ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage:https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe

Processos e feições tecnogênicas ao longo do rodoanel (Rodovia PI-368) de Teresina, Piauí, Brasil

Hikaro Kayo de Brito Nunes[1], Frederico de Holanda Bastos[2]

[1] Dr. em Geografia (UECE), Professor Adjunto, Centro de Estudos Superiores de Tefé (CEST), Universidade do Estado do Amazonas (UEA), Estrada do Bexiga, 1085, bairro Jerusalém, CEP 69552-315, Tefé, Amazonas. (97) 3343-3461. hikarobrito@gmail.com (autor correspondente). [2] Dr. em Geografia (UFC), Professor Adjunto, Centro de Ciências e Tecnologia (CCT), Universidade Estadual do Ceará (UECE), Av. Dr. Silas Munguba, 1700, Campus do Itaperi, CEP 60714-903, Fortaleza, Amazonas. (85) 3101-9792. Bolsista Produtividade do CNPq. fred.holanda@uece.br

Artigo recebido em 09/08/2023 e aceito em 25/09/2023

R E S U M O

Mesmo relativamente recentes na literatura científica, os estudos em torno dos depósitos, feições e processos tecnogênicos são necessários uma vez que sintetizam diferentes aspectos face ao papel da sociedade enquanto agente geológico-geomorfológico. Este estudo objetiva analisar os processos tecnogênicos associados à construção do Rodoanel (Rodovia PI-368) de Teresina/PI através de identificação e classificação das feições encontradas. Por meio de estudos de campo com uso de caderneta de campo, aparelho de GPS e fita métrica, e de estudos em gabinete (QGis 3.16.1 e Google Earth) juntamente com aplicação das classificações apresentadas, foram identificadas 15 feições. Foram observados diferentes tipos de terrenos tecnogênicos, principalmente de Agradação e Degradação, estes últimos associados a taludes de corte e com presença de processo erosivo em sulcos e ravinas de dimensões variadas, como as dos Pontos 2, 3, 10 e 15. Estes materiais são classificados principalmente em Espólico e Sedimentar, ao passo que suas estruturas se caracterizam em grande parte por serem Maciças, Estratificadas e Irregulares, como no Ponto 7. O estudo possibilitou, assim, a compreensão da geotecnogênese ao longo do Rodoanel em diferentes tipos de processos, fato comprovado pelos processos e terrenos que testemunham a ação do homem para a gênese de superfícies antropizadas.

Palavras-chave: Tecnógeno, Abordagem geotecnogênica, Processos erosivos, Rodoanel, Teresina/PI.

Processes and feature the technogenic beltway long (Highway PI-368) of Teresina, Piauí, Brazil

A B S T R A C T

Even relatively recent in the scientific literature, studies around the deposits, features and technogenic processes are necessary since they synthesize different aspects regarding the role of society as geological and geomorphological agent. This study analyzes the technogenic processes associated with the construction of the beltway (Highway PI-368) Teresina/PI through identification and classification of features found. Through field studies with the use of field book, GPS device and tape measure, and studies in office (QGIS 3.16.1 and Google Earth) along with application of the presented classifications, 15 features were identified. Different types of terrain were observed, especially aggraded and degradaded these latter slopes associated with cutting and erosion in the presence of furrows and gullies of varying dimensions, such as in the points 2, 3, 10 and 15. These materials are classified mainly Spolic and Sedimentary, while their structures are characterized largely by being Massive, Stratified and Irregulars, as in point 7. Thus, the study enabled understanding the geotechnogenesis along the ring road at different types processes, a fact proven by the processes and terrains that testify the action of man for the genesis of anthropized surfaces.

Keywords: Technogene, Geotechnical approach, Erosion, Beltway, Teresina/PI.

Introdução

Os processos tecnogênicos são indicadores da transformação das características físico-naturais (relevo, geologia, solos, dentre outras) a partir de origem antrópica principalmente em áreas urbanizadas, densamente povoadas ou com forte descaracterização do quadro físico local – como em rodovias ou áreas de mineração –, notadamente em escala local, em decorrência, em grande parte, de

obras de construção civil. Nesse sentido, torna-se necessária a realização de análises ambientais sustentadas na abordagem do Tecnógeno (Ter-Stepanian, 1988; Rohde, 2005; Silva et al., 2014) ao considerar, em uma mesma discussão, aspectos físico-naturais (principalmente os geológicos, geomorfológicos e pedológicos) e os socioeconômicos (atividades produtivas e formas de uso, cobertura e ocupação da terra).

Dentro desse quatro analítico, o Tecnógeno expressa o papel da sociedade agindo sobre a natureza e, mais do que isso, o ser humano, no atual período de evolução da Terra, vem atuando de forma significativa como agente geológico-geomorfológico, resultando em uma nova época, configurada pela existência de terrenos tecnogênicos, artificiais ou antropogênicos (Rhoads & Cahill, 1999; Peloggia, 2011), a exemplo dos artificial ground utilizado pela British Geological Survey. Diante disso, o Tecnógeno é encarado como a época geológica atual, inserida no Quinário.

Dessa forma, entende-se que a apropriação dos compartimentos geomorfológicos e sua posterior descaracterização favorece a gênese de feições e depósitos tecnogênicos que, em muitos casos, originam impactos decorrentes desta dinâmica, a exemplo de obras em rodovias.

O modelado tecnogênico é caracterizado como forma de relevo produzida direta ou indiretamente pela ação antrópica, que pode ocorrer tanto de forma conjunta e associada, quanto em formas isoladas (Peloggia, 1998), por acréscimo ou por retirada de materiais na superfície e subsuperfície. Já os depósitos tecnogênicos são configurados por sua "grande variedade, feições diferenciadas, diversidade de composição e grande variação de espessura, os quais caracterizam uma classe genética independente, embora possam ser traçadas de forma relacionada com depósitos naturais" (Machado, 2013, p. 3), enquanto as feições tecnogênicas ou superfícies geomórficas são apresentadas como sendo as formas de relevo associadas aos terrenos tecnogênicos, seja de agradação (com a presença de depósitos tecnogênicos) seja de degradação, a exemplo de taludes de corte e de cicatrizes de mineração (Santos et al., 2017).

Frente a esse contexto de descaracterização dos aspectos naturais, a exemplo dos geomorfológicos, geológicos e pedológicos, de determinado local, um dos principais exemplos se associam com a construção de rodovias, tendo em vista que em muitos casos há "cortes" de encostas, realocação e aterro de material, além de mudanças em canais fluviais associadas ao percurso da rodovia. Destaca-se ainda que há, no contexto científico, um significativo número de investigações que se debruçam em utilizar estradas/rodovias como unidade de escala para compreensão da transformação da paisagem, o que já foi feito em Paes et al. (2011); Silva e Guerra (2015); Pires e Carmo Júnior (2018) e Oliveira et al. (2019); Silva et al. (2020), Cavalcanti et al. (2022) e Souza e Cunha (2022).

Nessa concepção insere-se a construção da Rodovia PI-368, conhecida como Rodoanel de Teresina, localizada nos espaços periurbano e rural do município. Essa obra, altamente necessária para encurtar distâncias (liga a BR-316 a BR-343) e diminuir o tráfego de veículos pesados na zona urbana, contribuiu para uma série de impactos e descaracterização físico-natural ao longo dos aproximadamente 28 km de trajeto, expressando inúmeros indicadores de transformação que se estenderam durante toda construção (entre 2012 e 2018) e após sua inauguração (em 2019).

O município de Teresina possui uma extensa zona rural, sendo, inclusive, possuidor da maior área rural dentre as capitais nordestinas (Teresina, 2015), e, considerando que está localizada em uma área estratégica entre as regiões Nordeste e Norte, facilita e contribui para o escoamento de carga e pela quantidade de veículos pesados cruzando o núcleo urbano da capital, o que já exige a existência de obras que supram a necessidade de infraestrutura. A obra, assim, além de percorrer uma vasta área de espaços até então não antropizados, afetou consideravelmente a dinâmica de comunidades rurais, assentamentos e reservas legais, expondo a fragilidade do ambiente local, principalmente no tocante ao aspecto geomorfológico e de intensificações nos processos erosivos, o que auxilia na compreensão da atuação de fatores antrópicos e naturais, aqui sob abordagem tecnogênica, hipótese esta que já foi levantada em outros contextos espaciais e temporais, inclusive com possibilidades de utilização de técnicas de geoprocessamento, como em Krause, et al. (2021), Medeiros, et al. (2022) e Silva, et al. (2023).

Face ao exposto e levando em consideração conceitos fundamentais para o estudo da temática, tais como geodiversidade tecnogênica, camada tecnogênica, depósito tecnogênico, horizonte de solo tecnogênico, fácies tecnogênica, superfície geomórfica (feição tecnogênica), perfil/seção tecnogênica, ambiente tecnogênico, sistema tecnogênico e processo tecnogênico, como apresentado em Santos et al. (2017), além de levar

em consideração questionamentos (De que forma a obra do rodoanel provocou alteração no equilíbrio dos processos superficiais locais? Como se configuram os processos e feições tecnogênicos relacionados à referida obra?), o presente estudo tem como objetivo analisar os processos tecnogênicos associados à construção do Rodoanel (Rodovia PI-368) de Teresina, município piauiense através de identificação e classificação das feições encontradas.

