

FORMAÇÃO DE NOVOS BIOMAS EM TERRENOS TECNOGÊNICOS: ESTUDO DE CASO DE ÁREA DE EXPANSÃO URBANA EM GUARULHOS (SP)

Alex Ubiratan Goossens PELOGGIA

Taís Renata Fernandes da CRUZ

William de QUEIROZ

RESUMO

Este trabalho estuda a evolução pós-tecnogênica da paisagem (processos geomorfológicos e formação de biomas antropogênicos) em uma área de expansão urbana no município de Guarulhos (SP), denominada Parque Continental II. O processo de formação dos terrenos antropogênicos da área, ocorrido na década de 1990, estudado anteriormente por outros pesquisadores (assim como sua cobertura vegetal), insere-se num sistema tecnogênico de urbanização periférica que implicou processos de degradação (escavação) e aggradação (aterramento e sedimentação induzida correlativa à erosão acelerada). A particularidade do caso estudado consiste em que o processo de urbanização propriamente dito (loteamento) não foi implementado, tendo os terrenos evoluído sem intervenções significativas após os distúrbios iniciais. Foram revisados e atualizados o mapeamento e a classificação desses terrenos artificiais, caracterizados os processos de evolução geomorfológica e verificadas as particularidades dos fenômenos de sucessão ecológica, de forma a caracterizar um sistema de sucessão tecnogênica, ou seja, um conjunto de comunidades ecológicas desenvolvidas em uma paisagem fortemente impactada pela agência geológica humana. Em função da relação entre tais comunidades (ou subsistemas de sucessão tecnogênica) e as características do substrato tecnogênico, foram classificadas e mapeadas áreas de tecnobiomas (ecossistemas formados por associações de espécies e novos substratos derivados da transformação da paisagem). Considera-se, em decorrência, a conveniência da preservação de tal área de diversidade tecnogênica e ecológica.

Palavras-chave: Tecnobiomas; Evolução pós-tecnogênica da paisagem; Sistema tecnogênico de urbanização.

ABSTRACT

FORMATION OF NEW BIOMES IN TECHNOGENIC GROUND: CASE STUDY OF AN URBAN EXPANSION AREA IN GUARULHOS (SP). This study examines the post-technogenic development of the landscape (geomorphological processes and formation of anthropogenic biomes) in an area of urban expansion of the municipality of Guarulhos (SP), which is named Parque Continental II. The formation of the anthropogenic ground in this area, which occurred in the 1990s and was previously studied by other researchers (as well as its vegetation cover), is part of a technogenic system of peripheral urbanization that involved degradation processes (excavation) and aggradation (landfilling and increased erosion-induced sedimentation). The peculiarity of this case study is that the process of urbanization (land division) was not implemented, and the ground developed without significant intervention after the initial disturbances. The mapping and classification of this artificial ground were reviewed and updated, the geomorphological evolution processes were described, and the peculiarities of the ecological succession phenomena were examined, in order to characterize a technogenic succession system, that is, a set of ecological

communities developed in a landscape highly impacted by human geological agency. Based on the relationship between these communities (or subsystems of technogenic succession) and the characteristics of the technogenic substrate, areas of technobiomes (ecosystems formed by the association of species and new substrates derived from the transformation of the landscape) were classified and mapped. It is considered that, due to its technogenic and ecological diversity, this area should be preserved.

Keywords: Technobiomes; Post-technogenic development of landscape; Urban technogenic system.

1 INTRODUÇÃO

A agência humana sobre a paisagem pode levar à formação de terrenos antropogênicos (também chamados de tecnogênicos ou artificiais), seja pela transformação de terrenos naturais preexistentes ou pela criação de novas formações geológicas superficiais. Tais efeitos podem resultar, basicamente, da alteração da forma de ocorrência ou da intensidade de processos geológicos superficiais, como a erosão, ou de ações diretas de movimentação de materiais geológicos. Seja qual for a maneira, o resultado é duplo: a criação de formas de relevo (tecnogênicas ou antropogênicas) e de novas camadas geológicas (solos ou depósitos tecnogênicos ou antropogênicos).

A caracterização dos terrenos antropogênicos tem sido feita, assim, em termos dos processos geológicos diretamente produzidos ou induzidos pela ação humana, das formas de relevo resultantes e dos depósitos criados, estes em termos de sua gênese e composição (PELOGGIA 1998, 1999, 2017, 2018; PELOGGIA *et al.* 2014a, b, 2018; OLIVEIRA *et al.* 2018). No entanto, deve ser assinalado que, frequentemente, o processo de transformação paisagística ocorre de forma intensa e agressiva, em intervalos de tempo relativamente muito curtos em comparação ao ritmo dos processos naturais não perturbados, caracterizando-se então situações de desequilíbrio geoecológico, ou “morfogênese antrópica” (TRICART 1956, CAILLEUX & TRICART 1956), de caráter resistático (AB’SABER 1985). Por isso, tais eventos podem ser considerados como impactos paisagísticos antropogênicos, um tipo específico de impacto ambiental.

Nesta pesquisa, a partir desses fundamentos, propomos avançar um passo no estudo dos terrenos artificiais, investigando a evolução paisagística pós-tecnogênica, ou seja, as transformações geoecológicas que ocorrem em tais terrenos após a ação humana transformadora ter deixado de atuar, após o impacto, verificando-se de que maneira e em que ritmo os processos ecológicos de interação

entre a biosfera e o substrato antropogênico atuam e como os reconfiguram, bem como verificando de que forma as evidências da transformação anterior podem ser obliteradas. A ênfase do trabalho, portanto, não recai sobre a complexidade das novas biocenoses, mas na relação entre o desenvolvimento destas e as características particulares do ecótono.

