

Evolução planetária e as assimétricas flechas do espaço-tempo na auto-organização do Antropoceno

Planetary evolution and the asymmetric arrows of space-time in the self-organization of the Anthropocene

La evolución planetaria y las flechas asimétricas del espacio-tiempo en la autoorganización del Antropoceno

Luis Henrique de Camargo

Universidade do Estado do Rio de Janeiro – Rio de Janeiro – Brasil

<https://orcid.org/0000-0002-2604-7128>

Resumo: Este artigo objetiva verificar a relação da sociedade com a natureza, e os seus fluxos energéticos termodinâmicos, como elemento evolutivo, gerando totalização e sendo analisados pela(s) flecha(s) do espaço-tempo. Este artigo verificará também, como este processo influencia na formação do Antropoceno. Neste sentido, serão aplicados os princípios nascidos após o advento da mecânica quântica, à análise espaço-temporal da *physis* (que integra sociedade-natureza). O artigo verifica, também, como cada forma-conteúdo, de forma singular, contribui energeticamente para o desenvolvimento da sua flecha do espaço-tempo. Assim, será verificado também como o processo produtivo atual associa-se, em geral, ao rompimento dos estados de homeostase, no balanço energético do processo de troca entre energia e matéria, e como o antigo padrão de relativa estabilidade, que caracterizava o Holoceno, vem sendo substituído pela desordem, que está na base do surgimento do Antropoceno.

Palavras-chave: Termodinâmica, Antropoceno, Holoceno, evolução, forma-conteúdo

Summary: This article aims to verify the relationship of society with nature, and its thermodynamic energy flows, as an evolutionary element, generating totalization and being analyzed by the arrow(s) of space-time. This article will also verify how this process influences the formation of the Anthropocene. In this sense, the principles born after the advent of quantum mechanics will be applied to the spatial-temporal analysis of *physis* (which integrates society-nature). The article also verifies how each form-content, in a unique way, contributes energetically to the development of its arrow of space-time. Thus, it will also be verified, as, the current production process, is associated, in general, with the disruption of the states of homeostase, in the energetic balance of the process of exchange between energy and matter, and as the old pattern

of relative stability, which characterized the Holocene, has been replaced by disorder, which is at the basis of the emergence of the Anthropocene.

Keywords: Thermodynamics, Anthropocene, Holocene, evolution, form-content

Resumen: Este artículo tiene como objetivo verificar la relación de la sociedad con la naturaleza, y sus flujos de energía termodinámica, como elemento evolutivo, generando totalización y siendo analizada por la(s) flecha(s) del espacio-tiempo. Este artículo también verificará cómo este proceso influye en la formación del Antropoceno. En este sentido, los principios nacidos tras el advenimiento de la mecánica cuántica se aplicarán al análisis espacio-temporal de la physis (que integra sociedad-naturaleza). El artículo también verifica cómo cada forma-contenido, de una manera única, contribuye energéticamente al desarrollo de su flecha del espacio-tiempo. Por lo tanto, también se verificará, ya que, el proceso de producción actual, está asociado, en general, con la interrupción de los estados de homeotasa, en el equilibrio energético del proceso de intercambio entre energía y materia, y como el viejo patrón de estabilidad relativa, que caracterizó al Holoceno, ha sido reemplazado por el desorden, que está en la base de la aparición del Antropoceno.

Palabras clave: Termodinámica, Antropoceno, Holoceno, evolución, forma-contenido

Introdução

Este artigo, construído a partir de pesquisa bibliográfica, tem como objetivo central, debater a evolução planetária, apresentando como explicação para a compreensão do seu mecanismo evolutivo espaço-temporal, o campo epistemológico sistêmico-quântico.

A escolha deste paradigma se justifica pois apresenta lógicas que se associam a como surge o Antropoceno, a partir de sua auto-organização. Este trabalho, pretende desenvolver a hipótese, que se associa com esta constelação de ideias. Em nossa suposição, pensamos o planeta como evolutivo, a partir de caminhos termodinâmicos acrônicos, que envolvem a relação sociedade-natureza em trocas constantes, explicados pela aplicação da Teoria Geral dos Sistemas de Bertalanffy (1968).

Acreditamos, a partir de pesquisa publicada em Camargo (2021), que cada forma-conteúdo, a partir de sua singularidade, gera um determinado fluxo energético, na sua contribuição para a manutenção dos padrões de equilíbrio planetário. A isso chamamos flecha do espaço-tempo. Por isso, buscamos, neste artigo, o conhecimento do porquê a(s) atual(is) flecha(s) do espaço-tempo, apresenta(m) grande assimetria, e qual a relação dessa questão com o Antropoceno.

Portanto, por essa razão, o texto possui como “espinha dorsal”, trazer ao debate científico, o dilema: evolução por mutabilidade e auto-organização X repetição cíclica mecanicista, ou seja, o dilema existente entre os paradigmas clássico X sistêmico quântico.

A partir do campo sistêmico-quântico, o conceito da flecha do espaço-tempo, indo além da flecha do tempo linear, cartesiana-newtoniana, representa uma demonstração, que busca explicar, como podemos entender o processo acrônico evolutivo planetário. A flecha do espaço-tempo é o desenvolvimento dialético do tempo, a partir das diferentes variáveis que qualquer espaço apresenta, e, por essa razão, o singulariza.

O conceito da flecha do espaço-tempo, pode demonstrar como o Holoceno, que se caracterizava por sua relativa, mas quase constante estabilidade, mantinha um equilíbrio tênue entre si; e de como uma nova etapa geológica-ecológica vem surgindo, devido a nossa lógica produtiva, que por diferentes razões, se fragmenta da natureza, não percebendo como o equilíbrio termodinâmico é o elemento impulsionador da mudança, pois se relaciona com o mecanismo de trocas básico, existente entre todos sistemas que compõem a Terra.

Neste sentido, o paradoxo conceitual existente entre a ciência clássica e o pensamento sistêmico quântico, se manifesta na análise que remete à própria realidade, e como as pesquisas e os modelos são criados.

Para atingirmos nosso objetivo, o texto, remeterá a verificação, de como o ser humano, em seu pequeno trajeto no planeta, se tornou elemento impulsionador de estados de desequilíbrio, associados à gênese de novos padrões geológicos e ecológicos.

