



O ANTROPOCENO REGISTRADO: ESTUDO DE CASO DE CLASSIFICAÇÃO DE TERRENO TECNOGÊNICO POR IMAGEM ORBITAL

The registered anthropocene: a technogenic grounds classification by orbital image

El antropoceno registrado: estudio de caso de clasificación de tierras tecnológicas por imágenes orbitales

 <https://doi.org/10.35701/rcgs.v22n3.708>

Wérica Pereira de Almeida¹

Érika Cristina Nesta Silva²

Caio Augusto Marques dos Santos³

Histórico do Artigo:

Recebido em 28 de Outubro de 2020

Aceito em 10 de Dezembro de 2020

Publicado em 30 de Dezembro de 2020

RESUMO

A época geológica do Antropoceno tem aparecido frequentemente em diversos veículos de divulgação científica, alimentando inúmeros debates e estudos acerca da ação humana sobre a natureza. O presente trabalho teve como objetivo central analisar o comportamento temporal de transformação de uma voçoroca no bairro Jardim das Paineiras, na cidade de Rondonópolis – MT e verificar como sua classificação, como terreno tecnogênico, altera-se ao longo do tempo. Os procedimentos metodológicos utilizados foram: seleção e análise de imagens do software Google Earth Pro dos anos de 2009, 2017, 2018 e 2020 e a classificação dos terrenos tecnogênicos segundo trabalho de Peloggia (2017) e trabalhos de campo. Os resultados das observações das imagens orbitais e dos trabalhos de campo permitiram verificar avanços e recuos no tamanho e

¹ Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Rondonópolis (UFR). Av. dos Estudantes, 5055 - Cidade Universitária, Rondonópolis - MT, 78736-900. (66) 3410-4021. E-mail: wericaalmeida61@gmail.com,

 <https://orcid.org/0000-0003-1956-348X>

² Professora da Universidade Federal de Rondonópolis (UFR). Av. dos Estudantes, 5055 - Cidade Universitária, Rondonópolis - MT, 78736-900. (66) 3410-4021. E-mail: erikanesta@yahoo.com.br,

 <https://orcid.org/0000-0001-8383-8236>

³ Professor da Universidade Federal de Rondonópolis (UFR). Av. dos Estudantes, 5055 - Cidade Universitária, Rondonópolis - MT, 78736-900. (66) 3410-4021. E-mail: kiomarques@hotmail.com,

 <https://orcid.org/0000-0003-4346-8650>

formato da voçoroca; entender que esses comportamentos de avanço e recuo permitiu classificar a voçoroca, nos anos analisados, em terrenos tecnogênicos de tipos diferentes; por fim, foi possível perceber que as causas são reflexos de ações diretas da sociedade, sobretudo do poder público municipal.

Palavras-chave: Rondonópolis-MT; terreno tecnogênico; Jardim das Paineiras; Imagens orbitais.

ABSTRACT

The geologic epoch of Anthropocene has frequently been appearing in many science divulgations, helping debates and studies around human action over nature. The present work had as its main aim to analyze the time behavior of a gully transformation in Jardim das Paineiras neighborhood, in Rondonópolis City – MT-Brazil and to verify how its classification as technogenic grounds alters throughout the time. The methodological procedures used were: selection and analysis of images on Google Earth Pro software of 2009, 2017, 2018 e 2020, and the classification of technogenic grounds according to Peloggia (2017) and field works. The results of satellite images and field works observations allowed to verify the progresses and retreats in size and form of the gully; to understand that these progress and retreat behaviors allowed to classify the gully, in analyzed years, technogenic grounds of different types; lastly, it was possible to realize that the causes are direct reflections of society, mainly in county public administration.

Keywords: Rondonópolis City – MT- Brazil; Technogenic ground, Jardim das Paineiras; Orbital images

RESUMEN

La época geológica del Antropoceno ha aparecido con frecuencia en varios vehículos de la difusión científica, alimentando innumerables debates y estudios sobre la acción humana en la naturaleza. El presente trabajo tuvo como objetivo principal analizar el comportamiento de transformación temporal de una gaviota en el barrio Jardim das Paineiras, en la ciudad de Rondonópolis - MT y verificar cómo su clasificación en terreno tecnogénico cambia con el tiempo. Los procedimientos metodológicos utilizados fueron: selección y análisis de imágenes del software Google Earth Pro para los años 2009, 2017, 2018 y 2020, y la clasificación de terrenos tecnogénicos según el trabajo de Peloggia (2017) y trabajo de campo. Los resultados de las observaciones de las imágenes orbitales y del trabajo de campo permitieron verificar avances y retrocesos en el tamaño y la forma de las erosiones subterráneas; entender que estos comportamientos hacia adelante y hacia atrás permitieron clasificar tales erosiones, en los años analizados, en terrenos tecnogénicos de diferentes tipos; finalmente, fue posible percibir que las causas son reflejos de acciones directas de la sociedad, especialmente del gobierno municipal.

Palabras Clave: Rondonópolis-MT; terreno tecnogénico; Jardim das Paineiras; imágenes orbitales.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da sociedade desde a sedentarização das populações primitivas à expansão da prática da agricultura, através do desenvolvimento e apropriação de técnicas, resultou na modificação das relações entre as sociedades e a natureza.

A ação dos indivíduos sociais sobre a natureza tem provocado alterações radicais no ambiente, fato interligado ao desenvolvimento das técnicas e aumento da sua capacidade de intervenção sobre os elementos e processos naturais, em especial na escala local, onde tem sido cada vez mais intensa. Por conseguinte, tem-se atribuído ao ser humano o papel de agente geológico-geomorfológico (SILVA et al., 2014).

O homem é, ao mesmo tempo, ser natural e ser social. O segundo aspecto o capacita a antever e planejar suas ações. Nesse sentido, ao se relacionar com a natureza externa, e deixar

marcas de sua influência (socialização da natureza), também se transforma (naturalização do ser social). Assim, o homem (como ser social) interage e transforma a natureza externa simultaneamente em que se transforma em decorrência dessa interação, que se dá através das técnicas e do trabalho na busca de sua reprodução social.

