

Marlon Pirchiner

# **Ambiente, Território, População e Condições de Vida no Antropoceno**

**Projeto Preliminar de Pesquisa**

São Paulo, Brasil

2016, v0.1

Marlon Pirchiner

# **Ambiente, Território, População e Condições de Vida no Antropoceno**

## **Projeto Preliminar de Pesquisa**

Em conformidade com as exigências do Programa de Pós Graduação e com as normas ABNT para elaboração de textos acadêmicos. **Linhas de pesquisa:** ‘Ecologia Política das Mudanças Globais e do Desenvolvimento Regional’ e ‘Métodos e Técnicas para Modelagem de Sistemas Sócio-ambientais’. **Temas propostos:** ‘Produção e Avaliação de Cenários no Sistema Terrestre’ e ‘Modelagem no Sistema Terrestre’. **Orientação sugerida:** Profa. Dra. Myanna H. Lahsen. **Co-Orientação sugerida:** Profa. Dra. Ana Paula D. Aguiar.

Ciência do Sistema Terrestre - CST

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

Programa de Pós-Graduação

Serviço de Pós-Graduação – SPG  
Avenida dos Astronautas, 1758 – Caixa Postal 515  
Jardim da Granja, 12227-010  
São José dos Campos – SP

São Paulo, Brasil

2016, v0.1

# Resumo

Nessa proposta o conceito de Antropoceno é usado para situar o projeto em um contexto ambiental e natural mais amplo e unificador tanto das ciências naturais, por um lado, quanto das ciências humanas e sociais por outro. O que se convencionou por ciências do sistema terrestre, em que o Natural e o Humano são indissociáveis. Temas como governança e sustentabilidade parecem ter se tornado centrais. A revisão científica da agenda para 2030 das Nações Unidas, que marcam os objetivos globais para o desenvolvimento sustentável, serve de horizonte para seleção de modelos e perspectivas de análise. O presente projeto preliminar de pesquisa apresenta propostas focadas na ciências da informação e organização do conhecimento como elemento aglutinador de saberes. Apresenta-se também uma perspectiva complexa de análise integrada da sociedade, território e espaço com objetivo de compreender e aprimorar as condições de vida. Com essa perspectiva espera-se poder simular dinâmicas sobre o uso do território em múltiplas escalas integrando saberes disponíveis para o apoio a processos decisórios e alocação de recursos. Há, por isso, uma preocupação central com o local e regional, bem como em responder questões sobre desenvolvimento com horizonte sustentável presentes nas agendas locais e regionais relacionados ao uso do território. Observando-se até mesmo a própria dinâmica espacial desses conteúdos informativos. Uma meta espacialidade da informação. Uma preocupação com os lugares de produção, distribuição e difusão espacial da informação e dos saberes.

**Palavras-chave:** Território, Produção do Espaço, Natureza, Antropoceno, Ciências do Sistema Terrestre, Sistemas Complexos de Informação, Web Semântica, Ontologias, Dados Ligados, Engenharia do Conhecimento, Modelagem Computacional.

# 1 Introdução e Justificativa

## 1.1 Introdução

O Antropoceno (CRUTZEN; STOERMER, 2000; CRUTZEN, 2002), embora ainda não formalmente aceito e incluído na Escala de Tempo Geológica (GRADSTEIN; OGG; SMITH, 2005; COHEN et al., 2013) (GTS, sigla em Inglês) da Comissão Internacional em Estratigrafia (ICS<sup>1</sup>, sigla também em inglês) é um conceito recente que, mesmo remontando de certa forma à teoria de Lovelock (1979), rompe o presente (HAMILTON, 2016) ao localizar a humanidade, coletivamente e de forma indelével (ZALASIEWICZ et al., 2010; ZALASIEWICZ et al., 2011) no Sistema Terra (JACOBSON, 2000). Mas ainda mais importante é que, embora algo sobre como quando exatamente teria sido seu início ainda esteja em aberto (ZALASIEWICZ et al., 2015), esse mote científico vem demonstrando que após meados do século XX teria ocorrido uma ‘grande aceleração’ tanto em indicadores sócio-econômicos quanto naturais (STEFFEN et al., 2011). A essência unificadora desse conceito, em temas caros tanto às ciências Humanas quanto às Naturais, não só impulsiona o debate e a busca de uma solução conjunta como também evidencia, entre outras coisas, que com o atual ritmo do modo de produção global, com uma população crescente e diante da capacidade finita de suporte do ambiente, enquanto território em disputa política, de atender à crescente demanda por energia e outros recursos, não só influencia diretamente as condições de vida e desenvolvimento, como desafia a capacidade de governança para organizar um futuro menos desigual, mais inclusivo e sustentável.