2 ÁREA DE ESTUDO E MÉTODOS

Para realizarmos a investigação foi selecionada uma área de pesquisa já caracterizada em termos geoambientais e botânicos (OLIVEIRA 2014, OLIVEIRA *et al.* 2014), constituída por tipos variados de terrenos antropogênicos formados em decorrência de uma intervenção de urbanização (loteamento) que não teve prosseguimento: o Parque Continental II, bairro situado na bacia hidrográfica do Cabuçu de Cima, no Município de Guarulhos (SP) (Figura 1).

Para a área, OLIVEIRA (2014) e OLIVEIRA *et al.* (2014) apresentaram estudos sistemáticos correlacionando a evolução do uso do território e a consequente modificação dos processos geoambientais (áreas A e B na figura 2), com ênfase na atividade geológica humana e formação de terrenos tecnogênicos. Tais trabalhos caracterizam de maneira detalhada a evolução do uso da terra entre os anos de 1962 e 2010, com etapas intermediárias em 1970, 1986 e 1994, a partir da interpretação de imagens aéreas, levando em consideração o recobrimento vegetal (categorias de vegetação arbórea, arbustiva, herbácea e agrícola), a urbanização (em consolidação ou consolidada) e a ocorrência de solo exposto. Em seguida foram caracterizados os processos tecnogênicos atuantes no local nesse período, como erosão, movimentos de massa e assoreamento. Já a caracterização dos terrenos antropogênicos foi realizada em detalhe na chamada “área degradada” (A), na qual foi realizado extenso processo de terraplanagem no ano de 1993 (Figura 3).



FIGURA 1 – Localização da área de estudo.

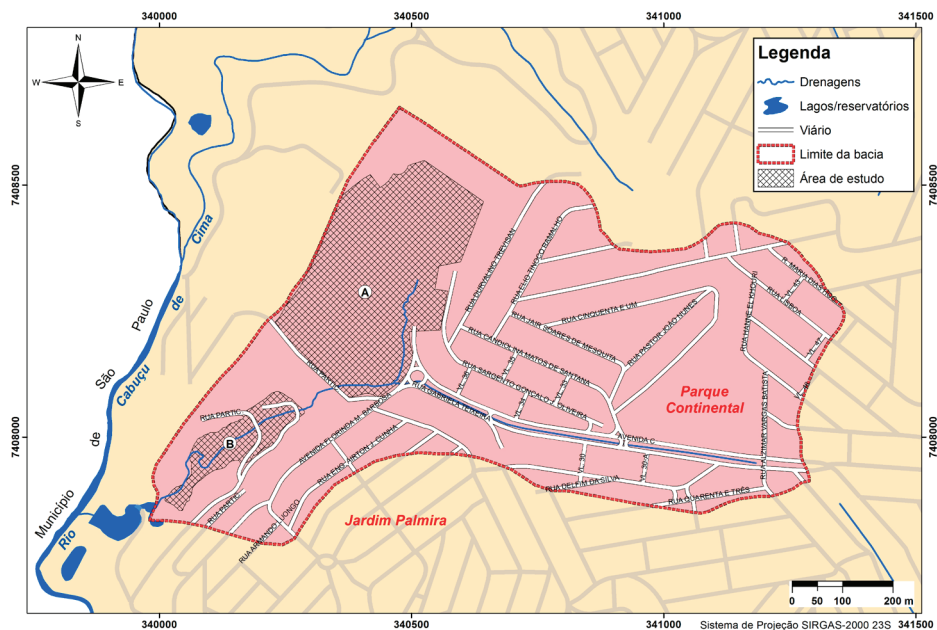


FIGURA 2 – Áreas originalmente estudadas por OLIVEIRA (2014) e OLIVEIRA et al. (2014). No presente trabalho estudou-se a área “A”.

Tendo em vista o tema apresentado, a presente pesquisa buscou verificar de que forma e em que ritmo os terrenos que foram formados ou reconfigurados pela ação geológica e geomorfológica humana foram afetados por fenômenos de evolução paisagística, buscando-se caracterizar e compreender:

(a) os processos específicos de transformação paisagística pós-tecnogênicos; (b) a capacidade de resiliência natural frente aos impactos antropogênicos, e; (c) os efeitos dessa “renaturalização” em relação às evidências da transformação antropogênica anterior.

