

O QUE PRODUZIMOS SOB NOSSOS PÉS? UMA REVISÃO COMPARATIVA DOS CONCEITOS FUNDAMENTAIS REFERENTES A SOLOS E TERRENOS ANTROPOGÊNICOS

WHAT DO WE PRODUCE UNDER OUR FEET? A COMPARATIVE ANALYSIS OF THE FUNDAMENTAL CONCEPTS REGARDING ANTHROPOGENIC SOILS AND GROUNDS

Alex Ubiratan Goossens Peloggia

Pesquisador independente

Email: alexpeloggia@uol.com.br; peloggia@alumni.usp.br

RESUMO

Este artigo discute comparativamente os principais conceitos e classificações utilizadas, no Brasil, para o estudo das formações antropogênicas, centrando-se nas propostas da Geodiversidade Tecnogênica e da Ordem dos Antropossolos. Conclui-se que tais abordagens, embora correlacionáveis, não são compatíveis terminologicamente, propondo-se uma readequação conceitual em virtude da maior abrangência do conceito de terrenos tecnogênicos.

Palavras-chave: Antropossolos. Terrenos tecnogênicos. Classificação.

ABSTRACT

This article discusses comparatively the main concepts and classifications used in Brazil for the study of anthropogenic formations, focusing on the proposals of the Technogenic Geodiversity and the Order of Anthroposols. We conclude that such approaches, although correlated, are not compatible with regard to terminology, and we propose a conceptual adjustment due to the greater comprehensiveness of the concept of technogenic ground.

Keywords: Anthroposols. Technogenic ground. Classification.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas têm despertado amplo interesse científico as repercussões da agência humana sobre o planeta Terra, em tópicos que englobam a poluição ambiental, as mudanças climáticas, a perda da biodiversidade e, também, as transformações do relevo e das camadas superiores da litosfera. Este último aspecto, naturalmente, tem mobilizado

pesquisadores de campos como as Ciências do Solo, a Geologia, a Geografia Física e a Arqueologia, interessados em identificar, descrever, classificar e compreender os processos de formação dessas porções superiores da superfície sólida emersa do planeta que foram modificadas ou criadas, direta ou indiretamente, pelos seres humanos: os “solos” ou “terrenos” antropogênicos.

Tais materiais, em conjunto, formam o que Zalasiewics (2008) denomina de “estrato geológico humano” e que Edgeworth (2014) e Edgeworth et al. (2015) batizam muito adequadamente de “arqueosfera”. Todavia, as contribuições provenientes dos campos do conhecimento referidos acima têm produzido esquemas conceituais (descritivos e classificatórios) diferenciados, em termos tanto da nomenclatura utilizada como dos conceitos aplicados. Neste trabalho procura-se analisar comparativamente, restringindo o escopo às concepções oriundas da Ciência do Solo e da Geologia, duas dessas contribuições – vista a influência nas pesquisas desenvolvidas no Brasil –, a saber: a proposta da *ordem dos antrossolos* de Curcio et al. (2004) e a classificação da *geodiversidade de terrenos tecnogênicos* de Peloggia et al. (2014a). O propósito é o de verificar a correlação das unidades classificatórias propostas e a possibilidade de unificação das mesmas, uma vez que tratam essencialmente da mesma realidade, porém vista com vieses epistemológicos distintos. Pretende-se, em trabalhos posteriores, estender a comparação às classificações geoarqueológicas, a partir dos conceitos discutidos por Peloggia (2015).

CONCEITOS FUNDAMENTAIS REFERENTES A TERRENOS NATURAIS

Há ao menos três conceitos referentes a terrenos naturais que são fundamentais para a discussão proposta neste artigo: formações superficiais, solos e depósitos.

Por formação superficial entendem-se as camadas geológicas em geral exógenas e inconsolidadas, posicionadas no contato litosfera-atmosfera, em situação aflorante ou

sub-aflorante, com uma relação com o substrato que pode ser autóctone (no caso das alteritas e horizontes de solo) ou alóctone (no caso de depósitos sedimentares). Estas formações costumam mostrar uma configuração geomorfológica nítida (em função do que a abordagem morfoestratigráfica é valiosa em seu estudo) e características “litológicas” específicas (CAMPY; MACAIRE, 1989; CPRM, 1996). O conjunto das formações superficiais inconsolidadas forma o regolito (residual ou transportado) (LAPIDUS, 1990; BATES; JACKSON, 1984).

Já o conceito de solo, comum aos campos das ciências do solo e das geociências, como pode ser verificado em textos atualizados disponíveis em português (e.g. LEPSCH, 2011; MELFI; MONTES, 2008; TOLEDO et al., 2009; WICANDER; MONROE, 2009), é associado genericamente ao manto de intemperismo (regolito residual) ou, então, especificamente, à sua porção superior, denominada *solum* para diferenciá-la das porções inferiores (saprolito ou alterita). O *solum* é uma denominação dada ao solo propriamente e adequadamente dito, que resulta da pedogênese (e não simplesmente da alteração físico-química das rochas), diferencia-se em horizontes, é formado *in situ* (não havendo processos de erosão, transporte e deposição, mas somente movimentações no próprio perfil), e intervém em sua formação fatores. Deve ser lembrado que expressões como “solo saprolítico” ou “horizonte C do solo” são usadas, com alguma liberalidade, por geólogos de engenharia ou pedólogos, para referirem à porção superior do saprolito.

Enquanto os solos têm, a rigor, natureza residual-pedogênica, os depósitos são produtos sedimentares, resultando da acumulação de sedimentos que foram erodidos e transportados,

nos ambientes continentais úmidos, pelo escoamento superficial nas encostas e por processos fluviais nos vales, ou seja, em ambiente *aluvial*. É certo que entre este e o ambiente de formação do *solum (eluvial)* há elementos intermediários, para-autóctones, representados pelos materiais que sofreram ação de fenômenos de rastejo e solifluxão (movimentos de massa tangenciais nas encostas, por ação notadamente da gravidade), que se situam em ambiente *coluvial*.

Portanto, a alterita e o *solum*, as camadas coluviais e os depósitos aluviais são formações superficiais, mas diferenciam-se geneticamente em função de seus processos de formação. Tendo isto em vista, pode-se avançar na discussão acerca das formações superficiais direta ou indiretamente produzidas ou modificadas pela agência humana.

OS “SOLOS” DE ORIGEM HUMANA

Dentre as propostas que tratam da ação humana provenientes do campo das Ciências do Solo e que, justamente, têm o conceito de “solo” (*soil*) e suas derivações (antropossolo, antrossolo, tecnossolo, solo urbano, solo antrópico, solo tecnogênico etc.) como elemento fundamental e base de classificação, analisar-se a de Curcio et al. (2004), salvo engano a mais influente no Brasil.

Deve ser lembrado, todavia, que há nesse campo diversas propostas de descrição e classificação disponíveis na literatura internacional, que refletem tanto diferentes realidades verificadas em diferentes países quanto referenciais teóricos diferenciados, e que não serão abordadas aqui por limitação de escopo (e.g. FANNING; FANNING, 1989;

HOLLIS, 1991.; MOZHAROVA; GOL'TSOVA, 2008; LEHMAN; STAHR 2007; VOLUNGEVICIUS; SKORUPSKAS, 2011; NAETH et al. 2012; CHARZYNSKI et al. 2013a,b; HOWARD, 2017).

