

MODIFICAÇÕES NO RELEVO DA CIDADE DE TIMON, MARANHÃO: UMA ANÁLISE A PARTIR DA GEOMORFOLOGIA ANTROPOGÊNICA

Modifications in the relief of the city of Timon, Maranhão: an analysis from the anthropogenic geomorphology

Modificaciones en el relieve de la ciudad de Timón, Maranhão: un análisis desde la geomorfología antropogénica

Rafael José MARQUES – Universidade Federal do Piauí (UFPI)

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8451-4337>

URL: <http://lattes.cnpq.br/1623920186202802>

EMAIL: rafaelmarques.geo@gmail.com

Iracilde Maria de Moura Fé LIMA – Universidade Federal do Piauí (UFPI)

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3936-180X>

URL: <http://lattes.cnpq.br/6880418044055731>

EMAIL: iracildemourafelima@gmail.com



RESUMO

A Geomorfologia Antropogênica como abordagem de análise na pesquisa geomorfológica e geográfica passa ser compreendida como categoria de análise, sobre os processos, materiais e formas geradas pelo homem, na paisagem, sobretudo no relevo. Este trabalho tem como objetivo compreender as modificações nas formas de relevo da cidade, sobretudo nas sub-bacias hidrográficas da cidade de Timon, MA, com mudanças em canais fluviais, lançamentos de aterros e extração de materiais de origem coluvial para uso na construção civil, tendo grande aproveitamento econômico local, sendo largamente empregado. A metodologia aplicada nesta pesquisa ocorreu partir da perspectiva da geomorfologia antropogênica, associados à cartografia retrospectiva, que busca à identificação de mudanças antrópicas ao longo do tempo e do espaço, com auxílio de técnicas da cartografia do geoprocessamento e sensoriamento remoto, para identificações das modificações no terreno. Os resultados apontam que as formas de relevo identificadas, são formas geradas por ações humanas, ações essas que são derivadas do processo de urbanização, expansão imobiliária, e da extração de materiais para a construção civil, usados no crescimento urbano e residencial da cidade. Essas modificações, nas formas de relevo (morros, colinas) e em canais fluviais degradados, gerando estados de perturbação, especialmente no relevo. Portanto, percebendo que o homem exerce, por diversas ações, feições no relevo ao executar atividades econômicas, como, por exemplo, extração e exploração mineral de uso de materiais nas construções de habitações, infraestrutura viária, transporte e outros.

Palavras-chave: Estados de Perturbação; Geomorfologia Antropogênica; Timon.

Histórico do artigo

Recebido: 23 dezembro, 2022

Aceito: 14 fevereiro, 2023

Publicado: 10 abril, 2023

ABSTRACT

The Anthropogenic Geomorphology as an approach of analysis in geomorphological and geographic research is now understood as a category of analysis, about the processes, materials and forms generated by man, in the landscape, especially in the relief. This work aims to understand the modifications in the forms of relief of the city, especially in the sub-basins of the city of Timon, MA, with changes in river channels, landfills and extraction of materials of colluvial origin for use in construction, having great local economic use, being widely employed. The methodology applied in this research occurred from the perspective of anthropogenic geomorphology, associated with retrospective cartography, which seeks the identification of anthropic changes over time and space, with the aid of geoprocessing cartography techniques and remote sensing, for identification of changes in the terrain. The results indicate that the identified relief forms are forms generated by human actions, actions that are derived from the urbanization process, real estate expansion, and the extraction of materials for construction, used in the urban and residential growth of the city. These modifications, in the forms of relief (hills, hills) and in degraded river channels, generate states of disturbance, especially in the relief. Therefore, realizing that man exerts, by various actions, features in the relief to perform economic activities, such as, for example, extraction and mineral exploration, use of materials in housing construction, road infrastructure, transportation and others.

Keywords: States of Disturbance; Anthropogenic Geomorphology; Timon.

