Evolução de coautorias do Programa Sisbiota Brasil

Denise de Oliveira[1], Gabriel Fritz Sluzala[2], Jackson Max Furtunato Maia[3],
Mariana Otero Cariello[4], Márcia Aparecida de Brito[5] e Margareth Alves Carvalho[6]

Resumo

A pesquisa tratada neste artigo é fruto da cooperação entre o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) para a realização de análises exploratórias de dados de programas temáticos do CNPq. O foco é o primeiro edital do Programa Sistema Nacional de Pesquisa em Biodiversidade (Sisbiota Brasil), que busca gerar conhecimento de modo convergente e articulado. Por essa razão, utilizou-se como indicador a produção científica conjunta

Abstract

As a result of the cooperation between CGEE and CNPq to conduct exploratory data analyses of CNPq's thematic programs, this study focuses on the first call for proposals of the National Biodiversity Research System (Sisbiota Brasil). Considering that Sisbiota Brasil aims to produce knowledge in a convergent and integrated manner, we used the joint scientific production of networks as a measure of this integration. An analysis of complex networks for Curriculum Lattes data of group members was applied. These results showed an increase

1 Doutora em Educação em Ciências pela Universidade Federal do Rio Grande (UFRG) e analista em Ciência & Tecnologia (C&T) sênior do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

2 Bacharel em Engenharia de Computação (em andamento) pela Universidade de Brasília (UnB) e cientista de dados do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE).

3 Doutor em Física pela Universidade de São Paulo (USP), analista em C&T sênior do Instituto Nacional de Pesquisa Espacial (INPE) e assessor técnico do CGEE.

4 Doutora em Ecologia pela UnB e analista em C&T sênior do CNPq.

5 Doutora em Ecologia pela UnB e analista em C&T sênior do CNPq.

6 Doutora em Tratamento da Informação Espacial pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC/MG) e analista em C&T Pleno 2 I do CNPq.

das redes de pesquisa e aplicou-se uma análise de redes complexas aos dados de currículos Lattes de membros de equipe. Os resultados revelam um incremento nas redes de coautorias e demonstram o potencial desta metodologia e suas possibilidades para aprimorar o acompanhamento e a avaliação de programas e políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) integrados em redes.

Palavras-chave: Redes de pesquisa. Redes de coautorias. Biodiversidade. Gestão de CT&I.

in co-authorship of the networks and revealed the potential of this methodology to enhance monitoring and evaluation of network integrative programs and politics in Science, Technology and Innovation.

***Keywords**: Research networks. Co-authorship networks. Biodiversity. STI Management.*

1. Introdução

Criado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) em 2009, o Programa Sistema Nacional de Pesquisa em Biodiversidade (Sisbiota Brasil) propôs-se a ampliar o conhecimento sobre a biodiversidade no Brasil, País número um em biodiversidade no mundo. Conforme as diretrizes e os objetivos da Convenção sobre Diversidade Biológica, da qual o Brasil é signatário, bem como da Política Nacional de Biodiversidade - Decreto n.º 4339/2002 (BRASIL, 2002) -, esforços como o Sisbiota Brasil são imprescindíveis para ampliar o conhecimento, a conservação, a repartição de benefícios e o uso sustentável da biodiversidade brasileira (MMA, 2016). O programa vai ao encontro também das diretrizes da Política Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, em que a biodiversidade é reconhecida como área estratégica e essencial para orientar o desenvolvimento ambientalmente sustentável (SILVA; MELO, 2001; MCT, 2002; MCT, 2006; MCT, 2007; MCT, 2010a; MCT, 2010b, MCTIC, 2016).

O Sisbiota Brasil foi pensado para alcançar amplo escopo geográfico e temático, com a integração das pesquisas e a complementaridade das ações já em andamento (por exemplo, PPBio, Peld, Bionorte, Renorbio, INCT, ComCerrado, Geoma), buscando ampliar a competência e o fomento à pesquisa no País, em direção a uma nova dimensão e um novo patamar para a pesquisa em biodiversidade, conforme o Documento base do programa (CNPq, 2010).