Na proposta de Curcio et al. (2004) há quatro conceitos principais: *material antrópico*, *antropogênese*, *camada antrópica* e *antropossolo*, sendo que os dois primeiros servem de base para os seguintes. Enquanto por material antrópico entendem-se em geral os materiais de natureza mineral ou orgânica produzidos pela atividade humana, a antropogênese dos solos vai além da presença desses materiais, incluindo também situações onde ocorra inversão, mistura ou remoção de horizontes, modificações na composição química ou na granulometria e presença de material tóxico ou séptico.

Já por camada antrópica os autores citados entendem uma camada com menos de 40 cm de espessura resultante de estruturação induzida exclusivamente pela ação humana. Já os antropossolos são definidos como volumes formados por várias ou apenas uma camada antrópica, possuindo mais de 40 cm de espessura, de composição orgânica ou inorgânica e derivado exclusivamente da ação humana. Esta, por sua vez, pode ser diferenciada em três tipos: adição (incorporação de material), decapitação (retirada de material) e mobilização (movimentação do material, que se entende referir-se ao próprio perfil).

Tendo por base tais conceitos, Curcio et al. (2004) definem a Ordem dos Antropossolos, dividida em subordens, grandes grupos e subgrupos. As subordens são as seguintes:

- 1) *Antropossolos líxicos*: volumes constituídos por materiais antrópicos nocivos ao ambiente, misturados ou em camadas;

- 2) *Antropossolos decapíticos*: volumes decapitados (removidos) por ação humana direta, com exposição de material de subsuperfície.
- 3) *Antropossolos sômicos*: volumes formados por deposição de materiais por ação humana direta, em camadas ou misturados.
- 4) *Antropossolos móveis*: volumes de material depositados por ação direta sobre antes houve remoção (decapitação).

É interessante notar que a delimitação dessas subordens, conquanto claramente definidas, não segue um critério único: para os antropossolos líticos é a composição, enquanto para os decapíticos, sômicos e móveis são as ações (processo de formação). Para os demais níveis da classificação esta característica se mantém: os grandes grupos são definidos variadamente pela presença ou não de água, nível exposto do perfil, estrutura (disposição em camadas ou não e de que forma), presença de material tóxico ou séptico; para os subgrupos são usados, ainda, parâmetros geoquímicos na definição de alguns tipos.

É de se notar também a razoável correspondência entre as subordens propostas e a classificação dos materiais constituintes dos “solos altamente influenciados pelo Homem” de Fanning e Fanning (1989), a saber: antropossolos líticos e material gárbico (*garbic*), antropossolos móveis e superfícies decapadas (*scalped land surfaces*) e antropossolos sômicos e materiais espólicos (*spolic*). Seja como for, uma característica comum às propostas citadas é o uso genérico do termo solo para indicar material inconsolidado.

No Brasil, os trabalhos que utilizam os conceitos de “solos” antrópicos, antropogênicos ou urbanos, vêm sendo produzidos pelo menos desde os primeiros anos da década de 2000

(e.g. PEDRON et al., 2004; DAGNINO; FREITAS, 2005; MOURA et al., 2006; PEDRON et al., 2007; SANTOS, 2008; SILVA, 2011; LADEIRA, 2012; ANICETO; HORBE, 2012; SANTOS et al., 2012; DIAS, 2014, 2017; SANTOS, 2015), bem como vem se desenvolvendo a pesquisa do que se tem denominado de arqueopossolos, notadamente as “terras pretas amazônicas”.

OS “TERRENOS” PRODUZIDOS PELA HUMANIDADE

Diferentemente da proposta vista anteriormente, nas classificações provenientes do campo da Geologia, o conceito fundamental não é “solo”, mas terreno (*ground*). A diferença fundamental reside em que a referência de estudo são as *formações geológicas superficiais*, conceito que engloba e diferencia *solos* (solum, ou solo superficial pedogênico, e alterita ou saprolito) como materiais formados *in situ* (elúvio), de materiais transportados e sedimentados (colúvios e alúvios, ou simplesmente depósitos sedimentares).

A variedade de tais materiais de origem humana que foram o estrato geológico humano ou arqueosfera foi denominada por Peloggia et al. (2014a) de geodiversidade tecnogênica. A proposta de classificação desta geodiversidade tem origem na classificação dos depósitos tecnogênicos apresentadas por Oliveira (1990), a partir do conceito inicial de Chemekov (1983), e que distinguiu três categorias genéticas fundamentais: depósitos construídos (resultantes diretos da ação humana), induzidos (resultantes de processos naturais modificados ou intensificados pela ação humana) e modificados (solos ou depósitos naturais alterados em sua constituição por componentes tecnogênicos).

Deve ser percebido que, a rigor, a categoria dos “modificados” não corresponde a depósitos propriamente ditos.

A esta classificação básica, Peloggia (1996, 1997c, 1998) acrescenta a diferenciação dos depósitos em função do material constituinte, adaptando para isso para o português a proposta de Fanning e Fanning (1989) a respeito dos “solos altamente influenciados pelo homem”: materiais úrbicos, gárbicos, espólicos e dragados. Em sequência, Peloggia (1999) elabora a “classificação integrada dos depósitos tecnogênicos”, em que lança mão também das colaborações de Nolasco (2002) acerca de depósitos retrabalhados. Esta classificação tem caráter operacional, permitindo a caracterização detalhada dos diversos tipos de depósitos tecnogênicos a partir da consideração, além da gênese, dos fatores composição, estrutura, forma de ocorrência e ambientes de deposição tecnogênica (aos quais se podem integrar o conceito de *sistemas tecnogênicos*, como proposto por FIGUEIRA, 2007).

Em paralelo, no Reino Unido foi se desenvolvendo a classificação dos terrenos artificiais (*artificial ground*) proposta e amplamente utilizada pelo Serviço Geológico Britânico, de cunho eminentemente morfoestratigráfico, que trabalha com categorias que indicam a acumulação de material geológico (*made ground* e *infilled ground*), a escavação de materiais (*worked ground*), a movimentação do terreno (*disturbed ground*) e, ainda, o conjunto não distinguível, na escala de mapeamento adotada, de dois ou mais desses tipos (*landscaped ground*) (McMILLAN; POWELL, 1999; ROSEMBAUM et al. 2003; PRICE et al. 204; PRICE et al. 2011) (Quadro 1).

Na verdade, a categoria fundamental *made ground* tem uma história particularmente

antiga na literatura geológica, tendo sido utilizada por Lyell (1863), na obra *Geological Evidences of the Antiquity of Man*, para descrever camadas antropogênicas observadas em contextos arqueológicos e sedimentares (ver PELOGGIA; ORTEGA, 2016), e seu processo de formação foi descrito por Sherlock (1922) na cidade de Londres.

