

**LYELL, A AGÊNCIA GEOLÓGICA HUMANA E O ANTROPOCENO:
EM BUSCA DE UMA EPISTEMOLOGIA GEOLÓGICA E ARQUEOLÓGICA.**

*LYELL, THE GEOLOGICAL AGENCY OF HUMANKIND AND THE ANTHROPOCENE:
TOWARDS A GEOLOGICAL AND ARCHAEOLOGICAL EPISTEMOLOGY.*

Alex Ubiratan Goossens PELOGGIA¹

Any Marise ORTEGA²

RESUMO

A análise da primeira e da décima edições inglesas dos *Principles of Geology*, de Charles Lyell mostra que este, conquanto realmente seja prudente na consideração da extensão e significado globais da ação humana frente à processualidade geológica global e ao tempo geológico, não só admite o estatuto de agente geológico à Humanidade, como faz pioneiramente a descrição do que hoje denominamos processos e ambientes tecnogênicos e, ainda, identifica no *Inferno* de Dante o que talvez seja a primeira referência literária a um depósito tecnogênico. Tais conclusões são discutidas em função de suas implicações na teoria da Geologia e da Arqueologia, em particular no que diz respeito à concepção de um novo tempo geológico marcado pela agência humana e do estudo de seus registros.

Palavras-chave: Lyell. Agência geológica humana. Processos e registros tecnogênicos.

ABSTRACT

The analysis of Charles Lyell's Principles of Geology first and tenth editions shows that the author, in spite of a prudent position on the consideration of the extent and significance of man's geologic agency in front of geologic time and the global geologic processes, establishes the statute of mankind as a geological agent, as he does on the firsthand the description of that now we characterize as technogenic deposits and environments and, also, identifies in Dante's Inferno what perhaps be the first literary reference to a technogenic deposit. Such conclusions are discussed in terms of their implications in the theory of Geology and Archaeology, particularly with regard to the conception of a new geological time marked by human agency and to the study of its records.

Keywords. Lyell. Human geological action. Technogenic processes and records.

¹ Universidade Guarulhos - UNG. alexpeloggia@uol.com.br

² Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo. any.ortega@uol.com.br

INTRODUÇÃO: A AGÊNCIA GEOLÓGICA HUMANA E O ANTROPOCENO

O historiador Marc Bloch, em sua obra “Apologia da História”, de grande interesse epistemológico, cita o seguinte:

No século X de nossa era, um golfo profundo, o Zwin, recortava a costa flamenga. Depois foi tomado pela areia. A que seção do conhecimento levar o estudo desse fenômeno? De imediato, todos designarão a geologia. Mecanismo de aluvionamento, papel das correntes marinhas, mudanças, talvez, no nível dos oceanos: não foi ela criada e posta no mundo para tratar de tudo isso? Certamente. Olhando de perto, porém, as coisas não são de modo algum assim tão simples. Tratar-se-ia, em primeiro lugar, de escutar as origens da transformação? Eis o nosso geólogo já obrigado a se colocar questões que não são mais, estritamente, de sua alçada. Pois, sem dúvida, esse assoreamento foi, pelo menos, favorecido por construções de diques, desvios de canais, secas: diversos atos do homem, resultado de necessidades coletivas e que apenas uma certa estrutura social torna possíveis. (Bloch, 2001)

As considerações de Bloch nos fazem lembrar que a ação geológica do ser humano impõe às ciências geológicas a consideração, em seus estudos, de causas e mecanismos novos, próprios do modo de ser da humanidade e diferentes geneticamente da processualidade natural, o que significa o estabelecimento de uma ligação epistemológica particular com as ciências humanas, em especial a História e a Arqueologia.

Assim, compreende-se a afirmação de Durkheim, em 1898, em um comentário a respeito da *Antropogeografia* de Ratzel, em função da associação cada vez mais intensa entre o “solo” e a vida dos povos: “(...) já não é, portanto, a terra que explica o Homem, mas o Homem que explica a Terra (...)” (*apud* ACOT, 1990). O estudo do Antropoceno-Tecnógeno

guarda, justamente, tal característica fundamental: a inserção do elemento humano – e, portanto, da História e da Arqueologia – como fator explicativo da morfologia, da estrutura e da fisiologia das paisagens e do ambiente geológico.

Como apontamos em um trabalho anterior (Peloggia, 2015a), quando Crutzen e Stoermer (2000) e Crutzen (2002 a,b) propuseram o conceito de Antropoceno como uma nova época geológica que sucederia ao Holoceno, e apesar da referência a uma “geologia da humanidade”, sustentaram tal concepção em termos de mudanças ambientais de caráter planetário, e não especificamente no registro geológico da agência humana. Desse modo, a referência temporal (histórica) proposta para o início do Antropoceno seria o desencadeamento da Revolução Industrial, há aproximadamente 250 anos, justamente em função dos impactos ambientais na constituição da atmosfera, no crescimento populacional e na extensão da exploração humana da superfície do planeta.

Portanto, a introdução de um tema essencialmente de interesse geológico, com grande repercussão no meio científico, foi feita de uma forma não especificamente geológica. Esta particularidade, ou “vício de origem”, levou a pelo menos dois tipos de problemas para os geólogos: em primeiro lugar, a verificação da sustentação dessa nova concepção em termos estratigráficos (tanto geocronológicos e cronoestratigráficos quanto litoestratigráficos, notadamente) e, em decorrência, a necessidade de uma reavaliação dos próprios critérios da estratigrafia quando aplicada a terrenos produzidos, modificados ou cuja formação foi induzida pela ação geológica

humana. Em segundo lugar, a identificação de uma linha de pensamento geológico na qual se pudesse lastrear o conceito proposto.

Hamilton e Crinevald (2015) consideram que o conceito de Antropoceno, como originalmente proposto, não mostra uma filogenia intelectual, ou seja, não tem precursores na história do pensamento geológico: de outro modo, estaria associado com as concepções desenvolvidas a partir da década de 1980 na perspectiva de um planeta em contínua transformação sistêmica (e corresponderia, acrescentamos, à fase ecológica Industrial Moderna proposta por BOYDEN; HADLEY, 1986).

Em verdade, os geólogos parecem ter sido surpreendidos pela repercussão da proposta de Cruzem e Stoermer. Apesar de linhas de pesquisa ou contribuições isoladas relativamente recentes que vinham apontando no sentido da relevância dos efeitos da ação geológica humana, inclusive com importante contribuições brasileiras, notadamente no âmbito da Geologia de Engenharia e Ambiental, mas também da investigação geomorfológica ou da Geologia do Quaternário (e.g. SHERLOCK, 1922; BROWN, 1970, 1971; BULOW, 1972; ROEHL; HOLEMAN, 1975; CHEMEKOV, 1983; NIR, 1983; DREW, 1983; PASSERINI, 1984; TER STEPANIAN, 1983, 1988, 1994; FANNING; FANNING, 1989; OLIVEIRA, 1990, 1994, 1995; GOUDIE, 1993, 1994; VITA-FINZI, 1993; HOOKE 1994, 1999, 2000; PELOGGIA, 1994, 1995, 1996, 1997a,b, 1998a,b, 1999a,b,c; ROHDE 1996; BRANNSTROM; OLIVEIRA, 1999; WALTHAM; FOSTER, 1999; MacMILLAN; POWELL, 1999; HOOKE, 2000), o assunto permaneceu por muito tempo relegado a segundo plano no âmbito dos enfoques acadêmicos tradicionais,

em especial no que diz respeito à estratigrafia e cartografia.

Seja como for, os geocientistas perceberam que poderiam perder espaço em um campo inovador que lhes seria próprio, a agora tratam de empreender a tarefa de resgatar a “essência geológica” do Antropoceno, dotando-o de um corpo conceitual coerente, que ainda está em plena construção. Nesse processo têm sido propostos continuamente novos conceitos, notadamente no campo da classificação dos registros geológicos da ação humana e de seu enquadramento estratigráfico: é necessário então fazer *a posteriori* a correlação entre tempo e registro material, invertendo-se o raciocínio geológico clássico, que partia do registro para formular o tempo relativo. Se é necessário que o Antropoceno, como unidade geológica, tenha referências materiais, todavia a intensificação recente das pesquisas sobre os terrenos artificiais tem mostrado, como já indicavam estudos por vezes muito anteriores, que os registros geológicos da ação humana são muito mais antigos que o Antropoceno (ERLANDSON; BRAJE, 2013; OLIVEIRA; PELOGGIA, 2014). Edgeworth et al. (2015) questionam se o caráter diacrônico da discordância observada ao redor do mundo entre depósitos de origem humana que em conjunto constituiriam a “arqueosfera” e o substrato geológico natural não implicaria um caráter diacrônico do próprio Antropoceno.