Nesse sentido, esta pesquisa, se desenvolve em três momentos específicos e que se integram. Inicialmente, o artigo vai acompanhar os passos dos nossos ancestrais, em uma breve análise, verificando a dinâmica humanidade - meio ambiente, visando assim entender como surge o Holoceno; em uma segunda etapa, buscando compreender que o Holoceno se caracterizava por uma quase regular estabilidade, foi realizado, um cotejamento dos paradigmas, objetivando explicar, como a ciência clássica, facilmente justifica um mundo sem grandes alterações, e como a mesma se perde epistemologicamente com a realidade de nossos dias. Nesse sentido, foi feita uma breve, porém, acreditamos como fundamental, análise da ciência clássica se confundindo com o senso comum da realidade.

Na etapa final, após trazer o leitor para o pensamento sistêmico-quântico, apresentamos como as formas-conteúdo, a partir das suas diferentes flechas do espaço-tempo, colaboram com a termodinâmica do planeta e assim, geram a evolução em desordem que se associa ao Antropoceno.

Primeiros passos do homem sobre a Terra

Os primeiros passos dos nossos ancestrais sobre a Terra, foram dados pelos *Australopithecus*. Seus fósseis, foram encontrados em estratos geológicos no continente africano, a partir da escala relativa do tempo. Esses estudos dataram o surgimento desses bípedes em algo em torno de 4 milhões de anos, o que nos leva ao Plioceno (6 M.a. a 1.6 M.a.) (ASIMOV, 1990; GUERRA, 1969; SALGADO-LABOURIAU, 1994).

Os *Australopithecus* teriam surgido, em conjunto com uma série de outras mudanças ambientais, ocasião que trouxe uma nova demanda ecológica (do padrão de organização), alterando o clima, a flora e a fauna. Surge, por exemplo, na África, uma savana arborizada, bem como também, diferentes espécies evoluíram, dentre elas carnívoros e onívoros, entre os quais, os ancestrais do *Homo sapiens sapiens* (SCHNEIDER, 1998; SALGADO-LABOURIAU, 1994).

Os primeiros hominídeos se espalharam pelo continente africano e eurasiático, e dentre as espécies mais importantes, duas, que antecederam o *Homo sapiens sapiens* se destacam, o *Homo erectus*, que habitou a Ásia, e o *Homo neanderthalensis*, que habitou a Europa (ASIMOV, 1990).

O *Homo erectus*, surge em torno de 2 milhões de anos, sendo que essa espécie se prolongou por mais 1,5 milhões de anos, e foi ela que iria dominar o fogo há 500.000 (ASIMOV, 1990).

Durante a glaciação europeia, em torno de 200.000, surgiria o *Homo sapiens neanderthalensis* (Neandertais) (ASIMOV, 1990). Os Neandertais, eram mais fortes e robustos do que os outros hominídeos conhecidos, estando assim mais capazes de viver a glaciação do Pleistoceno. Seriam mais aptos a caça, a pesca e ao frio que enfrentariam nos tempos de glaciação. Acredita-se que os Neandertais, extinguíram-se há 28 mil anos, e, portanto, conviveram sobre a Terra com o *homo sapiens sapiens* durante um certo período, até a sua extinção como espécie, ainda no Pleistoceno. Ambas espécies, possuíam um ancestral em comum, o *Homo heidelbergensis*, que viveu de 500 mil anos, até cerca de 250.000 anos atrás, portanto, também no Pleistoceno (TRINKAUS e SHIPMAN, 1993).

Existem várias datas que definem o surgimento dos primeiros registros arqueológicos do *Homo sapiens sapiens*, essa variação se encontra entre 100 mil a 30 mil anos. Mas o que é certo, é que nossa espécie surgiu no Pleistoceno, durante a glaciação que duraria até 12.000 anos atrás. E, também sabemos que, de todas espécies de hominídeos que surgiram no planeta, o *Homo sapiens sapiens*, foi o único a sobreviver a glaciação, e chegar a um novo estágio de organização ecológica no Holoceno (SCHNEIDER, 1998).

Durante a glaciação, no Pleistoceno, o recuo das águas (estima-se que o nível do mar baixou entre 70 e 80 metros), ampliou a plataforma continental. Isso significa que

maiores serão os seus extremos climáticos, invernos mais frios e verões mais quentes. Devido aos extremos climáticos, muitos animais e plantas passaram a conviver com outras espécies, reconfigurando as perspectivas que surgiam em novos patamares de organização ecológica, tanto de plantas, como de animais. Estima-se, por exemplo, que a floresta decídua da Grã Bretanha, alterou seu conjunto estrutural, em cada uma das quatro glaciações do Quaternário (SALGADO-LABOURIAU, 1994).

Salgado-Labouriau (1994), nos alerta para a compreensão de que a transição do Pleistoceno para o Holoceno, não se deu de forma rápida. Em geral, a determinação do limite entre dois períodos geológicos-ecológicos, é feita a partir do estudo da paleogeografia, e, assim, a diferenciação entre espécies, perspectiva da localização geográfica, dentre outros processos de análise são utilizados facilitando a delimitação. Porém, apesar da megafauna ter sido extinta, o Quaternário, não apresentou grandes extinções apreciáveis de plantas e de outros elementos da natureza, como os micro organismos, o que tornaria difícil essa diferenciação para a análise estratigráfica.

O que podemos caracterizar do Quaternário, são seus diferentes períodos glaciais, tendo o último acabado há aproximadamente 12.000, dando início ao Holoceno. Salgado-Labouriau (1994), também nos fala, que muitos geólogos consideram o Quaternário, devido as suas baixas taxas de extinção, como o mesmo sendo uma só época, por isso, o Holoceno não existiria como uma etapa geológica.

Buscando definir o surgimento do Holoceno, poderemos dizer que o mesmo pode ser representado por alguns fatores como: final da glaciação mais recente, início da transgressão marinha e, a época que apresentou uma grande alteração do meio, dando início a um período de relativas amenidades (climáticas-ambientais) (SALGADO-LABOURIAU, 1994).

