

## DEPÓSITOS E FEIÇÕES TECNÔGENICAS EM SUB-BACIAS URBANAS DE TERESINA/PI: IDENTIFICAÇÃO, CLASSIFICAÇÃO E ESPACIALIZAÇÃO

FAGUNDES, Gabriel Cunha Linhares<sup>1</sup>  
OLIVEIRA, Rafael Leal dos Santos<sup>2</sup>  
NUNES, Hikaro Kayo de Brito<sup>3</sup>

---

Recebido (Received): 28-04-2021

Aceito (Accepted): 08-11-2021

Como citar este artigo: FAGUNDES, G. C. L.; OLIVEIRA, R; L. S.; NUNES, H. K. B. Depósitos e feições tecnogênicas em sub-bacias urbanas de Teresina/PI: identificação, classificação e espacialização. **Formação (Online)**, v. 28, n. 53, p. 957-974, 2021.

### Resumo

As sociedades humanas em suas formas de apropriação e ocupação do relevo ao longo do tempo tem cada vez mais modificado o modelado com distintas técnicas. Por meio de atividades de gabinete, campo e de ferramentas de Geoprocessamento, a presente pesquisa tem como objetivo analisar os depósitos e feições tecnogênicas em quatro sub-bacias urbanas (PD08, PD09, PD10 e PD13) do rio Poti em Teresina (PI) tendo como recorte a construção da Avenida Ulisses Marques e seu entorno, buscando assim proceder a identificação, classificação e espacialização dos mesmos e sua correlação com impactos associados. Sob classificações distintas, tais feições associam-se com intenso processo erosivo e impactos à dinâmicas hídrica e geomorfológica locais, impactos esses intensificados com o descarte inadequado de resíduos sólidos, como eletrodomésticos, resíduos de construção civil (sem relação com a obra), plásticos, materiais orgânicos, vidros, papel e pneu. As feições tecnogênicas identificadas, a citar os cortes de relevo, voçorocas, superfícies rebaixadas, constata a influência humana sobre o modelado, mesmo que nesse caso seja em escala local, tornando-se assim, a urgência em ações eficientes para o manejo destes, a fim de diminuir os impactos e melhorar a qualidade de vida das populações do entorno.

**Palavras-chave:** Tecnógeno. Depósitos. Feições. Sub-bacias urbanas. Geomorfologia.

## TECHNOGENIC DEPOSITS AND FEATURE IN URBAN SUB-BASINS OF TERESINA/PI: IDENTIFICATION, CLASSIFICATION AND SPATIALIZATION

### Abstract

The human societies in the forms of appropriation and occupation of the land has increasingly changed has increasingly changed the moulding using different techniques over time. Through desk-based, field activities and geo-processing tools, this research aims to analyse the technogenic deposits and features in four urban sub-basins (PD08, PD09, PD10 and PD13) of the River Poti in Teresina (PI) taking as a cut as the installation of Avenida Ulisses Marques and its environs, thus seeking to proceed to their identification, classification and spatialisation and the correlation with their associated impacts. Under separate classifications, such features associate with severe erosion and impacts on local water and geomorphologic dynamics intensified with the inadequate disposal of solid waste such as household appliances, civil construction waste – not related to the work itself - plastics, organic materials, glass, paper and tyres. Mentioning relief cuts, gullies, depressed surfaces, the technogenic features identified notes the human influence on the pattern, even if it is on a local scale, making, therefore, the urgency of efficient actions for the management of those, in order to reduce the impacts and improve the quality of life of the surrounding populations.

**Keywords:** Technogenic. Deposits. Features. Sub-basin of urban. Geomorphology.

---

<sup>1</sup> Graduando em Geografia pela Universidade Federal do Piauí (UFPI). E-mail: [gabrielclf1598@hotmail.com](mailto:gabrielclf1598@hotmail.com); ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1436-2320>.

<sup>2</sup> Graduando em Geografia pela Universidade Federal do Piauí (UFPI). E-mail: [rafael.leal1@hotmail.com](mailto:rafael.leal1@hotmail.com); ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4145-5944>.

<sup>3</sup> Doutorando em Geografia pela Universidade Estadual do Ceará (UECE), Professor Assistente da Universidade do Estado do Amazonas (UEA). E-mail: [hikarokayo2@hotmail.com](mailto:hikarokayo2@hotmail.com); ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6868-1285>.

## **DEPÓSITOS Y FORMAS TECNOGÉNICAS EN SUBCUENCAS URBANAS DE TERESINA / PI: IDENTIFICACIÓN, CLASIFICACIÓN Y ESPACIALIZACIÓN**

### **Resumen**

Las sociedades humanas, en sus formas de apropiación y ocupación del relieve, a lo largo del tiempo han ido modificando cada vez más el modelo por medio de diferentes técnicas. A través de actividades de gabinete, campo y herramientas de geoprocesamiento, la presente investigación tiene como objetivo analizar los depósitos y formas tecnogénicas en cuatro subcuencas urbanas (PD08, PD09, PD10 y PD13) del Río Poti en Teresina (PI), teniendo cómo recorte la construcción de la Avenida Ulisses Marques y su entorno, buscando así, su identificación, clasificación, espacialización y correlación con los respectivos impactos. Bajo diferentes clasificaciones, tales características se asocian a un intenso proceso de erosión e impactos sobre las dinámicas hídrica y geomorfológica local. Estos impactos se intensifican con la inadecuada disposición final de residuos sólidos, tales como electrodomésticos, residuos de construcción (ajenos a la obra), plásticos, materias orgánicas, vidrio, papel y llantas. Las formas tecnogénicas identificadas, tales como los cortes de relieve, barrancos y superficies rebajadas, confirman la influencia humana sobre el modelo en la escala local, demostrando la urgencia de acciones eficientes para el manejo de estos, con el fin de reducir los impactos y mejorar la calidad de vida de las poblaciones vecinas.

**Palabras claves:** Tecnogénico. Depósitos. Formas. Subcuencas urbanas. Geomorfología.

### **1 Introdução**

No período geológico atual, é notável a atuação humana de maneira direta e indireta no que se refere às alterações concernentes ao modelado terrestre, e, em muitos casos, alteração na própria integridade das características geológicas locais. Dessa forma, o desenvolvimento de técnicas (pela sociedade) ao longo da história possibilitou uma reconfiguração da inter-relação natureza/sociedade e homem/meio de modo que o homem passou a ter cada vez mais domínio sobre o ambiente em que está inserido, mediante distintos objetivos para tal ocupação e apropriação, somado ainda à geração de impactos, riscos e vulnerabilidades.

Ao longo do processo de urbanização, as cidades tornaram-se espaços caracterizados pela grande quantidade de alterações das características naturais, evidenciando o papel do homem como agente modificador e colocando em uma mesma discussão, temas relacionados à Antropogeomorfologia, à Geomorfologia Urbana e ao Tecnógeno (PELOGGIA, 1997; SANTOS FILHO, 2011; MATHIAS; NUNES, 2019).