Material e métodos

Os procedimentos metodológicos adotados no estudo compreendem a utilização de uma série de etapas de atividades de campo e de gabinete. Inicialmente, de modo a respeitar os limites quanto à escala espacial (Walker et al., 2017; Marques Neto, 2020; Bernardelli & Lupinacci, 2021; Nunes & Bastos, 2023; Barbosa & Furrier, 2023) tendo em vista o tamanho da área, esta foi dividida em dois setores distintos, o Setor A, do entroncamento com a BR-316 seguindo até o Km 15, tendo como ponto de referência a rotatória que dá acesso à Estrada da Usina Santana; e o Setor B, deste ponto até o entroncamento com a BR-343 (figura 1).

Levando em conta o comprimento e a largura da via, foi estipulada uma área de influência (para mapeamento) de aproximadamente 140 metros para os lados direito e esquerdo de modo a agregar importantes formas de relevo que margeiam a rodovia e que se tornam necessários para a compreensão dos processos tecnogênicos atuantes.

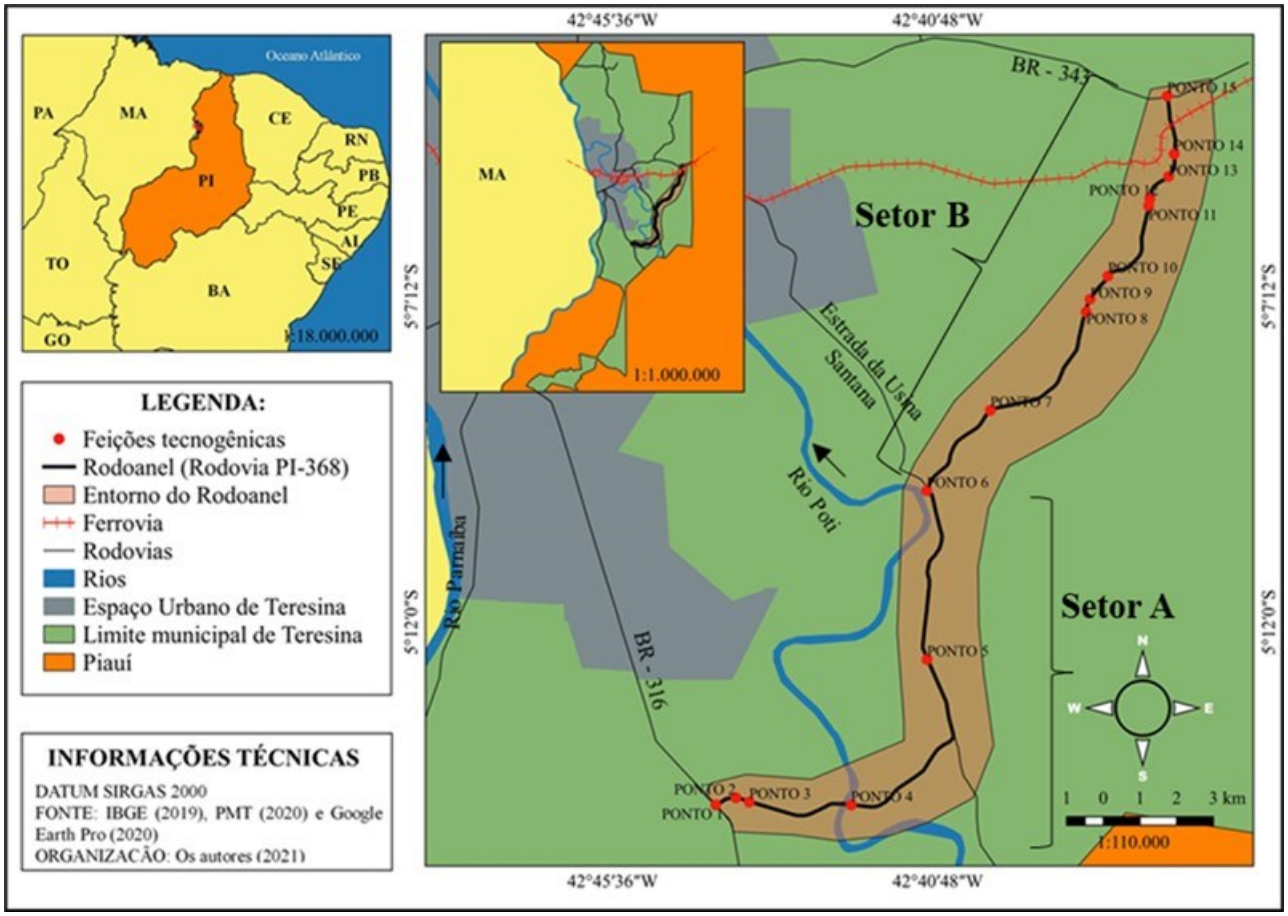

Figura 1. Localização da área de estudo em destaque os setores A (Ponto 1 ao 6) e B (Pontos 7 a 15)

Para a discussão geomorfológica foram utilizadas referências locais (Lima, 2011; Nunes et al., 2017) enquanto que as transformações no relevo (antes e após da obra) foi realizada com base em observações e análise de imagens de satélite a partir do *Google Earth Pro* por meio da função "Mostrar imagens históricas", com anexação dos principais pontos de interesse (feições tecnogênicas) originárias pela construção da rodovia, exibindo aspectos resultantes dos processos morfodinâmicos.

Os dados de geologia e de drenagem foram adquiridos através da Folha SB 23 (Folha Teresina), além de informações disponíveis no sítio

eletrônico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), bem como de dados oriundos com discussões de trabalhos realizados em Teresina, como em Lima (2011); CPRM (2014; 2015); Nunes et al. (2017) e Oliveira (2018).

Nas atividades de campo foram utilizadas caderneta de campo (método Check-List), câmera fotográfica, fita métrica e aparelho GPS Garmin Etrex 20x que auxiliaram na etapa de classificação dos terrenos tecnogênicos como sugerido por Peloggia et al. (2014), sendo:

- **Terrenos tecnogênicos de agradação (Tag):** formados pela acumulação de material geológico, em que se observam depósitos tecnogênicos sobre terrenos naturais ou escavados;
- **Terrenos tecnogênicos de degradação (Tdg):** resultantes da remoção ou deslocamento de material geológico que resultam em alterações de morfologia pela perda ou translação de volume;
- **Terrenos tecnogênicos modificados (Tmd):** criados pela transformação *in situ* de material geológico original, em que se observam horizontes de solo transformados;
- **Terrenos tecnogênicos mistos (Tmx):** resultantes de superposições complexas de ações humanas em que se observam camadas sobrepostas ou dispostas irregularmente.

A explicação e exemplificação de cada classe de terreno tecnogênico está apresentada no quadro 1.

Quadro 1. Classificação de terrenos tecnogênicos adotada. Fonte: Vitorino et al. (2016)

CLASSE	CATEGORIA GEOLÓGICA	TIPO	CAMADA OU FEIÇÃO TECNOGÊNICA
Terrenos tecnogênicos de agradação (Tag)	Formações superficiais antropogênicas e formas de relevo associadas	Terreno produzido	Depósitos tecnogênicos construídos sobre terreno natural.
		Terreno acumulado	Depósitos tecnogênicos ocupacionais (camadas arqueossedimentares).
		Terreno preenchido	Depósitos tecnogênicos construídos de preenchimento recobrindo terreno escavado ou erodido.
		Terreno tecnogênico-sedimentar aluvial	Depósitos tecnogênico-sedimentares induzidos de tipo aluvial, de fundo de vale.
		Terreno tecnogênico-sedimentar coluvial	Depósitos tecnogênicos-sedimentares induzidos de tipo coluvial, de encosta.
		Terreno remobilizado	Depósitos tecnogênicos formados pela movimentação e redeposição de material proveniente de depósitos preexistentes.
Terreno Tecnogênico de degradação (Tdg)	Formas de relevo tecnogênicas	Terreno erodido	Cicatrizes de erosão criadas por processos induzidos (sulcos, ravinas, voçorocas).
		Terreno escorregado ou marcado por cicatrizes de escorregamentos	Cicatrizes de escorregamentos criadas por processos induzidos.
		Terreno movimentado ou afundado	Depressões de subsidência criadas por processos induzidos (dolinas, poços, sumidouros, depressões).
		Terreno escavado	Superfícies de escavação (cortes de terraplanagem, cavas de mineração).
Terreno Tecnogênico Modificado (Tmd)	Solos tecnogênicos	Terreno quimicamente alterado	Horizontes de solo contaminados (efluentes, pesticidas).
		Terreno mecanicamente alterado	Horizontes de solo compactados ou revolvidos.
Terreno Tecnogênico Misto (Tmx)	Formas mistas	Terreno sobreposto	Perfis tecnogênicos resultantes de mais de um processo tecnogênico agradativo.
		Terreno complexo	Perfis tecnogênicos resultantes de processos tecnogênicos ou naturais, agradativos, degradativos ou modificadores.

Da mesma forma e seguindo interpretações táteis e visuais dos materiais, foram realizadas em campo observações no que diz respeito à constituição dos materiais geológicos dos depósitos tecnogênicos, como verificado no Quadro 2.

Quadro 2. Classificação de materiais e estruturas de depósitos tecnogênicos conforme propostas de Fanning e Fanning (1989) e Peloggia (1999). Fonte: Vitorino et al. (2016)

TIPO DE MATERIAL	CARACTERÍSTICAS
Úrbico	Materiais terrosos com artefatos, frequentemente em fragmentos, entulhos e detritos urbanos em geral.
Gárbico	Material detrítico com lixo orgânico.
Espólico	Material terroso proveniente da escavação do manto de intemperismo, eventualmente com material rochoso subordinado.
Sedimentar	Material sedimentar, frequentemente com componentes tecnogênicos de qualquer granulometria.
Lítico	Material rochoso de granulometria diversa, eventualmente com material terroso subordinado.
ESTRUTURA	**CARACTERÍSTICAS**
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.