Acreditamos que tal caráter pode ser adequadamente expresso estratigraficamente em termos de unidades diacrônicas, representando extensos eventos da atuação humana divididos em fases, das quais o Antropoceno seria o registro mais recente, no topo do evento Tecnógeno (OLIVEIRA;

PELOGGIA, 2014). Assim, se tomarmos em conta a “tradição” do pensamento geológico que se dedicou a caracterizar a agência humana e seus registros materiais, como mostramos, de fato o conceito original de Antropoceno deve ser reconfigurado: se não for referido aos processos geológicos tecnogênicos e seus registros, perderá a base de sustentação como conceito geológico. Todavia, nessa correlação não há razão para se considerar somente os registros posteriores à Revolução Industrial, descartando-se os anteriores. Além disso, se entendemos que é razoável e necessário que se proponham novos conceitos e que se busque, na história do pensamento geológico, linhas de referência para tais conceitos, também é fundamental que tal empreendimento intelectual leve em conta o caráter diferenciado e original do registro, em função de sua relação com a agência humana.

O rápido processo de elaboração de fundamentos teóricos e de construção de conceitos que permitam trabalhar com a ação geológica e geomorfológica humana, que vem sendo empreendido pelos geocientistas nos últimos anos, em diversas partes do mundo e, mantendo a tendência da década de 1990, também no Brasil, traz novas questões pertinentes aos registros, em termos de conceituação, nomenclatura, classificação e enquadramento estratigráfico (e.g. KAZUO, 2001; NOLASCO, 2002; ROSEMBAUM et al., 2003; PRICE et al., 2004; KAVALIAUSKAS; VETEIKIS, 2004; WILKINSON, 2005; OLIVEIRA, 2005; OLIVEIRA et al., 2005; PELOGGIA, 2005a,b; PELOGGIA; OLIVEIRA, 2005; STEFFEN; CRUTZEN; McNEIL, 2007; BALTAKOV, 2008; ZALASIEWICZ, 2008; ZALASIEWICZ et al., 2008; GOUDIE; VILES, 2010; FORD et al., 2010; ZALASIEWICZ et al.,

2010; PRICE et al., 2011; HOOKE et al., 2012; NIREI et al., 2012; PELOGGIA, 2012; BROWN et al., 2013; JAMES, 2013; RUDDIMAN, 2013; OLIVEIRA; PELOGGIA, 2012; PELOGGIA, 2014; PELOGGIA; SILVA, NUNES, 2014; PELOGGIA et al., 2014; FORD et al., 2014; HOWARD, 2014; GIBBARD; WALKER, 2014; ZALASIEWICZ et al., 2014a,b; WATERS et al. 2014; LEWIS; MASLIN, 2015; PELOGGIA, 2015a,b,c; PELOGGIA et al., 2015; RUDDIMAN et al., 2015; RULL, 2016; WATERS et al, 2016; PELOGGIA, 2016). Deve ser lembrado também que tais registros já tem sido estudados há tempos no âmbito de outras ciências, marcadamente da arqueologia (ambiental, da paisagem e geoarqueologia), inclusive em termos estratigráficos (e.g. BULLARD, 1970; GASCHE; TUNA, 1983; STEIN, 1987, 1990, 2001; 2005; HARRIS, 1991; BORJA BARRERA, 1993; BROWN, 1997; ARAÚJO, 1999; POLLARD, 1999; BRITTON, 2001; RAPP; HILL, 2006; JORDÁ PRADO, 2006-2009; BUTZER, 2007; RUBIN; SILVA, 2008, 2013; ARAÚJO; PILÓ; NEVES, 2010; ARAÚJO; NEVES, 2010; VILLAGRAN, 2010; WILSON, 2011; CANNEL, 2012; ERLANDSON; BRAJE, 2013; HARRIS, 2014; EDGEWORTH, 2014), no âmbito da interação entre processos naturais e atividade humana.

Todavia, como assinala Solli (2011), se os arqueólogos há muito tempo vêm considerando o papel humano como “agente tafonômico” no contexto dos processos de formação dos sítios arqueológicos, não teriam referido o ser humano com agente geológico. Isto se compreende porque o objetivo arqueológico tradicional é o registro artefactual, a partir do qual se pretende inferir sobre a sociedade, e não o depósito em si. Este, por outro lado, é o objeto geológico básico, a partir

do qual se pretende compreender a agência humana que o gerou. Temos então um enfoque geoarqueológico (ou uma “arqueogeologia”), preocupado com o reconhecimento da relação Humanidade - mundo vivo - mundo material, que ficou registrada nas camadas (PELOGGIA, 2016). Aqui o conteúdo artefactual, referido como tecnofossilífero, é visto como marcador cronológico, mas também passa a ser pensado como repositório e memória cultural (ZALASIEWICZ et al. 2014). A convergência epistemológica guiada pelo objeto é aqui evidente, e suas repercussões devem ser consideradas (EDGEWORTH, 2014 a,b; HARRIS, 2014).

Em síntese, a proposição do Antropoceno, se por um lado abriu aos geocientistas um largo campo de estudo e desenvolvimento teórico, por outro os colocou frente ao fato consumado de um conceito fundamental que não se “encaixa” facilmente no arcabouço metodológico da Geologia. A opção de “geologizar” o Antropoceno tem, todavia, deparado com dificuldades referentes à compatibilização com conceitos preexistentes, provenientes da própria Geologia ou de outros campos, como vimos notadamente da Arqueologia, o que implica a adoção de critérios estratigráficos originais para os constituintes geológicos da arqueosfera, sejam estes adaptados das classificações existentes, como as litoestratigráficas, aloestratigráficas e cronoestratigráficas ou geocronológicas, ou então reconfiguradas a partir de novos parâmetros, como as propostas etnoestratigráficas, tecnoestratigráficas ou antroestratigráficas.

Tendo em vista tal contexto, entendemos que a busca da “filogenia intelectual” pertinente à abordagem geológica

da agência humana é fundamental na construção de um arcabouço conceitual para os estudos do Antropoceno-Tecnógeno (*sensu* OLIVEIRA; PELOGGIA, 2014), e uma das referências fundamentais é a obra de Charles Lyell (PELOGGIA, 1995; PELOGGIA, 1998a,b; PELOGGIA, 2005b; OLIVEIRA; PELOGGIA, 2014; PELOGGIA et al., 2014; FORD et al. 2014), que revisaremos no presente trabalho.

O CONTEXTO INTELECTUAL E A CONSTRUÇÃO DA GEOLOGIA COMO CIÊNCIA

Antes de se considerar a abordagem lyelliana acerca do papel da humanidade como agente geológico, faz-se necessário verificar o contexto em que se colocava o debate intelectual da época, ou seja, das primeiras décadas do século XIX. O primeiro aspecto a ser destacado é que se tratava, ainda, de consolidar as ciências da Terra frente a uma arraigada visão de mundo teológica e antropocêntrica. Lyell, ao produzir seus *Principles of Geology* nos termos do uniformitarismo de Hutton, trabalha com a concepção de uma natureza histórica e independente do homem, e na qual os grandes intervalos de tempo necessários para explicar as transformações registradas na coluna geológica negam a especificidade do presente e afastam a humanidade do centro, destruindo o “tempo religioso” (BOWKER, 1996).

Para defender tal concepção, Lyell trabalhou no sentido da incorporação à Geologia da noção de tempo utilizada na decifração da história da Terra e do combate à ideia de que o tempo geológico era, de alguma forma, diferente desde o aparecimento da humanidade. A incompatibilidade observada, em alguns casos evidentes, entre a acelerada

velocidade das transformações ocorridas na natureza sob a influência humana (como a variabilidade das espécies híbridas) e a concepção de atuação uniforme e lenta das “causas atuais” era tratada como caso extremo, anômalo e transitório, e não como capacidade de transformação ilimitada do mundo natural (BOWKER, 1996).

O problema é que, conquanto tal posição fosse necessária, no contexto de constituição da Geologia como disciplina científica, a partir do século XVIII, e em “conflito imediato com a Igreja, assumindo o confronto um aspecto particularmente agudo na Inglaterra, no século seguinte” (ALLÈGRE, 2000), o combate ao antropocentrismo resultou em um “vício original” para esta ciência: a desconsideração, por décadas, da importância da atividade geológica humana e de seus processos e produtos específicos.

Seja como for, o caráter de ciência histórica sempre foi marcante na Geologia: história das sucessivas transformações que têm tido lugar nos reinos orgânico e inorgânico da natureza, colocada em termos da investigação de suas causas e da influência delas na modificação da superfície e na estrutura externa do planeta, como na clássica definição de Lyell, em sua obra mais conhecida: os *Principles of Geology*. Para Cailleux (1968), entre as ciências, a Geologia se define em tendo por objeto a história da Terra. Ela considera os fatos em sua sucessão e, pelo estudo da época mais recente, aquela da pré-história, introduz a história da humanidade. Por essas razões é ela, conforme o autor, entre as ciências naturais, aquela que tem as maiores afinidades com a História.