O Holoceno, representou, assim, uma alteração na macroestrutura da combinação de variáveis da natureza, questões como, aumento do nível dos mares, por exemplo, se relacionaram a reestruturação tanto da flora, como da fauna, no sentido das espécies buscarem novas áreas em decorrência das transformações, e dos possíveis intemperes pelos quais determinadas áreas passaram nesta transição. Portanto, existe uma reestruturação no sentido das combinações ecológicas. Este mecanismo, altera ecossistemas e antigos padrões se reestruturam (SALGADO-LABOURIAU, 1994). Assim, o Holoceno, devido a sua variação de organização ecológica e climática, também apresentou grandes alterações no conjunto de sua organização. Formaram-se, assim, novos desertos, além de florestas temperadas e tropicais (SCHNEIDER, 1990).

Desta forma, ocorreu a chegada de um período de maior estabilidade, onde plantas e animais, não precisavam constantemente migrar em busca de áreas de

refúgio, dentre outras coisas, propiciando uma nova adaptabilidade ou mesmo mutação, por evolução, de plantas e animais (SALGADO-LABOURIAU, 1994).

Normalidade e o senso comum da realidade

E, apesar de algumas variações climáticas encontradas ao longo deste período, se formos procurar a principal característica do Holoceno, essa definição seria a sua incrível, mais relativa, estabilidade dos padrões ambientais (VEIGA, 2019).

Há cerca de 12.000, esse estado mais estável, favoreceu a domesticação de animais e, mais tarde, há 8.000 anos, o mesmo estado de relativo equilíbrio, propiciou o cultivo de plantas, dando início a agricultura (ASIMOV, 1990).

Ocorre que, dentre diferentes outros fatores, a agricultura, fez com que sua produção estivesse muito mais vulnerável a roubos e saques de outras tribos, levando assim, a busca de formação de cidades para proteção, a partir de lugares, onde o lavrador, pudesse se refugiar e, se fosse o caso, estocar água para guerrear. Esse processo, associado a outros diferentes fatores, como a Mesopotâmia ser formada por dois rios, e por possuir solos vulcânicos, favoreceu a prática agrícola, e deu início a civilização com o surgimento da cidade de Ur, em torno dos rios Tigres e Eufrates (ASIMOV, 1990).

Assim, o Holoceno, e sua relativa estabilidade, possibilitou uma sociedade totalmente diferente em relação aos nômades em sua glaciação no Pleistoceno. Ao longo de diferentes séculos, essa estabilidade ainda se confundia com crenças ligadas ao universo extra físico. Porém, com a revolução técnico-científica dos séculos XVI e XVII, a ciência passa a criar um novo paradigma sobre a realidade, baseado no universo semelhante a uma máquina. A hegemonia, conseguida pelo modelo mecanicista, possibilitou que a sua leitura do planeta e de sua *physis*, se integrasse ao antigo estado de estabilidade climática-ecológica que se vivia. Viver em um planeta, no qual a garantia da sua previsibilidade de forma científica, propiciaria o controle da natureza (sem precisar da ajuda divina), representou o controle humano sobre a natureza.

A Revolução técnico-científica dos séculos XVI e XVII, que surgiu, a partir da Revolução Copernicana, teria em Newton (1643-1727), a consagração de um modelo de planeta que perdurou por séculos, garantindo no senso comum a ideia de um universo máquina, com relativo equilíbrio e de fácil compreensão do que ocorrerá no futuro (CAMARGO, 2012).

Essa lógica reproduz, no senso comum de realidade da *physis*, as regras inerentes à ciência clássica. Pois, pensamos a natureza como formada de diferentes peças de uma engrenagem (BHOM, 1980). Nesta metáfora da realidade, o planeta, seria formado de

peças imóveis, sendo tridimensional, similar a uma máquina, que não possui influência externa nenhuma. A sua engrenagem, em comportamento estrutural, é constituída de diferentes peças integradas, e desenvolve seu movimento de forma sincrônica e linear. Nessa máquina, como nenhuma força externa atua, seu movimento, caso se saiba sua posição atual, torna facilmente conhecido seu futuro (NEWTON, 1987).

O método clássico, inunda nosso senso da realidade, com processos que não se fundamentam mais cientificamente. Por exemplo, ao fragmentar e isolar um elemento para sua análise, se perde a essência da conectividade, que é regida e rege, dialeticamente, a própria regra. A sociedade, ao fragmentar espaço do tempo, perde a possibilidade de entender analiticamente a mudança, pois a mesma ocorre no espaço e se encontra na relatividade do tempo de cada lugar.

Como o universo cartesiano-newtoniano baconiano fragmenta o tempo do espaço, as análises baseadas em seu paradigma seguirão suas regras, limitadas ao universo máquina repetitivo e cíclico, onde, por essa mesma razão, falar em evolução criativa é o mesmo que inventar algo impossível de acontecer. Pois, como o tempo se separa do espaço, o mesmo (espaço) não evolui, não sofre mutabilidades com o tempo (CAMARGO, 2005).

A essa dinâmica, estável e que todos ainda esperam, é o que o senso comum chama de normalidade, ou seja, uma época em que os sistemas ambientais se encontravam em relativa estabilidade, garantindo que os grandes fenômenos naturais, não prejudicassem a vida das pessoas, como vem prejudicando.

Chamamos de normal, aquilo que está associado ao planeta que queremos, não que temos...e o que buscamos como planeta, não é nada diferente do que, normalmente, se aprende na escola com a física newtoniana.

O modelo mecânico de universo, que se associa à ideia de certeza newtoniana-laplaciana, deu à previsibilidade mecanicista algo que se desfaz a partir de Heisenberg (1901 —1976) e Schroedinger (1887 —1961). A incerteza, verificada sob o julgamento científico, passou a ser vista como elemento real, e assim, surgem novas possibilidades interpretativas e empiricamente explicadas. Abre-se assim, a leitura de um novo planeta, que pode se reconstruir e evoluir, pois não tem mais a totalidade, como simples somatório de todas suas partes internas. A incerteza, ao ser remetida à totalidade, por sua vez, só pode ser vista, como o todo, sendo sempre superior ao somatório interno de suas partes (aonde em verdade não existem partes em absoluto, apenas *links* de interconectividade). Portanto, ao ser criativo, no surgimento da imprevisibilidade e da incerteza, o todo se reinventa e evolui. Amplia-se assim, o caminho para se entender a análise da realidade do espaço-tempo, e sua aplicabilidade, no sentido da compreensão dos eventos da natureza em relação com a sociedade (CAMARGO, 2005).