RESUMEN

La Geomorfología Antropogénica como enfoque de análisis en la investigación geomorfológica y geográfica se entiende hoy como una categoría de análisis, sobre los procesos, materiales y formas generados por el hombre, en el paisaje, especialmente en el relieve. Este trabajo tiene como objetivo comprender las modificaciones en las formas de relieve de la ciudad, especialmente en las subcuencas de la ciudad de Timón, MA, con los cambios en los cauces de los ríos, los vertederos y la extracción de materiales de origen coluvial para su uso en la construcción, teniendo gran uso económico local, siendo ampliamente empleado. La metodología aplicada en esta investigación se dio desde la perspectiva de la geomorfología antropogénica, asociada a la cartografía retrospectiva, que busca la identificación de los cambios antrópicos a lo largo del tiempo y del espacio, con el auxilio de técnicas de geoprosesamiento cartográfico y teledetección, para la identificación de cambios en el terreno. Los resultados señalan que las formas de relieve identificadas son formas generadas por acciones humanas, acciones que se derivan del proceso de urbanización, expansión inmobiliaria y extracción de materiales para la construcción, utilizados en el crecimiento urbano y residencial de la ciudad. Estas modificaciones, en forma de relieve (colinas, cerros) y de cauces fluviales degradados, generan estados de perturbación, especialmente en el relieve. Por lo tanto, al darse cuenta de que el hombre ejerce, por diversas acciones, características en el relieve para realizar actividades económicas, tales como, por ejemplo, la extracción y exploración de minerales, el uso de materiales en la construcción de viviendas, infraestructura vial, transporte y otros.

Palabras clave: Estados de perturbación; Geomorfología antropogénica; Timon.

1 INTRODUÇÃO

As modificações antropogênicas no relevo, trazem à tona um debate, que é a ação do homem como agente modelador ou que transforma as formas da superfície terrestre e com isto, traz consequências. E como proposta de análises, surge a geomorfologia

antropogênica. Trabalhos com propostas teórico-metodológicas tiveram destaque nesta abordagem de estudos tais como Nir (1983), que apresenta o homem como importante agente geomorfológico, Szabó (2013) que classifica as principais subdivisões da geomorfologia antropogênica, Fujimoto (2005) e Rodrigues (1997; 2005; 2010); E ainda com contribuições de Peloggia (1997); Gouveia (2010); Luz (2017); França Junior (2020). E somando-se ainda Guerra (2011) e Guerra e Marçal (2018), que tratam sobre geomorfologia urbana e geomorfologia ambiental, respectivamente.

Peloggia (2005) destaca que é importante entender o ser humano como elemento modelador dessas transformações e reconhecer a sua capacidade de criar e recriar o ambiente baseado nos seus próprios interesses temporal, ou seja, o homem conseguindo fazer as propriedades e o modo de ser a natureza, combinarem-se de maneira original. Para Rodrigues (2005) e Santos Filho (2011) a geomorfologia antropogênica, é uma especialidade derivada da Geomorfologia, pode ser compreendida como o estudo do ambiente resultante da presença e da intervenção antropogênica.

Esta área do conhecimento enfatiza os estudos ambientais e urbanos num determinado espaço/ambiente de concentração humana e, como lugar de alterações geomorfológicas, tendo o ser humano como modelador da superfície terrestre.

Sob a perspectiva sistêmica, as formas de relevo são entendidas como resultado contínuo de ações endógenas e exógenas, com forte atuação do clima e elementos bióticos e também com antrópicos, com materiais, processos e novas formas de relevo. É compreendida como um sistema aberto e dinâmico, apresenta constante relação entre forças naturais e antropogênicas. A geomorfologia antropogênica surge, assim, como um ramo da Geomorfologia que tem como objetivo analisar os impactos nos solos e as alterações no relevo provocadas pela ação humana (GOUDIE, 1993). Nesta perspectiva, a ação antrópica passa a ser considerada como promotora de novos processos (GOUVEIA, 2010).

A morfologia antropogênica, faz referência à ação humana sobre as formas de relevo (RODRIGUES, 2005). Felds (1957), Casseti (2001) e Guerra (2010), deram ênfase às transformações na superfície da Terra provocadas pela ação antrópica, ao destacarem que o homem intervém no meio físico na qualidade de agente geomorfológico com o emprego da técnica e com uso de ferramentas de trabalho, em especial as atividades de mineração e a própria urbanização.

