

**CLASSIFICAÇÃO GEOLÓGICA E MAPEAMENTO DE
TERRENOS TECNOGÊNICOS (ARTIFICIAIS):
ESTADO DA ARTE E ANÁLISE COMPARATIVA**

Alex Ubiratan Goossens Peloggia¹

Resumo – Terrenos artificiais ou tecnogênicos são descritos na literatura geológica desde o século XIX. Todavia, seu estudo, classificação e mapeamento sistemático vêm sendo realizados muito mais intensamente a partir dos anos 1980, com contribuições provenientes notadamente da Geologia de Engenharia da antiga União Soviética, do Reino Unido e do Brasil, dentre outras. Neste trabalho estudamos algumas dessas principais contribuições, por meio de uma análise comparativa a partir de sua aplicação a uma área hipotética, feita de modo a verificar a evolução dos conceitos, suas potencialidades de uso e a adequação dos métodos. Conclui-se que o uso combinado de características dessas abordagens pode ser o mais adequado em função do objetivo do estudo e da escala de mapeamento adotada.

Abstract – Artificial or technogenic grounds have been described in geological literature since the 19th century. Nevertheless, its study, classification and systematic mapping have been carried out much more intensely since the 1980s, with contributions coming mainly from Engineering Geology of the former Soviet Union, the United Kingdom and Brazil, among others. In this work we study some of these main contributions, through a comparative analysis from its application to a hypothetical area, made in order to verify the evolution of the concepts, their potentialities of use and the adequacy of the methods. It is concluded that the combined use of characteristics of these approaches may be the most adequate depending on the purpose of the study and the adopted scale of mapping.

Palavras-Chave – Terrenos artificiais ou tecnogênicos, classificação, mapeamento.

¹ Geól. Dr. , Pesquisador Independente, alexpeloggia@uol.com.br

1. INTRODUÇÃO

O conceito de terreno artificial – ou tecnogênico, ou ainda antropogênico ou artificialmente modificado –, consolidou-se na literatura geocientífica com a publicação do verbete “Artificial Ground” na *Encyclopaedia of Engineering Geology* da Editora Springer (Waters, 2018). O autor citado, que atuou no Serviço Geológico Britânico (British Geological Survey - BGS), define-o como áreas nas quais atividades antropogênicas modificaram diretamente a paisagem por deposição e escavação.

Em termos de classificação, o verbete cita o uso genérico, na língua inglesa, do termo “fill” (depósito artificial, ou simplesmente “aterro”), no contexto de Geologia de Engenharia, lembrando que vários esquemas foram desenvolvidos para classificar esses terrenos em unidades de características distintas. Dentre tais propostas são destacadas: 1) as unidades geoestratigráficas propostas por Nirei *et al.* (2012), que diferenciam camadas temporais (“chono-layers”) relacionadas a episódios de deposição, e camadas materiais (“material-layers”), e suas associações, consideradas adequadas para uso em investigações detalhadas de sítios específicos; 2) o sistema de classificação de unidades antroestratigráficas e tecnoestratigráficas proposto por Howard (2014); 3) a classificação de terrenos tecnogênicos apresentada por Peloggia *et al.* (2014a), e; 4) o esquema de classificação de terrenos artificiais desenvolvido pelo Serviço Geológico Britânico (BGS) para utilização em mapas geológicos e modelos de terrenos artificialmente modificados, fortemente baseado em atributos morfogenéticos (McMillan e Powell 1999 e trabalhos posteriores). Este último modelo é tratado detalhadamente por Waters em termos de seus procedimentos de classificação.

As duas últimas propostas citadas têm tido repercussão em trabalhos de mapeamento de terrenos artificiais efetuados no Brasil. No entanto, como o esquema de Peloggia *et al.* (2014a) teve precedentes importantes, abordaremos a questão do mapeamento de terrenos artificiais ou tecnogênicos a partir da aplicação da classificação dos depósitos tecnogênicos de Oliveira (1990) e suas derivações propostas por Peloggia (1999) e Mirandola e Macedo (2014), bem como a classificação de terrenos por perfis de sobreposição de materiais de Barros e Peloggia (1993), antes de discutirmos a classificação do Serviço Geológico Britânico. Por fim, abordaremos a proposta de classificação de terrenos tecnogênicos de Peloggia (2017), este resultante do aperfeiçoamento da citada proposta de classificação dos terrenos tecnogênicos de Peloggia *et al.* (2014a), citada por Waters. As propostas de Nirei *et al.* (2012) e de Howard (2014) não serão tratadas pois têm um caráter estratigráfico marcante, que foge ao escopo do presente trabalho, que é a classificação de terrenos artificiais para mapeamento, e serão discutidas em estudos posteriores.