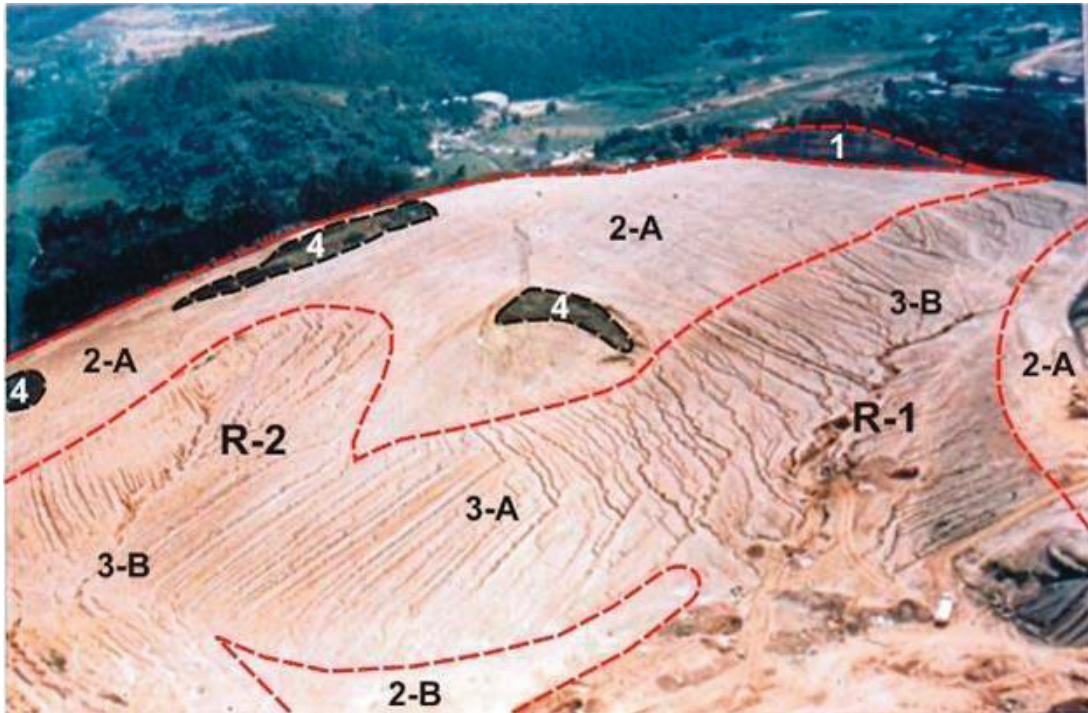


FIGURA 3 – Aspecto da área de estudo em 1993, imediatamente após a intervenção de terraplanagem, conforme OLIVEIRA *et al.* 2014 (foto de M. Andrade). R1 e R2 são ravinas, 1 é um talude de corte, 2A e 2B áreas escavadas, 3A e 3B áreas aterradas e 4 a superfície do terreno original.

3 ANÁLISE DA GEODIVERSIDADE DE TERRENOS TECNOGÊNICOS

Os terrenos tecnogênicos (*technogenic ground*) verificados na área de estudo, representados por formações superficiais antropogênicas bem como suas superfícies do relevo resultantes, foram gerados por processos de agradação (acumulação de material geológico) e degradação (remoção ou movimentação de material). A caracterização apresentada por OLIVEIRA *et al.* (2014) foi aqui revisada a partir das classificações propostas por PELOGGIA *et al.* (2014a), atualizada por PELOGGIA (2017, 2018), bem como usando-se a classificação de PELOGGIA *et al.* (2014b) para a descrição das formas de relevo associadas (*technogenic landforms*), e seguindo-se o método de mapeamento utilizado por VITORINO *et al.* (2016) e PELOGGIA *et al.* (2018). Os resultados são apresentados na figura 4 (mapa) e as características dos terrenos tecnogênicos são descritas no quadro 1, onde a numeração associada às classes corresponde àquela utilizada na legenda do mapa. Deve ser observado que a constituição geológica natural da área é relativamente homogênea, como verificado nos terrenos de corte, predominando micaxistos finos.

4 BIOMAS ANTROPOGÊNICOS

WALTER (1986) apresenta uma classificação taxonômica dos sistemas ecológicos na qual, primeiramente, divide a geobiosfera em zonobiomas, correspondentes a ambientes grandes e uniformes definidos por tipos climáticos particulares ao qual se associam tipos de solo e vegetação zonais. De forma hierárquica, os zonobiomas podem ser divididos, numa “série climática”, em unidades geográficas ou biomas (eubiomas), e ainda unidades ecológicas menores (biogeocenoses e sinúsias).

No entanto, tal esquema zonal apresenta duas derivações principais, em função da ocorrência de ambientes montanhosos (orobiomas) e de áreas com tipos de substratos (ou suportes ecológicos) particulares e azonais (pedobiomas). Estes últimos são classificados em litobiomas (solos pedregosos), psamobiomas (solos arenosos, como nos campos de dunas), halobiomas (solos salinos), helobiomas (solos de pântano, como nos manguezais), hidrobiomas (solos cobertos por água) e peinoibiomas (solos pobres). A esta classificação de Walter, AB’SABER (2003) acrescenta à lista o conceito de rupestrebioma (como os pontões rochosos).

Por outro lado, quando se leva em consideração a agência humana como fator de geração de

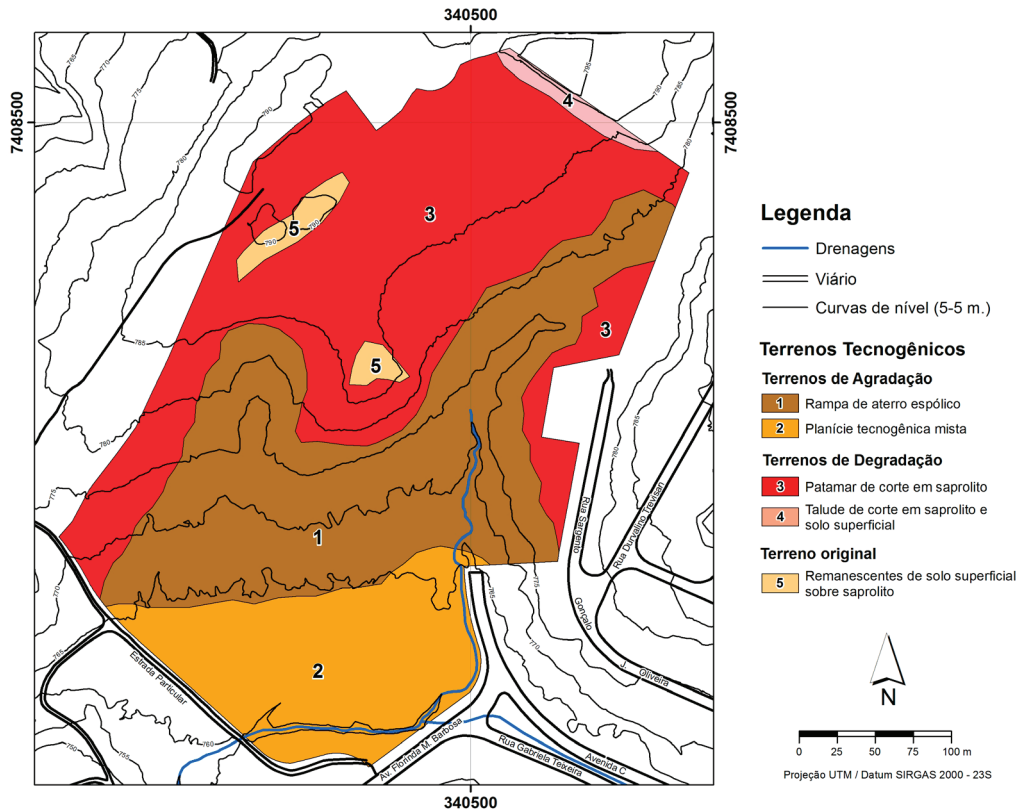


FIGURA 4 – Mapa dos terrenos tecnogênicos da área “A”, revisada a partir de Oliveira *et al.* (2014) e Oliveira (2014) com base em observações de campo.