Sendo evolutivo, por auto-organização de suas variáveis, o planeta, demonstra sua criatividade, que se torna realidade, inviabilizando totalmente a análise feita pelo paradigma clássico. Este artigo, dedicado à compreensão deste mecanismo evolutivo, envolve como a sintropia espaço-temporal, da relação sociedade-natureza, se relaciona com o desenvolvimento do Antropoceno.

Nossa atual busca pelo sentido do “normal”, nada mais é do que a representatividade metafórica da realidade, apresentada pela Revolução científica, ocorrida nos séculos XVI e XVII, sob a “batuta” de pensadores como Copérnico, Bacon, Descartes, Galilei Galileu, Kepler, Tito Brache e Newton.

Viver em um mundo em relativo equilíbrio, seguindo uma lógica diária adequada a um planeta controlado, seria maravilhoso, este seria o que se espera, do que as pessoas chamam de normal, porém, estabilidade não parece ser a característica apresentada pelo planeta em nossos dias.

O planeta Terra e a dinâmica integrada sociedade-natureza

No século XIX, a filosofia da natureza em Schelling (1775-1854), e a obra de Humboldt (1769-1859), já demonstravam a perspectiva da percepção do olhar mais energético para a relação homem-natureza, onde a concepção de natureza máquina de Descartes, acaba não sendo dominante (CAPEL, 1981).

Schelling (2015), em seu primeiro projeto de um sistema de filosofia da natureza, que buscava a compreensão da relação homem e seu meio, demonstrava um nítido distanciamento do reducionismo existente. Schelling (2015) pensava a natureza, onde havia evolução da matéria, ele concebia a conexão química e a biológica, buscando, por exemplo, a interconectividade existente entre fenômenos bioquímicos e o funcionamento neurológico que influi no modo de se sentir e pensar. Schelling (2015) possibilitava a visão não linear do futuro, ao compreender que existe um encontro das esferas naturais, e que isso trazia a própria ideia de evolução, em um mundo dominado pelo universo máquina. E, assim como Willian Blake (1757 —1827), demonstrava a desumanização existente no trabalho de Newton (1643-1727), o Romantismo também se posicionava, mostrava que havia algo que ia além do universo mecanicista.

Sua teoria para a natureza, era um (re)encontro que envolvia dialeticamente magnetismo, eletricidade, som, luz, calor e processos químicos. Sintropia pura. Humboldt, influenciado por Schelling, também sugeria uma lógica de compreensão da totalidade que envolvia elementos da natureza, e da sociedade humana.

Assim como Morin (1977), que fomenta uma crítica a Teoria Geral dos Sistemas, verificando que a mesma precisa ser inserida em um contexto mais abrangente de

“organização com propriedades emergentes”, Dutra-Gomes e Vitte (2017) fornecem essa perspectiva criativa à mesma, dimensiona-se assim, o movimento de integração às esferas naturais, gerando a emergência de novos padrões. Isso, era o que faltava para completar o que estava na gênese dessa integração buscada pelo Romantismo.

Essa integração, norteia o que é o planeta. A Terra, é um macro sistema constituído de diferentes subsistemas regidos pelas suas interações (SILVA, 2008). Essa característica dinâmica, se liga à 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 (CAPRA e STAND-RAST, 1991).

Nessa dinâmica, cada subsistema, de forma singular, possui diferentes escalas do espaço-tempo, e agem trocando energia e matéria entre si. Neste mecanismo, envolvendo a todo planeta em diferentes escalas, as esferas naturais (hidrosfera, litosfera, criosfera, atmosfera e biosfera), agem em interação com a tecnosfera, o que sugere uma dinâmica que está na gênese do movimento, rompendo com a ideia tridimensional cartesiana-newtoniana. Referencia-se, dessa forma, os processos como uma quarta dimensão do espaço-tempo e que se liga a possibilidade de mudança, podendo ser compreendida pela Teoria Geral dos Sistemas (CAMARGO, 2012 e 2021).

E isso ocorre pois a interconectividade é geral, e dimensiona fluxos acrônicos, que reproduzem a Interpretação de Copenhagen. O desenho mental dessa estrutura é o desenho quadridimensional da totalidade em totalização, a partir dos seus processos, das ações e do movimento de fluir. A cada aumento de complexidade, ocorrem relações emergentes, de um ou mais processos sintrópicos, que levam o conjunto a evoluir.

Neste sentido, a pesquisa acredita que, tem se intensificado as alterações dos fluxos de energia e matéria em demasia no planeta. Sabemos que hoje em dia, as atividades humanas atingiram um nível que, segundo Veiga (2019), pode danificar os sistemas que mantém a Terra no desejável estado holocênico. Na *Safe Operating Space for humanity*, os 29 autores acrescentaram que, desde 2009 já haviam muitas evidências de que alguns dos “subsistemas” da Terra estariam se movendo para fora de seus estáveis padrões do Holoceno, e verificam assim, que o Sistema Terra não poderia estar operando em condições estáveis como as do Holoceno (VEIGA, 2019).

Para entender melhor essa dinâmica evolutiva, impulsionada pelas trocas constantes de energia e matéria, que se dinamiza por todo o planeta Terra, faz-se necessário a compreensão básica dos princípios da Termodinâmica, expressos na flecha do espaço-tempo. A essência, da relação sociedade-natureza, pode assim ser demonstrada, tendo em vista que, a relação de trocas entre os seres humanos sobre o meio circundante, em geral, transmite um alto grau de entrada de energia externa nos

sistemas naturais, causando, por isso, um desequilíbrio local e *feedbacks* descontínuos e muitas vezes imprevisíveis.