2. DISCUSSÃO DA CLASSIFICAÇÃO DOS TERRENOS TECNOGÊNICOS

Para discutirmos comparativamente as classificações citadas referentes aos terrenos artificiais ou tecnogênicos e, ao mesmo tempo, as potencialidades de sua representação cartográfica, utilizaremos um exemplo hipotético, consistindo em uma área qualquer, sem escala definida, com um certo substrato geológico convencionalmente mapeado (isto é, representando-se tipos litológicos, sem a indicação de formações superficiais, com exceção de coberturas aluvionares). Nessa área ocorrem elementos geológicos e geomorfológicos devidos à ou derivados da atividade humana, como aterros diversos, depósitos de assoreamento, taludes de corte e ravinas de erosão induzida pelo uso do território (figura 1). Diferentemente da concepção de Waters (2018), acima citada, que restringe os terrenos artificiais àqueles formados diretamente pela agência humana, adotaremos aqui a concepção que vem sendo utilizada no Brasil desde o trabalho pioneiro de Oliveira (1990), que inclui entre os depósitos tecnogênicos também aqueles de caráter induzido.

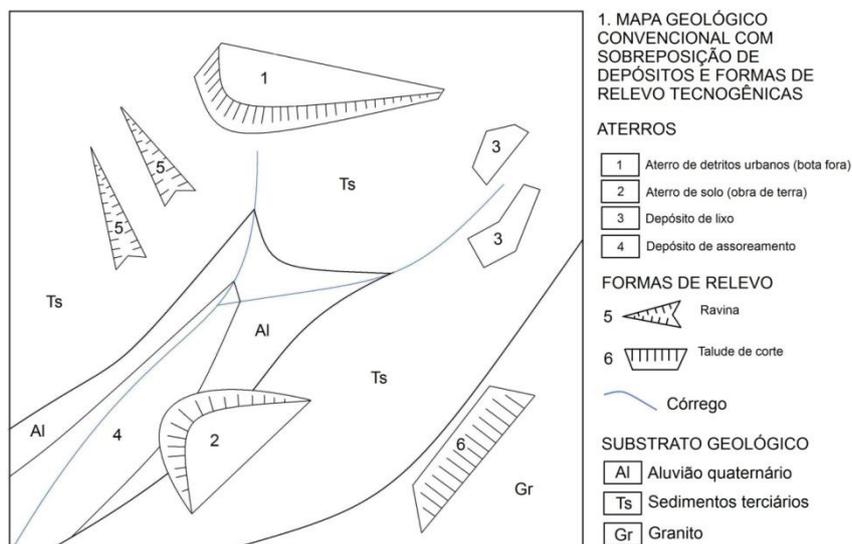


Figura 1. Mapa mostrando situação geológica hipotética, sem escala, com a ocorrência de diferentes tipos de depósitos e feições tecnogênicas.

2.1. Classificação de depósitos tecnogênicos de Oliveira (1990) e seu aperfeiçoamento por Peloggia (1999).

Tendo como base o conceito de depósito tecnogênico proposto no âmbito da geologia soviética, por Chemekov (1983), Oliveira (1990) inovou ao sugerir uma classificação geral desses depósitos em três tipos básicos: construídos, induzidos e modificados. Sua aplicação na situação hipotética estudada é indicada na figura 2.

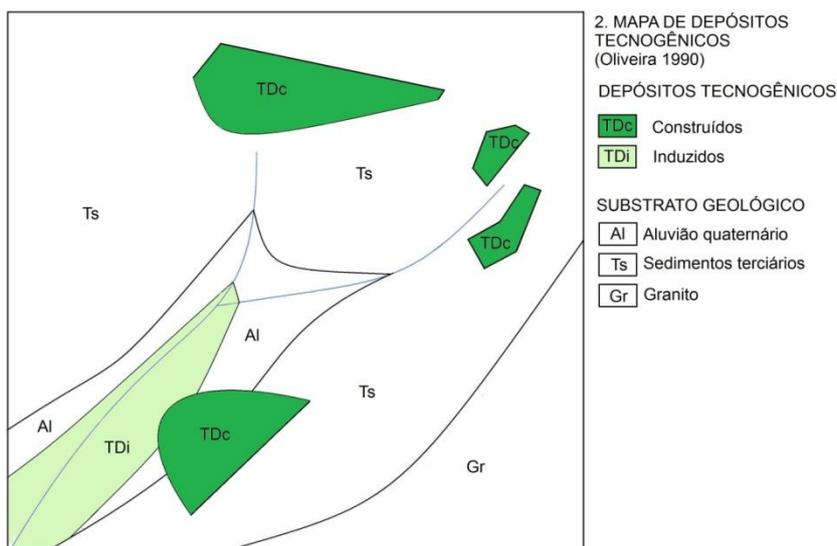


Figura 2. Aplicação da proposta de classificação de depósitos tecnogênicos de Oliveira (1990)

