



ANTROPOCENO: “NOVO” PARADIGMA DA CIÊNCIA?

Anthropocene: “new” science paradigm?

Anthropocène: “nouveau” paradigme scientifique?

 <https://doi.org/10.35701/rcgs.v24.915>

Telma Mendes da Silva¹

Carolina Campos Eduardo Oliveira²

Histórico do Artigo:

Recebido em 11 de março de 2023

Aceito em 30 de junho de 2023

Publicado em 12 de julho de 2023

RESUMO

A Ciência busca traçar caminhos para o entendimento de um novo momento dos processos de transformação do Planeta Terra. Um momento bem diferenciado dos mecanismos evolutivos que ocorreram e ocorrem em escalas de tempo longo onde a principal chave de interpretação voltava-se para busca de entendimento de eventos geológico-geomorfológicos e ambientais naturais, sem participação das atividades imediatistas implementadas pela ação dos seres humanos. Neste artigo, procurou-se, portanto, trazer para debate tais questionamentos, partindo-se de contribuições existentes dentro da Geografia e ciências afins e que venham balizar a aplicação de uma abordagem teórico-metodológica que analise e avalie este novo momento no qual a humanidade se apresenta como agente na modelagem de processos evolutivos terrestre.

Palavras-Chave: Evolução da paisagem. Escala de tempo curto e longo. Reflexões científicas.

ABSTRACT

Science tries to find ways of understanding a new moment of planet Earth's transformation processes. A new moment well differentiated from the evolutionary mechanisms that have happened and still do on the long-time scale where the main interpretation key focused on the search of understanding geological-geomorphological and environmental natural events, without the participation of immediate activities implemented by human action. Therefore, in this article, we tried to raise debate about such questions, starting from geographical and Science alike contributions capable of guiding the application of a theoretical-methodological approach that analyzes and evaluates this new moment in which humanity presents itself as a modeling agent of Earth's evolutionary processes.

Keywords: Landscape evolution. Short and long-time scale. Scientific reflections.

RÉSUMÉ

La Science cherche à tracer des chemins pour comprendre un nouveau moment dans les processus de transformation de la planète Terre. Un moment bien différencié des mécanismes évolutifs qui se

¹ Professora do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).
E-mail: telmageo@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-2464-1868>

² Doutora em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). E-mail: carolcampos13@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-7557-9270>

sont produits et se produisent à des échelles de temps longues où la principale clé d'interprétation s'est tournée vers la recherche de la compréhension des événements géologiques-géomorphologiques et environnementaux naturels, sans participation aux activités immédiates mises en œuvre par l'action des êtres humains. Dans cet article, nous avons donc cherché à apporter de telles questions au débat, à partir des contributions existantes au sein de la Géographie et des sciences connexes et qui guideront l'application d'une approche théorique et méthodologique qui analyse et évalue ce nouveau moment où l'humanité se présente comme agent dans la modélisation des processus évolutifs terrestres.

Mots clés: Évolution du paysage. Échelle de temps court et long. Réflexions scientifiques.

INTRODUÇÃO

A proposição de que vivemos em uma nova época geológica, original em relação a tudo o que ocorreu ao longo da história do planeta Terra, fornece um conceito interdisciplinar - o Antropoceno – que passa a ter papel fundamental na discussão sobre problemas ambientais locais e globais.

Este artigo busca trazer para debate questões vinculadas ao papel da ação humana na intensidade e magnitude do mecanismo de alteração da paisagem na escala de tempo curto, contrastando com as modificações ocorridas em escala de tempo longo.

Foi também inserido um breve histórico da percepção de alguns autores, bem como a descrição de momentos em que as atividades desencadeadas pela forma de uso e ocupação dos terrenos foram tomando proporções que levaram a acelerar os processos de alteração do funcionamento do planeta. Ressaltamos, p. ex., o fato de que a aceleração de processos geológico-geomorfológicos gera um aporte de materiais em quantidade muito superior e diversificado, em um curto intervalo de tempo, e, portanto, bastante diferenciados dos processos que moldaram a paisagem em uma escala de tempo longo, na qual o ser humano ainda não compartilhava o mecanismo evolutivo da paisagem.

Dentro deste contexto, buscaremos debater sobre algumas reflexões de como os rumos da ciência geográfica (bem como suas distintas áreas de conhecimento) estão se adaptando à essa nova visão de mundo, onde o ser humano tem apresentado papel primordial no desencadeamento de fenômenos socioambientais.

NOVAS PERSPECTIVAS DE ANÁLISE EM GEOGRAFIA E CIÊNCIAS AFINS

Surge nos últimos anos uma nova perspectiva de análise para Geografia e ciências afins. Christopherson e Birkeland (2017) discutem como a ciência geográfica é unificada muito mais por seu método do que por um corpo de conhecimento específico; considerando aqui método enquanto análise espacial. Portanto, a partir de então, usa o método como meio de sintetizar (agrupar) tópicos derivados

de distintos campos de análise, integrando informações para formar um conceito de “Terra abrangente”, no qual os fenômenos ocorrem em espaços, áreas e localizações específicas.

No que se refere ao estudo de processos desencadeados na superfície terrestre, estes mesmos autores ressaltam que tal conhecimento perpassa por “um conjunto de ações ou mecanismos que operam em alguma ordem necessária, sendo um conceito essencial para a análise geográfica”, ou seja, é “o estudo que busca compreender a Terra como um ente completo, um conjunto interagente de sistemas físicos, químicos e biológicos.” (CHRISTOPHERSON; BIRKELAND, 2017, p. 04). Ao tratarem da discussão contemporânea de um estudo de cunho geográfico, debatem que esse gira em torno da influência crescente da contribuição de atividades desenvolvidas pelos seres humanos sobre os sistemas terrestres como sendo uma das preocupações centrais da discussão teórico-metodológica. Sendo assim, utilizam-se da abordagem dos geossistemas proposta por Bertrand (1968) em todos os temas abordados pela geografia, procurando discutir a influência humana sobre a Terra, que hoje está em toda parte.

Em Goudie (2017) encontra-se uma proposta mais específica do papel dos geógrafos, ditos “físicos”, que, nas últimas décadas, vêm debatendo sobre a ação humana no ambiente em escalas locais e, nesta abordagem, algumas áreas de análise se voltam ao estudo da ação de atividades socioeconômicas na transformação da paisagem, tais como a antropogeomorfologia e a história ambiental. Assim, o autor exemplifica estudos sobre a história da erosão de solos nos Estados Unidos em que foram utilizados documentos na reconstituição histórica da paisagem a partir de atividades agrícolas, demonstrando como poderia ser realizado e aplicado estudos antropogeomorfológicos no estudo da evolução histórica da paisagem.

Wilkinson (2005) discute justamente o papel da ação humana no mecanismo de desnudação da superfície terrestre e a compara com taxas naturais dos processos erosivos em escala de tempo longo. Em seu trabalho procura debater taxas de desnudação continental, também nos Estados Unidos, com aquelas provenientes de alteração na superfície por construções e intervenções dadas pela agência humana das mais diversas maneiras e, principalmente, por atividades agrícolas.

