

ECOSSISTEMA URBANO E A GEOLOGIA DE ENGENHARIA

URBAN ECOSYSTEM AND ENGINEERING GEOLOGY

CARLOS GERALDO LUZ DE FREITAS

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A., São Paulo-SP, Brasil. cege@ipt.br

THAIZ LIMA DE OLIVEIRA

USP Universidade de São Paulo, Graduanda em Geologia do Instituto de Geociências, São Paulo-SP, Brasil. thaiz.oliveira@usp.br

RESUMO ABSTRACT

Toda atividade antrópica resulta em modificações do meio ambiente. Propõe-se, nesse artigo, considerar a ecologia da cidade utilizando-se do recurso disponível na composição do ecossistema urbano, interagindo o homem com o meio natural, biótico e abiótico, e suas alterações ambientais singularizada nas trocas de energia. Buscando-se a inovação tecnológica para a elaboração de um Plano Diretor Municipal, apresenta-se, resumidamente, o uso desse procedimento no planejamento do município de Rio Grande da Serra e seu resultado na proposta de gestão territorial.

Palavras-chave: ecossistema urbano; planejamento; biodiversidade.

All anthropic activity results in modifications in the environment. In this article, it's proposed considering the ecology of the city using available resource in the urban ecosystem composition, thinking of the interacting between man, natural environment, biotic and abiotic and environmental changes avowed in energy exchanges. Seeking in technological innovation for a Municipal Director Plan elaboration, it's briefly presented the use of this procedure at the municipally of Rio Grande da Serra planning and its result in the territorial management proposal.

Keywords: urban ecosystem; planning; biodiversity.

1 INTRODUÇÃO

Quando o botânico inglês Arthur G. Tansley (1939) conceituou ecossistemas como complexos ecológicos interdependentes, durante sua pesquisa de fluxos de matéria e energia em sistemas naturais, visou explicar a complexa relação de um conjunto de espécies e a comunidade onde vivem. Sua abordagem posterior como ecossistema urbano teve a confluência de uma série de premissas de diferenciados ramos do saber científico

conforme cada desenvolvimento epistemológico inerente às suas várias vertentes de aprendizagem, em trajetórias evolutivas intrínsecas de seu conhecimento.

2 BREVE HISTÓRICO

A Biologia, com seu escopo pioneiro nos estudos unificados dos seres vivos e sua inter-relação com o meio, no tempo e no espaço, foi o cerne

referencial na abordagem do ecossistema, todavia reportada e modificada na sua inclusão por outros núcleos das ciências, incluindo a própria Biologia.

Em momentos concomitantes à contextualização inicial de ecossistema natural, a aproximação dos aspectos ambientais pela Geologia resultou, em sua essência, das atividades de Geologia de Engenharia. Nessa direção, pode-se ilustrar sua expansão em atuações de processos do meio físico agregando questões de biodiversidade e seus processos ecológicos, do qual o homem faz parte (Figura 1). Essa perspectiva desdobrou-se de avaliações de degradação gerada no avanço da ocupação do solo, tendo por consequência a intensificação de seu saber expandindo sua análise, para transpor desafios em soluções aplicadas desde o aproveitamento dos recursos naturais solicitados, até o planejamento para o uso adequado da terra.



Figura 1. Ocupação junto à várzea, no município de Rio Grande da Serra, SP, com problemas de inundação e contaminação das drenagens. Foto: Carlos G.L. de Freitas (2018).

A dinâmica desse ramo da Geologia, de acordo com Freitas (2000), apresentou reflexos manifestos de meio ambiente a partir do início do século XX, quando se criaram, em 1929, a disciplina de Geologia de Engenharia no Instituto de Minas de Leningrado (atualmente São Petersburgo) e, em 1931, no Instituto de Pesquisa Geológica de Moscou. Acompanhando essa tendência mundial de interação ambiental, em 1964 instituiu-se uma sociedade científica na Europa, *International Association of Engineering Geology (IAEG)*, a qual,

em 1982, alterou seus princípios básicos explícitos nos estatutos. Demandando a influência mútua com o meio ambiente, acrescentou o termo *Environment* na sua denominação. Em 1999, no Brasil, a Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE) procedeu da mesma maneira, adicionando o termo *meio ambiente* em seu nome. A importância de aspectos ambientais acarretou em inovações de métodos e procedimentos para suas atividades, englobando abordagens com designação geoambiental.