O conceito é prático, permitindo a distinção de tipos básicos de terrenos artificiais, sendo apropriado, no entanto, para cartografia em escalas relativamente pequenas, mesmo regionais, inclusive com a possibilidade de sobreposição a mapas geológicos ou pedológicos preexistentes. Porém, não permite a distinção de diferentes tipos dentro das categorias principais. Isto levou à proposta da “classificação integrada” de Peloggia (1999) que, partindo das três categorias

anteriores, utiliza também o conceito de “depósito retrabalhado” (Nolasco, 1998), e inclui o tipo “remobilizado”, a partir do conceito de “coberturas remobilizadas”, uma categoria específica de depósito de encostas urbanas (Peloggia 1994). Assim, adicionalmente à classificação genética de Oliveira, Peloggia (1999) sugere a adoção de um procedimento operacional de caracterização, que consiste na incorporação sequencial dos parâmetros composição, estrutura, forma de ocorrência e ambiente tecnogênico. A figura 3 mostra a aplicação dessa classificação à situação proposta.

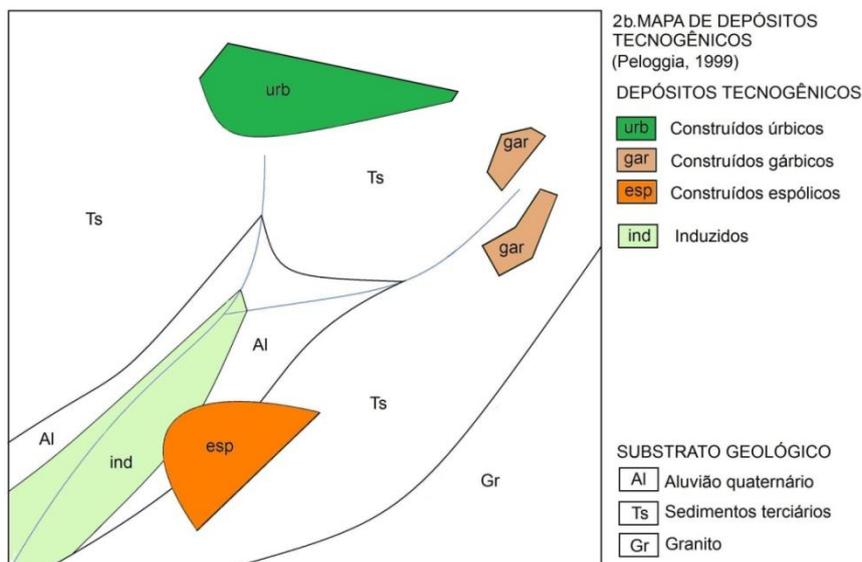


Figura 3. Aplicação da “classificação integrada” de depósitos tecnogênicos.

A diferença básica é, portanto, a diferenciação dos depósitos tecnogênicos em tipos. Ambas as propostas acima consideradas, no entanto, também só tratam de depósitos, isto é, representam materiais acumulados (terrenos de agradação, nos termos propostos por Peloggia et al. 2014a,b), desconsiderando as feições antropogênicas resultantes da remoção de material geológico (feições de degradação). A consideração de tais feições foi proposta por Mirandola e Macedo (2014), em uma classificação especificamente voltada para o mapeamento de áreas de risco, que aplicamos na figura 4.

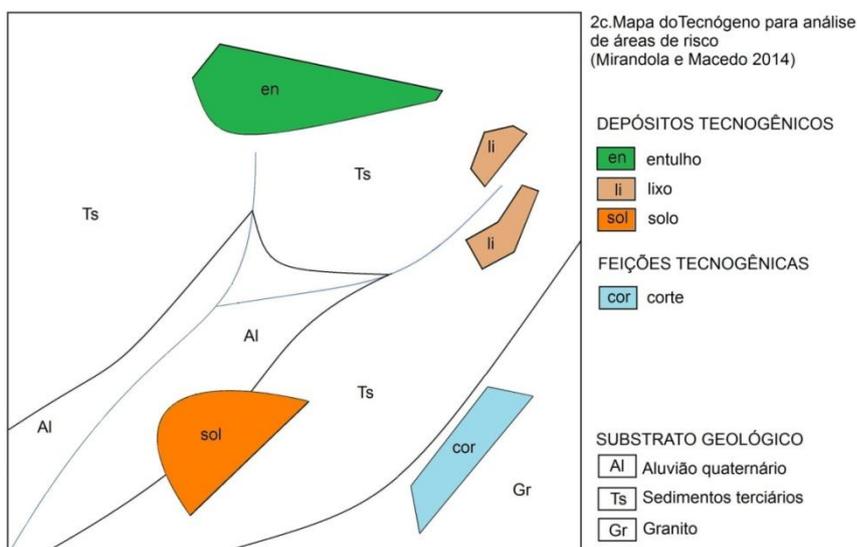


Figura 4. Aplicação da classificação do Tecnógeno para áreas de risco de Mirandola e Macedo (2014)