transformações ecossistêmicas, o esquema ecológico geral pode ser reinterpretado, definindo-se a ocorrência de ecossistemas e biomas antropogênicos (também referidos como “antromas” ou “novos biomas”) em escala global ou local (e.g. HOBBS *et al.* 2006, ELLIS & RAMANKUTTY 2008, LINDENMEYER *et al.* 2008, ALESSA & CHAPIN III 2008, HOBBS *et al.* 2009, ELLIS 2011, COLLIER & DEVITT 2016, FUENTES & BAYNES-ROCK 2017, LUGO *et al.* 2018). Em particular, ELLIS & RAMAKUTTY (2008) propõem uma classificação de 21 tipos de biomas antropogênicos de ocorrência regional ao longo do planeta, em função das características principais da ocupação humana, agrupados em seis categorias gerais: ocupações densas (*dense settlements*), povoadamentos (*villages*), terras cultivadas (*croplands*), pastagens (*rangelands*), áreas florestadas (*forested*) e áreas silvestres (*wildlands*).

Assim, por analogia, podemos considerar que, como nos biomas naturais de expressão regional é possível a identificação de biomas diferenciados em função das particularidades do substrato, de abrangência mais restrita, propomos ser também possível associar aos terrenos antropogênicos a formação de

unidades geocológicas particularizadas, ou seja, de áreas menores dentro dos biomas antropogênicos, que denominaremos tecnobiomas.

Como no caso dos pedobiomas naturais, esses tecnobiomas caracterizam-se por biogeocenoses específicas, cujo processo de formação se dá pelo que tem sido denominado de Sistema de Sucessão (ecológica) Tecnogênica - SST (CHEROSOV *et al.* 2010), conceito que se refere à caracterização da dinâmica da vegetação em áreas tecnogenicamente alteradas, ou seja, às sucessões naturais que ocorrem em lugares fortemente impactados pela ação humana. Assim, o SST representa um conjunto de comunidades desenvolvidas em uma paisagem natural-tecnogênica, constituída por diferentes subsistemas que dependem basicamente de dois fatores: o substrato e a localização da vegetação remanescente, ou seja, da disponibilidade de bancos genéticos adjacentes.

Na área de estudo foram caracterizados, assim, diferentes tecnobiomas em função da verificação da evolução de estágios de sucessão ecológica específicos nos diferentes terrenos tecnogênicos, associados à evolução geomorfológica destes. O resultado foi um quadro geocológico em mosaico (Figura 6) que representa, assim, a diferenciação

QUADRO 1 – Terrenos tecnogênicos.

<i>Classe</i>	<i>Tipo</i>	<i>Categoria Geológica</i>	<i>Forma de relevo tecnogênica</i>	<i>Origem e caracterização</i>
Terreno tecnogênico de agradação ou acumulação (1)	Terreno produzido (<i>made ground</i>)	Depósitos tecnogênicos fácies espólico-maciça	Rampa de aterro	Estes terrenos são constituídos por misturas de materiais geológicos escavados das porções superiores da topografia, incluindo solos superficiais pedogênicos e, principalmente, alteritas, e depositados de forma não compactada. Apresentam compacidade fofa, estrutura maciça e aspecto “corrugado” (Figura 5a).
Terreno tecnogênico de agradação ou acumulação (2)	Terreno de agradação misto	Depósitos tecnogênicos induzidos, fácies sedimentar-estratificada, e depósitos tecnogênicos construídos, fácies úrbico-acamadada	Planície tecnogênica mista	Terreno formado pela acumulação complexa de camadas tecnogênicas de diversas naturezas, isto é, depósitos tecnogênicos induzidos resultantes da erosão acelerada a montante, e depósitos construídos (principalmente depósitos de entulho) (Figura 5b).
Terreno tecnogênico de degradação (3)	Terreno escavado (<i>worked ground</i>)		Patamares de corte (superfícies decapadas)	Nesse terreno os movimentos de terra expuseram níveis profundos da alterita (saprolito) de micaxisto, com marcante foliação principal Sn (xistosidade) de direção regular WSW-ENE e alto ângulo de mergulho, correspondendo às direções estruturais regionais predominantes. O material apresenta coloração cinzento-rosada típica, elevada compacidade e muito baixa erodibilidade. Esta propriedade, no entanto, tem caráter nitidamente diferencial, do que decorre que os sulcos rasos existentes condicionam-se segundo a orientação da foliação. Tal característica decorre da acentuação da anisotropia do material pelo intemperismo em alteritas de rochas metamórficas com estruturas litológicas planares reliquiárias (PELOGGIA 2014) (Figuras 5c e 5d).
Terreno tecnogênico de degradação (4)	Terreno escavado (<i>worked ground</i>)		Talude de corte	Trata-se de talude de corte de alto ângulo, quase vertical, da ordem de 10 m de altura, que expõe o perfil geológico das formações superficiais desde o solum (solo superficial ou pedológico) e diversos níveis da alterita (solo de alteração de rocha ou saprolito de micaxisto) (Figura 5e).
Terreno original pré-tecnogênese (5)	Terreno original	<i>Solum</i> (solo superficial pedogênico)	Remanescente de vertente de colina	Trata-se de áreas remanescentes de terreno anterior à intervenção de terraplanagem, expondo solo superficial “laterítico” raso, areno-argiloso, de origem pedogênica (cambissolo), sobre alterita de micaxisto (Figura 5f).

paisagística resultante da resiliência natural em uma área fortemente afetada por impactos antropogênicos dentro de uma região mais ampla, de urbanização periférica, que pode ser caracterizada como antropioma (ou antroma) urbano.