Nir (1983) traz as bases para a Geomorfologia Antrópica, como o termo que caracteriza as distintas formas de intervenção do homem sobre o relevo, por destacar as

particularidades da ação humana em diferentes ambientes, (áreas rurais, urbanas, florestas, mineração, entre outros). Entretanto, este trabalho se diferencia por apresentar um roteiro metodológico de análise destas intervenções que leva em consideração a dinâmica do sistema socioeconômico e a veiculação das alterações morfológicas a uma escala de tempo histórica.

Para Haff (2001) as implicações antrópicas envolvidas nas taxas de denudação das vertentes e de deposição de sedimentos a partir das distintas formas de organização das sociedades. Esta discussão abrange também as modificações impostas por obras de engenharia às características espaciais das formas do relevo.

No intuito de constituir uma análise das modificações no relevo, a abordagem da geomorfologia antropogênica, com bases teórico-metodológicas, tenta entender fatores e consequências dessas mudanças averiguadas, com realização de trabalhos de campo e gabinete, utilizando-se da cartografia geomorfológica e técnicas de geoprocessamento e com dados tratados em ambiente computacional de um Sistema de Informação Geográfica - SIG, para gerar mapas temáticos e representar as formas e feições identificadas em campo. Com análise temporal do processo histórico de ocupação, e a partir do recorte espacial em sub-bacias hidrográficas no perímetro urbano, faz-se como elemento integrador para análise e investigação das formas modificadas no relevo da cidade de Timon.

Tendo também as bases teóricas dos trabalhos de Ross (1992); complementados com as contribuições de Gouveia (2010); Luz (2017); França Junior (2020). Além de Lima (2015; 2016) que contribui sobre a caracterização do relevo na Bacia do Parnaíba.

Desta forma, tem-se a como justificativa compreender as modificações nas formas de relevo da cidade, sobretudo em determinadas sub-bacias hidrográficas no perímetro urbano de Timon, MA, com mudanças em canais fluviais, aterros e extração de materiais de origem coluvial e sedimentares para uso na construção civil. Diante disto o objetivo deste trabalho é compreender as modificações no relevo e nas sub-bacias hidrográficas em ambiente urbano, bem como identificar os estados de perturbação e mapear as formas de relevos antropogênicos.

Essas transformações ocorrem ao logo do tempo recente e nos locais onde ocorrem a extração, tendo como base geológica a formação Pedra de Fogo, com grande aproveitamento econômico local, sendo largamente empregadas na construção civil, além dos depósitos aluvionares e coberturas detríticas (CPRM, 2011). E nesta formação geológica presente, os materiais extraídos e utilizados são barro, areia, massará e seixos,

