

Mapeamento de serviços de suporte à e-Ciência

Leandro N. Ciuffo^a, Carolina H. Felicíssimo^a, Iara Machado^a, Michael Stanton^a, Daniela Brauner^b

^a Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP)

Rio de Janeiro, Brasil

{leandro.ciuffo, carolina.felicissimo, iara.machado, michael}@rnp.br

^b Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Porto Alegre, Brasil

daniela.brauner@ufrgs.br

Resumo. Este artigo apresenta um mapeamento não exaustivo de serviços para suporte a e-ciência ofertados por universidades, redes acadêmicas, serviços nacionais de dados e centros de computação. Com isso, esse trabalho tem dois objetivos: (i) auxiliar universidades e redes de ensino e pesquisa na identificação de um portfólio de serviços especializados para apoio à ciência baseada em dados e (ii) servir de insumo para um projeto estratégico da Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP) que visa modelar um Centro de Suporte a e-Ciência (CSeC) a nível nacional no Brasil. O mapeamento é apresentado na forma de uma lista de serviços classificados de acordo com uma categorização sugerida pelos autores.

Palavras Chave: e-Ciência, Ciência Aberta, Ciência baseada em dados

Eixo temático: Dados Abertos (1), Aplicações de apoio a colaboração científica de grande escala (13), Governança em colaborações científicas (16).

1 Introdução

Este trabalho apresenta um mapeamento de serviços existentes para suporte a e-Ciência no intuito de auxiliar universidades e redes de ensino e pesquisa (NRENs) na escolha de um portfólio de serviços especializados para apoio à nova ciência baseada em dados.

Antes de apresentarmos uma listagem de serviços para apoio à pesquisa, é importante garantir que o leitor compreenda o termo "e-Ciência" (ou *eScience*). Esse termo é utilizado para referenciar pesquisas que são realizadas, em qualquer área do conhecimento, que necessitam manusear um grande volume de dados, com suporte de plataformas computacionais avançadas para pesquisa [1,3]. Para o desenvolvimento de e-Ciência, normalmente, também faz-se necessário o uso de ferramentas de apoio à colaboração e comunicação entre seus integrantes

Ao falar de e-Ciência, outro termo bastante referenciado é "ciberinfraestrutura". Primeiramente utilizado em 2002, por uma comissão da agência de fomento estadunidense NSF (*National Science Foundation*) criada para responder à seguinte pergunta: como a NSF, principal agência de fomento de pesquisa básica norte-americana, poderia remover barreiras à evolução de processamento, uso de dispositivos e instrumentos especiais, armazenamento, comunicação avançada e uso de dados, tornando esse ambiente alcançável por todos os cientistas, engenheiros, estudiosos e cidadãos desse país? [2,8] De lá para cá, este termo passou a ser utilizado para tratar da evolução de tecnologias de informação e comunicação (TIC) na geração de conhecimento científico, sobretudo em projetos de e-Ciência. Uma variação desse termo também é utilizado na união europeia, sob a denominação de "e-infraestrutura" [6].

Uma ciberinfraestrutura visa suportar e garantir um ambiente controlado, seguro, abrangente, de acesso simplificado e com recursos compartilhados, para o desenvolvimento de pesquisa e educação. Esse ambiente pode ser classificado como um Centro de suporte a e-Ciência (CSeC), constituído por ecossistemas diversificados de instituições acadêmicas (*e.g.*, universidades, laboratórios), seus participantes (*e.g.*, pesquisadores, professores e alunos) e infraestruturas de TIC.

A seguir, apresentamos o restante do artigo, organizado da seguinte forma: a seção 2 traz um levantamento de centros nacionais de suporte a e-Ciência e de centros locais, com escopo de atuação em suas respectivas universidades; a seção 3 apresenta algumas iniciativas internacionais e interinstitucionais de suporte a e-Ciência; a seção 4 lista e categoriza os serviços mapeados; a seção 5 conclui o trabalho com os próximos passos planejados para a criação de um CSeC nacional no Brasil.