As assimétricas flechas do espaço-tempo como ferramenta de análise

Verificando a descontinuidade dos sistemas planetários, diferentes cientistas buscam uma administração (*stewardship*) do Sistema Terra, compatível com a desejada estabilidade habitável. Porém, talvez, por ainda “beberem” demais da influência clássica, os modelos tem dificuldade de entender a coevolução sociedade-natureza, questões como a incerteza, tão comuns em nossos dias, por exemplo, não possuem mecanismos para a sua abrangência (VEIGA, 2019).

Buscando uma leitura do processo evolutivo planetário, a partir de uma visão epistemológica sistêmica-quântica, Camargo (2021), efetiva o termo flecha do espaço-tempo para redefinir o sentido, linear e fragmentado, que se associava a flecha do tempo.

Essencialmente, a flecha do tempo não verificava a descontinuidade e a desarmonia acrônica que envolve a todos sistemas do planeta. Para a mesma, passado, presente e futuro são sequências, porém, o amanhã é fruto da complexidade do hoje, então, não pode ser repetitivo e monótono. Porém, ao elencarmos o espaço como elemento fundamental para a compreensão do tempo, verificamos que, o fluir do mesmo, não pode ser linear e previsível, tendo em vista as variáveis que diferenciam e singularizam o espaço.

Ao buscar comprovar a existência da flecha do espaço-tempo, Camargo (2021) verificando que a agricultura, sendo a arte de perturbar o equilíbrio da natureza de modo mais seguro para o benefício humano (Wigglesworth) (DREW, 2002), apresenta como o ser humano interfere diretamente no equilíbrio planetário, provocando, deliberadamente, desequilíbrios termodinâmicos.

Assim, propõe um cotejamento entre uma área agrícola, que se utiliza de alto grau do uso de defensivos, tratores, irrigação artificial, dentre outros elementos, em contrapartida à agricultura ecológica. Camargo (2021), demonstra que devido ao alto grau de entrada de energia externa nas áreas de agricultura não ecológica, a mesma acaba gerando desequilíbrio sistêmico nas esferas que a circundam, e em alguns casos, esses mecanismos provocam respostas imprevisíveis, que surgem ao acaso, podendo criar novos padrões irreversíveis.

Ou seja, solos que possuem o manejo não ecológico, em contrapartida aos solos ecológicos, devido a seu aparato técnico e organizacional espacial, 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.

Segundo Drew (2002, p. 146):

os efeitos da agricultura sobre o ambiente se relacionam diretamente com a escala em que ela é empreendida. Há dois aspectos a se considerar: a intensidade e o grau de alteração provocada no solo e à vegetação preexistente; e a área onde se deu a alteração.

Portanto, é uma questão espaço-temporal de fácil compreensão. Os ciclos naturais de energia e massa, funcionam em certa medida como sistemas fechados, pois os nutrientes ficam retidos dentro do sistema solo-vegetação. Aqui se mantém o equilíbrio sem alterações, porém, como a agricultura transforma deliberadamente essa dinâmica, com a intenção de manipular certos aspectos para obter o máximo rendimento e gêneros alimentícios, é então, gerada uma grande entrada de energia externa no sistema, criando muita entropia nos processos agrícolas. Por isso, Drew (2002) afirma que um dos traços da agricultura moderna e intensiva, é a elevadíssima deformação das correntes naturais de energia e da aplicação da energia externa à terra.

A essência desse mecanismo está em, quando importam e exportam energia, ligada ao processo de produção agrícola, é alcançado desenvolvimento energético e, muitas vezes, mudança em sua característica cíclica que fazia com que a energia que era enviada a um subsistema, retornasse sem taxas de entropia alta (LORENTZ, 1996).

Por isso, ao cotejarmos ambos modelos agrícolas, encontraremos diferentes flechas do espaço-tempo, sendo que nas forma-conteúdo, ligadas às áreas agrícolas de alto rendimento, a flecha acaba apresentando assimetrias constantes.

Segundo Prigogine (2008), perto do equilíbrio, a dinâmica linear é possível, é o caso da agricultura ecológica, na qual os ciclos ocorrem mais próximos a dos sistemas semifechados, com baixas taxas de perda, ou baixa entropia, logo, mantendo-se relativamente permanentes. Porém, quando o sistema recebe alto grau de energia externa, ocorre uma não linearidade, aonde emergem novos padrões, novos comportamentos que seriam impossíveis perto do equilíbrio. A não-linearidade pode assim descrever novas realidades irreversíveis, gerando no interior do sistema uma diferenciação do seu universo exterior. Longe do equilíbrio, a matéria adquire novas propriedades, ou seja, a partir de diferentes probabilidades de respostas, provocada por um *stress* energético, o sistema pode adquirir um novo padrão irreversível (PRIGOGINE, 2008).

A regra é: se um sistema isolado em equilíbrio é perturbado, na retroalimentação negativa, regressa sucessivamente ao equilíbrio, podendo controlar futuras operações

no sistema; porém, nos sistemas dinâmicos as perturbações, ligadas a retroalimentação positiva, levam a emergência de novas possibilidades, e, poderão ser criados novos patamares de organização, que dão origem a novas estruturas irreversíveis. Um exemplo, em uma escala determinada, é o desenvolvimento de uma ravina (PRIGOGINE e STENGERLS, 1984; CHRISTOFOLETTI, 1999).

Assim, devido ao seu processo produtivo espacial, um sistema aberto pode tender ativamente para um estado de organização superior. Um mecanismo de retroação, pode alcançar reativamente um estado de organização superior, devido a aprendizagem (retroalimentação positiva), isto é, a informação introduzida no sistema, vinda de outro subsistema, levando-o a modificar-se e a evoluir conjuntamente com o novo padrão que se formou.

A flecha do espaço-tempo, associa-se assim, a como desenvolvem-se as formas-conteúdo, pois dependendo da mesma, a sua assimetria será algo comum, e, muitas vezes, exponencial, colaborando para os constantes desequilíbrios que marcam o Antropoceno.

Antropoceno: uma resposta não linear evolutiva

Nessa seção, buscamos demonstrar que o Antropoceno, está ligado ao surgimento ao acaso por auto-organização e aumento de complexidade. Assim, verificamos a proximidade de nossas hipóteses com os estudos desenvolvidos ligados ao *Earth Systems Science* (ESS).