Quadro 1 - Classificação de Classes de Terrenos Artificiais do Serviço Geológico Britânico (McMILLAN; POWELL, 1999; ROSEMBAUM et al. 2003; PRICE et al. 204; PRICE et al. 2011)

Table 1 - Artificial Ground classification proposal from de British Geological Survey (McMILLAN; POWELL, 1999; ROSEMBAUM et al. 2003; PRICE et al. 204; PRICE et al. 2011)

| CLASSES DE TERRENOS | DESCRIÇÃO |
|---|---|
| Terreno produzido (MADE GROUND) | Áreas em que houve acumulação de material por ação humana sobre a superfície de terreno natural. |
| Terreno escavado WORKED GROUND | Áreas onde a superfície preexistente foi escavada por ação humana. |
| Terreno preenchido INFILLED GROUND | Áreas onde a superfície existente foi escavada e posteriormente aterrada parcial ou totalmente por ação humana. |
| Terreno movimentado DISTURBED GROUND | Áreas de movimentação e subsidência de material relacionada à atividade mineraria. |
| Terreno complexo DSCAPED GROUND | Áreas onde a superfície preexistente foi extensivamente remodelada sendo impraticável mapear as classes anteriores separadamente. |

A proposta de classificação da geodiversidade de terrenos tecnogênicos de Peloggia et al. (2014a) parte então da unificação, por um lado, dos conceitos de terrenos artificiais utilizados pelos britânicos, e por outro dos conceitos de depósitos tecnogênicos desenvolvidos no Brasil, como vimos, desde a década de 1990. Nesse sentido, é proposta por esses autores uma distinção conceitual clara para o uso dos termos terreno (*ground*), camada (*layer*), depósito (*deposit*) e solo (*soil*):

- 1) *Terrenos tecnogênicos (ou artificiais)* são formados por materiais geológicos acumulados ou por exposições de substrato natural antes não aflorante, em virtude de ações de deposição ou remoção, diretas ou induzidas.
- 2) *Camadas tecnogênicas* são depósitos ou horizontes de solo tecnogênicos. O termo é particularmente útil na descrição de terrenos onde haja superposições dos mesmos.
- 3) *Depósitos tecnogênicos* são formações superficiais criadas por processos de acumulação diretamente realizados ou induzidos pela agência humana.

- 4) *Horizontes de solo tecnogênicos* são porções de *solum* modificadas *in situ* por ações humanas.

Dessa maneira, Peloggia et al. (2014a), com contribuições posteriores de Peloggia (2015) e Vitorino et al. (2016), distinguem a diversidade de terrenos tecnogênicos em quatro classes: terrenos de agradação, degradação, modificados e complexos. Às três primeiras correspondem categorias geológicas específicas, respectivamente: depósitos tecnogênicos como formadores dos terrenos de agradação; solos tecnogênicos como constituintes dos terrenos modificados, e; substratos naturais expostos ou movimentados. A quarta classe é definida em função das necessidades práticas de mapeamento, correspondendo ao conceito de *landscaped ground* dos britânicos.

Deve ser notado que a compatibilidade que se verifica entre as abordagens “soviético-brasileiras” de depósitos tecnogênicos e a classificação britânica de terrenos artificiais, e que serviu de base para a classificação da geodiversidade de terrenos tecnogênicos de Peloggia et al. (2014a), se dá justamente por se

basearem em conceitos geológicos que não utilizam genericamente o termo “solo”, restringindo seu uso solo a uma categoria específica de terreno dentre as diversas camadas de origem humana, em um quadro geral de classificação genética, ou seja, baseada no processo de formação.

Para cada uma das classes, a particularidade das camadas ou feições

tecnogênicas (depósitos, solos ou formas de exposição ou mobilização dos substratos) define tipos particulares de terrenos (Quadro 2), que englobam aqueles do *artificial ground* mas também incluem depósitos de caráter induzido e remobilizado, solos tecnogênicos e terrenos erodidos ou escorregados.

Quadro 2 - Classificação de terrenos tecnogênicos proposta por Peloggia et al. (2014a), com colaborações de Peloggia (2015) e Vitorino et al. (2016), revista e ampliada.

Table 2 - *Technogenic Ground classification proposed by Peloggia et al. (2014a), with complements from Peloggia (2015) and Vitorino et al.(2016), revised and extended.*

| 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 | Terreno produzido | Terreno aterrado | Depósitos tecnogênicos construídos |
| | | | Terreno acumulado | Camadas tecnogênicas culturais (de ocupação, construção ou destruição) acumuladas sucessivamente. |
| | | Terreno tecnogênico sedimentar | Terreno preenchido | Depósitos tecnogênicos construídos recobrimdo terreno escavado |
| | | | Aluvial | Depósitos tecnogênicos induzidos de fundos de vale |
| | | Depósitos Tecnogênicos | 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 complex | 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.

Vitorino et al. (2016) acrescentam ainda à classificação o detalhamento da diferenciação descritiva da composição dos materiais dos depósitos tecnogênicos, a partir da proposta de Peloggia (1996, 1997c, 1998a, 1999) acima citada, agora com a utilização do conceito de *fácies tecnogênicas*, como definidas por Peloggia et al (2014a): uma vez que todos os depósitos ou

solos tecnogênicos são formados pela acumulação de material ou pela transformação de material original não tecnogênico, em ambas as situações o *aspecto* do material acumulado ou transformado é frequentemente uma característica fundamental para identificação e classificação, do mesmo modo que nos depósitos sedimentares naturais (Quadro 3).

Quadro 3 - Classificação de fácies em camadas tecnogênicas, modificado de Vitorino et al. (2016), com base em Peloggia (1999) e Fanning e Fanning (1989).

Table 3 - *Facies classification of technogenic layers, modified from Vitorino et al. (2016), based in Peloggia (1999) and Fanning and Fanning (1989).*

| CLASSIFICAÇÃO DE FÁCIES EM CAMADAS TECNOGÊNICAS | |
|---|---|
| Regra de aplicação: a classificação faciológica do depósito resulta da conjunção do material constituinte com a estrutura: (A) + (B) | |
| Tipo de material (A) | Composição do depósito |
| Úrbico | Materiais terrosos com artefatos, frequentemente em fragmentos, entulhos e detritos urbanos em geral. |
| Gárbico | Material detrítico com quantidade significativa de lixo orgânico |
| Espóico | Material proveniente de escavação do manto de intemperismo, eventualmente com material rochoso subordinado. |
| Sedimentar | Material sedimentar, frequentemente com clastos tecnogênicos de qualquer granulação. |
| Lítico | Material rochoso de granulação diversa, eventualmente com material rochoso subordinado. |
| Estrutura (B) | Características do modo de organização interna do depósito |
| Estratificada | Estruturas resultantes de processos sedimentares |
| Acamadada | Sobreposições de camadas de características distintas ou não. |
| Maciça | Material com distribuição e características homogêneas |
| Irregular | Arranjo aleatório de materiais de características distintas |
| Celular | Porções justapostas constituídas por materiais distintos |

Resta ressaltar que a classificação dos terrenos tecnogênicos não trata dos novos solos (propriamente ditos) formados por processos pedogenéticos sobre substratos ou estruturas tecnogênicas. Tal ocorrência, na proposta aqui tratada, deve ser acrescentada à descrição do terreno tecnogênico. Por outro lado, a associação dos terrenos tecnogênicos a formas específicas de modelados levou à classificação das formas de relevo tecnogênicas (*technogenic landforms*) (PELOGGIA, 1998b; PELOGGIA, 2005a, PELOGGIA et al., 2014b).