Nesse mesmo período, com a apreensão existente das implicações visíveis das intervenções antrópicas no ambiente, convergiram-se encaminhamentos tais como o Desenvolvimento Sustentável e Agenda 21, dentre outros acordos e protocolos internacionais, junto a um afluxo de diversos casos de áreas de ciência aplicada que tiveram cuidados buscando superar essas ameaças.

Em tal conjuntura, processos semelhantes de gestão ambiental podem ser verificados, a título de exemplo, em diligências mostradas nos estudos de Arquitetura e Paisagismo, relacionados às construções e ações humanas em diferentes ambientes. Igualmente, a Geografia apontou a preocupação de estruturar as combinações ecológicas na condição de um sistema organizado e tratado em contornos mais bem definidos com o enfoque de paisagem ou geossistema, representando arranjos ecológicos em distintos contextos do relevo vinculados, tanto à ecodinâmica morfológica, como aos estágios de interferência humana de cada região.

Assim, seja qual for o procedimento metodológico das áreas do conhecimento, sempre vinha acompanhado, a seu modo, por outras reivindicações, nos quais cada vez mais se fazia necessário contemplar a ocupação de tal forma que permitisse a participação do homem nesse sistema. Em conformidade com o crescimento acelerado dos ambientes urbanos, harmonizavam-se esforços internacionais de maneira que se constituísse mais uma ferramenta facilitadora na demanda por políticas públicas apropriadas e proposições de soluções em questões de biodiversidade (Figura 2), onde as cidades passaram a ser observadas com a perspectiva de ecossistema.



Figura 2. Ocupação de população de baixa renda, em situações de risco, com desmatamento e cortes em taludes com declividade acentuada e concentração da drenagem superficial, no município de Rio Grande da Serra, SP. Fonte: Arquivo IPT.

Dando amplitude a essa qualificação, atribuiu-se, então, a expressão de ecossistema urbano, dentro de um desafio no qual se absorvia o homem como parte da biodiversidade local e as cidades como fenômenos ecológicos em uma interação com os outros organismos considerados ecossistemas naturais.

3 CONSIDERAÇÕES CONCEITUAIS E METODOLÓGICAS

Sem pretender aprofundar na semiótica de ecossistema urbano, para designar os preceitos de seu significado, em sua contextualização levaram-se em conta que a cidade estrutura também um sistema de relações dos seres vivos entre si e com o ambiente em que vivem, onde se constitui um espaço físico abiótico (habitat) reunindo componentes bióticos interdependentes. Formam uma dinâmica socioeconômica com seu balanço energético e de matéria, no qual se faz obrigatório trazer água, energia, matéria-prima, entre outros recursos, para permitir a subsistência em suas atividades.

Para alguns profissionais, constituiria um metassistema criando um novo estado de equilíbrio deletério à ecologia pela resultante sua prática em obras como construção civil, desempenhos industriais, execução de cortes e aterros, com

distribuição de produtos manufaturados e despejos de lixos, entulhos e rejeitos inúteis decorrentes dos processos produtivos. Entretanto, sua qualificação proposta de ecossistema urbano tem assumido maiores aceitações para uma consonância monitorada.

Nas áreas verdes de parques, matas ciliares, jardins e arborização de arranjos viários, sua análise urbanística é indispensável para um ambiente da cidade, no bem-estar da população, amainando o calor e a poluição do ar e de ruídos, além de ocupar espaços em lugares livres contrapondo com a impermeabilização e inundação. Extrapolando também para florestas locais ou periféricas em concentrações de intervenções de povoados menores, a conservação da área vai além da tentativa de ações controversas de manter a vegetação intocável, mas dá sequência pelo seu uso e aproveitamento bem organizado por meio de medidas voltadas a disposições variadas.

Em termos gerais, podem-se delinear alguns pontos importantes nem sempre ponderados.

A princípio, um aspecto conceitual básico é que a equivalência de um complexo ecológico não encerra um ciclo fechado. Podendo representar várias composições interagindo ecossistemas menores que também se intercomunicam, sua leitura específica compõe um dos pontos importantes no planejamento de uma região.