Definir o Antropoceno é ainda algo bem polêmico, alguns o consideram a partir da segunda guerra mundial, outros a partir da Revolução Industrial, outros de quando o homem passou a cultivar, e, portanto, deixou de ser sedentário. Assim, nesta fase de nossa pesquisa, tentaremos demonstrar que o Antropoceno é fruto do movimento de trocas de energia e matéria com seu meio, sendo este um processo e não um fim, tendo em vista, que o mesmo, foi se formando com o tempo, onde novas dimensões espaço-temporais, relativas ao meio técnico-tecnológico da humanidade, vem constantemente intensificando as trocas termodinâmicas planetárias.

Portanto, e, ainda buscando compreender o Antropoceno, verificamos que esse movimento, se visto a partir do processo de totalização de cada forma-conteúdo, devido a sua singularidade, demonstra também que o mesmo possui os seus fluxos de trocas entre a energia e matéria relativos à própria especificidade de cada lugar e, portanto, cada forma-conteúdo possuirá uma característica termodinâmica própria, contribuindo assim, de maneira singular, para a geração da totalização evolutiva sociedade-natureza planetária.

Isso significa que existe uma contribuição evolutiva espaço-temporal própria de cada forma-conteúdo. Existe a contribuição das áreas do agronegócio, em alto grau de *stress* energético, e também das áreas de baixo teor espaço-temporal de trocas, aonde os sistemas naturais sofrem pouca ou quase nenhuma entrada de energia externa, como a agricultura ecológica. Cada uma possui assim, uma totalização relativa ao seu espaço (seu espaço-tempo).

Essa totalização, seja do lugar ou a planetária, pode ser compreendida a partir da aplicação da Teoria Geral dos Sistemas (BERTALANFFY, 1968), e pode ser visualizada, por exemplo, de forma similar a explicada pela experiência de Copenhague, pois cada lugar colabora de forma única espaço-temporalmente com a totalidade em seu processo de totalização.

Sendo assim, a totalidade é aqui constituída da integração sociedade-natureza, a partir da sintropia das esferas naturais (hidrosfera, litosfera, atmosfera, biosfera e criosfera) com a esfera tecnológica (tecnosfera), o que gera seu processo de totalização. Este processo, interpretado pelos princípios da termodinâmica prigoginiana, acredita que, dependendo do grau de *stress* energético que se envolve em eventos que se dinamizam, podem-se romper antigos padrões de organização natural (em qualquer uma das esferas), gerando o aparecimento de um novo patamar de complexidade ao acaso, de forma inesperada, reproduzindo a experiência do gato de Schroedinger, explicando também, o grande estado de desordem que “povoa” o Antropoceno.

O Antropoceno

O início do debate sobre o surgimento do Antropoceno, ocorreu no ano 2000, quando o Nobel de química Paul Crutzen, popularizou o termo Antropoceno que havia sido criado por Eugene Stoemer em 1980. Para Crutzen, essa nova era surgira a partir da análise de ar preso no gelo polar, e que apresentava grande quantidade de concentração de CO₂ e NH₄. Essas análises, retratam o acúmulo desses gases, que coincidiram com o surgimento da máquina a vapor criada por James Watt em 1784, e que deu início a revolução industrial (MENDES, 2020). Por isso, muitos autores como Pellogia (2015), relacionam essa época ao início dessa nova era geológica-ecológica.

Em defesa do surgimento do Antropoceno, a partir da revolução industrial, para Crutzen as sociedades pré-industriais não alteraram em grande magnitude os ecossistemas e tampouco suas forças produtivas econômicas e sociais alteraram tanto a natureza (PAULA e MELLO, 2019).

Em relação à Revolução Industrial, podemos alertar que, nos três séculos seguintes a população global aumentou dez vezes atingindo seis bilhões. A população

bovina subiu para 1,4 milhões, produzindo gás metano e cerca de 30 a 50% da superfície do planeta hoje é explorada. Bem como também, o uso de energia cresceu 10 vezes no último século, causando 160 milhões de toneladas de emissão de CO₂ (MENDES, 2020).

Ao que foi colocado no parágrafo anterior, poderiam diferentes assuntos serem levantados, portanto, levando em consideração as constantes trocas em rede que existem no planeta, ao aplicarmos a estes dados a lógica sintrópica da relação sociedade-natureza, verificaremos que novas e maiores trocas energéticas surgiram ao longo do planeta.

Se verificarmos empiricamente as mudanças climáticas, e parcela dos processos que vem redimensionando antigas realidades ambientais, observaremos padrões que fazem parte de um novo conjunto de propriedades, que representam o Antropoceno. Por essa razão, e fugindo da fragmentação cartesiana, o Antropoceno se dinamiza de maneira não estruturalista, mas, porém, de forma evolutiva envolvendo a todas esferas da Terra, inclusive, como ensina Capra e Standl-Rast (1991, p. 11), porque não existem partes em absoluto, apenas “padrões numa teia inseparável de relações”.

Outra característica da nova era geológica-ecológica, e que vai além das emissões de gases estufa, se associa a alguns autores que, para definir o Antropoceno, trazem a ideia dos tecnofósseis, sendo resultantes da combinação sem precedentes de plásticos, fibras, metais, concreto e pesticidas, dentre outros elementos que se apresentam na estratigrafia do planeta. Para esses autores, essa característica é um resultado direto do rápido crescimento da humanidade em número e exploração dos recursos naturais e que tem ao longo dos três últimos séculos crescido exponencialmente (NASCIMENTO, 2020).

Como exemplo, Cerreata et.al. (2019) afirmam que o Antropoceno difere das outras épocas, porque se trata de uma unidade cronoestratigráfica, e que está contida completamente dentro da história humana. Os elementos gerados pela humanidade, têm potencial para persistir a longo prazo nas camadas estratigráficas, resultando em uma gama robusta de evidências deste período geológico-ecológico, delimitado a partir do século XVIII

Em sua leitura menos estruturalista, e corroborando nossas hipóteses, segundo Vianna (2019), as novas paisagens geomorfológicas também seriam uma característica do Antropoceno, pois a interferência humana tem ampliado os processos superficiais do relevo, aumentando em demasia as taxas de transporte de sedimentos, desequilibrando também o fluxo da matéria e energia entre os continentes e alterando os recursos hídricos superficiais.