Nos Brasil, os estudos utilizando estes tipos de abordagem, de caráter geológico e morfoestratigráfico, na identificação, descrição, classificação e mapeamento de terrenos antropogênicos (tecnogênicos), como dito se iniciaram na década de 1990, produzindo contribuições até hoje (e.g. OLIVEIRA, 1990, 1994; OLIVEIRA et al., 1992; PELOGGIA et al. 1992; BARROS; PELOGGIA, 1993; OLIVEIRA; QUEIROZ NETO, 1994; PELOGGIA, 1994, 1996, 1997a,b, 1998a,b, 1999, 2000, 2003 2005b, 2015a,b, 2016; KUTNER; BJORNBERG, 1997;

NOLASCO, 2002; BRANNSTROM; OLIVEIRA, 1999; LISBOA, 2004; OLIVEIRA et al., 2005; OLIVEIRA; PELOGGIA, 2005; KORB, 2006; FIGUEIRA, 2007; RUBIN et al., 2008; PEREIRA, 2011; CAPELLARI; PELOGGIA, 2012; GOMES et al. 2012; MACHADO, 2012, 2013; SILVA 2012, 2017; SILVA, 2013; OLIVEIRA et al. 2013; MARQUES et al., 2013; BRITO et al. 2013; FRANÇA Jr.; SOUZA, 2014; KORB; SUERTEGARAY, 2014; MARQUES; OLIVEIRA, 2014; MIYAZAKI, 2014; MIRANDOLA; MACEDO, 2014; OLIVEIRA, 2014; OLIVEIRA et al., 2014; PELOGGIA et al., 2014a,b; SILVA; HORN, 2014; DIAS, 2015; OLIVEIRA et al., 2015; PELOGGIA et al., 2015; BRAGA et al., 2016; VITORINO et al. 2016; SANTOS et al, 2017).

ANÁLISE COMPARATIVA E DISCUSSÃO

Para a análise comparativa das propostas apresentadas anteriormente é conveniente a produção de um quadro em que as categorias utilizadas possam ser diretamente correlacionadas (Quadro 4). Partiu-se para a elaboração deste da classificação da geodiversidade tecnogênica por ser mais abrangente, ou seja, apresentar maior quantidade de categorias, acrescentando-se então colunas correspondentes à classificação britânica de terrenos artificiais e à classificação dos materiais de solos produzidos pela humanidade de Fanning e Fanning, por terem sido usadas como bases da anterior. Por fim, acrescentou-se a coluna referente à proposta dos Antropossolos, de Curcio et al. (2004).

Quadro 4 - Correlação entre os conceitos de terrenos e solos antropogênicos.

Table 4 - Correlation between the concepts of anthropogenic grounds and soils.

| | TERRENOS TECNÔGENICOS (1) | TERRENOS ARTIFICIAIS (ARTIFICIAL GROUND) (2) | MATERIAIS DE SOLO PRODUZIDOS PELO HOMEM (3) | ANTROPOSOLOS (SUBORDENS) (4) |
|---------------------------|---------------------------------------|---|--|---|
| | Terreno produzido | Made Ground | Material úrbico Material espóico Material dragado | Antropossolo sômico |
| | | | Material gárbico | Antropossolo líxico |
| | Terreno preenchido | Infilled Ground | | Antropossolo mobilico |
| Depósitos Tecnogênicos | Terreno tecnogênico sedimentary | - | - | - |
| | Terreno tecnogênico de escorregamento | - | - | - |
| | Terreno tecnogênico remobilizado | - | - | - |
| | Terreno tecnogênico misto | Made Ground | - | - |
| Solos Tecnogênicos | Terreno de composição alterada | - | - | - |
| | Terreno mecanicamente alterado | - | - | - |
| Substrato exposto | Terreno erodido | - | - | - |
| | Terreno escorregado | - | - | - |
| | Terreno movimentado ou afundado | Disturbed Ground | - | - |
| | Terreno escavado | Worked Ground | Superfícies decapadas | Antropossolo decapítico |
| Paisagem tecnogênica | Terreno complexo | Landscaped Ground | - | - |

(1) Modificado de Peloggia et al. (2014), Peloggia (2015) e Vitorino et al. (2016).

(2) McMillan e Powell (1999), Rosebaum et al. (2003), Price et al. (2004), Price et al. (2011).

(3) Fanning e Fanning (1989).

(4) Curcio et al. (2004).

No quadro ficam inicialmente evidenciados dois aspectos: em primeiro lugar, que é totalmente possível à correlação, em termos de equivalência conceitual, entre as categoriais classificatórias utilizadas nas diferentes propostas e, em segundo lugar, que a classificação da geodiversidade de terrenos tecnogênicos não só engloba as demais como disponibiliza categorias adicionais, englobadas em quatro classes principais, subdivididas em tipos de terrenos criados por distintos processos tecnogênicos.

Sendo assim, diferentemente das demais classificações, há nesse caso um único critério

de classificação, que é o genético, ou seja, o processo de formação do terreno.

Por outro lado, ressalte-se que a correlação também verificada entre as subordens de antropossolos de Curcio et al. (2004) e as categoriais de terrenos tecnogênicos de Peloggia et al. (2014a) se dá justamente não em termos de materiais pedogênicos (solos propriamente ditos), mas em relação a materiais acumulados (depósitos) ou superfícies escavadas, da mesma forma que acontece com a classificação de Fanning e Fanning (1989) de materiais formadores de “solos influenciados pelo Homem”.

No caso de Curcio et al. (2004), a correlação também é possibilitada, no nível das subordens, por essas serem também pensadas em parte em função do processo de formação, o que não ocorre nos níveis inferiores dessa classificação. Assim, as categorias de antropossolos sômicos e líxicos correspondem a terrenos produzidos (depósitos tecnogênicos que foram o *made ground*) diferenciados em termos de material constituinte e estrutura (neste caso, considerando os tipos sômico mésclico e sômico camádico), ou seja, em termos de fácies. E, por outro lado, o tipo móbilico corresponde perfeitamente à categoria de terreno preenchido (*infilled ground*).

No entanto, a maior parte os tipos de “solos” definidos por Curcio et al. (2004) nos níveis de grandes grupos e subgrupos não encontra correspondência na classificação de terrenos tecnogênicos, por envolver o uso de parâmetros de natureza distinta (como presença de água, de materiais sépticos ou tóxicos, caráter eutrófico, distrófico ou alumínico, atividade da argila) que, conforme entenda-se serem de utilidade para os objetivos práticos de aplicação nas ciências agrárias e ambientais, eventualmente poderiam ser trabalhados na classificação como atributos acrescidos à classificação das subordens (como as fácies dos depósitos tecnogênicos). Ressalta-se, no entanto, que conceitos como “camádico” e “mésclico” (como descritivos de estrutura) e “líxico” (como material constituinte, equivalente a “gárbico”) são bastante apropriados para a descrição faciológica dos depósitos tecnogênicos.

Exemplos de aplicação desta perspectiva são considerados a seguir:

EXEMPLOS DE APLICAÇÃO DA CLASSIFICAÇÃO DE TERRENOS TECNOGÊNICOS

Nos exemplos trabalhados nas figuras a seguir é aplicada a classificação da geodiversidade de terrenos tecnogênicos (Quadro 2) acrescida dos atributos faciológicos (Quadro 3) e da identificação do ambiente tecnogênico, nos moldes da classificação operacional integrada proposta por Peloggia (1999) e também aplicados por Vitorino et al. (2016).

Nas figuras 1 a 7 temos casos de terrenos tecnogênicos de agradação, de caráter produzido (ou seja, diretamente depositados por ação humana), em diferentes estágios de evolução: ainda em processo de formação ou já afetados por processos pós-formacionais, como erosão. Em todos os casos é possível identificar depósitos tecnogênicos (e não “solos”), constituídos por diferentes tipos de materiais e com diferentes estruturas de disposição, formados em diferentes ambientes tecnogênicos.



Figura 1 - Terreno tecnogênico de agradação de tipo produzido, em processo de formação, constituído por depósito (e não “solo”) construído, úrbico-maciço, isolado, sendo formado em ambiente periurbano (Parque Continental II, Guarulhos, SP).