As características anteriores dessa área de urbanização periférica têm influência significativa no desenvolvimento dos tecnobiomas da área estudada, uma vez que, como caracterizado por OLIVEIRA (2014), a vegetação do entorno engloba dois tipos básicos de associações: áreas de mata secundária em regeneração espontânea, sendo a maior parte das

árvores pioneiras ou heliófitas, e área de reflorestamento com espécie exótica (*Pinnus*). Tal situação pode ser considerada típica, uma vez que a expansão do sistema tecnogênico da urbanização se dá sobre áreas periféricas previamente apropriadas por outros usos, como o agrícola e de mineração, e que são frequentemente desmatadas.

É importante ressaltar que tais áreas, previamente submetidas a fatores antropogênicos, são as fontes a partir das quais a vegetação pioneira se inseriu por difusão nos terrenos tecnogênicos, seja a partir do bosque de pinheiros (*Pinnus*) ou da área de



FIGURA 5 – Terrenos tecnogênicos caracterizados no quadro 1: a) material constituinte do terreno tecnogênico de agradação 1 (depósito tecnogênico construído espólico); b) material tecnogênico estratificado misto constituinte da planície tecnogênica; c) em primeiro plano, exposição da alterita de rocha metamórfica do terreno tecnogênico de degradação; d) detalhe dos sulcos de erosão desenvolvidos paralelamente à foliação principal reliquiar da alterita; e) talude de corte do terreno de degradação; f) *solum* raso remanescente de terreno original.

mata em regeneração, fonte da maior parte da biodiversidade, tendo sido identificadas aí espécies nativas como Tamanqueiro, Guaçatonga, Embaúba, Angico, Sobrasil, Tucaneira, Chá-de-Bugre, Babosa-branca, Capixingui, Sangra-d'água, Samambaiçu, Mulungu, Helicônia, Caúna, Ingá, Açoita-cavalo, Bico-de-pato, Goiabão, Pau-jacaré, Capororoca, Aroeira-pimenteira, Jurubeba, Quina, Jerivá, Manacá-da-serra, Jacatirão, Candiúva, Assa-peixe e Gomeira, além de herbáceas nativas como piperáceas, heliconias e lianas diversas, e espécies exóticas

invasoras como *Canna indica*, braquiárias diversas, capim, bambu e bananeira (OLIVEIRA 2014).

A seguir, temos a caracterização de cada unidade geocológica (tecnobioma), realizada em função do tipo de terreno tecnogênico, sua evolução geomorfológica e da sucessão ecológica tecnogênica verificada. A numeração referida corresponde àquela do mapa da figura 6.

Tecnobioma de saprolito de patamar (1)

Desenvolvido fundamentalmente no terreno tecnogênico de patamares de corte, caracteriza-se

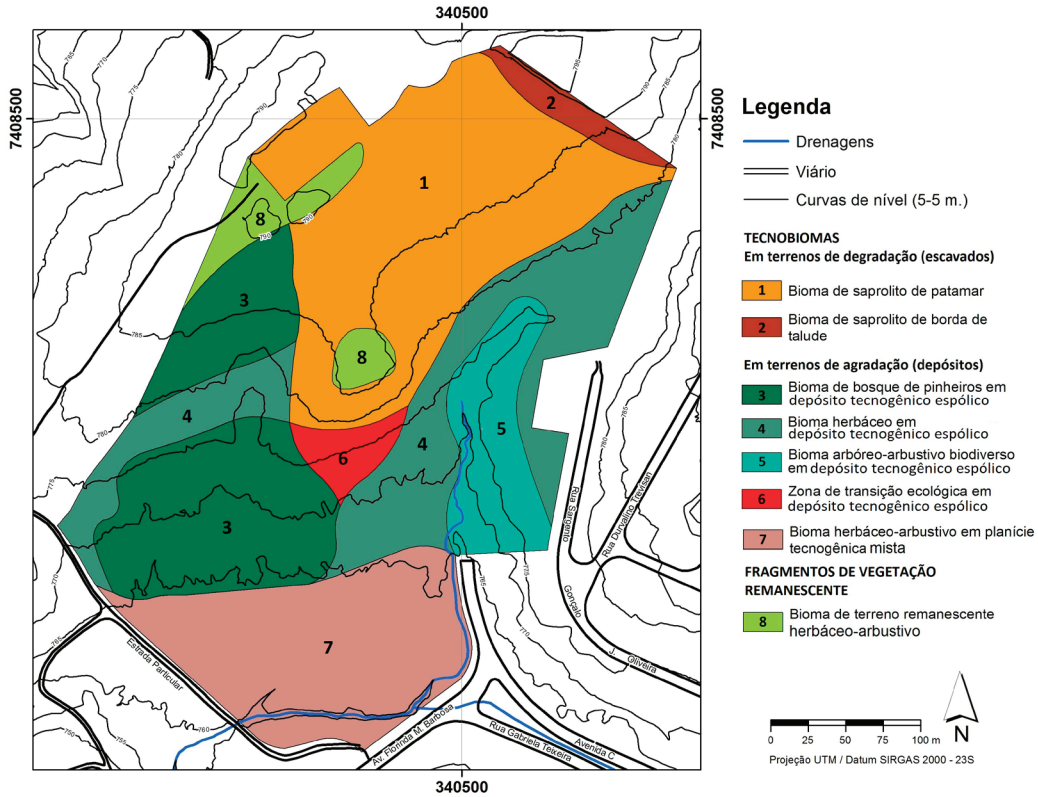


FIGURA 6 – Mapa de tecnobiomas do Parque Continental II.

