



XVII Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação (XVII ENANCIB)

GT 7 – Produção e Comunicação da Informação em Ciência, Tecnologia & Inovação

O MODELO *E-SCIENCE* NOS INSTITUTOS NACIONAIS DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE NANOTECNOLOGIA: EVIDÊNCIAS DE PRÁTICAS COLABORATIVAS

THE E-SCIENCE MODEL IN NATIONAL INSTITUTES OF SCIENCE AND TECHNOLOGY OF NANOTECHNOLOGY: EVIDENCE OF COLLABORATIVE PRACTICES

Valdineia Barreto Ferreira¹, Ana Paula de Oliveira Villalobos², Maria Aparecida Moura³

Modalidade da apresentação: Comunicação Oral

Resumo: Identificar a evidência de práticas colaborativas para inovação e produção científica nos Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia e a repercussão da *e-Science* como modelo de fomento para pesquisas nesses institutos foi o objetivo deste trabalho. Buscaram-se evidências do fazer científico contemporâneo nos institutos investigados e o estudo fundamentou-se na Teoria Ator-Rede, embasamento teórico-metodológico combinado com a estratégia da triangulação metodológica obtida com a Bibliometria, Análise de Redes Sociais e Método de *Survey*. Conclui-se que as evidências de transitoriedade entre as práticas colaborativas tradicionais e o modelo *e-Science*, intensificada pela utilização dos artefatos tecnológicos contemporâneos, repercutem positivamente na produção científica como uma potencialidade para a solidificação de redes colaborativas para inovação dos pesquisadores dos Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia investigados. A política pública ensejada no modelo dos institutos revelou sinergia e conexão com os propósitos dos centros de pesquisas internacionais estruturados em torno da noção de *e-Science*. Contudo, a ausência explícita

¹ Doutoranda e Mestre em Ciência da Informação pela Universidade Federal da Bahia / UFBA. Possui Graduação em Biblioteconomia e Documentação (UFBA), Especialização em Administração Pública com aprofundamento em Gestão pela Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) e Especialização em Gestão Universitária e Qualidade em Serviços pela UFBA.

² Graduada em Física pela Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, mestrado em Física Nuclear pela UNICAMP e doutorado em Educação com interface em novas Tecnologias da Informação e da Comunicação pela Universidade Federal da Bahia, UFBA. É professora e pesquisadora lotada no Instituto de Ciência da Informação da Universidade Federal da Bahia, ICI/UFBA.

³ Professora titular da Universidade Federal de Minas Gerais. Possui graduação em Biblioteconomia pela Universidade Federal de Minas Gerais (1993), mestrado em Educação pela Universidade Federal de Minas Gerais (1996), doutorado em Comunicação e Semiótica pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (2002) e Pós-doutorado em Semiótica Cognitiva e Novas Mídias pela Maison de Sciences de l'Homme (2006-2007). Foi Coordenadora de Políticas de inclusão Informacional da UFMG (2010-2014)(CPINFO/UFMG). É diretora de governança informacional da UFMG (DGI/UFMG)

do conceito no âmbito das diretivas públicas brasileiras, a descontinuidade das políticas e recursos dedicados impediram a articulação científica formal entre os modelos. Todavia, apesar de o modelo *e-Science* não ser estruturante das práticas colaborativas para inovação entre esses pesquisadores no momento, não há impedimento de que assim venha a se tornar no futuro.

Palavras-chave: *e-Science*. Práticas colaborativas. Políticas públicas. Nanotecnologia. Inovação.

Abstract: *Identify the evidence of collaborative practices for innovation and scientific production in the National Institutes of Science and Technology and the repercussion of e-Science as research promotion model in these institutes was the goal of this work. It sought for evidences of the contemporary scientific making in the investigated institutes and the study was based in the Actor-Network Theory, theoretical-methodological basis combined with the methodological triangulation strategy obtained with Bibliometrics, Social Network Analysis and the Survey Method. Concludes that the evidence of transience between the traditional collaborative practices and the e-Science model, potentiated by the use of contemporary technological artifacts, reverberate positively in scientific production as a potentiality for the solidification of collaborative networks for innovation of the investigated National Institutes of Science and Technology. The occasioned public policy in the institutes' model revealed synergy and connection with the purpose of the international research centers structured around the e-Science notion. However, the explicit absence of the concept in the Brazilian public directives scope, the discontinuity of the policies and resources dedicated prevented the formal scientific articulation between the models. Nevertheless, although the e-Science model is not collaborative practices structuring for the innovation of these researchers now, there is no impediment of becoming one in the future.*

Keywords: *e-Science*. Collaborative practices. Public Policies. Nanotechnology. Innovation.

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como objetivo apresentar os resultados parciais da pesquisa, *e-Science* e políticas públicas para ciência, tecnologia e inovação no Brasil: colaboração, infraestrutura e repercussão nos Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCTs) da área de Nanotecnologia. O objetivo específico recortado e apresentado neste estudo foi identificar as evidências de práticas colaborativas para inovação e produção científica nos institutos investigados e a repercussão da *e-Science* como modelo de fomento para pesquisas nos institutos.

A realização de pesquisas que visam à identificação das práticas colaborativas contemporâneas na ciência ou práticas colaborativas de nova geração é recorrente na agenda de estudo de diversos domínios científicos. Esses estudos agregam alguns dos elementos que caracterizam o fazer científico repleto de atores e actantes que estabelecem interações e influenciam a troca de fazeres e saberes como, por exemplo: a *e-Science*, as agências de fomento, os institutos de pesquisa, os laboratórios associados, a comunidade científica, os artefatos tecnológicos, entre outros, o que facilita descrever um coletivo que age e, nesse agir, permite a mobilização e desenho de conexões que compõem uma nova prática científica.

As áreas de Nanotecnologia e da Ciência da Informação se preocupam com as práticas colaborativas no âmbito dos estudos desenvolvidos. A primeira altamente

colaborativa e a segunda pronta a investigar a prática colaborativa nas ciências, notadamente o aspecto informacional envolvido. Contextos científicos onde não cabem mais, à semelhança de muitos outros, produções que aguardem anos para serem publicadas, avaliadas e assimiladas por seus pares, nem trabalho científico isolado. O processo de mudança na produção do conhecimento acontece de modo acelerado. Esse é o momento da disseminação da informação em suportes digitais, do reuso dos dados brutos e das práticas colaborativas em redes, o que permite o acesso e a utilização de recursos informacionais em tempo real e de forma compartilhada, a subsidiar todo o processo do fazer científico.

Exige-se, com isso, que as ferramentas utilizadas para tratar esses insumos sejam cada vez mais potentes e deem sustentação a essa avalanche informacional. Esse instrumental deve ser mantido e dar suporte com relação à demanda que nasce do aparecimento das novas formas de pesquisa e acesso à informação. Nesse ambiente, ao mesmo tempo em que os aliados tecnológicos são os meios para a execução das práticas colaborativas, em seguida podem se transformar em produtos resultantes das inovações e descobertas tecnológicas. Ou seja, os papéis de atores/actantes mediadores e intermediários intercalam-se no processo de construção do conhecimento.

