

A “sociologia de plantas”: Arthur George Tansley e o conceito de ecossistema (1935)

Danilo Seithi Kato *

Lilian Al-Chueyr Pereira Martins †

Resumo: O botânico inglês Arthur George Tansley (1871-1955) desenvolveu sua pesquisa por meio do “estudo direto de plantas em seu estado natural”. Partindo da ideia de que elas existem em comunidades, ele considerava que o ecólogo deveria preocupar-se principalmente com a estrutura dessas comunidades ou, em suas palavras, com a “sociologia das plantas”. O presente artigo trata da proposta do conceito de ecossistema por Tansley, em 1935. Será levado em conta o contexto em que Tansley apresentou suas ideias, considerando a posição de outros cientistas da época como Henry Chandler Cowles (1869-1935), John Phillips (1911-1979) e Frederic Clements (1874-1945). Ao cunhar o termo “ecossistema” (1935), Tansley enfatizou a integração dos fatores bióticos e abióticos. Nossa análise levou a conclusão de que a concepção de ecossistema em Tansley diferia daquela apresentada por seus colegas. Seu enfoque era materialista-mecanicista. Além disso, sua concepção e terminologia não foram adotadas prontamente pela comunidade científica.

Palavras-chave: história da ecologia; ecossistema; Tansley, Arthur George; Clements, Frederic

* Departamento de Educação em Ciências da Natureza, Matemática e Tecnologias, Instituto de Ciências Exatas, Naturais e Educação, Universidade Federal do Triângulo Mineiro. Avenida Dr. Randolfo Borges, 1400, Universidade, CEP: 38.064-200, Uberaba, MG. E-mail: danilo@icene.uftm.edu.br

† Departamento de Biologia, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo. Pesquisadora do Grupo de História e Teoria da Biologia (GHTB), USP. Pesquisadora do Conselho Nacional para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq. Avenida Bandeirantes, 3900, CEP: 14040-901, Ribeirão Preto, São Paulo. E-mail: lacpm@ffclrp.usp.br

The “sociology of plants”: Arthur George Tansley and the concept of ecosystem (1935)

Abstract: The English botanist Arthur George Tansley (1871-1955) conducted his research “through the direct study of plants in their natural conditions”. Departing from the idea that plants exist in communities, he considered that the main concern of the ecologist should be the structure of those communities or the “sociology of plants”. This paper aims to discuss the proposal of the concept of ecosystem by Tansley, in 1935. It takes into account the scientific context in which he presented his ideas, considering the position of other scientists of that time such as Henry Chandler Cowles (1869-1935), John Phillips (1911-1979) and Frederic Clements (1874-1945). When Tansley coined the term “ecosystem” he took into account not only biotic but also abiotic factors. Our analysis leads to the conclusion that Tansley’s conception was entirely different from his colleagues’ ones. His approach was physical materialist. Besides that, both Tansley’s conception and terminology were not promptly adopted by the scientific community.

Key-words: history of ecology; ecosystem; Tansley, Arthur George; Clements, Frederic

1 INTRODUÇÃO

A ecologia, tendo como objeto de estudo as relações dos organismos como populações e comunidades com o meio ambiente, levou cerca de um século para se institucionalizar, ou seja, elaborar metodologias, criar sociedades científicas, possuir suas próprias publicações e verbas. Ela foi reconhecida na década de 1960 por ocasião da “crise do meio ambiente” (McIntosh, 2000, p. 1). Conquistou maior visibilidade, ou mesmo notoriedade, na metade do século XX e foi muitas vezes confundida com ideologia sobre o meio ambiente. Desde então, diversas interpretações têm aparecido sobre suas origens ou raízes (*ibid.*, pp. 6-7). Robert McIntosh comenta a respeito:

A natureza intrinsecamente polimórfica da ecologia como uma ciência, a difundida distorção de seu conteúdo e competência que acompanhou seu surgimento meteórico durante o período da preocupação ambiental ou crise das décadas de 1960 e 1970 juntamente com a carência de estudos históricos possibilitaram a persistência de opiniões, mesmo contraditórias sobre suas origens ou raízes. O que denomino ecologia *retrospectiva* encontra problemas na identificação de suas raízes simplesmente porque a ecologia é, prosseguindo com a metáfora

botânica, mais um arbusto com múltiplos ramos e uma raiz com muitas ramificações do que uma única árvore com tronco e raízes bem definidos. Kuhn (1970) sugeriu que o desenvolvimento de uma disciplina científica pode representar uma fusão de troncos separados que não têm uma origem comum e a ecologia cabe nesse modelo. (McIntosh, 2000, p. 7)

O objetivo deste artigo é, dentro do contexto da institucionalização da ecologia, discutir sobre uma das contribuições que ocorreram na primeira metade do século XX na Grã-Bretanha. Trata-se da proposta do conceito de ecossistema pelo botânico inglês Arthur George Tansley (1871-1955), em 1935.