Uma vez que, quanto à constituição dos depósitos tecnogênicos construídos, a terminologia proposta por Peloggia (1999), ou seja, de depósitos úrbicos, gárbicos e espóicos, seja basicamente a mesma que vai ser usada, em termos de linguagem comum, por Mirandola e Macedo (2014), os mapas têm duas diferenças fundamentais: enquanto no primeiro são representados os depósitos de caráter induzido (também conhecidos como aluviões antropogênicos, dentre outras denominações), no último estes não são considerados, mas aparecem feições de escavação (cortes), característica que aparece na classificação de terrenos artificiais do Serviço Geológico Britânico, como veremos.

2.2. A classificação de unidades geotécnicas baseada em perfis de sobreposição (Barros e Peloggia, 1993)

Trata-se da primeira proposta de cartografia geotécnica que utilizou o conceito de “cobertura remobilizada”, tipo específicos de depósito tecnogênico de encostas urbanas (descrito por Peloggia, 1994), além de outros depósitos “antrópicos”.

Desenvolvido anteriormente à proposta de Mirandola e Macedo, e essencialmente para trabalhos de mapeamento de grande detalhe (1:500, como também efetuado por Braga *et al.* 2016, ou maiores), este método procurou resolver o problema da representação de camadas e depósitos antropogênicos sobre terrenos naturais diferenciados, em função da necessidade de caracterizá-los quanto ao comportamento geotécnico relacionado, principalmente, à suscetibilidade à erosão e a escorregamentos, ou mesmo subsidência, em um contexto de análise de riscos ou de projetos detalhados de intervenção. Todavia, ainda não se utilizaram plenamente os conceitos relacionados aos depósitos tecnogênicos, mas a nomenclatura geotécnica comum. A aplicação dessa concepção à situação proposta na figura 1 é mostrada na figura 5.

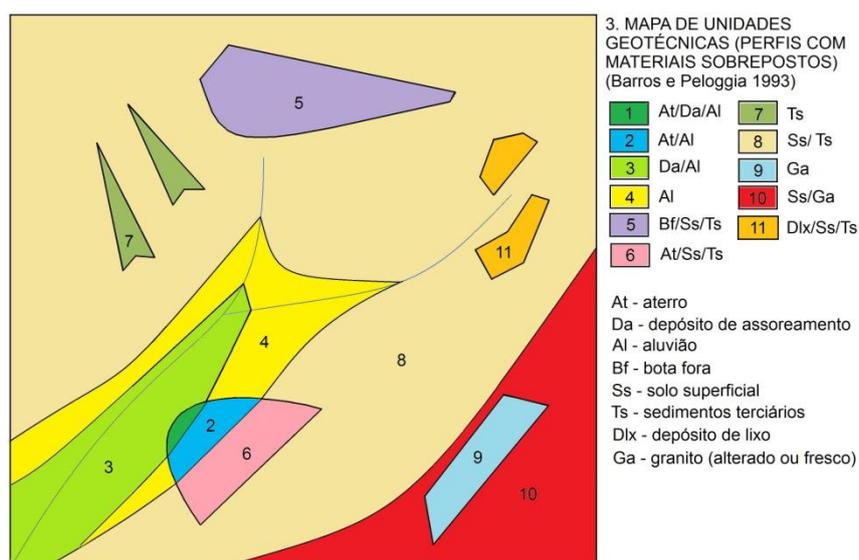


Figura 5. Aplicação da proposta de unidades geotécnicas de Barros e Peloggia (1993)

2.3. A classificação de terrenos artificiais do Serviço Geológico Britânico (BGS)

Desenvolvida na década de 1990 para mapeamentos geológicos locais e regionais e realizado sistematicamente no território do Reino Unido (McMillan e Powell, 1999; Rosebaum *et al.*, 2003; Price *et al.*, 2004; Ford *et al.*, 2019; Price *et al.*, 2011), esta classificação consiste basicamente em cinco classes básicas, usadas por exemplo em mapas na escala 1:50.000: a principal é o “made ground” (terreno construído), termo que já aparece na literatura geológica britânica desde o século XIX, com Lyell (1867), e o início do XX, com Sherlock (1922), este que

descreve a formação desses terrenos em Londres, e equivale ao conceito de “schuttdecke”, ou “cobertos de detritos”, usado por Suess (1862) no mapeamento do substrato de Viena. Seguem-se as classes do “infillied ground” (terreno preenchido), “worked ground” (terreno escavado), “disturbed ground” (terreno movimentado) e “landscaped ground” (que traduzimos como “terreno complexo” ou “paisagem tecnogênica”).