O vetor das transformações é atribuído ao desenvolvimento acentuado das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), mas não apenas a elas. Vislumbra-se um conjunto de fatores e atores que influenciam e interferem no processo. A busca por atender às exigências surgidas motivou o aparecimento de iniciativas para dotar a comunidade científica de alternativas atualizadas, iniciativas essas de colaboração e compartilhamento da informação técnico-científica e curadoria dos dados primários produzidos de modo mais agregado. Nesse cenário, destacam-se as redes sociais colaborativas ou cooperativas de informação científica apoiadas pelos portais virtuais e consórcios; as bibliotecas digitais; os repositórios de dados; os laboratórios⁴, entre outras iniciativas.

A *e-Science* caracteriza-se justamente pela alocação desses recursos digitais, os quais têm constituído os principais esforços para a construção de infraestruturas computacionais que fornecem suporte às práticas científicas e, em especial, às práticas colaborativas realizadas pelos pesquisadores. Ao incorporar novos suportes tecnológicos, a comunidade científica renova os instrumentos do seu fazer e abre espaço para a substituição da investigação isolada praticada desde os primórdios da Ciência por alguns pesquisadores. Segundo Silva (2002), a imagem do cientista como um ser isolado faz parte do passado. Um cientista isolado, como

⁴Colaboratório “é um termo proposto, em 1989, pelo cientista da computação William Wulf para destacar as transformações aportadas à produção científica contemporânea devido à presença maciça das tecnologias da informação e comunicação em rede.” (MOURA; MORAES, 2015).

destaca Mueller (1994, p. 331), “sem acesso à rede de comunicação informal da área terá mais dificuldades em obter informações das quais precisa do que o cientista que é membro da rede.”

Desenvolvida por Bruno Latour, Michael Callon, John Law, entre outros pesquisadores, em meados da década de 1980, a Teoria Ator-Rede (*Actor-Network-Theory* - ANT)⁵ configurou-se como um recurso teórico-metodológico valioso. Isso ajudou a estreitar o olhar e redobrar a atenção sobre o que não se faz no decorrer do estudo, devido ao caráter de um método quase sempre negativo atribuído a esta teoria (LATOURE, 2012).

O desnudar da ANT propiciou refletir sobre o fazer científico que “inclui na análise sociológica da atividade científica, além dos atores sociais (pessoas e grupos), os artefatos, denominados atores não humanos.” (ARAÚJO, *et al.*, 2009, p. 136). Esses atores e artefatos estão muito bem representados na pesquisa desenvolvida pelos elementos que compõem o seu conglomerado, ou seja, os INCTs, as agências de fomento, as universidades e empresas, o aparato tecnológico dos laboratórios de pesquisa, as práticas colaborativas em rede realizadas, a comunidade científica etc.

A estrutura deste artigo contempla o cenário de desenvolvimento do estudo, nesta introdução e, na seção 2, a apresentação da *e-Science* e das práticas colaborativas para inovação. Destaca-se, na seção 3, a política pública para a área de Ciência e Tecnologia representada pelos Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCTs) da área de Nanotecnologia como referência. As evidências obtidas nessa etapa da pesquisa são apresentadas e analisadas na seção 4, seguidas das considerações finais.

2 E-SCIENCE E PRÁTICAS COLABORATIVAS PARA INOVAÇÃO

O termo *e-Science* ou *eScience*, predominante no Reino Unido e restante da Europa⁶, foi cunhado por John Taylor, no ano 1999⁷, quando ocupava o cargo de diretor do *General Office of Science and Technology* no Reino Unido, conforme Jankowski (2007). Traduzido para o português como e-Ciência, esse termo adquiriu significado que representa a potência da

⁵ Opta-se por manter o acrônimo ANT da expressão em inglês *Actor-Network-Theory*, com base na justificativa e recomendação de Souza e Sales Junior na apresentação de Latour (2012) para ser fiel ao estilo peculiar de escrever do referido autor. Observa-se também o que explica Latour (2012) sobre a escolha do nome para a ANT.

⁶ Em termos gerais, nos Estados Unidos é mais utilizado a palavra *cyberinfraestrutura*, entretanto, na literatura específica da Ciência da Informação predomina o termo *e-Science* (COSTA; CUNHA, 2015). Os estudos de Gold (2007) e Schottlaender (2010) abordam a questão terminológica que cerca os termos *e-Science* e *cyberinfraestrutura* e são exemplos de pontos de vista opostos sobre a questão.

⁷ Segundo Tolle e colaboradores (2011, p. 235), o termo foi cunhado no ano 2000.

ciência melhorada com o uso intensivo das TICs e sua ampliação em torno de um esforço colaborativo.

A atualidade é marcada pelo enorme volume de dados, exploração de tecnologia de larga escala e a colaboração entre diversos domínios do conhecimento, características que assinalam a *e-Science*. Trata-se de metodologia de pesquisa emergente, a qual influencia preponderantemente os rumos tomados no desenvolvimento da pesquisa científica contemporânea, levando-se em consideração a combinação e ampla utilização dos elementos característicos da *e-Science* assinalados e determinantes para a implementação de alguns experimentos científicos realizados em ambientes colaborativos digitais.

Contudo, questões acerca da atribuição de rótulos aos eventos científicos são temas constantemente em debate na comunidade científica e Bell (2011, p.11) demonstra preocupação ao afirmar que “disciplinas científicas não podem ser facilmente encapsuladas em alguns poucos números e nomes compreensíveis [...]”. Essa assertiva está em consonância com sinalizações anteriormente pautadas por Jankowski (2009) ao alertar para a adoção dos rótulos frequentemente debatidos e contestados, os quais marcaram os diversos eventos históricos da humanidade.

O final do século XX foi marcado por profundas transformações no sistema de construção do conhecimento, as quais atingiram instituições tradicionais como universidades, institutos de pesquisa, hospitais, instituições públicas, além de laboratórios, indústrias, empresas e as administrações públicas. As significativas inovações existentes são sinalizadas por Albagli e Maciel (2011, p. 9) a seguir.

Há hoje um amplo reconhecimento de que significativas inovações produtivas, sociais e organizacionais estão em curso, bem como da centralidade, nesses processos, da informação, do conhecimento e das tecnologias que vêm favorecendo novas formas de produção, uso e circulação desses intangíveis.

A nova conjuntura da produção do conhecimento requer associações, negociações, alinhamentos, estratégias e competências que articulem dinamicamente os elementos envolvidos nesse processo de construção. A característica comum a esses esforços, conforme Barjak e colaboradores (2013), é a confluência de ações para a construção de infraestruturas computacionais de suporte à pesquisa colaborativa.

Destaca-se, nesse contexto, também a preocupação com o tratamento, a disseminação e a preservação dos dados, informações científicas e tecnológicas produzidas, resultado direto da ampliação das redes computacionais e da multiplicação das fontes de informação

disponíveis. A necessidade de tecnologias adicionais que suportassem o desenvolvimento das pesquisas e reduzissem o isolamento do pesquisador foi um dos estímulos para o surgimento da *e-Science*. No ciclo da pesquisa identifica-se a preocupação crescente com a captura, curadoria e a análise dos dados em uma perspectiva colaborativa.

As práticas colaborativas desenvolvidas nos diversos campos científicos repercutem na manutenção de atividades científicas e influenciam a produção e o fornecimento da informação científica, tecnológica e de inovação. Segundo Albagli e colaboradores (2013), essas práticas são “expressas em noções tais como: redes de conhecimento, co-inovação, cocriação, produção *peer-to-peer*, *crowdsourcing*, inovação aberta, inovação social, *open Science* entre outras, cada qual com seu significado específico”.