De acordo com Peter Anker, antes de 1945 (fim da Primeira Grande Guerra), ou mesmo um pouco depois, a Grã-Bretanha legislava sobre um vasto império colonial que abrangia uma diversidade de ambientes e sociedades humanas. Foi dentro da cultura política e administrativa desse império que ocorreu o surgimento da disciplina Ecologia na Grã-Bretanha. Na década 1930 emergiram dois enfoques nos estudos ecológicos. Estes se desenvolveram com base em dois meios físicos e sociais diferentes: na Inglaterra, em Oxford, com Tansley, e na África do Sul, com Jan Smuts¹ (Thomas, 2005, p. 143).

2 ARTHUR GEORGE TANSLEY

Tansley desenvolveu seus estudos no *University College* em Londres na década de 1890. Nessa época, os socialistas que pertenciam à *Fabian Society*² defendiam que o empreendimento científico não faria sentido se não revertesse em algum benefício para a sociedade. Apesar de não ser radical, Tansley via com simpatia essas ideias. Durante a Revolução Russa (1917) ele foi acusado de promover o “bolchevismo

¹ Jan Christian (algumas vezes grafado como Christiaan) Smuts (1870-1950) foi um estadista, militar e filósofo sul-africano. Seu nome é relacionado ao conceito de “holismo”. Publicou o livro *Holism and evolution* em 1926. De acordo com Garland E. Allen, o materialismo holístico admite que as partes que constituem um todo complexo estão interconectadas e não podem ser entendidas completamente pelo estudo de cada parte separadamente (Allen, 1984, p. 715; Arêdes, 2001, pp. 29-30).

² Os integrantes da *Fabian Society* eram favoráveis à reforma da política imperialista britânica e à nacionalização da terra.

botânico” o que fez com que não obtivesse o cargo de catedrático (*Professorship*) na Universidade de Oxford. Abalado, ele se voltou para a psicologia e publicou o livro *New psychology and its relation to life*³ (Tansley, 1920a). No início da década de 1920 visitou Sigmund Freud em Viena quando realizou suas preleções em psicologia e fez um ano de análise. Foram anos de estudos e para estudar com Freud mudou-se com sua família para Viena (Golley, 1993, p. 10).

No final de 1890 Tansley foi para Cambridge e no *Trinity College* estudou botânica, zoologia, fisiologia e geologia. Em 1893 foi assistente de Frank Oliver (1853-1933) no *University College* de Londres até 1907 quando assumiu o cargo de lente de Botânica em Cambridge (Golley, 1993, p. 9).

De 1901 a 1902 visitou o Ceilão e a Malásia com breve passagem pelo Egito juntamente com o Professor William Henry Lang (1874-1960), mais tarde professor da Cadeira de Botânica de criptógamos, na Universidade de Manchester. Esse constituiu seu primeiro contato com a vegetação tropical e desértica. Nessas expedições ele coletou material (Godwin, 1957, p. 231).

A partir de 1907 o interesse de Tansley pela ecologia foi crescendo. Nos anos que se seguiram obteve um conhecimento considerável sobre as diferentes regiões da Grã-Bretanha. Fez várias excursões para Norfolk Broads, New Forest, Forest of Dean e distritos de Malvern. Seis anos depois, acompanhado por um pequeno grupo de cientistas europeus, viajou para os Estados Unidos da América. Eles visitaram o Jardim Botânico em New York, a Universidade de Colúmbia e o Jardim Botânico do Brooklin. Estiveram também nos laboratórios de Carmel, *Salton Sea* e nas montanhas de Santa Catalina. Tansley ficou impressionado com a pesquisa desenvolvida pelos colegas norte-americanos e com o acolhimento que recebeu. Ele se surpreendeu com que as florestas e pradarias estivessem sendo substituídas por campos de trigo e fábricas (Kingsland, 2005, p. 129). Em sua estada nos Estados Unidos da América visitou o Lago Michigan e foi hóspede de Henry Chandler Cowles (1869-1939). Em julho de 1914