A partir das atividades humanas, a sociedade passou a adquirir nas últimas décadas um caráter de agente geológico e também de inclusão de um novo período ou época na escala do tempo geológico relativos à ação humana enquanto agente geológico. Conforme Ter-Stepanian (1988), o Holoceno, período que teve seu início a aproximadamente 11.000 anos antes do presente, se trataria de uma época transitória, que marca a mudança do Quaternário para o Quinário ou Tecnógeno. Geocronologicamente, este constitui-se em uma fase de modificações da paisagem por intermédio das técnicas humanas, também denominado de Antropoceno, nomenclatura também amplamente discutida na literatura nacional e internacional.

O ser humano atua como agente geológico-geomorfológico, na medida em que deixa registros espalhados nos ambientes em que atua. Alguns autores utilizam o conceito de “agência” para sustentar a particularidade da ação humana nos campos aqui em questão, notadamente na gênese de depósitos, feições e modelados tecnogênicos. A argumentação de Peloggia (2019) mostra que a agência é mais que simplesmente a ação, implica não somente nas relações de causa e efeito, processo e resultado, trata de um complexo contexto de fatores tanto naturais como culturais que levam os indivíduos a relacionarem-se de modo particular com os suportes ecológicos e paisagísticos, gerando processos de reconfiguração no âmbito geológico e geomorfológico.

A agência delibera uma certa complexidade, pois são várias as possibilidades de contextos e construções sociais responsáveis pela tecnogênese, e, nesta perspectiva, é possível citar a urbanização como um fenômeno imbuído de relações sociais e atividades que, assentadas sobre o meio natural, encadeiam modificações na paisagem.

Neste cenário relacionando urbanização, Antropogeomorfologia (NIR, 1983; RODRIGUES, 2005) e Tecnogênese (MIYAZAKI, 2014; PELOGGIA, 2019), insere-se a cidade de Teresina (PI), que, assim como outras capitais e grandes cidades brasileiras, apresenta uma expressiva expansão urbana somada à uma significativa quantidade de obras (públicas e/ou privadas) e atividades que condicionam a existência de feições e depósitos tecnogênicos.

Além disso, cabe ressaltar que Teresina (PI) possui uma considerável malha de drenagem associada aos rios Parnaíba (coletor final da drenagem estadual) e Poti, ora determinando, ora condicionando processos de agradação e degradação destes terrenos, que, em muitos casos, são possuem seus limites físico-naturais respeitados pela urbanização, como a construção de vias, shoppings centers e conjuntos habitacionais.

Cabe ressaltar que existe uma carência nos estudos locais sobre a temática, entretanto, a abordagem tecnogênica, pela sua própria natureza, pode se relacionar a outras áreas do conhecimento além da Geografia, como as Engenharias Civil, Sanitária e Ambiental. No âmbito da Geografia inclui-se as Geociências e Ciências Ambientais como a Geologia, Arqueologia, Química, Hidrografia, Biogeografia e a própria Geomorfologia. Ao se tratar de uma época geológica em que a humanidade surge como um dos principais agentes no sistema Terra, emerge a possibilidade da inserção também das Ciências Humanas na perspectiva da análise dos fatores condicionantes da tecnogênese, destaca-se aqui a Geografia Urbana na abordagem das contradições sociais e da organização espacial.

Reforça-se que há, em diferentes áreas do Brasil, estudos que se debruçaram sobre essa temática, como: Mendes e Felipe (2016) sobre o rompimento da Barragem de Fundão (em

Mariana, Minas Gerais); Silva (2017) analisando a formação de depósitos tecnogênicos entre o Médio-Baixo curso do Ribeirão Quati (em Londrina, Paraná); Figueiredo e Silva (2019) relacionado às evidências tecnogênicas no Parque Natural Municipal da Catacumba (Rio de Janeiro); e o estudo de Trindade et al. (2019) sobre os indicadores de impactos ambientais na sub-bacia do Córrego Caveirinha (em Goiânia, Goiás), esses são apenas alguns dos inúmeros trabalhos desenvolvidos a nível de Brasil.

Vale destacar os trabalhos de alguns autores como os de Oliveira (1990) e Peloggia (1997) como uns dos primeiros a trabalharem com o conceito “tecnogênico” no Brasil, e também as contribuições de Rodrigues (2005), a respeito da Antropogeomorfologia originária de Nir (1983).

Partindo das considerações anunciadas, o presente estudo tem como objetivo analisar os depósitos e feições tecnogênicos em quatro sub-bacias (PD08, PD09, PD10 e PD13) urbanas do rio Poti em Teresina (PI) tendo como eixo analítico a construção da Avenida Ulisses Marques e seu entorno. A cidade está situada na região Nordeste do Brasil, sendo o único estado da região cuja capital não está situada no litoral.

Considerando o que foi exposto, a realização desta pesquisa busca identificar e classificar depósitos e feições tecnogênicas, além de verificar como estão relacionados a impactos socioambientais. Com os resultados, o presente trabalho contribuirá para os estudos locais direcionados ao tecnógeno e para a melhoria da qualidade de vida da população, pois ele está materializado em todo o município, principalmente nas áreas periféricas onde remonta problemas urbanos mais graves.