Segundo autores consultados ao longo do trabalho deste autor, as taxas de desnudação em tempo longo, baseadas em análises de volumes de sedimentos encontrados em bacias sedimentares, são um pouco mais baixas do que aquelas derivadas de grandes cargas de sedimentos fluviais modernas. Fluxos de carga suspensa e dissolvida em grandes bacias hidrográficas que drenam superfícies continentais (não cobertas por gelo) têm uma estimativa de taxa média de desnudação atual

de ~ 67 m/m.a. (PINET; SOURIAU, 1998 *apud* WILKSON, 2005); enquanto as taxas de erosão induzidas pelo homem excederem em muito as representadas pela linha de base de tempo longo. Cita como exemplo, as terras agrícolas da Terra que estão atualmente sendo desnudadas a uma taxa média de ~ 643 m/m.a, ou seja, ~ 27 vezes mais rápido do que as taxas de erosão em tempo longo inferidas a partir de processos naturais (24 m/m.a.). Estudos voltados à história ecológica e ambiental de terras no Mediterrâneo e nos trópicos também vêm sendo investigadas, bem como alusões ao relato da história do desmatamento mundial como sendo o grande pilar da intervenção humana no planeta. Ressalta-se que, nos últimos anos, uma das principais razões para o aumento do interesse nesta abordagem de investigação refere-se ao fato da existência, cada vez mais precisa e confiável, de técnicas e avanço de geotecnologias que possibilitam uma reconstrução ambiental mais primorosa para relacionar mudanças ambientais a eventos históricos e pré-históricos da ação humana.

Goudie (2017), no entanto, chama atenção que, assim como outros autores debateram, é preciso ir além da ideia de causa e efeito proporcionada pela atividade humana e olhar interações e efeitos de retroalimentação (*feedback*) que ocorrem quando se considera a abordagem sistêmica do ambiente. Há um interesse crescente da comunidade científica, p. ex., em mensurar as influências climáticas sobre diversos aspectos tais como: saúde humana, eventos migratórios, abandono de assentamentos, dentre outros. No entanto, esta abordagem tem sido criticada por alguns estudiosos que a denominam como uma forma de determinismo neoambiental, sendo, de fato, necessário ser mais cauteloso sobre algumas das manifestações mais extremas.

Estudos integrados sobre a reconstituição paleoambiental no Período Quaternário, em consonância com a arqueologia histórica, já registraram que paleoformas podem estar associadas a locais de antigos assentamentos, sobre as quais alterações climáticas pretéritas levaram a mudanças em níveis de lagos, flutuações do nível do mar e no regime climático que auxiliaram na compreensão de períodos de ocupação e também de abandono de assentamentos e esses eventos controlaram (e controlam), de fato, as migrações humanas.

Goudie (2017) cita ainda que outros exemplos dos efeitos de alterações climáticas sobre a distribuição dos povos são reconhecidos na história, como, p. ex., o grande evento de seca ocorrido a, aproximadamente 8.200 anos atrás (Holoceno); ou o chamado esverdeamento do Saara (*Greening of the Sahara*) em um período úmido do início a meados do Holoceno, o qual pode ter levado a uma explosão de atividade dos povos neolíticos; e, de modo inverso, a conhecida “Pequena Idade do Gelo”,

que também teve implicações para a sociedade como a retração da produtividade de vinhos em regiões montanhosas da Europa.

Dentro desta discussão da influência de variações climáticas e modificações da e na organização das sociedades, os autores Pausata *et al.* (2020) fazem ressalva sobre o papel ativo desempenhado, tanto na escala de tempo curta quanto longa, pelo deserto do Saara no sistema climático e, por extensão, nas alterações socioambientais. Estes autores discutem que mudanças no clima do Saara, além dos impactos locais, também estão associadas às mudanças na circulação atmosférica regional e podem gerar impactos remotos em áreas bem distantes, como o Pacífico equatorial ou o Ártico. Ressaltam, ainda, que esta área abriga um dos sistemas de monções mais proeminente do mundo e que estes sistemas tiveram ligações diretas na variabilidade em climas passados, registrados principalmente para o Holoceno, auxiliando na compreensão dos impulsionadores e *feedbacks* que governam o clima do norte da África e suas teleconexões (ou seja, relações de longa distância com o clima em outras regiões). Modelos teóricos avaliados por estes autores, em relação a dados paleoclimáticos, sugerem que expansões e recuos abruptos do deserto aconteceram ao longo do tempo e, assim, o *feedback* precipitação-vegetação (o chamado *Greening of the Sahara*) pode ser considerado como tendo papel crucial na regulação da dinâmica climática.

Pausata *et al.* (2020) mencionam que na atualidade, este deserto é a maior fonte de poeira mineral transportada pelo ar na Terra. Sendo assim, considerado um dos componentes de aerossóis atmosféricos dos mais abundantes e contribuindo para mais da metade da carga total de massa de aerossol global, colaboraria significativamente para a variabilidade climática, alterando a radiação solar incidente, as propriedades das nuvens, a circulação tanto atmosférica quanto oceânica e, portanto, afetando o desenvolvimento de chuvas e tempestades. Soma-se ainda a importância desse sistema na circulação atmosférica global ao impacto recente de forçantes antropogênicas (emissões de efeito estufa e intervenções de uso da terra), tornando-se evidente que flutuações ainda maiores no futuro devam existir; demonstrando o quão integrado são os mecanismos de modificações naturais e sociais na diversidade de estruturas escalares.

Nesta perspectiva, estudos reflexivos e integradores tais como o trabalho de Lave *et al.* (2019) trazem para debate valores sobre a relevância da escala humana nas mudanças ambientais e propõem a Geografia Física Crítica (GFC). Os autores procuram demonstrar que o conjunto de trabalhos já publicados nesta linha de raciocínio abrange uma variedade de tópicos e campos da Geografia e possui característica unificadora e de interação profunda com as teorias de poder e das ciências físicas,

utilizando as estruturas explicativas integradoras para iluminar ainda mais a coprodução dos sistemas sociobiofísicos. A ideia central desta abordagem diz respeito ao fato dos processos atuais fundamentais no planeta Terra serem dominados por atividades humanas, encaminhando assim para a proposta de uma ‘nova época geológica – o Antropoceno – para caracterizar o período atual da história da Terra, reconhecendo que as amplas áreas de pesquisa existentes são simplesmente inteligíveis se considerarem aspectos humanos e físicos isoladamente.” (LAVE et al, 2019, p.82).

De igual foram, foi colocado que a GFC foi precedida por três décadas de trabalhos nas áreas da ecologia política e da história ambiental, combinando pesquisa etnográfica com atenção à especificidade dos atributos materiais da natureza para explicar a degradação e as mudanças ambientais.

Os autores demonstram que “para nos livrarmos desse dualismo humano/natureza, nossos conceitos e modelos explicativos precisam mudar” ((LAVE et al, 2019, p.82), pois a “aceleração das mudanças e das conexões entre estes sistemas é indiscutível, mas, uma vez que adotadas no campo político, estas fronteiras viram realidade e são implementadas institucionalmente”, mudando-se assim “de uma linha socialmente construída a uma linha que ativamente constrói a sociedade”. Ou seja, para que se possa “entender melhor os mecanismos de degradação ambiental atuais, a vulnerabilidade aos perigos naturais e as dinâmicas de insegurança alimentar, precisamos dar atenção às diferentes fases do capitalismo e as marcas que elas deixam nas paisagens.” (LAVE et al, 2019, p. 82)

Muitos são os estudos que procuram registrar e documentar mecanismos de alteração da paisagem pela atividade humana, tanto a nível nacional como internacional. Para exemplificar, citaremos aqui a pesquisa de Viana e Ramos (1996) ao analisar as consequências da atividade antrópica sobre aspectos hidromorfológicos na represa do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Neste estudo, os autores registraram que os mecanismos de erosão das encostas do Morro Santana (Porto Alegre, RS), derivados da retirada da cobertura vegetal natural, expuseram os solos à erosão e, ainda, levou ao aumento do escoamento ao longo dos canais e à concentração de águas pluviais, principalmente, ao longo das vias abertas e, eventualmente, rede de esgoto. Estes fatos terminaram por colocar em risco as habitações pela abertura de grandes sulcos erosivos. Assim, registraram que a partir da ocupação cada vez mais intensa do espaço pelo homem, e da utilização de máquinas agrícolas que causam os mais variados impactos sob o ambiente, formaram-se depósitos que remetem e registram a ação humana na paisagem e, neste caso em específico, levaram à aceleração de processo de assoreamento da represa.