2 Centros de suporte à e-Ciência

Para promover o compartilhamento e a integração de infraestruturas para pesquisa dentro de uma mesma universidade ou a nível nacional, algumas organizações operam centros de suporte à e-Ciência. Em muitos casos, essas organizações atuam como articuladoras de um conjunto de iniciativas existentes, além de oferecerem consultoria e treinamento para a comunidade científica. Uma especialização dos centros de e-ciência são os "Serviços Nacionais de Dados", que atuam para organizar o armazenamento, o acesso e a descoberta de dados científicos. Essa seção apresenta um levantamento, não exaustivo, de alguns centros de e-ciência existentes hoje.

Como o objetivo do artigo é mapear serviços de suporte à e-Ciência, as instituições retratadas a seguir foram selecionadas de forma a diversificar os tipos de serviços oferecidos e os países em que estão baseadas

2.1 Centros de escala nacional

Netherlands eScience Center (NLeSC)⁴⁶. Financiado pelas rede de ensino e pesquisa holandesa, SURF, e pela agência de pesquisa NWO. Atua financiando pesquisadores seniores através de chamadas de projetos. SURF, por sua vez, atua em conjunto para ofertar serviços de análise, armazenamento e processamento de dados, tais como:

- BigData Services: conjunto de ferramentas e “frameworks” para processamento e análise de grandes volumes de dados não estruturados.
- Data Archive: serviço de armazenamento de longo-prazo, integrado a ferramentas de transferências e à serviços de supercomputação.
- Data Ingest Service: serviço para auxiliar pesquisadores com acesso a largura de banda limitada a transferir grandes volumes de dados de pesquisa para os demais serviços citados acima.
- Dutch National Supercomputer: acesso ao supercomputador “Cartesius” para a execução de modelos e simulações.

O NLeSC também mantém um catálogo de software para pesquisa⁴⁷, com o intuito de promover o compartilhamento e o reuso de software entre os laboratórios de pesquisa. Também vale destacar que atualmente o NLeSC também preside a **PLAN-E**⁴⁸ (*Platform of National eScience Centers in Europe*), uma comunidade de organizações nacionais e regionais que atuam no suporte a e-Ciência. Desde 2015 as organizações membro da PLAN-E se reúnem duas vezes ao ano para troca de experiências e discussão de estratégias para promoção da e-Ciência.

Swedish e-Science Research Centre⁴⁹ (**SeRC**). Fundado em 2010 pelo governo sueco, é constituído através de uma colaboração entre 4 universidades, 2 centros de supercomputação e 2 centros de visualização. Atua articulando uma comunidade de especialistas para a oferta de consultoria em técnicas de programação paralela, análise e visualização de dados. Também oferece capacitação e financia alunos de doutorado e projetos de pesquisa.

Jisc⁵⁰. Originalmente “*Joint Information Systems Committee*”, é uma organização sem fins lucrativos baseada no Reino Unido que provê uma alta gama de serviços avançados de TIC e consultoria para instituições de ensino superior e centros de pesquisa. Os serviços de conectividade que constituem a rede acadêmica do Reino Unido (Janet Network⁵¹) é parte da Jisc.

Apesar da organização não ser formalmente identificada como um centro nacional de e-Ciência, seu conjunto de serviços para apoio à pesquisa e sua participação como observador das atividades da PLAN-E habilitam a inclusão da Jisc neste mapeamento.

Alguns serviços para suporte a e-Ciência que merecem ser citados:

- Shared Data Centre: oferece espaço para co-location de servidores de projetos de pesquisa em infraestrutura de data center profissional, com suporte local especializado de equipe de TI para manutenção dos equipamentos.
- Data archiving framework: serviço de armazenamento de dados, com redundância de cópias em mais de um data center.
- UK Research Data Discovery: serviço em fase de desenvolvimento que provê um mecanismo de agregação de repositórios de dados de diferentes instituições. Tal desenvolvimento

⁴⁶ <https://www.esciencecenter.nl/>

⁴⁷ <https://www.research-software.nl/>

⁴⁸ <https://plan-europe.eu/about-plan-e/>

⁴⁹ <http://www.e-science.se/>

⁵⁰ <https://www.jisc.ac.uk/for-research>

⁵¹ <https://www.jisc.ac.uk/janet>

atende a uma demanda do Conselho de Pesquisa em Engenharia e Ciências Físicas (EPSRC) que exige que as organizações de pesquisa mantenham um catálogo de dados [19].