pela estabilidade geomorfológica do substrato pouco erodível. Onde o saprolito está exposto praticamente não há sucessão ecológica, observando-se apenas alguns poucos exemplares de *Pinus* isolados; no entanto, nos sulcos de erosão lineares e nas depressões onde há alguma sedimentação, mesmo que se trate de camadas de apenas poucos centímetros de espessura de material arenoso muito micáceo, já se nota invariavelmente o desenvolvimento de vegetação herbácea (gramíneas) (Figuras 7 e 8).



FIGURA 7 – Tecnobioma de saprolito de patamar, observando-se a ocorrência esparsa de pinheiros e vegetação herbácea nas depressões preenchidas por sedimento.



FIGURA 8 – Contato entre os tecnobiomas de saprolito de patamar e de talude.

Tecnobioma de saprolito de talude (2)

Apesar de constituído por material residual semelhante ao anterior, este tecnobioma apresenta uma sucessão ecológica em estágio mais desenvolvido, podendo-se falar em um pequeno “bosque” com certa biodiversidade resultante da difusão das espécies da área adjacente ao talude (Figura 9), caracterizada por OLIVEIRA (2014), e que podemos considerar como a fonte da sucessão tecnogênica do tecnobioma.



FIGURA 9 – Minibosque na base do talude de corte.

No tecnobioma do talude, a condição ambiental básica do desenvolvimento deste pequeno ecossistema pode ser referida à posição do corte, de face SSW, o que deve ter propiciado condições de maior umidade (evidenciada pela presença de musgo recobrando a alterita de micaxisto), bem como da geometria (alta inclinação) do mesmo, que favoreceu o deslocamento por gravidade de material geológico superficial e seu acúmulo na base, fenômeno para o qual contribui a ação de animais que escavam a face do talude. Associadamente à diversificação da vegetação e acúmulo de material orgânico na superfície verifica-se atividade de formigas e cupins, o que contribui para o início da formação de uma camada de *solum* e também o início do acúmulo de serapilheira (Figura 10).



FIGURA 10 – Cupinzeiro na borda do tecnobioma de talude de corte.

Tecnobioma de bosque de pinheiros em rampa de aterro espóico (3)

Caracterizado basicamente pela presença de pinheiros, resultantes da expansão de um bosque de reflorestamento preexistente à margem do terreno tecnogênico (Figura 11), e pouca vegetação herbácea, com o início de formação de uma cama-

da de serapilheira. Uma feição notável é a estabilização geomorfológica dos sulcos e ravinas que anteriormente se desenvolveram sobre o terreno de agradação aterrado. Tal processo se realiza de montante para jusante com o entulhamento das depressões por material erodido do terreno de degradação topograficamente superior, bem como pelo material proveniente do desmoronamento das próprias paredes das ravinas e do acúmulo de restos vegetais (Figura 12).



FIGURA 11 – Sulcos de erosão em processo de estabilização na porção a montante do tecnobioma de bosque de pinheiros.



FIGURA 12 – Tecnobioma de bosque de pinheiros, em segundo plano.

Tecnobioma herbáceo em aterro espóico (4)

Bordejando os tecnobiomas em saprolito, ocorre uma vegetação predominantemente herbácea (gramíneas) densa, o que reflete a diferença de substrato (material de rocha intemperizada redepositado). Portanto, uma vez que as características mineralógicas (e, portanto, geoquímicas) do material são semelhantes, infere-se que o desenvolvimento da sucessão ecológica vegetal é condicionado pelo estado físico desagregado do material geológico do substrato (Figura 13).



FIGURA 13 – Vegetação herbácea densa em tecnobioma em aterro.

Tecnobioma arbóreo-arbustivo “biodiverso” em aterro espóico (5)

Conquanto desenvolvendo-se em substrato semelhante, as condições do suporte ecológico de fundo de ravina, aliando maior umidade e acúmulo de material sedimentado proveniente da erosão do próprio aterro, propicia aqui a expansão no sentido de montante de uma vegetação arbustiva e arbórea relativamente diversificada. Conforme o levantamento florístico de OLIVEIRA (2014), ocorrem na área o alecrins do campo (*Baccharis*), lírios do brejo (*Hedychium*), mamonas (*Ricinus*) e macelas (*Achyrocline*). (Figura 14).



FIGURA 14 – Aspecto do tecnobioma arbóreo-arbustivo em terreno de agradação (aterro espóico).

Zona de transição ecológica (tecnocótono) em aterro espóico (6)

Trata-se de uma área de especial interesse, em que se observa uma situação nítida de competição ecológica, no mesmo substrato, entre os pinheiros do tecnobioma 3, que avança a partir de Oeste, e a vegetação herbácea do tecnobioma 4, pelo Leste. Na colonização da área está havendo,

pelo que indica, a presença de indivíduos jovens de *Pinus*, com predominância do bosque de pinheiros (Figura 15).



FIGURA 15 – Tecnocótono em terreno de agradação, observando-se o desenvolvimento de pinheiros jovens no contato.

Tecnobioma de planície tecnogênica mista (7)

Caracteriza-se pela predominância de vegetação herbácea, com a presença de indivíduos ora isolados, ora concentrados junto ao canal do córrego, arbustivos e arbóreos de pequeno porte. Quanto ao aspecto paisagístico, assemelha-se a uma savana, sendo a composição florística análoga à descrita para o tecnobioma 5 (Figura 16).