Este foi só um exemplo de milhares existentes das respostas complexas do sistema ambiental frente a este “novo” *input* de energia, que vai além dos fatores externos e internos, mas estão diretamente vinculados à participação da humanidade enquanto agente geológico-geomorfológico de transformação da paisagem.

COMO E QUANDO SURTIU A CONCEPÇÃO DE ANTROPOCENO?

O surgimento dos primeiros seres humanos no planeta Terra teria ocorrido no período Neógeno. A instrumentalização de fragmentos naturais ocorreu com o uso de seixos e calhaus na confecção de instrumentos ou ferramentas pelos *Australopithecus* (Tanzânia, África Oriental) e, posteriormente, a partir do uso do machado na cultura paleolítica inferior da época do *Homo erectus*. Com o surgimento do *Homo sapiens sapiens*, a cultura dos metais é então implementada e, finalmente, nos últimos 5.000 a 6.000 anos, através da introdução das máquinas, cada vez mais o ambiente foi sendo transformado de modo mais rápido e intenso. As primeiras alterações da superfície terrestre puderam ser identificadas e, assim, a evolução da participação humana na compreensão do conceito de paisagem “moderna”, passando a ser considerada como situação *sine qua non* em seu mecanismo evolutivo e que vai muito além dos processos naturais.

Para Suguio (2010, p.20), a ação humana deve ser considerada “como um agente geológico muito ativo, pois o homem tende a deixar, com frequência crescente, vestígios de sua presença em sedimentos, na geomorfologia e nos ambientes em geral.” Este autor cita que na escala de tempo geológico, o Período mais recente (Quaternário) “[...] passou a ser um tempo caracterizado pela intensificação das atividades antrópicas ou pela “hominização”, definida pelo surgimento do homem sobre a Terra” (SUGUIO, 2010, p.16).

Os primeiros registros da ação humana impressos na paisagem datam do período Quaternário, iniciado a, aproximadamente, 2.58 Ma. (*International Union of Geological Sciences – IUGS*, 2022). Apesar do termo Antropoceno (de raízes gregas, “*anthropos*” significa homem e “*cenos*” significa novo) não ser ainda oficialmente aceito e, portanto, não constar na carta cronoestratigráfica internacional proposta pelo IUGS em 2022, suas reverberações têm sido bastante estudadas nas ciências naturais. A intensidade e magnitude de atuação dessa nova “força” e sua interação com a biogeofísica natural na conformação de novas paisagens, podem ser dimensionadas pelo uso intensivo da terra, como processos de implementação e expansão de sítios urbanos com realização de impermeabilização de

solos, confecção de canais de drenagem artificiais e estradas, construção de barragens, atividades de mineração, dentre tantos outros.

Em estudos sobre a (re)constituição da paisagem, o botânico francês Auguste de Saint-Hilaire (1779-1853) chamou atenção para as feições de relevo alteradas, em um processo de apropriação pela sociedade, que começaram a ser registradas, mais intensamente, no século XIX. Este pesquisador, em expedição pelo Sul e Sudeste brasileiro, fez inúmeras observações em seus relatórios de viagem e em sua obra de 1837 (republicada em 2011) intitulada “O quadro geográfico da vegetação primitiva na Província de Minas Gerais”, argumentou que mesmo os bosques encontrados “(...) separados a intervalos regulares, tornaram-se obra nossa, e nossos prados, continuamente revolvidos pela mão do homem, e são tão artificiais quanto os pastos aos quais nos apraz dar particularmente esse nome. E, no meio de tantas mudanças, quantas espécies desapareceram!” (SAINT-HILAIRE, 2011, p.17).

Nessa mesma abordagem, Steffen *et al.* (2011) colocaram que as transformações geradas pela ação humana atingiram níveis bastante acentuados, desde escalas locais a interferências globais. Sendo que as marcas impressas na paisagem natural tornaram-se tão ativas que, por muitas vezes, sobrepõem as próprias forças dos elementos da natureza, trazendo alterações irreversíveis ou, ainda, com alto poder de impacto sobre o funcionamento do sistema ambiental. De acordo com estes autores, o avanço do domínio de técnicas para explorar o espaço geográfico tem propiciado debates sobre uma época de “maior empoderamento” do homem sobre a natureza, que somado ao advento da Revolução Industrial no século XIX, vem sendo demonstrado como um dos maiores marcos na história da Terra, e no qual o conceito de Antropoceno é levado mais a efeito.

Um dos primeiros autores que incorporaram o escopo dos estudos do Antropoceno e seus efeitos das intensas alterações, em escala local e global, foi o químico Paul Jozef Crutzen (2002). Este estudo partiu inicialmente dos fenômenos associados à introdução de substâncias nocivas na atmosfera, como diversos tipos de gases (óxido de nitrogênio - NO; monóxido de carbono – CO; dióxido de enxofre - SO₂; dentre outros) e que levaram a mudanças globais perceptíveis. O autor sugere como início do Antropoceno a última parte do século XVIII, ao avançar em suas investigações sobre o ar aprisionado em gelo polar que foi capaz de indicar a concentração global de dióxido de carbono e metano em distintos momentos do tempo. Ainda, nesse rol de reflexões, tem-se questões sobre o lançamento de contaminantes em rios e solos que provocaram e provocam alterações nos ecossistemas aquáticos e terrestres, atingindo tanto a flora e a fauna, bem como ao próprio ser humano. Este mesmo autor, coloca

ainda que cerca de 30 a 50% da superfície terrestre estaria diretamente sob influência das atividades exploratórias da sociedade.

Em escala local, as mudanças apreendidas são consideradas por inúmeros pesquisadores como tendo início pelo desmatamento de diversos biomas, em função da expansão extensiva da agricultura, seguida pela expansão da urbanização e, nas últimas décadas, por distintas formas diretas de intervenção, tais como: incremento de fertilizantes nos solos para a produtividade dos gêneros alimentícios; alterações hidrológicas de canais fluviais; cortes de encosta; aterros; processos erosivos acelerados e, conseqüente, aumento de transporte e aporte de sedimentos para rios, lagos e oceano; dentre outras modificações diretas e indiretas na paisagem correlacionadas à elevada frequência e alta magnitude das modificações no uso e ocupação da terra.

A transformação da paisagem pela ação humana evidencia, portanto, influência no quadro natural numa perspectiva de compreensão do sujeito como um agente modificador de seu espaço de vivência. Contudo, há nesse discurso, ainda, uma abordagem insuficiente para entender a humanidade como parte do todo, ou seja, enquanto um componente do processo histórico da evolução dos próprios processos naturais (LIMA, 2015).