Globalmente esse debate já vem sendo travado e, apesar das dificuldades inerentes ao processo, a apreciação pela comunidade científica e por entidades como o Conselho Internacional para a Ciência (ICSU<sup>2</sup>, sigla em inglês) e o Conselho Internacional para Ciências Sociais (ISSC<sup>3</sup>, sigla também em inglês) de uma agenda com objetivos globais para

<sup>1</sup> International Commission on Stratigraphy <<http://www.stratigraphy.org>>.

<sup>2</sup> International Council for Science <<http://www.icsu.org>>.

<sup>3</sup> International Social Science Council <<http://www.worldsocialscience.org>>.

2030 em desenvolvimento sustentável vem sendo feita ([United Nations, 2015](#); [ICSU-ISSC, 2015](#)). A desigualdade, que contundentemente escancara as atuais falhas de governança e alocação melhor distribuída de recursos, é apresentada como o primeiro dos objetivos: “a eliminação de toda e qualquer forma de pobreza onde quer que houvesse” ([United Nations, 2015](#)).

Regional e localmente existem também muitos desafios de governança, com a produção do território, com uma melhor distribuição e alocação de investimentos. Recursos como água e energia são fundamentais para a agricultura e para o abastecimento das cidades, do campo, da indústria e do desenvolvimento, ainda que sustentáveis.

É nessa problemática, dos desafios de governança e políticas públicas para melhoria sustentável, e em múltiplas escalas, das condições sociais de vida agravadas pelo seu próprio modo de reprodução material, aparentemente contraditório à capacidade de suporte do ambiente, que essa proposta de pesquisa se insere.

## 1.2 Justificativa

Dados do Antropoceno evidenciam a presença inequívoca da influência humana no Sistema Terra, a insustentabilidade dos modos atuais de produção e a já bem conhecida limitação na capacidade ambiental de suporte e suprimento da demanda corrente, com a tecnologia disponível, e com as atuais projeções de crescimento. Não apenas podem não haver recursos necessários para as gerações futuras como sequer é garantido elevar-se a eficiência na distribuição e uso dos existentes, ao manter-se o ritmo atual.

Objetivos para o desenvolvimento, seja ele sustentável ou não, sempre foram objetos de agendas internacionais, nacionais, regionais e locais. Para 2030 as Nações Unidas apresentaram uma nova agenda com objetivos globais para o desenvolvimento sustentável. Destacado apenas o primeiro de dezessete, a “erradicação completa da pobreza sob todas as formas onde quer que houvesse” ([United Nations, 2015](#)), já fica clara a existência de desafios de governança em múltiplas escalas.

Tendo sido enorme e continuamente ampliada a capacidade de observação da Terra,

incluindo diversos elementos e aspectos da sociedade e de suas atividades, cresceu na mesma proporção a dificuldade em se recuperar informações confiáveis de diversas origens. As dificuldades de comunicação para fora do interior dos mais diversos domínios de conhecimento são evidentes. O símbolo  $N$  teria apenas força ou traria consigo certa química? Lidar com dados e conceitos de múltiplas fontes requer cuidado extremo. A necessidade de informação é crescente, bem como a do profissional, além, é claro, de melhores ‘sistemas’.

Mais do que o aumento da importância das disciplinas de informática (FOX, 2012) no contexto das pesquisas científicas tanto em ciências da Terra e do espaço como no campo das Humanidades, tecnologias semânticas vêm sendo amplamente discutidas por fóruns internacionais como a Aliança para Dados de Pesquisa (RDA<sup>4</sup>, sigla em inglês) e o Consórcio Mundial da Rede (W3C<sup>5</sup>, sigla também em inglês) vêm discutindo e apresentando boas práticas para usuários da comunidade científica.