Para Vianna (2019, p. 358), diferentes evidências antropogênicas sobre o relevo e na camada estratigráfica são também relacionadas a diversas atividades humanas. “Os

parâmetros incluem sedimentos de lago, concentrações de gases de efeito estufa, isótopos artificiais produzidos por detonações de armas nucleares” dentre outros.

Para esse autor (2019, p.356), que relaciona a ampliação dos gases estufa sobre o planeta com a nova época geológica-ecológica, as principais características do Antropoceno seriam: “1) aparência e aumento de depósitos antropogênicos; 2) alteração no volume da biota; 3) mudança geoquímica em sedimentos; 4) alterações climáticas; e 5) eventos catastróficos”.

A influência humana sobre o ambiente causou dramáticas transformações, devido a aceleração das nossas ações. Isso gerou uma série de descontinuidades espaço-temporais, o que originou a sugestão da chegada de uma nova era geológica-ecológica. Neste sentido, corroborando com nossa hipótese, a humanidade representaria uma força motriz responsável pela saída do Holoceno e pela sua chegada ao Antropoceno (FIGUEIREDO, et.al., 2020).

É certo que o crescimento econômico exponencial, que liga o desenvolvimento da ciência moderna à lógica baconiana e ao *homo economicus*, fez da natureza cada vez mais, um objeto refém da sua valoração e exploração. A dinâmica das trocas sistêmicas, que envolvem a todo planeta, acaba suscitando reformulações cada vez mais intensas e crônicas no espaço-tempo. As mesmas, sempre estão ligadas a processos biogeofisicoquímicos muito mais amplos, do que o sistema econômico dominante possa explicar. A sintropia, nascida da relação sociedade-natureza, gerou uma nova dinâmica sistêmica evolutiva “natural”, recheada do artificial que se naturalizou e é essa a questão.

A transição do Holoceno para o Antropoceno, representa uma radical descontinuidade nos fluxos naturais, e demonstra o afastamento do planeta do comportamento esperado. 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, aonde suas consequências serão percebidas por muitos séculos a frente (MENDES, 2020a).

A nova era possui, assim como característica, a marca deixada pela humanidade na superfície terrestre, tornando-a humanizada. Por isso, as transformações geradas nos sistemas naturais, ao criarem padrões inexistentes, trazem também novas espécies, estruturas, processos e formas naturais que se instalam e evoluem, estabelecendo novas dinâmicas de proporções e escalas variadas (PONTE & SZLAFSZTEIN, 2019).

Afirmando essa perspectiva de inovação, gerada a partir da ação humana, Nascimento (2020), se referindo ao Antropoceno, apresenta a pandemia de Covid-19 como elemento didático, que demonstra a interdependência da humanidade com a natureza; Drew (2002), afirma que o desmatamento é responsável pelo surgimento de

novos vírus; Letcher (2021), por sua vez, relaciona o aumento da temperatura global ao surgimento da Covid-19.

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. O Antropoceno implica a atividade geofísica da humanidade, afetando uma grande escala que foge do local, alcançando a todo planeta, envolvendo as esferas naturais como a litosfera, a biosfera, a atmosfera e a criosfera (MENDES, 2020a).

Por isso, nossa pesquisa se aproxima da visão sistêmica planetária ou *Earth Systems Science* (ESS). Visão essa que envolve as esferas naturais, associadas à dinâmica da chamada tecnosfera (MENDES, 2020a).

Corroboramos assim os conceitos ligados à ESS. A ESS, se baseia no conceito de que o planeta é um grande sistema interconectado entre os processos físicos, químicos e biológicos, mantendo complicadas relações que envolvem *feedbacks*, com transferência e transformações de matéria e energia. Por isso, a transição do Holoceno para o Antropoceno, representa uma radical descontinuidade nos fluxos naturais, indo além da causalidade linear. A tecnosfera hoje, para a ESS é híbrida, ou seja, a mesma possui sintropia integrando dialeticamente sociedade e natureza (MENDES, 2020a).

Considerações finais

Vivemos em um panóptico ambiental, alimentado pela ciência clássica, de maneira tão intensamente, que já faz parte de um perigoso senso comum de realidade. Perigoso, porque se faz necessário desenvolver pesquisas fugindo, tanto do sentido estático do espaço, como em planejar a partir da leitura de um tempo linear. Pensar a natureza como um elemento repetitivo e de fácil controle, em pleno século XXI é temeroso, frente a necessária análise dialética da realidade.

Nossa pesquisa verificou que o Holoceno, apresentou uma relativa estabilidade, ligado a pouca demanda energética produtiva, porém, a partir do último século, provavelmente como fruto da interconectividade da humanidade com a natureza, cada vez mais o meio natural apresentou fenômenos imprevisíveis e crônicos, aonde o acaso se faz, a cada dia, mais presente em nossas vidas.

O Antropoceno é em si, essa nova realidade, que tem sua gênese, uma teia de interconectividades, que vão muito além do aquecimento global e da mudança climática. Sendo parte da totalidade, a atmosfera participa dialeticamente de todos mecanismos de troca, aonde as demandas energéticas acontecem, envolvendo a todas esferas.

Ayoade (1986) define clima como a sucessão habitual dos tipos de tempo e, portanto, o tipo de tempo, se associa diretamente, a diferentes fatores geográficos, seja em macro escala (Latitude, altitude, continentalidade, maritimidade), seja na escala local. Portanto, o clima, sendo componente da atmosfera, participa dialeticamente, junto às outras esferas, dos mecanismos trazidos pela influência local da tecnosfera. Aonde cada lugar, através da sua flecha do espaço-tempo, participa efetivamente dos processos gerais do planeta.

As mudanças globais, são fruto de uma dinâmica de ações humanas complexas, envolvendo a todas esferas naturais, onde a tecnosfera é elemento impulsionador e dissipador, gerando assim, fluxos de energia e matéria, que se naturalizaram, e que fazem parte de nosso mecanismo evolutivo espaço-temporal. Por isso, a mudança não é climática, apenas, é dialeticamente da totalidade.