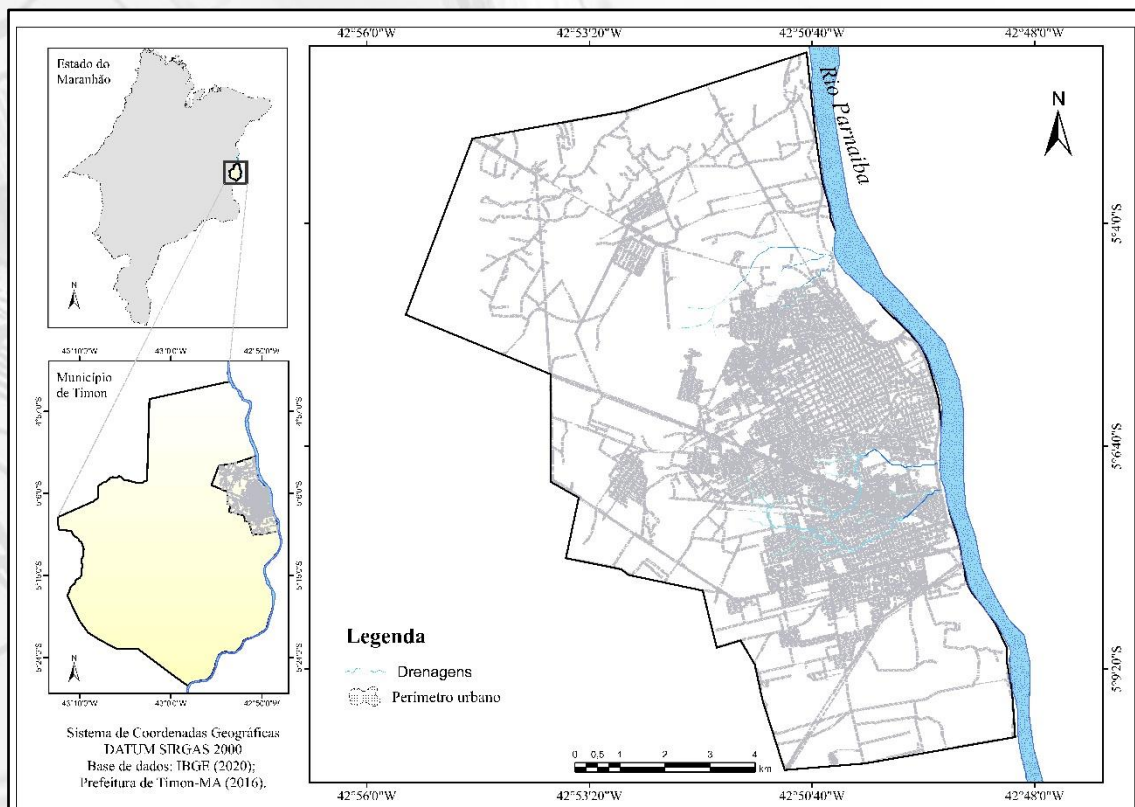
minerais não metálicos.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área de estudo

O município de Timon, pertence ao Estado do Maranhão, localizado a leste desse estado, em predominância na bacia do Rio Parnaíba, entre as coordenadas geográficas 05°6'44.60"S; 42°49'25.55"O e 5° 4'53.06"S; 42°50'37.65"O Sua área municipal é de 1.764,612 km², com uma população de 170.222 mil habitantes estimada para o ano de 2020 (IBGE, 2021), estando à 425 km da capital São Luís na região intermediária de Caxias e sede da região imediata, (IBGE, 2021) (Figura 01).

Figura 01 – Localização da cidade de Timon (MA), Brasil



Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

2.2 Procedimentos metodológicos

O presente trabalho teve como início as observações na cidade, pelas mudanças no relevo, por seguinte, a busca de bases teóricas sobre o tema e por sequência elaboração

de mapa geomorfológico que ocorreu a partir da interpretação da carta topográfica folha SB.23-X-D-II de Teresina-PI, de 1966, da Diretoria de Serviço Geográfico (DSG), Exército Brasileiro, onde Timon se encontra inserido, com escala cartográfica de 1:50.000, trabalhos de campo com registros e anotações. Foram realizadas pesquisas com fotografias aéreas de 1983, disponibilizadas pela Prefeitura Municipal de Teresina, aerofotogramétrica Teresina-PI, de 1983, em escala de 1:15.000.

No mapeamento geomorfológico, a partir de referenciais e observações de campo, e com técnicas de geoprocessamento, utilizado dados vetoriais e matriciais como modelo digital de elevação, do tipo terreno, a partir de um raster coletado pelo Satélite Avançado de Observação Terrestre “DAICHI” (ALOS) e sensor PALSAR - Alaska Satellite Facility - ASF, da EarthData da NASA, com uma resolução espacial de 12,5 metros, um refinamento do produto original da missão Shuttle Radar Topography Mission (SRTM-NASA). O SIG, predominante utilizado para a geração dos mapas foi o software gratuito QGIS, (versão 3.20). E imagens ortomosaico do Google Earth. A realização do mapeamento contou com a utilização de materiais cartográficos, imagens de satélites, técnicas de interpretação, trabalhos de campo, análise de gabinete para elaborações de cartas temáticas utilizando procedimentos estabelecidos por Ross (1992); IBGE (2009); CPRM (2011); CPRM (2021).