³ O livro foi um sucesso entre os acadêmicos que não faziam parte do círculo de botânicos e ecólogos. Teve 11 edições. A visão sobre psicologia de Tansley relacionava as ideias de Freud à biologia (Anker, 2002, p. 611).

esteve na França e tomou contato com a vegetação da região do Mediterrâneo (Godwin, 1957, p. 233).

Tansley lecionou na Universidade de Cambridge de 1907 a 1923. Nesse período fundou o periódico *Journal of Ecology* e desenvolveu um método de classificação da vegetação baseado na comparação e analogia com a psicologia social (Tansley, 1920b) e parte de seu trabalho em ecologia que culminou com a publicação do *Practical plant ecology* (1923). Em 1927 obteve o *Professorship* de Botânica no *Magdalen College* em Oxford⁴. Nessa época, a ecologia estava em voga entre os biólogos de Oxford que a viam como um caminho novo e melhor para ordenar a natureza, a sociedade e o conhecimento em um mundo que estava destroçado pela guerra (Anker, 2001) na Universidade de Oxford (de 1927 a 1937). Participou da fundação da *British Ecological Society*⁵ (1913) e foi seu primeiro presidente.

Conforme descreveu H. Godwin (1977), Tansley tinha uma vasta cultura e familiaridade com muitas ciências, incluindo a filosofia e psicologia. Mas, além disso, na época em que foi lente (*Lecturer*) de Botânica na Universidade de Cambridge, a Física era considerada como a ciência mais fundamental e havia se desenvolvido bastante no *Cavendish Laboratory* (Keller & Golley, 2000, p. 26).

3 A CONCEPÇÃO DE ECOSISTEMA

Tansley cunhou a palavra “ecossistema” (*ecosystem*) em 1935⁶, portanto, quando já era o catedrático de Botânica em Oxford e a ecologia

⁴ Ele permaneceu neste cargo até 1937.

⁵ O *British Vegetation Committee* era encarregado de fazer um levantamento da vegetação na Grã-Bretanha e promoveu o estabelecimento da *British Ecological Society*, em 1912. Esta foi formalmente organizada em 1913 e o periódico (*Journal of Ecology*) foi publicado pela primeira vez durante o primeiro encontro em 1914. A primeira conferência presidencial de abertura foi proferida por Tansley (McIntosh, 1988, p. 66).

⁶ De acordo com A. J. Willis, na década de 1930, Tansley pediu uma sugestão a um jovem botânico de Oxford, Arthur Roy Clapham (1904-1990) de um nome que fosse adequado para expressar a inter-relação entre os componentes físicos e biológicos e o meio ambiente. Clapham sugeriu o termo “ecossistema” (*ecosystem*) (Willis, 1994, p. 81).

era um assunto de interesse entre os biólogos. Antes disso, ele já vinha questionando a ortodoxia do conceito de “organismo complexo” (*complex organism*). Discordando da ampla utilização de conceitos que faziam analogias com o organismo pelo ecólogo sul-africano John Phillips⁷ (1931; 1934; 1935a; 1935b) em uma publicação que homenageava Henry Cowles, Tansley (1935), teve a oportunidade de expressar suas críticas (Keller & Golley, 2000, p. 26; Kingsland, 2005, p. 184).

Após rejeitar os termos “organismo complexo”⁸ e “comunidade biótica” e considerar o termo “bioma”⁹ proposto pelo botânico norte-americano Frederic Clements (1874-1945) como sendo conveniente, Tansley introduziu um novo termo, “ecossistema”. Em suas palavras:

Mas me parece que a concepção fundamental, o sistema inteiro (no sentido da física), inclui não apenas o organismo complexo, mas também o complexo dos fatores físicos como um todo, constituindo o que chamamos de meio ambiente do bioma – os fatores do habitat no sentido amplo. (Tansley, 1935, p. 299)

Embora geralmente na época se considerasse principalmente os organismos, para Tansley os “fatores” inorgânicos também teriam extrema importância. Assim, o ecossistema consistiria na combinação e trocas entre o orgânico e o inorgânico e o meio ambiente e organismos constituiriam um único sistema físico (Tansley, 1935, p. 299; McIntosh, 2000, p. 98).