É importante destacar, entretanto, que o caráter colaborativo não é um fenômeno recente. Meadows (1999, p. 107) ressalta que, apesar da existência de pesquisadores solitários, nos primórdios da Ciência “houve colaboração desde o princípio.” O autor enfatiza a importância das redes humanas nos círculos acadêmicos, grupos de pessoas que recebiam denominações diversas como colégios invisíveis, círculos sociais, entre outros, e remete à centralidade da colaboração no contexto de produção de conhecimento científico.

As demandas do mundo contemporâneo exigem cada vez mais a interação entre as pessoas. Em estudo realizado, Sidone, Haddad e Mena-Chalco (2013, p. 3) destacam:

A ciência moderna possui como característica principal o aumento do perfil colaborativo em todas suas áreas, visto que cerca de 70% dos artigos produzidos atualmente no mundo estão associados a autores de diferentes instituições e, entre esses, cerca de 44% é oriundo de esforços colaborativos entre pesquisadores de diferentes países e 56% de colaborações entre pesquisadores em território nacional.

A qualidade na pesquisa e visibilidade na comunidade científica são alguns dos ganhos advindos do trabalho em colaboração. Meadows (1999, p. 109) afirma que “a literatura gerada por pesquisas feitas em colaboração mostra diferenças importantes se comparada com a produzida por pesquisadores que trabalham isoladamente.” e ressalta que “as razões básicas do trabalho em equipe encontram-se no crescimento e especialização da pesquisa”, e demanda uma “gama de conhecimentos e o acesso a recursos consideráveis (em termos de pessoal e finanças) que se situam além das possibilidades de uma única pessoa.” As práticas colaborativas desempenhadas com o auxílio dos artefatos tecnológicos e realizadas pela comunidade científica contemporânea podem ser consideradas como um dos elementos característicos da *e-Science*.

A colaboração desenvolvida no âmbito da Ciência e da Tecnologia - a Tecnociência - funciona como elemento essencial de mudança social. São exemplos dessa prática: a iniciativa de cooperação internacional do Projeto *Worldwide LHC Computing Grid (WLCGP)*⁸, lançado em 2002, o qual integra grades computacionais de mais de 200 centros de pesquisa em 36 países e promove recursos computacionais necessários para armazenar, distribuir e analisar os 15 *petabytes* (15 milhões de gigabytes) de dados gerados pelo *Large Hadron Collider (LHC)* a cada ano, o maior acelerador de partículas existente no mundo; e o Projeto Genoma Humano, iniciado em 1990 e coordenado por 13 anos pelo Departamento de Energia do Instituto Nacional de Saúde dos Estados Unidos, trabalho colaborativo desenvolvido por pesquisadores de vários países, cujo objetivo principal foi “gerar a sequência de DNA de boa qualidade para os cerca de três bilhões de pares de bases e identificar todos os genes humanos.” Planejado para durar 15 anos, sua conclusão foi antecipada em 2003, devido ao desenvolvimento acelerado das tecnologias (CONSEIL EUROPÉEN POUR LA RECHERCHE NUCLÉAIRE, 2015; CORDEIRO et al., 2013; PROJETO, 2013, p.1).

O diferencial das práticas científicas fortalecidas pela *e-Science* são perceptíveis pela redução no tempo de realização, a ampliação da abrangência geográfica, o compartilhamento de recursos, ambientes colaborativos e utilização de ferramentas computacionais que potencializam sua execução. Novos conceitos, metodologias e atribuições surgiram e exigem algo além da automatização da Ciência. A *e-Science* potencializa a infraestrutura e fornece aos cientistas um suporte de pesquisa com ferramentas que apresentam possibilidades sociotécnicas para coletar, analisar, reutilizar e armazenar uma gama de dados com outros grupos de trabalho de modo colaborativo.

A associação entre a *e-Science* e a área da Nanotecnologia é destacada no relatório da *Lloyd's Register Foundation (LR)*, em 2004, no qual indica que “a Nanotecnologia terá um grande impacto sobre quase todos os setores incluindo, energia, transporte, fabricação, medicina, tecnologia da informação e telecomunicações. Sua associação com os *Big Data* é frequente ao passo dessa parceria ser denominada como a próxima revolução digital.” (RODRIGUEZ, 2015). Isso caracteriza a área da Nanotecnologia como um ambiente ideal para a observação da *e-Science* e das implicações advindas com as novas formas de pesquisa.

3 POLÍTICA PÚBLICA: OS INCTS DE NANOTECNOLOGIA

A Política de Ciência, Tecnologia e Inovação (PCT&I) brasileira possui características do ponto de vista de alocação de recursos que destaca o financiamento a

⁸ *Worldwide LHC Computing Grid*, para obter mais detalhes acesse o endereço eletrônico: <http://wlcg.web.cern.ch>.

projetos, ao lado do financiamento direto a universidades e a outras instituições de pesquisa. Do ponto de vista de conteúdo, busca atender aos seguintes objetivos: a) fortalecimento e ampliação de uma base de conhecimento ampla e socialmente relevante; b) fortalecimento da interação entre os diversos atores do sistema nacional de inovação; c) descentralização das atividades de produção e uso do conhecimento, desenvolvimento regional e local nas políticas de CT&I (CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS, 2008).

A busca de soluções para mudar a realidade apresentada é constante entre os responsáveis pelo Sistema Nacional de Ciência Tecnologia e Inovação (SNCT&I). Desse modo, foi lançado o Programa Institutos Nacionais de C&T, instituído pela Portaria MCT nº 429, de 17 de julho de 2008 (BRASIL, 2008), em substituição ao Programa Institutos do Milênio. O programa congrega redes cooperativas de pesquisa formadas em torno de um tema comum, tratadas de forma multidisciplinar, e os INCTs foram selecionados como *locus* para o estudo desenvolvido. Essa escolha pautou-se na identificação de semelhanças entre os objetivos e características desses institutos e a infraestrutura de institutos e/ou fundações que acolhem projetos de *e-Science* desenvolvidos em outros países, dentre as quais se destacam: estrutura de funcionamento dos institutos em redes colaborativas; indiscutível utilização de tecnologia de ponta na área; alto nível de pesquisas desenvolvidas pelos pesquisadores do quadro; representatividade dos institutos como resultado de uma política pública, cuja atuação vinculava-se à disponibilidade de verbas do governo para seu funcionamento e manutenção; caráter interdisciplinar da área com expressivo índice colaborativo.

Levou-se ainda em consideração a importância que os institutos da área de Nanotecnologia representavam para o cenário mundial e desenvolvimento da sociedade. Somou-se também a crença de que o modelo de funcionamento dos institutos era parecido com o de órgãos estrangeiros voltados para o desenvolvimento de pesquisas e apoio a iniciativas no âmbito da *e-Science*.

Os INCTs da área de Nanotecnologia possuíam um universo de 855 pesquisadores, quantitativo obtido como resultado do levantamento inicial realizado nos sítios oficiais dos INCTs, do CNPq e do Portal Brasileiro de Ciência e Tecnologia, no período de dezembro de 2013 a dezembro de 2014 e destacado no Quadro 1, abaixo destacado (CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO, 2008b; 2013; 2016a; 2016b; INSTITUTO NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2014a; 2014b; 2014c; 2014d; 2014e; 2014f; PORTAL, 2013).