FIGURA 16 – Tecnobioma de planície tecnogênica de aspecto semelhante a uma savana.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na área estudada, os processos de intervenção diretos e induzidos, envolvendo cortes, aterros, erosão acelerada e deposição, criaram um mosaico de geodiversidade típico de um sistema tecnogênico (como conceituado por FIGUEIRA 2007) de urbanização periférica (ver, para comparação, PELOGGIA *et al.* 2018). A

particularidade da situação, que possibilitou sua análise geoecológica, consiste justamente no fato de a evolução do sistema ter sido interrompida em suas fases iniciais, antes da urbanização propriamente dita, por décadas.

A análise da evolução geoecológica dos terrenos tecnogênicos mostrou, então, em primeiro lugar, a velocidade relativamente rápida da estabilização geomorfológica da área, após o período inicial de ocorrência de fenômenos induzidos intensos, e da “regeneração” ecológica subsequente. Esta, por sua vez, se caracteriza pela nítida influência dos novos substratos e topografias nos processos de sucessão e competição ecológica, que se deram a partir da vegetação remanescente das bordas. Tal influência do substrato se dá de modo análogo àquela de substratos naturais diferenciados no contexto de um grande bioma regional. Neste contexto, a caracterização detalhada das novas associações bióticas formadas em cada tecnobioma se reveste de grande interesse, sugerindo-se seu estudo aos especialistas.

Paradoxalmente, pode-se concluir que, se os fenômenos geoecológicos ora em processo continuarem, o resultado será uma significativa paisagem tecnogênica em mosaico, com uma geobiodiversidade eventualmente mais complexa que a do terreno original (pré-tecnogênese), mostrando que o “toque humano” (ou “co-construção” de ecossistemas) pode mesmo ter consequências positivas para a biodiversidade, como argumentado por CASTRI (1980). Isto leva à consideração da conveniência da proteção da área como “biogeoparque urbano”, em função das características geológicas e ecológicas inusitadas, bem como de sua situação em um contexto urbano periférico. Tal parque teria, além da prestação de serviços ecossistêmicos básicos referentes à disponibilização de áreas verdes à população, potencialidades didáticas interessantes no que diz respeito ao estudo da interação humanidade-natureza na contemporaneidade do Antropoceno.

6 AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa originou-se do trabalho de Iniciação Científica de T.R.F. Cruz, orientado por A.U.G. Peloggia, na Universidade de Guarulhos (CRUZ & PELOGGIA 2017), realizado com apoio do Programa Institucional de Bolsas de IC da UNG, sendo premiado como terceiro melhor trabalho da área de Ciências Exatas e da Terra desta instituição em 2016. Os resultados preliminares

do mesmo foram apresentados no XVI Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário em 2017 (PELOGGIA *et al.* 2017). Os autores agradecem a estas instituições pela oportunidade de desenvolvimento e divulgação do trabalho. Agradecem também aos relatores e editores da Revista do IG pelas proveitosas sugestões. Ressalta-se que o estudo apresentado não teria sido possível sem os trabalhos anteriores de Adriana Oliveira e colaboradores.

7 REFERÊNCIAS

- AB’SABER, A.N. 1985. A gestão do espaço natural (relembrando Caraguatatuba, 1967, para compreender Cubatão, 1985). *AU – Arquitetura e Urbanismo*, 1(3): 90-93.
- AB’SABER, A.N. 2003. *Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas*. Ateliê Editorial, São Paulo, 159 p.
- ALESSA, L.; CHAPIN III, S. 2008. Anthropogenic biomes a key contribution to Earth-system science. *Trends in Ecology and Evolution*, 23(10): 529-531. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2008.07.002>
- CAILLEUX, A.; TRICART, J. 1956. Le problème de la classification des faits géomorphologiques. *Annales de Géographie*, 349: 162-186.
- CASTRI, F. 1980. The human touch. *The UNESCO Courier*, 33(5): 20-24.
- CHEROSOV, M.M.; ISAEV, A.P.; MIRONOVA, L.P.; LYTKINA, L.P.; GARRILIEVA, L.D.; SAFRONOV, R.R.; ARZHAHOVA, A.P.; BARASHKOVA, N.V.; IVANOV, I.A.; SHURDUK, I.F.; EFIMOVA, A.P.; KARPOV, N.S.; TIMOFEYEV, P.A.; KUSNETSOVA, L.V. 2010. Vegetation and human activity. In: E.I. Troeva *et al.* (eds.) *The Far North: plant biodiversity and ecology of Yakutia*. Springer, Dordrecht, p. 261-296.
- COLLIER, M.J.; DEVITT, C. 2016. Novel ecosystems: challenges and opportunities for the Anthropocene. *The Anthropocene Review*, 3(3): 231-242. <https://doi.org/10.1177%2F2053019616662053>
- CRUZ, T.R.F.; PELOGGIA, A.U.G. 2017. Resiliência natural em terrenos antropogênicos: estudo da transformação paisagística