A intensidade e ritmo com que a ação humana age sobre a natureza variam a depender das classes sociais, frações dessas classes e do momento histórico do desenvolvimento das forças produtivas. Quando se menciona, neste trabalho, ação humana, antrópica ou do homem, não se pretende uma generalização e homogeneização da sociedade, ou seja, em que se externalize ou desconsidere desigualdades socioeconômicas entre classes sociais, ao contrário, entende-se ações diferenciadas conforme a capacidade técnica dos diversos estratos sociais.

A ação do homem tem grandes efeitos principalmente nas áreas urbanas, onde se intensificam e diversificam-se suas formas e maneiras de agir. Desse modo, a formação dos depósitos e terrenos tecnogênicos é um exemplo de produto da ação antrópica sobre a fisionomia e a fisiologia das paisagens, uma vez que estes materiais são constituídos a partir da remoção ou agradação de sedimentos oriundos dessa ação, seja direta ou indiretamente (SILVA et al., 2014), além de poderem apresentar materiais constituintes diversos, como os manufaturados.

Conforme apontado por Silva et al. (2014), nos ambientes urbanizados a gênese dos depósitos e terrenos tecnogênicos está amplamente associada à forma como ocorre a apropriação e ocupação dos compartimentos geomorfológicos. Em muitos casos, como afirmam os autores, a ocupação se dá em áreas ambientalmente vulneráveis, associada à inexistência ou precariedade de infraestruturas de serviços urbanos, como sistema de microdrenagem, arruamentos, saneamento básico, coleta e tratamento dos resíduos sólidos etc. Além disso, complementam os autores, certos hábitos da população, como a execução de queimadas, o lançamento de resíduos sólidos domésticos e entulho em terrenos baldios, colaboram para surgimento e/ou agravamento da degradação ambiental.

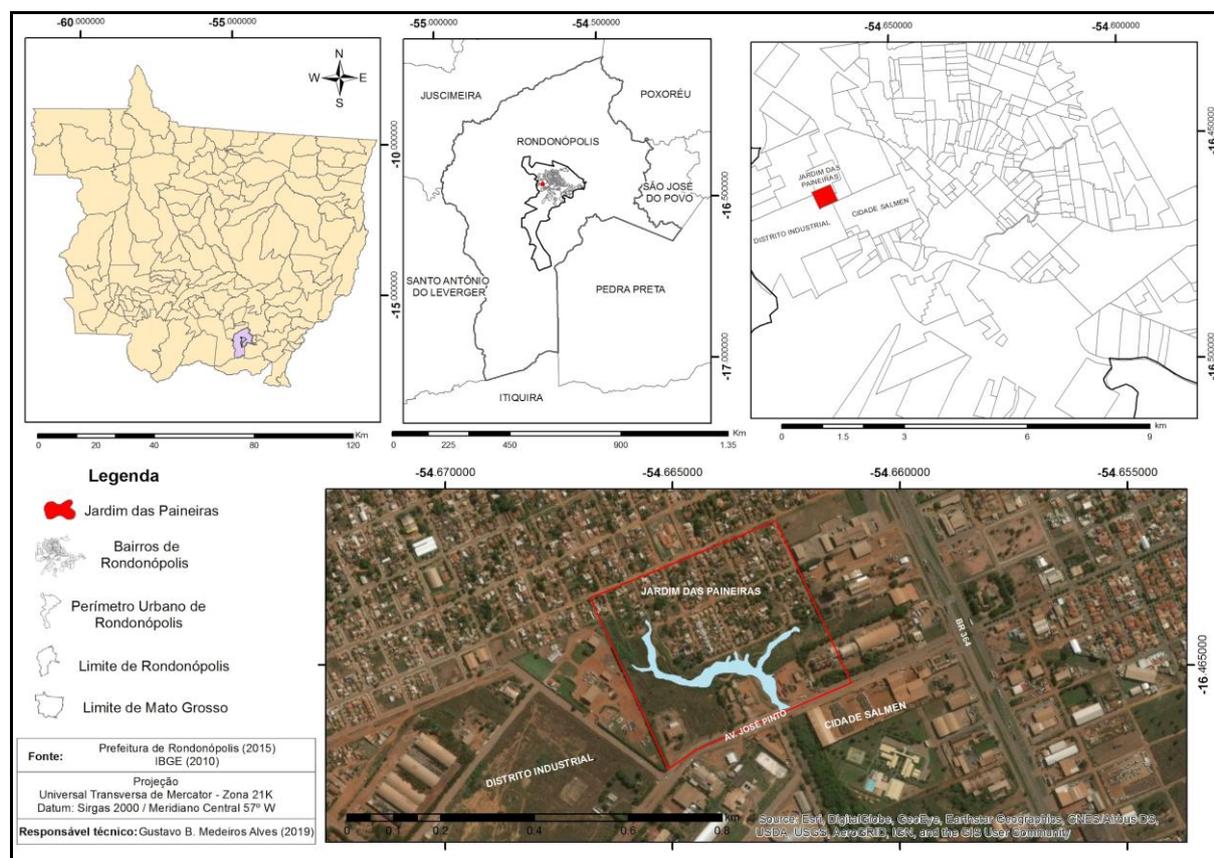
A respeito dos processos erosivos, constituem-se numa forma natural de modelagem do relevo. No entanto, com a interferência antrópica nos elementos e processos naturais, há a tendência a se romper o equilíbrio dinâmico das paisagens, estimulando-os e acelerando-os (exceto em situações em que as ações da sociedade são pautadas por princípios de conservação ambiental).

Denomina-se erosão natural ou erosão geológica a que ocorre sem a interferência de qualquer ação da sociedade. Porém, quando se rompe o equilíbrio dinâmico devido à interferência antrópica, e não se permite que o solo tenha uma recuperação natural, dá-se origem à erosão acelerada ou erosão antrópica. A degradação do solo é um dos principais problemas ambientais da atualidade em todo o

mundo, pois reduz as áreas férteis pela perda da camada superior do solo e intensifica a poluição, salinização, compactação etc. (ALBUQUERQUE, 2006).