No entanto, não será possível aqui desenvolver o tema de maneira satisfatória;

contentar-nos-emos apenas com uma pequena introdução histórica, muito geral, mas que será suficiente para embasar minimamente as considerações que se seguirem, e servirão de exemplo da riqueza da discussão que pode ser encontrada nas obras especializadas (e.g. GOHAU, 1987; LAUDAN, 1987; GOULD, 1991; ROSSI, 1992).

Nosso interesse se colocará, a partir daqui, na forma de compreensão desse desenvolvimento histórico. Nesse sentido, parece-nos que a importância que se dá a Lyell, particularmente, como um dos marcos fundamentais da moderna Geologia científica, decorre de que sua obra, como síntese geológica, explica a história da Terra por ela mesma, por sua processualidade, não se recorrendo a outras causas senão as verificáveis. Diferenciava-se assim das produções especulativas dos séculos anteriores, dos “fazedores de sistemas” ou *worldmakers*. Mesmo em Hutton, também via de regra considerado um dos pilares da moderna Geologia, esta característica está presente.

Na verdade, pela análise da historiografia, parece-nos que James Hutton (autor de *Theory of the Earth*), à sua maneira, (como Hegel, que também refutava a historicidade da natural) concebe a natureza enquanto uma base subordinada para a sociedade, subvertendo o fato ontológico real ao impor à legalidade e à causalidade naturais um caráter teleológico (finalístico). A história da Terra tinha por *finalidade* adaptar-se às necessidades humanas: em sua investigação, o mundo configurava-se uma máquina que se vai transformando para tornar-se um “mundo habitável” (ROSSI 1992; GOULD, 1991). Ainda, sustenta Gould (1991) que Hutton utilizou as

informações dadas pelos fósseis e estratos como a principal sustentação empírica de seu sistema, mas jamais considerando que fossem sinais de história.

Conforme também ressaltou Gould (1991), Lyell não teria partilhado a visão a-histórica de Hutton. Para o comentarista referido,

Os cinquenta anos que separaram Hutton de Lyell assistiram a uma transformação na prática dos geólogos britânicos. Enquanto Hutton corou a tradição em que se faziam elaborações gerais de sistemas, ou 'teorias da Terra', a geração seguinte teria abjurado tal procedimento, considerando-o especulação prematura e nociva, pois que a ciência geológica ainda incipiente "precisava de dados de campo palpáveis, e não de teorias fátuas e implausíveis em sua abrangência".

De qualquer forma, considera-se que possivelmente a força da teoria de Lyell reside em boa parte na explicação, através de causas verificáveis (e, portanto, verossímeis), de fenômenos geográficos e geológicos tidos então como "caprichos da natureza", e que passam a ser apresentados como exemplares de leis gerais: "os fenômenos mais esdrúxulos são do ponto de vista da Geologia apenas uma questão de tempo" (THIEL, 1964).

Temos aqui a essência do atualismo: como "projeto de pesquisa", no entanto, tal formulação se dá em um momento paradoxal. Ao mesmo tempo que o progresso científico sustentado pela Revolução Industrial leva à maturação da Geologia científica, que propõe um a explicação lógica, natural e coerente para os registros que permitem a reconstituição da história da Terra por meio de processos naturais, atuantes e contínuos, a mesma Revolução Industrial coloca à humanidade os

meios de transformar radicalmente o ambiente geológico, em uma intensidade e extensão nunca vistas.

OS "PRINCIPLES OF GEOLOGY"

Goudie (1994), ao comentar os *Principles of Geology*, anota a observação de Charles Lyell acerca do impacto da ação humana sobre a superfície do planeta, em especial no que se refere à drenagem de lagos e pântanos e o corte de árvores. Todavia, resalta também a opinião lyelliana segundo a qual as forças exercidas pela humanidade seriam insignificantes em comparação com aquelas exercidas pela natureza, e que seria expressa pela seguinte passagem:

Se todas as nações da Terra tentassem extrair a lava que fluiu de uma erupção dos vulcões islandeses em 1783, e nos dois anos seguintes, e tentassem colocá-la nos mais profundos abismos oceânicos, elas poderiam trabalhar por milhares de anos antes que essa tarefa seja completada. E ainda, o material transportado pelo Ganges e pelo Bramaputra, em um único ano, provavelmente excede, em muito, em peso e volume, a massa da lava islândica produzida pela grande erupção. (LYELL, apud GOUDIE, 1994; na verdade, a passagem já se encontra na primeira edição dos *Principles*).

Goudie reconhece, no entanto, que Lyell, de algum modo, teria modificado suas opiniões nas últimas edições dos *Principles* (cita-se especificamente a edição de 1875), em grande parte como resultado de suas experiências nos Estados Unidos, onde o desflorestamento recente na Geórgia e no Alabama havia produzido numerosas ravinas de tamanho impressionante, como veremos.

A AÇÃO GEOLÓGICA HUMANA (DOS PRINCÍPIOS DE 1830/33 AOS PRINCÍPIOS DE 1867)

O fato de Lyell adotar a estratégia de “assimilar a ação humana à ação natural” e divorciar a “humanidade civilizada” da natureza (BOWKER, 1996) e, realmente, minimizar a ação geológica humana em relação aos processos geológicos como um todo, bem como em relação à ação de outras espécies animais, como vimos anteriormente, não o impediu de registrar, nos próprios *Principles of Geology*, o que provavelmente são as primeiras descrições detalhadas de processos e o registro de depósitos tecnogênicos.

Nos interessa aqui, assim, ressaltar que Lyell não só reconhece o homem como agente geológico, mas que este reconhecimento tem implicações inclusive na sua concepção teórica: deve ser presumido que as “causas atuais” estiveram em operação, antes do surgimento do homem, com exceção das causas propriamente humanas. Logo, conclui-se que Lyell considera a humanidade um agente geológico particular, diferenciado e original em relação aos demais agentes naturais.

Vejamos como isto se dá. Como vimos destacado por Goudie (1994), Lyell, na primeira edição dos *Principles*, se refere aos trabalhos humanos referentes à drenagem de lagos e pântanos e deflorestamento extensivo (LYELL, 1997). Mas não é só. No capítulo 11 (“Mudanças no mundo animado que tendem à extinção de espécies”), considera que, em função da origem relativamente moderna do homem, atestada pelo registro geológico, o consumo de matéria orgânica representado pelo crescimento da raça humana, ele mesmo,

configura uma “grande revolução no estado do mundo vivo” (LYELL, 1997; tradução nossa). E que, em função da necessidade de apropriação de tanta comida, tem-se o aumento da produtividade natural dos solos por irrigação, adubação e uma “judiciosa mistura de ingredientes minerais transportados a partir de diferentes locais”.

Mas é no capítulo 12 (“Modificações na Geografia Física causadas por plantas, animais inferiores e pelo homem”) que encontramos as principais referências à ação geológica humana. Por exemplo:

É bem sabido que uma cobertura de ervas e arbustos pode proteger um solo solto de ser levado pela chuva, ou mesmo pela ação comum de um rio, e pode prevenir o desmoronamento de colinas comportas de areia solta, pela ação do vento. Porque as raízes unem as partículas separadas em uma massa firme, e as folhas interceptam a chuva, dessa maneira se resseca gradualmente em vez de fluir como uma massa e com grande velocidade. Os antigos hidrógrafos italianos fizeram frequente menção da crescente degradação que seguiu o corte dos bosques naturais em várias partes da Itália. Um exemplo significativo foi proporcionado no alto Vale do Arno, na Toscana, pela remoção das matas revestindo as encostas declivosas das colinas que circundam o vale. Quando as antigas leis florestais foram abolidas pelo Grão-Duque José, durante o último século [XVIII], uma considerável extensão de superfície na Cassentina (a Clausentium dos romanos) foi denudada e, imediatamente, a quantidade de areia e solo levada para o Arno cresceu enormemente. Frisi, aludindo a tais ocorrências, observa que tão logo quanto os arbustos e plantas eram removidos, as águas fluíam mais rapidamente e, à maneira de inundações, arrastavam o solo vegetal (LYELL, 1997; tradução nossa).

Que mais temos aqui que a descrição do que denominamos hoje um processo

tecnogênico induzido, em que se relaciona diretamente a remoção da cobertura vegetal ao incremento da carga sedimentar, à produção de depósitos tecnogênico-sedimentares e à mudança do regime fluvial?