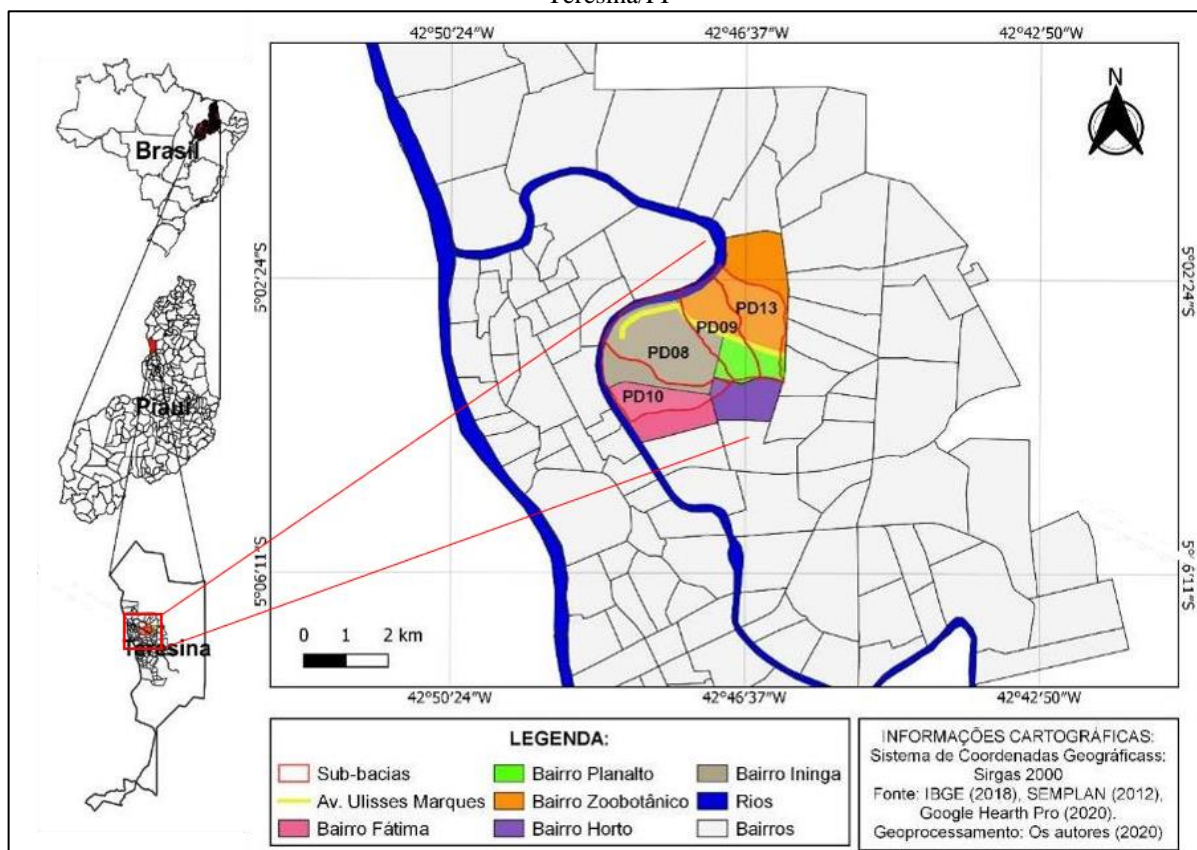
## **2 Área de estudo**

Teresina localiza-se na Região Geográfica Intermediária e Imediata homônimas. Situada entre os rios Poti e Parnaíba, é privilegiada do ponto de vista de sua localização, que a proporciona ser um polo regional provido de diversos serviços urbanos. De acordo com dados da SEMDEC (2016) e SEMPLAN (2021), a população estimada de Teresina é de 871.126 habitantes e sua área de influência socioeconômica estende-se principalmente por cidades do estado do Maranhão e de estados da Região Nordeste do Brasil, totalizando 271 municípios e 4,1 milhões de habitantes.

A área de estudo (Figura 1) está associada ao trajeto e entorno da construção da Avenida Ulisses Marques (Região Administrativa Leste de Teresina) e compreende 4 sub-bacias urbanas (PD08, PD09, PD10 e PD13) do Rio Poti conforme o Plano Diretor de Drenagem Urbana de

Teresina (PDDrU) (SEMPPLAN, 2012). A área coberta pelas sub-bacias supracitadas compreende os bairros: Planalto (5.543 habitantes), Ininga (8.099 habitantes), Zoobotânico (316 habitantes), Fátima (8.349 habitantes) e Horto (5.889 habitantes), ambos localizados na mesma região administrativa da cidade.

**Figura 1** – Mapa de localização da área de estudo: bairros e sub-bacias urbanas PD08, PD09, PD10 e PD13 em Teresina/PI



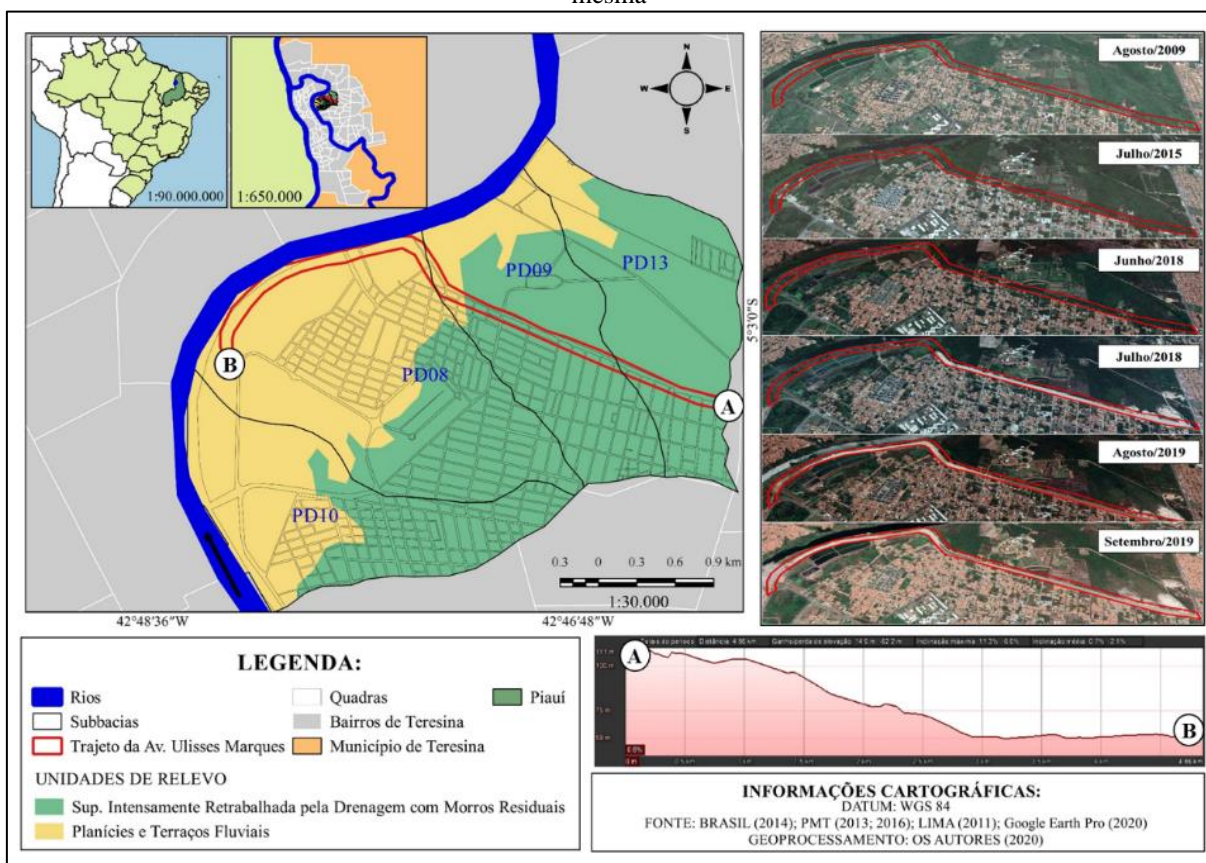
Fonte: Os autores (2021).

No tocante aos aspectos geológicos, de acordo com Almeida et al. (1977) o município de Teresina situa-se sobre a Bacia Sedimentar do Parnaíba, estruturada na sequência Cabornífero-Triássica (Grupo Balsas), que engloba as Formações Piauí, Pedra de Fogo e Motuca. As sub-bacias (PD08, PD09, PD10 e PD13) estão assentadas sobre a unidade geológica Formação Pedra de Fogo, que conforme Lima e Brandão (2010), possui arenitos inferiores eólicos e arenitos superiores litorâneos, ainda apresentando folhelhos e arenitos depositados em planícies de maré.

No contexto geomorfológico, conforme Lima e Augustin (2011) e Nunes, Silva e Aquino (2017), a área está assentada em áreas de Planícies e Terraços Fluviais (feições de acumulação por processos fluviais relacionados à Formação Piauí) (Figura 2), com ocorrência de desenvolvimento de solos em faixas contínuas ao Norte e descontínua ao Sul, com variações

de altitude entre 50 e 70 metros; ligeiramente associada ao canal do Rio Poti estando concentrada ao longo do fim do seu canal principalmente nos últimos 12km, enquadra-se numa área naturalmente inundável) e Superfícies Intensamente Retrabalhadas pela Drenagem com Morros Residuais (formas modeladas por processos erosivos intensos atuantes sobre a formação Pedra de Fogo, variam de 70 a 100 metros de altitude). É relevante mencionar que o trajeto da Avenida Ulisses Marques possui 4,6 km e ao longo de sua extensão contempla os processos a citar: transporte de material, terraplanagem, pavimentação, calçadas e intervenções de drenagem, além de habitações já preexistentes à obra.