A área de estudo deste trabalho é um terreno tecnogênico constituído e formado, atualmente, por uma voçoroca central com ravinas ramificadas, que se localiza no bairro Jardim das Paineiras, Rondonópolis-MT (Figura 1). O objetivo central foi analisar, por meio de imagens orbitais do Google Earth Pro, sua evolução temporal (entre os anos 2009, 2017, 2018 e 2020), verificar as transformações ocorridas e classificá-lo conforme classificação de terrenos tecnogênicos de Peloggia (2017).

Figura 1: Localização da área de estudo. Destaque em azul claro para o contorno da feição erosiva em 2017.



Fonte. Almeida (2020).

É válido chamar a atenção para quatro aspectos que se julga importantes: 1) o uso de imagens orbitais têm a vantagem de deixar registrado fatos que possibilitam uma análise na perspectiva temporal dos terrenos tecnogênicos; 2) seu uso não exclui, de forma alguma, o conhecimento das características físicas composicionais da paisagem da área de estudo (características climáticas, geológicas, geomorfológicas, pedológicas, biogeográficas, etc., e de uso e ocupação da terra historicamente) e a realização de trabalhos de campo; 3) reforça-se o uso do termo ação social por acreditar que as degradações não são produzidas igualmente por todas as classes ou

frações de classes sociais; 4) a natureza, na sua essência, não produz degradação, nem desastre, só mantém seu metabolismo à revelia da vontade humana.

Caracterização da área de estudo

O município de Rondonópolis insere-se na parte alta da Bacia do Rio Paraguai, tendo como principais afluentes o rio São Lourenço e o rio Vermelho, que percorrem o perímetro urbano no sentido nordeste/sudoeste. Localiza-se na região sudeste de Mato Grosso, cerca de 215 Km da capital Cuiabá. Ela é considerada uma cidade de porte médio, com aproximadamente 228.857 habitantes (IBGE, 2018).

Entre 1971 a 1980 ocorreu a consolidação de sua função financeira, comercial e industrial, além da aceleração e implantação de diversos loteamentos, entre eles o bairro Jardim das Paineiras. Entre os anos de 1981-1990 há uma aceleração do crescimento horizontal da cidade, experimentando um vertiginoso incremento da população urbana, consequência do fluxo migratório advindo do meio rural e de outras regiões do estado e do país.

Devido ao crescimento desenfreado, somado a um planejamento territorial inadequado, muitos bairros foram criados de forma irregular, desconsiderando as características do meio físico, intensificando a gênese e transformações de problemas ambientais.

O bairro Jardim das Paineiras é um dos bairros da cidade que atualmente encontra-se entre os mais afetados por problemas relacionados à degradação ambiental, que são intensificados nos períodos chuvosos. Em relação às características pluviométricas, de acordo com Santos et al. (2017), que trabalharam com dados no intervalo de 1999 a 2014, a média de precipitação variou de 3,6 mm mês⁻¹ em agosto a 285,2 mm/mês⁻¹ em janeiro. Os anos de 2000 (511,45 mm ano⁻¹) e 2006 (1527,7 mm ano⁻¹) apresentaram a menor e maior proporção de precipitação pluviométrica, respectivamente. O clima, segundo dados do IBGE (1980 apud SETTE, 1996), é considerado subúmido (úmido seco), com moderado déficit de água no inverno e regular excesso no verão.

O substrato geológico da área de estudo é a formação Ponta Grossa, que é aflorante e com relativa espessura exposta (em alguns pontos chega-se a 1 metro) na base da voçoroca, resultado do entalhamento, sobretudo nos períodos de chuva.

A Formação Ponta Grossa (356 Ma) constituída por folhelhos e siltitos ferruginosos, cinza a cinza-esverdeados, subordinadamente amarelados e avermelhados, normalmente muito intemperizado, com intercalações de arenitos finos a muito finos, preferencialmente ferruginosos, esverdeados, esbranquiçados em direção ao topo. Os folhelhos são físseis, muito fraturados, micáceos (muscovita), com estratificação plano-paralela milimétrica a centimétrica (CPRM, 2014 apud GUIRRA, 2017, p. 108).

O contexto geomorfológico regional apresenta, em boa parte a leste do município, localização na morfoestrutura da Bacia Sedimentar do Paraná, e uma pequena parte a oeste localiza-se na Bacia Sedimentar do Pantanal. Do ponto de vista morfoescultural, a parte urbana localiza-se inteiramente na Depressão Interplanáltica de Rondonópolis. Mais localmente, conforme verificado e observado em trabalhos de campo realizados, a área de estudo apresenta padrões de morfologia em colinas relativamente planas a suavemente onduladas, com declividades inferiores a 5%, comprimentos de rampa extensos e com formas retilíneas ou levemente concavizadas.

O tipo de solo na área de estudo é o Latossolo Vermelho eutrófico típico (SEPLAN-MT, 2011). Contudo, quando se observa o talude exposto da voçoroca (com pontos de exposição máxima de 4 metros), verifica-se não mais se tratar de uma cobertura pedológica típica em virtude das sucessivas intervenções humanas (Figura 2).

Figura 2: Taludes expostos da área de estudo com destaque para artefatos e materiais manufaturados depositados. O círculo amarelo destaca pneus depositados, e a linha amarela indica mudança na coloração e tipo de materiais depositados (fotografia da esquerda). A seta vermelha e a linha de mesma cor dão destaque a fragmentos de materiais de construção (fotografia da direita).



Fonte: Wérica P. de Almeida (trabalho de campo realizado em 2019).

Acerca do processo evolutivo da voçoroca, há relatos de moradores que seu marco inicial é da década de 1980 e, mesmo após diversas ações de moradores e do poder público de tentar contê-la, o processo erosivo ainda persiste, com episódios de agravamento da situação.