Ainda no capítulo citado, Lyell trata de observações da influência do homem na modificação da “geografia física do globo”, mas cuidadosamente classificada “entre os poderes da natureza orgânica”. Anotando a famosa máxima de Bacon (“devemos comandar a natureza obedecendo suas leis”), o autor dos *Principles* lembra que as modificações na superfície resultantes da ação humana só se darão em escala considerável onde obtivemos tal conhecimento do modo de trabalho das leis naturais que nos torne capazes de usá-las como instrumentos para nossos propósitos. E, por essa mesma razão, argumenta Lyell que nunca poderíamos interferir materialmente nas grandes transformações (causas “aquáticas” ou “ígneas”) ocorrendo na Terra.

Todavia, temos a seguir o seguinte exemplo: mesmo não podendo se contrapor à imensa massa de sedimentos carregada aos vales do Pó e Adige, proveniente dos Alpes e Apeninos, e depositada no Adriático, os italianos foram capazes de, todavia, “variar a distribuição desse sedimento sobre uma área considerável, pela canalização por diques (*embankment*) dos rios, evitando que areia e lama se espalhassem, nas inundações anuais, sobre as planícies”. Vemos, novamente, o registro de um processo tecnogênico: a modificação da natureza do processo sedimentar em planícies aluviais. A consequência, registrada por Lyell, desse “sistema de canalizações”, foi a alteração da forma do delta do Pó em função do aporte muito mais rápido de sedimentos nas

desembocaduras do Pó e do Adige *nos últimos vinte séculos*.

Os exemplos não se restringem aos referidos. Citam-se as ilhas fluviais do Ganges, artificialmente expandidas por *repetidas adições de solos*. No entanto, é certamente mais importante registrar aqui as conclusões teóricas de Lyell acerca do estatuto da ação humana: “Nós não pretendemos decidir quão longe o poder do homem, para modificar a superfície, pode diferir em tipo ou grau daquela de outros seres vivos, mas suspeitamos que o problema é mais complexo do que tem sido imaginado por aqueles que tem especulado sobre o assunto” (LYELL, 1997). E a conclusão é que: “se há alguma anomalia na intervenção do homem, além de variar os números relativos no mundo vegetal, ela não deve tanto consistir no tipo ou quantidade absoluta da alteração, quanto na circunstância de que uma espécie única, nesse caso, pode exercer, por seu poder superior e distribuição universal, uma influência igual àquela de centenas de outros animais terrestres” (tradução nossa).

Enfim, para Lyell, a ação humana na transformação da “geografia física”, direta ou indireta, tende em geral a diminuir as desigualdades da superfície terrestre: o homem é, assim, em termos eminentemente geomorfológicos, um agente nivelador (*levelling agent*): apesar de transportar para cima uma certa quantidade de materiais do interior da Terra nas operações mineiras, por outro lado muita rocha seria trazida anualmente da terra, na forma de lastro, e posteriormente lançadas ao mar, de forma que muitas baías vinham sendo obstruídas...

Prossegue Lyell (1997): “Nós raramente transportamos materiais pesados para níveis mais altos, e nossas pirâmides e

idades são predominantemente construídas de rochas trazidas para baixo a partir de situações mais elevadas. Ao ararmos milhares de milhas quadradas, e expondo a superfície em parte do ano à ação dos elementos, assistimos à desgastante da força da chuva, e destruimos os efeitos protetores da vegetação” (tradução nossa).

No entanto, conquanto considere a ação humana tal como exposto, Lyell encerra o capítulo 12 da primeira edição lembrando da insignificância dessa ação em relação aos grandes processos geológicos, com o comentário cotado por Goudie, que registramos anteriormente. E, como vimos, tal autor considera que Lyell, em edições posteriores dos *Principles*, teria colocado a questão em outros termos. Estudaremos aqui, para verificar tais posições, a décima edição inglesa, de 1867, da obra.

É interessante notar que Lyell, no capítulo IX da edição referida (“Desenvolvimento da vida orgânica em sucessivos períodos geológicos”), trata justamente da questão da ação humana consistir ou não em uma ruptura na processualidade geológica (ver, para tal discussão, PELOGGIA, 1998b), especificamente rejeitando a concepção de que a ação humana consistiria uma objeção à doutrina da uniformidade da natureza no passado. Para Lyell, simplesmente devemos considerar, para compreender a situação dos tempos anteriores ao surgimento da espécie humana e de sua interferência – e conseqüente desvio do curso anterior dos eventos físicos – a ordem hoje (ou então) observada em regiões não ocupadas pelo homem!

Mas, de fato, a ação do homem não é considerada por Lyell como um desvio

significativo na, por assim dizer, ordem natural das coisas:

O curso da natureza permanece evidentemente inalterado; e, dessa maneira, podemos supor a condição geral do globo, imediatamente antes e depois do período inicial de existência de nossa espécie, ter sido o mesmo, com a exceção somente da presença humana. /.../ É provável (...) que, conforme aumentemos nosso conhecimento do sistema, tornemo-nos mais e mais convencidos que as alterações causadas pela interferência do homem desviam bem menos da analogia daquelas efetuadas por outros animais do que é usualmente suposto (Lyell, 1867; tradução nossa).

Para Lyell, o período de existência de nossa espécie na Terra não constituiria uma era referente ao mundo físico, mas somente no plano moral (como já destacou BOWKER, 1996). Todavia, destaca Lyell que a distinção da espécie humana, “considerada meramente como uma causa eficiente no mundo físico”, seria real.

Seja como for, conquanto não mudando suas opiniões essenciais, a edição de 1867 dos *Principles* traz novos e significativos exemplos de Lyell sobre a ação geológica humana. Destacamos, em primeiro lugar, o capítulo XV (“Ação dos rios”), onde vemos a descrição dos grandes ravinamentos observados na Geórgia e no Alabama, em 1846 (Figura 1):

Vi, em ambos os estados, o início de centenas de vales em locais onde a floresta nativa tinha sido recentemente removida. /.../ Vinte anos atrás, antes da terra ser desmatada, eles não existiam; mas, quando as árvores da floresta foram cortadas, gretas de três pés de profundidade foram causadas pelo aquecimento solar na argila; e, durante as chuvas, um repentino fluxo

de água através da greta principal aprofundava-a em sua extremidade inferior, a partir de onde o poder escavador trabalhava de maneira remontante, até que, no curso de vinte anos, uma ravina, medindo não menos

que 55 pés de profundidade e 300 jardas de comprimento, e variando em largura de 20 a 180 pés, era o resultado” (Lyell, 1867; tradução nossa).

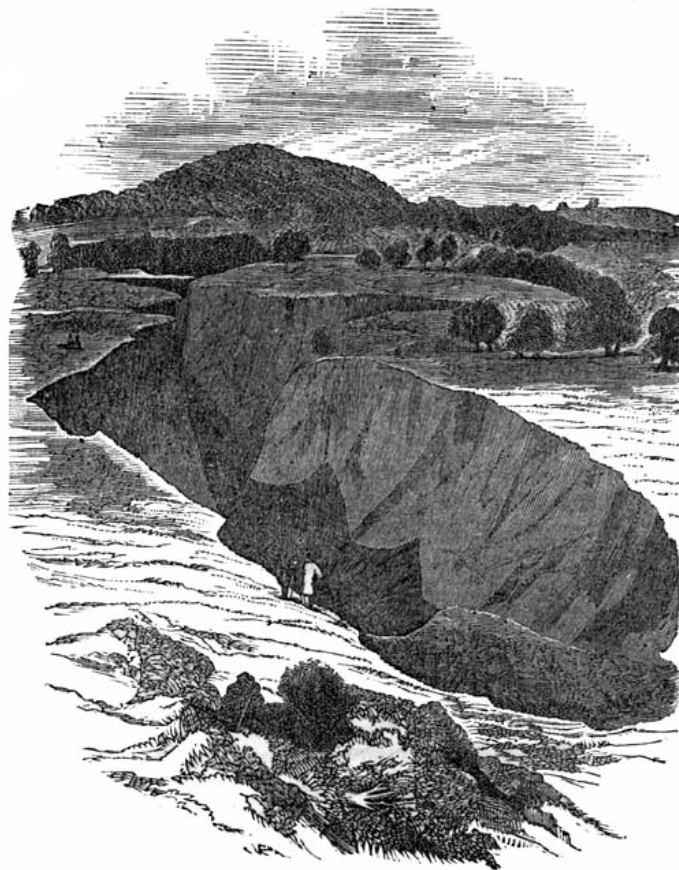


Figura 1. Ravina da fazenda de Pomona, Georgia (EUA), descrita por Lyell (1867)

Figure 1. Ravine on the farm of Pomona, Georgia (USA), described by Lyell (1867)

No entanto, a descrição de um verdadeiro ambiente tecnogênico é feita no capítulo XVIII (“Deltas de Mares Interiores”), quando Lyell trata, novamente, dos rios Pó e Adige, e cita as consideráveis mudanças gradualmente efetuadas na grande planície do nordeste da Itália, desde o tempo da República romana, com extensivo e gradual preenchimento de lagos e pântanos, ou drenagem induzida pelo aprofundamento dos leitos dos rios. Destaca-se o sistema geral de

canalizações, que implicou a construção de altos diques artificiais confinando os leitos, em razão dos quais

A velocidade aumentada adquirida pelos caudais enclausurados, tornou-os capazes de transportar uma porção muito maior de material ao mar; e, conseqüentemente, os deltas do Pó e do Adige avançaram muito mais rapidamente no Adriático desde que a prática do *embankment* tornou-se quase universal. Mas, apesar de mais sedimento ser carreado ao mar, parte da

areia e da lama, que no estado natural das coisas se espalharia sobre a planície nas inundações anuais, agora permanece no fundo dos canais dos rios; e, sua capacidade sendo dessa forma diminuída, é necessário, de maneira a prevenir-se inundações na primavera, extrair material do leito e adicioná-lo aos diques (banks) do rio. Portanto, parece que esses cursos hoje atravessam a planície no topo de altas elevações, como as águas de aquedutos (...) (LYELL, 1867, tradução nossa).