Neste escopo e julgando o que fora apresentado, o conceito de geotecnogênese está sustentado metodologicamente como sendo as transformações, de diferentes níveis, da sociedade sobre as características físicas de um determinado ambiente, principalmente no tocante às mudanças na dinâmica geológica externa (tanto erosivas quando deposicionais) que alteram consideravelmente a fisiografia e estratigrafia de ambientes (Peloggia & Oliveira, 2005; Hudson et al., 2015). No que se refere aos procedimentos técnicos de geoprocessamento os mapas foram elaborados no programa QGis 3.16.1 (versão Hannover) associados ao Google Earth Pro. O tratamento final se deu com a confecção de planilhas e pranchas interpretativas relacionando formas pré e pós-intervenção, processos e feições relacionados.

Caracterização físico-natural da área de estudo

A área de estudo está inserida geologicamente na Bacia Sedimentar Fanerozoica do Parnaíba, particularmente nas Formações Geológicas Pedra de Fogo (composta por arenitos inferiores com deposição eólica e superiores com deposição litorânea, além de folhelhos e arenitos depositados em planície de maré) e Piauí (em sua parte superior encontra-se uma sequência de folhelhos e argilitos de cor avermelhada, e, em sua parte inferior, arenitos finos a médios, homogêneos e de tonalidade rósea-avermelhada), ambas pertencentes ao Grupo Balsas (Carbonífero-Triássico) (Lima & Brandão, 2010).

Compreendendo a setorização da área, no Setor A há o predomínio da Formação Piauí, principalmente ao longo do canal do Rio Poti, inclusive com presença de marmitas no seu leito menor; enquanto que no Setor B predomina-se a Formação Pedra de Fogo, a mesma em que são encontrados exemplares fossilíferos no município, a exemplo do Parque Municipal Floresta Fóssil de Teresina, a jusante.

Cabe ressaltar que há ainda considerável quantidade de depósitos de sedimentos aluvionares facilmente visíveis no período de estiagem sob forma de bancos de areia laterais, bancos centrais e cordões marginais convexos em decorrência das características naturais do rio Poti (regime torrencial e temporário), que utiliza esses próprios sedimentos como material de degaste das rochas em seu baixo curso.

No contexto geomorfológico o Rodoanel está localizado no domínio das Superfícies Aplainadas Degradadas (Pfaltzgraff et al., 2010) e, considerando classificação de Lima (2011), a rodovia perpassa quatro unidades de relevo, sendo: a) Planícies e Terraços Fluviais; b) Superfícies Intensamente Retrabalhadas pela Drenagem com Morros Arredondados; e c) Superfície Residual Recortada por Vales Encaixados, subdividida em 1) Morros com Tendência ao Arredondamento Limitados por Relevo Escalonado e; 2) Mesas com Topos Achatados Limitados por Escarpas.

O Setor A, por ser o mais próximo ao canal do rio Poti, sustenta-se em Planícies e Terraços Fluviais (variação altimétrica entre 50 e 70 metros) sob feições de acumulação de sedimentos oriundos por processos fluviais; e em Superfícies Intensamente Retrabalhadas pela Drenagem com Morros Arredondados (entre 70 e 100 metros de altitude), sendo representativa tanto no Setor A quanto no Setor B.

O Setor B, além das Superfícies Intensamente Retrabalhadas pela Drenagem com Morros Arredondados, possui, também, Morros com Tendência ao Arredondamento Limitados por Relevo Escalonado (de 100 a 170 metros de altitude) referindo-se às formas erosivas com topos definidos e reafeiçoados por ações intempéricas tendendo ao arredondamento. Ainda neste setor há a existência de Mesas com Topos Achatados Limitados por Escarpas (entre 170 e 250 metros) representadas por topos mais elevados e encostas íngremes. A figura 2 sintetiza as informações anteriormente apresentadas.

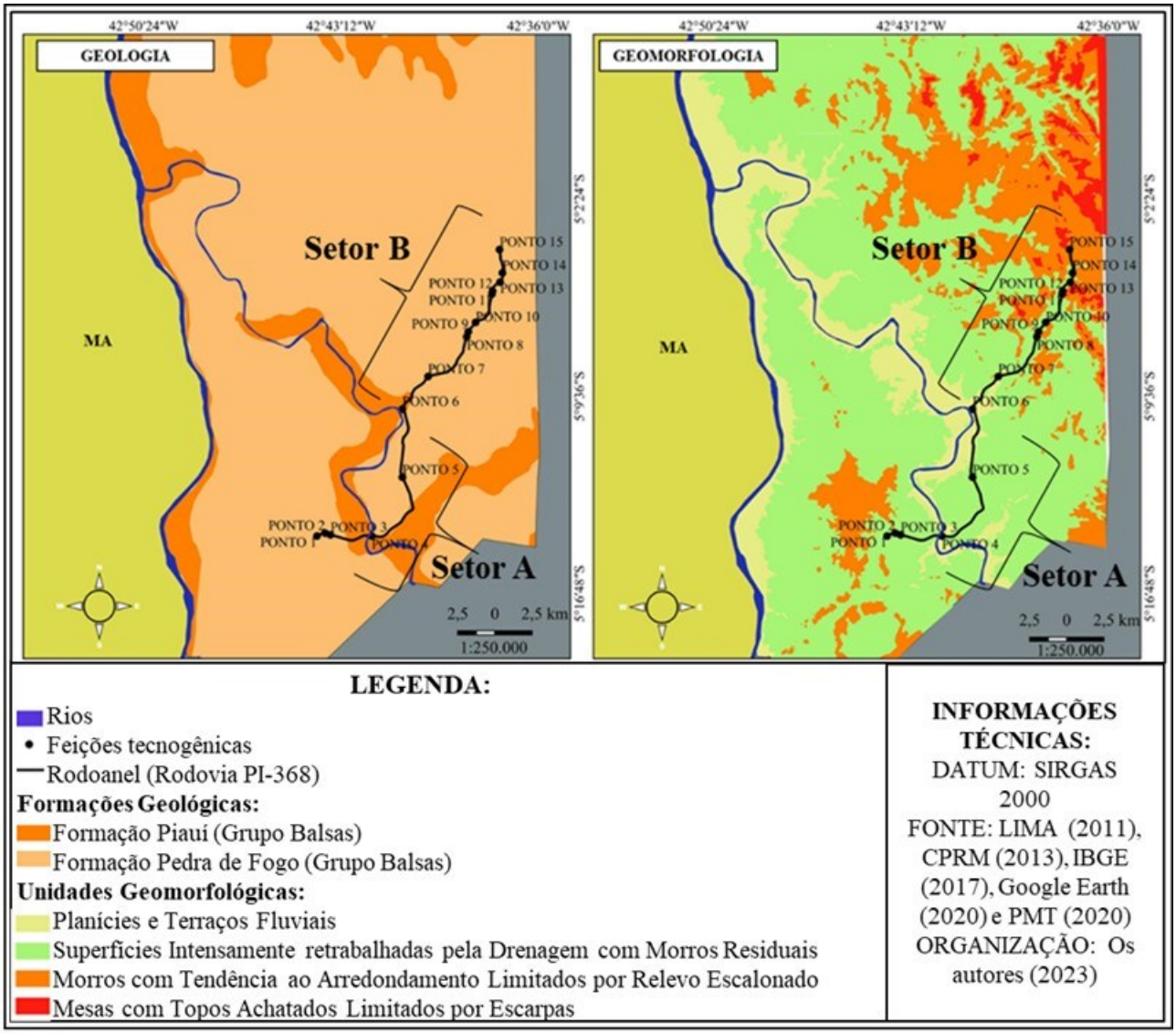

Figura 2. Aspectos litológicos e geomorfológicos da área de estudo

Referente aos tipos de solos, são encontrados principalmente Latossolos Amarelos e Plintossolos Pétricos, com destaque para esse último, conforme Folha SB 23 – Teresina (IBGE, 2019). A cobertura vegetal se caracteriza por ser secundária em decorrência notadamente da construção da rodovia e de atividades agrícolas às suas margens, contudo, principalmente no Setor B, há significativos enclaves de vegetação primária sobre os morros exprimindo floresta subcaducifólia, apresentando-se como zona de transição (Meio-norte) com predominância da Mata dos Cocais.

Resultados e discussão

Apesar do reduzido tamanho da rodovia, se comparada a outras rodovias na região, e do limitado comprimento dos Setores A e B, ambos se distinguem principalmente no contexto geológico-geomorfológico, fato que associado às interferências antropogênicas contribui para um aumento da diversidade de processos, formas e

feições tecnogênicas. Por mais que existem inúmeros terrenos tecnogênicos de distintos tamanhos e gêneses, aqui serão apresentados e discutidos os mais significativos em que pese a escala espacial e suas dimensões, em um total de 15 feições (6 no Setor A e 9 no Setor B).

Setor A

O Ponto 1 é localizado no entroncamento (figura 3) do Rodoanel com a BR-316 e é caracterizado por ser um viaduto construído sobre aterro de material retirado de área de empréstimo localizada no mesmo percurso da rodovia e com cota altimétrica de ±111 metros. Destarte, é caracterizado como Terreno Tecnogênico de Agradação (Tag) do tipo Terreno Produzido, considerando que foram alocados materiais sendo revolvidos e compactados *in situ*.