No que diz respeito ao seu registro em imagens orbitais, em particular às disponibilizadas no software Google Earth Pro, as primeiras com boa resolução são da década de 2000. Sua extensão horizontal máxima, tendo a parte superficial dos taludes como referência, chega a aproximadamente 20 metros. Já em relação à extensão em relação ao comprimento, hoje é em torno de 470 metros.

Atualmente sua configuração e avanço de suas cabeceiras no sentido das ruas não pavimentadas do bairro (pode ser visto na figura 1), afeta a vida da população. Em alguns pontos, a

remoção de material sedimentar causou o desnivelamento entre as entradas das casas e o novo nível da rua, o que tem dificultado a circulação de pedestres e automóveis, que precisam ser estacionados distantes das casas de seus proprietários. Nas últimas chuvas houve a queda de muros de algumas residências, o que vale ressaltar que não se está culpando as chuvas, como fenômeno natural, dos problemas que assolam a comunidade.

Procedimentos metodológicos

Os procedimentos metodológicos adotados no trabalho foram os seguintes: a) trabalhos de campo de reconhecimento, acompanhamento e registro fotográfico das transformações ocorridas na área de estudo atualmente; b) seleção das imagens orbitais do software Google Earth Pro dos anos 2009, 2017, 2018 e 2020 para análise temporal do comportamento da voçoroca.; c) análise das imagens orbitais; d) classificação da voçoroca como terreno tecnogênico de acordo com Peloggia (2017).

Os trabalhos de campo foram realizados após uma primeira observação em imagens orbitais e a averiguação de que havia um processo erosivo significativo na área. Apesar do intuito principal ter sido o de reconhecimento e registro (anotações e fotografias) das características da voçoroca, como de seu comprimento, profundidade e materiais naturais e tecnogênicos presentes na área, os trabalhos de campo possibilitaram o contato com a comunidade e a obtenção de informações que, sem esse contato, não teria sido possível somente pelos registros em fontes oficiais.

A seleção de imagens obtidas no software Google Earth Pro teve como critério as mudanças substanciais (e nítidas) na área de estudo. Mesmo tendo um intervalo temporal razoável entre 2009 e 2017, as mudanças não foram substanciais a ponto de terem alterada sua classificação, considerando-se a classificação dos terrenos tecnogênicos utilizada nesse trabalho (PELOGGIA, 2017). Nesse sentido, procedeu-se a análise das imagens orbitais no que diz respeito ao avanço do processo erosivo, ampliação da feição erosiva principal e de seus braços (em termos de profundidade, lateralidade e comprimento), e aterramento desta feição.

Em termos da classificação dos terrenos tecnogênicos, optou-se pela de Peloggia (2017), realizada a partir de trabalhos anteriores, em particular o de Peloggia et al. (2014b). A utilização dessa classificação permite indicar para os leitores a característica genética principal de um determinado terreno, como por exemplo a gênese, em termos tecnogênicos (relativos à ação da sociedade) relativa ao acréscimo ou decréscimo de materiais na superfície, respectivamente classificado como terreno tecnogênico de agradação e terreno tecnogênico de degradação. Em se tratando da resolução das

imagens orbitais utilizadas, as dimensões da feição erosiva estudada permitiram o reconhecimento e a classificação do terreno tecnogênico que a apresenta. A seguir (Quadro 1) é apresentada a classificação dos terrenos tecnogênicos conforme Peloggia (2017).

Quadro 1: Classificação dos terrenos tecnogênicos.

CLASSIFICAÇÃO DE TERRENOS TECNOGÊNICOS (ANTROPOGÊNICOS) PARA MAPEAMENTO GEOLÓGICO E GEOMORFOLÓGICO					
CLASSE	Categoria Geológica	TIPO		CAMADA OU FEIÇÃO TECNOGÊNICA	
Terreno Tecnogênico de Agradação	Formações superficiais antropogênicas	Depósitos Tecnogênicos	Terreno produzido	Terreno aterrado	Depósitos tecnogênicos construídos
				Terreno acumulado	Camadas tecnogênicas culturais (de ocupação, construção ou destruição) acumuladas sucessivamente.
			Terreno preenchido		Depósitos tecnogênicos construídos recobrimdo terreno escavado
			Terreno tecnogênico sedimentar	Aluvial	Depósitos tecnogênicos induzidos de fundos de vale
				Coluvial	Depósitos tecnogênicos induzidos de vertentes
			Terreno tecnogênico de escorregamento		Depósitos tecnogênicos induzidos criados por movimento de massa
			Terreno tecnogênico remobilizado		Depósitos tecnogênicos formados por remobilização de depósitos tecnogênicos preexistentes
			Terreno tecnogênico misto		Depósitos tecnogênicos construídos, induzidos ou remobilizados formando pacote indiferenciado
Terreno Tecnogênico Modificado	Solos Tecnogênicos	Terreno de composição alterada		Solos naturais com incorporação de contaminantes químicos ou material orgânico	
		Terreno geomecanicamente alterado		Solos naturais compactados ou revolvidos	
Terreno tecnogênico de degradação	Substrato Exposto ou Movimentado	Terreno erodido		Cicatrizes de erosão criadas por processos induzidos	
		Terreno escorregado		Cicatrizes de escorregamentos criadas por processos induzidos	
		Terreno movimentado ou afundado		Depressões de subsidência criadas por processos induzidos	
		Terreno escavado		Superfícies de escavação	
Terreno tecnogênico complexo	Paisagem Tecnogênica	Terreno complexo			Terrenos formados pela agregação ou sobreposição complexa de depósitos ou solos tecnogênicos ou superfícies de exposição de substrato, não diferenciáveis na escala de mapeamento adotada.

A ocorrência de processos posteriores que afetem a configuração ou composição dos terrenos tecnogênicos (como erosão, movimentação de massa, presença de água subterrânea ou formação de solos por pedogênese) deverá ser acrescida ao tipo de terreno com termos descritivos apropriados.

Fonte: Peloggia (2017).

Fundamentação Teórica

Conforme salienta Peloggia et al. (2014b), os terrenos tecnogênicos são aqueles cuja ação humana, direta ou indireta, foi responsável por suas formações e transformações. Esses terrenos estão presentes em ambientes urbanos e rurais. No caso do presente artigo, exemplificou-se e observou-se transformações em um terreno tecnogênico localizado em um bairro considerado de exclusão social.