Quadro 1 – INCTs da área de Nanotecnologia

N .	INCT	SIGLA	COORDENADOR (A)	SEDE	Nº DE PESQUISADORES
1	Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Catálise em Sistemas Moleculares e Nanoestruturados	CATÁLISE	Faruk José Nome Aguilera	UFSC	60
2	Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Materiais Complexos Funcionais	INOMAT	Fernando Galembeck	Unicamp	138
3	Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência dos Materiais em Nanotecnologia	INCTMN	Elson Longo da Silva	Unesp	74
4	Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de NanoBioEstruturas e Simulação NanoBioMolecular	NANOBIOSESIMES	Benildo Sousa Cavada	UFC	52
5	Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de NanoBioFarmacêutica	NANOBIOFAR	Robson Augusto Souza dos Santos	UFMG	88
6	Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Nanotecnologia para Marcadores Integrados	INAMI	Oscar Manoel Loureiro Malta	UFPE	88
7	Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Nanomateriais de Carbono	NANOCARBONO	Marcos Assunção Pimenta	UFMG	73
8	Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Sistemas Micro e Nanoeletrônicos	NAMITEC	Jacobus Willibrordus Swart	CTI/Unicamp	162
9	Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Nanobiotecnologia do Centro-Oeste e Norte	NANOBIOTECNOLOGIA	Ricardo Bentes de Azevedo	UnB	65
10	Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Nanodispositivos Semicondutores	DISSE	Patrícia Lustoza de Souza	PUC-RJ	55
TOTAL					855

Fonte: Dados da pesquisa.

Após os resultados alcançados com o levantamento inicial, pôde-se começar a traçar os limites para a amostragem real a ser contemplada na pesquisa em curso e o estabelecimento de critérios que delimitassem a escolha. Os critérios estabelecidos contemplaram uma amostra com pesquisadores que atendiam às seguintes exigências: a) titulação mínima de doutor; b) atividade no INCT no período de análise; c) vínculo com o INCT analisado; d) produção científica no período analisado; e) cadastro na Plataforma Lattes; f) validação do coordenador do INCT. O resultado final foi apresentado no Quadro 2.

Quadro 2 – Amostra dos pesquisadores dos INCTs da área de Nanotecnologia

N .	INCT	SIGLA	COORDENADOR (A)	SEDE	Nº DE PESQUISADORES
1	Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Nanobiotecnologia do Centro-Oeste e Norte	NANOBIOTECNOLOGIA	Ricardo Bentes de Azevedo	UnB	43
2	Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Nanodispositivos Semicondutores	DISSE	Patrícia Lustoza de Souza	PUC-RJ	24
3	Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Nanomateriais de Carbono	NANOCARBONO	Marcos Assunção Pimenta	UFMG	63
4	Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Sistemas Micro e Nanoeletrônicos	NAMITEC	Jacobus Willibrordus Swart	CTI/Unicamp	107
TOTAL					237

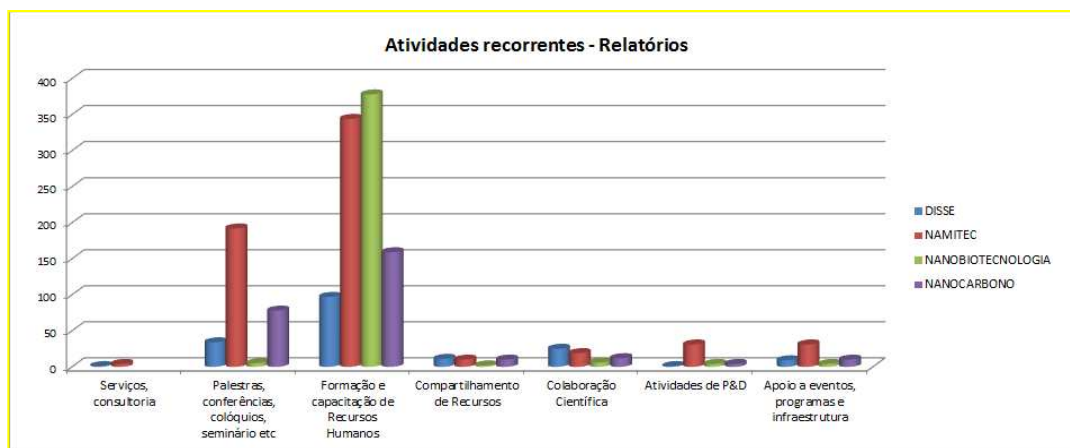
Fonte: Dados de pesquisa.

A busca por confirmar a evidência de práticas colaborativas e produção científica realizadas nos institutos investigados e a repercussão da *e-Science* como modelo de fomento para pesquisas no Brasil conduziram à correlação entre a Teoria Ator-Rede (ANT) e os métodos mistos utilizados, *Survey*, Análise de Redes Sociais (ARS) e Bibliometria; pautou-se no exame da quarta incerteza indicada por Latour (2012) como a natureza dos fatos. Procurou-se trazer à baila as questões de fato e as questões de interesse ensejadas no âmbito estudado. Ensejou-se ainda detalhar a natureza das ocorrências que mediaram o coletivo, a qual abrangeu: os INCTs, no papel da política pública investigada; a *e-Science* como portadora de infraestrutura de pesquisa com artefatos tecnológicos digitais para o tratamento de dados intensivos e alto cunho colaborativo; e as agências de fomento, instituições de pesquisa e organismos responsáveis pelas práticas colaborativas realizadas nos INCTs.

4 EVIDÊNCIAS DE PRÁTICAS COLABORATIVAS EM INCTs DE NANOTECNOLOGIA

O processo de identificação das evidências de práticas colaborativas e produção científica nos INCTs investigados e a repercussão da *e-Science* como modelo de fomento para as pesquisas realizadas no Brasil exigiram a integração de metodologias como o método de *Survey*, a ARS e a ANT. Os resultados obtidos foram assinalados a seguir e os indícios das práticas identificadas foram vistos nos seguintes tópicos: a) atividades de P&D; b) apoio na realização de eventos, programas e infraestrutura para apresentação de palestras, conferências, colóquios, simpósios etc.; c) colaboração científica; d) compartilhamento de recursos; e) formação e capacitação de recursos humanos; f) realização de palestras, conferências, colóquios, seminários etc.; e g) serviços de consultoria. O Gráfico 1 apresenta a incidência nos INCTs de Nanotecnologia investigados

Gráfico 1 – Atividades colaborativas recorrentes



Fonte: Dados da pesquisa.

As atividades de P&D realizadas nos INCTs analisados foram consideradas como “atividades de natureza criativa e empreendedora, desenvolvidas sistematicamente, com vistas à geração de novos conhecimentos ou aplicação inovadora de conhecimento existente, inclusive para investigação de novas aplicações.” (MARTINS, 2011, p.1). As categorias que especificaram estas atividades foram discriminadas como: a) pesquisa básica; b) pesquisa aplicada; e c) desenvolvimento experimental (RIZZATO et al., 2015).