Lyell também discute, em sequência, o fenômeno do avanço acelerado da linha de costa e do assoreamento da linha costeira, além da modificação do caráter dos fluxos fluviais: “As torrentes das montanhas também tem se tornado mais turvas (*turbid*) desde a derrubada das florestas, que uma vez revestiam os flancos meridionais dos Alpes”. E, assim, “calcula-se que a taxa média de avanço do delta do pó no Adriático entre os anos 1200 e 1600 foi de 25 jardas ou metros por ano, enquanto que o ganho médio anual de 1600 a 1804 foi de 70 metros” (LYELL, 1867; tradução nossa).

Todavia, talvez o aspecto mais interessante abordado por Lyell seja a referência literária a Dante: “A prática da canalização foi adotada em alguns dos rios italianos já no século XIII; e Dante, escrevendo no começo do XIV, descreve, no sétimo círculo do inferno (A Divina Comédia, Inferno, Canto XV), um riacho de lágrimas separada de um escaldante deserto arenoso por diques ‘como aqueles que, entre Ghent e Bruges, foram levantados contra o oceano, ou aqueles que os paduanos levantaram ao longo do Brenta para defender suas cidades quando do derretimento das neves alpinas’” (LYELL, 1867, tradução nossa).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em síntese, o que verificamos na obra de Lyell é que este, conquanto realmente seja prudente na consideração da extensão e significado da ação humana frente à processualidade geológica global e ao tempo geológico, não só admite o estatuto de agente geológico ao homem, como faz pioneiramente a descrição do que hoje denominamos processos e ambientes tecnogênicos e, ainda, identifica em Dante o que talvez seja a primeira referência literária a um depósito tecnogênico. Em sua obra “The geological evidence of the antiquity of Man”, Lyell (2004 [1863]), por outro lado, apresenta sessões estratigráficas em que aparece, talvez pela primeira vez na literatura geológica, a referência às camadas de *made ground*, ou seja, estratos geológicos produzidos pela ação humana, termo que se aparece na literatura britânica posterior (SHERLOCK, 1922) e atualmente é uma das categorias de terrenos artificiais utilizadas nos mapeamentos do Serviço Geológico Britânico (McMILLAN; POWELL, 1999; ROSEMBAUM et al., 2003; PRICE et al., 2004, 2011).

No entanto, no que diz respeito ao tempo geológico, conforme a interpretação de Bowker (1996), para defender sua concepção Lyell trabalhou em duas direções: no desenvolvimento da Geologia enquanto disciplina, incorporando a ela a noção de tempo usada na decifração da história da Terra; e combatendo a idéia de que o “tempo geológico” era de alguma forma diferente desde o aparecimento da humanidade: “*mais calmo ou como que transformado pela sua presença*”.

Desse modo, na opinião do autor citado, Lyell utilizou duas “estratégias” para a resolução do problema da eventual

“modificação da escala cronológica após a criação da humanidade”, este ao que parece colocado em função da variabilidade observada nas espécies híbridas, de ritmo de mudança demasiado rápido para a concepção de atuação uniforme das “causas atuais”. Para Lyell (*apud* Bowker, 1996: 16), “é possível considerá-la [a diversidade dos híbridos] como um caso extremo resultante da intervenção humana, e não como um fenômeno indicador de uma capacidade de transformação infinita do mundo natural”. Ou seja, ressaltando um caráter transitório das intervenções humanas.

Assim, as estratégias de Lyell, segundo Bowker (1996), consistiam em *assimilar a ação humana à ação natural*, ao mesmo tempo que colocavam o *divórcio completo* entre a humanidade *civilizada* e a natureza:

Os dois argumentos relativos ao tempo humano podem assim ser resumidos: na medida em que a humanidade está em interação com o tempo geológico, é o seu lado animal que participa na ‘economia da natureza’ (...), ao passo que o seu lado civilizado intervém a um nível diferente e suscita o aparecimento temporário de anomalias no “livro da natureza”. /.../ A influência “moral” da humanidade exerce-se fora do tempo geológico e é inteiramente reversível, ao passo que a sua influência “física” está totalmente incluída nesse tempo. Isso justifica a criação de um tempo único, apropriado à história da Terra, ao desenvolvimento das ciências da Terra e à evolução humana - e trata-se de um tempo cujo estudo pertence ao domínio do geólogo.

De fato, mesmo na época de Lyell já se reconhecia o significado da ação geológica humana. James Secord, em sua introdução à edição dos *Principles...* da Penguin Books, 1997, anota que a obra de George Perkins Marsh, *Nature and Man*, de 1864, contestava a asserção de Lyell de que o impacto humano na paisagem seria mínimo. Goudie (1994) também destaca a contribuição de Marsh no estudo detalhado da influência humana na natureza, e que teria influenciado as idéias de E. Reclus (ver, por exemplo, Reclus, 2015). Hoje se vê contestada, por sua vez, a concepção de tempo geológico: a proposição do Tecnógeno (Ter Stepanian, 1988) e do Antropoceno (Crutzen; Stoermer, 2000) reconhecem um estatuto diferenciado à situação geológica contemporânea.

Na verdade, como vimos, Lyell se viu colocado frente a frente a um impasse epistemológico decisivo, que podemos entender hoje como um paradoxo da história da ciência: ao mesmo tempo em que, para a compreensão racional do que se afigurava então como um imensamente grande passado geológico, Lyell trabalhava justamente no momento em que a processualidade geológica na superfície do planeta se modificava radicalmente pela agência humana, ou seja, justamente no início do próprio Antropoceno (na concepção de Crutzen), ou da fase Antropocênica do evento Tecnógeno (Oliveira; Peloggia, 2014), em que, a partir das consequências da Revolução Industrial, os efeitos geológicos da agência humana se tornavam cada vez mais evidentes.

O privilegiamento da primeira perspectiva, por Lyell, é compreensível no contexto intelectual da época, em que a consolidação da Geologia como ciência era

prioritária. No entanto, como mostramos, Lyell também deixou as portas abertas para o desenvolvimento da segunda abordagem, isto é, para a inserção do tema da ação humana no escopo das geociências. A pouca consideração dessa possibilidade defasou epistemologicamente as geociências um século e meio.

Por fim, a originalidade da incorporação da ação humana ao escopo das geociências, que se consolida hoje com os estudos dos processos e registros geológicos antropogênicos, permite que se busque justamente em um dos “fundadores” da Geologia seu marco de referência inicial, resolvendo-se assim o impasse lyelliano.