Nesse encadeamento, instituem-se associações que se manifestam em um processo cuja assimilação envolve constante transformação das condições e coexistências derivadas do homem em meio às comunidades de fauna e flora. Tal integração estrutura um conjunto de componentes, bióticos e abióticos, condicionando a dinâmica particular de cada ecossistema urbano delineado.

Outra concepção essencial, no mesmo sentido, é relativa à apreciação dos componentes de consolidação contínua da cidade, com atenção, também, em sua inovação vinculada ao aperfeiçoamento tecnológico e arcabouços culturais, os quais respaldam a organização de serviços básicos de uma sociedade para satisfazer suas carências naturais ou impostas. Nesse cenário, sobressai, além do mais, a interpretação de que os fatores bióticos refletem sempre as condições decorrentes dos integrantes abióticos presentes, quais sejam os elementos físicos e químicos (Figura 3).



Figura 3. Sistema viário expondo fatores bióticos (vegetação local interagindo com reflorestamento) e componentes abióticos físicos e químicos alterados presentes (solo, relevo e liberação de gases provenientes do veículo). Foto: Thaiz L. de Oliveira (2018).

Têm-se, dentre outros constituintes associados:

- Tipos de solo;
- Procedências de massas d'água como rios, lagoas, barragens, oceanos;
- Padrões de relevo e variações topográficas de altitude do terreno (hipsometria) e profundidade dos corpos hídricos (batimetria);
- Composição e saturação de oxigênio do ar;
- Possibilidades climáticas abrangendo variações de temperatura, pressão atmosférica, ventos, radiação solar, pluviometria e umidade do ambiente.

No entanto, nessa conformação conceitual identificada, faz-se primordial avançar os estudos que estimulem a busca de uma nova síntese de cada ecossistema urbano, enfrentando o desafio de pensar quais medidas e ações devem-se assumir na elaboração do planejamento peculiar de um município (Figura 4). Implica no debate de interpelações, tais como as que suscitam verificação do modo em que as espécies introduzidas na cidade estão se justapondo com a fauna e a flora nativa.

Nesse quadro, podem-se englobar, ademais, performances como os agrossistemas, representados por espaços reservados às atividades agropecuárias locais e todo o conjunto de operações de sua cadeia produtiva, desde beneficiamento e manipulação industrial até a venda dos produtos.



Figura 4. Implantação de Parque Ecológico em antiga área com resíduos, no contexto de ações decorrentes da elaboração do planejamento do município de Rio Grande da Serra, SP. Foto: Carlos G.L. de Freitas (2018).

Outro procedimento que impõe avanço envolve o diagnóstico de condições diversas com necessidade de melhor ajuste e proposição, na qualidade de:

- Zonas em processo de consolidação urbana;
- Implantações de vegetação em áreas inaptas à ocupação e em extensões públicas de parques, praças, faixas do sistema viário;
- Áreas de cobertura vegetal expressiva reservada como núcleos de otimização de atividades produtivas;
- Cultivo e paisagismo, que permitem conduzir à promoção de espécies desejáveis e remoção das indesejáveis, tornando-se essencial uma visão holística dos tipos de terra e do seu manejo, distinguindo espécies nativas de introduzidas;
- Entendimento de como o clima e poluição urbanos determinam quais espécies vegetais persistem, verificando se as espécies introduzidas realmente provocaram homogeneização biótica urbana.

4 APLICAÇÃO

Esse enfoque de ecossistema urbano constitui um novo procedimento tecnológico de planejamento, podendo ser aplicado com bons resultados, por exemplo, em Planos Diretores Municipais (PDMs). Foi o caso da proposta do município de Rio Grande da Serra (Figura 5), submetido à legislação da área de proteção de mananciais Billings (APRM-B).