Outra linha de atuação da Jisc é a negociação com fornecedores e editoras, agindo como um *broker* para contratação de serviços em nome da coletividade de suas instituições cliente, e com isso conseguindo preços abaixo dos praticados pelo mercado.

2.2 Centros de escala local, em um campus

Institute for Data Intensive Engineering and Science⁵² (IDIES), Johns Hopkins University, EUA. O instituto é uma colaboração entre 6 departamentos da universidade Johns Hopkins (JHU), que provêem expressivos recursos computacionais e ferramentas de análises de dados para professores, alunos e pesquisadores das áreas de física, ciências biológicas e engenharias. Dentre os recursos, destacam-se:

- Maryland Advanced Research Computing Center (MARCC) - é um centro de computação que abriga diversos clusters de computadores, sendo o principal deles o “Blue Crab”, com aproximadamente 22.000 cores e desempenho teórico de 1,12 PFLOPs. Também oferece o serviço de “co-location” de equipamentos de projetos de pesquisa.
- SciServer - uma ferramenta online para análise de grandes volumes de dados integrada a uma ciberinfraestrutura para pesquisa. Permite que pesquisadores possam analisar Terabytes ou Petabytes de dados científicos, sem precisar fazer download de grandes conjuntos de dados.

O IDIES também fornece infraestrutura para a publicação de datasets curados de grandes projetos, como o *Sloan Digital Sky Survey*.

Center for Computational Engineering & Sciences⁵³ (CCES), Universidade Estadual de Campinas, Brasil. É um centro multidisciplinar para apoio à modelagem computacional e simulações que necessitem de computação de alto desempenho, para a resolução de problemas nas áreas da física, química, geofísica, biologia e engenharia mecânica e de materiais. O Centro oferece acesso a um cluster computacional com 1360 cores, além de propiciar um ambiente no qual estudantes de pós-graduação de diferentes áreas podem adquirir treinamento em computação que lhes permitirão trabalhar tanto no meio acadêmico quanto na indústria.

O CCES também abriga uma divisão de transferência de tecnologia, que interage com a agência de inovação da universidade para facilitar o depósito de patentes e os registros de software desenvolvidos com o apoio do Centro. Com isso espera-se criar as oportunidades de transferência das tecnologias e metodologias desenvolvidas para a indústria, governo e outras instituições de P&D fora da academia.

eScience-Center da Universidade de Tubinga⁵⁴ (Universität Tübingen), Alemanha. O Centro de e-Ciência faz parte do Centro de Informação, Comunicação e Mídia da Universidade e fornece infraestrutura e consultoria para projetos da área de ciências sociais e humanidades, principalmente.

Dois tipos de serviços são destacados no website do Centro: um sistema de preservação digital de dados de pesquisa e consultoria para a identificação e desenvolvimento de ferramentas de tecnologias de informação e comunicação (TICs) para suporte aos projetos, com destaque para

⁵² <http://idies.jhu.edu/>

⁵³ <http://www.escience.org.br/aim>

⁵⁴

<https://www.uni-tuebingen.de/en/facilities/informations-kommunikations-und-medienzentrum-ikm/escience-center.html>

experiências com tecnologias de processamento de imagens e coleta de dados geoespaciais aplicados na área de arqueologia.

e-Science Centre na Universidade Técnica Chalmers⁵⁵, Suécia. Criado em 2010 e hospedado pelo Departamento de Ciências da Terra e do Espaço, o Centro visa coordenar atividades relacionadas à e-Ciência na universidade, tais como:

- Organização de workshops e seminários relacionados à e-Ciência;
- Coordenação de um grupo de especialistas que podem ser consultados para assessoria técnica em programação, aperfeiçoamento de algoritmos e visualização de dados.
- Gestão de chamadas de projetos de apoio à pesquisa na universidade.