Como afirmam Steffen *et al.* (2007), todas essas mudanças sugerem que o Antropoceno tenha iniciado no planeta uma fase de mudança do estado geológico natural para o de profundas alterações dentro da época interglacial holocênica (0,0117 Ma.). Os autores supracitados, estudando ciclos biogeoquímicos e suas temporalidades, sugerem três fases distintas para o Antropoceno: a) Estágio I (1800 a 1945) - Era Industrial: correspondente a transição da humanidade, influenciada pelo Iluminismo e alguns pensadores, que apontavam a fase influenciada pela escassez de madeira derivada do intenso desmatamento e ao abundante uso da energia hídrica e de carvão. Insere-se nesse contexto, estruturas sociais e políticas, além do surgimento do sistema bancário e do mercado; b) Estágio II - Grande Aceleração (1945 a 2015): essa fase seria caracterizada pelo crescimento expressivo da população mundial, da economia global, associada ao consumo do petróleo em 3,5 vezes desde a década de 1960. Nessa conjuntura, diferentes culturas e sociedades são afetadas pelas interconexões advindas da comunicação eletrônica, internacionalização e o aumento da pressão sobre o ambiente pela ação humana; portanto, o século XX é marcado pela explosão de impactos globais e, assim, caracteriza o segundo estágio do antropoceno como sendo o de grande aceleração, marcado também pela Primeira Guerra Mundial, Grande Depressão e Segunda Guerra Mundial, eventos que afetaram a vida social, político-econômica, bem como a gestão dos recursos naturais; c) Estágio III - administradores do sistema

Terra (2015/...): seria a fase em que a humanidade começa a tomar consciência das consequências das atividades produtivas e do uso inadequado de recursos naturais, passando a desenvolver estratégias que visem a sustentabilidade do sistema. De acordo com os mesmos autores, neste estágio houve o reconhecimento de que “(...) as atividades humanas estão de fato, afetando a estrutura e funcionamento do sistema terrestre, como um todo” (STEFFEN *et al.*, 2007, p. 618). Com isso, surgem movimentos ambientalistas que trazem à tona causas e efeitos no planeta em função da concentração de dióxido de carbono, do aquecimento global, do aumento do efeito estufa, dentre outras interferências a nível planetário.

Cunha (2015) argumenta que a sociedade é produtora e reprodutora, seja na escala global com a perturbação do ciclo do carbono e questões que dizem respeito ao aquecimento global; mas também na escala regional pelos acidentes ambientais provocados, como p. ex. no Brasil, o rompimento de barragens de rejeitos minerais nos últimos anos em algumas localidades que gerou graves questões socioambientais em bacias de drenagem a nível regional e, ainda, na escala local, ao que se refere a cortes indevidos de taludes, retificações e mudanças de trechos de canais fluviais, dentre outras intervenções diretas e indiretas no terreno.

Perspectivas recentes argumentam ainda que há, portanto, um novo ritmo, em escala mundial, com intensidades e velocidades distintas de domínio do meio ambiental. A argumentação sobre a era do capital, enquanto força aceleradora do tempo da atividade social, é inserida como um marco temporal das mudanças ambientais, surgindo a proposta do conceito do Capitaloceno (MOORE, 2017). Este autor levanta a questão do modelo atual de se pensar o sistema Terra, no qual o antropoceno evoca a dualidade sociedade e natureza, como se esta não integrasse a humanidade em seu processo histórico. O termo capitaloceno surge então como uma alternativa no modo de se ver o mundo, para aquela onde o ser humano seria um agente triunfalista sobre a paisagem (BARCELOS, 2019) e onde as transformações ambientais seriam entendidas como resultado das relações e de processos históricos, associadas à acumulação de capital, na busca pelo poder e na produção de uma outra natureza. O autor afirma que o processo de acúmulo de capital torna a exploração um modo social capaz de transformar o ambiente.

O capitaloceno acena para o debate sobre o modo de produção imperativo de acumulação que, muitas vezes, em uma visão macro antiecológica, atinge níveis de transformações na paisagem em um grau elevado, que dificilmente poderá ser capaz de retroceder. Além disso, o termo encobre qual

humanidade é esta, que está no cerne da culpa pelas rupturas, quebras e responsabilidades sobre os conflitos de classes, que se manifestam, dentre outras formas, na paisagem.

Segundo Souza (2020), o capitaloceno é um termo mais crítico, pois traz bem mais do que a simples concepção de degradação dos ecossistemas, mas reflete como essa conjuntura vem afetando os modos de vida da população, da produção de tragédias ambientais e de problemas ecossociais.

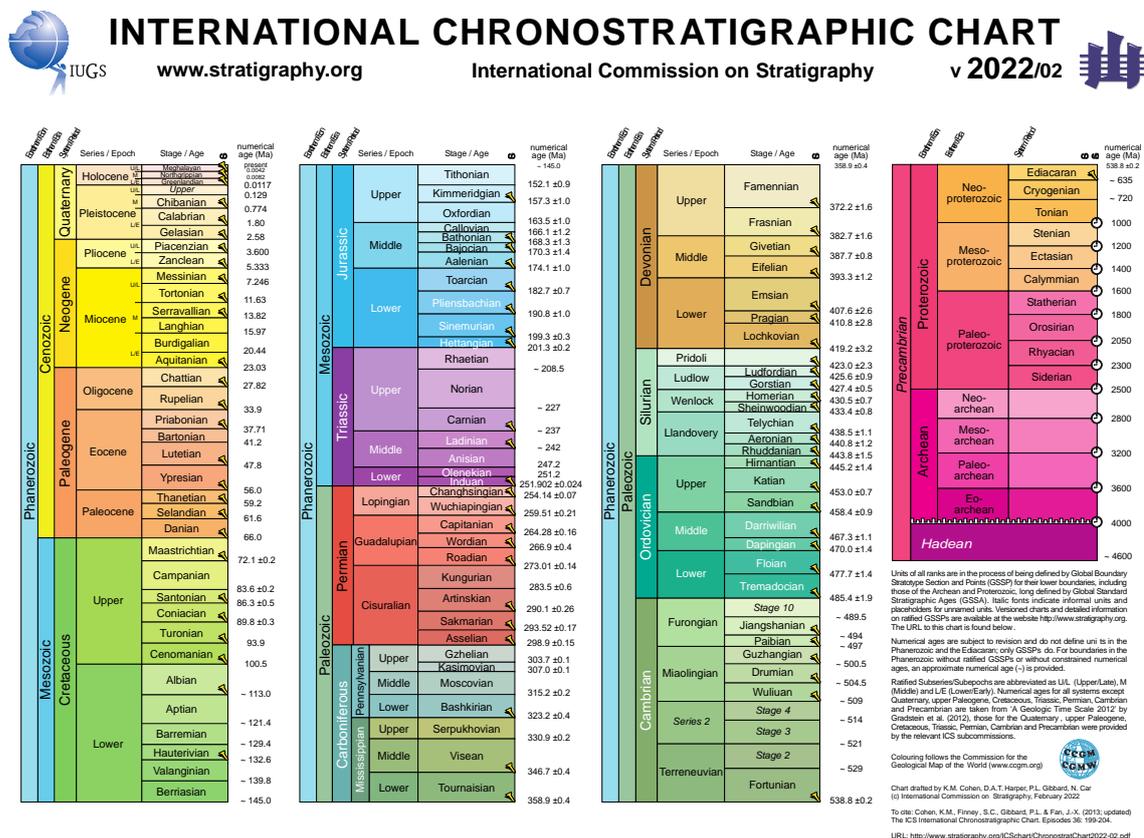
E buscando uma reflexão mais aprofundada, os especialistas perceberam claramente que com o “[...] advento do Antropoceno há possibilidade, se não necessidade, de uma cuidadosa passagem “adaptada” e “resiliente” da totalidade do Sistema Terrestre” (SWYNGEDOUW, 2019) que possui uma ligação socionatural, intrinsecamente entrelaçada, mas indeterminada, e que abre a possibilidade de ser transformada de maneiras diferentes. A Terra seria, nesse momento, um sistema complexo, não linear e indeterminado com múltiplos ciclos de retroalimentação e dinâmicas heterogêneas nas quais as atividades humanas devem ser agregadas como parte dos processos de (trans)formação; onde formas de transformação físico-geo-social desigual e combinada são reconhecidas como principais *inputs* de transformações profundas que caracterizam o Antropoceno.

E COMO O ANTROPOCENO TEM SENDO INCORPORADO OFICIALMENTE COMO MARCADOR DO TEMPO GEOLÓGICO?

