



A FLECHA DO ESPAÇO-TEMPO, TOTALIZAÇÃO E A EVOLUÇÃO PLANETÁRIA

Luís Henrique Ramos de Camargo¹

Mudança Climática

Resumo

Este artigo, que nasce de uma revisão teórico-conceitual tem como objetivo apresentar a flecha do espaço-tempo como elemento fundamental para a compreensão analítica dos fluxos de energia e matéria que sistemicamente integram a sociedade com seu meio natural alterando a evolução planetária. Para escolha do método, rejeitamos o pensamento cartesiano-newtoniano, por entender a sua fragilidade conceitual que fragmenta o espaço em relação ao tempo e que se baseia em um universo máquina linear. Por isso, a pesquisa optou pela leitura da realidade sistêmica-quântica. No desenvolvimento da pesquisa e após um debate conceitual inicial, visando consolidar nossa hipótese, foi proposto um cotejamento entre solos agrícolas ecológicos e não ecológicos. Desta forma, foi demonstrado que solos não ecológicos geram grande instabilidade nos sistemas naturais que o circundam, podendo criar processos irreversíveis aos mesmos. Esse mecanismo se deve a esse tipo de manejo se utilizar de grande quantidade de energia externa com maquinário, agrotóxicos, irrigação artificial, alteração do processo de produção, dentre outras questões. Por essas razões, as áreas de agricultura não ecológicas acabam emitindo grandes instabilidades para as outras esferas naturais que a circundam, podendo gerar processos irreversíveis e que agora, ao lado de outros processos, demonstram a evolução do planeta em um novo patamar de organização ecológico-geológico conhecido como Antropoceno. Por sua vez, solos ecológicos, que possuem sistemas em equilíbrio próximo ao natural, por não se vincularem a grandes fluxos energéticos, acabam mantendo antigos padrões de organização, não colaborando para efetivar grandes alterações no desenvolvimento da(s) flecha(s) do espaço-tempo do planeta.

Palavras-chave: Espaço geográfico; Irreversibilidade; Complexidade; Mutabilidade.

INTRODUÇÃO

Este artigo, que fez parte de um estágio pós-doutoral no LAGESOLOS-UFRJ, buscou compreender a evolução da flecha do espaço-tempo. Neste sentido, a pesquisa não se apoiou na leitura cartesiana-newtoniana-baconiana, tendo em vista que, neste paradigma, tanto o espaço como o tempo são elementos próprios, funcionando de forma separada. Sendo assim, se tornaria impossível alcançar nosso objetivo, por isso, optamos pela coerência da visão sistêmica-quântica. Nesta forma de se perceber a ciência, conceitos como interconectividade, imprevisibilidade, acaso, auto-organização, dentre outros, passam a representar uma realidade e não apenas uma especulação.

Procurou-se então um exemplo que explicasse essa demanda, e que permitisse a compreensão da dinâmica da(s) flecha(s) do espaço-tempo. Logo, foi escolhido um cotejamento entre solos agrícolas ecológicos e não ecológicos. Essa opção se deu devido a dinâmica agrícola ser a primeira manifestação humana que causou grande impacto no ambiente, surgida após o Pleistoceno e que se manifesta até hoje atravessando o Holoceno e chegando ao Antropoceno.

No caso, a pesquisa demonstrará que solos que possuem o manejo não ecológico, devido a seu aparato técnico e organizacional, dimensionam maiores trocas energéticas com as esferas naturais, trazendo assim maiores instabilidades e muitas vezes provocando processos irreversíveis ao conjunto sistêmico. Por sua vez, sistemas agrícolas ecológicos dimensionam estruturas mais próximas dos sistemas naturais, provocando pouca alteração na dinâmica que envolve as esferas naturais em seus processos de mudança.

Objetiva-se assim, a partir de uma revisão teórico-conceitual, trazer à comunidade científica o significado da flecha do espaço-tempo como elemento analítico fundamental na compreensão dos fluxos de energia e matéria que atravessam o planeta, e que trazem, por auto-organização, o que está por vir.