O termo “ecossistema” expressava a totalidade do sistema abrangendo os organismos e o meio físico e as trocas que ocorriam entre os componentes físicos e biológicos (Kingsland, 2005, p. 184).

De acordo com Pascal Acot, a afirmação de que as unidades fitosociológicas ou biocenóticas constituíam sistemas estruturados não

⁷ De acordo com Sharon E. Kingsland, Phillips havia se encantado com a filosofia holista do General Jan Smuts, um estadista sul-africano (Kingsland, 2005, p. 184).

⁸ Este era um conceito fundamental na proposta de Clements. A seu ver, a formação das plantas era um “organismo complexo” (*complex organism*) que de modo análogo, aos outros organismos, sofria mudanças. Essas não ocorriam ao acaso. Ocorria um desenvolvimento progressivo (Tansley, 1920; 1929; MacIntosh, 1988, p. 80).

⁹ O complexo de organismos que habitam uma determinada região.

era uma novidade em 1935. O elemento inovador seria integrar o complexo dos fatores físicos (meio ambiente do bioma) e os fatores do *habitat* no sentido mais amplo (Acot [1988], 1990, p. 84).

A concepção de ecossistema em Tansley identifica ecologia com a física, dentro da tradição do materialismo mecanicista. Nesse sentido, ele já havia comentado que as comunidades bióticas se aproximavam mais de ecossistemas-máquinas (Keller & Golley, 2000, p. 25). Tansley continuou explicando: “Esses *ecossistemas*, como podemos chamá-los, podem ser dos mais variados tipos e dimensões” (Tansley, 1935, p. 299).

Na visão de Tansley, as dimensões dos ecossistemas podiam variar desde o átomo até o universo. Os sistemas menores seriam partes dos maiores e haveria uma interação entre eles (McIntosh, 2000, p. 98).

O ecólogo inglês criticou a terminologia “organismo complexo” empregada por seu colega Clements. Considerou-a mal escolhida. Além disso, a insistência de Clements em que não se tratava de uma metáfora, mas um meio legítimo de caracterizar a comunidade era difícil de entender e criava mais problemas do que soluções. Por outro lado, o termo “ecossistema” que estava propondo, descrevia melhor o mundo que estava sendo estudado pelos ecólogos. Como se estava analisando não apenas os organismos que constituíam a comunidade, mas também os fatores físicos que constituíam o meio ambiente em que eles viviam não deveria haver uma separação entre eles (Kingsland, 2005, p. 84).

Embora Tansley admitisse que o isolamento de ecossistemas fosse a única forma que permitia estudá-los, via isso como uma situação artificial, pois eles se interpenetram e interagem uns com os outros, apesar de que na natureza pudesse haver alguns que são mais isolados e autônomos do que os outros. Sua organização resultava da interação e ajuste de seus componentes. Se essa organização não ocorresse o sistema entraria em colapso ou tornar-se-ia incipiente (Tansley, 1935, p. 300).

É interessante mencionar que para Tansley existe uma seleção natural entre os ecossistemas incipientes e aqueles que atingem um equi-

librio¹⁰ mais estável, sobrevivem por mais tempo (Tansley, 1935, p. 300).

Uma mudança considerável no clima pode ocasionar a destruição de um ecossistema de qualquer região geográfica e sua substituição por outro¹¹ (Tansley, 1935, p. 302).

O ecossistema faz parte dos sistemas que existem na natureza e se desenvolvem gradualmente tornando-se cada vez mais integrados e ajustados em equilíbrio. Ao estágio de maior integração e proximidade do equilíbrio dinâmico perfeito Tansley chamou de “clímax” (Tansley, 1935, p. 334).

Assim, de acordo com Tansley, os ecossistemas se desenvolvem em direção a uma maior integração e estabilidade, o clímax. Porém, apesar disso, sua estabilidade pode variar e alguns deles se desintegram no decorrer do tempo. O ponto central é que as plantas, animais, clima e solo são elementos importantes para o reconhecimento de um ecossistema (Kingsland, 2005, p. 184).