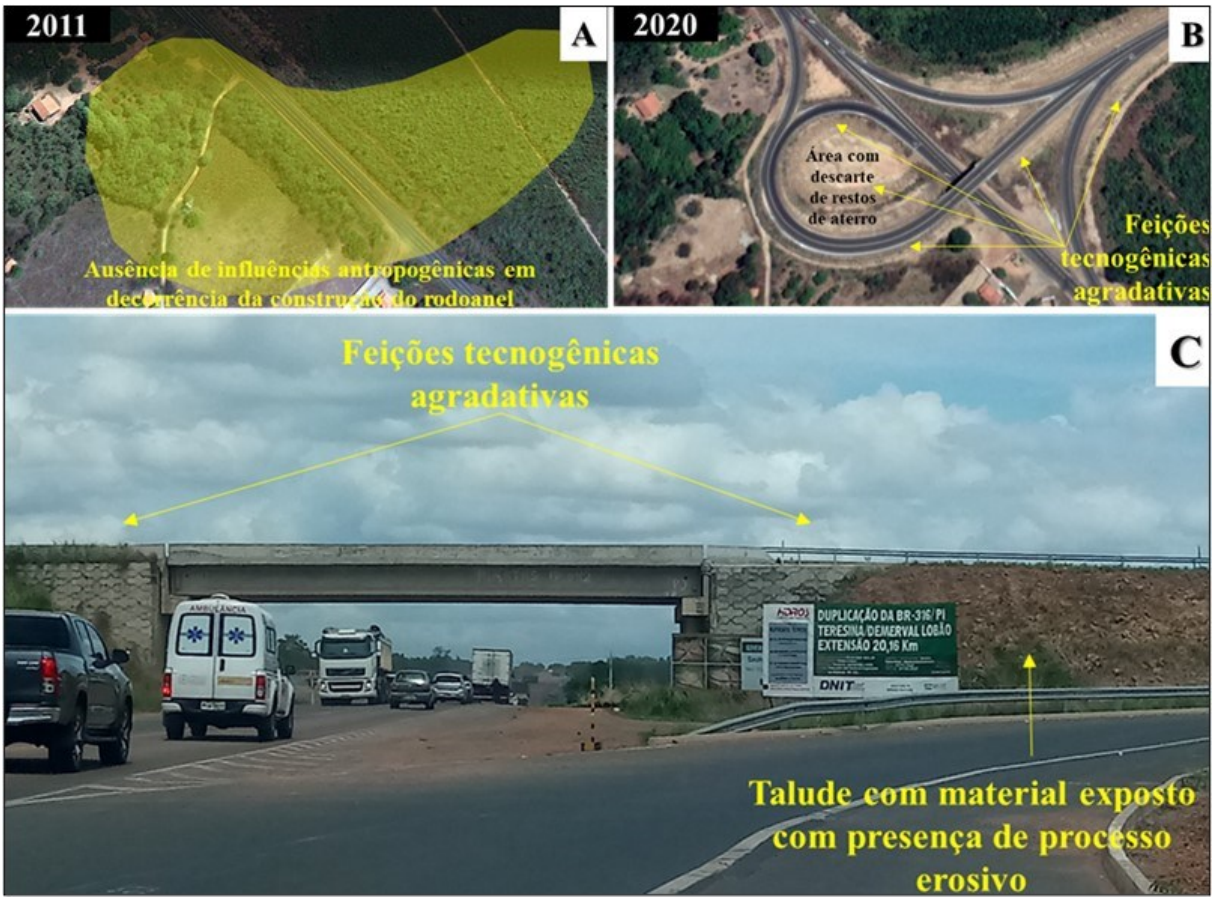

Figura 3. Identificação de feições tecnogênicas e processos associados no Ponto 1. Em A e B, imagens de satélite com ausência (polígono amarelo) e presença, respectivamente, das feições agradativas; em C, viaduto em destaque o talude (feição tecnogênica) com material exposto

Em decorrência de sua gênese antropogênica, constituída por depósitos de aterros, principalmente compactados ou revolvidos por máquinas pesadas, tais como tratores e esteiras com vistas a aplainar a nova superfície, as camadas, em geral, são caracterizadas pela sua homogeneidade sob tipo espólico e estrutura maciça. Considera-se ainda que há início de processo erosivo nos taludes em virtude do material se apresentar exposto (ausência de cobertura vegetal), o que poderia ser resolvido com técnicas de hidrossemeadura, fato que foi acompanhado por todo o Rodoanel que, inclusive, pode causar riscos de acidentes a julgar pelo carreamento e deposição de sedimentos na pista, cenário já problematizado internacionalmente por Brown et al. (2017).

Os Pontos 2 e 3 (figura 4), com altitude entre 108 m (rodovia) e 120 m (topos dos morros) são apresentados como taludes de corte classificados como Terreno Tecnogênico de Degradação (Tdg) do tipo Terreno Escavado, além de nítida presença de cicatrizes de processos erosivos (em sulcos e ravinas) já avançados, a julgar pela cobertura exposta do talude, como reflexo da alteração do uso da terra e dos aspectos do relevo.

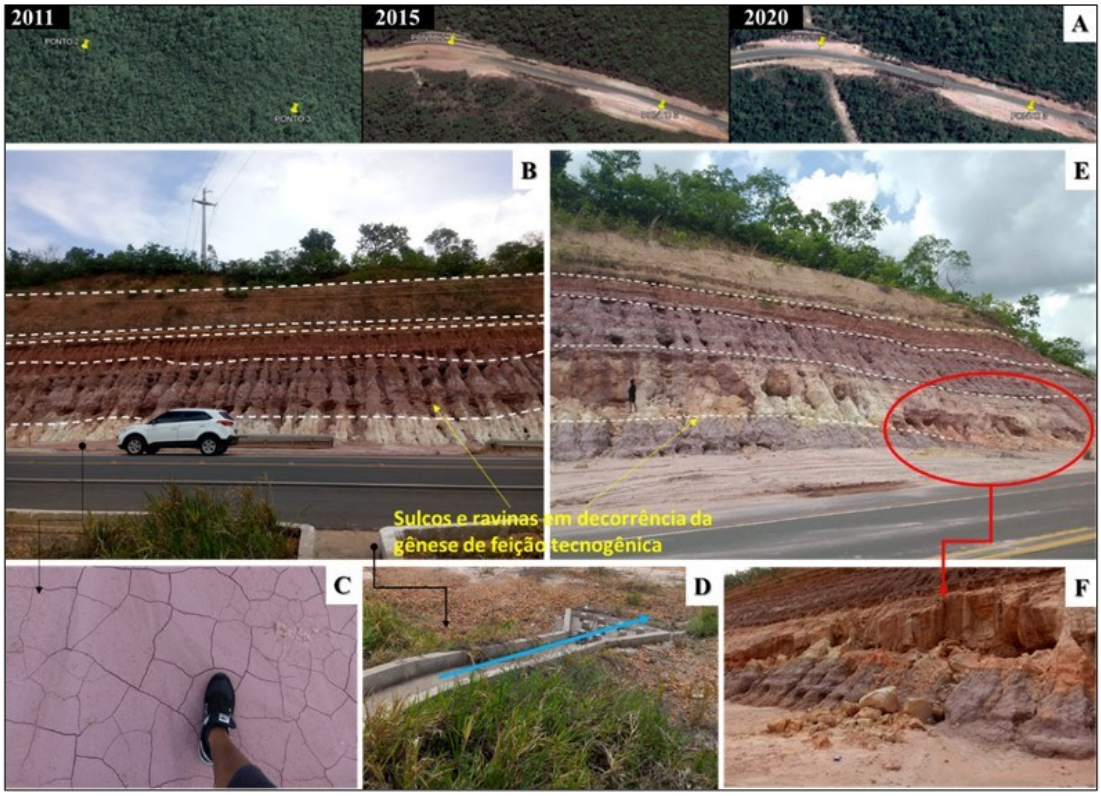

Figura 4. Pontos 2 e 3. Em A, transformação temporal do processo de geotecnogênese para os anos de 2011, 2015 e 2020; em B, Ponto 2, em destaque para as camadas geológicas da Formação Poti e a presença de sulcos e ravinas; em C, área de deposição de material carreado e juntas de contração; em D, dissipador de energia junto à sarjeta no acostamento do outro lado da rodovia; em E, Ponto 3, em destaque camadas geológicas e cicatrizes erosivas; e, em F, queda de sedimentos em blocos de diâmetros variados no talude visualizado em E

Há quatro camadas litológicas distintas (com aproximadamente 11 metros de altura), sendo a mais inferior composta por arenitos claros com pacote de acumulação de sedimentos finos, além de um pouco espesso manto pedológico, de aproximadamente 80 centímetros, na crista do talude e de linhas de pedra (*stone lines*), esta última como um importante indicador para compreensão do processo evolutivo de vertentes (Hiruma, et al., 2021; Silva, et al., 2023) (figura 5).