A possibilidade de simular desdobramentos espaço-temporais do Sistema Terra, baseados em evidências, de decisões políticas e de governança em diversas escalas talvez tenha algo a contribuir nesse processo conjunto de desenvolvimento sustentável e redução das desigualdades com melhoria da condição de vida (PATTERSON et al., 2016).

Estudos recentes do Instituto de Pesquisas Economicas e Aplicadas (IPEA) apontam na direção da complexidade social (FURTADO; SAKOWSKI; TóVOLI, 2015) e de maneiras para sua modelagem (SILVA, 2015). Já por outro lado, Santos e Silveira (2001) apresentam também uma visão intrigante acerca dos fluxos e da natureza do territórios, chegando até mesmo a seus desdobramentos de e em questões locais.

Finalmente, nos interessa em especial os recentes desenvolvimentos dos grupos de trabalho do Consórcio Global para a Internet (W3C, sigla em inglês) para dados espaciais (W3C, 2015a) e suas boas práticas (W3C, 2015b; TAYLOR; PARSONS, 2015), sempre que aplicadas nos contextos científicos, econômicos, políticos e sócio-ambientais, em suma, de governança.

---

<sup>4</sup> Research Data Alliance <<https://rd-alliance.org>>

<sup>5</sup> World Wide Web Consortium <<https://www.w3.org/standards/semanticweb/>>

<sup>5</sup> World Wide Web Consortium

## 2 Objetivos

O objetivo mais geral a ser atingido e proposto por essa pesquisa é apresentar cenários e estimativas de conformidade (PATTERSON et al., 2016) com os objetivos globais para 2030 em desenvolvimento sustentável (United Nations, 2015) feitas à partir de uma perspectiva regional e local. Quando o problema central passa por temas como governança e proposição de políticas públicas, a produção, também pública, de conhecimento, informações e dados é mais do que necessária. É possível até mesmo defender a imprescindibilidade dessas atividades relacionadas à informação, sem as quais muitas vezes não se é nem possível, ou muito difícil, que haja uma justa avaliação da adequação das propostas e medidas adotadas como respostas eficientes ou avanços nos referidos temas ou em soluções de conflitos.

A maioria, senão a totalidade, dos objetivos específicos dizem respeito, porém, ao modo pelo qual esses cenários e estimativas de conformidade pretendem ser desenvolvidos, entre eles:

1. Investigar e avaliar o panorama atual de oferta de dados ambientais e sócio-econômicos ligados,
2. Investigar e avaliar o uso de ontologias já desenvolvidas em contextos globais para modelar situações atuais de dados ambientais e socio-econômicos regionais e locais,
3. Investigar e avaliar a aplicação de técnicas de Processamento da Linguagem Natural para extensão semântica de dados ligados com dados inicialmente não-estruturados,
4. Investigar e avaliar modelos baseados em agentes para simulações de cenários de governança e desenvolvimento sustentável,
5. Investigar e avaliar o uso integrado de tecnologias semânticas no consumo e assimilação contínua de dados em modelos de simulação social e otimização aplicados

aos objetivos (ou pelo menos ao primeiro) locais e regionais para o desenvolvimento sustentável.



## 3 Plano de Trabalho e Cronograma

### 3.1 Plano de Trabalho

No cronograma da tabela 1 é possível identificar uma primeira fase teórica que inclui também as disciplinas do curso. Há uma fase para seleção dos modelos que serão simulados e das ontologias que serão utilizadas para mapear os dados ligados. Uma fase de implementação, tanto do fluxo de Processamento da Linguagem Natural (NLP, sigla em inglês), quanto do banco de “triplas” (do original *triple store* em inglês) contendo o grafo de conhecimento e além do “raciocínio” semântico ou *reasoning*. Planeja-se uma fase específica para as análises e simulações. O último grupo de atividades corresponde à síntese e a escrita da tese propriamente, com um tempo reservado ao final para as revisões.

### 3.2 Cronograma de Atividades

A tabela 1 abaixo, apresenta o cronograma inicialmente proposto para as atividades agrupadas segundo a natureza das atividades. Na presente versão da proposta, este cronograma, dividido em oito semestres, apresenta tão somente uma tentativa para a organização da execução das atividades futuras.