As empresas corresponderam à maioria dos atores/actantes que realizaram atividades de P&D em interação com os INCTs analisados e representaram o percentual 98%. A pesquisa aplicada e o desenvolvimento experimental caracterizaram as principais colaborações realizadas pelos institutos. Em termos de alcance geográfico, as de origem nacional correspondiam a 82% e as de origem estrangeira a 18%. A dimensão jurídica correspondente a esses atores/actantes indicaram um cenário em que se percebe o predomínio da atuação das empresas nacionais nas interações realizadas. A presença das empresas privadas atingiu o percentual 75,51%, ponto favorável ao se considerar que dentre os objetivos do Programa INCT consta o interesse em incentivar o desenvolvimento “de pesquisa científica e tecnológica de ponta associada a aplicações, promovendo a inovação e o espírito empreendedor, em estreita articulação com empresas inovadoras, nas áreas do Sistema Brasileiro de Tecnologia (Sibratec).” (PROGRAMA, 2008, p.3).

O NAMITEC destacou-se no desenvolvimento de atividades de P&D, em relação aos demais institutos da área de Nanotecnologia analisados. No NAMITEC registraram-se 31 interações (58,49%); o DISSE e NANOCARBONO registraram-se o mesmo número de atividades, 8 cada um (15,09%); e 6 no NANOBIOTECNOLOGIA (11,32%).

As práticas colaborativas correspondentes ao apoio na organização de eventos, programas e infraestrutura foram identificadas. No âmbito geral, o NAMITEC foi o instituto

responsável por 31 (55,36%) atividades, líder dessa frente de atuação, seguido pelo NANOCARBONO com 10 (17,86%), DISSE com 9 (16,07%) e NANOBIOTECNOLOGIA com 6 (10,72%).

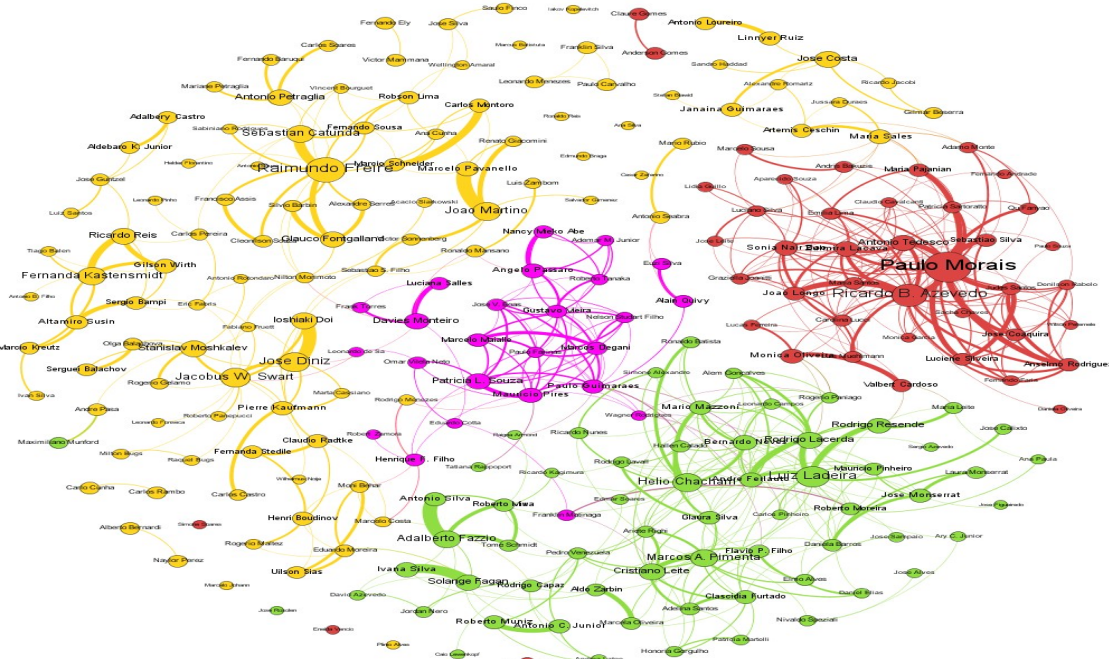
As atividades específicas de colaboração científica, formação e capacitação de recursos humanos, realizadas pelos pesquisadores dos INCTs analisados, obtiveram índices expressivos os quais sinalizaram relação direta com a missão do Programa INCT. A rede identificada como resultado da colaboração científica realizada entre os pesquisadores dos INCTs de Nanotecnologia resulta da coleta de dados da produção científica, do período 2008 a 2014, extraída da Plataforma Lattes⁹, com o auxílio do *software scriptLattes*¹⁰, no dia 01/04/16. Somada à atividade de P&D e ao apoio na realização de eventos, é mais uma evidência comprovada de práticas colaborativas entre os pesquisadores dos INCTs de Nanotecnologia.

A rede de colaboração científica dos pesquisadores dos INCTs de Nanotecnologia possui 237 nós e 600 arestas e é apresentada na Figura 1, a seguir. Esses nós correspondem aos pesquisadores dos institutos que compuseram a amostra. O algoritmo de distribuição do *software* livre *Gephi*, *Fruchterman-Reingo* foi utilizado para a visualização o mais limpa possível. Cores foram utilizadas na identificação dos nós e no destaque da representatividade dos institutos na rede, conforme se segue: amarelo para o NAMITEC (44,96%); verde para o NANOCARBONO (26,47%); vermelho para o NANOBIOTECNOLOGIA (18,07%); e rosa para o DISSE (10,51%).

Figura 1 – Grafo da Rede de Colaboração Científica

⁹ A Plataforma Lattes representa a experiência do CNPq na integração de bases de dados de Currículos, de Grupos de pesquisa e de Instituições em um único Sistema de Informações. O Currículo Lattes se tornou um padrão nacional no registro da vida pregressa e atual dos estudantes e pesquisadores e atualmente é adotado pela maioria das instituições de fomento, universidades e institutos de pesquisa do país (CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO, 2016c).

¹⁰ *scriptLattes* é um sistema de código aberto que foi desenvolvido para a compilação automática de dados referentes a produções bibliográficas, técnicas, artísticas, de orientações, projetos de pesquisa, prêmios e títulos, grafo de colaborações, mapa de geolocalização, coautoria e internacionalização de um conjunto de pesquisadores cadastrados na Plataforma Lattes (MENA-CHALCO; CESAR JÚNIOR, 2009).



Fonte: Dados da pesquisa.

A rede apresentou o grau médio correspondente a 2,521 e o grau ponderado médio de 8,987. A análise das conexões presentes não foi contemplada detidamente, por fugir dos objetivos pretendidos pela pesquisa. Identificou-se, contudo, no NAMITEC, o maior número de interações, seguido do NANOCARBONO. O NANOBIOTECNOLOGIA e o DISSE, apesar do número mais discreto de conexões comparadas aos outros institutos, evidenciam uma colaboração interna muito intensa. Apresenta-se um campo repleto de interações que incitam à investigação mais detalhada, a qual poderá ser contemplada em estudos futuros.