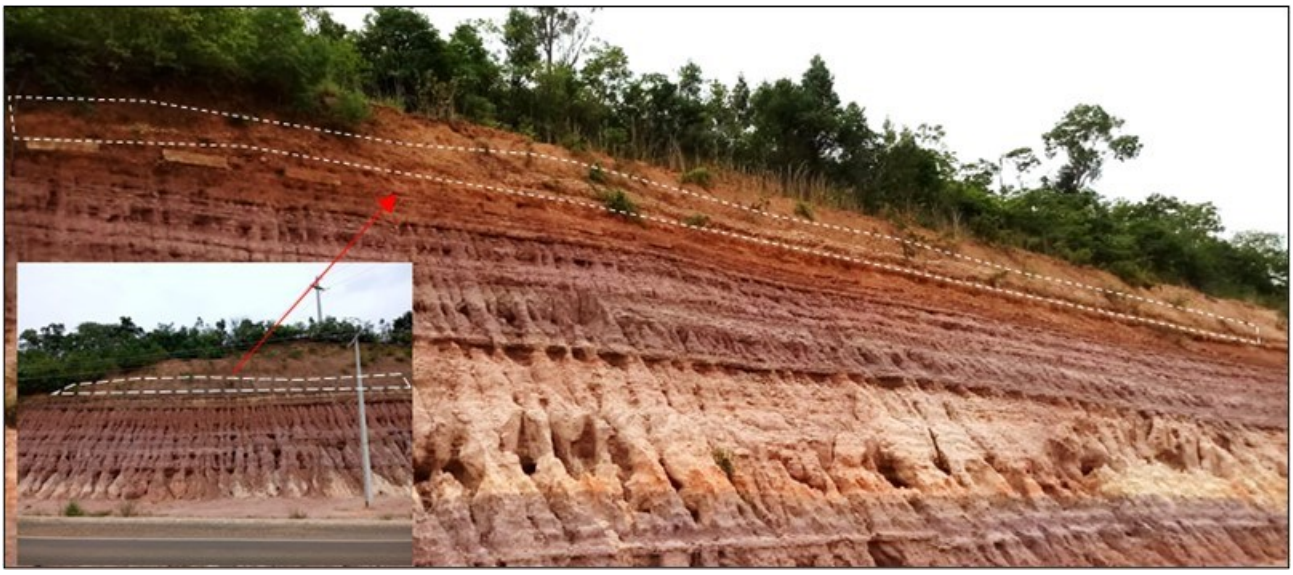

Figura 5. Localização de *stone line* no Ponto 2

Soma-se ainda presença de juntas de contração (considerando presença de materiais argilosos) em decorrência do processo de transporte e deposição do material intemperizado,

bem como erosão em torres e pináculos. A instalação de dissipadores de energia nas canaletas e sarjetas que margeiam a pista não tem sido suficiente para conter os processos erosivos marginais, tendo em vista que mesmo com os obstáculos para diminuição da velocidade e intensidade das águas pluviais há processos erosivos em sulcos e ravinas logo a jusante. Esse processo é um dos exemplos de atuação e compreensão da geotecnogênese, como defendido por Oliveira (2005), Mota e Souza (2018) e Pelech e Peixoto (2020), neste caso em decorrência de modificações por construções e cortes do relevo, a exemplo das alterações nos taludes.

Considera-se ainda a presença de artefatos como entulhos, restos de podas de árvores e detritos urbanos, como garrafas pets e materiais orgânicos. Os materiais, nesse ponto, são do tipo Úrbico, Gárbico, Espólico e Lítico, com estrutura ora estratificada ora irregular, conforme figura 5.

Os Pontos 4 e 5 (figura 6), respectivamente com 67 m e 78 m de altitude, em decorrência da atividade minerária de extração de areia e seixo do leito do rio Poti e deposição do material dragado, são apresentados como Terrenos Tecnogênicos de Agradação (Tag) dos tipos tecnogênico-sedimentar aluvial e produzido, com material sedimentar e estrutura maciça, tendo em vista que há feições construídas e induzidas próximas ao canal fluvial, o que, mediante processo de dragagem, há interferências no comportamento hidrodinâmico e sedimentológico. Contudo, mesmo ciente que bancos de areia também podem ser identificados como feições tecnogênicas, o foco, aqui, serão as caixas de acumulação de material dragado, tendo em vista que antropicamente originam uma nova feição relacionada com a dinâmica de construção da rodovia, constituindo áreas de apoio para a construção.

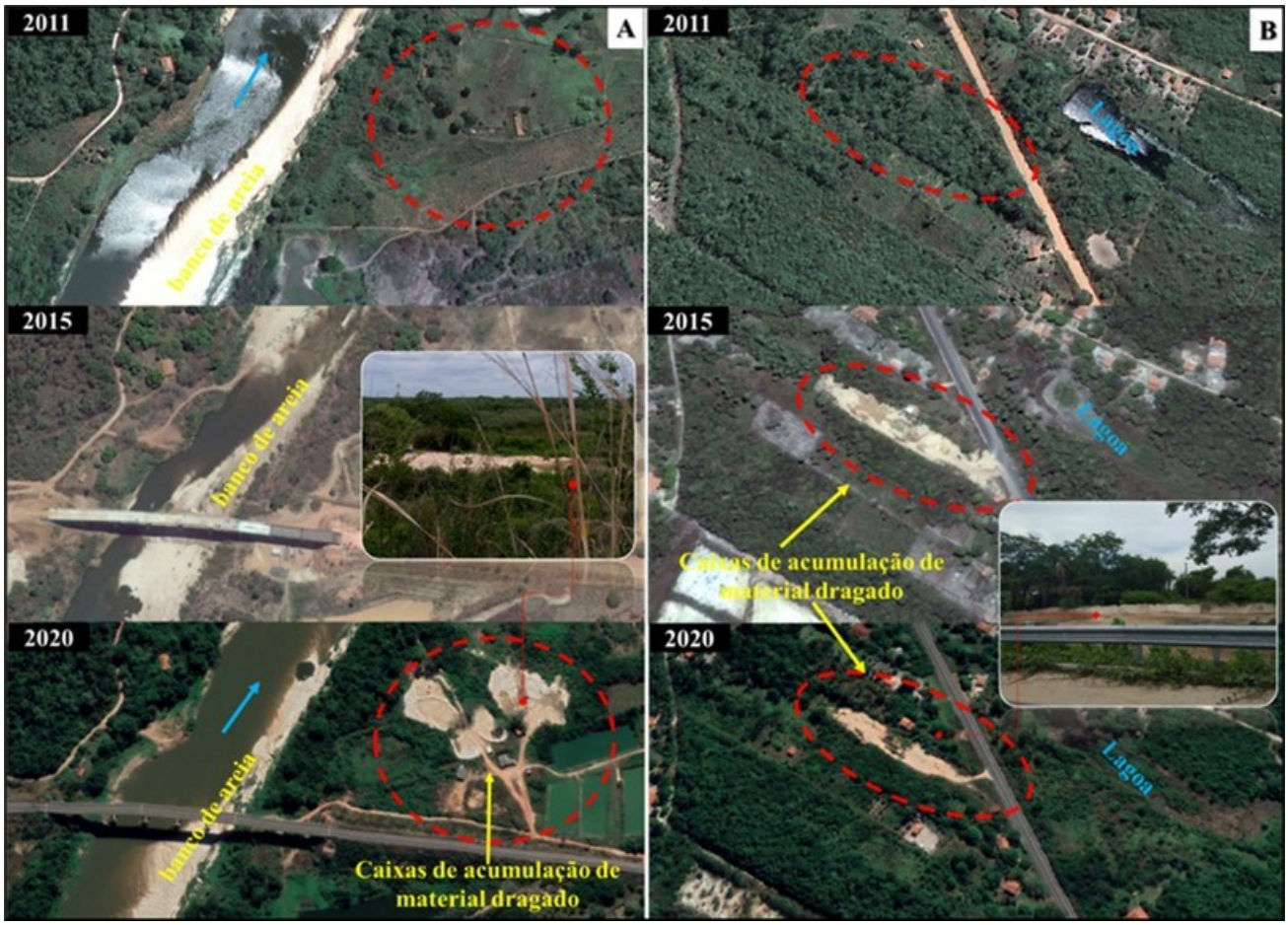

Figura 6 – Dinâmica de criação e evolução (2011, 2015 e 2020) de feições tecnogênicas. Em A, evolução via imagem de satélite do Ponto 4; e, em B, evolução via imagem de satélite do Ponto 5, considerando ainda o estágio de construção da rodovia

Tanto o ponto 4 quanto o ponto 5 são próximos ainda de canais que drenam para o rio Poti, problematizando ainda mais a dinâmica existente, tendo em vista a existência de processos

como a lavagem do material dragado que auxilia no transporte e deposição de sedimentos em canais mais estreitos e causando alterações na morfologia destes.

O Ponto 6 (± 65 metros de altitude) sofreu alterações significativas com a construção da rodovia. Em levantamento do Serviço Geológico do Brasil CPRM (2013) sobre suscetibilidade a movimentos de massa e inundação no município de Teresina, a área foi identificada como alagado/área úmida, contudo, houve a construção do rodoanel sobre a área o que modificou tal característica em virtude das mudanças em canais de drenagem fluvial (figura 7), igualmente problematizado em Cattaneo e Moura (2021) em torno das alterações antrópicas em uma bacia hidrográfica no estado do Rio Grande do Sul.