Tendo em vista que a temática e as discussões acerca do Antropoceno são relativamente novas, mas que têm cada vez mais ganhado espaço em trabalhos nacionais e internacionais, faz-se, nesse espaço, o apontamento das obras de referência e breves considerações para o embasamento teórico do assunto estudado.

No Brasil, pode-se citar entre as principais obras de referência os trabalhos de Oliveira (1990, 1994, 1995), Oliveira et. al. (2005), Peloggia (1994, 1997a, 1997b, 1998, 1999, 2003, 2005), Peloggia et. al. (2014a, 2014b, 2017). Ao que tudo indica, Oliveira (1990) foi o primeiro pesquisador a trabalhar com a nomenclatura “tecnogênico” no Brasil, no intuito de se referir aos depósitos formados como resultado da ação humana. Originalmente, o termo foi utilizado na literatura internacional por Chemekov (1982).

Estudos posteriores começaram a utilizar essa nomenclatura, como os de Peloggia (1994;1998). Com isto, os trabalhos de Oliveira e Peloggia, dentre os quais os citados anteriormente, passaram a ser considerados como referências em termos de estudo das deposições tecnogênicas, tanto na Geologia quanto na Geografia. Cabe ressaltar que esta é uma das perspectivas de estudo em que se considera o ser humano enquanto agente geológico e geomorfológico, haja vista a contribuição de outros pesquisadores, como os trabalhos desenvolvidos por Rodrigues (2005) na perspectiva da Antropogeomorfologia, conforme proposta de Nir (1982).

Com o intuito de elaborar uma classificação, no Brasil, para as áreas que têm sofrido alterações superficiais advindas das atividades humanas, e ao considerar que as situações de gênese tecnogênica são bastante diversificadas, Peloggia et al. (2014b) elaboraram a classificação dos terrenos tecnogênicos que, posteriormente, foi revisada e ampliada em Peloggia (2017). Entre as referências utilizadas para esta classificação encontra-se, na literatura internacional, os trabalhos de Mcmillan e Powell (1999), Rosenbaum et al. (2003), Price et al. (2004) e Price et al. (2011), sobre a classificação dos Terrenos Artificiais utilizados pelo Serviço Geológico Britânico.

Não apenas sobre a configuração da superfície, mas também no que diz respeito à inclusão de uma subdivisão do Tempo Geológico na tabela cronoestratigráfica internacional, as discussões têm sido encaminhadas. No Brasil, por exemplo, os primeiros trabalhos acerca da consideração do homem como agente geológico, a exemplo de Peloggia (1998), abordaram a perspectiva do Quinário e

Tecnógeno, conforme proposta de Ter-Stepanian (1988). O autor anteriormente citado propõe a inclusão de um novo período geológico, o Quinário, e uma nova época correspondente, o Tecnógeno, a serem incluídos formalmente após o período Quaternário e a época do Holoceno.

No entanto, a proposta que mais tem sido discutida na literatura internacional é a do Antropoceno, proposta por Crutzen e Stoermer (2000) e Crutzen (2002). Pesquisadores como Zalasiewicz et al. (2008) e Waters et al. (2016, 2018) têm se debruçado para compreender os processos que ocorrem dentro do Antropoceno, bem como os registros, inclusive em deposições, e defendido a ideia da inclusão dessa nova época geológica, relativa à ação humana. Os estudos são amplos e incluem vários indicadores que são considerados como referências para a afirmação de que não estamos mais no holoceno e que boa parte dos processos e elementos naturais já se encontram amplamente modificados, especialmente após a Segunda Guerra Mundial.

Mesmo que em muitas dessas pesquisas não haja distinção em termos de uma melhor compreensão de quem é esse ser humano do Antropoceno, a que classe ou grupo social pertence, etc. utiliza-se essas referências teóricas no trabalho por acreditar que a sociedade têm interferido substancialmente nos processos geológicos e geomorfológicos a ponto das feições e materiais da estrutura superficial das paisagens não ser mais os oriundos tipicamente de processos naturais.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados e as discussões são baseadas e ilustradas pelas figuras 3, 4, 5, 6, 8 e 9. A partir delas é possível observar alterações nítidas entre os anos selecionados. Embora haja uma diferença de oito anos entre 2009 e 2017, e seja provável que tenha sido uma transformação gradual desse terreno tecnogênico, o que se ressalta é a mudança de classificação.

Observa-se que a voçoroca em 2009 (Figura 3) pode ser classificada como Terreno Tecnogênico de Degradação (do tipo terreno erodido, com cicatrizes de erosão criadas por processos induzidos). Esta classificação deve-se ao fato de ser considerada que a ação da sociedade, no local e no entorno, tem favorecido a existência do processo erosivo na área. Ao ser considerada que essa feição é, dessa forma, tecnogênica, classifica-se a área que a apresenta como um Terreno Tecnogênico de Degradação, cuja característica é a remoção de materiais presentes na estrutura superficial da paisagem. Utiliza-se o termo “induzido” para os processos que deram origem a feição erosiva por considerar que a retirada de sedimentos, formando assim a feição erosiva, não se deu de forma direta e/ou mecânica, como se observa, por exemplo, em locais em que parcelas dos solos são retiradas com retroscavadeiras no processo de terraplanagem. A feição é considerada como oriunda

de processos induzidos devido ao fato de sua intensificação decorrer de mudanças no uso e cobertura da terra, alterando assim a hidrodinâmica local.

Figura 3: Área de estudo em 03/08/2009. Destaque em vermelho para a feição erosiva.



Fonte: Adaptado de Google Earth Pro.

É possível observar, também, uma feição erosiva bastante estreita no sentido leste da imagem, no entanto optou-se por destacar na imagem apenas a localizada a oeste, dada a sua dimensão.