A criação do Sisbiota Brasil vai ao encontro da crescente tendência ao fomento às redes de pesquisa, com a abordagem de temas complexos, como os relacionados ao meio ambiente, à biodiversidade e à sustentabilidade socioambiental. A lógica de redes busca complementaridade

e sinergia entre grupos e instituições, de forma a atender aos novos requisitos de um tempo de convergência científica e tecnológica, potencializando conhecimentos e sua aplicação (SOUZA-PAULA; VILELLA, 2014), buscando atuar de forma predominantemente interdisciplinar e com múltiplos atores (VELHO, 2011).

Nessa direção, foi lançado o Edital MCT/CNPq/MMA/MEC/CAPES/FNDCT – Ação Transversal/FAPs n.º 47/2010 - Sisbiota Brasil, no formato de redes de pesquisa, com abrangência nacional (CNPq, 2010). Sua publicação teve como finalidades o fomento à associação e colaboração entre grupos de pesquisa, além da ampliação da capacidade de realização de trabalhos conjuntos e baseados em interesses convergentes e projetos comuns. Teve como objetivos, ainda, ampliar o conhecimento e o entendimento da biodiversidade brasileira; e melhorar a capacidade preditiva de respostas a mudanças globais, particularmente no que diz respeito às mudanças de uso e cobertura da terra e à mudança do clima. Nesse sentido, o edital associou pesquisas à formação de recursos humanos, educação ambiental e divulgação do conhecimento científico.

O Centro de Gestão em Estudos Estratégicos (CGEE) e o CNPq iniciaram, em 2017, um projeto piloto com as finalidades de aprimorar a avaliação da integração das redes de pesquisa aprovadas no referido edital e de explorar a aplicabilidade dos métodos do CGEE em temas reais de interesse do CNPq.

A iniciativa coaduna com os esforços do Centro no desenvolvimento de métodos e ferramentas capazes de abordar o desafio de transformar grandes massas de dados de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) em informação relevante para apoiar tomadas de decisão, com base em evidências. Da mesma forma, o projeto piloto foi concebido em consonância com a missão institucional do CNPq, em busca de aprimorar o sistema de acompanhamento e avaliação de programas e políticas de CT&I.

O estudo piloto buscou avaliar a evolução de coautorias entre os membros de equipe das 39 propostas de redes de pesquisa aprovadas no edital do Sisbiota Brasil, em período prévio e posterior ao programa, como um indicador da produção científica conjunta e do trabalho em rede.

2. Metodologia

Considerando-se que especial atenção deveria ser dada para a finalidade e a natureza da pesquisa que seria avaliada, o estudo teve início com uma prova de conceito, para definição da metodologia a ser escolhida, buscando associar uma análise qualitativa - ou seja, relacionada ao

modo como a integração das redes estava proposta pelo edital - à análise quantitativa referente ao estudo de coautorias (HICKS *et al.*, 2015).

2.1. Prova de conceito

A prova de conceito permitiu identificar a metodologia que seria seguida, levantando as necessidades de análise a partir de um processo simples de tomada de decisões baseada em evidências, que tem início com a definição de perguntas norteadoras.

Da elicitação inicial de requisitos, foram obtidas as seguintes perguntas norteadoras:

1. Os pesquisadores do Sisbiota Brasil passaram a ter maior produção científica conjunta após a integração ao programa?

2. Os bolsistas e alunos do Programa deram continuidade a sua formação e/ou adquiriram vínculo empregatício ou funcional, após a integração ao programa?

3. Houve a realização de pesquisas interdisciplinares, entendidas como abrangendo a integração de distintas áreas do conhecimento em torno de um problema de pesquisa?

4. Houve a formação de recursos humanos de modo interdisciplinar, abrangendo a participação de alunos e bolsistas na produção científica de distintas áreas do conhecimento, em torno de um problema de pesquisa?

A pergunta norteadora 1 foi escolhida para ser abordada ao longo da prova de conceito. Essa opção foi resultado de uma análise que levou em consideração o tempo disponível, a facilidade do acesso à base de dados e o atendimento ao principal objetivo do Sisbiota Brasil.

