public and recently privatised research centres. Final Project Report. PREST. University of Manchester. July.
- Puffal, D. P. & Costa, A. B. A Interação Universidade-Empresa e a Inovação: Resenha de Estudos e a Situação Brasileira. *Anais do XXV Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica*. Brasília, 2008.
- Radziwon, A., Bogers, M., & Bilberg, A. (2017). Creating and capturing value in a regional innovation ecosystem: A study of how manufacturing SMEs develop collaborative solutions. *International Journal of Technology Management*, 75(1-4), 73-96.
- Ritala, P., Agouridas, V., Assimakopoulos, D., & Gies, O. (2013). Value creation and capture mechanisms in innovation ecosystems: a comparative case study. *International Journal of Technology Management*, 63(3-4), 244-267.
- Ruiz-Martin, C., Lopez-Paredes, A., & Wainer, G. (2018). What we know and do not know about organizational resilience. *International Journal of Production Management and Engineering*, 6(1), 11-28.
- Schwab, Klaus (2016) *The fourth Industrial Revolution*, Geneva: World Economics Forum.
- Schwab, Klaus (2018) *Shaping the Fourth Industrial Revolution*, Geneva: World Economic Forum.
- Seville, E. (2009). Resilience: Great Concept But What Does It Mean for Organizations?, New Zealand Government, Wellington, New Zealand.

- Sieg, J. H., Wallin, M. W., & Von Krogh, G. (2010). Managerial challenges in open innovation: a study of innovation intermediation in the chemical industry. *R&D Management*, 40(3), 281-291.
- Strauss, A., & Corbin, J. (1990). Basics of qualitative research: Grounded theory procedures and techniques. Newbury Park, USA: Sage.
- Sutcliffe, K. M., & Vogus, T. J. (2003). Organizing for resilience. *Positive organizational scholarship*, 94-110.
- Sutcliffe, K. M., & Vogus, T. J. (2003). Organizing for resilience. *Positive organizational scholarship*, 94-110.
- Tengblad, S., & Oudhuis, M. (2018). Conclusions: The Resilience Framework Summarized. In *The Resilience Framework* (pp. 233-248). Springer, Singapore.
- Voorberg, W. H.; Bekkers; V. J. J. M. and Tummers, L. G. (2014) A Systematic Review of Co-Creation and Co-Production: Embarking on the social innovation journey. *Public Management Review*, 2-24.
- Yin, R. P. (2014). *Case Study Research: Design and Methods*, Fifth Edition, SAGE Publications, Inc,