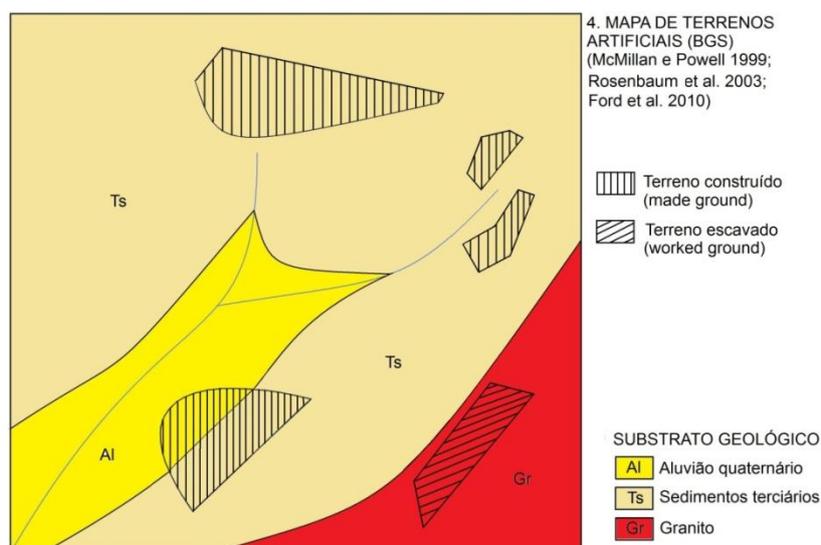


Figura 6. Aplicação da proposta de classificação de terrenos artificiais do Serviço Geológico Britânico à área hipotética considerada.

Em termos de representação cartográfica, a particularidade desta proposta consiste no uso de padrões hachurados, que podem assim ser sobrepostos aos mapas geológicos convencionais (que representam o que os britânicos denominam “solid and drift geology”, ou seja, substrato rochoso e formações sedimentares superficiais), pelo que o mapa foi aqui apresentado com a representação colorida do substrato. O método tem conotação morfoestratigráfica (Ford *et al.* 2014), pois se baseia fortemente na identificação formas de relevo associadas aos terrenos, o que propicia também a diferenciação das classes citadas em tipos e estes em unidades (não representados aqui), identificados por códigos de três ou quatro letras, respectivamente, que são categorias apropriadas para mapeamentos de maior detalhe (escalas de 1:10.000 ou maiores).

2.4. A classificação de terrenos tecnogênicos de Peloggia et al. (2014a,b), e aperfeiçoamentos posteriores.

Deve ser ressaltado que, na verdade, o esquema citado de Peloggia et al. (2014a), referido por Waters (2018), e também descrito como classificação da geodiversidade tecnogênica (“technogenic geodiversity”, Peloggia et al. 2014b), representa uma conjugação do modelo de classificação do BGS, acima descrito, como os esquemas classificatórios de depósitos tecnogênicos que foram paralelamente desenvolvidos no Brasil, na década de 1990 (Oliveira 1990, Peloggia 1994, 1997, 1998, 1999), e que tiveram como referência básica conceitos provenientes da Geologia de Engenharia Soviética (Chemekov 1983, Ter Stepanian 1988) e da ciência dos solos norte-americana (Fanning e Fanning, 1989). Tal proposta engloba os principais aspectos necessários à diferenciação e mapeamento dos terrenos artificiais, pois acrescenta à classificação britânica os conceitos de depósitos induzidos (formados indiretamente em consequência da atividade humana) e de solos tecnogênicos (diferenciando-os de depósitos).

A proposta, aqui apresentada na forma aperfeiçoada por Peloggia (2017), considera quatro classes básicas de terrenos (de agradação, de degradação, modificados e complexos), associando a cada uma delas categorias geológicas (respectivamente depósitos tecnogênicos,

solos tecnogênicos, substrato exposto ou movimentado e paisagem tecnogênica). Cada categoria, por sua vez, pode ser dividida em tipos, cada um dos quais correspondendo a camadas ou feições tecnogênicas específicas. Como mostrado pelo autor citado, tais categorias englobam tanto aquelas propostas pelo Serviço Geológico Britânico quanto as de Oliveira (1999) e, ainda, classificações de “solos antrópicos” ou “antropossolos”, como a de Curcio *et al.* 2004., e insere categorias adicionais (Quadro 1).