Assim, a evolução é conjunta, e o que chamamos de mudanças climáticas são parte integrante da evolução em conjunto da totalidade que em verdade, é o próprio Antropoceno.

METODOLOGIA

Sendo uma pesquisa teórica e conceitual, a mesma foi desenvolvida a partir de levantamentos bibliográficos específicos. Nesse caso, percorremos autores da área da Geografia (humana e ambiental), da Filosofia, do pensamento sistêmico e da Física, dentre outras leituras, sempre visando sua transdisciplinaridade.

A busca de artigos foi feita em sites como researchgate.net e sci-hub.se. e na biblioteca virtual de algumas universidades federais nacionais. Devido a pandemia do COVID-19 (SARS-Cov-2), foram pesquisados livros principalmente de acervo pessoal e outros foram adquiridos nas poucas livrarias abertas neste período. Mesmo assim, não puderam ficar ausentes clássicos como: Newton (1987), Kant (1999), Bertalanffy (1968), Khun (1970), Prigogine e Stengerls (1984), Atlan (1992), Hawking (2015), Santos (1997 e 2014), Whitehead (1978) e Morin (1977).

Buscando o estado da arte da questão da flecha do espaço-tempo, foram encontradas diferentes pesquisas que normalmente envolviam a questão do espaço-tempo, sem se referir ao que estamos desenvolvendo nessa pesquisa. Em geral, as pesquisas que se aproximavam do nosso objetivo, em geral, se limitavam ao debate da flecha do tempo. Acreditamos que isso se deve, provavelmente, a maior parcela das pesquisas ter sido desenvolvida por físicos e não por geógrafos.

OBJETIVO

Objetiva-se assim, a partir de uma revisão teórico-conceitual, trazer à comunidade científica o significado da flecha do espaço-tempo como elemento analítico fundamental na compreensão dos fluxos de energia e matéria que atravessam o planeta, e que trazem, por auto-organização, o que está por vir.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Terra é um macro sistema constituído de diferentes subsistemas regidos pelas suas interações (SILVA, 2008). Essa característica norteia a interdependência das partes que formam o conjunto do planeta, e que possuem conexão de forma direta ou tênue, sendo impossível compreender qualquer aspecto isolado sem referência a sua função como parte de um conjunto maior (DREW, 2002). Nessa dinâmica, cada subsistema, de forma singular, possui diferentes escalas de espaço-tempo e agem trocando energia e matéria entre si buscando sintropias constantes (CAMARGO, 2005 e 2020).

Neste macro mecanismo, envolvendo a todo planeta em diferentes escalas, as quatro esferas naturais (hidrosfera, litosfera, atmosfera e biosfera) desenvolvem entre si fluxos de trocas constantes de energia e matéria, o que segundo Dutra-Gomes e Vitte (2017), sugere pela sua complexidade, uma dinâmica que está na gênese do movimento rompendo com a ideia tridimensional cartesiana-newtoniana, referenciando os processos como uma quarta dimensão do espaço-tempo (CAMARGO, 2012).

Esse movimento que envolve as esferas naturais, e integra às mesmas a influência do homem sobre o planeta, pode ser visualizado na dinâmica ordem – desordem - reorganização e reordenamento (MORIN, 1977). A ordem se associa ao estado de estabilidade momentânea; por sua vez, com as constantes trocas geradas pelos fluxos interno e externo, associado ao *feedback* existente entre os sistemas, os mesmos se interpenetram trazendo desordem, e assim o sistema caminha em busca de um novo estado de estabilidade. Neste novo padrão surge uma nova organização.

Esta dinâmica, segundo Morin (1977), faz parte da natureza da natureza, porém, a intervenção do homem na evolução da Terra faz defletir, em nível muito indefinível, a direção das correntes de energia trazendo assim lógicas complexas que fogem ao alcance humano. A evolução é constante, propondo um movimento acrônico e descontínuo, envolvendo diferentes elementos e escalas.