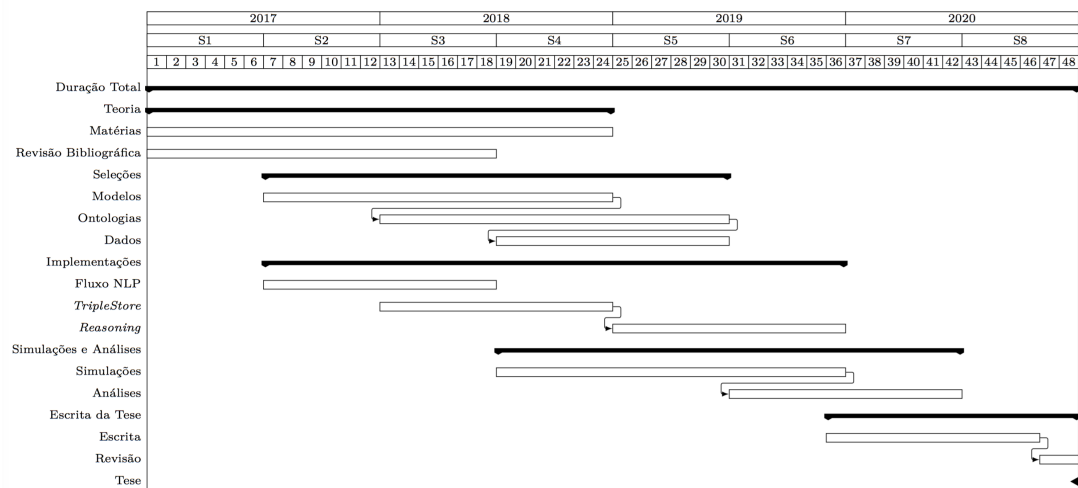


Tabela 1 – Cronograma de Atividades

## 4 Materiais e Métodos

### 4.1 Materiais

Há primazia por valer-se de dados produzidos por órgãos públicos que estejam abertos ou em processo de abertura.

Modelos integrados do sistema terrestre, com dados provenientes de múltiplos provedores e que façam uso intensivo de tecnologias semânticas exigem interoperabilidade por sua natureza. A forma amplamente reconhecida e mais recente de atingir os mais exigentes níveis de interoperabilidade tem sido através da anotação semântica com vocabulários e terminologias controladas, com a ligação (ou conexão) de conjuntos de dados às definições de seus conteúdos. É amplamente desejável, tornando-se quase necessário, que esses dados sejam confiáveis e também acessíveis por máquina.

Os provedores públicos de dados estruturados inicialmente cogitados serão enumeradas em seguida, sendo que os conjuntos específicos de dados devem ser definidos na medida em que forem sendo identificadas as informações mais relevantes para os modelos integrados. Inicialmente as próprias bases do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), seguidas por outras bases de interesse como IPEA (Instituto de Pesquisas Economicas Aplicadas), FGV (Fundação Getúlio Vargas), IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente), ANA (Agência Nacional de Recursos Hídricos), ANTT (Agência Nacional de Transportes Terrestres), ANP (Agência Nacional do Petróleo), CPRM (Serviço Geológico do Brasil), DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral), entre outros. Incluir e disponibilizar publicamente o grafo de dados e informações utilizadas nos modelos diversificando as formas de consumo de dados e estatísticas públicas e também a visibilidade dos provedores é um dos objetivos tácitos dessa pesquisa.

Ainda é preciso mencionar os prováveis usos de informações não estruturadas, como corpus de publicações, textos jurídicos e legislações, além de documentos oficiais. Bases de

dados como Scielo e Lattes são algumas das que estariam inicialmente em vista.

## 4.2 Métodos

Investigar a existência de provedores e do estado dos dados públicos disponíveis nas perspectivas de [Berners-Lee \(2006\)](#) e outros ([BIZER; HEATH; BERNERS-LEE, 2009](#)) para dados ligados. A expectativa é de que seja possível reconhecer provedores de observações contínuas da natureza e do ambiente, do uso da terra, bem como dados sócio-econômicos em múltiplas escalas espaciais e temporais e de que essas perspectivas sejam as metodologias inicialmente consideradas para busca dos objetivos propostos. A identificação (e reúso), publicação e manutenção de vocabulários como forma de organização dos conhecimentos usando um sistema simples para organização do conhecimento (*SKOS*<sup>1</sup>) deve facilitar a extração e publicação de conjuntos de dados com suas respectivas proveniências e metadados.