Figure 1 - Aggraded technogenic ground (a single built up massive urbic deposit) at formation by disposal of suburban debris at technogenic environment (Parque Continental II, Guarulhos, SP).



Figura 2 - Terreno tecnogênico de agradação produzido, formado por depósitos tecnogênicos construídos espólio-maciços dispostos em lençóis de aterramento em ambiente periurbano, erodido posteriormente (Parque Continental II, Guarulhos, SP).

Figure 2 - Aggraded technogenic ground made by built up massive spolic deposits disposed as landfill sheets in suburban environment and after eroded (Parque Continental II, Guarulhos, SP).



Figura 3 - Terreno tecnogênico de agradação produzido formado por camada tecnogênica (e não “solo”) espólico (acima do martelo) recobrindo o solo original de encosta, em ambiente rural (Itaquaquetuba, SP).

Figure 3 - Made ground formed by a single technogenic spolic layer (above the hammer) covering the natural hillside soil in countryside context (Itaquaquetuba,SP).



Figura 4 - Terreno tecnogênico de agradação, formado por depósito tecnogênico produzido, espólico em camada, recobrindo sedimentos anteriores cinzentos estratificados (talvez tecnogênicos induzidos), em ambiente de planície tecnogênica rural (Itaquaquetuba, SP).

Figure 4 - Made ground layer formed by built up spolic technogenic deposits covering gray muddy sediments in a countryside technogenic plain (Itaquaquetuba,SP).



Figura 5 - Terreno tecnogênico de agradação, formado por depósito produzido de fácies gárbica-irregular, em maciço isolado em encosta e cabeceira de drenagem em ambiente de expansão urbana (Itaquaquecetuba, SP).

Figure 5 - Aggraded technogenic ground formed by a single irregular garbic built up deposit at a hillside in urban expansion environment (Itaquaquecetuba, SP).



Figura 6 - Em primeiro plano, terreno tecnogênico de agradação em processo de formação pela acumulação de detritos úrbicos; em segundo plano, terreno tecnogênico de agradação formado por depósito produzido espólico-macioso. Ambiente de expansão urbana, Itaquaquecetuba, SP.

Figure 6 - In the foreground aggraded technogenic ground in process of formation by the accumulation of debris; in the background aggraded technogenic ground formed by built up massive spolic deposit. Environment of urban expansion, Itaquaquecetuba, SP.



Figura 7 - Terreno tecnogênico de agradação misto, mostrando sequência de depósitos (e não “solos”) tecnogênicos induzidos e produzidos de fácies úrbico-acamadada e sedimentar-estratificada, formado planície tecnogênica em ambiente periurbano (Parque Continental II, Guarulhos, SP).

Figure 7 - Made Ground formed by induced and built up technogenic deposits, urbico-layered and stratified sedimentary facies, forming a technogenic plain in suburban context (Parque Continental II, Guarulhos, SP).

As figuras 8 e 9 também representam a classe dos terrenos tecnogênicos de agradação, porém mostrando especificamente tipos formados por depósitos tecnogênicos sedimentares aluviais, cujo processo de formação decorre indiretamente da ação humana. Nos casos mostrados, tratam-se de registros correlativos da intensificação de processos erosivos pelo aumento da erodibilidade das vertentes em função de mudanças de uso da terra.



Figura 8 - Terrenos tecnogênico de agradação sedimentar aluvial (aluvião antropogênico), formado pelo excesso de sedimentos aportados no canal em função da intensificação da erosão nas vertentes e nos terraços, criando padrão fluvial entrelaçado (Vale do Rio Una, Taubaté, SP).

Figure 8 - Technogenic wash deposits (anthropogenic alluvium) formed due to excessive sedimentary load at bottom valley carried from eroded hillsides, forming braided pattern (Una River Valley, Taubaté, SP)



Figura 9. Terreno tecnogênico de agradação aluvial formado por depósito induzido (*technogenic wash*) de fácies sedimentar-estratificada sem macroartefatos, formando terraço em ambiente rural, com início de desenvolvimento de solo pedogênico no topo. (Depósito relacionado ao Ciclo do Café no Vale do Paraíba, Taubaté, SP).

Figure 9. Aggraded technogenic ground made by sedimentary-stratified alluvial deposits (*technogenic wash*) without macro-artefacts, forming a terrace in a rural environment, showing the beginning of development of pedogenic soil at the top (Deposit related to the Coffee Cycle in the Paraíba Valley, Taubaté, SP).

Por fim, as figuras 10 e 11, a seguir, exemplificam a classe dos terrenos tecnogênicos de degradação, formados pela retirada de material geológico. Não se observam, nesses

casos, nem depósitos nem solos formados pela ação humana, mas superfícies de exposição do substrato (regolito).



Figura 10 - Terreno tecnogênico de degradação (escavado) expondo o solo superficial pedogênico e alterita de gnaiss granítico (Área rural, Itaquaquetuba, SP).

Figure 10 - Worked ground exposing pedogenic soil and saprolite from granitic gneiss (Countryside, Itaquaquetuba, SP).



Figura 1 - Terreno tecnogênico de degradação, com superfícies de escavação expondo o substrato de alterita de mica-xisto/filito, com sulcos rasos de erosão induzida, em ambiente peri-urbano(Parque Continental II, Guarulhos, SP).

Figure 11 - Worked ground exposing a substratum of micaschist saprolite, with later erosion gullies, in suburban environment (Parque Continental II, Guarulhos, SP)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista o que foi apresentado e discutido, verifica-se que, embora aplicáveis aos mesmos objetos de estudo e correlacionáveis parcialmente, as concepções estudadas de solos e terrenos antropogênicos não são compatíveis terminologicamente e, em parte, também no que diz respeito aos critérios definidores dos parâmetros classificatórios.

Portanto, a bem da clareza e da precisão conceitual, entende-se aqui que é importante adotar-se para os materiais naturais a definição pedológica, restrita, de solo, atribuindo-se aos materiais produzidos pelos processos de intemperismo ou transporte e deposição suas denominações específicas (alterita ou saprolito, depósitos sedimentares). A extensão deste princípio para as formações superficiais antropogênicas implica, então, a adoção de termos também diferenciados para a classificação, feita por analogia, das camadas constituintes da arqueosfera.

Por esta razão, entende-se que o uso do termo “solo antropogênico” (ou seus equivalentes) deva ser restringido a solos originais que sofreram modificações físicas (deterioração estrutural) e químicas ou bioquímicas (composicionais) pela ação humana (processo que GOUDIE, 1990, denomina *metapedogênese*), ou ainda a materiais originários da pedogênese sobre terrenos ou estruturas tecnogênicos.

Pelo mesmo motivo, sugere-se o abandono, tanto em relação aos terrenos naturais quanto aos antropogênicos, dos termos “solo transportado” e “solo saprolítico” ou “solo de alteração de rocha”. Embora nas geociências, sobretudo da área de Geologia de Engenharia, trabalhe-se com tais denominações (e.g. PASTORE; FONTES, 1998; GUSMÃO

Filho, 2002; PRESS et al., 2006; MACIEL Filho, 2007; POMEROL et al., 2013; MACIEL Filho; NUMMER, 2014), é conveniente destacar a observação de Salomão e Antunes (1998) de que, na verdade, o “verdadeiro solo” é aquele resultante da pedogênese, crítica também efetuada por Lepsch (2011), e que os demais materiais inconsolidados residuais ou transportados constituem não o solo, mas o *substrato pedogenético*.