Com o fim do Pleistoceno (e da era glacial) e com a chegada do Holoceno e da possibilidade de sedentarismo, as áreas de plantio formaram as primeiras grandes discontinuidades relativas aos fluxos geossistêmicos. Mendes (2020a) acredita que a

transição do Holoceno para o Antropoceno, representa uma radical descontinuidade nos fluxos naturais e demonstra o afastamento do planeta do comportamento natural esperado, pois, para o autor, corroborando com nossa hipótese, a Terra não segue um processo sequencial linear e sim apresenta uma dinâmica acrônica, nascida da sua natureza sistêmica.

Cearreta *et.al.* (2019), também acreditam que a partir do Antropoceno, a ação humana gerou mudanças irreversíveis no planeta alterando a dinâmica do meio ambiente, onde suas consequências serão percebidas por muitos séculos a frente.

Segundo Mendes (2020), a própria ideia do Antropoceno está enraizada na concepção da Terra como um sistema complexo, definido por diferentes ciclos físicos em interação com os grandes fluxos de energia que sustentam a vida no planeta. Para o autor, o Antropoceno implica a atividade geofísica da humanidade afetando uma grande escala que foge do local, alcançando a todo planeta e envolvendo as esferas naturais como a litosfera, a biosfera, a atmosfera e a criosfera.

Pensamento quântico, espaço-tempo e a dialética da totalidade em totalização

Khun (1970) ensina que, quando um paradigma científico não funciona mais para explicar a realidade ele deve ser substituído. Propomos aqui uma pequena análise da necessária ruptura com o paradigma clássico e a importante reflexão a partir de uma nova leitura da realidade.

Para Newton (1987), o tempo era absoluto, verdadeiro e matemático fluindo sempre por si mesmo sem relação com coisa externa alguma; bem como o espaço absoluto, também sem nenhuma relação externa permaneceria sempre imóvel e semelhante, portanto, repetitivo e preso a antigos padrões que garantem ao habitante da Terra a ideia de estabilidade (DAVIES, 1999).

Dando continuidade a essa visão, que dimensionará o estruturalismo no século XX, Kant (1999) trazia a ideia de que o espaço é uma representação dada *a priori*, portanto, que decorreria da nossa percepção da realidade. A lógica em Newton e Kant, que remete a um espaço similar a uma caixa vazia e de um tempo que segue linearmente sem sofrer influencias externas, traz a dimensão do universo tridimensional sem criatividade, onde o tempo se isola do espaço.

Porém, apesar de Leibniz (1746-1716) em sua época ter desenvolvido a ideia de espaço relacional, somente a partir das pesquisas de Minkowski (1864-1909) em seu *continuum* do espaço-tempo e da Teoria da Relatividade de Einstein (1879 -1955), o conceito de tempo e de espaço sofreram uma brusca alteração (SITE, 2010). Hawking (2015) ensina que a relatividade geral combina a dimensão temporal com as três dimensões do espaço para formar o espaço-tempo trazendo outra forma de se perceber a realidade.

Assim, a noção de totalização para Santos (1997 e 2014), em sua análise dos processos, fundamentada em Whitehead (1978), demonstra que os mesmos podem ser, assim como a interpretação de Copenhague, acrônicos envolvendo o espaço-tempo. O movimento descontínuo dos processos, que envolvem a forma, a estrutura e suas respectivas funções liga a totalização do espaço a ser refletida nas quatro esferas naturais em um processo único evolutivo.

Importante compreender então, que essa totalidade construída representa um momento específico se tornando uma totalidade concreta, e que se transforma em estrutura.

A materialização do processo de uma totalidade concreta, está na instantaneidade e universalidade a partir da integração sociedade-natureza, que acaba dismantando a organização geossistêmica anterior, gerando um novo padrão sistêmico evolutivo (SANTOS, 1997). Para Kosik (2002, p. 59) “a concepção genético-dinâmica da totalidade é pressuposto da compreensão racional do surgimento de uma nova qualidade”.