Não foi possível confirmar se o Chalmers e-Science Centre ainda está ativo. As últimas atualizações reportadas são de maio de 2017. Mesmo assim os tipos de serviços prestados foram considerados relevantes de serem considerados para este mapeamento.

2.2 Serviços Nacionais de Dados

DANS - Data Archiving and Networking Services⁵⁶, Holanda. Em operação desde 2005, o DANS é um instituto da KNAW (Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences, um órgão consultivo do governo holandês) com a participação da agência de fomento KWO (*Netherlands Organisation for Scientific Research*, responsabilidade do Ministério da Educação, Cultura e Ciência holandês). O DANS oferece serviços para acesso e descoberta de dados de pesquisas científicas na Holanda, com destaque para os serviços de armazenamento de dados EASY⁵⁷ e DataverseNL⁵⁸, além de um portal chamado NARCIS, que provê acesso a milhares de bases de dados, publicações e outras informações sobre pesquisas no país.

O instituto também oferece treinamento e consultoria, além de realizar pesquisas em acesso sustentável a informação digital e participar de projetos e redes nacionais e internacionais. Desde 2006 o DANS oferece subsídios para pequenos projetos de dados, para tornar disponível importantes coleções e para estudos de viabilidade e exploração de novas tecnologias de armazenamento e formatos de dados para estas coleções.

ANDS - Australian National Data Service⁵⁹. O ANDS é uma instituição criada com o objetivo de liderar a criação de uma coleção nacional coesa de recursos de pesquisa e um ambiente para dados de pesquisa a fim de proporcionar um melhor uso dos resultados das pesquisas australianas, viabilizando a publicação, descoberta, acesso e uso dos dados. O ANDS é financiado pelo governo Australiano (*Australian Commonwealth Government*) através da Estratégia para Infraestrutura de Pesquisa Colaborativa Nacional (*National Collaborative Research Infrastructure Strategy - NCRIS*). Em 2009, o ANDS recebeu financiamento do Fundo de Investimento para Educação (EIF) para o estabelecimento do Data Commons. O ANDS oferece serviços nacionais como o Research Data Australia e o Cite My Data, além disso provê guias e consultoria em gerenciamento, produção e reuso de dados, e promove a criação de comunidades de prática. Para instituições financiadas pelo governo, o uso dos serviços é gratuito. O ANDS trabalha em parceria com agências de pesquisa para:

- capturar dados e metadados relacionados tão logo sejam produzidos;
- viabilizar o armazenamento e disseminação destes metadados;
- viabilizar a descrição de coleções de dados existentes para auxiliar sua descoberta;

⁵⁵ <https://goo.gl/ZzQjFQ>

⁵⁶ <http://dans.knaw.nl/en>

⁵⁷ <https://easy.dans.knaw.nl/ui/deposit>

⁵⁸ <https://dataverse.nl/>

⁵⁹ <http://www.ands.org.au>

- permitir a criação e implementação de políticas de gerenciamento de dados de pesquisa;
- prover consultoria em gerenciamento de dados de pesquisa e dados do setor público.

Portage Network (Canadá)⁶⁰. A Portage é uma rede nacional de especialistas em gerenciamento de dados de pesquisa, lançada em 2015 pela Associação Canadense de Bibliotecas de Pesquisa (CARL) para suprir lacunas da infraestrutura nacional de gerenciamento de dados de pesquisa no Canadá.

O objetivo da Portage é coordenar e expandir o conhecimento, os serviços e a infra-estrutura existentes para que todos os pesquisadores do Canadá tenham o suporte necessário para o gerenciamento de dados de pesquisa. Desta forma as operações da Portage estão organizadas em torno de dois componentes principais:

1. Gerenciamento de dados de pesquisa: acesso a um conjunto de recursos, ferramentas e especialistas que fornecerão assessoria e treinamentos sobre o tema.
2. Infraestruturas e plataformas para descoberta, preservação e gerenciamento de dados, a partir da federação de vários serviços e infraestruturas existentes.