Goudie e Villes (2016) avançam no debate do Antropoceno em pontos relevantes. Em primeiro lugar, relacionam seu significado a um conceito específico, onde a discussão sobre sua identificação, enquanto registro geológico, estaria, por sua vez, associado sobre quando o Antropoceno, de fato, poderia ser decretado com a marcação por um “alfinete dourado” (*golden spike*); esta expressão, para a Estratigrafia, corresponderia ao local (seção e ponto) em que se reconhece internacionalmente um estratotipo de limite global como sendo o ponto/marco de referência do limite inferior de um estágio na escala de tempo geológico. A definição precisa de unidades globais (sistemas, séries e estágios) da Carta Cronoestratigráfica Internacional (*International Chronostratigraphic Chart* - Figura 1), a qual é a base para definição das unidades (períodos, épocas e idades) das escalas de tempo geológico que são reconhecidas e marcadas em campo em distintas seções e pontos do estratotipos de limite global (*Global Stratotype Section and Point* - GSSP) e representados simbolicamente por *golden spikes* - pequenos símbolos (“alfinetes dourados”) marcando a base de cada estágio geológico reconhecido e a idade correspondente lateralmente. Este documento produzido pela Comissão Internacional de Estratigrafia (*International Commission on Stratigraphy* – ICS - da *International Union of Geological Sciences* – IUGS)

estabelece padrões globais e escala fundamental para entendimento da história de eventos evolutivos do planeta Terra.

Figura 1: Carta Cronoestratigráfica Internacional.



Fonte: IUGS - International Commission in Stratigraphy (2022).

Além dos pontos supracitados, Goudie e Villes (2016) completam a reflexão sobre Antropoceno com um outro ponto correspondente ao significado do termo frente aos seres humanos, e de como foi e está sendo dada a forma de relacionamento com o sistema-Terra por esse viés.

No entanto, apesar de todos os argumentos já reunidos, observa-se na figura 1 que ainda não há referência ao Antropoceno como uma unidade geológica formalmente definida na escala de tempo geológico, isto é, uma subdivisão formal para o Antropoceno, pois oficialmente ainda estaríamos na Era Meghalayan da época do Holoceno.

E por que ainda não existe uma definição formal, em termos de idade, para o início do Antropoceno? Primeiro porque para se reconhecer uma seção geológica típica, que possua um marcador formal (*golden spike*) de um determinado “tempo geológico” é necessário cumprir um conjunto de critérios

preestabelecidos pela Comissão Internacional de Estratigrafia: limite de idade inferior deve ser definido a partir de um marcador primário (geralmente o dado da primeira aparição de uma espécie fóssil); também deve haver marcadores secundários (outros fósseis, química, reversão geomagnética); o horizonte em que o marcador aparece deve ter minerais que podem ser datados radiometricamente; o marcador deve ter correlação regional e global em afloramentos da mesma idade, dentre outros critérios que podem ser encontrados discriminados em <https://stratigraphy.org/gssps/#quaternary>. E o que ocorre com o Antropoceno? Ainda não há um consenso na comunidade científica de qual seria o marco mais expressivo, em termos globais, que poderia ser considerado como um registro único que definiria este momento na linha de tempo; além de não haver fósseis possíveis de serem datados como marco temporal e ainda pelo Antropoceno corresponder a tempos históricos distintos para diferentes regiões do planeta. Logo, a inserção de uma mudança antrópica como registro geológico *stricto sensu* refere-se a uma questão ainda de muito debate e que possui profundas relações socioambientais e que tem sido, pela primeira vez, tema de interesse e discussão amplos sobre uma nova subdivisão do tempo geológico (BOGGIANI, comunicação verbal).

Mediante essa questão, existe, desde maio de 2019, dentro da Subcomissão sobre Estratigrafia do Quaternário do IUGS, um Grupo de Trabalho exclusivo que envolve o Antropoceno (*Subcommission on Quaternary Stratigraphy - Antropoceno Working Group (AWG)* - <http://quaternary.stratigraphy.org/working-groups/anthropocene/>), que vem discutindo questões-chaves sobre este momento da história evolutiva do planeta, tais como: o Antropoceno deve ser tratado como uma unidade cronoestratigráfica formal definida por um GSSP? O guia principal para a base do Antropoceno deve ser um dos sinais estratigráficos em torno de meados do século XX? Enfim, as discussões se iniciaram formalmente e deverão ser mais acirradas nos próximos anos, haja visto todo interesse, a nível mundial, sobre o assunto e a necessidade de ajustar a intensidade da ação humana na Terra; e, assim, formalizar uma proposta de incursão do Antropoceno na Carta Cronoestratigráfica Internacional.

Em termos gerais, Boggiani (Comunicação verbal) relembra que para ser aceito como um termo considerado como tempo geológico formal, o Antropoceno precisa ser cientificamente justificado, ou seja, o "sinal geológico" deve ser identificado em camadas deposicionais e ser significativamente claro e distinguível de outros momentos da história geológica da Terra. Evidências têm sido intensamente buscadas e reunidas para demonstrar a expressividade deste fenômeno na transformação dos processos

de alteração da superfície terrestre, sendo assim útil para estabelecimento de um termo formal na comunidade científica.

Alguns autores, tais como Barras (2018) comenta que provavelmente o Antropoceno será marcado por um sinal químico ou biológico, mas ainda não há qualquer informação oficial; talvez os cientistas definam o início a partir do aumento da radioatividade atmosférica, a partir de testes com bombas atômicas, ou a crescente concentração de microplásticos no meio ambiente ou ainda um outro registro. Dentre as sugestões mencionadas, uma das discussões mais robustas que permitiriam à definição início do Antropoceno como época geológica seria mesmo a de usar um marcador radioativo que pudesse ser identificado em camadas de sedimentos e solos, oriundo do *fallout* (queda de radionuclídeos) derivadas das detonações nucleares atmosféricas do século XX (SILVA *et al.*, 2020).

Há ainda muitos questionamentos entre os geocientistas e um destes diz respeito a se um país ou cidade consideraria um privilégio ser reconhecido como detentor do *golden spike* do Antropoceno, pois esse fato pode sugerir que seu país é o local em que as transformações em razão da ação humana tiveram maior impacto; e talvez esta posição não seja bem vista na corrida entre os países para reivindicar este “prêmio”.

PAISAGEM “ANTROPOCÊNICA” E PROCESSOS GEOLÓGICO-GEOMORFOLÓGICOS

A inserção do ser humano enquanto agente geológico-geomorfológico remete ao final do século XVIII e início do século XIX com os estudos de George Perkins Marsh em 1864 e a obra de *Nathaniel Southgate Shaler* em 1905. Embora não estabeleçam relações diretas a processos geológico-geomorfológicos, essas obras trataram de mudanças ambientais generalizadas pelas consequências do desmatamento, como efeitos sintomáticos da atuação antrópica (BUTLER, 2018). Segundo este autor, uma contribuição relacionada à obra de R. L. Sherlock (1922) refere-se à descrição do enorme volume de sedimentos deslocados na Grã-Bretanha até o ano de 1914, responsabilizando a sociedade pela modificação do relevo. Butler (2018) pondera que embora o termo Antropoceno apareça posteriormente, a obra de Sherlock (1922) forneceu informações essenciais a respeito do papel e influência dos seres humanos como agentes geológico-geomorfológicos. Em sua obra, Butler (2018) menciona diversas maneiras de intervenções na paisagem, dadas pela extração de materiais superficiais e/ou subsuperficiais, atividades de construção e suas alterações na paisagem, escórias, dentre outras atividades voltadas ao setor industrial.