**Figura 2** – Dinâmica temporal da construção da via (anos 2009, 2015, 2018 e 2019) e o perfil de elevação da mesma



Fonte: os autores (2021).

A partir da Figura 2, é possível notar que do ponto A ao ponto B da avenida, tem-se uma amplitude topográfica de aproximadamente 48 metros até chegar à planície de inundação do Rio Poti. Nessa região é notável citar a ocorrência de lagoas e riachos que confluem para o Rio, os quais sofreram intervenções com deposições tecnogênicas para posterior construção de obras como moradias e a própria Avenida Ulisses Marques.

A PD08 insere-se em uma região de gradiente topográfico relativamente suave com cotas altimétricas que variam de aproximadamente 100m junto a cabeceira aos 52m na foz. Essa sub-bacia apresenta-se em formato de leque, e, em sua parte mais estreita em direção a cabeceira, há uma maior concentração habitacional. Já a PD09 possui gradiente topográfico relativamente suave com cotas variantes dos 100m junto a cabeceira a 53m na foz. A área de drenagem da sub-bacia abrange 230,19ha com um perímetro de 6.999,65m. Apresenta formato retangular, as habitações ocorrem de forma mais densa na porção Sul e menos densa na porção Norte em direção ao rio Poti, sendo possível também identificar áreas verdes que, inclusive, constituem a mata ciliar do rio.

A PD10 situa-se em uma região de gradiente topográfico relativamente suave com cotas de variação dos 105m junto à cabeceira aos 53m na foz. Sua área de drenagem abrange uma 238,78 ha, com perímetro de 8.350,76 m, sob forma triangular bastante alongada sendo que possui habitações ao longo de quase toda sua extensão. A PD13, apresenta uma região de gradiente topográfico com cotas que variam dos 100m à cabeceira aos 53m na foz. Possui forma retangular bastante alongada com perímetro de 7.574,85m. Em sua maior parte predomina a ocorrência de extrato vegetal sendo que somente nas proximidades em direção a cabeceira são encontradas algumas estruturas habitacionais em meio a área verde.

### **3 Metodologia**

A confecção da presente pesquisa seguiu as seguintes etapas: a) revisão teórica e conceitual; b) trabalhos de campos preliminares e definição da área de estudo; c) trabalho de campo mais aprofundado e divisão da área de estudo; d) sintetização e análise de dados coletados; e) classificação dos depósitos tecnogênicos; f) geoprocessamento e elaboração de figuras. A revisão teórica e conceitual, levou em consideração conceitos e temas tais como Tecnógeno, Depósitos Tecnogênicos, Feições Tecnogênicas, Erosão e Ambiente Urbano, principalmente a partir de leitura de livros, artigos científicos, teses e dissertações.

A partir dos campos preliminares foi delimitado como área de estudo o entorno da construção da Avenida Ulisses Marques tendo em vista que suas obras, ainda em fase de andamento, deliberam múltiplos fenômenos associados a temática do tecnógeno. Levou-se em consideração o Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDrU) de Teresina para coleta de dados fisiográficos, fundamentais para a compreensão da dinâmica físico-natural e urbana da região.

Para facilitar e simplificar a compreensão e caracterização da área, adotou-se a nomenclatura atribuída pelo Plano Diretor de Drenagem Urbana de Teresina, que, conforme a

mesma, as sub-bacias tributárias do rio Poti são nomeadas com as iniciais “PD” que se referem às bacias elementares de contribuição da margem direita do canal do rio Poti, correspondendo, assim, às sub-bacias PD08, PD09, PD10, PD13. Posteriormente, realizou-se um segundo campo (em dia útil) registrando a presença de trabalhadores, em que foram observados as feições e depósitos tecnogênicos, processos e agentes erosivos, solos e impactos ambientais. É importante destacar que o trajeto da avenida e de seu entorno foi criteriosamente dividido em 4 pontos de referência para análise, onde fez-se uso do GPS Garmin eTrex® 20x para precisamente definir suas coordenadas. As medidas (área, altura, comprimento) foram realizadas com régua e trena e também por meio de ferramentas do *Google Earth Pro*.

A discussão dos resultados foi realizada com base em quatro pontos de investigação e análise, sendo o primeiro próximo ao entroncamento da Avenida Ulisses Marques com a Avenida Presidente Kennedy, o segundo próximo ao cruzamento da Ulisses Marques com a Rua Dirce Oliveira, o terceiro no cruzamento da Ulisses Marques com a Rua Machado Lopes e o quarto próximo da Rua Hildebrando dos Santos Araújo perto da margem direita do Rio Poti. Em virtude da ainda não finalização da construção da avenida, não houveram pontos na PD10, contudo a mesma engloba o trajeto oficial da obra.

Terminado os campos, foi realizada a classificação dos depósitos e feições tecnogênicas, utilizou-se como referência as classificações dos seguintes autores:

1) Em Fanning e Fanning (1989) *apud* Peloggia (2019), a classificação dos depósitos é distinguida de acordo com a origem e característica dos materiais, dividindo em quatro categorias: Materiais úrbicos (principalmente materiais terrosos ricos em detritos e artefatos diversos, porém apresenta carência ou falta de lixo orgânico); Gárbicos (Material detrítico rico em lixo orgânico); Espólicos (materiais escavados e redepositados por operações de terraplanagem em minas a céu aberto, rodovias ou outras obras civis); e Dragados (material de desassoreamento redepositado em cotas topográficas superiores às da planície aluvial).

2) Oliveira (1990) ordena uma classificação geral dos depósitos tecnogênicos dividindo-os em três categorias: Construídos (aterros e corpos de rejeito); Induzidos (relacionados diretamente com assoreamentos); Modificados (depósitos naturais alterados tecnogenicamente por efluentes e adubos).

3) Enquanto Nolasco (2002) apresenta a seguinte classificações para os depósitos tecnogênicos: Diretos - depósitos construídos (realizados pelo homem, como, por exemplo, aterros); induzidos (realizados pela ação humana com o uso planejado de outro agente; por exemplo, depósitos resultantes de escorregamentos provocados em minerações); e Indiretos - resultantes da soma de ações do agente homem, sem intencionalidade, com as de outros agentes



(por exemplo, leques de escorregamento de encosta em áreas urbanas por acúmulo de lixo e peso de construções).

Para o mapeamento fez-se uso de arquivos vetoriais/*shapefiles* (.shp) referentes à malha urbana de Teresina. A delimitação do trajeto da Avenida Ulisses Marques foi feita por meio do *Google Earth Pro* nas funções “adicionar caminho” e “adicionar polígono”, sendo, em seguida, convertido em arquivos *keyhole markup language* (.kml) e plotados no ambiente do *software* QGis 2.14. “Essen”. Cabe ressaltar ainda que o perfil topográfico (elevação) foi originado também do *Google Earth Pro* na função “adicionar caminho”, após acionar a camada “terreno”, acionou-se a função “mostrar perfil de elevação”.