Enfim, como ressaltado anteriormente, este estudo não esgota, de forma nenhuma, as proposições conceituais e classificatórias que têm sido feitas na literatura internacional e em outros campos de conhecimento.

AGRADECIMENTOS

O autor agradece a participação de Antonio Roberto Saad, Benjamin Capellari, William de Queiroz e Rodolfo Vieira da Silva nos trabalhos de campo onde foram coletadas as fotografias apresentadas,

REFERÊNCIAS

- ANICETO, K.C.P.; HORBE, A.M.C. Solos urbanos formados pelo acúmulo de resíduos em Manaus, Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica** v.42, n.1, 2012, p.135-148.
- BARROS, L.H.S.; PELOGGIA, A.U.G. Cartografia geotécnica como fundamento para recuperação de áreas urbanas degradadas: o exemplo do Jardim Eliane, município de São Paulo. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 7, 1993, Poços de Caldas, **Atas...** ABGE, São Paulo, 1993, v.2, p.83-91.

- BATES, R.L.; JACKSON, J.A. (eds.) **Dictionary of geological terms**. New York: Anchor Books, 1984, 571p.
- BRAGA, E.; PELOGGIA, A.U.G.; OLIVEIRA, A.M.S. Análise de risco geológico em encostas tecnogênicas urbanas: o caso do Jardim Fortaleza (Guarulhos, SP, Brasil). **Revista UNG – Geociências** v.15, n.1, 2016, p.27-42.
- 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** v.11, 1999, p.424-437.
- BRITO, G.S.; ZAINÉ, J.E.; RUBIN. J.C.R. Critérios de classificação e cartografia de depósitos tecnogênicos aplicados à bacia do ribeirão Anicuns, em Goiânia - GO. **Revista Brasileira de Cartografia**, v.65, n.1, 2013, p. 63-73.
- CAMPY M., MACAIRE J.-J. **Géologie des formations superficielles (géodynamique – faciès – utilisation)**. Masson, Paris, 1989. 433p.
- CAPELLARI, B.; PELOGGIA A.U.G. Degradação ambiental, sedimentação tecnogênica e reajustamento da drenagem na bacia hidrográfica do ribeirão das Sete Voltas (Taubaté, SP). In: Congresso Brasileiro de Geologia, 46, Santos (SP), **Anais...** SBG, 2012, CD-ROM.
- CHARZYNSKI P., BEDNAREK R., HULISZ P., ZAWADZKA A. Soils within Torun urban area. In: CHARZYNSKI P., HULISZ P., BEDNAREK R. (eds.) **Technogenic Soils of Poland**. Torun: Polish Society of Soil Science, 2013, p.17-29.
- CHARZINSKI, P.; BEDNAREK, R.; GREINERT, A.; HULISZ, P.; UZAROWICZ, L.. Classification of technogenic soils according to WRB system in the light of polish experiences. **Soil Science Annual** v.64, n.4, 2013, p.145-150.
- CHEMEKOV Y.F. Technogenic deposits. In: INQUA CONGRESS, 11, Moscow, **Abstracts...** INQUA, 1983, v.3, p. 62.
- CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Viabilizando o estudo e a cartografia das formações superficiais. **A Terra em Debate** v.2, n.1, 1996, p.65-66.
- CURCIO, G.R.; LIMA, V.C.; GIAROLA, N.F.B. **Antropossolos: proposta de Ordem (1ª aproximação)**. Colombo: Embrapa Florestas, 2004, 49p.
- DAGNINO, R.S.; FREITAS, M.W.D. Identificação de antropossolos em Picinguaba (Ubatuba, SP). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 10, 2005, Guarapari, **Anais...** ABEQUA, 2005, CD-ROM, 5p.
- DIAS, M.A. **Mapeamento de antropossolos na porção norte do bairro de Santa Felicidade – Curitiba/PR**. Monografia de Graduação, Graduação em Geografia, Universidade Federal do Paraná, 2014, 81p.
- DIAS, M.A. **Antropossolos: enquadramento taxonômico e implicações ambientais**. Dissertação de Mestrado em Geografia, Universidade Federal do Paraná, 2017, 106p.
- DIAS, M.B.G. **Depósitos tecnogênicos na região noroeste de Goiânia (GO)**. Dissertação de Mestrado em Geografia, Universidade Estadual Paulista (Presidente Prudente), 2015, 138p.
- EDGEWORTH, M. The relationship between archaeological stratigraphy and artificial ground and its significance in the Anthropocene. In: WATERS, C.N.; ZALASIEWICS, J.A.;

- WILLIAMS, M.; ELLIS, M.A.; SNELLING, A.M. (eds.) **A Stratigraphical basis for the Anthropocene**. London: Geological Society Special Publications 395, 2014, p. 91-108.
- EDGEWORTH, M.; RICHTER, D. DeB.; 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, 2015, p.33-58.
- FANNING, R. J.; FANNING, M. C. B. **Soil: morphology, genesis and classification**. New York: J. Wiley, 1989. 395 p.
- FIGUEIRA, R.M. **Evolução dos sistemas tecnogênicos no município de São Paulo**. Dissertação de Mestrado em Geologia Sedimentar, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 2007, 126p.
- FRANÇA Jr., P.; SOUZA, M.L. Tecnógeno em ambientes fluviais: noroeste do Paraná, Brasil. **Quaternary and Environmental Geosciences** v.5, n.2, 2014, p.45-52.
- GOMES, T. C.; RIFFEL, E. S.; PITTELKOW, G. C.; PAUL, C. R. Caracterização e espacialização dos depósitos tecnogênicos no bairro Camobi: subsídio ao planejamento urbano do município de Santa Maria-RS. **Geonorte**, v.2, n.4, 2012, p.276 – 288.
- GOUDIE, A. **The human impact on the natural environment**. 3.ed., Oxford: Blackwell Publishers, 1990, 494p.
- GUSMÃO Filho, J.A. **Solos: da formação geológica ao uso na engenharia**. Recife: Editora UFPE, 2002, 185p.
- HOLLIS, J.M. The classification of soils in urban areas. In: BULLOCK, P.; GREGORY, P.J. (eds.) **Soils in the urban environment**. Oxford: Blackwell Publishers, 1991, p.5-27.
- HOWARD. J. **Anthropogenic soils**. Cham: Springer, 2017, 231p.
- KORB C.C. **A identificação de depósitos tecnogênicos na barragem Santa Bárbara, Pelotas, RS**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006, 164 p.
- KORB, C.C.; SUERTEGARAY, D.M.A. Identificação de depósitos tecnogênicos em um reservatório de abastecimento de água na cidade de Pelotas (RS). **Quaternary and Environmental Geosciences** v.5, n.1, 2014, p.41-54.
- KUTNER, A.S.; BJORNBERG, A.J.S. Contribuição para o conhecimento geológico da bacia de São Paulo: litotipos, notação estratigráfica e feições estruturais relevantes. **Engenharia**, v.54, n.522, 1997, p.65-73.
- LADEIRA, F.S.B. A ação antrópica sobre os solos nos diferentes biomas brasileiros: terras indígenas e solos urbanos. **Entre-Lugar**, v.3, n.6, 2012, p.127-139.
- LAPIDUS, D.F. **Dictionary of Geology**. London/Glasgow: Collins, 1990, 565p.
- LEHMAN, A.; STAHR, K. Nature and significance of anthropogenic urban soils. **Journal of Soils and Sediments** v.7, n.4, 2007, p.247-260.
- LEPSCH, I.F. **19 lições de Pedologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011, 456p.
- LISBOA, T.H.C. **Os depósitos tecnogênicos e a alteração da linha de costa do distrito sede de Florianópolis (SC)**. Dissertação de Mestrado em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, 2004, 96p.