Léon Aufrère (1929) destacou ações topográficas que subsidiaram condições de uso da terra, inserindo o homem, assim, como um agente transformador da paisagem. Como exemplo, citam que apesar de terrenos íngremes imporem dificuldades em cultivos agrícolas, o ser humano foi capaz de contornar a situação por meio de técnicas, como execução de aterros ou sustentações para assegurar a solidez do solo de forma que essas localidades pudessem ser utilizadas. No entanto, esse mesmo autor, ressalta que deve ser levado em consideração todos os fatores que levaram e levam à alteração dos terrenos; desde a ação lenta de cada gota de chuva que possui menor ação de transformação até a ação humana, que com o arado e uso de instrumentos de corte, se torna um significativo agente de alteração. Mesmo em áreas de planícies, p. ex., essa ação é mais efetiva com o exercício da agricultura ao se comparar com o gotejar das chuvas (AUFÈRE, 1929).

Brown (1971) corrobora com essa ideia, ao colocar que além dos elementos naturais (intemperismo químico, erosão, ação eólica, efeito das marés, geadas, dentre outros), ter-se-ia a ação do próprio ser humano a ser considerada como fator exógeno de transformação da paisagem. Esse autor, diferencia três níveis de ação humana desde a direta, que corresponderia a ações modificadoras intencionais na forma da superfície, passando pela incidental, ligada a efeitos secundários de uma ação transformadora em primeiro plano; ou indireta, que seria um processo oriundo de ações de remoção da cobertura vegetal e de movimentos de massa resultantes.

Dentre as contribuições nestes estudos, a obra de Nir (1983) destaca o ser humano como agente geológico-geomorfológico, onde as intervenções humanas, tanto biológicas quanto físicas (práticas de coleta, caça, criação de animais e introdução de novas espécies de plantas) foram suficientes para gerarem um novo terreno, diferenciado das condições originais.

Essas intervenções variaram ao longo do tempo e, de acordo com os modos de vida social e econômico da humanidade, foram sendo registradas por mudanças em cursos d'água, nas drenagens de pântanos, na implantação de terraços em encostas, etc., porém não eram notadas a não ser em casos de acidentes ou desastres (NIR, 1983). Do ponto de vista deste autor, "a atividade de um único homem não pode alterar muito uma paisagem, no entanto, o homem não age como indivíduo, mas como parte de uma sociedade. Portanto, as transformações dependem muito dos aspectos sociais, isto é, demográficos, econômicos e icnográficos da humanidade." (NIR, 1983, p. 8). Douglas (1983) ressaltou que as atividades de urbanização, p. ex., são compreendidas como modalidades capazes de transformar a paisagem com significativas alterações de circulação de energia, de água e dos materiais preexistentes.

Nir (1983) propõe a observação dos efeitos transformadores de uma paisagem original a partir de diferentes estágios de desenvolvimento, desde a transição do estágio pré-urbano para o estágio inicial urbano que se refere à etapa na qual o uso prevaiente seria o rural, onde a expansão da atividade empregada resulta no desmatamento, na construção de casas com instalações primárias de água e esgoto e tendo como efeitos a diminuição da evapotranspiração e aumento na produção de sedimentos nos canais fluviais. Uma fase intermediária seria a transição do estágio inicial urbano para o estágio urbano médio (período de construção), caracterizada por atividade construtiva ativa, dada pela intensificação de obras de escavação, cortes, remoção de camadas naturais dos solos, edificação, pavimentação de ruas e bueiros. Como resultado está associado ao aumento da erosão, fluxos hídricos remodelados por superfícies pavimentadas, diminuição de infiltração e maiores riscos de inundações, e um estágio mais avançado de intervenção denominada de transição do estágio urbano médio para o urbano tardio, que já encontra uma outra topografia, com maiores taxas de impermeabilização dos solos, sistemas de drenagens artificiais, filtragem reduzida da água para o lençol freático e eventos de inundações. Esse estágio, no entanto, não seria um estágio final de alteração da paisagem, pois dificilmente dinâmicas sociais e espaciais de intervenções serão cessadas.

Para Lóczy (2010), o agente humano teria a mesma importância que os demais fatores geológico-geomorfológicos na alteração da paisagem. Este autor aponta como mecanismos de transformação, oriundos de atividades humanas podem ser relativamente menores, tanto em escala de tempo como de espaço, em comparação a fatores endógenos; todavia o impacto da ação humana vem crescendo exponencialmente em paisagens naturais, seja diretamente (retificação de canais, captação artificial de água, sistemas de irrigação, deposição de detritos sólidos, etc.) ou indiretamente (mudanças no uso e de cobertura vegetal, práticas agrícolas, urbanização e estradas, mineração, etc.). No entanto, apesar de todas as evidências de um novo agente transformador da paisagem, os estudos do Antropoceno ainda são contestados. Autores que o colocam como a era geológica mais nova da história da Terra, ligada diretamente à presença da sociedade nos pilares conceituais da abordagem evolutiva da paisagem, ressaltam o quão importante seria assimilar e refletir o quanto interferimos na biosfera, atmosfera e nas formas de relevo, e o que nos remeteria a uma análise e compreensão que vai além das gerações mais próximas (VIEIRA et al., 2018).

O pesquisador soviético Chemekov (1982) fez umas das primeiras referências à ação das atividades humanas na paisagem, sugerindo o termo Tecnógeno, cuja proposição é ampliada posteriormente nos trabalhos de Ter-Stepanian (1988) e Oliveira (2005). Ter-Stepanian (1988) coloca o

Holoceno como uma época transitória para este novo período – “Quinário” ou Tecnógeno. Já Oliveira (2005) situa a proposta de Ter-Stepanian (1988) como sendo a época de transição do Quaternário e, mais especificamente, do Pleistoceno, para o Quinário ou Tecnógeno, considerando como início da época da transição caracterizada pela configuração natural da paisagem (Quaternária), que ocorreu há cerca de 10.000 anos, até o momento em que a configuração alterada começasse a ocorrer (Tecnógeno).

Durante o século XX, o termo Antropogeno foi muito utilizado na Rússia e na Europa como um sinônimo para Quaternário; enquanto o termo Tecnógeno evidenciaria a ação da técnica atrelada a atividades desenvolvidas pelos seres humanos. Ter-Stepanian (1988) faz alusão à caracterização dos então denominados depósitos tecnogênicos como sendo dada pela variedade na composição e espessura de sua formação no tempo mais recente, e tendo materiais constituintes relacionados a uma mistura de depósitos naturais com resíduos urbanos, agropastoris, dentre outros.

Para Peloggia (1997), portanto, a adoção do termo depósitos tecnogênicos teria larga vantagem sobre a terminologia “depósitos antropogênicos”, pois a técnica empregada sobre os terrenos, corresponderia ao conjunto de processos por meio dos quais o ser humano atuou e modificou o ambiente através das atividades ligadas à produção econômica e que envolve objetos materiais que venham a ser considerados marcos, registros da presença da humanidade.

Dentro desse viés de raciocínio, Fanning e Fanning (1989) consideraram quatro categorias para a composição dos materiais resultantes da ação humana: a) materiais úrbicos (do inglês *urbic*) – diz respeito a detritos humanos, materiais compreendendo tijolos, vidro, concreto, asfalto, pregos, plásticos, metais, pedra britada e cinzas provenientes de demolições, dentre outros; b) materiais gárbicos (de *garbage*) – referente a resíduos sólidos (lixo), mas também orgânicos; c) materiais espólicos (de *spoil*) – despojo, materiais escavados ou (re)depositados por técnicas de terraplanagem em áreas de mineração, rodovias e obras civis; e d) materiais dragados - referentes a detritos de dragagem dos cursos d’água depositados em forma de diques às margens do curso hídrico. Esses materiais podem, portanto, gerar formas de relevo distintas e diretamente relacionadas às atividades da ação humana.