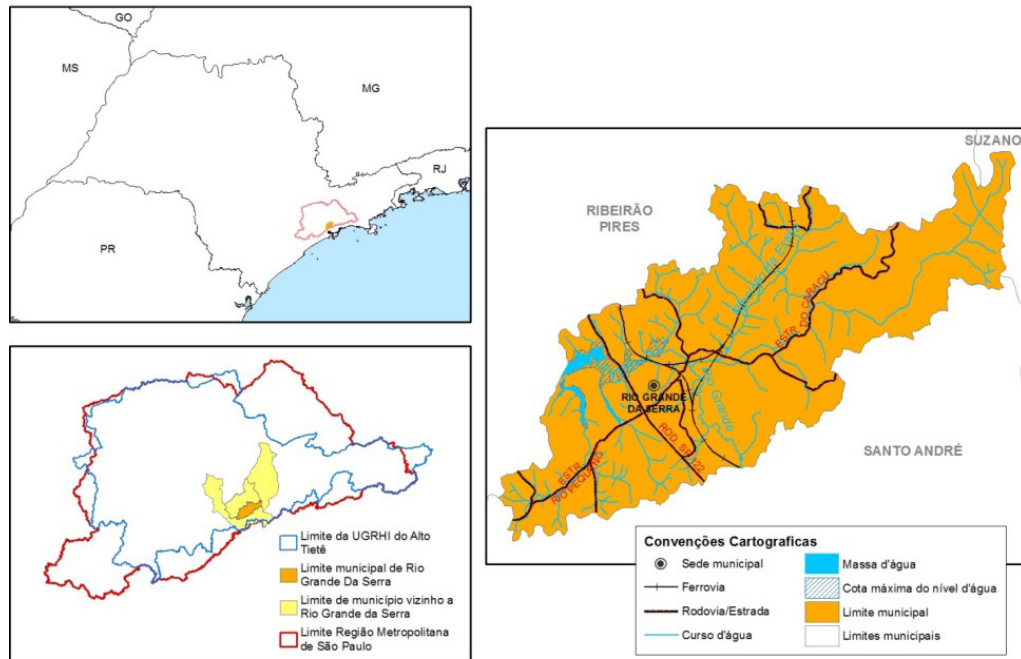


Figura 5. Localização e acesso ao município de Rio Grande da Serra, SP. Elaboração IPT.

Em tais circunstâncias, ganhou importância trabalhar a linha para o planejamento de conformação socioambiental do ecossistema urbano do Município, visto que o incremento desse tema viabiliza acrescentar novas medidas e ações adequadas de convivência harmoniosa em sua espacialização territorial. Por conseguinte, foram recomendadas diretrizes que se adotassem avaliações de ecossistema urbano, estruturando a integração do homem e da cidade, em condições dependentes do propósito de abordagem de biodiversidade estabelecida em seu macrozoneamento.

Para a delimitação do solo, dentre os aspectos definidos tem-se as deliberações e ressalvas de leis com restrições à expansão urbana e o uso atual do solo e sua tendência de evolução. Levaram-se em conta o processo histórico de sua estruturação e desenvolvimento, que incluem as diferentes atividades, transformações, produção e reprodução da sociedade no espaço geográfico.

O município de Rio Grande da Serra apresenta-se como área urbana em toda sua abrangência, cuja subdivisão corresponde a:

- *Zona de Consolidação Estabelecida* – área de ocupação em geral consolidada (com vazios

urbanos eventuais) já em processo significativo de adensamento e com expansão em locais contíguos ao consolidado.

É dotada total ou parcialmente de infraestrutura, incluindo saneamento, equipamentos comunitários e serviços urbanos. Diretrizes gerais foram sugeridas pretendendo tratar mais acertadamente as extensões verdes de parques, matas ciliares, jardins e arborização de arranjos viários, que são indispensáveis para um ambiente urbano.

- *Zona de Expansão Controlada* – área cuja análise dos vetores de crescimento da cidade forneceu indícios de viabilidade parcial tanto de adensamento quanto de expansão.

As diretrizes gerais propostas visaram à indução de assentamentos futuros, conforme os requisitos ambientais de não comprometimento da qualidade das águas, em concordância com a área de proteção de mananciais Billings. Neste sentido, indicaram-se condições mais amplas relacionadas aos espaços verdes do que na zona anterior, aproveitando a existência ou modificação de terrenos vazios com maiores dimensões (Figura 6).



Figura 6. Proposta de Parque Municipal junto à antiga pedreira, em Zona de Expansão Controlada. Foto: Thaiz L. de Oliveira (2018).