REFERÊNCIAS

- ACOT, P. **História da Ecologia**. 2.ed. Rio de Janeiro: Campus, 1990, 212p.
- ALLÈGRE, C. **Deus e a ciência**. Bauru: EDUSC, 2000, 202p.
- ARAÚJO A. G. M. As geociências e suas implicações em teoria e métodos arqueológicos. **Rev. do Museu de Arqueologia e Etnologia**, Suplemento 3, p.35-45, 1999.
- ARAÚJO A. G. M.; NEVES W. A. (orgs.) **Lapa das Boleiras**: um sítio paleoíndio do carste de Lagoa Santa, MG, Brasil. São Paulo: Annablume: Fapesp, 2010, 219p.
- ARAÚJO A. G. M., PILÓ L.B.; NEVES, W.A. Estratigrafia e processos de formação do sítio. In: Araújo, A.G.M.; Neves W.A. (orgs.) **Lapa das Boleiras**: um sítio paleoíndio do carste de Lagoa Santa, MG, Brasil. São Paulo: Annablume; Fapesp, 2010, p.37-78.
- BALTAKOV, G. Culture layers as geological objects. In: Kostov, R.I.; Gaydarska, B.; Gurova, M. (eds.) **Geoarchaeology and Archaeomineralogy**: Proceedings of the International Conference. Sofia: Publishing House St. Ivan Rilski, 2008, p. 274-276.
- BLOCH, M. **Apologia da História**: ou o ofício de historiador. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2001, 159p.
- BORJA BARRERA, F. Formaciones superficiales antrópicas: aportación al estudio del proceso holoceno de antropización de los sistemas naturales. **Arqueologia Espacial**, n.16-17, p.29-39, 1993.
- BOWKER, G. As origens do uniformitarismo de Lyell: para uma nova geologia. In: Serres, M. (dir.), **Elementos para uma história das ciências**, v.3, Lisboa: Terramar, 1996, p.7-27.
- BOYDEN, S.; HADLEY, M. The hand of Man. **The Unesco Courier**, n.7, p.35-37, 1986.
- BRANNSTROM C., OLIVEIRA, A. M. S. Human modification of stream valleys in the western plateau of São Paulo, Brazil. Implications for environmental narratives and management. **Land Degradation & Development**, n.11, p.424-437, 1999.
- BRITTON, L.K. **The value of anthropogenic sediment to archaeological study**. Saskatoon, Canada. 2001, 190p Master of Arts Thesis, Department of Anthropology and Archaeology, University of Saskatchewan.
- BROWN, A.G. **Alluvial geoarchaeology**: floodplain archaeology and environmental change. Cambridge: Cambridge University Press, 1997, 377p.

- BROWN E.H. Man shapes the Earth. **The Geographical Journal** v.136, n.1, p.74-85, 1970.
- BROWN, E.H. O homem modela a Terra. **Boletim Geográfico**, v.30, n.222, p.3-18, 1971.
- BROWN, A.; TOMS, P.; CAREY, C.; RHODES, E. Geomorphology of the Anthropocene: time-transgressive discontinuities of human induced alluviation. **Anthropocene**, n.1, p.3-13, 2013
- BULLARD, R.G. Geological studies in field archaeology. **The Biblical Archaeologist** v.33, n.4, p.97-132, 1970.
- BÜLLOW, K.V. A evolução futura da Terra: uma época de transição geológica. **Boletim Geográfico**, v.31, n.228, p.22-29, 1972.
- BUTZER K.W. **Arqueología, uma ecologia del hombre: método y teoría para um enfoque contextual**. Barcelona: Belaterra, 2007, 418p.
- CAILLEUX, A. **Histoire de la Géologie**. Paris: Presses Universitaires de France, 1968, 126p.
- CANNEL, R.J.S. On the definition and practice of Geoarchaeology. **Primitive Tider** n.14, p.1-15, 2012.
- CHEMEKOV, Y.F. 1983. Technogenic deposits. INQUA Congress, 11, **Abstracts...** Moscow, 1983, v.3, p.62.
- CRUTZEN, P.J.; STOERMER, E.F. The Anthropocene. **IGBP Newsletter**, n.41, p.17-18, 2000.
- CRUTZEN, P.J. Geology of Mankind. **Nature**, v.415, n.3, p.23, 2002a.
- CRUTZEN, P.J. The “Anthropocene”. **Journal de Physique**, v.12, n.10, p.1-5, 2002b.
- DREW, D. **Man-Environment processes**. London: George Allen & Unwin, 1983, 135p.
- EDGEWORTH, M. Archaeology of the Anthropocene. **Journal of Contemporary Archaeology**, v.1, n.1, p.73-77, 2014a.
- EDGEWORTH, M. The relationship between archaeological stratigraphy and artificial ground and its significance to the Anthropocene. In: Waters, C. N.; Zalasiewicz, J. A.; Williams, M.; Ellis, M. A.; Snelling, A. M. (eds.). **A Stratigraphical Basis for the Anthropocene**. London: Geological Society, Special Publication 395, 2014b, p. 91–108.
- EDGEWORTH, M., RICHTER, D.B., WATERS, C., HAFF, P. NEAL, C.; PRICE, S.J. Diachronous beginnings of the Anthropocene: the lower bounding surface of anthropogenic deposits. **The Anthropocene Review**, v.2, n.1, p.33-58, 2015.
- ERLANDSON, J.M; BRAJE, T.J. Archaeology and the Anthropocene. **Anthropocene**, n.4, p.1-7, 2013.
- FANNING D. S., FANNING M. C. B. **Soil: morphology, genesis and classification**. John Wiley & Sons, New York, 1989, 395p.
- FORD, J.; KESSLER, H.; COOPER, A.H.; PRICE, S.J.; HUMPAGE, A.H. An enhanced classification for artificial ground. **British Geological Survey Open Report**, OR/10/036, 32p, 2010.
- FORD J.R.; PRICE S.J.; COOPER H.; WATERS C.N. An assessment of lithostratigraphy for anthropogenic deposits. In: Waters, C. N.; Zalasiewicz, J. A.; Williams, M.; Ellis, M. A.; Snelling, A. M. (eds.) **A stratigraphical basis for the Anthropocene**. London: Geological Society, Special Publication 395, 2014, p.55-89.

- GASHE H.; TUNCA O. Guide to archaeostratigraphical classification and terminology: definitions and principles. **Journal of Field Archaeology** v.10, n.3, p.325-335, 1983.
- GOHAU, G. **História da Geologia**. Mem Martins: Publicações Europa-América, 1987, 204p.
- GOLDBERG P.; MACPHAIL R.I. **Practical and Theoretical Geoarchaeology**. Malden: Blackweel, 2006, 454p.
- GOUDIE A. Human influence in geomorphology. **Geomorphology** n.7, p.37-59, 1993.
- GOUDIE, A. **The human impact on the natural environment**. 4.ed. Cambridge (EUA): The MIT Press, 1994, 454p.
- GOUDIE A.; VILES H.A. **Landscapes and Geomorphology**. Oxford: Oxford University Press, 2010, 137p.
- GOUDIE, A.; VILES, H.A. 2016. **Geomorphology in the Anthropocene**. Cambridge: Cambridge University Press, 2016, 323p.
- GOULD, S.J. **Time's cycle, time's arrow: myth and metaphor in the discovery of geological time**. London: Penguin Books, 1991, 222p.
- GIBBARD, P.L.; WALKER, M.J.C. The term "Anthropocene" in the context of formal geological classification. In: Waters, C. N.; Zalasiewicz, J. A.; Williams, M.; Ellis, M. A.; Snelling, A. M. (eds.) **A stratigraphical basis for the Anthropocene**. London: Geological Society, Special Publication 395, 2014, p.29-37.
- HAMILTON, C.; GRINEVALD, J. Was the Anthropocene anticipated? **The Anthropocene Review**, v.2, n.1, p. 59-72, 2015
- HARRIS, E.C. **Princípios de Estratigrafia Arqueológica**. Barcelona: Editorial Crítica, 1991, 227p.
- HARRIS, E.C. Archaeological Stratigraphy: a paradigm for the Anthropocene. **Journal of Contemporary Archaeology** v.1, n.1, p.105-109, 2014.
- HOOKE, R. LeB. On the efficacy of humans as geomorphic agents. **GSA Today**, v.4, n.9, 1994, p.217/224-225.
- HOOKE R. L. Spatial distribution of human geomorphic activity in the United States: comparison with rivers. **Earth Surface Processes and Landforms** v.24, n.8, p.687-692, 1999.
- HOOKE R. L. On the history of humans as geomorphic agents. **Geology**, v.28, n.9, p.843-846, 2000.
- HOOKE, R. LeB.; MARTÍN-DUQUE, J.F.; PEDRAZA, J. Land transformation by humans: a review. **GSA Today**, v.22, n.12, p.4-10, 2012.
- HOWARD J.L. Proposal to add anthrostratigraphic and technostratigraphic units to the stratigraphic code for classification of anthropogenic Holocene deposits. **The Holocene** v.24, n.12, p.1856-1861, 2014.
- JAMES, L.A. Legacy sediment: definitions and processes of episodically produced anthropogenic sediment. **Anthropocene**, n.2, p.16-26, 2013
- JORDÁ PRADO J.F. (2006-2009). **Geoarqueología, de la teoría a la práctica: interpretación de um yacimiento de la Edad del**

Hierro em la Península Ibérica. *Xama* 19-23: 45-61.

KAZUO, K. Geologic interpretation of artificial strata in urbanized areas. **Journal of Geosciences**, v.44, a.6, p.121-135, 2001.

KAVALIAUSKAS, P; VETEIKIS, D. Theoretical and applied aspects of landscape technogenic morphology. **Geografija**, v.40, n.2, p.11-16, 2004;

LAUDAN, R. **From Mineralogy to Geology: the foundations of a science, 1650-1830**. Chicago: The University of Chicago Press, 1987, 278p.