Como indicador de produção científica conjunta, optou-se por extrair dados de evolução de coautorias entre os pesquisadores e demais membros das 39 redes. Esse universo abrangeu os membros de equipe descritos nas propostas originais; além de bolsistas do CNPq e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), agregados posteriormente.

2.2. Processo de extração e limpeza dos dados

O projeto piloto contou com a utilização de dados da Plataforma Integrada Carlos Chagas referentes aos membros de equipe, por meio de planilhas extraídas do formulário eletrônico de submissão das propostas de pesquisa, bem como da folha de pagamento das bolsas implementadas, fornecidas pela Coordenação de Suporte às Atividades Operacionais (Cosao) no CNPq. As planilhas de bolsistas de mestrado, doutorado e pós-doutorado da Capes foram fornecidas pela Diretoria de Programas e Bolsas no País (DPB/Capes).

Esse processo de aquisição de dados resultou em 2.275 registros de membros de equipe, dos quais foram extraídos identificadores do currículo Lattes (ID Lattes). Posteriormente, verificou-se que os projetos detalhados em anexo ao formulário eletrônico continham mais pesquisadores e colaboradores das redes de pesquisa, sendo necessária uma revisão de todos os documentos para a contagem completa. Essa etapa, realizada manualmente, resultou em aproximadamente 3 mil membros de equipe, que estão sendo alvo de novos estudos quanto à evolução de coautorias e serão tema de publicação posterior.

O método escolhido para a análise exploratória dos dados foi o de análise de redes complexas (NEWMAN, 2010). Várias de suas métricas são implementadas para uso em dados de currículos Lattes na ferramenta Insight Net, desenvolvida no CGEE para uso conjunto com a plataforma de visualização de redes Gephi. No contexto de redes adotado, cada nó correspondeu a um currículo, entendido aqui como o conteúdo de publicações de um pesquisador, e as arestas, por sua vez, identificaram relações de coautoria entre pares de pesquisadores. A quantidade de tais coautorias determinou os pesos das arestas.

Como critério de contagem de coautorias, usou-se o número de arestas (ou "grau", no jargão da área de análise de redes), como forma de minimizar ambiguidades inerentes a diferentes critérios de contagem, tais como número de coautores ou de publicações em coautoria. Note-se que qualquer dos três critérios tem ambiguidades inerentes; a escolha do grau foi considerada mais adequada para a pergunta norteadora escolhida, por ser uma medida direta de colaboração. Para efeito da determinação de uma coautoria, considerou-se apenas a produção presumivelmente revisada por pares: artigos de periódicos, artigos completos em congressos e capítulos de livros.

3. Resultados e discussão

3.1. Plano de trabalho básico para avaliações de resultados

A partir dos tempos despendidos pelas duas equipes de trabalho (CGEE e CNPq), da identificação de escopos típicos para a realização de avaliações de resultados no CNPq e das necessidades de capacitação da equipe envolvida na prova de conceito, foi elaborado, em conjunto, uma proposta de plano de trabalho básico, incluindo prazos que, presume-se, podem ser adaptados para iniciativas semelhantes em outros contextos no CNPq.

O plano de trabalho abrangeu:

- Oficina sobre ferramentas bibliométricas de análises de dados científicos (20 dias após o início das atividades de elicitação e refinamento de perguntas norteadoras);
- Definição do processo específico de análise de dados para o programa e elaboração de plano de atividades (30 dias após o início);
- Extração, tratamento e limpeza dos dados (75 dias após o início);
- Análise exploratória dos dados (90 dias após o início);
- Consolidação da metodologia específica de avaliação do programa (110 dias após o início);
- Elaboração de plano de comunicação dos resultados (120 dias após o início); e
- Documento descritivo dos resultados obtidos (140 dias após o início).

Após a primeira oficina, cada bloco de análise (passos 2-7), em princípio, pode ser realizado em 120 dias. Eventuais processos de monitoramento, desde que empregada a mesma metodologia, podem ocorrer em tempo consideravelmente menor. Além das metas e do cronograma propostos anteriormente, a prova de conceito da análise de resultados do Sisbiota Brasil também foi importante para a preparação do evento de capacitação direcionado a analistas do CNPq, que o CGEE organizou em dezembro de 2017.