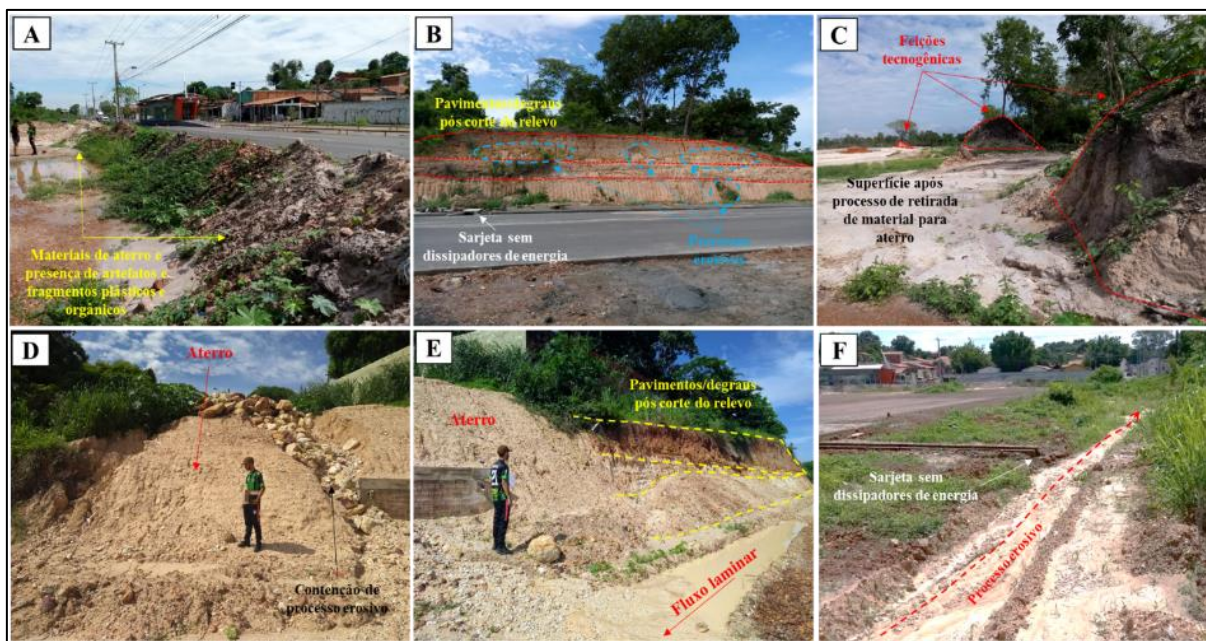
Sobre as imagens (LandSat/Copernicus e CNES/Airbus) da dinâmica temporal da construção da via, buscou-se aquelas dos seguintes períodos: agosto/2009, julho/2015, junho/2018, julho/2018, agosto/2019 e setembro/2019. As referidas imagens foram selecionadas pelos seguintes motivos: i) capacidade de retratar a dinâmica da construção; ii) ausência de ruídos, como nuvens e falhas, e; iii) possibilidade de se inferir a dinâmica do processo de urbanização e adensamento populacional da área.

#### **4 Resultados e Discussão**

Conforme Fanning e Fanning (1989), do ponto de vista de gênese dos solos, a destruição e formação dos solos pelo Homem, por sua grande manipulação física dos materiais terrosos são “eventos catastróficos” que criam novos pontos de partida para a criação dos solos. Nesse caso, evidenciamos a criação dos depósitos e feições tecnogênicas (Figura 3).

Em geral, a pressão antrópica na área em estudo apresenta-se moderada, com exceção do Parque Zoobotânico que apresenta pressão menos elevada por se tratar de uma Unidade de Conservação. Os impactos ambientais provenientes são oriundos de atividades básicas humanas e da construção da Avenida Ulisses Marques que se estende até a mata ciliar do Rio Poti sendo responsável pela retirada de parte do seu extrato vegetal. No primeiro ponto (Lat. 5° 9' 14.81''S / Long. 42° 47' 21.8''W) situado à Sudeste na sub-bacia PD13 e início da Avenida Ulisses Marques encontra-se solos antropogênicos compostos por fragmentos plásticos, materiais de construção civil, materiais arenosos e orgânicos (Figura 3A).

**Figura 3** – Caracterização dos depósitos e feições tecnogênicas do Ponto 1 e entorno.



Organização: os autores (2020).

Legenda: Em A, deposição de materiais de aterro e presença de artefatos e fragmentos plásticos e orgânicos; em B, relevo recortado com marcas de retroscavadeira e processo erosivo; em C, ambiente degradado e gênese de modelados antropizados; em D e E, em primeiro plano superfície arenosa (aterro) e em segundo plano deposição de rochas para tentativa de contenção de processo erosivo; e, em F; processo erosivo ocasionado pela ausência de dissipadores de energia nas sarjetas

As feições tecnogênicas (Figura 3B, 3D e 3E), são cortes de relevo com vertentes entre 5 e 7m de altura. Esses cortes são oriundos da construção da avenida e são comuns ao longo de sua extensão, no primeiro ponto também ocorre superfícies rebaixadas/desgastadas (aproximadamente 90mil m<sup>2</sup>) ocasionada pela retirada de material para a construção da própria avenida. As superfícies rebaixadas (tecnogênicas) na Figura 3C, em função das camadas superficiais do solo, tornaram-se ambientes frágeis e mais suscetíveis aos processos erosivos pluviais em virtude da retirada de camadas/horizontes originalmente superficiais.