Além disso metodologias associadas ao campo das ciências da informação e documentação, bem como de engenharia e organização do conhecimento serão somadas para se investigar as possíveis inserções e adequações das tecnologias semânticas ([BERNERS-LEE, 2001](#); [BERNERS-LEE; HENDLER, 2001](#); [NAROCK; FOX, 2012](#); [MA et al., 2015](#); [ERICKSON et al., 2016](#)) e das ciência da informação ([BAKER; BARTON, 2009](#); [FOX, 2012](#)) em ampliar as capacidades de interoperabilidade ([CARDOSO; SHETH, 2003](#)) sem contudo perder em confiabilidade ([GIL; ARTZ, 2007](#)) e reprodutibilidade ([ERICKSON et al., 2016](#)) com o uso conveniente da proveniência ([LEBO et al., 2013](#)) em conjuntos de dados.

Metodologias complementares seriam adotadas para atingir objetivos específicos, por exemplo, acerca da disponibilidade de ontologias, ou representações formais do estado e da evolução do conhecimento, da terminologia, dos conceitos, relacionamentos, podendo também expressar restrições lógicas, nos domínios científicos de conhecimento específico que versem ou se relacionem com dados e modelos de desenvolvimento existentes. O que

<sup>1</sup> Simple Knowledge Organization System <<https://www.w3.org/TR/2009/REC-skos-reference-20090818/>>

seria uma abordagem dedutiva para a representação do saber-fazer científico, codificação rigorosa de metodologias e divulgação de resultados (PATTON et al., 2015; ERICKSON et al., 2016; DIVIACCO, 2015).

Para idealizar e desenvolver um fluxo de trabalho, utilizando-se do Processamento da Linguagem Natural para dar estrutura a conjuntos de dados não estruturados já existem muitos mecanismos e literatura desenvolvida. Basicamente pretende-se seguir a linha desenvolvida pelo grupo da Universidade de Stanford<sup>2</sup>. Técnicas como modelagem probabilística de tópicos (BLEI, 2012) tendem a ser bastante relevantes assim como técnicas de alinhamento semântico baseado em similaridades. Um exemplo de aplicação seria para anotação e busca semântica de documentos. Esse fluxo se pretende complementar e deve aumentar o grafo de conhecimento numa abordagem abdutiva que impulsionaria um incremento na taxa de descobertas e inovações (GIL, 2009).

Teorias, metodologias e publicações na linha de Jones, Artikis e Pitt (2013) e Pitt et al. (2011) tendem inicialmente a ocupar um bom espaço e tempo de reflexão. Ao se investigar e avaliar o estado da arte de modelos baseados em agentes para simular reações e desdobramentos de cenários futuros (SILVA, 2015), talvez seja necessário também desenvolver e acrescentar condicionantes ambientais à axiomatizações como as de Pitt, Schaumeier e Artikis (2012).

Sendo um dos objetivos mais audaciosos dessa proposta, muito ainda deve ser acrescido ao que foi considerado até o momento para se investigar e avaliar o uso conjunto de fluxos semânticos de trabalho (ERICKSON et al., 2016) e de modelos baseados em agentes no suporte à decisões sobre questões de governança e sustentabilidade (SHUM et al., 2012), principalmente no que se refere à necessidade de interligar o universo descritivo e numérico dos problemas (PATTON et al., 2015).

---

<sup>2</sup> Stanford NLP Group <<http://nlp.stanford.edu>>

## 5 Forma de Análise dos Resultados

As análises pretendem ser teóricas e quantitativas.

Entre os resultados esperados mais elementares dessa pesquisa encontram-se um panorama sobre o estado de desenvolvimento das tecnologias semânticas e de produção e consumo de dados ligados para interoperabilidade disponíveis no Brasil, no continente ou no globo.