Quadro 1. Classificação de Terrenos Tecnogênicos (Peloggia, 2017)

CLASSIFICAÇÃO DE TERRENOS TECNOGÊNICOS (ANTROPOGÊNICOS) PARA MAPEAMENTO GEOLÓGICO E GEOMORFOLÓGICO			
CLASSE	Categoria Geológica		CAMADA OU FEIÇÃO TECNOGÊNICA
Terreno Tecnogênico de Agradação	Formações superficiais antropogênicas	Depósitos Tecnogênicos	Terreno produzido (1)
			Terreno aterrado
			Terreno acumulado
			Terreno preenchido (2)
			Depósitos tecnogênicos construídos recobrimdo terreno escavado
			Terreno tecnogênico sedimentar
			Aluvial
Coluvial			
Depósitos tecnogênicos induzidos de fundos de vale			
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 (3)	Depressões de subsidência criadas por processos induzidos
		Terreno escavado (4)	Superfícies de escavação
Terreno tecnogênico complex	Paisagem Tecnogênica	Terreno complexo (5)	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), modificado de Peloggia et al. (2014a,b), Peloggia (2015) e Vitorino et al. (2016). As seguintes categorias provêm da classificação de terrenos artificiais do Serviço Geológico Britânico: (1) *made ground*; (2) *infilled ground*; (3) *disturbed ground* (4) *worked ground*; (5) *landscaped ground*.

A representação cartográfica dessa classificação é ilustrada na figura 7, em que os terrenos tecnogênicos são identificados por classe, categoria e tipo e, no caso dos depósitos, é também aplicada a classificação faciológica, que é derivada da proposta de classificação integrada de Peloggia (1999), anteriormente referida. Os terrenos artificiais são representados sobre um mapa de formações superficiais, aqui genericamente representadas por supostos solos superficiais (pedogênicos ou coluvionares) desenvolvidos sobre substrato granítico ou de sedimentos terciários, e ainda depósitos de aluviões quaternários.

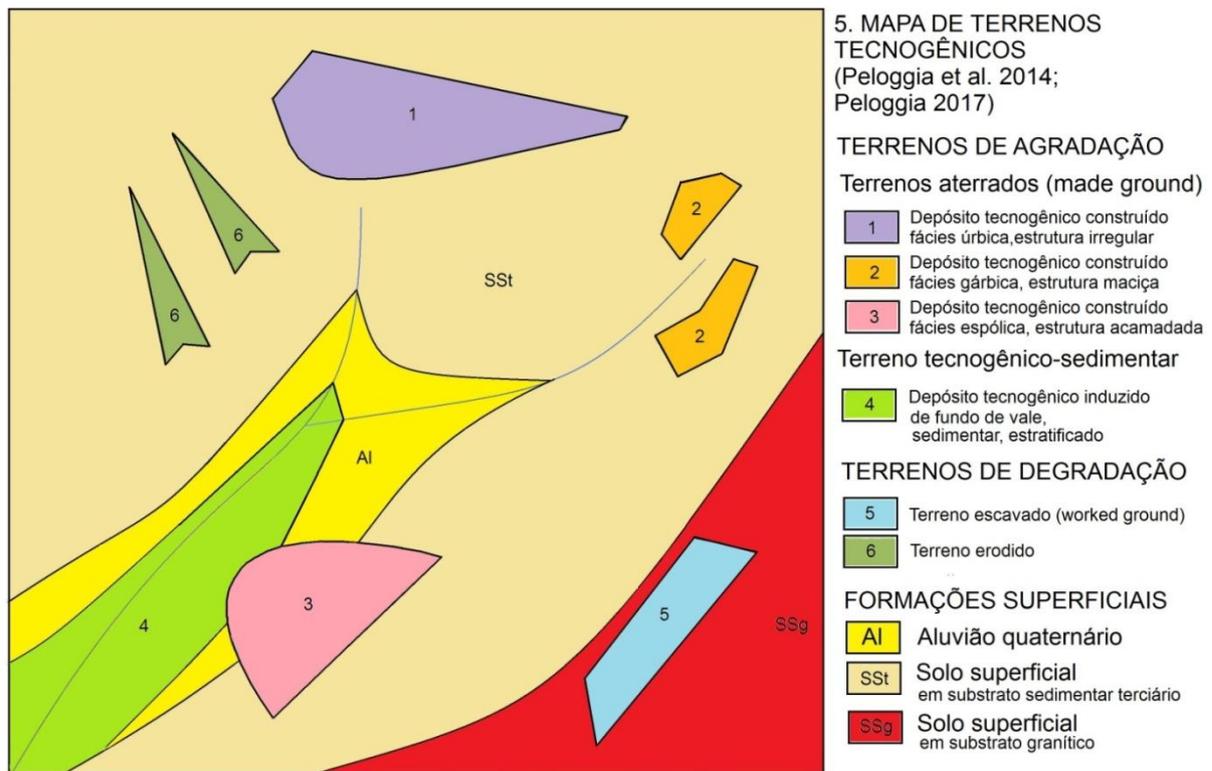


Figura 7. Aplicação da classificação da geodiversidade de terrenos tecnogênicos.