Mais como apreender essa dinâmica espacial-natural de forma a visualizar sua realidade concreta? Essa resposta se liga a própria essência existente nas características de cada forma-conteúdo, pois pensando na singularidade de cada lugar, podemos refletir sobre sua integração relacional com diferentes perfis geossistêmicos em evolução espiralada. Essa lógica demonstra que, um sistema em evolução possui diferentes caminhos descontínuos e que percorrem espaço-tempo próprio, onde a não linearidade se associa às possibilidades futuras que nascem das diferentes probabilidades, fruto da auto-organização conjunta (CHISTOFOLETTI, 1999).

Em Sotchava, um geossistema é uma dimensão do espaço terrestre, onde os diversos componentes naturais se encontram em conexões sistêmicas uns com os outros interagindo com a esfera cósmica e com a sociedade humana (CHRISTOPHERSON, 2017).

Tendo como base a aplicação da Teoria Geral dos Sistemas de Bertalanffy (1968) às quatro esferas naturais, Dutra-Gomes e Vitte (2017) trazem a ideia da complexidade gerando novas considerações para a compreensão dos fluxos geossistêmicos, que, neste sentido dialeticamente, evoluem por sintropia.

Como os geossistemas interagem com a espécie humana e pensando em sua complexidade, como propõe Dutra-Gomes e Vitte (2017), ao inserimos nos geossistemas complexos o conceito de totalidade em totalização, encontramos a integração sociedade-natureza necessária.

Assim, a dinâmica espaço-temporal geográfica se associa ao próprio movimento que a natureza propõe, e está aqui a essência inicial da flecha do espaço-tempo. Ao integrarmos a totalização de um determinado espaço geográfico (local), à dinâmica da complexidade existente nas quatro esferas (ou cinco se contarmos com a criosfera), veremos a evolução conjunta por auto-organização.

E como se desenvolve (m) esse (s) processo (s)? Para Prigogine e Stengerls (1984 e 1996) e Prigogine (1978 e 2008), os sistemas naturais são abertos e estão na base do não-equilíbrio, sendo assim, a influência das ações da humanidade gera processos dissipativos energéticos específicos. Esses processos caracterizam as inter-relações sociedade-natureza, e, com isso, conferem uma nova significação à irreversibilidade e logicamente a flecha do espaço-tempo.

Cada combinação de variáveis suscita respostas relacionais às mesmas. As formas-conteúdo de cada lugar responderão de forma impar às quatro esferas que agem em busca da evolução por aumento de complexidade. Devemos lembrar que, em cada lugar, a interconectividade das esferas naturais é singular.

Agricultura com introdução de grande energia externa

Drew (2002, p. 145) nos traz o conceito de agricultura que significa “a arte de perturbar o equilíbrio da natureza de modo mais seguro para nosso benefício”. Por isso a imputação de energia externa ao manejo agrícola com agrotóxicos, fertilizantes artificiais, maquinário pesado e irrigação acaba se relacionando a descontinuidade em relação a fluxos energéticos, podendo gerar grande instabilidade no sistema, interferindo negativamente em

seu equilíbrio. Essa relação com subsistemas adjacentes, em geral, quando desenvolvidas a partir de grandes fluxos de energia, traz constantes desequilíbrios ao conjunto, podendo criar patamares irreversíveis. A esse respeito Araújo *et.al.* (2007) verificam que o mau uso dos solos leva a degradação, o que torna a recuperação do solo muito mais difícil.

Tendo sua gênese a partir de processos geomorfológicos e pedológicos, os solos comportam-se como sistemas abertos e dinâmicos. Segundo Guerra e Mendonça (2012), solos são sistemas abertos a medida em que ganham e perdem matéria e energia além de suas fronteiras. Sendo assim, a degradação dos mesmos a partir de práticas agrícolas incorretas, pode leva-los, muitas vezes, a processos irreversíveis.