Espera-se também poder contribuir com o desenvolvimento e expansão de um grafo público de conhecimento relacionado ao ambiente, à população, o território e as condições de vida nos mesmos contextos e escalas.

A avaliação sobre em que extensão as tecnologias semânticas poderiam contribuir tanto para a melhoria da comunicação e ampliação do entendimento no diálogo entre disciplinas dos campos Humano e Natural também poderia ser feita.

A pesquisa pretende resultar também em uma avaliação crítica das possibilidades do aumento da riqueza e da quantidade de informações através do processamento (por máquina) da linguagem natural por dar certa estrutura e sentido semântico à quantidades frequentemente inacessíveis de informação.

Espera-se, ao longo dos anos de execução, dar maior atenção aos modelos baseados em agentes para simulações e inferências sobre cenários futuros a partir da observação e amostragem de diversas séries de dados espaço-temporais.

Por fim, espera-se contribuir, com precisão e confiabilidade das informações apresentadas e/ou recomendadas em diferentes escalas, para o avanço em direção à conquista dos objetivos globais para o desenvolvimento sustentável, no marco de 2030, mas que exigem, desde há muito, organização e ações coletivas em escalas regionais e locais.

## Considerações finais

A presente proposta é ainda um documento em construção. Foi iniciado, no contexto de reunir, ainda de forma bem aberta mas também com certo grau de detalhamento técnico, informações que abrissem um diálogo sobre os interesses, capacidade de articulação e possibilidades a serem exploradas conjuntamente no futuro caso haja interesse recíproco condicionados à aprovação no processo seletivo neste ano de 2016 para o ano de 2017. Não se trata portanto de um documento elaborado após uma exaustiva pesquisa ou um aprofundado detalhamento do que venha a ser de fato desenvolvido.

Parece importante que haja espaço para contribuições diversas, sejam do próprio candidato, com um trabalho mais pormenorizado, sejam as de professores colaboradores que tenham interesse e venham eventualmente se envolver um pouco mais ou até mesmo dos que com ou sem experiência acabem, voluntariamente ou não, deixando sua contribuição.

Espero que, mesmo simplificada, uma mensagem minimamente clara de interesse pelo objeto Humano e Social na pesquisa e em suas relações com o Natural e o Espacial, principalmente quando desenvolvida a partir de métodos formais e tecnologicamente inovadores.

# Referências

- BAKER, D.; BARTON, C. EGY: Progress in Global Earth and Space Science Informatics. *Data Science Journal*, v. 8, p. 226–232, 2009. ISSN 1683-1470. Disponível em: <http://datascience.codata.org/articles/abstract/10.2481/dsj.008-008/>. Citado na página 10.
- BERNERS-LEE, J. H. a. O. L. T. The Semantic Web. maio 2001. Disponível em: <http://www.scientificamerican.com/article/the-semantic-web/>. Citado na página 10.
- BERNERS-LEE, T. *Linked Data. Design Issues*. W3C, 2006. Disponível em: <http://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData.html>. Citado na página 10.
- BERNERS-LEE, T.; HENDLER, J. Publishing on the semantic web. *Nature*, v. 410, n. 6832, p. 1023–1024, abr. 2001. ISSN 0028-0836. Citado na página 10.
- BIZER, C.; HEATH, T.; BERNERS-LEE, T. Linked Data - The Story So Far. *International Journal on Semantic Web and Information Systems*, v. 5, n. 3, p. 1–22, 2009. ISSN 1552-6283, 1552-6291. Citado na página 10.
- BLEI, D. M. Probabilistic topic models. *Communications of the ACM*, v. 55, n. 4, p. 77, abr. 2012. ISSN 00010782. Disponível em: <http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=2133806.2133826>. Citado na página 11.
- CARDOSO, J.; SHETH, A. Semantic E-Workflow Composition. *Journal of Intelligent Information Systems*, v. 21, n. 3, p. 191–225, 2003. ISSN 1573-7675. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1023/A:1025542915514>. Citado na página 10.
- COHEN, K. et al. The ICS international chronostratigraphic chart. *Episodes*, v. 36, n. 3, p. 199–204, 2013. Citado na página 3.
- CRUTZEN, P. J. Geology of mankind. *Nature*, v. 415, n. 6867, p. 23, 2002. ISSN 0028-0836. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1038/415023a>. Citado na página 3.
- CRUTZEN, P. J.; STOERMER, E. F. The "Anthropocene". *Global Change Newsletter*, v. 41, p. 17–18, 2000. Citado na página 3.
- DIVIACCO, P. (Ed.). *Collaborative knowledge in scientific research networks*. Hershey, PA: Information Science Reference, an imprint of IGI Global, 2015. (Advances in knowledge acquisition, transfer, and management (AKATM) book series). ISBN 9781466665675 146666567X. Citado na página 11.
- ERICKSON, J. S. et al. Addressing Scientific Rigor in Data Analytics Using Semantic Workflows. In: MATTOSO, M.; GLAVIC, B. (Ed.). *Provenance and Annotation of Data and Processes*. Cham: Springer International Publishing, 2016. v. 9672, p. 187–190. ISBN 978-3-319-40592-6, 978-3-319-40593-3. Disponível em: [http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-40593-3\\_18](http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-40593-3_18). Citado 2 vezes nas páginas 10 e 11.