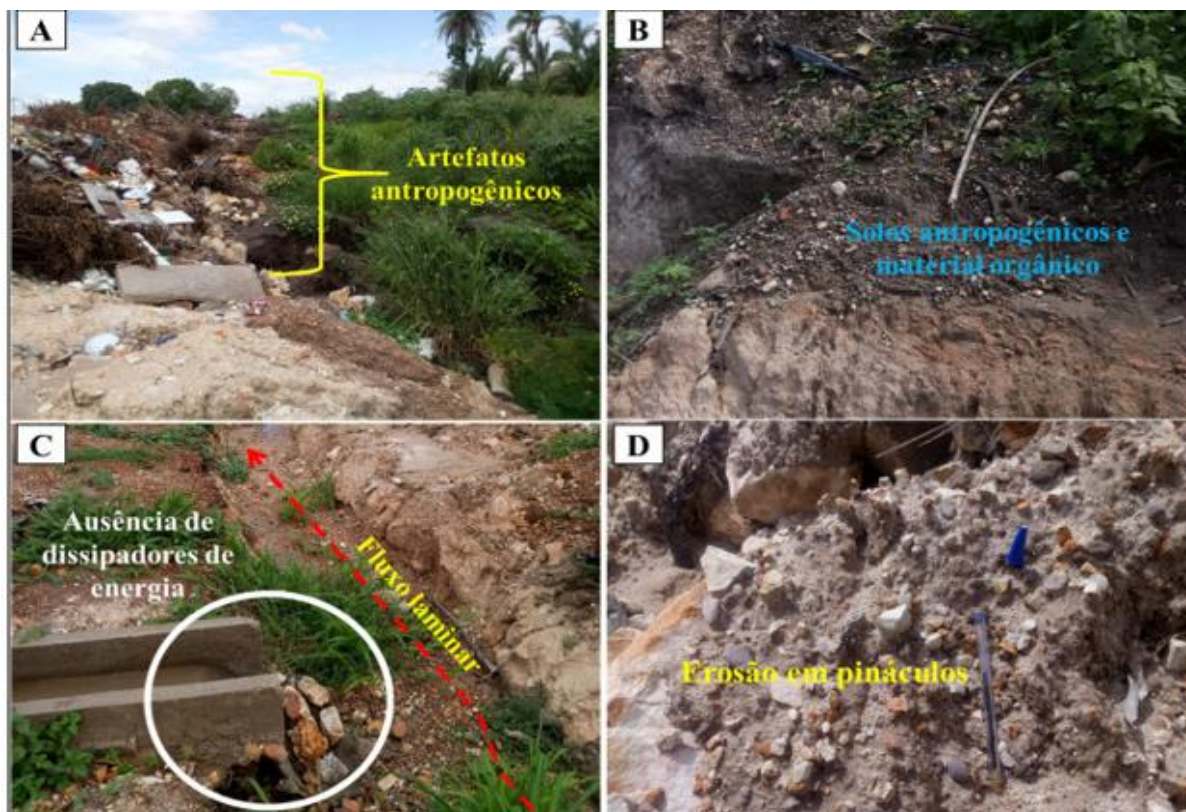
Dessa forma, é importante mencionar que, tanto na vertente dos morros recortados como nas superfícies rebaixada/desgastada inexistente a presença de hidrossemeadura, o que caracteriza a ação mais acentuada dos processos intempéricos. Foram identificados ainda a ocorrência de material inconsolidado e pequenos blocos de rochas possivelmente utilizados para regular o processo erosivo causado pela drenagem da água na vertente, como verificado na Figura 3D.

A construção da via já apresenta algumas sarjetas, entretanto, a ausência dos dissipadores de energia possibilita a ocorrência de processo erosivo acelerado (Figura 3E), inclusive provocando pequenos sulcos e ravinas, além da existência de áreas com ocorrência de remodelagem do terreno.

O aterro na Figura 3A, composto por material terroso e materiais antrópicos (plásticos, vidros e de construção civil) foram classificados como *Úrbico* conforme Fanning e Fanning (1989), e de acordo com sua gênese como *construído* (OLIVEIRA, 1990). O aterro depositado na encosta (Figura 3D), foi classificado como *Espólio* conforme Fanning e Fanning (1989), como *Construído* para Oliveira (1990) e *Direto* de acordo com Nolasco (2002).

O segundo ponto (Lat. 5° 9' 14.15''S / Long. 42° 47' 21.8''W) está localizado no centro da sub-bacia PD09, consiste em uma área de aproximadamente 5.300m<sup>2</sup> do seu entorno com a existência de poucas moradias, todas ao lado esquerdo (sentido Ponto 1-Ponto 2) da avenida em direção ao rio Poti, no lado direito da via, o local é utilizado para descarte de lixo pelos moradores, foi encontrado em grande quantidade materiais plásticos, madeira, rejeitos de construção, isopor, fragmentos de vidros, material orgânico, objetos domésticos e outros rejeitos sólidos (Figuras 4A e 4B).

**Figura 4** – Caracterização dos depósitos e feições tecnogênicas do Ponto 2 e entorno



Organização: os autores (2020).

Legenda: Em A, deposição de artefatos antropogênicos; em B, solos tecnogênicos e material orgânico; em C, rochas em uma tentativa de diminuir a velocidade de escoamento da água pela sarjeta, além de processo erosivo marginal à via; e em D, erosão em pináculos

Em alguns pontos visualiza-se depósitos tecnogênicos de origem orgânica (Figura 4B) somado a alguns materiais sólidos, plásticos e de construção. Ainda no mesmo local, a via

apresenta pequenas feições tecnogênicas: sarjetas com dissipadores de energia rudimentares (Figura 4C) para diminuir os processos erosivos na vertente; e também pequenos pináculos no solo, em função dos materiais antrópicos (Figura 4D). Os pequenos materiais sólidos (cascalhos e seixos de cimento) resistem e protegem o solo dos processos erosivos, formando os pequenos pináculos.

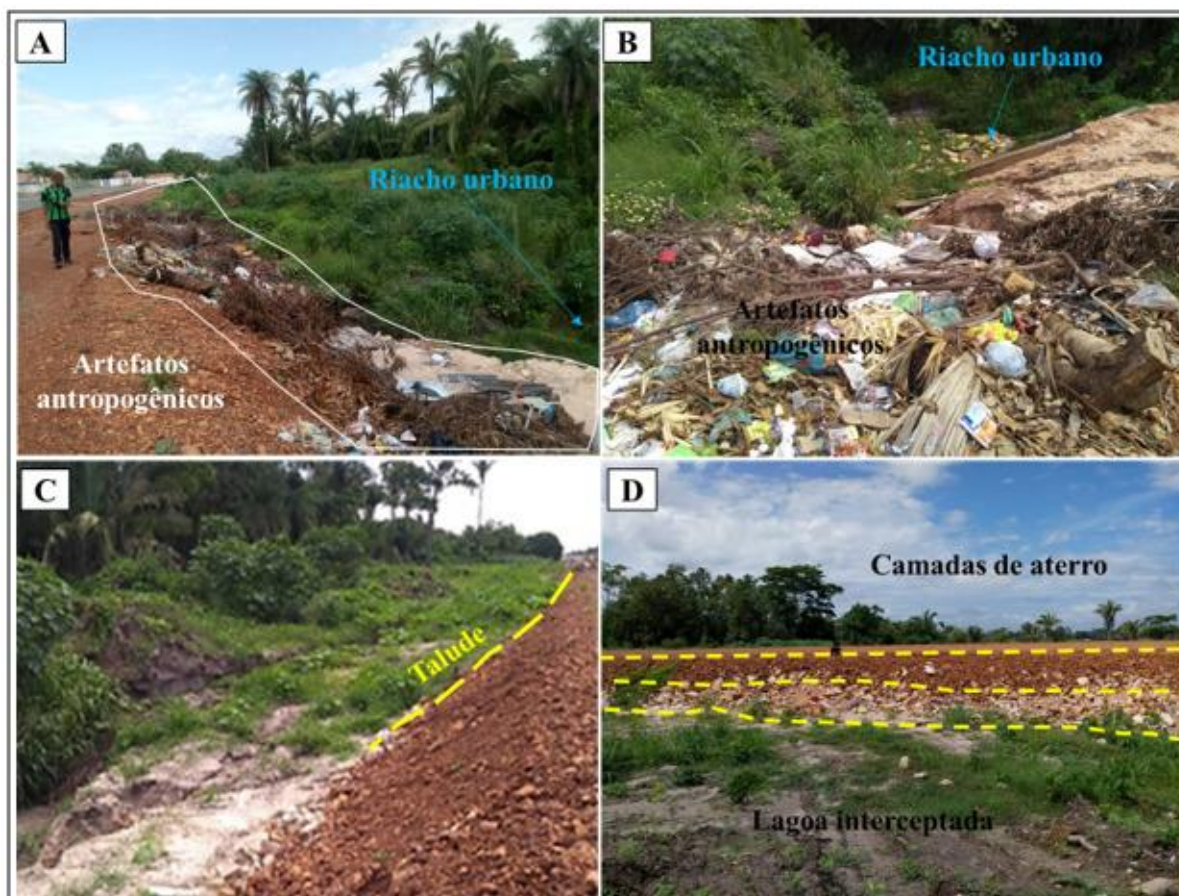
Os depósitos tecnogênicos (Figura 4A e 4B), foram classificados como Gárbicos e Úrbicos conforme a proposta de Fanning e Fanning (1989), e considerando seus processos de gênese foram classificados como construídos (diretos) Nolasco (2002), principalmente pela ação de deposição de lixo no local.