O esquema classificatório de terrenos tecnogênicos tem sido utilizado na prática, com variações pequenas, seja em contextos de análise de riscos, de planejamento territorial ou análise geoambiental, ou mesmo em mapas específicos (temáticos) de terrenos tecnogênicos, realizados tendo como referências escalas de mapeamento intermediárias a detalhadas, por exemplo por Oliveira et al. (2015), Vitorino et al. (2016), Santos et al. (2017) e Peloggia et al. (2018).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Chemekov (1983), ao apresentar o conceito de depósito tecnogênico como uma categoria geológica específica e original, indicou que “no futuro próximo será necessário mapear os depósitos tecnogênicos”. Tal necessidade tem de fato se refletido nos trabalhos de cartografia geotécnica, em função de sua aplicação a situações e demandas específicas (análise de áreas de risco, por exemplo), mas também se apresenta cada vez mais nos levantamentos geológicos básicos (como no caso do mapeamento em 1:50.000 do Reino Unido), assim como em estudos específicos de caracterização de terrenos tecnogênicos, notadamente em áreas urbanas ou peri-urbanas, ou mesmo rurais, alguns dos quais citamos neste trabalho.

Nesse contexto, em função das especificidades dos trabalhos de cartografia geotécnica, podemos concluir o seguinte a partir do que foi discutido, em termos de aplicação ao mapeamento: 1) para trabalhos em escalas de superdetalhe, o método de diferenciação unidades de sobreposição de Barros e Peloggia (1993) parece ser de grande aplicabilidade; 2) para trabalhos regionais, associados a levantamentos geológicos, o método de sobreposição de hachuras do Serviço Geológico Britânico tem aplicação comprovada; 3) para trabalhos desenvolvidos em escalas intermediárias ou de detalhe, a aplicação cartográfica direta das categorias de terrenos tecnogênicos de Peloggia (2017) tem se mostrado de interesse e, por fim; 4) para todas as hipóteses acima, a proposta de Peloggia (2017) pode ser aplicada como base da classificação dos terrenos a serem mapeados.

REFERÊNCIAS

- BARROS, L.H.; PELOGGIA, A.U.G. (1993) Cartografia geotécnica como fundamento para recuperação de áreas urbanas degradadas: o exemplo da favela Jardim Eliane, município de São Paulo. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 7, Poços de Caldas, Atas... ABGE, v.2, p.83-91.
- BRAGA E.; PELOGGIA, A.U.G.; OLIVEIRA, A.M.S. (2016) Análise de risco geológico em encostas tecnogênicas urbanas: o caso do Jardim Fortaleza (Guarulhos, SP, Brasil). *Revista UNG – Geociências*, v.15, n.1, p.27-42.
- CHEMEKOV, Y.F. (1983) Technogenic deposits. In: INQUA CONGRESS, 11, Moscow, Abstracts... INQUA, v.3, p. 62.
- CURCIO, G.R.; LIMA, V.C.; GIAROLA, N.F.B. (2004) *Antropossolos*: proposta de Ordem (1ª aproximação). Colombo, Embrapa Florestas, 49p.
- FANNING, D.S.; FANNING, M.C.B. (1989) Soil: morphology, genesis and classification. New York, John Wiley & Sons, 395p.
- FORD, J.; KESSLER, H.; COOPER, A.H.; PRICE, S.J.; HUMPAGE, A.J. (2010) An enhanced classification for artificial ground. Nottingham, British Geological Survey, 29p (Open Report OR/10/36).
- FORD, J.R.; PRICE, S.J.; COOPER, A.H.; WATERS, C.N. (2014) An assessment of lithostratigraphy of anthropogenic deposits. In: Waters C.N.; Zalasiewicz, J.; Williams, J.A.; Ellis, E.; Snelling, A.M.(eds.) A stratigraphical basis for the Anthropocene. London, Geological Society (Special Publications, 395), p. 55-89.
- HOWARD J.L. (2014) Proposal to add anthrostratigraphic and technostratigraphic units to the stratigraphic code for classification of anthropogenic Holocene deposits. *The Holocene*, v.24, n.12, p.1856-1861.
- LYELL, C. (1863) *The geological evidence of the antiquity of Man*: with remarks on theories of the origin of species by variation. London, John Murray, 526p.
- McMILLAN A.A.; POWELL J.H. (1999) BGS Rock Classification Scheme: V4 – Classification of artificial (man-made) ground and natural superficial deposits. Nottingham: British Geological Survey, 65p (BGS Research Report n. RR 99-04).
- MIRANDOLA, F.A.; MACEDO, E.S. (2014) Proposta de classificação do Tecnógeno para uso no mapeamento de áreas de risco de deslizamentos. *Quaternary and Environmental Geosciences* v.5, n.1, p.66-81.
- NIREI, H.; FURUNO, K.; OSAMU, K.; MARKER, B.; SATKUNAS, J. (2012) Classification of man-made strata for assessment of geopollution. *Episodes* v.35, n.2, p.333-336.
- NOLASCO, M. (1998) *Depósitos antrópicos tecnogênicos*: um conceito em discussão na Geologia. Porto Alegre, Monografia de Qualificação, Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 63p.
- OLIVEIRA, A.M.S. (1990) Depósitos tecnogênicos associados à erosão atual. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, 6, Salvador, *Anais...* ABGE: ABMS, v.1, p.411-415.
- 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). In: Encontro Nacional da ANPEGE, 9, Presidente Prudente, *Anais...* p.6471-6481.
- PELOGGIA, A.U.G. (1994) As coberturas remobilizadas: depósitos tecnogênicos de encostas urbanas no município de São Paulo. *Solos e Rochas*, v.17, n.2, p.120-125.
- PELOGGIA A.U.G. (1997) A classificação dos depósitos tecnogênicos urbanos. In: Simpósio de Geologia do Sudeste, 5, Penedo (Itatiaia, RJ), *Atas...* SBG, p.181-183.
- PELOGGIA, A.U.G. (1998) *O homem e o ambiente geológico*: geologia, sociedade e ocupação urbana no município de São Paulo. São Paulo, Xamã, 231p.