FOX, P. The rise of informatics as a research domain. In: SIMS, J. et al. (Ed.). *Water Information Research and Development Alliance: Science Symposium Proceedings*. Melbourne, Australia: CSIRO, 2012. p. 125–132. ISBN 9780643108257. Citado 2 vezes nas páginas 5 e 10.

FURTADO, B. A.; SAKOWSKI, P. A. M.; TóVOLLI, M. H. A complexity approach for public policies. In: *Modeling Complex Systems for Public Policies*. Brasília: IPEA, 2015. ISBN 978-85-7811-249-3. Citado na página 5.

GIL, Y. From data to knowledge to discoveries: Artificial intelligence and scientific workflows. *Scientific Programming*, n. 3, p. 231–246, 2009. ISSN 1058-9244. Citado na página 11.

GIL, Y.; ARTZ, D. Towards content trust of web resources. *Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web*, v. 5, n. 4, p. 227–239, dez. 2007. ISSN 15708268. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1570826807000376>>. Citado na página 10.

GRADSTEIN, F. M.; OGG, J. G.; SMITH, A. G. (Ed.). *A Geologic Time Scale 2004*. Cambridge: Cambridge University Press, 2005. ISBN 9780511536045. Disponível em: <<http://ebooks.cambridge.org/ref/id/CBO9780511536045>>. Citado na página 3.

HAMILTON, C. The Anthropocene as rupture. *The Anthropocene Review*, v. 3, n. 2, p. 93–106, ago. 2016. ISSN 2053-0196, 2053-020X. Citado na página 3.

ICSU-ISSC. *Review of the Sustainable Development Goals: The Science Perspective*. International Council for Science, 2015. Paris. Disponível em: <<http://www.icsu.org/publications/reports-and-reviews/review-of-targets-for-the-sustainable-development-goals-the-science-perspective-2015/SDG-Report.pdf>>. Citado na página 4.

JACOBSON, M. C. *Earth system science: from biogeochemical cycles to global change*. San Diego, Calif.: Academic Press, 2000. OCLC: 162129018. ISBN 9780123793706 012379370X 9780080530642 0080530648. Disponível em: <<http://site.ebrary.com/id/10186626>>. Citado na página 3.

JONES, A. J. I.; ARTIKIS, A.; PITT, J. The design of intelligent socio-technical systems. *Artificial Intelligence Review*, v. 39, n. 1, p. 5–20, jan. 2013. ISSN 0269-2821, 1573-7462. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s10462-012-9387-2>>. Citado na página 11.

LEBO, T. et al. Prov-o: The prov ontology. *W3C Recommendation*, v. 30, 2013. Citado na página 10.

LOVELOCK, J. *Gaia, a new look at life on earth*. Oxford University Press, 1979. (Oxford paperbacks). ISBN 9780192176653. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=VKdqAAAAMAAJ>>. Citado na página 3.

MA, X. et al. Semantic e-Science. *Earth Science Informatics*, v. 8, n. 1, p. 1–3, mar. 2015. ISSN 1865-0473, 1865-0481. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s12145-015-0212-8>>. Citado na página 10.