Na atualidade, há propostas inovadoras para denominação das formas de relevos tecnogênicos tais como as produzidas pelo acúmulo ou perda de materiais, provenientes ou transportados para outros locais: tecnoformas, formas induzidas pela agência humana e geotecnoformas, formas criadas; ou ainda feições de relevo em que a morfologia original se apresenta conservada, porém a alteração ocorre por remobilização *in situ* dos materiais devido a modificações físicas (revolvimento *in situ*) ou químicas - equiformas tecnogênicas (FELIPPE *et al.*, 2021).

Enfim, assim como o termo Antropoceno se mantém informal, mas vem provando ser altamente útil para a compreensão das mudanças globais, as formas de relevo geradas nessa “nova época geológica” parecem ter um significado muito marcante e que pode desvendar o papel da ação humana na evolução da superfície terrestre.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A composição da paisagem na atualidade abarca categorias de interpretações sociais, econômicas, políticas, culturais, que se manifestam no espaço e no tempo. Deste modo, a diversidade de feições geomorfológicas atuais abrange aspectos antes não considerados em seu mecanismo evolutivo e transformador como registros simbólicos, atividades ligadas à habitação, vias de transporte, atividades agropastoris, mineração, infraestrutura hídrica, destinação de resíduos sólidos, defesa, dentre outras. De acordo com Tarolli *et al.* (2019) esses “novos” fatores de transformação da paisagem natural assumem espacialidades e temporalidades diferenciadas por processos variáveis e necessitam ser considerados no mecanismo evolutivo.

As paisagens contemporâneas configuram-se, portanto, em palimpsestos socioculturais, caracterizados por trazerem marcas da evolução e acúmulo ao longo do tempo, em um momento que a humanidade pode ser classificada como sendo os “melhores engenheiros do ecossistema da Terra”, engajados em uma gama de comportamentos modificadores da paisagem, maior do que qualquer outra espécie (TAROLLI *et al.*, 2019).

Corroborando com este pensamento, Wilkinson (2005) conclui com a ideia de que a atividade humana é, muitas vezes, o agente geomórfico mais importante que atua na superfície da Terra moderna, onde taxas de erosão derivadas de atividades humanas, em contraponto às naturais, incorporam medidas um tanto diferentes de desnudação continental. Fluxos de materiais derivados de terras agrícolas, bem como os resultantes de atividades de construção e de alteração dos terrenos, são geralmente mensurados à medida que o material transportado é retirado de alguma área prescrita de intervenção da ação humana, em pontos onde o material ainda não havia entrado no domínio natural de transporte de sedimentos; e, assim, se estabelecendo taxas de desnudação em escalas de tempo curto ou escalas de tempo histórico.

Para Boggiani (comunicação verbal), os fenômenos associados ao Antropoceno incluem tanto o aumento de magnitude na erosão quanto no transporte de sedimentos associados à urbanização e à agricultura. Essas perturbações são marcadas pela: alteração abrupta de ciclos de

elementos como carbono, nitrogênio, fósforo e vários metais juntamente com novos compostos químicos; mudanças ambientais geradas por essas perturbações, incluindo o tão debatido “aquecimento global”, aumento do nível do mar, acidificação do oceano e propagação de “zonas mortas” oceânicas; alterações rápidas na biosfera, tanto na superfície terrestre quanto nos oceanos, como resultado da perda de habitat, predação, explosão de populações de animais domésticos e invasões de espécies; e até a proliferação e dispersão global de muitos novos ‘minerais’ e ‘rochas’, incluindo concreto, cinzas volantes e plásticos, e a grandeza de ‘tecnofósseis’ produzidos a partir desses e de outros materiais. Boggiani ressalta ainda que muitas dessas mudanças persistirão por milênios e estão alterando a trajetória do Sistema Terrestre, algumas com efeito permanente. Eles estão sendo refletidos em um corpo distinto de estratos geológicos que agora se acumulam, com potencial para serem preservados em um futuro distante.

Buscando avançar sobre tantos questionamentos, Peloggia (comunicação verbal) expõe que vivemos atualmente em um planeta transformado e em transformação, no qual sabemos disso e sabemos que somos, em boa parte, responsáveis por essa mudança. Este autor, em suas reflexões e múltiplas perspectivas de análise faz a seguinte categorização sobre as abordagens de estudo do Antropoceno: a) sentido original: corresponderia a uma fase ecológica industrial moderna, cujo início é atribuído à Revolução Industrial do século XVIII, e que também tem levado a proposições de um início mais recuado – Antropoceno Ambiental; b) sentido geológico restrito: refere-se à lógica estratigráfica formal, como série/época superior do sistema/período Quaternário, e cujo início ter-se-ia dado em meados do séc. XX – Antropoceno Cronoestratigráfico; c) sentido geológico amplo: seria um evento geológico diacrônico (ou “contexto”) representado pelo registro de camadas ou feições tecnogênicas (o estrato geológico humano e as formas de relevo associadas), originada pela agência humana – Antropoceno-Terra; d) um conceito sócio-político-econômico cujas transformações ambientais que o caracterizam foram criadas no contexto do sistema-mundo capitalista, e cuja natureza de longa duração histórica enseja também o recuo de seu início à expansão europeia – Antropoceno-Mundo; e) sentido cultural amplo: expressão da humanidade em seu desenvolvimento civilizatório contemporâneo, incluindo-se aí aspectos que decorrem da percepção de se viver em um mundo transformado e das implicações existenciais decorrentes dessa situação, manifestadas por diferentes meios, dentre eles a literatura e as artes visíveis – Antropoceno Antropológico.

Acredita-se que toda a discussão teórico-metodológica em voga está em pleno processo de debate, compreensão e elaboração de propostas de análise e avaliação que busquem melhor

compreender e mensurar o papel da ação humana como interventor em distintos segmentos do espaço terrestre.

Oficialmente, em termos de posicionamento no tempo geológico, as discussões convergem para que seu início seja colocado de maneira ideal em meados do século XX, coincidindo com a matriz de sinais geológicos preservados nos estratos recentemente acumulados e resultantes da "Grande Aceleração" do crescimento populacional, industrialização e globalização. O mais nítido e globalmente síncrono desses sinais, que pode formar um marcador primário, seria dado pelos radionuclídeos artificiais espalhados pelo mundo após testes de bombas termonucleares no início dos anos 1950.

Por fim, o Antropoceno surge como um termo científico popularmente utilizado por cientistas, mas o público, cientificamente engajado, e a mídia, em geral, o adotaram para designar o período da história da Terra durante o qual os humanos têm uma influência decisiva no estado, dinâmica e futuro do Sistema Terrestre.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUFRÈRE, L. Les rideaux. **Annales de Géographie**, t. 38, n. 216, p. 529-560, 1929.
- BARCELOS, E.A.S. Antropoceno ou capitaloceno: da simples disputa semântica à interpretação histórica da crise ecológica global. **Revista de La Red Iberoamericana de Economía Ecológica**, v. 31, n. 1, p.1-17, 2019.
- BARRAS, C. The best place on Earth to mark the Anthropocene's dawn. **BBC News**. 2018. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/vert-fut-43311260>. Acesso em: 14 jun. 2022.
- BERTRAND, G. Paysage et géographie physique globale: esquisse méthodologique. **Révue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest**. v. 39, n. 3, p. 249-272, 1968.
- BOGGIANI, P. Proposição de um novo intervalo do tempo geológico – o Antropoceno. In: **Seminário - O Dia da Terra: Desafios das Geociências na Época do Antropoceno**. São Paulo: Instituto Legislativo Paulista (ILP). Comunicação verbal. 2021.
- BROWN, E.H. O homem modela a Terra. **Boletim Geográfico**, v. 30, n. 222, p. 1-18, 1971.
- BUTLER, D.R. Man as a geological agent: an account of his actions on inanimate nature. **Progress in Physical Geography**, v. 42, n. 4, p. 530-534, 2018[1922]. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/326419542>. Acesso em: 28 mai. 2022.
- CHEMEKOV, Y.F. Technogenic deposits. In: **INQUA Congress**, XI, Moscow. Abstracts. p. 62, 1982.
- CHRISTOPHERSON, R. W.; BIRKELAND, G.H. **Geossistemas: uma introdução à geografia física**. (Tradução: Théo Amon). 9a. ed. Porto Alegre: Bookman, 2017.
- CRUTZEN, P.J. Geology of mankind. **Nature**, v. 415, p.23-23, 2002.
- CUNHA, D. O Antropoceno como Fetichismo. **Revista Continentes**. v. 4, n.6, 2015. Disponível em: <http://www.revistacontinentes.com.br/continentes/index.php/continentes/article/view/72>. Acesso em: 02 mai. 2022.
- DOUGLAS, I. The Urban Environment. London: Edward Arnold, 1983.