Nesse sentido, o uso para áreas de pastagem, por exemplo, tendo em vista que os solos possuem relação intrínseca com os outros sistemas, acarretará em alteração também na dinâmica de trocas com o meio natural, gerando novos padrões de organização nos geossistemas, que, por aumento de complexidade, trazem novos mecanismos de sintropia evolutiva.

Mafra (1999, p. 307) denuncia que, o maior problema da erosão de terras agrícolas “consiste na eliminação da capa superficial do solo, onde está sua matéria orgânica e frações de minerais finos, os quais garantem a nutrição indispensável ao crescimento dos vegetais”. Neste sentido, ao ser eliminada a cobertura vegetal, todo equilíbrio natural representado pelo trinômio água-solo-planta se redimensiona.

Araújo, *et.al* (2007) verificam que o processo erosivo provoca diferentes alterações químicas e físicas no sistema solo. As alterações causadas pelo esgotamento dos solos, como consequência das práticas agrícolas, em que ocorre grande penetração de energia externa, possui destaque no processo químico com a perda de nutrientes do solo. Outra questão relevante, está na aplicação excessiva de pesticidas e fertilizantes, que além de poder acidificar os solos, reduzindo drasticamente seu potencial agrícola, tendem a contaminar o lençol freático gerando diferentes problemas no equilíbrio ambiental local.

A irrigação, buscando maior umidade nos solos, pode acabar alterando o nível de lixiviação e a própria química dos solos levando a influências diretas e indiretas na vegetação e na fauna que a circundam. Nesse sentido, tanto o escoamento como a evaporação podem se associar também a geração da salinização, como também a cheia de

rios por aumentar a sua carga em solução (ARAÚJO, *et.al.* 2007).

Sendo assim, desmatamento, pastoreio, remoção da cobertura vegetal para o cultivo, uso de máquinas, condução do gado, encurtamento do pousio, irrigação errada, entrada excessiva de água, drenagem insuficiente, excesso de fertilização ácida, uso excessivo de produtos químicos e outros, são fatores geradores de grandes instabilidades sistêmicas.

Christofoletti (1999) e Gomes (1999), trazem a afirmação de que o estado crítico de auto-organização, que se caracteriza por leis de escala temporal e espacial, é encontrado automaticamente após o sistema em evolução ser minimamente perturbado. Atlan (1992) ainda reforça esta lógica, observando que o fenômeno da auto-organização se relaciona ao aumento de complexidade, que é simultaneamente estrutural (pois está atrelado às singularidades de cada lugar) e funcional (demonstrando que diferentes funções agrícolas, por exemplo, encontrarão respostas diferenciadas).

Ao alterar a dinâmica natural, imputando as variáveis relacionadas à energia externa para a lavoura, a principal característica da natureza desabrocha: a imprevisibilidade, demonstrando assim que a sintropia entre a sociedade e a natureza gera a evolução, tornando impossível fragmentar a humanidade do seu meio natural.

A diferença dos sistemas pertencentes à dinâmica linear e a termodinâmica, é que a irreversibilidade está contida na base da evolução descontínua. Pois para os sistemas termodinâmicos, longe do equilíbrio, não existe o controle, a previsibilidade linear e a coerência ulterior. A termodinâmica do equilíbrio, para Prigogine e Stengerls (1984 e 1996) foi a primeira resposta dada pela física ao problema da complexidade da natureza.

Evolução e a flecha do espaço-tempo

Como se manifesta a evolução? Como ela é impulsionada? Este mecanismo pode ser compreendido a partir da lógica encontrada em Bertalanffy (1968) trazendo a Teoria dos Compartimentos, no qual um sistema consiste em subunidades com certas condições de fronteiras, entre às quais pode ocorrer transporte de energia e matéria. Assim, grandes fluxos de energia externa imputados nos sistemas agrícolas, por exemplo, tendem a crescer exponencialmente em busca do aumento de sua complexidade.