Na figura 4 verifica-se uma alteração significativa nas características da área de estudo e, com elas, a mudança de classificação, passando de um Terreno Tecnogênico de Degradação, para um Terreno Tecnogênico de Agradação (do tipo terreno preenchido, com presença de depósitos tecnogênicos construídos como recobrimdo terreno escavado). Este enquadramento classificatório é derivado da visualização de preenchimento da feição erosiva, praticamente nivelando-a ao nível dos arruamentos.

Figura 4: Área de estudo em 18/08/2017. Destaque em amarelo para a área que sofreu agradação.



Fonte: Adaptado de Google Earth Pro.

Para comparar a situação anterior à agradação, a figura 5 mostra como estava a área em maio do mesmo ano, com a presença de duas feições erosivas. A feição erosiva localizada no sentido oeste da imagem sofreu agradação ao passo que a localizada mais ao sul permanece visível. Um detalhe interessante de se destacar é que um dos taludes da feição erosiva localizada no sentido sul da imagem é visivelmente regular em seu contorno, indicando que houve ação direta humana no local. Predomina, em maio e agosto de 2017, a existência de Terreno Tecnogênico de Degradação e, no caso da área no sentido oeste da imagem, o Terreno Tecnogênico de Degradação passa a ser um Terreno Tecnogênico de Agradação em agosto.

Destaca-se que essa agradação de preenchimento não foi causada por alteração em processos naturais (diminuição dos índices pluviométricos e/ou aumento de áreas verdes) que diminuísse a relação escoamento superficial/infiltração, nem por obras de engenharia (construção de galerias pluviais e/ou aumento de áreas permeáveis). Foi ação deliberada do poder público municipal de aterrar (com materiais sedimentares e de construção civil de diferentes granulometrias e tamanhos) a voçoroca que se expandia. Por isso a denominação dos depósitos tecnogênicos enquanto construídos, e não induzidos (a ação foi direta no sentido de realocação, para o interior da feição erosiva, de sedimentos). Vale ressaltar, também, o fato do bairro, onde se localiza a área de estudo, ser de exclusão social, fato constatado em trabalho de campo pelos padrões construtivos das casas, esgoto a céu aberto, ausência de asfaltamento e saneamento ambiental inadequado (ARAÚJO, 2019).

Figura 5: Área de estudo em 26/05/2017. Destaque vermelho para as feições erosivas.



Fonte: Adaptado de Google Earth Pro.

Sublinha-se essa última afirmação em decorrência da ação da prefeitura não estar de acordo com nenhum manual técnico de contenção de processo erosivo. Sabe-se que somente o preenchimento da feição erosiva é atitude paliativa. O processo de escoamento tem que ser controlado aumentando a infiltração nas áreas a montante e nos topos das colinas.

Através da figura 6 é possível perceber a efemeridade de classificações frente a complexidade de repercussões, nos terrenos tecnogênicos, das ações da sociedade. Passados aproximadamente oito meses, tem-se uma mudança substancial da área de estudo. A classificação, portanto, altera-se. Tem-se, novamente, um Terreno Tecnogênico de Degradação (do tipo terreno erodido, com cicatrizes de erosão criadas por processos induzidos). Portanto, há a retomada do processo erosivo na área em que houve, em período anterior, a deposição tecnogênica construída, instalando-se, novamente, a feição erosiva que simplesmente desejaram “tampar”. Não houve, portanto, ação no sentido de redução do processo erosivo em si, como medidas adequadas no sentido de controle dos fluxos de água, em termos de volume e velocidade. Nota-se, também, que com o avanço do processo erosivo, ocorre a concatenação dos dois segmentos de feição erosiva, perdendo-se, dessa forma, o arruamento (prolongamento da Rua Sabiá) que ligava o bairro à Avenida José Pinto.

Figura 6: Área de estudo em 29/04/2018. Destaque em vermelho para a feição erosiva.



Fonte: Adaptado de Google Earth Pro.

É válido chamar atenção para outro aspecto das classificações: mesmo que em 2018 a área de estudo tenha a mesma classificação que em 2009, as dimensões e parte do desenho da voçoroca foram muito modificados, o que altera, por rebatimento, a vida das pessoas. Elas passam a conviver com risco de desabamento de suas casas em decorrência do avanço do processo erosivo, além de verem os preços de seus imóveis caírem.

As causas desse avanço foi uma conjunção da impermeabilização do solo de áreas a montante e das vertentes das colinas circunvizinhas, adensamento de construções e consequente diminuição de áreas permeáveis e as chuvas de verão.

Ao se observar a imagem mais recente no Google Earth, relativa ao mês de setembro de 2020, nota-se que o cenário está modificado. Como tem sido noticiado e visto nos trabalhos de campo, o bairro está passando por alterações em decorrência da instalação de infraestruturas de microdrenagem e asfaltamento. Para tanto, a prefeitura municipal tem instalado aduelas nas ruas e aterrado os braços da feição erosiva que se localizam no interior dos arruamentos. Como já destacado, o avanço da feição erosiva para o interior dos arruamentos causa transtornos para a população, como noticiado no início do ano de 2020, onde ocorreram perdas de estruturas das residências (Figura 7)⁴.

⁴ Reportagem sobre o avanço da feição erosiva e perdas de estruturas das residências podem ser vistas nesses links: <https://www.agoramt.com.br/2020/02/rua-das-garcas-e-tomada-por-erosao-e-moradores-ficam-presos-em-residencias/>

Figura 7: Fotografia de residências, no Jardim das Paineiras, assoladas pelo avanço da feição erosiva.



Fonte: site “Agora MT”; reportagem de 16 de fevereiro de 2020.

Após esse avanço da feição erosiva no começo do ano de 2020, a imagem de setembro indica que com o avanço das obras de microdrenagem, parte significativa da feição erosiva foi aterrada, além de ficar visível que as aduelas foram instaladas nas ruas e estão direcionando o fluxo de águas pluviais para o interior da parte da feição erosiva que permanece aparente a jusante da área loteada do bairro. Cabe ressaltar a incerteza, para os próximos meses, da adequabilidade dessas obras, visto que se não houver estruturas de dissipação de energia, a velocidade e volume das águas que estão sendo direcionadas para o interior dessa parte da feição erosiva poderá agravar o problema da erosão nesse local, que era um curso d’água.