Neste sentido, não é necessária apenas a revisão do processo produtivo, adotando energias e tecnologias sustentáveis, mais, porém, abraçar uma nova perspectiva científica e conceitual, que compreenda o planeta como ele realmente é, ou seja, um mecanismo evolutivo contínuo espaço-temporal, que se auto-organiza, determinando seu futuro muitas vezes de forma imprevisível.

Recentemente, diferentes padrões têm sido quebrados, alterações não apenas climáticas, porém, ecossistemas e comportamentos hídricos, também tem sofrido mudanças. Essas alterações, mesmo que hierarquizadas e fragmentadas, pelo senso comum da realidade, demonstram a evolução conjunta, e que não tem fim, onde a cada desequilíbrio, uma nova ordem de (re)equilíbrio se manifesta espontaneamente, evoluindo como uma espiral do espaço-tempo, desenvolvendo flechas cada vez mais assimétricas.

Esta nova época planetária, aonde a desordem e a geração de novos padrões é mais presente do que no Holoceno, e que já apresenta dados empíricos de sua existência, chamamos de Antropoceno.

Referências

- ASIMOV, Isaac. **Cronología de los descubrimientos: La historia de La ciencia y La tecnologia al Ritmo de los descubrimientos**. Corcega-Barcelona: Ariel Ciencia, 1992.
- AYOADE, J.O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. São Paulo: Difel, 1986.
- BERTALANFFY, Ludwig Von. **Teoria geral dos sistemas**. 3ª ed. Petrópolis: Vozes, 1968.
- BOHM, David. **A totalidade e a ordem implicada: Uma nova percepção da realidade**. São Paulo: Cultrix, 1980.

CAMARGO, Luís Henrique Ramos. **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.

_____. A flecha do espaço-tempo e a totalidade em totalização. **Revista Ensaios de Geografia**, Niterói, vol. 7, nº14, pp. 79-97, maio-agosto de 2021.

CAPEL, Horácio. **Filosofia y ciência em la geografia contemporânea.** Barcelona: Baranova-Temas universitários, 1981.

CAPRA, Frijof e STEINDL-RAST, David. **Pertencendo ao universo: explorando as fronteiras da ciência e da espiritualidade.** 10ª ed. São Paulo: Cultrix, 1991.

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, Antônio. **Modelagem de Sistemas Ambientais.** São Paulo: Edgard Blücher, 1999.

DREW, David. **Processos interativos homem-meio ambiente.** 3ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002.

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

FIGUEIREDO, M.; MARQUESAN, F.F.S.; IMAS, J.M. Anthropocene and "Development": Intertwined Trajectories Since the Beginning of The Great Acceleration of invited reviewers until the decision. **Revista de administração contemporânea. Journal of contemporary administration,** Maringá, n 24(5), p.401-413, 2020.

GUERRA, Antonio Teixeira. **Dicionário geológico-geomorfológico.** Rio de Janeiro: Fundação IBGE, 1969.

LETCHER, T. M. Climate change: observed impacts on planet earth in: **Climate change,** London: Elsevier, 2021.

LORENTZ, Eduard. **A Essência do Caos.** Brasília: Ed. UNB, 1996.

MENDES, J.R. Tradução do artigo "Geology of Mankind" de Paul Crutzen e Eugene Stormer. In: **Anthropocene, Revista de estudo do Antropoceno e ecocrítica I,** Minho-Portugal, p. 117-119, 2020.

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

MORIN, Edgar. **O método I: A natureza da natureza.** Lisboa: Publicações Europa-América, 1977.

NASCIMENTO, A. Reflexões sobre o Antropoceno, o paradigma da espécie humana e seu domínio ilusório sobre o planeta. **Antropocena. Revista de estudo do Antropoceno e ecocrítica 1.** Minho-Portugal, pp. 55-69, 2020.

PAULA, S. A.; MELLO, L. F. As mudanças ambientais e suas dimensões no Antropoceno e no Capitaloceno. Conference. In: **XXI Encontro Nacional de Estudos Populacionais. 2019.** São Paulo. Disponível em: <<http://www.abep.org.br/publicacoes/index.php/anais/article/view/3349/3208>>. Acesso em 2/3/2021.

PELOGGIA, A. Os registros geológicos da ação humana e o Antropoceno -tecnógeno: a estratigrafia da arqueosfera. **XV congresso brasileiro de estudos do quaternário: ecodiversidade e seu estudo no Quaternário.** Imbé, Rio Grande do Sul, v. 2, n 1, p. 12-13, 2015.

PONTE, F. C.; SZLAFSZTEIN, C. F. Uma interpretação geográfica conectada ao Antropoceno. **Revista caminhos de geografia.** Uberlândia, v. 20, n.70, p. 347-366, 2019.

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

PRIGOGINE, Ilya. & STENGERLS, Isabel. **Order out of chaos: mans new dialogue with nature.** 15ª ed. New York, Toronto, London, Sydney, Ackland: Bantam Books, 1984.

SALGADO-LAUBORIAU, Maria Léa. **História Ecológica da Terra.** São Paulo: ed. Edgard Blucher, 1994.

SHELLING, Friedrich Wilhelm Joseph von. **Schelling: aforismos para introdução à filosofia da natureza e aforismos sobre filosofia da natureza.** São Paulo: Folha de São Paulo: 2015.

SCHNEIDER, Stephan H. **Laboratório Terra: o Jogo planetário que não podemos nos dar ao luxo de perder.** Rio de Janeiro: Rocco, 1998.

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

TRINKAUS, Erik; SHIPMAN, Pat. **The Neandertals: changing the image of Mankind.** Londres: Jonathan Cape, 1993.

VEIGA, José Eli. **O Antropoceno e a ciência do sistema Terra.** São Paulo: editora 34, 2019.

VIANNA R. B. Retornar à Terra no Antropoceno: estamos atrasados? **Desenvolvimento e meio ambiente.** Curitiba, v.42, p. 385-397, 2017.

Sobre o autor:

Luis Henrique de Camargo

Doutor e Pós-doutor em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ; Mestre em Ciências em Gestão ambiental pela Universidade Estácio de Sá – UNESA; docente em Geografia na Universidade Federal Fluminense – UFF e docente na Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ. E-mail: geocamargo64@yahoo.com