- PELOGGIA, A.U.G. (1999) 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), p.35-50.
- PELOGGIA, A.U.G.; SILVA E.C.N.; NUNES J.O.R. (2014a) 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.
- PELOGGIA, A.U.G.; OLIVEIRA A.M.S.; OLIVEIRA A.A.; SILVA E.C.N.; NUNES J.O.R. (2014b) Technogenic geodiversity: a proposal on the classification of artificial ground. *Quaternary and Environmental Geosciences* v.5, n.1, p.28-40.
- PELOGGIA, A.U.G. (2015) Camadas que falam sobre o ser humano, caso encontrem arqueólogos e geólogos que as escutam: 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, p.189-221.
- PELOGGIA, A.U.G. (2017) 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.
- PELOGGIA, A.U.G.; SAAD, A.R.; SILVA, R.V.; QUEIROZ, W. (2018) Processos de formação de terrenos e relevos tecnogênicos correlativos à urbanização: análise morfoestratigráfica e geoambiental aplicada na bacia do córrego Água Branca, Itaquaquecetuba (RMSP). *Revista Brasileira de Geomorfologia* v.19, n.2, p.245-265.
- PRICE S.J.; FORD J.R.; KESSLER H.; COOPER A.; HUMPAGE A. (2004) Artificial ground: mapping our impact on the surface of the Earth. *Earthwise* n.20, 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* n.369, p.1056-1086.
- ROSEMBAUM M.S.; McMILLAN A.A.; POWELL J.H.; COOPER A.H.; CULSHAW M.G.; NORTHMORE K.J. (2003) Classification of artificial (man-made) ground. *Engineering Geology* v.69, n. 3-4, p.399-409.
- SANTOS, E.Q.D.; FERREIRA, A.T.S.; PELOGGIA, A.U.G.; SAAD, A.R.; OLIVEIRA, A.M.S.; SANTOS. M.S.T. (2017) Terrenos e processos tecnogênicos na área de proteção ambiental Cabuçu-Tanque Grande, Guarulhos (SP): análise, mapeamento e quantificação. *Revista Brasileira de Geomorfologia* v.18, n.4, p. 825-839.
- SHERLOCK, R.L. (1922) *Man as a geological agent: an account of his action on inanimate nature*. London, H.F. & G. Witherby, 372p.
- SUESS, E. (1862) *Der boden der stadt Wien*. Wien, Wilhelm Braumüller, 326p.
- TER STEPANIAN, G. 1988 Beginning of the Technogene. *Bulletin IAEG* n.38, p.133-142.
- VITORINO, J.C.; ANDRADE, M.R.M.; PELOGGIA, A.U.G.; SAAD, A.R.; OLIVEIRA, A.M.S. (2016) 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, p. 33-60.
- WATERS, C.N. (2018) Artificial ground. In: BOBROWSKY, P.T; MARKER, B. (eds.) *Encyclopaedia of Engineering Geology*. Cham: Springer International Publishing, p.1-15.