Em termos de classificação do terreno tecnogênico, se torna cada vez mais complexa a realização da classificação e seu acompanhamento. Nesse sentido, observa-se mais claramente nesse cenário recente a subdivisão do terreno tecnogênico em dois (Figura 8).

As porções de montante desse terreno tecnogênico passam a ser classificadas como Terreno Tecnogênico de Agradação, do tipo “terreno preenchido”, com presença de depósitos tecnogênicos construídos recobrimdo terreno escavado. Isso inclui a área das ruas, como a identificada na figura 8 (destaque em azul para as aduelas instaladas) e a porção oeste da feição erosiva (destaque em amarelo para essa classe de terreno tecnogênico na imagem orbital de setembro de 2020, inclusive com estruturas aguardando para serem instaladas, em preto). O restante do terreno tecnogênico permanece classificado como Terreno Tecnogênico de Degradação, do tipo “terreno erodido”, com

presença, portanto, de cicatriz de erosão criada por processos induzidos. É nessa área, principalmente, que restam as maiores dúvidas sobre seu futuro agravamento, como mencionado anteriormente.

Figura 8: Área de estudo em 04/09/2020.



Fonte: Adaptado de Google Earth Pro.

Com a finalidade de comparação foi acrescentada a figura 9 que mostra o cenário em março de 2020, permanecendo o destaque em amarelo para a área em que houve, posteriormente, agradação, e os locais de visualização das aduelas na imagem de setembro do mesmo ano. Fica evidente o processo de agradação ao comparar as duas imagens, além da área em que a feição erosiva se estendeu até o limite das residências (proximidades do polígono azul da direita, na figura 9).

Com o intuito de sintetizar as principais mudanças em termos de classificação dos terrenos tecnogênicos na área de estudo, o Quadro 1 mostra a classificação para os anos de 2009, 2017, 2018 e 2020. Para os anos de 2017 e 2020, apresenta-se apenas a classificação em relação às épocas dos respectivos anos em que a classificação modificou. Na imagem de 26/05/2017, apesar de diferente em relação ao contorno e área atingida pelas feições erosivas, a classificação do terreno tecnogênico é a mesma do ano anteriormente analisado, havendo mudança no mês de agosto. Já no caso de 2020, os terrenos tecnogênicos, apesar de diferente em termos de configuração, são predominantemente de degradação, semelhante ao ano de 2018, com reconhecimento de diferença em setembro deste ano.

Figura 9: Área de estudo em 02/03/2020. Permaneceu-se os contornos relativos às áreas em que ocorreram agradação e a instalação das aduelas, a título de comparação.



Fonte: Adaptado de Google Earth Pro.

Quadro 1: Mudanças de classificação da área de estudo segundo Peloggia (2017).

Ano	Classificação
03/08/2009	Terreno Tecnogênico de Degradação (do tipo terreno erodido, com cicatrizes de erosão criadas por processos induzidos)
18/08/2017	Terreno Tecnogênico de Agradação (do tipo terreno preenchido, com presença de depósitos tecnogênicos construídos com recobrimento de terreno escavado). No sentido sul permanece Terreno Tecnogênico de Degradação (do tipo terreno erodido, com cicatrizes de erosão criadas por processos induzidos).
29/04/2018	Terreno Tecnogênico de Degradação (do tipo terreno erodido, com cicatrizes de erosão criadas por processos induzidos).
04/09/2020	Terreno Tecnogênico de Agradação (do tipo terreno preenchido, com presença de depósitos tecnogênicos construídos com recobrimento de terreno escavado), no sentido oeste da imagem. No sentido sul permanece Terreno Tecnogênico de Degradação (do tipo terreno erodido, com cicatrizes de erosão criadas por processos induzidos).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso das imagens orbitais mostrou ser uma ferramenta de auxílio para trabalhos na temática dos terrenos tecnogênicos em alguns aspectos que se relacionam: a) registro temporal dos terrenos; b) análise das transformações ocorridas; c) classificação dos terrenos.

Baseado no exposto, outros pontos precisam ser ressaltados: a) o uso das imagens orbitais não exclui os trabalhos de campo; b) seus usos para análises de transformações ocorridas devem ser complementadas com outros dados e informações, uma vez que não é possível deduzir, mas somente levantar possibilidades, sobre as causas das modificações. Resumindo: através das imagens é possível observar os fins, e não os meios das alterações.

Além da constante modificação das características agradacionais e degradacionais no referido terreno tecnogênico, vale ressaltar, novamente, que a feição erosiva tem causado transtornos para a população local, inclusive com riscos de desabamento e problemas com a circulação de veículos.

A sociedade vem alterando e sofrendo drasticamente (com maior ou menor intensidade a depender das classes e frações de classes sociais) com as mudanças na dinâmica da paisagem, contribuindo para a intensificação da erosão, do escoamento concentrado e deposição de materiais oriundos da ocupação da terra.

Sendo assim, a análise dos processos atuantes na formação de terrenos tecnogênicos em ambientes urbanos permite realizar uma leitura geográfico-geomorfológica de alguns dos principais efeitos nas paisagens e no ambiente, decorrentes do processo de apropriação e ocupação da terra em áreas urbanas, além de demonstrar como esta dinâmica transforma a paisagem e afeta a vida das pessoas.

AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro sob a forma de bolsa.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, F. N. B. Agentes, processos e feições erosivas em voçoroca conectada à rede de drenagem do rio Coreaú, em Coreaú, Ceará. **Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)**, v. 8, n. 1, p. 11-20, 2006.

ALMEIDA, W. P. **O bairro Jardim das Paineiras e a formação de terrenos tecnogênicos**. 2020. 136f. Relatório de Qualificação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário de Rondonópolis, Rondonópolis, 2020.

ARAÚJO, M. C. **Saneamento ambiental como indicador de qualidade ambiental urbana de Rondonópolis – MT**. 2019. 90f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário de Rondonópolis, Rondonópolis, 2019.