As atividades de compartilhamento de recursos foram realizadas, em sua maioria, entre os INCTs e os laboratórios, esses últimos atores importantes e intermediários nas interações realizadas. Os resultados obtidos foram insumos de transformações realizadas em seu contexto. A dimensão jurídica contemplada nesse tipo de prática concentrou a maioria de atores na esfera pública (86,11%); os demais na esfera privada (8,33%) e na militar (5,55%). Esses percentuais sinalizam que, apesar da crise econômica que assola boa parte dos países e de todo desgaste que cerca as instituições públicas em geral, no que concerne a restrições de gastos, essas ainda atuam como as principais mantenedoras das infraestruturas públicas de pesquisas.

No que concerne à abrangência geográfica, os laboratórios, instituições e universidades que fornecem seus equipamentos e instalações para a realização de práticas colaborativas estavam concentradas no contexto nacional (65%), mas acompanhados significativamente pelos que se situavam em instituições estrangeiras (35%). Isso demonstrou

que os pesquisadores, apesar de utilizarem os equipamentos existentes no país, cada vez mais estabelecem parcerias com instituições, universidades e laboratórios em âmbito internacional.

As atividades relacionadas à prestação de serviços, como resultado das parcerias colaborativas realizadas, podem ser identificadas nas seguintes ações: prestação de serviços tecnológicos como ensaios e teste; consultorias diversas inclusive caracterização e diagnósticos; e serviços de informação científica e técnica. Todavia, os resultados obtidos relacionados a essas práticas assinalaram incidência de serviços prestados entre os institutos. Registraram-se prestações de serviços apenas no NAMITEC e no DISSE; não se encontraram referências à realização dessa atividade nos demais institutos.

Constatou-se que os pesquisadores dos outros INCTs analisados realizaram registro de patentes, desenvolveram atividades de difusão técnico-científica, participaram de conferências e eventos diversos. Entretanto, os pesquisadores desses INCTs analisados utilizaram outras denominações para designar a atividade, o que pode ter criado distorções nos resultados obtidos.

As negociações para obtenção de fomento destacaram-se como evidência das práticas colaborativas realizadas. Os recursos iniciais obtidos para implementar o Programa INCT revelaram os diferentes desenhos colaborativos em curso no país contemplados pelas parcerias realizadas entre o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), a Fundação Carlos Chagas de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e totalizando movimentação financeira em torno de 275 milhões nos anos de 2008 a 2010 (CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO, 2008a).

No âmbito dos INCTs registraram-se outras parcerias que contemplavam negociações para obtenção de fomento. Dentre essas, foram identificadas as que favoreceram a captação de recursos para o DISSE e o NANOBIO TECNOLOGIA e envolveram agentes de fomento, universidades e políticas nacionais e estrangeiras, a exemplo da FP-7 da Comunidade Europeia que forneceram bolsas (Marie Curie 2012 e 2013) e custeio (Large 2013).

Os INCTs analisados, em especial o DISSE e o NANOBIO TECNOLOGIA, buscaram fontes alternativas para manutenção de suas atividades. Essa é uma atitude fundamental para se tentar minimizar a falta de motivação e mobilização dos pesquisadores, em momentos de

falta de recursos financeiros, considerando-se os atrasos e sobressaltos decorrentes do repasse irregular de verbas pelas agências de fomento mantenedoras do Programa INCT.

O modelo *e-Science* possui elementos que o assemelha ao Programa INCT e incitou o aprofundamento na investigação. Embora a política dos INCTs não faça referência ao conceito *e-Science*, foi possível identificar relação de causa e efeito entre os dois modelos. As semelhanças identificadas levaram à suposição de que se poderia considerar o modelo *e-Science* como estruturante das atividades que fundamentavam os INCTs. Dentre as semelhanças identificadas entre as duas iniciativas se assinalam: a) aporte financeiro significativo da iniciativa pública; b) forte perfil colaborativo que favorece o trabalho em rede e o foco central das relações e conexões entre os pesquisadores; c) trabalho com tecnologia de ponta e característica de aparato tecnológico mantenedor de infraestrutura e suporte para pesquisas revertidas em benefícios para a sociedade e empresas; d) atenção voltada para a inovação, científica e tecnológica.

O Programa *e-Science* da FAPESP, como política pública de fomento para pesquisas no Brasil, voltada para projetos que envolviam a área de Computação, foi utilizado como parâmetro na análise. As primeiras atividades registradas oficialmente ocorreram de agosto a novembro de 2009, parceria que contemplou a realização de oficinas e foi implementada entre a FAPESP e a Ciência da Computação e Engenharia (CS&E). As metas prioritárias contemplaram a identificação de novos rumos para a Ciência da Computação e a ajuda para o avanço de programas relevantes da FAPESP, com oportunidades para colaboração de pesquisas com a Ciência da Computação.

As iniciativas que representam explicitamente a *e-Science* no país são projetos recentes, em vias de implementação, enquanto a atuação de oito anos do Programa INCT é um pouco mais consolidada. A base que fundamenta o Programa INCT estava voltada para o suporte à pesquisa, formação de recursos humanos, transferência de conhecimento para a sociedade e para o setor empresarial ou governo, conforme foi assinalado no edital de lançamento (CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO, 2008a).

O Programa *e-Science*, lançado pela FAPESP em 2013, tem como principal objetivo “encorajar abordagens novas, ousadas e não convencionais para pesquisa de ponta, multidisciplinar, integrando grupos de pesquisa em Computação e em outras áreas.” (FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2015). Entende-se como pertinente a associação entre modelos de infraestrutura de pesquisa cobertos pela *e-Science*, práticas colaborativas e políticas de fomento à pesquisa em CT&I. Observa-se,

nesse conjunto, que *e-Science* é considerada a "base para a pesquisa colaborativa e em rede." (IZIQUÉ, 2013, p. 2). Esse é um elemento importante para a realização do "experimento" que se define como fazer científico contemporâneo.

Contudo, os resultados convergiram para a inexistência de uma associação direta entre o modelo *e-Science* e o Programa INCT nos institutos investigados. Talvez devido à escassez de reflexões teóricas em torno do conceito *e-Science*, os pesquisadores dos institutos da área de Nanotecnologia investigados não identificaram esse modelo como estruturante das práticas colaborativas realizadas entre os pesquisadores, conforme depoimento dos coordenadores entrevistados e confronto dos dados coletados na pesquisa. Quando questionados sobre o interesse em participar de iniciativas voltadas para a *e-Science*, esses coordenadores afirmaram que se fazia necessário maior entendimento sobre a temática para poderem engajar-se em projetos a ela relacionados. O interesse na iniciativa foi descartado a princípio, mas depois afirmaram que com o fornecimento de uma infraestrutura adequada poderiam considerar participar dos projetos que cobriam a chamada da FAPESP.

Os depoimentos dos coordenadores reforçaram a suposição de que a temática *e-Science* ainda é pouco conhecida e difundida no ambiente de atuação dos pesquisadores dos INCTs de Nanotecnologia investigados. Entretanto, os sujeitos da pesquisa demonstraram interesse em relação ao tema, à medida que as iniciativas *e-Science* poderiam apoiar o enfrentamento de desafios no campo da inovação em CT&I no Brasil.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As evidências de transformações entre as práticas colaborativas tradicionais e o modelo *e-Science*, apoiadas pela utilização dos artefatos tecnológicos contemporâneos, repercutem positivamente na produção científica e na consolidação de redes colaborativas para inovação entre os pesquisadores dos INCTs da área de Nanotecnologia investigados.