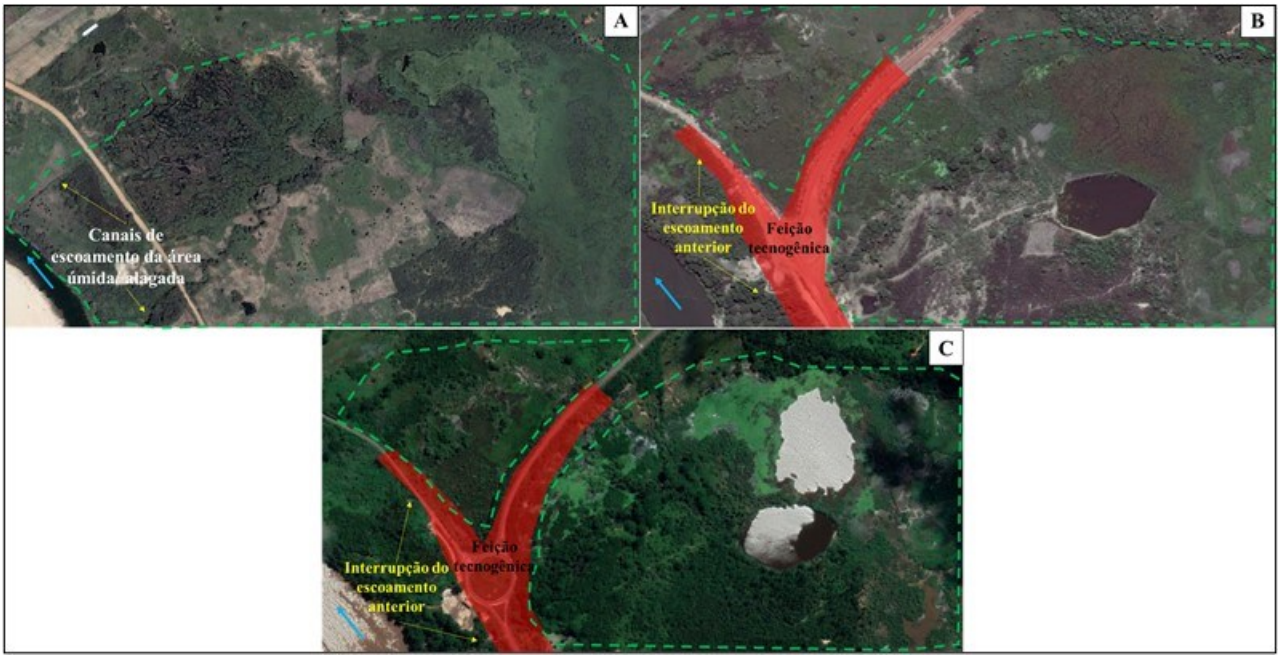

Figura 7. Comportamento, por imagem de satélite (2011, 2015 e 2020), de área úmida/alagada com a construção do Rodoanel (Ponto 6). Em A, destaque para a área antes da construção da rodovia e canais de escoamento para o rio Poti, em B e C, destaque para a divisão da área e interrupção do escoamento em decorrência da feição tecnogênica (pista)

Aqui, o ponto 6 é o próprio trecho da pista, sendo, portanto, um Terreno Tecnogênico Misto (Tmx), com formas mistas e caracterizado como um terreno complexo ao passo que é resultante de processos tecnogênicos ou naturais agradativos, degradativos ou modificadores. Os depósitos tecnogênicos são constituídos de materiais Úrbico e Espólico, com estrutura maciça.

Setor B

O Ponto 7 (figura 8), assim como o Ponto 6, refere-se a corpos hídricos superficiais, no caso um riacho que sofreu alterações hidrogeomorfológicas em trechos do seu canal que, inclusive, é um dos canais que drenam para o Ponto 6. A primeira e mais evidente interferência antrópica no canal está associada à sua descaracterização, considerando-se que a rodovia passou sobre ele em um trecho considerável de sua largura. A segunda interferência se fundamenta no descarte de rejeitos de construção civil no seu canal, modificando o ambiente.

Destarte, a feição tecnogênica (com cota altimétrica de 77 metros) existente se caracteriza como sendo Terreno Tecnogênico de Agradação (Tag) do tipo produzido com materiais úrbicos e estrutura irregular. Fato que, conforme estudo de Melo Filho et al. (2021), o cenário de degradação era pior, uma vez que os fragmentos e entulhos alocados no riacho possuíam quantidades maiores, cenário este que foi mitigado com a ação (como limpeza e retirada do entulho) de moradores de assentamentos próximos que, anteriormente utilizaram o riacho para lazer e como vazante. Fica claro, assim, que a fisiografia do riacho neste ponto possui fortes relações com a construção da rodovia, tendo em vista que há presença de materiais manufaturados como resquícios de concreto, asfalto e aterro.

Figura 8. Entorno do riacho Olho d'Água com presença de materiais manufaturados no canal e, em primeiro plano, sua interceptação pela rodovia.

Os Pontos 8, 9 e 10, respectivamente com 84, 87 e 93 metros de altitude margeiam a rodovia e estão em Superfícies Intensamente Retrabalhadas pela Drenagem com Morros Arredondados em decorrência de acelerados processos erosivos (figura 9). Todos estes pontos se configuram como Terrenos Tecnogênicos de Degradação (Tdg) do tipo erodido (para os Pontos 8 e 9) e Escorregado ou marcado por cicatrizes de escorregamentos (Ponto 10).

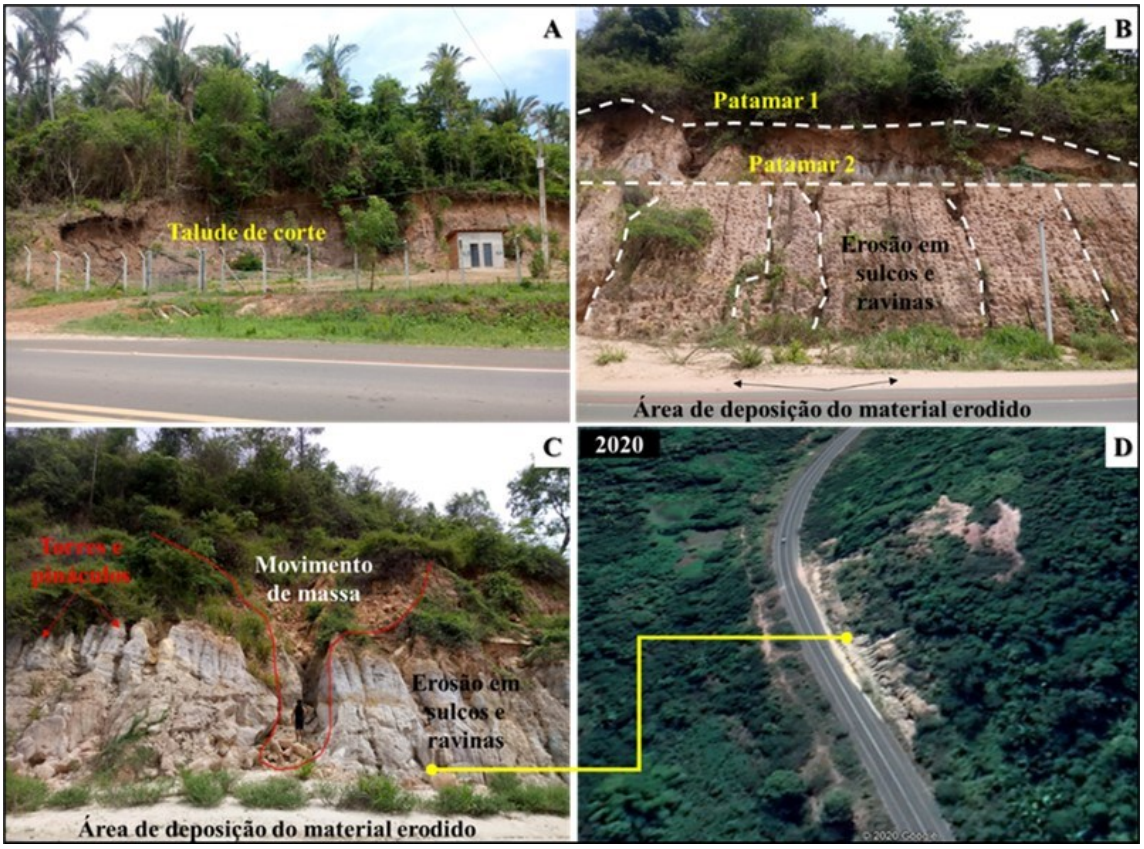

Figura 9. Processos tecnogênicos nos pontos 8, 9 e 10. Em A, talude de corte no Ponto 8; em B erosão em sulcos e ravinas e presença de dois patamares na face externa da vertente do Ponto 9; em C e D, processos erosivos intensos no Ponto 10.

Em especial para o Ponto 8, este tem sua gênese associada também para a construção/ampliação de uma residência em que houve cortes do morro (± 110 metros de altitude) para aumento do terreno a ser construído. A vertente produzida é suficientemente íngreme, com pouca ou nenhuma cobertura vegetal na sua face além de árvores em processo de queda da parte superior, inclusive com inúmeras raízes expostas.

O Ponto 9 ilustra processos similares aos já discutidos, por exemplo, nos Pontos 2 e 3, com exceção da sustentação litológica, agora Formação Pedra de Fogo, daí inclusive modificações na textura e cor do material exposto no talude de corte. Visualiza-se ainda a morfologia antropizada em "degraus" e a feição de dois patamares distintos (o mais superior com ± 118 metros de altitude) e, abaixo, área de deposição do material erodido avançando sobre o asfalto.