Um dos principais serviços oferecidos é uma ferramenta online para criação de Plano de Gestão de Dados (*Data Management Plan Assistant*). Outro destaque é o desenvolvimento de serviço de federação de repositórios de dados de pesquisa (FRDR⁶¹) em colaboração com o centro de supercomputação “Compute Canada”, com suporte a download de grandes datasets através da ferramenta Globus⁶² que é integrada aos repositórios.

3 Iniciativas e equipes de suporte à e-Ciência

Esta seção apresenta algumas iniciativas globais e regionais de suporte a projetos de e-Ciência que não estão ancoradas a um determinado Centro de e-Ciência ou universidade.

Software Carpentry⁶³. É uma organização sem fins lucrativos mantida por voluntários, que em geral são especialistas em ferramentas de TIC e em ciência da computação. O objetivo da organização é auxiliar pesquisadores e jovens cientistas com treinamento básico de ferramentas computacionais que são cada vez mais imprescindíveis para a realização de ciência baseada em dados, independente da área de conhecimento do pesquisador.

A organização oferece oficinas ao redor do mundo e também disponibiliza suas lições de maneira livre para quem quiser estudar individualmente. Exemplos de lições incluem: Banco de Dados, Linux, controle de versão com Git, programação básica com Python, R e MATLAB.

Através do website da organização é possível solicitar a organização de workshops ou realizar um workshop de forma independente utilizando material didático pré-existente.

Enlighten Your Research Global⁶⁴. A iniciativa teve início em 2013 na forma de um concurso de projetos de e-ciência ou aplicações com demandas de transferência de dados entre instituições conectadas à pelo menos duas das 12 Redes Acadêmicas (NRENs) participantes.

O objetivo do concurso foi o de apoiar a pesquisa colaborativa global para atender a duas tendências: a realização de atividades de pesquisa entre colaboradores de diferentes países e a análise dos dados produzidos por meio de aplicações avançadas e redes de alto desempenho. Os projetos selecionados poderiam ter acesso gratuito aos serviços oferecidos pela respectiva NREN,

⁶⁰ <https://portagenetwork.ca/>

⁶¹ <https://www.frdr.ca/docs/en/about/>

⁶² <https://www.globus.org/>

⁶³ <https://software-carpentry.org/>

⁶⁴ <https://www.enlightenyourresearch.net/>

além de poder contar com a consultoria de engenheiros de performance experientes, para indicar a melhor configuração de circuitos para as transferências de dados fim a fim.

Após duas edições do concurso, realizada a cada dois anos, em 2016 optou-se por deixar o formulário de submissão de propostas aberto continuamente para a análise e consultoria das NRENS participantes.

Research engagement teams. Algumas redes acadêmicas como GÉANT na Europa e ESnet nos EUA mantêm equipes especializadas em compreender requisitos de aplicações científicas, em especial aqueles relacionados à comunicação de dados [17,18]. Essas equipes auxiliam pesquisadores a desenvolverem projetos técnicos de implantação de soluções de TIC em projetos de e-Ciência, além de oferecem consultoria em engenharia de redes para garantir a melhor configuração possível dos sistemas de transmissão de dados envolvidos.

A equipe de suporte da GÉANT também atua para identificar e propor os serviços mais adequados para a atividade de pesquisa do usuário, com base no portfólio de serviços existentes nas redes acadêmicas europeias filiadas.

4 Categorização dos serviços

A Tabela abaixo resume os serviços mapeados pelo levantamento realizado neste trabalho. Uma classificação por categorias é sugerida, de forma a ilustrar um possível portfólio de serviços para apoio à e-Ciência.

Tabela 1. Mapeamento de serviços de apoio à e-Ciência.