3.2. Redes de coautorias - Resultados iniciais

Para cada projeto, foram geradas redes de coautoria, considerando a produção dos seus membros entre 2005 e 2010 e entre 2011 e 2016. Os dois períodos foram escolhidos para efeito de comparação entre as produções publicadas desde o lançamento do edital do Sisbiota Brasil até 2016 e no intervalo simétrico anterior.

Tomando como exemplo o projeto "Diversidade de Campos Sulinos", pode-se notar um expressivo aumento da média de coautorias, conforme representado na Figura 1:

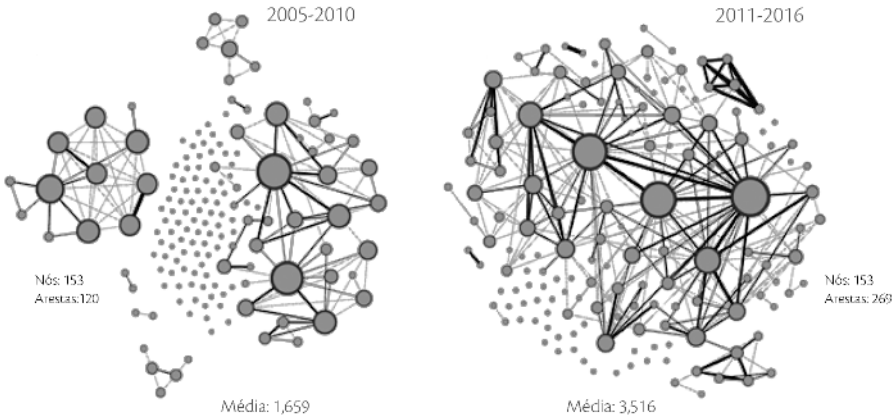

Figura 1. Evolução das coautorias da Rede Campos Sulinos

Fonte: Equipe CGEE-CNPq.

A comparação de dados de coautoria de artigos publicados em periódicos, de capítulos de livros e de resumos de trabalhos completos apresentados em eventos científicos - no período anterior ao Programa Sisbiota Brasil, entre 2005 e 2010, e no período a partir da implementação dos projetos, entre 2011 a 2016 - mostra que houve um aumento em coautorias, de 2.875 para 6.279, considerando-se o conjunto das redes de pesquisa.

Desse modo, para o conjunto completo de 39 projetos, houve uma variação do grau médio, de 1,759 para 4,885, nos períodos 2005-2010 e 2011-2016, respectivamente, como representado na Figura 2:

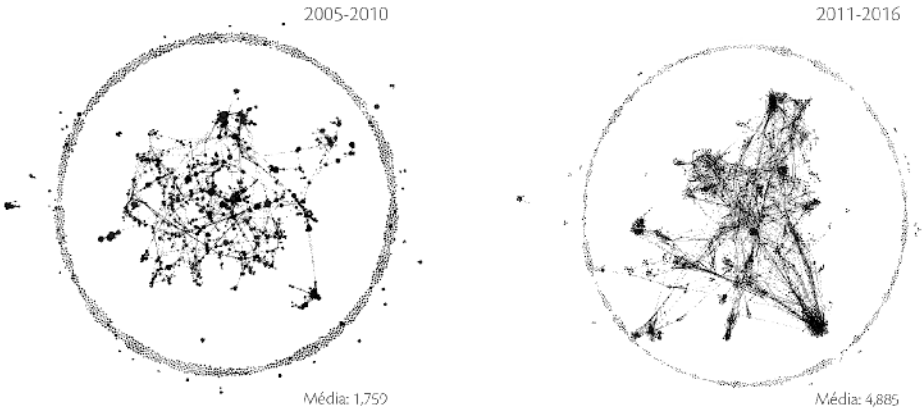

Figura 2. Coautorias entre os membros das redes de Pesquisa do Programa Sisbiota Brasil, nos períodos anterior (2005 a 2010) e posterior (2011 a 2016) ao edital

Fonte: Equipe CGEE-CNPq.