LEWIS, S.L.; MASLIN, M.A. Defining the Anthropocene. **Nature**, v.519, n.12, p.171-180, 2015

LYELL C. **The Geological Evidence of the Antiquity of Man**. Dover, Mineola (NY), 2004 [1863], 407p.

LYELL C. **Principles of Geology**. 10. ed. London: John Murray, 1867, 463p.

LYELL C. **Principles of Geology**. London: Penguin, 1997[1830-33], 472p.

McMILLAN A. A., POWELL J. H. BGS Rock Classification Scheme. V.4 – Classification of artificial (man-made) ground and natural superficial deposits. British Geological Survey, **Research Report**, RR 99-04, Nottingham: BGS, 1999, 65p.

NIR D. **Man, a geomorphological agent: an introduction to anthropic geomorphology**. Jerusalem Keper Publishing House; Dordrecht: D. Reidel Publishing, 1983, 175p.

NIREI H.; FURUNO K.; OSAMU K.; MARKER B.; SATKUNAS J. (2012). Classification of man

made strata for assessment of geopollution. **Episodes** 35 (2): 333-336.

NOLASCO M. C. **Registros geológicos gerados pelo garimpo, Lavras Diamantinas - BA**. 2002, 316p. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

OLIVEIRA A.M.S. Depósitos tecnogênicos associados à erosão atual. Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 6, Salvador, **Atas...** Salvador, ABGE, 1990, v.1, p.411-415.

OLIVEIRA A. M. S. **Depósitos tecnogênicos e assoreamento de reservatórios: exemplo do reservatório de Capivara, Rio Paranapanema SP/PR**. 1994, 211p. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Departamento de Geografia. Universidade de São Paulo, São Paulo.

OLIVEIRA A. M. S. A abordagem geotecnológica: a Geologia de Engenharia no Quinário. In: **Curso de Geologia aplicada ao meio ambiente** – DIGEO/IPT. São Paulo: ABGE, 1995, p.231-241.

OLIVEIRA A.M.S.; BRANNSTROM C.; NOLASCO M.C.; PELOGGIA A.U.G.; PEIXOTO M.N.O.; COLTRINARI L. Tecnógeno: registros da ação geológica do Homem. In: Souza C.R.G., Suguio K, Oliveira A.M.S., Oliveira P.E. (eds.), **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, Preto, 2005, p.363-378.

OLIVEIRA A.M.S. Estudos sobre o Tecnógeno no Brasil. In: In: Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, 10, Guarapari (ES), **Anais...** ABEQUA, 2005, CD-

ROM, 3.p. <http://www.abequa.org.br/trabalhos>. Acesso em: 24.out. 2016.

OLIVEIRA A.M.S.; PELOGGIA, A.U.G. The Anthropocene and the Technogene: stratigraphic temporal

implications of the geological action of humankind. **Quaternary and Environmental Geosciences**, v.5, n.2, p.103-111, 2014.

PASSERINI P. The ascent of the Anthropocene: a point of view on the Man-Made Environment. **Environmental Geology and Water Sciences** v.6, n.4, p.211-221, 1984.

PELOGGIA, A.U.G. As coberturas remobilizadas: depósitos tecnogênicos de encostas urbanas no município de São Paulo. **Solos e Rochas**, v.17, n.2, p.125-129, 1994.

PELOGGIA, A.U.G. A dialética da Geologia (Temas de Geologia inspirados na obra de Friedrich Engels, e suas aplicações). **Revista Brasileira de Geociências (Brazilian Journal of Geology)** v.25, n.2, p.107-110, 1995.

PELOGGIA, A.U.G. **Delineação e aprofundamento temático da geologia do Tecnógeno do Município de São Paulo**. 1996, 262p. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

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** 27(3): 257-268, 1997a.

PELOGGIA, A.U.G. Consequências geológicas da ação humana no Município de São Paulo e suas implicações para a geologia aplicada.

Simpósio de Geologia do Sudeste, 5, Penedo (Itatiaia), **Atas...** SBG/ABGE, 1997b, 3p.

PELOGGIA, A.U.G. **O Homem e o Ambiente Geológico**: Geologia, sociedade e ocupação urbana no Município de São Paulo. São Paulo, Xamã, 1998a, 271p.

PELOGGIA, A.U.G. A magnitude e a frequência da ação humana representam uma ruptura na processualidade geológica na superfície terrestre? **Geosul** v.14, n.27, p.54-60, 1998b (Edição Especial: II Simpósio Nacional de Geomorfologia).

PELOGGIA, A.U.G. Sobre a classificação, enquadramento estratigráfico e cartografia dos depósitos tecnogênicos. In: Prefeitura do Município de São Paulo/SEHAB/HABI, **Estudos de Geotécnica e Geologia Urbana (I)**, São Paulo, Manual Técnico 3 (GT-GEOTEC), 1999a, p.35-50.

PELOGGIA, A.U.G. O Tecnógeno existe? Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 9, São Pedro (SP), **Anais...** (CD-ROM), São Pedro: ABGE, 1999b, 10p.

PELOGGIA, A.U.G. Avanços recentes na Geologia de Engenharia: o Homem como agente geológico. Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 9, São Pedro (SP), **Anais...** (CD-ROM), São Pedro: ABGE, 1999c, 11p.

PELOGGIA A.U.G. O problema estratigráfico dos depósitos tecnogênicos. Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, 9, Recife (PE), **Anais...** CD-ROM, ABEQUA, 2003, 5p.. <http://www.abequa.org.br>. Acesso em: 20. nov. 2016.

PELOGGIA A.U.G. As cidades, as vertentes e as várzeas: a transformação do relevo pela

ação do homem no Município de São Paulo. **Revista do Departamento de Geografia** n.16, p. 24-31, 2005a.

PELOGGIA, A.U.G. A ação geológica do Homem nos clássicos da Geologia, com especial atenção aos Principles of Geology de Lyell. Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, 10, Guarapari, **Anais...** (CD-ROM), ABEQUA, 2005b, 5p. <http://www.abequa.org.br>. Acesso em: 20. nov. 2016.

PELOGGIA A.U.G e OLIVEIRA A.M.S. Tecnógeno: um novo campo de estudos das geociências. In: Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, 10, Guarapari, **Anais...** (CD-ROM), ABEQUA, 2005, 4p. http://www.abequa.org.br/trabalhos/0268_tecnogeno.pdf. Acesso em: 15. mar. 2015.

PELOGGIA, A.U.G. Evolução dos conceitos estratigráficos relativos aos registros geológicos da ação humana. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 46, Santos (SP), **Anais...** (CD-ROM), SBG, 2012, CD-ROM, 1p.

PELOGGIA, A.U.G.; OLIVEIRA A.M.S.; OLIVEIRA A.A.; SILVA E.C.N.; NUNES J.O.R. Technogenic geodiversity: a proposal on the classification of artificial ground. **Quaternary and Environmental Geosciences** v.5, n.1, p.28-40, 2014.

PELOGGIA, A.U.G.; SILVA, E.C.N.; NUNES J.O.R. Technogenic landforms: conceptual framework and application to geomorphologic mapping of artificial ground and landscape as transformed by human geological action. **Quaternary and Environmental Geosciences** v.5, n.2, p.67-81, 2014.

PELOGGIA, A.U.G.; CAPELLARI, B.; SHIKAKO, A.S. Registros geológicos tecnogênico-sedimentares (antropocênicos) no vale do Paraíba do Sul (Taubaté-SP): a aloformação rio Una. Simpósio de Geologia do Sudeste, 14, Campos do Jordão, **Anais...** SBG, 2015, 5p.

PELOGGIA, A.U.G. Os registros geológicos da ação humana e o Antropoceno-Tecnógeno: a estratigrafia da arqueosfera. Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, 15, Tramandaí/Imbé (RS), **Anais...** ABEQUA/UFRGS, p.12-13, 2015a.

PELOGGIA, A.U.G. Camadas que falam sobre o ser humano, caso encontrem arqueólogos e geólogos que as escutem: rumo a uma arqueogeologia interpretativa dos depósitos antropogênicos. In: Ortega, A.M. e Peloggia, A.U.G. (orgs.) **Entre o Arcaico e o Contemporâneo: ensaios fluindo entre Arqueologia, Psicanálise, Antropologia e Geologia**. São Paulo: Iglu, cap.7, p.189-221, 2015b.

PELOGGIA, A.U.G.. O significado arqueológico dos depósitos tecnogênico-aluviais da bacia do rio Una (Taubaté – SP). **Revista de Arqueologia Pública** v.9 n.11, 2015c, p.207-219.

<http://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/rap/article/view/8641304>. Acesso em: 16. nov. 2016.

PELOGGIA, A.U.G. A classificação geológica, geoarqueológica e geomorfológica dos terrenos artificiais (tecnogênicos): estado da arte. Congresso Brasileiro de Geologia, 48, 2016, Porto Alegre, **Anais...** SBG, 1p. <http://sbgeo.org.br>. Acesso em: 20. nov. 2016.