O terceiro ponto (Lat. 5° 9' 14.1''S / Long. 42° 47' 21.8''W) corresponde ao limite da sub-bacia PD09 em direção a noroeste. No lado direito (sentido Ponto2-Ponto 3) da Av. Ulisses Marques observa-se a existência de um riacho urbano estruturado em galeria (tamponado). O canal e suas margens recebem grande quantidade de lixo tornando possível a formação de depósitos tecnogênicos fluviais e terrestres.

A formação desses depósitos tecnogênicos dialoga com os moradores do local, que despejam materiais como madeira, plásticos, vidros, rejeitos de construção civil, isopor, cerâmica, móveis e material orgânico. Ainda ocorre depósitos orgânicos com pequenos fragmentos plásticos e materiais de construção (Figura 5B), isso somado à ausência de um serviço eficiente de coleta de lixo até o momento da construção da Av. Ulisses Marques.

O solo dessa área, após as obras da avenida passou a apresentar três tipos de coberturas tecnogênicas facilmente perceptíveis a olho nu, a citar: arenosa, orgânica e pedregosa, às quais tratam-se de aterros (Figura 5D), também é possível visualizar a espessura da camada que constitui o aterro da via, a qual mensura cerca de 2m (Figura 5C).

**Figura 5** – Caracterização dos depósitos e feições tecnogênicas do Ponto 3



Organização: os autores (2020).

Legenda: Em A, deposição de artefatos antropogênicos às margens de um riacho urbano, e, em segundo plano Mata dos Cocais; em B, artefatos antropogênicos e tamponamento de riacho; em C, fotografia em perfil e disposição do talude do aterro da via; e, em D, camadas de aterro e lagoa interceptada com aterro pela obra.

Os materiais antrópicos na Figura 5A e 5B (grande quantidade de material antrópico) foram classificados conforme a proposta de como Urbicos, e construídos. Já o aterro da Av. Ulisses Marques nas Figura 5C e 5D, (distantes aproximadamente 50 metros das anteriores) foi classificado como Espólio e Construído, ambos classificados conforme Fanning e Fanning (1989) e Oliveira (2002).

No quarto ponto ( $5^{\circ}02'55.5''S$   $42^{\circ}47'45.1''W$ ), localizado ao Norte na PD08 também ocorrem depósitos tecnogênicos semelhantes aos encontrados no terceiro ponto, entretanto, nota-se singularmente depósitos originários do processo de dragagem (Figura 6A), neste caso o material arenoso é retirado do próprio rio Poti, com vistas ao abastecimento da indústria da construção civil local.

No aterro para construção da via, foram identificados processos erosivos em sulcos e em ravinas modeladas pela drenagem da água da chuva (figuras 6B e 6C). Esta área compreende o ponto em que a via Ulisses Marques mais se aproxima do rio Poti, à uma distância menor que

100m, isso propicia a dragagem do material do rio. A formação de sulcos e ravinas indicam a fragilidade do aterro em relação aos processos erosivos, e mais que isso, indicam que as atividades humanas alteraram consideravelmente a dinâmica natural do local, dessa forma, a erosão antrópica na forma dessas feições - sulcos e ravinas - são indicativos importantes da tecnogênese.

Por se tratar de uma Área de Preservação Permanente (APP), é relevante mencionar alguns impactos possíveis decorrentes das obras em andamento no local. As imagens de satélite constataram que a dragagem ocorre desde 2005 no mesmo local, sendo que o local de depósito desses materiais dragados remonta uma área de aproximadamente 7.390m<sup>2</sup>. A constante extração de material fluvial do Rio Poti pode provocar a alteração de sua hidrodinâmica além de poder gerar suspensão de sedimentos em seu leito, podendo contribuir para o assoreamento e a formação de bancos de areia à jusante.

A diminuição da vegetação nas margens do rio em detrimento das obras, intensifica a descaracterização ambiental e conseqüentemente a quantidade de material sedimentar que será carregado para o leito do rio, potencializando problemas como assoreamento e riscos de inundação. Importante ressaltar que o rio Poti nesse local está no seu trecho final de confluência com o rio Parnaíba. Ainda referente ao quarto ponto, testemunha-se uma lagoa marginal (Figura 6D) com escoamento retido em função da deposição de aterros, que incluem o material de dragagem e de aterro, somando-se à deposição de artefatos e materiais antropizados, como lixo doméstico, madeira e vidro (Figura 6E).

**Figura 6** – Caracterização dos depósitos e feições tecnogênicas do Ponto 4



Organização: os autores (2020).

Legenda: Em A, acúmulo de material dragado do rio Poti; em B e C, existência de processos erosivos; em D e E, depósitos tecnogênicos e aterramento de lagoa.

Os depósitos tecnogênicos do quarto ponto foram classificados conforme a classificação de Fanning e Fanning (1989) como materiais Dragados (Figura 6A); Úrbicos (solo fluvial utilizado como aterro na Figura 6D), além de Espólicos; Gárbicos (material utilizado para aterramento de lagoa na Figura 6E), além do aterro da avenida, classificado como Úrbico. E classificados como construídos ou diretos conforme Nolasco (2002) e Oliveira (1990) por se tratarem de materiais formados diretamente ou intencionalmente pela ação humana cumprindo as funções de aterros para a avenida e adjacentes a ela, bem como do aterramento de lagoas.

As feições (Figuras 6B e 6C), podem ser classificadas como induzidas, pois foram formadas em consequência das atividades direcionadas às obras da construção da Av. Ulisses Marques. As áreas das sub-bacias estão sofrendo grande influência antrópica, em especial das habitações e obras provenientes da construção da Avenida Ulisses Marques. Os quatro pontos analisados apresentaram especificidades decorrentes dos processos naturais (erosão, drenagem e topografia) e não-naturais (interferência humana).

No tocante aos aspectos geológicos e geomorfológicos, parte significativa da região trata-se de uma área naturalmente inundável que associada às obras, sofre uma considerável alteração de sua dinâmica natural. Tal alteração é responsável por materializar alguns impactos como a intensificação dos processos erosivos e gênese de depósitos e feições tecnogênicas. Estes materiais geralmente são modificados ou transportados e especificamente na área de estudo podem gerar impactos ambientais e socioambientais futuros.