A política pública ensejada no modelo dos INCTs revelou sinergia com os propósitos dos centros de pesquisas internacionais estruturados em torno da noção de *e-Science*. Contudo, a ausência explícita do conceito no âmbito das diretivas públicas brasileiras, a descontinuidade das políticas e recursos dedicados impediram a articulação científica formal entre os modelos.

Acredita-se que a atuação das agências de fomento e unidades de pesquisa na consolidação e manutenção de ações que busquem a convergência de interesses e projetos de

CT&I através de infraestrutura computacionais robustas e instalações de uso compartilhado podem favorecer a implementação de uma modelo *e-Science* efetivo no Brasil.

Nota-se que o modelo *e-Science*, com todo seu potencial tecnológico, ainda não está plenamente inserido em contextos que trabalham e produzem tecnologia de ponta, como os INCTs de Nanotecnologia. Nesses ambientes ainda predominam recursos tradicionais na condução de projetos científicos. Assinala-se que os pesquisadores desenvolvem suas atividades científicas em ambientes colaborativos digitais menos complexos, sem necessariamente acionar e/ou manter grandes arsenais de dados em colaboração com outros centros nacionais ou internacionais de pesquisa.

Constatou-se que a associação entre as práticas colaborativas para inovação e políticas públicas repercutiu positivamente na produção científica dos pesquisadores e na formação de redes formais e informais de pesquisadores da área de Nanotecnologia.

Concluiu-se que na realidade brasileira ainda se faz necessário a integração sistemática entre as concepções teóricas e as políticas públicas para a área de Ciência Tecnologia e Inovação. Essa integração pode favorecer a colaboração, a inserção da produção brasileira no cenário internacional e o desenvolvimento científico do país em perspectiva autóctone.

REFERÊNCIAS

ALBAGLI et al. E-Science e ciência aberta: questões em debate. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO, 14., 2013, Florianópolis. **XIV Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação (ENANCIB 2013)**. Florianópolis, 2013. Disponível em: <<http://ridi.ibict.br/handle/123456789/465>>. Acesso em: 24 abr. 2014.

_____; MACIEL, Maria Lucia. Informação, poder e política: a partir do sul, para além do sul. In: MACIEL, Maria Lucia; ALBAGLI, Sarita (Org.) **Informação, conhecimento e poder: mudança tecnológica e inovação social**. Rio de Janeiro: Garamond, 2011. 328p.

ALECRIM, Emerson. O que são bits e bytes? **Info Wester**, 2011. Disponível em: <<http://www.infowester.com/bit.php>>. Acesso em: 11 mar. 2016.

ARAÚJO, Ronaldo de; FROTA, Maria Guiomar da Cunha; CARDOSO, Ana Maria Pereira. Práticas, inscrições e redes sociotécnicas: contribuições de Bruno Latour e dos estudos sociais da ciência e da tecnologia para a ciência da informação. In: BORGES, Manoel Maria; CASADO, Elias Sanz. (Coord.) **A ciência da informação criadora de conhecimento**. Coimbra: Universidade de Coimbra, 2009. p. 135-145, v. 2 (Documentos). Disponível em: <http://www.eventos-iuc.com/ocs/public/conferences/1/schedConfs/1/actas_EDIBCIC2009_2.pdf>. Acesso em: 05 nov. 2015b.

BARJAK, Franz et al. The Emerging governance of e-infrastructure. **Journal of Computer-Mediated Communication**, Pensilvânia, v. 18, n. 2, p. 113-136, jan. 2013. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jcc4.12000/epdf>>. Acesso em: 03 nov. 2015.

BELL, Gordon. Prefácio. In: TOLLE, Kristin et al. (Org.) **O quarto paradigma: descobertas científicas na era da eScience**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. p. 11-15.

BRASIL. Portaria nº 429, de 17 de julho de 2008. **Diário Oficial da União**, Brasília, 06 out. 2008. Seção 1, p. 9. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=06/10/2008&jornal=1&pagina=9&totalArquivos=80>>. Acesso em: 28 mar. 2016.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Avaliação de políticas de ciência, tecnologia e inovação: diálogo entre experiências internacionais e brasileiras**. Brasília: CGEE, 2008. 249p. Disponível em: <http://www.cgee.org.br/publicacoes/seminario_internacional.php>. Acesso em: 20. jan. 2014.

CONSEIL EUROPÉEN POUR LA RECHERCHE NUCLÉAIRE. **The Worldwide LHC Computing Grid**. 2015. Disponível em: <<http://home.cern/about/computing/worldwide-lhc-computing-grid>>. Acesso em: 02 nov. 2015.

CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO. **Edital Nº 15/2008 –MCT/CNPQ/FNDCR/CAPE/FAPEMIG/FAPEMIG/FAPERJ/FAPESP/INSTITUTOS NACIONAIS DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA**. Brasília, 2008a. Disponível em: <<http://www.fapesp.br/chamadas/inct2008.pdf>>. Acesso em: 19 mar. 2016.

_____. Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia. **Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Nanodispositivos Semicondutores – DISSE**. 2008b Disponível em: <http://estatico.cnpq.br/programas/inct/_apresentacao/inct_nanodispositivos_semicondutores.html>. Acesso em: 17 abr. 2016.

_____. **INCT: Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia**. Brasília: MCTI, 2013. 288p. Disponível em: <http://estatico.cnpq.br/programas/inct/_apresentacao/docs/livro2013.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2013.

_____. **Nanotecnologia: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Nanobiotecnologia - INCT Nanobiotecnologia**. Brasília: MCTI, 2016a. Disponível em: <<http://inct.cnpq.br/web/inct-nanobiotecnologia>>. Acesso em: 22 mar. 2016.

_____. **Nanotecnologia: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Sistemas Moleculares e Nanoestruturados – INCT-Catálise**. Brasília: MCTI, 2016b Disponível em: <<http://inct.cnpq.br/web/inct-catalise>>. Acesso em: 05 abr. 2016.

_____. Sobre a Plataforma Lattes. Brasília: MCTI, 2016c. Disponível em: <<http://lattes.cnpq.br/>>. Acesso em: 21 maio 2016.

CORDEIRO, Daniel. Da ciência à e-Ciência: paradigmas da descoberta do conhecimento. **Revista USP**, São Paulo, n. 97, p. 71-80, mar./ abr. 2013. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/61867>> Acesso em: 30 nov. 2013.

COSTA, Maira Murieta; CUNHA, Murilo Bastos da. A literatura internacional sobre *e-Science* nas bases de dados LISA e LISTA. **Encontros Bibli**: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação, v. 20, n. 44, p. 127-144, set./dez., 2015. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/eb/article/view/1518-2924.2015v20n44p127>> . Acesso em: 16 set. 2016.

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Programa FAPESP de Pesquisa em eScience**. São Paulo, 2015. Disponível em: <www.fapesp.br/publicações/2015/folder_escience.pdf>. Acesso em: 09 maio 2016.

GOLD, Anna. Cyberinfrastructure, data, and libraries, part 1: a cyberinfrastructure primer for librarians, **D-Lib Magazine**, v. 3, n. 9/10, set./out. 2007. Disponível em: <http://digitalcommons.calpoly.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1015&context=lib_dean>. Acesso em: 26 mar. 2013.