- LYELL, C. **The geological evidence of the antiquity of Man with remarks on theories of the origin of species by variation.** John London: Murray, 1863, 526p.
- MACHADO, C.A. **Gênese e geomorfologia dos depósitos tecnogênicos na área urbana de Araguaína (TO).** Tese de Doutorado em Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, 2012, 151p. 2012.
- MACHADO, C.A. A pesquisa de depósitos tecnogênicos no Brasil e no mundo. **Revista Tocantinense de Geografia** v.2, n.1, 2013, p. 15-35.
- MACIEL Filho, C.L. **Introdução à Geologia de Engenharia.** 3.ed. Santa Maria: Editora UFSM, 2007, 307p.
- MACIEL Filho, C.L.; NUMMER, A.V. **Introdução à Geologia de Engenharia.** 5.ed. Santa Maria: Editora UFSM, 2014, 453p.
- MARQUES, D. S.; OLIVEIRA, A.M.S. Cartografia geotecnogênica da região do Cabuçu, Guarulhos, São Paulo, Brasil. **Quaternary and Environmental Geosciences** v.5, n.2, 2014, p.82-92.
- MARQUES D.S., OLIVEIRA A.M.S., ANDRADE M.R.M., QUEIROZ W., OLIVEIRA A.A. Mapeamento de Terrenos Tecnogênicos no Município de Guarulhos, SP. Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, 14, Natal (RN), **Anais (Resumos)...** ABEQUA. 2013, CD-ROM.
- McMILLAN A.A.; POWELL J.H. **BGS Rock Classification Scheme: V4 – Classification of artificial (man-made) ground and natural superficial deposits.** British Geological Survey Research Report n. RR 99-04, Nottingham: BGS, 1999, 65p.
- MELFI, A.J.; MONTES, C.R. Solo e ambiente. In: MACHADO, R. (ed.) **As ciências da Terra e sua importância para a humanidade.** Curitiba: Sociedade Brasileira de Geologia, 2008, p.108 – 126.
- MIRANDOLA, F.A.; MACEDO, E.S. Proposta de classificação do Tecnógeno para uso no mapeamento de áreas de risco de deslizamento. **Quaternary and Environmental Geosciences**, v.5, n.1, p.66-81, 2014.
- MIYAZAKI, L.C.P. Depósitos tecnogênicos: uma nova perspectiva de leitura geográfica. **Quaternary and Environmental Geoscience** v.5, n.2, 2014, p.53-66.
- MOURA, M.C.S.; LOPES, A.N.C.; MOITA, G.C.; MOITA Neto, J.M. Estudo multivariado de solos urbanos da cidade de Teresina. **Química Nova** v.29, n.3, 2006, p. 429-435.
- MOZHAROVA N.V.; GOL'TSOVA T.V. Some features of technogenic soil layers and horizons in the zones of underground gas storages. **Moscow University Soil Science Bulletin** v.63, n.3, 2008, p.97-103.
- NAETH, M.A.; ARCHIBALD, H.A.; NEMIRSKY, C.; LESKIW, L.A.; BRIERLEY, J.A.; BOCK, M.D.; VANDENBYGAART, A.J.; CHANASKY, D.S. Proposed classification for human modified soils in Canada: Anthroposolic order. **Canadian Journal of Soil Science** n.92, 2012, p.7-18.
- NOLASCO, M.C.. **Registros geológicos gerados pelo garimpo, Lavras Diamantinas – BA.** Tese de Doutorado em Geociências, Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002, 316p.
- OLIVEIRA A.A., ANDRADE M.R.M., OLIVEIRA A.M.S., QUEIROZ W., MARQUES D.S. Depósitos Tecnogênicos em loteamentos urbanos de Guarulhos, SP. Congresso da

Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, 14, Natal (RN) **Anais** (Resumos)... ABEQUA, 2013, CD-ROM.

OLIVEIRA, A. A. **Estudo geotecnogênico da urbanização: o caso do loteamento do Parque Continental II, Município de Guarulhos, SP.** Dissertação de Mestrado em Análise Geoambiental. Universidade Guarulhos, 2014, 198p.

OLIVEIRA, A. A.; OLIVEIRA, A. M. S.; ANDRADE, M.R.M. Depósitos tecnogênicos como testemunhos e indicadores de processos geológicos em área urbana degradada em Guarulhos, SP. **Quaternary and Environmental Geosciences**, v.5, n.1, 2014, p.12-27.

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

OLIVEIRA, A.M.S.; QUEIROZ NETO, J.P.; CARLSTRON FILHO, C.; SALOMÃO, F.X.T.; KERTZMANN, F.F. Depósitos tecnogênicos no **Planalto** Ocidental Paulista: exemplos de Andradina e Bauru. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 3, 1991, Belo Horizonte, **Anais...** ABEQUA, 1992, p.88-95.

OLIVEIRA, A.M.S. e QUEIROZ NETO, J.P. Depósitos tecnogênicos induzidos pela erosão acelerada no Planalto Ocidental Paulista. **Boletim Paulista de Geografia**, v.93, 1994, p.91-123.

OLIVEIRA A.M.S. 1994 **Depósitos tecnogênicos e assoreamento de reservatórios: exemplo do reservatório de Capivara, Rio Paranapanema SP/PR.** Tese de

Doutorado, Programa de Pós-graduação em Geografia Física, Departamento de Geografia. Universidade de São Paulo, 211p. v1 e v2.

OLIVEIRA, A.M.S. e PELOGGIA, A.U.G. Tecnógeno: um novo campo de estudos das geociências. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 10, 2005, Guarapari, **Anais...** ABEQUA, 2005, CD-ROM, 4p.

OLIVEIRA, A. M. S.; BRANNSTRON, 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.; (Org.) **Quaternário do Brasil.** Ribeirão Preto: Holos Editora, 2005, 382p.

OLIVEIRA, S.A.; PEIXOTO, M.N.O.; MELLO, E.V. (2015). Lugares de perigo na Cidade do Aço: uma discussão sobre geotecnogênese, vulnerabilidade e risco ambiental em Volta Redonda (RJ). Encontro Nacional da ANPEGE, XI, **Anais...** Presidente Prudente, 2015, p.6471-6481.

PASTORE, E.L.; FONTES, R.M. Caracterização e classificação de solos. In: Oliveira, A.M.S.; Brito, S.N.A. (eds.) **Geologia de Engenharia.** São Paulo: ABGE, 1998, cap.12, p.197-210.

PEDRON, F.A.; DALMOLIN, R.S.D.; AZEVEDO, A.C.; KAMINSKY, J. Solos urbanos. **Ciência Rural** v.34, n.5, p.1647-1653, 2004.

PEDRON, F. A; DALMOLIN, R. S. D; AZEVEDO, A. C de; BOTELHO, M. R; MENEZES, F. P. Levantamento e classificação de solos em áreas urbanas: importância, limitações e aplicações. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 13, n.2, 2007, p. 147-151.

PELOGGIA, A. U. G. As coberturas remobilizadas: depósitos tecnogênicos de encostas urbanas no município de São Paulo. **Solos e Rochas**, v.17, n.2, 1994, p.120-125.