A integração entre espaço e tempo de Einstein fica visível em solos que sofrem

alteração de sua identidade por aumento de complexidade, pois tanto se modifica de forma integrada o espaço como o tempo de dissipação. Einstein sabia que a questão do espaço-tempo e da matéria estavam ligados. Hoje devemos entender que a estrutura do espaço-tempo está ligada a irreversibilidade e ao nascimento de novos padrões evolutivos de organização (PRIGOGINE, 1978 e 2008).

CONCLUSÕES OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa, fruto de um estágio pós-doutoral, verifica que a partir das características de cada forma-conteúdo e das técnicas usadas neste local, respostas específicas ditarão também flechas do espaço-tempo singulares a esses mecanismos.

As ações da humanidade demandam fluxos energéticos que sintropicamente se harmonizam com o meio natural, onde o artificial se naturaliza em um só conjunto evolutivo. Por isso, a aplicação dessa compreensão à *physis* da flecha do espaço-tempo, remete necessariamente a análise dialética da relação sociedade-natureza em diferentes escalas.

Espaço e tempo são elementos integrados e manifestam-se em uma dinâmica própria e singular, onde sistemas de ações e de objetos, se combinam ao meio natural para demonstrar o sentido de sua flecha do espaço-tempo, colaborando assim com o próprio movimento planetário. Por isso, o lugar assume sua postura frente a relação dialética.

A direção da flecha do espaço-tempo é fruto da manifestação da complexidade existente em cada lugar, tendo em vista que o mesmo, tem na ação da intencionalidade humana um mecanismo que integra dialeticamente às características geossistêmicas do lugar a cada forma-conteúdo.

O grave problema que se apresenta então, é a consciência de como funciona sistemicamente o planeta Terra e que, graças a nossas ações, amplia exponencialmente o desequilíbrio em relação ao passado. Rumamos então exponencialmente para caminhos cada vez mais imprevisíveis.

É importante compreender que a dinâmica planetária necessita de um novo olhar científico não mais linear e simplista. É necessário que a ciência faça uma releitura da

realidade, ligando a mesma à complexidade e a singularidade de cada lugar, repensando, por isso, o próprio processo produtivo e principalmente quem somos à luz do que geramos na condição de habitantes do planeta Terra.

A AGRADECIMENTOS

AO PROF. DR. ANTÔNIO J. T. GUERRA, AOS MEUS FILHOS PAULO, TAINÁ E SEU MARIDO JOÃO, MINHA NETA ALICE, MEUS IRMÃOS CARLOS E SÉRGIO E A MEMÓRIA DE MARIA, PAULO, PETRUS E JOAQUIM CAMARGO

R REFERÊNCIAS

ARAÚJO, G.H.S.; ALMEIDA, J.R.; GUERRA, A. J. T. **Gestão de áreas degradadas**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

ATLAN, H. **Entre o cristal e a fumaça: ensaios sobre a organização do ser vivo**. Rio de Janeiro: Zahar ed., 1992.

BERTALANFFY, L. V. **Teoria Geral dos Sistemas**. 3ª ed. Petrópolis: Vozes, 1968.

CAMARGO, L. H. R. **A ruptura do meio ambiente. Conhecendo as mudanças ambientais do planeta através de uma nova percepção de ciência: a Geografia da Complexidade**. Rio de Janeiro: Bertrand, 2005.

_____. **A geoestratégia da natureza: a Geografia da Complexidade e a resistência à possível mudança do padrão ambiental planetário**. Rio de Janeiro: Bertrand, 2012.

_____. Modelo de projeto para gestão territorial em responsabilidade socioambiental quântica: a integração comunidade, universidade e sociedade civil. In: **Revista brasileira de gestão ambiental e sustentabilidade**. v. 7, n.17, 2020, pp. 1101-1114.