O ecossistema é também composto pelos complexos climáticos regionais, o complexo do solo, além do complexo do organismo ou bioma. O complexo do solo é desenvolvido em parte pelas rochas subjacentes, em parte pelo clima e em parte pelo bioma (Tansley, 1935, p. 300).

No bioma, a vegetação é de extrema importância, exceto em alguns casos como, por exemplo, nos ecossistemas marinhos. Os animais dependem direta ou indiretamente da vegetação. Isso não significa que os animais não tenham um efeito importante sobre a vegetação e no complexo do organismo com um todo. Embora possam alterar a estrutura do clímax da vegetação, isso não ocorre geralmente (Tansley, 1935, p. 301).

Apesar de Tansley e Clements se concentrarem no estudo das comunidades de plantas, eles reconheciam o efeito dos animais no

¹⁰ Tansley mencionou que a ideia de um “equilíbrio dinâmico” já havia sido considerada por Phillips, porém era anterior tendo sido trabalhada por Hume ou mesmo por Lucretius (Tansley, 1935, p. 399). Podemos acrescentar que ela aparece também em Linné.

¹¹ Tansley explicou que isso seria o que Clements chamou de *clisere* e fez referência ao artigo de Clements sobre a sucessão de plantas (Clements, 1916).

início ou na inibição da sucessão ecológica (McIntosh, 1998, p. 81). Porém, eles viam de modo diferente o papel dos seres humanos nos ecossistemas.

Na visão de Clements e alguns de seus seguidores, os seres humanos não são componentes do “organismo complexo” e é possível identificar o estado natural após eles terem entrado em cena. Por outro lado, Tansley preferiu fugir do conceito de organismo complexo em vez de redefini-lo. Ele fez uma distinção entre o impacto das sociedades tribais vistas como fazendo parte da comunidade natural e os humanos modernos que, por ser mais destrutivos, a seu ver, não fariam parte da comunidade ecológica. No entanto reconheceu que nem sempre era fácil fazer a distinção entre ambos (Kingsland, 2005, p. 185).

Entre os diversos tipos de ecossistemas Tansley incluiu aqueles que são criados pelos humanos. Porém nesse último caso, os processos diferiam daqueles que ocorriam nos sistemas “naturais”. Os humanos produziam um impacto considerável em certas paisagens e nas relações ecológicas entre os outros organismos. Enfatizou que a concepção de “organismo complexo” era inadequada para a análise desses processos, porque era limitada e oferecia uma visão incompleta do mundo. Já o conceito de ecossistema era mais abrangente e permitia ver qual era a participação dos humanos (Kingsland, 2005, p. 185).

Tansley sugeriu que deveria ser feito um trabalho conjunto entre os ecólogos de animais e plantas. Em suas palavras:

De todo o modo, deixemos os ecólogos de animais e plantas juntos estudarem a composição, estrutura e comportamento do bioma. Somente após terem feito isso, tomaremos posse dos fatos que, por si sós, permitirão que tenhamos uma visão completa da vida no bioma, pois tanto os animais como as plantas são seus componentes. (Tansley, 1935, p. 304)

Ele explicou que para haver essa cooperação não era necessário formular uma concepção não natural de *comunidade* biótica. Bastava lidar com um *sistema* cujos componentes eram os animais e plantas juntamente com o clima e solo (Tansley, 1935, p. 335).

4 ALGUNS DESDOBRAMENTOS

Nas quase duas décadas que transcorreram após a publicação de Tansley (1935), o termo ecossistema (*ecosystem*), surpreendentemente, pouco apareceu em publicações na Grã-Bretanha (Willis, 1997, p. 268). No âmbito mundial esteve presente na literatura de forma esporádica¹². Foi utilizado pelo ecólogo norte-americano Raymond Lindeman (1915-1942) que assim o caracterizou:

O ecossistema pode ser formalmente definido como um sistema composto por processos físico-químico-biológicos que atuam dentro de uma unidade de espaço-tempo de alguma magnitude. (Lindeman, 1942, p. 400)

É possível que o falecimento de Lindeman em 1942 tenha contribuído para que fosse retomado somente na década de 1950¹³. Nessa época ocorreu a introdução de algumas ideias que não faziam parte da proposta original do ecólogo inglês. Uma delas foi a ênfase nos ciclos de nutrientes, como o carbono e nitrogênio, através dos componentes bióticos e abióticos do sistema em um caminho circular. Outra foi na via única do fluxo de energia através do sistema. Esse fluxo não se referia apenas à alimentação dos organismos, mas também em como eles dispendiam energia em suas atividades vitais. Assim, a análise dos processos característicos dos ecossistemas passou a se concentrar nos ciclos químicos que ocorriam dentro do sistema e no fluxo de energia através dele (Kingsland, 2005, p. 185).