- *Zona de Ocupação Dirigida* – área com ocupação restrita já instalada, basicamente, por chácaras de lazer e condomínios isolados, com núcleos significativos de matas que provêm cobertura vegetal de interesse pela sua biodiversidade.

Suas diretrizes seguiram determinações legais da APRM-B, fundamentada em ordenamentos de contribuição na proteção e recuperação da vegetação. Envolve, assim, organizações *sui generis* de apropriação da terra, que constituem formas de utilização de acordo com suas características geoambientais próprias e, portanto, diretrizes e normas peculiares para cada padrão de uso e do solo adequado (Figura 7).



Figura 7. Chácaras de lazer em Zona de Ocupação Dirigida, com interação socioeconômica de turismo, mantendo baixa densidade habitacional, rodeada por vegetação do Bioma Mata Atlântica de Zona de Conservação Integral. Foto: Thaiz L. de Oliveira (2018).

A manutenção de baixa densidade habitacional condiciona, em legislação urbanística específica posterior à aprovação do PDM, que se estabeleçam limites de tamanho em construções de condomínios horizontais, cujos **lotes não poderão ser subdivididos para venda ou utilização.**

Há perspectivas de interação socioeconômica local adequada, valendo-se de possibilidades de exploração de recursos da natureza, tais como extrativismo vegetal reduzido, exploração de águas minerais, agropecuária familiar gerando pequenas agroindústrias, e serviços turísticos.

Compõem, portanto, ocupação com emprego racional de produtos potencialmente renováveis, incrementando atividades econômicas compatíveis com a proteção ambiental, agregando valor ao produto, incluindo a infraestrutura para o ecoturismo.

O extrativismo baseado na tecnologia e no manejo resulta em aumento de produtividade e de renda, ao mesmo tempo em que garante a regeneração e proteção da natureza. São atividades consideradas essenciais pela manutenção da sociobiodiversidade, provendo serviços ambientais e gerando oportunidades de negócios.

- *Zona de conservação integral* – área de salvaguarda da vegetação do Bioma Mata Atlântica e ao longo das margens da represa Billings e de drenagens naturais, de interesse da biodiversidade, eficaz à prevenção do solo e dos recursos hídricos, conforme legislação atual da APRM-B.

Consiste nas melhores condições de proteção do solo e da água no município de Rio Grande da Serra, em equilíbrio voltado às atribuições de proteção dos recursos dos mananciais, cuja inter-relação do ecossistema possibilita o deslocamento e disseminação de fauna e flora, facilitando a dispersão de espécies e a recolonização de regiões degradadas. Permite visitação sem a exploração econômica direta no local, para pesquisas científicas, desenvolvimento de atividades de trilhas na mata, com perspectivas visuais e de sua diversidade ecológica, em um processo didático vinculando o contato com a natureza

e a educação ambiental, evoluindo para um espaço contrabalançado em sua comunidade biológica de arranjo complexo. Tem como foco a interação dos processos ambientais, do meio físico (deslizamento, erosão, inundação, enxurrada e alagamento) e do meio biótico (danos à fauna e à flora), com alterações eventualmente provocadas pelo meio antrópico durante visitas locais.

5 CONCLUSÕES

Essa abordagem de ecossistema urbano é relativamente recente e com estudos e propostas em contínua evolução, cujas peculiaridades extensivas e complexas precisam ser ponderadas para ultrapassar inúmeras dificuldades que dependem de soluções distintas. Apesar de as cidades salientarem uma diversidade expressiva no conjunto de sua ação com todas as ocorrências ecológicas locais e de contorno, esse contexto de habitat urbano é apenas considerado excepcionalmente na adoção de políticas municipais.

A implantação efetiva proposta no planejamento precisa partir de elaboração de normas mais detalhadas na forma de documento legal da ocupação do solo, baseada no PDM aprovado pela Câmara do município de Rio Grande da Serra que, conforme estabelecido pelo Estatuto da Cidade, deverão ser consubstanciadas com parâmetros variáveis e mais pormenorizados. Para tanto, sua concretização na forma de documento legal e, posteriormente, sua implantação, exigirão trabalhos de essencial convergência de diferentes domínios do conhecimento, sobretudo profissionais de biologia, além da arquitetura, geologia, sociologia, geografia física e humana, dentre outros, dependendo das características do Município.