I. B. G. E. (CIDADES). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2018.

CHEMEKOV, Y. F. Technogenic deposits. In: INQUA CONGRESS, XI, 1983, Moscow. **Abstracts...** Moscow, 1983, p. 62.

CRUTZEN, P., J. Geology of mankind. **Nature**, v. 415, n. 6867, p. 23-23, 2002.



- CRUTZEN, P. J.; STOERMER, E. F. The "Anthropocene." **IGBP Global Change Newsletter**, n. 41, p. 17–18, 2000.
- GUIRRA, A. P. M. **Novas contribuições ao modelo de fragilidade ambiental a processos erosivos: estudo de caso aplicado ao perímetro urbano de Rondonópolis, Mato Grosso**. 2017. 160f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário de Rondonópolis, Rondonópolis, 2017.
- MCMILLAN, A.; POWELL, J. **BGS rock classification scheme**. Volume 4, Classification of artificial (man-made) ground and natural superficial deposits: applications to geological maps and datasets in the UK. 1999.
- NIR, D. **Man, a geomorphological agent: an introduction to anthropic geomorphology**. Jerusalem: Keper Publishing House, 1983. 165p.
- OLIVEIRA, A. M. S. Depósitos tecnogênicos associados à erosão atual. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 1990, Salvador. **Anais...** Salvador: ABGE/ABMS, 1990. p. 411-415.
- OLIVEIRA, A. M. S. **Depósitos tecnogênicos e assoreamento de reservatórios: exemplo do reservatório de Capivara, Rio Paranapanema SP/PR**. 1994. 211f. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.
- OLIVEIRA, A. M. S. A Abordagem Geotecnológica: a Geologia de Engenharia no Quinário. In: BITAR, O. M. (coord.). **Curso de Geologia Aplicada ao Meio Ambiente**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas/Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 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, 2005. p.363-378.
- PELOGGIA, A. U. G. As coberturas remobilizadas: depósitos tecnogênicos de encostas urbanas no município de São Paulo. **Revista Brasileira de Geotecnia**, v.17, n.2, p. 125-129, 1994.
- 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. 27, n. 3, p. 257-268, 1997a.
- PELOGGIA, A.U.G. A classificação dos depósitos tecnogênicos urbanos. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, V, 1997, Penedo. **Atas...** Penedo: SBG, 1997b, p.181-183.
- PELOGGIA, A. U. G. **O Homem e o Ambiente Geológico: geologia, sociedade e ocupação urbana no Município de São Paulo**. Xamã: São Paulo, 1998. 271p.
- PELOGGIA, A. U. G. Sobre a classificação, enquadramento estratigráfico e cartografia dos solos e depósitos tecnogênicos. In: Peloggia A. U. G. (org.) **Estudos de Geotécnica e Geologia Urbana (I)**. São Paulo: Prefeitura do Município de São Paulo/ GTGEOTEC, 1999. p. 35-50.
- PELOGGIA, A. U. G. O problema estratigráfico dos depósitos tecnogênicos. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, IX, 2003, Recife. **Anais...** Recife: ABEQUA, 2003. p. 1-5.
- PELOGGIA, A.U.G. O que produzimos sob nossos pés? Uma revisão comparativa dos conceitos fundamentais referentes a solos e terrenos antropogênicos. **Revista UNG Geociências**, v. 16, n. 1, p. 102-127, 2017.
- PELOGGIA, A. U. G. A ação geológica do homem nos clássicos da geologia, com especial atenção aos Principles of Geology de Lyell. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, X, 2005, Guarapari. **Anais...** Guarapari: ABEQUA, 2005. p. 1-8.
- 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 landscapes as transformed by human geological action. **Quaternary and Environmental Geosciences**, v. 5, n. 2, p. 67-81, 2014a.

PELOGGIA, A. U. G.; OLIVEIRA, A. M. dos 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, 2014b.

PRICE S. J.; FORD J. R.; KESSLER H.; COOPER A.; HUMPAGE A. Artificial ground: mapping our impact on the surface of the Earth. **Earthwise**, n. 20, p. 30-31, 2004.

PRICE S. J.; FORD J. R.; COOPER, A. H.; NEAL, C. Human as major geological and geomorphological agents in the Anthropocene: the significance of artificial ground in Great Britain. **Phil. Trans. R. Soc. A**, v. 369, p. 1056-1086, 2011.

RODRIGUES, C. Morfologia original e morfologia antropogênica na definição de unidades espaciais de planejamento urbano: exemplo na metrópole paulista. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 17, p. 101-111, 2005.

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, jun. 2003.

SETTE, D. M. **O clima urbano de Rondonópolis-MT**. 1996. 137f. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

SANTOS, D. A. D. S. et al. A relação das variáveis climáticas na prevalência de infecção respiratória aguda em crianças menores de dois anos em Rondonópolis-MT, Brasil. **Ciência & saúde coletiva**, v. 22, p. 3711-3722, 2017.

SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO DO ESTADO DE MATO GROSSO SEPLAN-MT.) CAMARGO, L. [Org.]. **Atlas de Mato Grosso**: abordagem socioeconômico-ecológica. Cuiabá: Entrelinhas, 2011. 100 p.

SILVA, E. C. N.; DIAS, M. B. G.; MATHIAS, D. T. A abordagem tecnogênica: reflexões teóricas e estudos de caso. **Quaternary and Environmental Geosciences**, v. 5, n. 1, p. 01-11, 2014.

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

WATERS, C. N. et. al. The Anthropocene is functionally and stratigraphically distinct from the Holocene. **Science**, v. 351, n. 6269, p. 137-157, 2016.

WATERS, C. N. et. al. Global Boundary Stratotype Section and Point (GSSP) for the Anthropocene Series: Where and how to look for potential candidates. **Earth-Science Reviews**, v. 178, p. 379-429, 2018.

ZALASIEWICZ, J. et al. Are we now living in the Anthropocene? **GSA Today**, v. 18, n. 2, p. 4-8, 2008.