Os irmãos Eugene e Tom Odum ao redefinir a ecologia na década de 1950 atribuíram ao conceito de ecossistema um papel central no estudo ecológico (Kingsland, 2005, p. 189).

Em *Fundamentals of ecology* (1953), Eugene Odum (1913-2002) reconheceu dois componentes do ecossistema: autotróficos e heterotróficos. Indicou também quatro constituintes: abióticos, produtores, consumidores e decompositores (Willis, 1997, p. 269).

¹² Por exemplo, sete anos após (1942) em um artigo de autoria de Raymond Laurel Lindeman (1915-1942).

¹³ De acordo com Willis, o termo foi utilizado por P. W. Richards ao se referir à importância do solo em relação à vegetação (Willis, 1994, p. 268).

De acordo com Kingsland, Eugene Odum transferiu suas ideias relacionadas à fisiologia do indivíduo ao ecossistema como um todo. Isso reforçou a concepção de que o ecossistema podia ser considerado como uma entidade auto-reguladora e mais concreta. Essa estratégia pode ser comparada àquela adotada por Clements ao descrever a comunidade de plantas como um “organismo complexo”. Porém os Odum foram mais longe procurando mensurar as funções metabólicas do sistema e pensando o ecossistema de forma mais ampla conforme sugerido por Tansley (Kingsland, 2005, p. 194). No final da década de 1960, Eugene Odum assim definiu ecossistema:

O ecossistema ou sistema ecológico é considerado como a unidade de organização biológica composta por todos os organismos em uma dada área (isto é, comunidade). Eles interagem com o meio físico de forma que o fluxo de energia leva a uma estrutura trófica característica e ciclos materiais dentro do sistema. (Odum, 1969, p. 164)

5 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Algumas concepções presentes no conceito de ecossistema conforme proposto por Tansley (1935) já faziam parte do pensamento de outros autores de períodos anteriores. Por exemplo, durante o século XIX, a interação existente na natureza em Forbes ([1887], 1925) na descrição do lago como um microcosmo ou em Cowles (1889, p. 184) ao se referir à “natureza simbiótica” entre as plantas e o meio na formação das dunas ao redor do Lago Michigan (Willis, 1997, p. 268). Porém, coube a Tansley organizar essas ideias e propor o conceito de ecossistema. Seria importante que ele tivesse dado crédito a Clapham pela sugestão do termo “ecossistema”.

Tanto propostas anteriores com uma ideia de integração na natureza com os conceitos com os quais Tansley não concordava, contribuíram para que ele formulasse o conceito de ecossistema.

A análise desenvolvida mostrou que o processo de institucionalização de uma ciência envolve não apenas a criação de sociedades científicas, periódicos (em que Tansley teve participação ativa), disciplinas nas universidades, formação de especialistas, mas também um consenso no que diz respeito à terminologia empregada, o que pode demorar algum tempo, como ocorreu no caso que estudamos. Como

ocorreu em outras áreas, existe sempre um período em que coexistem diversas terminologias até que se chegue a um acordo sobre quais delas serão adotadas. Além disso, por trás dessas terminologias existe sempre uma teoria que deve ser considerada. Isso ocorreu também com a Genética nas primeiras décadas século XX¹⁴. É importante mencionar que a proposta do conceito de ecossistema que envolve integração ocorreu em um período de desintegração, entre as duas Grandes Guerras.

Foi possível perceber também que o conceito proposto por Tansley foi sofrendo modificações com a introdução de novos elementos, de acordo com as concepções científicas da década de 1950 ou mesmo posteriores. Além disso, foram sendo introduzidas novas ideias.

Um estudo detalhado das modificações que foi sofrendo o conceito de ecossistema no decorrer do tempo e seu contexto, pode ser muito elucidativo sobre a natureza da ciência e sobre a dinâmica do pensamento científico, possibilitando um melhor conhecimento da ciência atual.