- NAROCK, T.; FOX, P. From science to e-Science to Semantic e-Science: A Heliophysics case study. *Computers & Geosciences*, v. 46, p. 248–254, set. 2012. ISSN 00983004. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0098300411004080>. Citado na página 10.
- PATTERSON, J. et al. Exploring the governance and politics of transformations towards sustainability. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, set. 2016. ISSN 22104224. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2210422416300843>. Citado 2 vezes nas páginas 5 e 6.
- PATTON, E. et al. SemNExT: A Framework for Semantically Integrating and Exploring Numeric Analyses. In: *3rd International Workshop on Semantic Statistics*. Bethlehem, US: [s.n.], 2015. Disponível em: <http://ceur-ws.org/Vol-1551/#article-04>. Citado na página 11.
- PITT, J. et al. Interleaving multi-agent systems and social networks for organized adaptation. *Computational and Mathematical Organization Theory*, v. 17, n. 4, p. 344–378, nov. 2011. ISSN 1381-298X, 1572-9346. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s10588-011-9089-3>. Citado na página 11.
- PITT, J.; SCHAUMEIER, J.; ARTIKIS, A. Axiomatization of Socio-Economic Principles for Self-Organizing Institutions: Concepts, Experiments and Challenges. *ACM Transactions on Autonomous and Adaptive Systems*, v. 7, n. 4, p. 1–39, dez. 2012. ISSN 15564665. Disponível em: <http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=2382570.2382575>. Citado na página 11.
- SANTOS, M.; SILVEIRA, M. L. *O Brasil: território e sociedade no início do século XXI*. Rio de Janeiro: Editora Record, 2001. OCLC: ocm47135498. ISBN 8501059390. Citado na página 5.
- SHUM, S. B. et al. Towards a global participatory platform: Democratising open data, complexity science and collective intelligence. *The European Physical Journal Special Topics*, v. 214, n. 1, p. 109–152, nov. 2012. ISSN 1951-6355, 1951-6401. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1140/epjst/e2012-01690-3>. Citado na página 11.
- SILVA, M. A. S. da. The territory as a complex social system. In: *Modeling Complex Systems for Public Policies*. Brasília: IPEA, 2015. ISBN 978-85-7811-249-3. Citado 2 vezes nas páginas 5 e 11.
- STEFFEN, W. et al. The Anthropocene: conceptual and historical perspectives. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, v. 369, n. 1938, p. 842–867, mar. 2011. ISSN 1364-503X, 1471-2962. Disponível em: <http://rsta.royalsocietypublishing.org/cgi/doi/10.1098/rsta.2010.0327>. Citado na página 3.
- TAYLOR, K.; PARSONS, E. Where Is Everywhere: Bringing Location to the Web. *IEEE Internet Computing*, v. 19, n. 2, p. 83–87, mar. 2015. ISSN 1089-7801. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/document/7061807/>. Citado na página 5.
- United Nations. *Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. [S.l.], 2015. A/RES/70/1. Citado 2 vezes nas páginas 4 e 6.

W3C. *Spatial Data on the Web*. 2015. Disponível em: <[https://www.w3.org/2015/spatial/wiki/Main\\_Page](https://www.w3.org/2015/spatial/wiki/Main_Page)>. Citado na página 5.

W3C. *W3C and OGC to Collaborate to Integrate Spatial Data on the Web*. 2015. Press-Release. Disponível em: <<https://www.w3.org/2015/01/spatial.html>>. Citado na página 5.

ZALASIEWICZ, J. et al. When did the Anthropocene begin? A mid-twentieth century boundary level is stratigraphically optimal. *Quaternary International*, v. 383, p. 196–203, out. 2015. ISSN 10406182. Citado na página 3.

ZALASIEWICZ, J. et al. The Anthropocene: a new epoch of geological time? *Philosophical Transactions of the Royal Society of London A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, v. 369, n. 1938, p. 835–841, 2011. ISSN 1364-503X. Citado na página 3.

ZALASIEWICZ, J. et al. The New World of the Anthropocene. *Environmental Science & Technology*, v. 44, n. 7, p. 2228–2231, abr. 2010. ISSN 0013-936X, 1520-5851. Citado na página 3.