O Ponto 10 é o que apresenta ao longo da rodovia processos erosivos mais intensos (sulcos e ravinas e em torres e pináculos), uma vez que este morro possui cotas altimétricas bem maiores e as alterações na geometria da vertente desencadearam uma feição com ângulo próximo de 90º na encosta, além de alterações na cobertura vegetal no seu topo. Destaca-se ainda que os três pontos estão localizados em um mesmo morro com aproximadamente 1 km² e 75 metros de altura. Enquanto processo, houve um episódio de movimentos de massa com interdição da rodovia no dia 02/04/2023, durante chuva intensa, como noticiado em G1 Piauí (2023).

Os Pontos 11 (104 metros de altitude) e 13 (117 metros de altitude) referem-se a Terrenos Tecnogênicos Misto (Tdx) do tipo sobreposto, uma vez que há perfis tecnogênicos de mais de um processo tecnogênico agradativo (figura 10). O Ponto 11 se caracteriza ainda por ter materiais úrbicos e líticos e estrutura estratificada, ao passo que o Ponto 13 possui materiais espólicos e estrutura maciça. Em especial, o Ponto 11, estando próximo a residências possuía ainda restos de construção civil e matéria orgânica preenchendo uma pequena elevação marginal à rodovia. O Ponto 13 se caracteriza como área de aterro, possivelmente para edificações futuras e/ou início de abertura de alguma estrada vicinal, o que já pode induzir novos processos tecnogênicos, como apontam Medeiros et al. (2022) e Fushimi et al. (2023).

Figura 10. Terrenos Tecnogênicos. Em A, destaque para os materiais úrbicos do Ponto 11; e, em B, feição agradativa no Ponto 13.

Os Pontos 12, 14 e 15 (figura 11) se caracterizam como possuidores das maiores cotas altimétricas dentre os pontos analisados. O Ponto 12 se caracteriza por possuir três degraus de origem antrópica associado ao recuo da vertente, correspondendo respectivamente a 109 m (no patamar 1), 129 m (no patamar 2) e 165 metros (no patamar 3) de altitude. O Ponto 14 possui aproximadamente 135 metros de altitude, enquanto o Ponto 15 possui cota altimétrica máxima de 183 metros.

Figura 11. Terrenos tecnogênicos. Em A, escalonamento artificial do relevo com presença de patamares no Ponto 12; em B, presença de acúmulo de material erodido e de materiais úrbicos além de corte de estrada (terreno degradacional) no Ponto 14; e, em C, escalonamento artificial do relevo no Ponto 15.

Estes pontos têm origem os taludes de cortes, portanto, Terreno Tecnogênico de Degradação (Tdg) com tipos Erodido e Escavado, com processos erosivos acelerados (em sulcos e ravinas) que auxiliam na compreensão e visualização das camadas litológicas expostas sem cobertura vegetal e/ou ações de contenção ou estabilização de taludes, exemplificando que as ações humanas, nesse caso representadas por uma obra de engenharia, possuem a capacidade de interferir no meio físico, transformar paisagens, reconfigurar espaços e alterar as estruturas geológicas e geomorfológicas, como também acompanhado nos estudos de Oliveira et al. (2014) em Guarulhos (São Paulo) e de Brandolini et al. (2018) no centro histórico da cidade de Génova (Itália); inclusive de potencializar a existência de movimentos gravitacionais, além da produção de Marques e Lima (2023) na cidade de Timon (Maranhão).

Os Pontos 12 e 15 possuem materiais do tipo sedimentar (Material sedimentar, frequentemente com componentes tecnogênicos de qualquer granulometria) e Lítico (Material rochoso

de granulometria diversa, eventualmente com material terroso subordinado) com estruturas estratificadas e acamadadas próximos aos taludes de corte. Já o Ponto 14 possui materiais úrbicos e gárbicos e estrutura irregular.

Considerações Finais

A compreensão de como como tais terrenos se originaram e como a construção do Rodoanel favoreceu para a intensificação dos processos erosivos presentes auxiliou a classificação dos terrenos em de agradação, degradação e misto, principalmente em decorrência da ausência de técnicas de proteção e estabilização dos taludes de corte, ora objetivo deste estudo. A partir das observações e análises realizadas, pôde-se relacionar as tipologias destes terrenos com os tipos e estrutura dos materiais encontrados, a exemplo dos úrbicos (como entulhos, fragmentos e detritos urbanos em geral) e gárbicos (lixo urbano), e como estes se espacializam ao sob as formações geológicas Pedra de Fogo e Piauí no tocante em como se deu o processo de geração destas feições.

Outro ponto considerado e que merece ser pontuado é a relação entre os tipos do relevo (Planícies e Terraços Fluviais; Superfícies Intensamente Retrabalhadas pela Drenagem com Morros Arredondados; e Superfície Residual Recortada por Vales Encaixados, subdividida em Morros com Tendência ao Arredondamento Limitados por Relevo Escalonado e em Mesas com Topos Achatados Limitados por Escarpas), a ausência de cobertura vegetal e a inclinação dos taludes de corte (alguns próximos a 90º) o que possibilita uma aceleração da geotecnogênese, além de contribuir com o acúmulo de sedimentos em pontos da rodovia, o que pode provocar riscos aos usuários.

Por fim, acredita-se que o referido estudo, com o alcance do objetivo proposto, preenche parte da lacuna científica sobre o tema na geomorfologia piauiense, subsidiando, ainda, informações estratégicas dos processos, riscos e vulnerabilidades ao longo do Rodoanel, tendo em vista a necessidade de criação e implementação de ações de recuperação/conservação principalmente dos Pontos 2, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14 e 15. Sugere-se, assim, o desenvolvimento de novos estudos, considerando outros pontos, temas e outras metodologias, a exemplo da perda de solos e das linhas de pedras (*stone lines*) identificadas como forma de melhorar e ampliar o entendimento sobre a área.

Referências

Barbosa, T. S., & Furrier, M. (2023). Methodological considerations and proposed integrated legend for anthropogenic geomorphological mapping. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 24, https://doi.org/10.20502/rbg.v24i1.2202

Bernardelli, V. C.; & Lupinacci, C. M. (2021). Diagnóstico antropogeomorfológico das vertentes do baixo curso da bacia hidrográfica do córrego do Facão –município de Araras (SP). *Revista Brasileira de Geografia Física*, 14, https://doi.org/10.26848/rbgf.v14.2.p711-728

Brandolini, P.; Faccini, F.; PALIAGA, G.; & Piana, P. (2018). Man-made landforms survey and mapping of an urban historical center in a coastal mediterranean environment. *Geografia Física e Dinamica Quaternaria*, 41, 2018. http://dx.doi.org/10.4461/GFDQ.2018.41.2.

Brown, A. G.; Tooth, S ;; Bullard, J. E.; Thomas, D. S. G.; Chiverrell, R. C.; Plater, A. J.; Murton, J. M.; Thorndycraft, V. R.; Tarolii, P.; Rose, J.; Wainwright, J.; Downs, P. D.; & Aalto, R. (2017). The geomorphology of the Anthropocene:emergence, status and implications. *Earth Surface Processes And Landforms*. v. 42, p. 71–90. https://doi.org/10.1002/esp.3943.

Cattaneo, W. C.; & Moura, N. S. V. (2021). Alterações antrópicas na Bacia Hidrográfica do Arroio Sapucaia, município de Gravataí (RS). *Para Onde!?*, v. 15, p. 96-111. https://doi.org/10.22456/1982-0003.112040

Cavalcanti, A. B.; Silva, M. T.; Campos, J. H. B. C.; & Rodrigues, J. K. G. (2022). Determinação da Vulnerabilidade Ambiental em Pavimentos Rodoviários: Estudo de Caso da BR-230 no Estado da Paraíba. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 15, n. 6. https://doi.org/10.26848/rbgf.v15.6.p3156-3171

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. (2014). *Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundação:* município de Teresina – PI. Teresina: CPRM. https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/15035

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. (2015). *Carta hidrogeológica:* Folha SB.23 Teresina (Escala 1:1.000.000). Brasília: CPRM. https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/16579

Fushimi, M.; Oliveira, R. C.; & Nunes, J. O. R. (2023). Atribuição de pesos aplicada à vulnerabilidade ambiental à erosão linear: estudo de caso nas bacias hidrográficas do rio dos Cachorros (São Luís-MA) e do córrego

Timburi (Presidente Prudente-SP). *Geografia Ensino & Pesquisa*, v. 27, p. 1-23. https://doi.org/10.5902/2236499471887

G1 Piauí. (2023). *Chuva causa deslizamento de terra e bloqueia trecho do Rodoanel de Teresina*. Disponível em:< https://g1.globo.com/pi/piaui/noticia/2023/04/02/chuva-causa-deslizamento-de-terra-e-bloqueia-trecho-do-rodoanel-de-teresina.ghtml>

Google Earth Pro. Google Earth**.** Disponível em: < https://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>.