GRAY, Jim. **eScience**: a transformed scientific method. Palestra apresentada no Conselho Nacional de Pesquisa dos Estados Unidos (NRC-CSTB). Mountain View, Califórnia, 11 jan. 2007. Disponível em: <http://research.microsoft.com/en-us/um/people/gray/talks/nrc-cstb_escience.ppt>. Acesso em: 07 jul. 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA. INCT **Catálise**. 2014a. Disponível em: <<http://www.inct-catalise.com.br/Instituto/index.html>>. Acesso em: 07 abr. 2014.

_____. **INCT NANOBIOFAR**. 2014b. Disponível em: <http://www.inctnanobiofar.com.br/#!about_us/cjg9>. Acesso em: 07 abr. 2014.

_____. **Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Nanomateriais de Carbono**. 2014c. Disponível em: <<http://www.nanocarbono.net/pagina.php?pag=about>>. Acesso em: 08 abr. 2014.

_____. **INCT Namitec**. 2014d. Disponível em: <<http://www.namitec.org.br/>>. Acesso em: 08 abr. 2014.

_____. **INOMAT**. 2014e. Disponível em: <<http://www.inomat.iqm.unicamp.br/oinstituato/oinstituato.php>>. Acesso em: 05 abr. 2014.

_____. **Lançamento da chamada pública INCT-2014**. 2016. Disponível em: <http://inct.cnpq.br/documents/10180/124986/Apresentacao_Chamada_INCT_2014.pdf/0a4623b3-8191-4c1a-87b4-d8335072fda2>. Acesso em: 17 . de maio 2016.

_____. **NANOBIOSIMES**. 2014f. Disponível em: <<http://www.nanobiosimes.ufc.br/index.php/apresentacao>> Acesso em: 07 abr.2014.

IZIQUÉ, Claudia. FAPESP lança programa para projetos em eScience. **Agência FAPESP**, 2013. Disponível em: <<http://agencia.fapesp.br/18346>>. Acesso em: 25. mar. 2014.

JANKOWSKI, Nicholas W. e-Research: transformation in scholarly practice. In: **E-RESEARCH: transformation in scholarly practice an enhanced publication accompanying the traditionally published book**. [S.l]: Routledge, 2009. Disponível em: <scholarlytransformations. Virtualeknowledgestudio.nl>. Acesso em: 10 jul. 2012.

_____. Exploring e-Science: an introduction. **Journal of Computer-Mediated Communication**, Philadelphia, US, v. 12, n. 2, p. 549-562, fev. 2007. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1083-6101.2007.00337.x/pdf>> Acesso em: 29 jun. 2013.

LATOURE, Bruno. **Reagregando o social: uma introdução à Teoria do Ator-Rede**. Tradução de Gilson César Cardoso de Sousa. Salvador: EDUFBA; Bauru: EDUSC, 2012. 399 p.

MARTINS, Pablo Procópio. **Glossário**. Santa Catarina, CELESC, 2011. 7 p. Disponível em: <<http://portal.celesc.com.br/portal/ped/index.php/glossario>>. Acesso em: 10 jul. 2016.

MEADOWS, Arthur Jack. **A comunicação científica**. Brasília: Briquet de Lemos, 1999. 268 p.

MENA-CHALCO, Jesús; CESAR JÚNIOR, Roberto Marcondes. **ScriptLattes: um sistema de extração de conhecimento open-source da Plataforma Lattes**, Journal of the Brazilian Computer Society, Campinas, v. 15, n. 4, p. 31-39, dez. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-65002009000400004&script=sci_arttext>. Acesso em: 22 jun. 2013.

MOURA, Maria Aparecida; MORAES, Bruno. **[Colabotório digital da UFMG]: introdução**. 2015. Disponível em: <<https://www.ufmg.br/proex/cpinfo/colaboratorio/pt/introducao/>>. Acesso em: 21 fev. 2015.

MUELLER, Suzana Pinheiro Machado. O impacto das tecnologias de informação na geração do artigo científico: tópicos para estudo. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 23, n. 3, p. 309-317, set./dez. 1994. Disponível em: <<http://revista.ibict.br/index.php/ciinf/article/view/1148>>. Acesso em: 21 nov. 2015.

PORTAL BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA. 2013. Disponível em: <pbct.inweb.org.br/pbc> . Acesso em: 10. dez. 2013.

PROGRAMA Institutos Nacionais de C&T: documento de orientação aprovado pelo comitê de coordenação em 29 de julho de 2008. In: CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO. **Edital N° 15/2008 – MCT/CNPq/FNDCR/CAPES/FAPEMIG/ FAPEMIG/FAPERJ/FAPESP/INSTITUTOS NACIONAIS DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA**. Brasília, 2008. Disponível em: <<http://www.fapesp.br/chamadas/inct2008.pdf>>. Acesso em: 19 mar. 2016.

PROJETO Genoma Humano. 2013. Disponível em: <<http://www.minutobiomedicina.com.br/postagens/2013/07/29/projeto-genoma-humano/>>. Acesso em: 19 nov. 2015.

RIZZATO, Alessandro et al. (Org.). **Guia de boas práticas para interação**. 3. ed. São Paulo: AMPEI, 2015. 97 p. Disponível em: <

http://anpei.tempsite.ws/download/2015/Guia_Anpei_Interacao_ICT_Empresa.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2016.

RODRIGUEZ, Mercedes. Nanotecnología y Big Data: la próxima revolución digital. **Euroresidentes**, 2015. Disponível em: <<https://www.euroresidentes.com/tecnologia/nanotecnologia/nanotecnologia-y-big-data-la-proxima>>. Acesso em: 23 set. 2015.

SCHOTTLAENDER, Brian E. C. An idiosyncratic perspective on the history and development at University California, San Diego, of support for cyberinfrastructure-enabled e-science. In: MARCUM, Deanna B.; GEORGE, Gerald (Ed.). **The data deluge: can libraries cope with e-Science?** Santa Barbara; Denver: Libraries Unlimited, 2010. 142p. Disponível em: <https://www.academia.edu/1094996/E-SCIENCE_AT_JOHNS_HOPKINS_UNIVERSITY?auto=download>. Acesso em: 13 abr. 2016.

SIDONE, O. J. G.; HADDAD, E. A.; MENA-CHALCO, J. Padrões de colaboração científica no Brasil: o espaço importa? **TD Nereus**, São Paulo, p.1-34, 2013. Disponível em: <http://www.usp.br/nereus/wp-content/uploads/TD_Nereus_09_2013_v2.pdf>. Acesso em: 03 jan. 2014.

SILVA, Edna Lúcia da. Rede científica e a construção do conhecimento. **Informação e Sociedade: Estudos**, João Pessoa, v. 12, n. 1, p. 1-16, 2002b. Disponível em: <www.iws.ufpb.br/index.php/ies/article/view/156>. Acesso em: 06 abr. 2014.

SOUZA, Iara Maria de Almeida; SALES JÚNIOR, Dário Ribeiro de. Apresentação. In: LATOUR, Bruno. **Reagregando o social: uma introdução à Teoria do Ator-Rede**. Salvador: EDUFBA; Bauru: EDUSC, 2012. p. 11-15.

TOLLE, Kristin et al. Conclusões. In: _____. (Org.) **O quarto paradigma: descobertas científicas na era da eScience**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 263 p.