Categoria	Serviços
Ciberinfraestrutura e ferramentas	Acesso facilitado a supercomputador para a execução de modelos e simulações.
	Co-location de equipamentos dos laboratórios (tipicamente clusters adquiridos em projetos de pesquisa).
	Armazenamento temporário de grandes volumes de dados para compartilhamento com outros pesquisadores. Também pode auxiliar em operações de manutenção da infraestrutura local do laboratório de pesquisa, disponibilizando um espaço de armazenamento temporário enquanto as máquinas locais são reparadas.
	Otimização de transferência de dados. (aceleração de download e upload de dados entre duas instituições)
	Data Ingest (aceleração de upload de dados para os serviços oferecidos pelo Centro de e-Ciência.
	Ferramentas online para análise grandes volumes de dados não estruturados.
	Acesso a repositório de dados para pesquisa (para a publicação de datasets curados).

	Serviço de federação de repositórios de dados de pesquisa.
	Serviço de federação de nuvens computacionais, para a execução de tarefas (jobs) utilizando recursos ociosos das instituições federadas.
	Reserva de largura de banda sob demanda (acesso a serviços de criação de circuitos virtuais de rede)
	Repositório de software e APIs desenvolvidas por laboratórios de pesquisa.
Consultoria	Consultoria de engenheiros de rede para a melhoria do desempenho de transferências de dados (identificação de gargalos na infraestrutura e nos caminhos de rede fim-a-fim)
	Articulação de uma rede de especialistas em ciência da computação, em parceria com a academia, atuando como um "hub" para a oferta de consultoria sob demanda em temas como programação paralela, análise, gerenciamento e visualização de dados.
	Consultoria para a identificação e desenvolvimento de ferramentas de TICs para suporte aos projetos.
Treinamentos e disseminação do conhecimento	Capacitação básica em TIC para jovens cientistas (melhores práticas, metodologias, ferramentas etc.)
	Capacitação em técnicas para melhorar o desempenho de aplicações (HPC, ingestão de dados, etc)
	Capacitação em Plano de Gestão de Dados
	Organização de seminários (presenciais ou virtuais)
Gestão de P&D	Gestão de chamadas de projetos de apoio à pesquisa (em parceria com agências de fomento e outros financiadores)
	Realização de chamadas de projetos de curta duração orientada a solução de problemas.
	Assessoria para registro de software e depósito de patentes

5 Conclusões e próximos passos

Conforme enunciado na introdução deste trabalho, o mapeamento apresentado tem o intuito de auxiliar universidades e NRENS na identificação de um portfólio de serviços de e-ciência possíveis de serem ofertados. Adicionalmente, este trabalho teve o intuito de apresentar um diagnóstico inicial e servir de insumo para um projeto estratégico da Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP) que visa modelar um Centro de Suporte a e-Ciência (CSeC) a nível nacional no Brasil.

Baseado nos desafios existentes para o suporte, operação e manutenção de serviços de e-Ciência, entende-se que é fundamental que infraestruturas computacionais dedicadas de projetos ou laboratórios de pesquisa sejam remanejadas para uma plataforma de computacional compartilhada, com a inclusão de serviços de consultoria, a ser ofertada também para outras instituições acadêmicas.

Assim, promove-se uma economia de escala, com uma melhor estruturação de recursos reservados para uma ciberinfraestrutura comum, segura e robusta.

Para o atingimento desse objetivo, vislumbra-se que inicialmente, a operação de tal Centro nacional de e-Ciência deveria ser realizada pela RNP em cooperação com o Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC), ambas instituições subordinadas ao Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC). Atualmente, a RNP é a responsável nacional pela conectividade das instituições públicas de ensino superior, com provimento de serviços avançados para comunicação e colaboração; já o LNCC é o responsável nacional por processamento computacional de alto desempenho.

A coordenação da RNP e LNCC na implantação e operação conjunta de um Centro de suporte a projetos de e-Ciência nacionais (e.g., nas áreas de astronomia, biodiversidade, mudanças climáticas etc) poderia ser proposta na forma de uma Ciberinfraestrutura como Serviço, a qual serviria a projetos estruturantes, altamente demandantes de TICs. Além de uma infraestrutura computacional de destaque, o Centro também sustentaria e agregaria capital intelectual especializado, com competências na área de computação de alto desempenho, armazenamento massivo, comunicação de alta vazão, entre outras.