Apesar de promissor, esse resultado não pode ser atribuído, isoladamente, ao Programa Sisbiota Brasil. Dividindo-se o período completo (de 2005 a 2016) em biênios, é possível observar um crescimento natural no número de coautorias, mesmo antes do início do programa, como demonstra o histograma da Figura 3a:

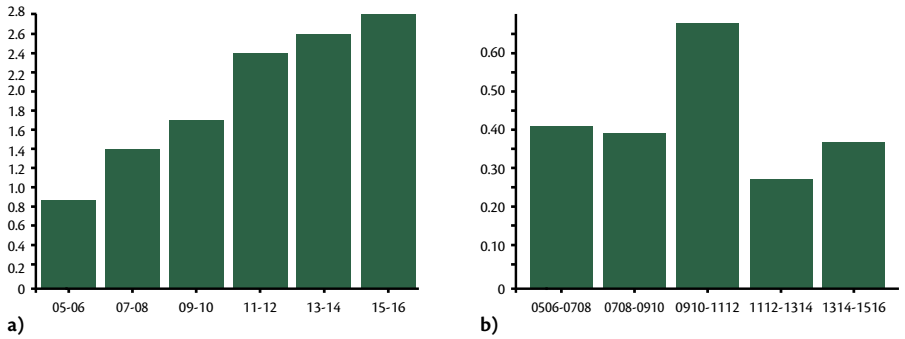

Figura 3. a) Histograma do crescimento do número de coautorias das 39 redes de pesquisa; e b) Histograma da diferença entre biênios (o código 0506 representa o biênio 2005-2006 e assim sucessivamente)

Fonte: Equipe CGEE-CNPq.

Para isolar os efeitos desse crescimento basal, foi produzido o histograma das diferenças entre dois biênios, ao longo dos 12 anos considerados (Figura 3b), que mostra claramente um aumento de taxa de crescimento na diferença entre o biênio 2009-2010 e o biênio 2011-2012, ou seja, imediatamente antes e depois do lançamento do Sisbiota Brasil.

A análise de causalidade, necessária em um estudo mais completo, estava fora do escopo da prova de conceito, mas esse resultado sugere que o lançamento do programa teve um efeito positivo e induziu o aumento da formação de redes de pesquisa.

Para testar os possíveis efeitos do Sisbiota Brasil na produção científica relacionada a diferentes temas de pesquisa, também foram levantadas curvas de crescimento de palavras-chave empregadas nos artigos. A Figura 4 mostra as frequências de palavras-chave por ano, considerando apenas as evoluções das 10 mais frequentes no início do período de estudo e das 10 mais frequentes em 2016:

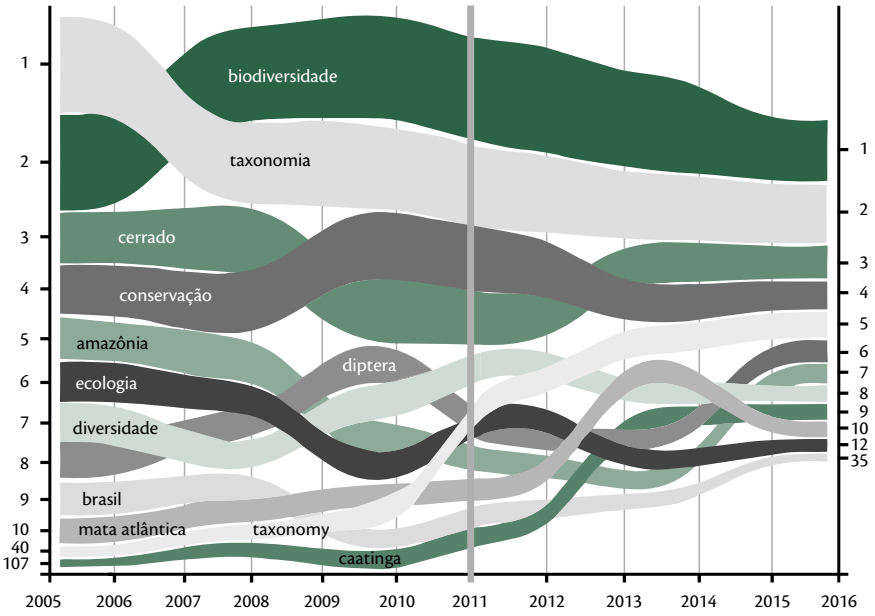

Figura 4. Curvas de crescimentos das palavras chaves mais freqüentes em 2005 e 2016

Fonte: Equipe CGEE-CNPq.

Para a elaboração da Figura 4, não foram excluídas multiplicidades de palavras-chave obtidas de artigos em coautoria. Portanto, existe um possível viés de frequência para temas que tenham

artigos com muitos coautores. Além disso, evitou-se deliberadamente juntar palavras-chave de mesmo significado em idiomas distintos, para evidenciar diferenças entre publicações nacionais e internacionais.

"Mata atlântica", "caatinga" e "*taxonomy*" tiveram evidente crescimento (as duas primeiras, após o lançamento do edital). O aumento da última, por sua vez, não pode ser considerado como correlato ao Sisbiota Brasil, mas pode estar associado ao lançamento de outros editais, como o do Programa de Capacitação em Taxonomia (Protax) ou do Programa Plantas do Brasil: Resgate Histórico e Herbário Virtual para o Conhecimento e Conservação da Flora Brasileira (Reflora).

Também foram realizados testes para identificar se redes que receberam financiamentos anteriores apresentavam resultados diferentes de evolução de coautorias, se comparadas àquelas criadas a partir do lançamento do Sisbiota Brasil. Em uma primeira análise, não houve diferença aparente. O aumento de frequência da palavra-chave "taxonomy" deixa claro que esse tipo de estudo não pode prescindir de dados de outros programas com atuações temáticas similares, se o objetivo for isolar impactos de um programa sob estudo. Dados de outros programas serão adquiridos em trabalhos subsequentes.

De modo geral, todos os projetos tiveram aumento médio no número médio de coautorias. O desempenho menos expressivo correspondeu a uma elevação de 30% entre os períodos selecionados. O de maior avanço apresentou aumento de mais de 1100% no número médio de coautorias, relacionado a um grupo de pesquisa reunido em torno de proposta nova para financiamento integral pelo edital.

4. Considerações finais

O estudo preliminar das redes do Sisbiota Brasil identificou: caminhos promissores para análises futuras de redes de pesquisa; bases de dados e ferramentas relevantes para avaliações de resultados de programas temáticos; e aspectos a serem aprimorados nos futuros formulários de submissão de propostas e relatórios de acompanhamento e avaliação do CNPq. Também como consequência da prova de conceito, foi possível elaborar um plano de trabalho e cronograma básicos a serem adaptados a casos semelhantes.

O aprofundamento do estudo de coautorias está em andamento, por meio da nova planilha de membros de equipe resultante da busca manual em formulários específicos do Sisbiota Brasil. Essa necessidade de busca manual reflete uma limitação dos formulários eletrônicos de

submissão de propostas do CNPq, assim como a ausência de de instrumentos na Plataforma Carlos Chagas que possibilitem o envio simultâneo de uma proposta de rede de pesquisa e individualmente de seus projetos associados.

A submissão de propostas em rede necessita ser aprimorada, de modo tanto a aprimorar os formulários eletrônicos como a permitir que diferentes coordenadores submetam simultaneamente projetos ligados a uma mesma rede, facilitando, assim, tanto o gerenciamento por parte dos pesquisadores como a extração de dados para análises por parte do CNPq, conforme os princípios de manter a coleta de dados e os processos analíticos abertos, transparentes e simples (HICKS *et al.*, 2015).