Hiruma, S. T.; Riccomini, C. & Modenesi-Gauttieri, M. C. (2021) Neotectonic-related landforms in the Campos do Jordão Plateau, Southeast Brazil. *Derbyana*, v. 42. p. 1-20. https://doi.org/10.14295/derb.v42.752

Hudson, P.; Goudie, A.; & Asrat; A. (2015). Human Impacts on Landscapes: Sustainability and the role of Geomorphology. *Zeitschrift für Geomorphologie*, v. 59, n. 2, p. 1-5. https://doi.org/10.1127/zfg_suppl/2015/S-59201

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2019). *Folha SB23 – Teresina*. Rio de Janeiro: IBGE. https://biblioteca.ibge.gov.br/biblioteca-catalogo.html?id=224019&view=detalhes

Krause, M. B.; Faria, A. L. L.; Teixeira, R. C.; & Costa, L. M. (2021). O agente antrópico como formador de ambientes: química, física e classificação de antropossolos. *Physis Terrae*, v. 3, n. 1-2., p. 37-61. https://doi.org/10.21814/physisterrae.3262

Lima, I. M. M. F. (2011). O relevo de Teresina, PI: compartimentação e dinâmica atual. In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM GEOGRAFIA, 9., Goiânia, 2011. *Anais...* Goiânia. https://4d2ba87ac0.cbaul-cdnwnd.com/7e62a08a2f2ba1aa9c77e5c68468a3ee/200000034-8785d887e3/GT22%20-%20O%20RELEVO%20DE%20TERESINA.pdf

Machado, C. A. (2013). A pesquisa de depósitos tecnogênicos no Brasil e no mundo. *Revista Tocantinense de Geografi*a, v. 1, n. 2, 15-35. https://doi.org/10.20873/rtg.v2n2p15-35

Marques Neto, R. (2020). *Cartografia geomorfológica:* revisões, aplicações e proposições. Curitiba: CRV.

Marques, R. J.; & Lima, I. M. M. F. (2023). Modificações no relevo da cidade de Timon, Maranhão: uma análise a partir da geomorfologia antropogênica. *Revista Geotemas*, v. 1, p. 1-26. https://doi.org/10.33237/2236-255X.2023.4619

Medeiros, R. B.; Jesus, A. D.; & Alves, L. B. (2022). Erosões em estradas não-pavimentadas da bacia hidrográfica do Rio Formoso, Bonito/MS: diagnóstico e medidas de controle. *Confins*, v. 57, 2022. https://doi.org/10.4000/confins.50005

Melo Filho, J. M. M.; Espíndola, G. M.; & Façanha, A. C. (2021). Impactos ambientais decorrentes da instalação do Rodoanel na zona periurbana de Teresina-PI. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, v. 10, n. 2, p.45-64. https://doi.org/10.19177/rgsa.v10e2202145-64

Mota, L. S. O; & Souza, R. M. (2018). Análise evolutiva e caracterização dos depósitos tecnogênicos associados ao bairro Coroa do Meio, Aracaju/SE. *Quaternary and Environmental Geosciences*, v. 9, n. 2. p. 01-09. http://dx.doi.org/10.5380/abequa.v9i2.53373

Nunes, H. K. B., & Bastos, F. H. (2023). Ocupação urbana e processos antropogeomorfológicos em Teresina, PI: considerações a partir da abordagem histórica. *Revista do Departamento de Geografia*, 43, https://doi.org/10.11606/eISSN.2236-2878.rdg.2023.198453

Nunes, H. K. B.; Silva, J. F. A.; & Aquino, C. M. S. (2017). Aspectos geológicos e geomorfológicos da porção da Bacia Hidrográfica do Rio Poti em Teresina/Piauí: contribuições para o planejamento ambiental. *Equador*, v. 6, n. 2, 75-89. https://doi.org/10.26694/equador.v6i2.6429

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*, v. 5, n. 1, p. 12-27. http://dx.doi.org/10.5380/abequa.v5i1.34737

Oliveira, A. M. S. (2005). Estudos sobre o tecnógeno do Brasil. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 10., Guarapari, 2005. *Anais...* Guarapari.

Oliveira, L. N. (2018). *Análise da capacidade de resiliência do ambiente na área do baixo curso da bacia hidrográfica do Rio Poti (Piauí).* Recife, 2017. 131f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife. https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/29713

Oliveira, R. S.; Alves, K. A.; Rosa, M. A.; Silva, G. L. L; Ribeiro; G. G. S. R.; & Sousa, A. T. (2019). Análise de uma voçoroca na margem da rodovia federal BR 153 Morrinhos, GO. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 18., Fortaleza, 2019. *Anais...* Fortaleza. https://imprensa.ufc.br/wp-content/uploads/2021/12/10-solos-paisagens-e-degradacao.pdf

Paes, K. S.; Frota Filho, A. B.; & Molinari, D. C. (2011). Caracterização geomorfológica da rodovia AM 010: trecho compreendido nas adjacências do km 124 (Rio Preto – Vila de Lindóia/Itacoatiara) – Amazonas/Brasil. Caminhos de Geografia, v. 12, n. 38, 57-64. DOI: https://doi.org/10.14393/RCG123816467. Acesso em 25 de set de 2022.

Pelech, A. S.; & Peixoto, M. N.O. (2020). Rios urbanos: contribuições da Antropogeomorfologia e dos estudos sobre os Terrenos Tecnogênicos. *Revista Brasileira de Geografia*, v. 65, n. 1, p. 2-22. https://doi.org/10.21579/issn.2526-0375_2020_n1_2-22

Peloggia, A. U. G. (1998). *O homem e o ambiente geológico:* geologia, sociedade e ocupação urbana no município de São Paulo. São Paulo: Xamã.

Peloggia, A. U. G. (2011). Análise multidimensional e gestão dos riscos geológicos: uma primeira aproximação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL, 13., São Paulo, 2011. *Anais...* São Paulo.

Peloggia, A. U. G.; & Oliveira, A. M. S. (2005). Tecnógeno: um novo campo de estudos das geociências. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 10., Guarapari. *Anais*... Guarapari.

Peloggia, A. U. G.; Oliveira, A. M. S.; Oliveira, A. A.; Silva, E. C. N.; & Nunes, J. O. R. (2014). Technogenic geodiversity: a proposal on the classification of artificial ground. *Quaternary and Environmental Geosciences,* v. 5, n. 1, 28-40. http://dx.doi.org/10.5380/abequa.v5i1.34823

Pfaltzgraff, P. A. S.; TORRES, F. S. M; & BRANDÃO, R. L. (2010). *Geodiversidade do estado do Piauí*. Recife: CPRM. https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/16772

Pires, R. R.; & Carmos Júnior, G. N. R. (2018). Processos erosivos em rodovias: uma revisão sistemática sobre os métodos de previsão e monitoramento. *E&S - Engineering and Science*, v. 4, n. 7, 2-23. http://dx.doi.org/10.18607/ES201876853.

Rhoads, B.; & Cahill, R. (1999). Geomorphologic assessment of sediment contamination in na urban stream system. *Applied Geochemistry*, v. 14, 459-483. https://doi.org/10.1016/S0883-2927(98)00061-4

Rohde, G. M. (2005). *Epistemologia Ambiental:* uma abordagem filosófico-científica sobre a efetuação humana alopoiética. Porto Alegre: PUC-RS.

Santos, E. Q. G.; 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, 825-839, 2017. http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v18i4.1279

Silva, B. F.; Silveira, A.; & Batista, L. F. F. (2023). Caracterização micromorfológica de stone line em perfil de latossolo: Rebordo de Chapada em Nova Ponte (MG). In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MICROMORFOLOGIA DE SOLOS, 1., *Anais...* Piracicaba.

Silva, E. C. N.; Dias, M. B. G.; & Mathias, D. T. (2014). A abordagem tecnogênica: reflexões teóricas e estudos de caso. *Quaternary and Environmental Geosciences*, n. 5, v. 1, p. 1-11. http://dx.doi.org/10.5380/abequa.v5i1.34521.

Silva, L. B., Sardinha, D. S., Tiezzi, R. O., & Menezes, P. H. B. J. (2020). Suscetibilidade aos processos da dinâmica superficial na rodovia entre Poços de Caldas (MG) e Águas da Prata (SP). *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 21, n. 3. https://doi.org/10.20502/rbg.v21i3.1709.

Silva, L. F. T. C; Guerra, A. J. T. (2015). Avaliação da suscetibilidade à erosão ao longo da RJ-165 (Estrada Paraty-Cunha) através da análise das propriedades físico-químicas dos solos. *Revista Geonorte*, v. 6, n. 25, 1-23. https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/10.21170.2015.6.25.1

Silva, M. T.; Lopes, D. N.; Silva Neto, T. A.; & Silva, A. L. B. (2023). Geoprocessamento aplicado a análise de erosão costeira. In: Wenceslau, E. C. (Org.). *Práticas em ensino, conservação e turismo no Brasil.* Reconecta Soluções. https://www.reconectasolucoes.com.br/_files/ugd/db03c2_bfb484947d454662b10bdd98ec99cae2.pdf

Souza, C. C.; & Cunha, M. C. (2022) Analysis of Morphometric Parameters of the Drainage Network and Road Network of the Ribeirão Paraíso Watershed, Jataí – GO. *Sociedade & Natureza*, v. 34, p. 1-12. https://doi.org/10.14393/SN-v34-2022-65404

Teresina. Prefeitura Municipal de Teresina/Secretaria Municipal de Planejamento. (2015). *Agenda Teresina 2030:* a cidade desejada. Teresina: SEMPLAN. https://semplan.pmt.pi.gov.br/agenda-2030/

Ter-Stepanian, G. (1988). Beginning of the Tecnogene. *Bulletin of International Association of Enginnering Geology*, n. 38, 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. http://revistas.ung.br/index.php/geociencias/article/view/2431

Walker, I.; Davidson-Arnott, R.; Bauer, B.; Hesp, P.; Delgado-Fernandez, I; Ollerhead, J.; & Smyth, T. (2017). Scale-dependent perspectives on the geomorphology and evolution of beach-dune systems. Earth-Science Reviews, v. 171. https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2017.04.011