- FANNING, D.S.; FANNING, M.C.B. **Soil morphology, genesis, and classification**. New York: John Wiley & Sons, 1989.
- FELIPPE, M.F.; SILVA, T.M.; NOLASCO, M.C.; GOUVEIA, I.C.C.G.; MOURA, N.S.V.; OLIVEIRA, A.M.S.; PELOGGIA, A.U.G.; PEIXOTO, M.N.O. GTD – (Sub)Sistema Relevo Tecnogênico - Processo de Construção dos Trabalhos. In: **Simpósio Nacional de Geomorfologia; II Workshop de Cartografia Geomorfológica - O sistema Brasileiro de Classificação do Relevo**, XIII, Juiz de Fora: UGB (evento *on line*). Slides da Apresentação Oral. 75p. 2021.
- GOUDIE, A. S. The integration of Human and Physical Geography revisited. **The Canadian Geographer/Le Géographe Canadien**. v.61, n.1, p. 19-27, 2017.
- GOUDIE, A.S.; VILLES, H.A. **Geomorphology in the Anthropocene**. Oxford: Cambridge University Press, 2016.
- INTERNATIONAL UNION OF GEOLOGICAL SCIENCES – IUGS. International Commission on Stratigraphy/ICS. **International Chronostratigraphic Chart**. 2022. Disponível em: <https://stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2022-02.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2022.
- LAVE, R.; WILSON, M. W.; BARRON, E. S. Intervenção: Geografia Física Crítica. **Revista Espaço Aberto**. v.9, n.1, p. 77-94, 2019.
- LIMA, E.L. O mito do “fator antrópico” no discurso ambiental geográfico. **Mercator**. v. 14, n. 3, p.109-122, 2015.
- LÓCZY, D. Anthropogenic Geomorphology in Environmental Management. In: SZABÓ, J.; LÓRANT, D.; LÓCZY, D. (orgs.) **Anthropogenic Geomorphology: a guide to man made landforms**. London: Springer, 2010.
- MOORE, J. W. The Capitalocene. **The Journal of Peasant Studies**. v. 44, p. 594-630, 2017.
- NIR, D. **Man, a geomorphological agent**. Jerusalém: Keter Publishing House, 1983.
- OLIVEIRA, A.M.S. Estudos sobre o Tecnógeno do Brasil. In: ENCONTRO DE TECNÓGENO, I, Anais. Niterói: Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, p. 1-6, 2005. Disponível em: http://www.abequa.org.br/mostra_sessao.php?sessao=27. Acesso em: 05 mai. 2022.
- PAUSATA, F.S.R.; GAETANI, M.; MESSORI, G.; BERG, A. SOUZA, D.M.; SAGE, R.F.; MENOCA, P.B. The Greening of the Sahara: Past Changes and Future Implications. **One Earth Review**. v.2, n.3, p. 235-250, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590332220301007>. Acesso em: 08 jun. 2022.
- PELOGGIA, A.U.G. A ação do homem enquanto ponto fundamental da geologia do Tecnógeno: proposição teórica básica e discussão acerca do caso do município de São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências**, v.23, n. 3, p.257-268, 1997.
- PELOGGIA, A.U.G. Introdução ao curso. In: SEMINÁRIO - O DIA DA TERRA: DESAFIOS DAS GEOCIÊNCIAS NA ÉPOCA DO ANTROPOCENO. São Paulo: Instituto Legislativo Paulista (ILP). Comunicação verbal. 2021.
- SAINT-HILAIRE, A. **Quadro geográfico da vegetação primitiva na província de Minas Gerais**. [Tradução Cleonice Paes Barreto Mourão]. Belo Horizonte, MG: Fino Traço, 2011.
- SHERLOCK, R. L. **Man as a geological agent: an account of his action on inanimate nature**. London: High Holborn, 1922.
- SILVA, C.M.; ARBILLA, G.; MACHADO, W.; SOARES, R. Radionuclídeos como marcadores de um novo tempo: o Antropoceno. **Química Nova**. v. 43, n. 4, p. 506-514, 2020.
- SOUZA, M.L. **A Geografia ambiental e a encruzilhada do Capitaloceno**. 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=a1UfMzF4c20&t=1961s>. Acesso em: 15 mai. 2022.
- STEFFEN, W.; CRUTZEN, P.J.; MC NEILL, J.R. The Anthropocene: are humans now overwhelming the Great Forces of Nature? **Ambio**, v. 36, n. 8, p. 614-621, 2007.
- STEFFEN, W.; GRINEVALD, J.; CRUTZEN, P.; MCNEILL, J. The Anthropocene: conceptual and historical perspectives. **Philosophical Transactions of The Royal Society**, n. 369, p.842-867, 2011.
- SUBCOMMISSION ON QUATERNARY STRATIGRAPHY - ANTROPOCENO WORKING GROUP (AWG). Results of binding vote by AWG - Released 21st May 2019. Disponível em: <http://quaternary.stratigraphy.org/working-groups/anthropocene/>. Acesso em: 28 mai. 2022.

- SUGUIO, K. **Geologia do Quaternário e Mudanças Ambientais. Passado + Presente = Futuro?** São Paulo: Paulo's Comunicação e Artes Gráficas Brasil. 2010.
- SWYNGEDOUW, E. The Anthopo(Obs)cene. In: **Keywords in Radical Geography: Antipode at 50**. New Jersey: John Wiley & Sons Ltd. p.253-258, 2019.
- TAROLLI, P.; CAO, W.; SOFIA, G.; EVANS, D.; ELLIS, E.C. From features to fingerprints: A general diagnostic framework for anthropogenic geomorphology. **Progress in Physical Geography: Earth and Environment**, v. 43, n. 1, p. 95-128, 2019.
- TER-STEPANIAN, G. Did the Quinary start. In: INQUA Congress, XI, Moscow. Abstracts... p. 260. 1988.
- VIANA, A.M.; RAMOS, R.C.F. Estudo preliminar do processo de assoreamento da represa do IPH-UFRGS. **Boletim Gaúcho de Geografia**. n. 21, p.144-146, 1996. Disponível em: <http://seer.ufrgs.br/bgg/article/view/38752/26368>. Acessado em: 29 fev. 2022.
- VIEIRA, I.C.; TOLEDO, P.M.; HIGUCHI, H. A Amazônia no Antropoceno. **Ciência e Cultura**, v.70, n.1, p. 56-59, 2018.
- WILKINSON, B.H. Humans as geologic agents: A deep-time perspective. **Geology**. v. 33, n.3, p. 161-164, 2005.