Os resultados alcançados neste estudo piloto sugerem que o Edital MCT/CNPq/MMA/MEC/CAPES/FNDCT – Ação Transversal/FAPs n.º 47/2010 - Sisbiota Brasil (CNPq, 2010) contribuiu para o alcance do objetivo do programa relacionado a fomentar a articulação e a colaboração dos pesquisadores, aqui medidas pela produção conjunta. Da mesma forma, o presente estudo indica que o edital fortaleceu a realização de trabalhos integrados e convergentes. As próximas etapas do estudo conjunto entre o CGEE e o CNPq preveem o aprofundamento das análises de dados, a fim de verificar, em especial, questões relacionadas à integração do Sisbiota Brasil com outros programas de pesquisa em Biodiversidade e à formação de recursos humanos

Referências

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT. **3ª Conferência Nacional de Ciência,Tecnologia e Inovação**: síntese das conclusões e recomendações. Brasília: Centro de Gestão de Estudos Estratégicos, 2006. 298 p.

BRASIL. **Ciência, tecnologia e inovação para o desenvolvimento nacional** – Plano de Ação 2007-2010. Brasília: 2007.

BRASIL. **Livro azul** da 4ª Conferência Nacional de Ciência e Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Sustentável. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2010a. Disponível em: *https://www.cgee.org.br/documents/10195/734063/livroAzul_digital_18jan2011_6990.pdf/68c79d24-d589-42f5-ac66-4d6d728f9691?version=1.3*.

BRASIL. **Livro branco**: Ciência, Tecnologia e Inovação. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2002. 80 p.

BRASIL. **Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação**. Principais Resultados e Avanços 2007-2010. Dez. 2010b.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação – MCT&I. **Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2016 – 2022**. Brasília: 2016.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente - MMA. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. **Brasil: 5.º Relatório Nacional para a Convenção Sobre Diversidade Biológica**. Coord. Carlos Alberto de Mattos Scaramuzza. Brasília, 2016.

BRASIL. Presidência da República. **Decreto** no 4.339, de 22 de agosto de 2002. Institui princípios e diretrizes para a implementação da Política Nacional da Biodiversidade. Disponível em: *http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4339.htm*.

CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO - CNPq. **Edital MCT/CNPq/MMA/MEC/CAPES/FNDCT** - Ação Transversal/FAPs Nº 47/2010. Disponível em: *http://memoria.cnpq.br/chamadas-publicas;jsessionid=EB5D8EDB07853E9D4B45EAD0B91E5FCD?p_p_id=resultadosportlet_WAR_resultadoscnpqportlet_INSTANCE_0ZaM&filtro=resultados&detalha=chamadaDivulgada&idDivulgacao=399*. Acesso em 23 abril de 2017.

HICKS *et al*. The Leiden Manifesto for research metrics. **Nature**, v. 520, p. 429-431, 2015. Disponível em: *http://www.nature.com/news/bibliometrics-the-leiden-manifesto-for-research-metrics-1.17351*. Acesso em: 02 fevereiro de 2018.

MAIA, J.M.F.; LADEIRA, A.V.G.C.; VILLELA, A.B.C.; CAGNIN, C.H. Análise de redes e FTA para uma avaliação estratégica dos Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia. **Parcerias Estratégicas**, v. 20, n. 40, p. 101-123, 2015. Disponível em: *http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/view/752/690*.

NEWMAN, M.E.J. **Networks**: An Introduction. Oxford: Oxford University Press, 2010. 720 p.

SILVA, C.G.; MELO, L.C.P. **Ciência, tecnologia e inovação**: desafio para a sociedade brasileira – Livro verde. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia / Academia Brasileira de Ciências, 2001. 250 p.

SOUZA-PAULA, M.C.; VILLELA, A.B.C. Programas nacionais de ciência e tecnologia: dos indivíduos às redes. **Parcerias Estratégicas**, v. 19, n. 39, p. 143-159, 2014. Disponível em: *http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/viewFile/747/685*.

VELHO, L. **Conceitos de ciência e a política científica, tecnológica e de inovação**. Sociologias, v. 13, n. 26, Porto Alegre, 2011. Disponível em: *http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-45222011000100006&lng=en&nrm=iso*. Acesso em: 13 dez. 2017.