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

PELOGGIA, A. U. G. A ação do homem como 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, 1997a, p.257-268.

PELOGGIA, A. U. G. A ação geológica do homem no município de São Paulo. **Revista Brasileira de Ecologia**, n.1, p.10-12, 1997b.

Peloggia A.U.G. A classificação dos depósitos tecnogênicos urbanos. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 5, Penedo (Itatiaia, RJ), **Atas...** SBG, 1997c, p.181-183.

PELOGGIA, A. U. G. **O homem e o ambiente geológico**: geologia, sociedade e ocupação urbana no município de São Paulo. São Paulo: Xamã, 1998a, 231p.

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, 1998b, p.54-60, (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), 1999, p.35-50.

PELOGGIA, A. U. G. Ilustrações das consequências geológicas da ação humana no município de São Paulo. In: PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO/SEHAB/HABI, **Estudos de Geotécnica e Geologia Urbana (II)**, São Paulo, Manual Técnico 5 (GT-GEOTEC), 2000, 12p.

PELOGGIA, A. U. G. O problema estratigráfico dos depósitos tecnogênicos. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 9, Recife (PE), **Anais...** ABEQUA, 2003, CD-ROM.

PELOGGIA, A. U. G. A cidade, 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, 2005a, p.24-31.

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, 10, Guarapari, **Anais...** ABEQUA, 2005b, CD-ROM.

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, 2014a, p.28-40.

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, 2014b.

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 tecnogênicos. 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, 2015a, p.189-221.

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

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. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 14, Campos do Jordão, **Anais...** SBG/SP, São Paulo, 2015.

PELOGGIA, A. U. G. Relíquias da destruição: registros arqueogeológicos da supressão da Mata Atlântica no Vale do Paraíba. In: CABRAL, D.C.; BUSTAMANTE, A.G. (orgs.) **Metamorfoses florestais**: culturas, ecologias e as transformações históricas da Mata Atlântica. Curitiba, Prismas, 2016, p.286-304.

PELOGGIA, A. U. G. e ORTEGA, A. M. Lyell, a agência geológica humana e o Anropoceno: em busca de uma epistemologia geológica e arqueológica. **Revista UNG - Geociências** v.15, n.2, p.106-127, 2016.

PEREIRA, A. A. Mapeamento e caracterização de depósitos tecnogênicos no bairro Batel, Guarapuava – PR. **Caminhos de Geografia** v.12, n.40, 2011, p.80-90.

POMEROL, C.; LAGABRIELLE, Y.; RENARD, M.; GUILLOT, S. **Princípios de Geologia**: técnicas, modelos e teorias. 14.ed. Porto Alegre: Bookman, 2013, 1017p..

PRESS,F.; SIEVER, R.; GROTZINGER, J.; JORDAN, T.H. **Para entender a Terra**. 4.ed. Porto Alegre: Bookman, 2006, 656p.

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, 2004, p.30-32.

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

RIBEIRO M.C.L., MOURA J.R.S., MELLO C.L., SALGADO C.M.S. Caracterização pedológica de depósitos coluviais tecnogênicos no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul – Região de Bananal (SP/RJ). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 39. Salvador (BA). **Anais...** SBG 1996, v.2, p.493-495.

ROSEMBAUM 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, 2003, p.399-409.

RUBIN J.C.R., OLIVEIRA A.M.S., SAAD A.R., BRITO G.S. Amostragem dos depósitos tecnogênicos associados ao Rio Meia Ponte na área urbana de Goiânia (GO). **Revista Brasileira de Geomorfologia** v.9, n.2, 2008, p.3-14.

SALOMÃO, F. X. T.; ANTUNES, F. S. Solos. In: Oliveira, A.M.S.; Brito, S.N.A. (eds.) **Geologia**

de Engenharia. São Paulo: ABGE, 1998, cap.6, p.87-99.

SANTOS, E. Q. G.; FERREIRA, A. T. S.; PELOGGIA, A. U. G.; SAAD, A. R.; OLIVEIRA, A. M. S.; SANTOS, M.S.T. Terrenos e processos tecnogênicos na área de proteção ambiental cabuçu-tanque grande, Guarulhos (sp): análise, mapeamento e quantificação. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, 2017 (no prelo)

SANTOS, J. A. **Antropossolos e áreas de risco a escorregamentos: estudo de caso na comunidade do Sítio Joaninha (Diadema) e antigo Lixão do Alvarenga (São Bernardo do Campo) – Região Metropolitana de São Paulo.** Dissertação de Mestrado em Geografia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2015, 115p.

SANTOS Jr., J. B. **Solos urbanos residenciais do Bairro Jardim Paulista, Capina grande do Sul (PR).** Dissertação de Mestrado em Ciências do Solo, Universidade Federal do Paraná, 2008, 47p.

SANTOS Jr., J. B.; LIMA, M.R. Caracterização e classificação de solos urbanos em Campina Grande do Sul, Estado do Paraná. **Revista de Ciências Agrárias** v.55, n.2, 2012, p.98-104.

SHERLOCK, R. **Man as a geological agent: an account on his action on inanimate nature.** London: H. F. & G. Witherby, 1922, 372p.

SILVA, A.S. Solos urbanos. In: Guerra, A.J.T. (org.) **Geomorfologia urbana.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011, p.43-69.

SILVA, E. C. N. **Formação de depósitos tecnogênicos e relações com o uso e ocupação do solo noprímetro urbano de Presidente Prudente – SP.** Dissertação de

mestrado em Geografia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 187p, 2012.

SILVA, E.C.N. **Reconstituição geomorfológica do relevo tecnogênico em Presidente Prudente – SP.** Tese de Doutorado em Geografia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2017, 244p.

SILVA M. **Impactos ambientais decorrentes da instalação de depósitos tecnogênicos na Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil.** Dissertação de Mestrado, Pós-Graduação em Geografia, Departamento de Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, 2013, 89p.

SILVA, M.; HORN Filho, N.O. Os depósitos tecnogênicos construídos no mapeamento geológico de planícies costeiras: o caso da Ilha de Santa Catarina, Santa Catarina, Brasil. **Quaternary and Environmental Geosciences**, v.5, n.2, 2014, p.112-120.

TEIXEIRA, R.C. **Antropossolos em Guarapari (ES): a geografia dos solos antrópicos.** Monografia de Graduação, Bacharelado em Geografia, Universidade Federal de Viçosa, 2015, 46p.

TOLEDO, M.C.M.; OLIVEIRA, S.M.B.; MELFI, A.J. Da rocha ao solo: intemperismo e pedogênese. In: **Decifrando a Terra.** 2.ed. São Paulo: Nacional, cap.8, p.210-239, 2009.

VITORINO, J. C.; ANDRADE, M.R.M.; PELOGGIA, A. U. G.; SAAD, A. R.; OLIVEIRA, A. M. S. Terrenos tecnogênicos do Jardim Fortaleza, bacia hidrográfica do córrego do Entulho, Guarulhos (SP): mapeamento geológico, estratigrafia, geomorfologia e arqueologia da paisagem. **Revista UNG – Geociências** v.15, n.2, 2016, p. 33-60.

VOLUNGEVICIUS, J.; SKORUPSKAS, R. Classification of anthropogenic soil

transformation. **Geologjia** v.53, n.4(76), 2011, p.165-177.

WICANDER, R.; MONOROE, J.S.
Fundamentos de Geologia. São Paulo: Cengage Learning, 2009, 508p.

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