- pós-degradação na área do loteamento Parque Continental II, Município de Guarulhos (SP). *Revista Educação UNG*, 12(2): 54.
- ELLIS, E.C. 2011. Anthropogenic transformation of the terrestrial biosphere. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 369: 1010-1035. <https://doi.org/10.1098/rsta.2010.0331>
- ELLIS, E.C.; RAMANKUTTY, N. 2008. Putting people in the map: anthropogenic biomes on the world. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 6(8): 439-447. <https://doi.org/10.1890/070062>
- FIGUEIRA, R.M. 2007. *Evolução dos sistemas tecnogênicos no Município de São Paulo*. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Dissertação de Mestrado 126 p. <http://dx.doi.org/10.11606/D.44.2007.tde-31072007-113831>
- FUENTES, A.; BAYNES-ROCK, M. 2017. Anthropogenic landscapes, human action and the process of co-construction with other species: making anthromes in the Anthropocene. *Land*, 6(15): 12 p. <http://dx.doi.org/10.3390/land6010015>
- HOBBS, R.J.; ARICO, S.; ARONSON, J.; BARON, J.; BRIDGEWATER, P.; CRAMER, V.A.; EPSTEIN, P.R.; EWEL, J.J.; KLINK, C.A.; LUGO, A.E.; NORTON, D.; OJIMA, D.; RICHARDSON, D.M.; SANDERSON, E.W.; VALLADARES, F.; VILÀ, M.; ZAMORA, R.; ZOBEL, M. 2006. Novel ecosystems: theoretical and management aspects of the new ecological world order. *Global Ecology and Biogeography*, 15: 1-7. <https://doi.org/10.1111/j.1466-822X.2006.00212.x>
- HOBBS, R.J.; HIGGS, E.; HARRIS, J.A. 2009. Novel ecosystems: implications for conservation and restoration. *Trends in Ecology and Evolution*, 24(11): 599-605. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.05.012>
- LINDENMEYER, D.B.; FISHER, J.; FELTON, A.; CRANE, M.; MICHAEL, D.; MACGREGOR, C.; MANTAGUE-DRAKE, R.; MANNING, A.; HOBBS, R.J. 2008. Novel ecosystems resulting from landscape transformation create dilemmas for modern conservation practice. *Conservation Letters*, 1: 129-135. <https://doi.org/10.1111/j.1755-263X.2008.00021.x>
- LUGO, A.E.; WINCHELL, K.M.; CARLO, T.A. 2018. Novelty in ecosystems. In: D. Della Sala & M.I. Goldstein (eds.) *The Encyclopaedia of the Anthropocene*. Oxford, Elsevier, v.3, p. 259-271. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.09853-5>
- OLIVEIRA, A.A. 2014. *Estudo geotecnogênico da urbanização: o caso do loteamento Parque Continental II, município de Guarulhos, SP*. Universidade de Guarulhos, Guarulhos, Dissertação de Mestrado, 132 p.
- OLIVEIRA, A.A.; OLIVEIRA, A.M.S.; ANDRADE, M.R.M. 2014. Depósitos tecnogênicos como testemunhos e indicadores de processos geológicos em área urbana degradada em Guarulhos, SP. *Quaternary and Environmental Geosciences*, 5(1): 12-27. <http://dx.doi.org/10.5380/abequa.v5i1.34737>
- OLIVEIRA, A.M.S.; PELOGGIA, A.U.G.; OLIVEIRA, A.A. 2018. Tecnógeno-Antropoceno. In: A.M.S Oliveira & J.J. Monticeli (eds.) *Geologia de Engenharia e Ambiental*. São Paulo, ABGE, v.2, p. 440-452.
- PELOGGIA, A.U.G. 1998. *O homem e o ambiente geológico: geologia, sociedade e ocupação urbana no município de São Paulo*. Xamã, São Paulo, 271 p.
- 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. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.16535.16801>
- PELOGGIA, A.U.G. 2017. O que produzimos sob nossos pés? Uma revisão comparativa dos conceitos fundamentais referentes a solos e terrenos tecnogênicos. *Revista UNG-Geociências*, 16(1): 122-127.
- PELOGGIA, A.U.G. 2018. Geological classification and mapping of technogenic (artificial) ground: a comparative analysis. *Revista do Instituto Geológico*, 39(2):

- 1-15. <http://dx.doi.org/10.5935/0100-929X.20180005>
- PELOGGIA, A.U.G.; OLIVEIRA, A.M.S.; OLIVEIRA, A.A.; SILVA, E.C.N.; NUNES, J.O.R. 2014a. Technogenic geodiversity: a proposal on the classification of artificial ground. *Quaternary and Environmental Geosciences*, 5(1): 28-40. <http://dx.doi.org/10.5380/abequa.v5i1.34823>
- PELOGGIA, A.U.G.; SILVA, E.C.N.; NUNES, J.O.R. 2014b. Technogenic landforms: conceptual framework and application to geomorphologic mapping of artificial ground and landscape as transformed by human geological action. *Quaternary and Environmental Geosciences*, 5(2): 67-81. <http://dx.doi.org/10.5380/abequa.v5i2.34811>
- PELOGGIA, A.U.G.; CRUZ, T.R.F.; QUEIROZ, W. 2017. Resiliência geocológica e formação de antropiomas em terrenos tecnogênicos: estudo de caso de área de expansão urbana em Guarulhos (SP). In: ABEQUA, CONGRESSO DA ABEQUA, 16, Bertioga (SP), *Anais*, 1 p.
- 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 geombiental aplicada na bacia do córrego Água Branca, Itaquaquetuba (RMSP). *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 19(2): 245-265. <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v19i2.1286>
- TRICART, J. 1956. La géomorphologie et la pensée marxiste. *La Pensée*, 69: 55-76.
- 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* 15(2): 33-60.
- WALTER, H. 1986. *Vegetação e zonas climáticas: tratado de ecologia global*. EPU, São Paulo, 325 p.

Endereço dos autores:

Alex Ubiratan Goossens Peloggia – Av. São Luís 71, ap. 304, CEP 01046-001, São Paulo, SP, Brasil. *E-mail:* alexpeloggia@uol.com.br

Taís Renata Fernandes da Cruz – Rua do Lavapés, 410, CEP 01519-000, São Paulo, SP, Brasil. *E-mail:* tais74@hotmail.com

William de Queiroz – Av. Candea, 1123, CEP 07155-000, Guarulhos, SP, Brasil. *E-mail:* wqguarulhos@gmail.com

Artigo submetido em 18 de janeiro de 2019, aceito em 22 de março de 2019.