AGRADECIMENTOS

O primeiro autor agradece à Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal do Nível Superior (CAPES) e a segunda autora agradece ao Conselho para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio recebido que viabilizou esta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOT, Pascal. *História da ecologia* [1988]. Trad. Carlota Gomes. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1990.
- ANKER, Peter. *Imperial Ecology: environmental order in British Empire, 1895-1945*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 2001.

¹⁴ Por exemplo, o cromossomo X foi considerado “corpúsculo”, “falso nucléolo”, “cromossomo acessório” (determinante da masculinidade) e finalmente cromossomo X (que em dose dupla, determinava a feminilidade).

- . The context of ecosystem theory. *Ecosystems*, **5** (7): 611-613, 2002.
- ALLEN, Garland E. Thomas Hunt Morgan: materialism and experimentalism in the development of modern Genetics. *Social Research*, **51**: 709-738, 1984.
- ARÊDES, Marília Nunes. *Humboldt e a geografia das plantas*. São Paulo, 2001. Dissertação (Mestrado em História da ciência) – Programa de Estudos Pós-Graduados em História da Ciência, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.
- CLEMENTS, F. E. Plant succession: an analysis of the development of vegetation. Publication 242. Washington, D. C.: Carnegie Institution of Washington, 1916.
- COWLES, Henry Chandler. The ecological relations of the vegetation in the sand dunes of Lake Michigan. *The Botanical Gazette*, **27**: 95-117; 167-202; 281-308; 361-391, 1889.
- FORBES, Stephen A. The lake as microcosm. *Bulletin of the Peoria Scientific Association*, pp. 77-87, 1887. Reprinted in *Bulletin of the Illinois State Natural History Survey*, **15**: 537-550, 1925.
- GODWIN, Harry. Arthur George Tansley, 1871-1955. *Biographical Memoirs of the Fellows of the Royal Society*, **36**: 227-246, 1957.
- . Sir Arthur Tansley: the man and the subject: The Tansley Lecture, 1976. *Journal of Ecology*, **65** (1): 1-26, 1977.
- GOLLEY, Frank Benjamin. *A history of the ecosystem concept in ecology. More than the sum of parts*. New Haven/London: Yale University Press, 1993.
- KELLER, David R.; GOLLEY, Frank B. *The philosophy of ecology. From science to synthesis*. Athens/London: The University of Georgia Press, 2000.
- KINGSLAND, Sharon. *The evolution of American ecology. 1890-2000*. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2005.
- LINDEMAN, Raymond. The trophic dynamic aspect of ecology. *Ecology*, **23**: 399-418, 1942.
- ODUM, Eugene P. *Fundamentals of ecology*. Philadelphia: W. B. Saunders, 1953.
- . The strategy of ecosystem development. *Science*, **164**: 262-270, 1969.

- PHILLIPS, John. The biotic community. *Journal of Ecology*, **19**: 1-24, 1931.
- . Succession, development and climax and the complex organism. An analysis of concepts. Part I. *Journal of Ecology*, **22** (2): 554-571, 1934.
- . Succession, development and climax and the complex organism. An analysis of concepts. Part II. *Journal of Ecology*, **23**: 210-246, 1935 (a).
- . Succession, development and climax and the complex organism. An analysis of concepts. Part III. *Journal of Ecology*, **23**: 488-508, 1935 (b).
- TANSLEY, Arthur George *New psychology and its relation to life*. London: Allen and Unwin, 1920 (a).
- . The classification of vegetation and the concept of development. *Journal of Ecology*, **8**: 118-144, 1920 (b).
- . TANSLEY, A. G. The use and abuse of vegetational concepts and terms. *Ecology*, **16**: 284-307, 1935.
- THOMAS, Frank R. [Critical review]. ANKER, Peter. Imperial Ecology: environmental order in British Empire, 1895-1945. Cambridge, MA: Harvard University Press, 2001. *Human Ecology*, **33**: 143-145, 2005.
- WILLIS, A. J. Arthur Roy Clapham, 1904-1990. *Biographical Memoirs of the Fellows of the Royal Society*, **39**: 73-90, 1994.
- . The ecosystem: an evolved concept reviewed historically. *Functional Ecology*, **11**: 268-271, 1997.

Data de submissão: 11/11/2015

Aprovado para publicação: 02/02/2016