Para validar tal estratégia, escolheu-se como estudo de caso realizar a modelagem inicial do CSeC considerando o atendimento das demandas do Laboratório Interinstitucional de e-Astronomia⁶⁵ (LIneA). O LIneA constitui-se hoje, no Brasil, o principal responsável pela participação da comunidade acadêmica nacional em Astronomia em grandes levantamentos de dados científicos internacionais, através do desenvolvimento de um Portal Científico para a realização da pesquisa mundial na área. Assim, entende-se que o LIneA é um forte candidato para se tornar o primeiro cliente do Centro de e-Ciência até 2019.

O trabalho completo de modelagem prevê o emprego da metodologia “*Design Thinking*”[10], que envolve entrevistas e construção coletiva com potenciais usuários pesquisadores. Até a data de submissão deste artigo, apenas a etapa inicial da metodologia, denominada de “imersão parcial” ou “pesquisa desk”, havia sido realizada. Desta forma, o trabalho apresenta um mapeamento inicial baseado em pesquisa bibliográfica. Até setembro de 2018, durante o 2º *Encuentro Latinoamericano de e-Ciência*, o trabalho completo estará disponível para apresentação no evento.

Referencias

1. Appel, A: A e-Science e as atuais práticas de pesquisa científica. Dissertação de mestrado. 88p. Rio de Janeiro, 2014.
2. Simões, N. et al. A Ciberinfraestrutura no Brasil – a contribuição da RNP. Position Paper. 18p. 2016.
3. Programa FAPESP de Pesquisa em eScience. <http://www.fapesp.br/8436>
4. Hey, T., Tansley, S. Tolle, K. (orgs): O Quarto Paradigma: descobertas científicas na era da eScience. ISBN 978-85-7975-028-1. 2011.
5. Gray, J. eScience Talk at NRC-CSTB meeting Mountain View CA, 11 January 2007. <http://jimgray.azurewebsites.net/jimgraytalks.htm>
6. EC. About e-infrastructures. <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/e-infrastructures>
7. EOSC Declaration. 2017. <https://ec.europa.eu/research/openscience/index.cfm?pg=open-science-cloud>
8. NSF. Revolutionizing Science and Engineering Through Cyberinfrastructure. Report of the National Science Foundation Blue-Ribbon Advisory Panel on Cyberinfrastructure, 2013. <https://www.nsf.gov/cise/sci/reports/atkins.pdf>
9. Revista FAPESP. Uma estratégia para dados. Edição 267, maio. 2018.
10. Plattner, H; Meinel, C; Leifer, L.J., eds. Design thinking: understand, improve, apply. Understanding innovation. Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag. pp. xiv–xvi.
11. Magri, D.R.C., Redigolo, F.F., Ciuffo, L.N., et al. Guia DMZ científica: 2ª edição (2017). https://www.rnp.br/sites/default/files/guia_dmz_cientifica_2aedicao.pdf

⁶⁵ <http://www.linea.gov.br/>

12. Country Reports: National Data Services. RDA NDS Interest Group, 2018
<https://www.rd-alliance.org/groups/national-data-services.html>
13. Santos, P.X. et al. Livro Verde - Ciência aberta e dados abertos: mapeamento e análise de políticas, infraestruturas e estratégias em perspectiva nacional e internacional. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2017. 140p.
14. Coordination and Support of International Research Data Networks. OECD Policy Paper, 2017. 46p.
15. Business models for sustainable research data repositories. OECD, 2017. 80p.
17. ESnet Science Engagement team. <https://www.es.net/science-engagement/overview/>
18. GÉANT Research Engagement and Support Team.
https://www.geant.org/People/research_communities/Pages/Research_Engagement_Team.aspx
19. EPSRC expectations on research data management, 2014.
<https://epsrc.ukri.org/about/standards/researchdata/expectations/>