- POLLARD A.M. Geoarchaeology: an introduction. In: Pollard A.M. (ed.) **Geoarchaeology: exploration, environments, resources**. London: Geological Society, Special Publication 165, 1999, p.7-14.
- PRICE S. J., FORD J. R., COOPER A. H., NEAL C. Humans as major geological and geomorphological agents in the Anthropocene: the significance of artificial ground in Great Britain. **Phil. Trans. R. Soc. A** n.369, p.1056-1086, 2011.
- PRICE S. J., FORD J., KESSLER H., COOPER, A., HUMPAGE A. Artificial ground: mapping our impact on the surface of the Earth. **Earthwise** n.20,p.30-32, 2004.
- RAPP G. (R.); HILL C.L. **Geoarchaeology: the Earth science approach to archaeological interpretation**. 2.ed. New Haven: London: Yale University Press, 2006, 339p.
- RECLUS, E. **Do sentimento da natureza nas sociedades modernas e outros escritos**. São Paulo: Intermezzo Editorial: Edusp, 2015, 461p.
- ROEHL J. W., HOLEMAN J. N. Accelerated valley deposits. In: VANONI V. A. (ed.) **Sedimentation Engineering**, New York: Am. Soc. Civ. Eng., 1975, ch. 3, p. 382-389 (Manuals and Reports on Engineering Practice n.54).
- ROHDE G. M. **Epistemologia Ambiental: uma abordagem filosófico-científica sobre a efetuação humana alopoiética**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1996, 231p.
- ROSENBAUM M. S., McMILLAN A. A., POWELL J. H., COOPER, A. H., CULSHAW M. G., NORTHMORE K. J. Classification of artificial (man-made) ground. **Engineering Geology**, v.69, n.3-4, p.399-409, 2003.
- ROSSI, P. **Os sinais do tempo: história da Terra e história das nações de Hooke a Vico**. São Paulo: Cia. Das Letras, 1992, 387p.
- RUBIN, J.C.R; SILVA, R.T. (orgs.) **Geoarqueologia: teoria e prática**. Goiânia: Ed. da UCG, 2008, 171p.
- RUBIN, J.C.R.; SILVA R.T. (orgs.) **Geoarqueologia**. Goiânia: Ed. PUC Goiás, 2013, 268p.
- RUDDIMAN, W.F. The Anthropocene. **Annu. Rev. Earth Planet. Sci.** n.41, p.45-68, 2013.
- RUDDIMAN W.F., ELLIS E.C., KAPLAN J.O., FULLER, D.Q. Defining the epoch we live in. **Science**, v.348, n.6230, p.38-39, 2015.
- RUDDIMAN, W.F. **A Terra transformada**. Porto Alegre: Bookman, 2015, 376p.
- RULL, V. The humanized earth system (HES). **The Holocene**, v.26, n.9, 2016, p.1513-1516.
- SOLLI, B. Some reflections on heritage and archaeology in the Anthropocene. **Norwegian Archaeological Review**, v.44, n.1, p.40-54, 2011.
- SHERLOCK R.L. **Man as a geological agent: an account of his action on inanimate nature**. London: H.F. & G. Witherby, 1922, 372p.
- STEIN, J. Deposits for archaeologists. **Advances in archaeological method and theory**, n..11, p.339-395, 1987.
- STEIN, J.K. Archaeological stratigraphy. In: Lasca, N.P.; Donahue, J. (eds.). **Archaeological geology** of North America. Boulder: GSA, Centennial Special Volume 4, 1990. p.513-523.
- STEIN, J.K. Archaeological sediments in cultural environments. In: Stein, J.K.; Ferrand, W.R. (eds.) **Sediments in archaeological**

context. Salt Lake City: University of Utah Press, 2001, p.1-28.

STEIN, J. Principles of stratigraphic succession. In: Renfrew, C.; Bahn, P. (eds.) **Archaeology: the key concepts.** London/New York: Routledge, 2005, p.243-248.

STEFEN W., CRUTZEN P.J., McNEILL J. The Anthropocene: are humans now overwhelming the great forces of nature? **Ambio**, v.36, n.8, p.614-621, 2007.

STEFEN W., GRINEVALD J., CRUTZEN P.J., McNEILL J. The Anthropocene: conceptual and historical perspectives. **Phil. Trans. R. Soc. A** v.369, n.1938, p.842-867, 2011.

TER-STEPANIAN G. Did the Quinary start? In: INQUA Congress, 11, Moscow, **Abstracts...** 1983, p.260.

TER-STEPANIAN G. Beginning of the Technogene. **Bulletin I.A.E.G.** n.38, p.133-142, 1988.

TER-STEPANIAN G. Beginning of a new period: the Technogene. International Geological Congress, 29, Kyoto, **Proceedings...** 1992, Part B: Quaternary Environmental Changes. Utrecht: VSP, 1994, p.286-288.

VILLAGRAN, X.S. **Geoarqueologia de um sambaqui monumental:** estratigrafias que falam. São Paulo: Annablume, 2010, 213p.

VITA-FINZI C. Physiographic effects of Man. **The New Encyclopaedia Britannica, Macropaedia**, 15.ed., 1993, v.20, p.22-26.

WALTHAM T.; FORSTER A. Man as geological agent. **Geology Today**, v15, n.6, p.217-220, 1999.

WATERS, M.R. **Principles of geoarchaeology:** a North American perspective. Tucson: The University of Arizona Press, 1992, 398p.

WATERS C.N.; ZALASIEWICZ J.; WILLIAMS M.; ELLIS A.; SNELLING A.M. (2014). A stratigraphical basis for the Anthropocene? In: Waters C.N. et al. (eds.) **A stratigraphical basis for the Anthropocene.** London: Geological Society, Special Publication 395, p.1-21.

WATERS, C.N.; ZALASIEWICZ, J.; SUMMERHAYES, C.; BARNOSKY, A.D.; POIRIER, C.; GALUZKA, A.; CEARRETA, A.; EDGEWORTH, M.; ELLIS, E.C.; ELLIS, M.; JEANDEL, C.; LEINFELDER, R.; McNEIL, J.R.; RICHTER, D. deB.; STEFFEN, W.; SYVITISKI, J.; VIDAS, D.; WAGREICH, M.; WILLIAMS, M.; ZHINSHENG, A.; GRINEVALD, J.; ODATA, E.; ORESKES, N.; WOLFE, A. The Anthropocene is functionally and stratigraphically distinct from the Holocene. **Science**, v.351, n.6269, p.aad2622-1-aad2622-10, 2016

WILKINSON, B. H. Humans as geologic agents: a deep time perspective. **Geology** v.33, n.3, p.161-164, 2005.

WILSON L. The role of geoarchaeology in extending our perspective. In: Wilson, L. (ed.) *Human Interactions with the Geosphere: The Geoarchaeological Perspective.* Geological Society, London, **Special Publications**, n.352, p.1-9, 2011.

ZALASIEWICZ J. **The Earth after us:** what legacy will humans leave in the rocks? Oxford: Oxford University Press, 2008, 251p..

ZALASIEWICZ J., WILLIAMS M., SMITH A., BARRY T. L., COE A. L., RAWSON P., BOWN

P. R., CANTRILL D., GALE A., GREGORY F.J., HOUNSLOW M.W., KERR A., PEARSON P., KNOX R., POWELL J., WATERS C., MARSHALL J., OATES M., RAWSON P., STONE P. Are we now living in the Anthropocene? **GSA Today**, v.18, n.2, p.4-8, 2008.

ZALASIEWICZ J., WILLIAMS M., STEFFEN W., CRUTZEN P. The New World of the Anthropocene. **Environ. Sci. Technol.**, v.44, n.7, p.2228-2231, 2010.

ZALASIEWICZ J., WILLIAMS M., FORTEY R., SMITH A., BARRY T. L., COE A. L., BOWN P.R., RAWSON P.F., GALE, A., GIBBARD P., GREGORY F. J., HOUNSLOW M. W., KERR A. C., PEARSON P., KNOX R., POWELL J., WATERS C., MARSHALL J., OATES M., STONE P. Stratigraphy of the Anthropocene. **Phil. Trans. R. Soc. A**, v.369 (1938), p.1036-1055, 2011a.

ZALASIEWICZ J., WILLIAMS M., HAYWOOD A., ELLIS M. 2011a. The Anthropocene: a new epoch of geological time? **Phil. Trans. R. Soc. A** v.369(1938), p. 835-841, 2011b.

ZALASIEWICZ, J.; WILLIAMS, M.; WATERS, C.N.; BARNOVSKY, A.D.; HAFF, P. The technofossil record. **The Anthropocene Review**, v.1, n.1, p.34-43, 2014.