Ainda, é fundamental a conscientização e participação da população em trabalhos de observações e monitoramento da biodiversidade estabelecida, auxiliando na composição de dados analíticos e na tomada de decisões.

BIBLIOGRAFIA

- ADLER, F. R.; TANNER, C. J. Ecosistemas urbanos: princípios ecológicos para o ambiente construído. Tradução Maria Beatriz de Medina. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. 384 p.
- BITAR, O. Y. Meio ambiente & geologia. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2004. 161 p. (Série Meio Ambiente; 3. Coordenação José Ávila Aguiar Coimbra).
- BRANCO, S. M. Meio ambiente & biologia. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2001. 163 p. (Série Meio Ambiente; 1).
- BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Estatuto da Cidade. Diário Oficial da União, Brasília, 11 jul. 2001.
- BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 dez. 2006.
- COBRAPE - COMPANHIA BRASILEIRA DE PROJETOS E EMPREENDIMENTOS. Elaboração e Revisão dos Planos de Desenvolvimento e Proteção Ambiental das Áreas de Proteção e Recuperação dos Mananciais (APRMs) da Região Metropolitana de São Paulo: PDPA Billings - Rio Grande da Serra. Projeto PDPAs RMSP. São Paulo: Cobrape, 2018.
- FORNASARI FILHO, N. (Coord.) et al. Alterações no meio físico decorrentes de obras de engenharia. São Paulo: IPT, 1992. (Publicação IPT, 1.972).
- FREITAS, C. G. L. de. Cartografia geotécnica de planejamento e gestão territorial: proposta teórica e metodológica. 2000. 238 f. Tese (Doutorado) - Departamento de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
- FREITAS, C. G. L. de (Coord.) et al. Planos diretores municipais: integração regional estratégica - roteiro metodológico. Porto Alegre: IPT, 2007. (Coleção Habitare, 7).
- FREITAS, C. G. I. de; IKEMATSU, P.; AZEVEDO, S. G. de. Plano Diretor: a importância da

abordagem geoambiental na condução do destino das cidades. In: ROSIN, J. A. R. de G.; OLIVEIRA, C. M. de. (Org.). Estatuto da Cidade: avanços e desafios. Tupã: Edit. ANAP, 2017. 218 p. il.

IAEG - INTERNATIONAL ASSOCIATION OF ENGINEERING GEOLOGY. Engineering geological maps: a guide to their preparation. Paris: UNESCO Press, 1976. 79 p.

JACOBI, C. M. O sistema urbano é um ecossistema? Minas Gerais: Biosfera Consultoria Ambiental, s.d. Disponível em: <<http://www.biosferamg.com.br/artigo/bases-ecologicas-para-o-desenvolvimento-sustentavel-ecologia-urbana/>>. Acesso: 31/08/2018.

PADOAN, L. de L. F. Ecossistemas urbanos: uma perspectiva analítica das cidades. In: CONGRESSO VIRTUAL BRASILEIRO (CONVIBRA) - ADMINISTRAÇÃO, XI, 2014. Disponível em: <http://www.convibra.com.br/upload/paper/2014/28/2014_28_9380.pdf>. Acesso: 31/08/2018.

SANTOS, V. S. dos. O que é ecossistema? Brasil Escola. Disponível em <<https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/biologia/o-que-e-ecossistema.htm>>. Acesso em 28 de agosto de 2018.

SERGEEV, Y. E. M. A history of development and state-of-the-art of Engineering Geology. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF THE IAEG, 4., 1982. New Delhi. Proceedings... Rotterdam: A.A. Balkema, 1982. v. 8. p.343-348.

SOUZA, L. A.; SOBREIRA, F. Guia para elaboração de cartas geotécnicas de aptidão à urbanização frente aos desastres naturais. Brasília, 2014, 68 p. il.

TANSLEY, Arthur George. British ecology during the past quartercentury: The Plant Community and the Ecosystem. The Journal of Ecology, v. 27, n. 2, p. 513, 1939.

VEIGA, J. E. da. Meio ambiente & desenvolvimento. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2006. 180 p. (Série Meio Ambiente; 5. Coordenação José Ávila Aguiar Coimbra).