CEARRETA, A. El cambio climático durante el Antropoceno. **EUSKONEWS, 739 ZENBAKIA**. Espanha, 2019. Disponível em: <<http://www.euskonews.eus/zbk/739/el-cambio-climatico-durante-el-antropoceno/ar-0739001001C/>>. Acesso em 12/03/2021.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blunchen, 1999.

CHRISTOPHERSON R. W. **Geossistemas: uma introdução à Geografia Física** 9ª ed. São Paulo: Bookman, 2017.

DAVIES, P. **O Enigma do tempo: a revolução iniciada por Einstein**. Rio de Janeiro: Ediouro, 1999.

DREW, D. **Processos interativos homem-meio ambiente**. 5ª ed. Rio de

Janeiro: Bertrand Brasil, 2002.

DUTRA-GOMES, R. e VITTE, A.C. Geossistema e complexidade: sobre hierarquias e diálogos entre os conhecimentos. In: **Ra'ega: O espaço geográfico em análise**. Curitiba: v.4, 2017, pp. 149-164.

GOMES, M. A. F. Criticalidade auto-organizada. In: NUSSENVEIG, M. et.al. **Complexidade e caos**. Rio de Janeiro: Editora UFRJ/COPEA, 1999, pp. 94-110.

GUERRA, A.J.T. & MENDONÇA, J.K.S. Erosão dos solos e a questão ambiental. In: VITTE, A.C.; GUERRA, A.J.T. **Reflexões sobre a geografia física do Brasil**, 2012, pp. 225-251

HAWKING, S. **Uma breve história do tempo**. Rio de Janeiro: ed. Intrínseca, 2015.

KOSIK, K. **A dialética do concreto**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2002.

KANT, I. **Crítica da razão pura**. São Paulo: Nova Cultural, 1999.

KHUN, T. **A estrutura das revoluções científicas**. 3ª ed. São Paulo: Perspectiva, 1970.

MAFRA, N.M.C. Erosão e planificação de uso do solo. In: GUERRA, A.J.T. *et.al.* (orgs). **Erosão e conservação dos solos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999, pp.301-320.

MENDES, J.R. The Anthropocene scientific meaning and philosophical significance. *Antropocena*. **Revista de estudos do Antropoceno e ecocrítica 1**. Minho-Portugal, 2020, p. 71-89.

_____. Tradução do artigo “Geology of Mankind” de Paul Crutzen e Eugene Stormer. In: *Anthropocene*, **Revista de estudo do Antropoceno e ecocrítica I**, Minho-Portugal, 2020a, 117-119.

MORIN, E. **O método I: a natureza da natureza**. 3ª ed. Lisboa: Publicações Europa-América, 1977.

NEWTON, I. Princípios matemáticos da filosofia natural. *Galileu-Newton*. São Paulo: Nova Cultural. 1987, pp.140-163.

PRIGOGINE, I. Time, Structure and Fluctuations. **Science, New Series**, v. 201, nº 4358. Sep. 1, 1978, pp.777-785.

_____. **O nascimento do tempo**. 2ª ed. Lisboa/Portugal: Biblioteca 70, 2008.

PRIGOGINE, I. & STENGERS, I. **Order out of chaos: mans new dialogue with nature**. 15ª ed. New York, Toronto, London, Sydney, Auckland: Bantam Books, 1984.

_____. **O fim das certezas: tempo, caos e as leis da natureza**. 2ª ed. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1996.

SANTOS, M. **Espaço & Método**. São Paulo: Nobel, 1997.

_____. **A Natureza do Espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção**. São Paulo: HUCITEC, 2014.

SILVA, C.R. **Geodiversidade do Brasil: Conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro**. Rio de Janeiro: CPRM, 2008.

SITE, P. C. **Leibniz contra o vazio: a relação entre a teoria das substâncias e o conceito de espaço**. São Carlos: UFSCAR, 2010 (Tese de Doutorado)

WHITEHEAD, A. **Process and reality: an essay in cosmology**. London-New York: Free Press, 1978.