## **5 Considerações Finais**

Considera-se que a construção da avenida já valoriza a região e abre espaço para diversos empreendimentos futuros. Paralelo a isso, a mudança do sistema ambiental na perspectiva do tecnógeno pode gerar alguns problemas socioambientais urbanos como alagamentos, inundações e insalubridade, sendo já notório a existência de impactos à dinâmica hídrica e geomorfológica local com o aterramento de lagoas e alterações no relevo.

A tecnogênese ocasionou o surgimento de expressivos processos erosivos em formas de sulcos e ravinas, que, somados aos aterros e assoreamento, favorece ainda modificações na pedogênese com a deposição de novas camadas sobre os solos, ou na própria modificação dos solos e na alteração dos seus processos de formação.

A ocupação urbana às margens da avenida fica marcada pela grande quantidade de resíduos sólidos descartados de maneira inapropriada. Dentre os encontrados pode-se citar

eletrodomésticos, resíduos de construção civil (sem relação com a obra da avenida), plásticos, materiais orgânicos, vidros, moveis variados, papel e pneu.

A área de estudo recebe grande interferência antrópica, tanto na construção da via como do tecido populacional nas proximidades. A falta de fiscalização pode ser apontada como um fator intensificador dos impactos como a dragagem irregular, o desrespeito com a APP e os aterros das sub-bacias, muitos inclusive sem aparente utilização. Cabe ressaltar a fragilidade preexistente do local por parte da região se tratar de uma planície de inundação.

Outro fato a ser trabalhado é a conscientização ambiental da população e o direcionamento de serviços públicos voltados para a coleta de lixo local, uma vez que grande quantidade de resíduos sólidos são descartados inadequadamente às margens dos riachos e lagoas.

Foi possível identificar e classificar depósitos tecnogênicos Gárbicos, Urbicos, Espólicos e Dragados, vale ressaltar que do ponto de vista da gênese, em geral os depósitos tecnogênicos encontrados foram classificados como construídos ou diretos, o que indica que as ações antrópicas desenvolvidas na área de estudo tiveram forte impacto na formação dos depósitos tecnogênicos e feições, sendo possível a identificação de muitos aterros com finalidades e motivações específicas (construção da via, aterramento de lagoa, dragagem).

As feições tecnogênicas identificadas, a citar os cortes de relevo, voçorocas, superfícies rebaixadas, constataam a influência humana sobre o modelado, mesmo que nesse caso seja em escala local.

A partir da pesquisa, foi possível concluir que as obras da construção da Av. Ulisses Marques e as demais atividades urbanas locais propiciaram a formação de depósitos e feições tecnogênicas, tendo em vista que esses materiais estão relacionados direta ou indiretamente com impactos ambientais e socioambientais. Cabe-se necessário um direcionamento mais eficiente no manejo dos depósitos tecnogênicos, a fim de diminuir os impactos e melhorar a qualidade de vida das populações que convivem mais próximas desses materiais, ou seja, dos grupos sociais que vivem às margens da cidade.

## Referências

ALMEIDA, F. F. M. et al. Províncias estruturais brasileiras. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 8., Campina Grande, 1977. **Anais...** Campina Grande, 1977.

FANNING, D.J.; FANNING, M.C.B. **Soil**: morphology, genesis and classification. New York: John Wiley & Sons, 1989.



FIGUEIREDO, L. G. E.; SILVA, S. L. F. Registros geomorfológicos da ação humana: evidências tecnogênicas no parque natural municipal da catacumba, Rio de Janeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 18., Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 2019.

LIMA, E. A. M.; BRANDÃO, R. L. Geologia. In: PFALTZGRAFF, P. A. S.; TORRES, F. S. M.; BRANDÃO, R. L. (Orgs.) **Geodiversidade do estado do Piauí**. Recife: CPRM, 2010.

LIMA, I. M. M. F.; AUGUSTIN, C. H. R. R.. O Relevo de Teresina, PI: compartimentação e dinâmica atual. In: ENCONTRO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM GEOGRAFIA, 9., Goiânia. **Anais...** Goiânia, 2011.

MATHIAS, D. T.; NUNES, J. O. R. A dinâmica geotecnogênica em áreas periurbanas: município de São Pedro (SP). **Geosul**, v. 34. 2019.

MENDES, L. C; FELIPPE, F. M. A geomorfologia do tecnógeno e suas relações com o rompimento da Barragem Fundão (Mariana, Minas Gerais). **Revista de Geografia PPGEO – UFJF**, v. 6, n.4. 2016.

MIYAZAKI, L. C. P. Depósitos tecnogênicos: uma nova perspectiva de leitura geográfica. **Quaternary and Environmental Geosciences**, v. 5, n. 2, p. 53-66, 2014.

NIR, D. Man, a geomorphological agent: an introduction to anthropic geomorphology. Jerusalem: Keper Publishing House, 1983. 165p

NOLASCO, M. C. **Registros geológicos gerados pelo garimpo**. Lavras Diamantinas – BA. Tese (Doutorado). Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 316p. 2002.

NUNES, H. K. B.; SILVA, J. F. A.; AQUINO, C. M. S. Aspectos geológicos e geomorfológicos da porção da bacia hidrográfica do rio Poti em Teresina/Piauí: contribuições para o planejamento ambiental. **Revista Equador**, v. 6, 2017.

OLIVEIRA, A. M. S. Depósitos tecnogênicos associados a erosão atual. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 6., Salvador. **Anais...** Salvador, 1990.

PELOGGIA, A. U. G. A ação do homem enquanto ponto fundamental da geologia do tecnógeno: proposição teórica básica e discussão acerca do caso do município de São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 27, n. 3. 1997.

PELOGGIA, A. U. G. Conceitos fundamentais da análise de terrenos antropogênicos: o estudo da agência geológico-geomorfológica humana e de seus registros. **Revista do Instituto Geológico**, v. 40. 2019.

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

SANTOS FILHO, R. D. Antropogeomorfologia Urbana. In: GUERRA, A. J. T. (Org.) **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

SEMDEC. Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico e Turismo/ Prefeitura Municipal de Teresina. **Guia do investidor: indicadores econômicos e turísticos de Teresina 2013-2016.** Teresina: SEMDEC, 2016.

SEMPPLAN. Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação/ Prefeitura Municipal de Teresina. **Teresina em dados e números.** Teresina: SEMPLAN, 2019.

SEMPPLAN. Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação/ Prefeitura Municipal de Teresina. **Plano Diretor de Drenagem Urbana de Teresina.** Teresina: SEMPLAN/ CONCREMAT, 2012.

SILVA, E. J. **A formação de depósitos tecnogênicos entre o médio-baixo curso do Ribeirão Quati – Londrina – PR.** 2017. 103 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Centro de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Londrina, Paraná, 2017.

TER-STEPANIAN, G. The Beginning of Technogene. **Bulletin of International Association of Enginnering Geology**, n 38, 1988.

TRINDADE, G. R. L. et al. Indicadores de impactos ambientais na sub-bacia do córrego Caveirinha, Goiânia-Goiás. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E SUSTENTABILIDADE, 2., Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu, 2019.