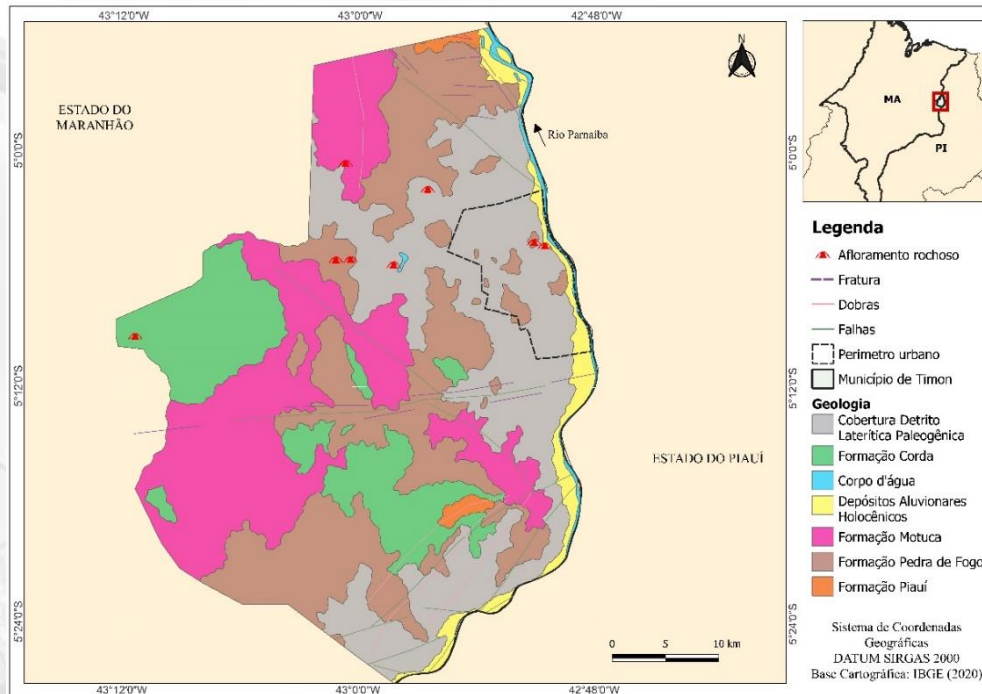
Com base nas caracterizações físicas do município, fez-se na área de estudo, um levantamento dessas características tais como geologia, hidrografia (realizando um recorte espacial na área urbana, com delimitação de sub-bacias). Com base em Cecílio e Reis (2006), que definem a microbacia como uma sub-bacia hidrográfica de área reduzida, não havendo consenso de qual seria a área máxima. Optou-se por trabalhar o termo sub-bacia, relevo, uso e ocupação, gerando dados cartográficos, auxílio de imagens aéreas históricas para a compreensão da geomorfologia pré-urbana e urbana.

2.2.1 Geologia

O município de Timon, está localizado na província sedimentar do Parnaíba. Em sua evolução passou por compartimentações com gêneses, estilos tectônicos, preenchimento sedimentar e idades distintas, ou seja, em um ciclo de deposição separados por discordâncias (CPRM, 2011). No território do município de Timon, a formação sedimentar está representado através das formações Piauí, Pedra de Fogo e Motuca datados do Permiano, segundo CPRM (2011). A distribuição espacial do afloramento

destas formações geológicas no município de Timon e da área de estudo com sua composição litológica e datação identificadas (Figura 02).

Figura 02 – Geologia do município de Timon (MA)



Fonte: IBGE (2020). Organização e Geoprocessamento dos autores (2022).

As características das formações das rochas que afloram na área de estudo refletem o interesse na mineração, mas também seus comportamentos geomorfológicos em relação aos agentes do intemperismo e erosão são atingidos, provocando visível modificação das formas naturais de relevos, gerando um relevo antropogênico.

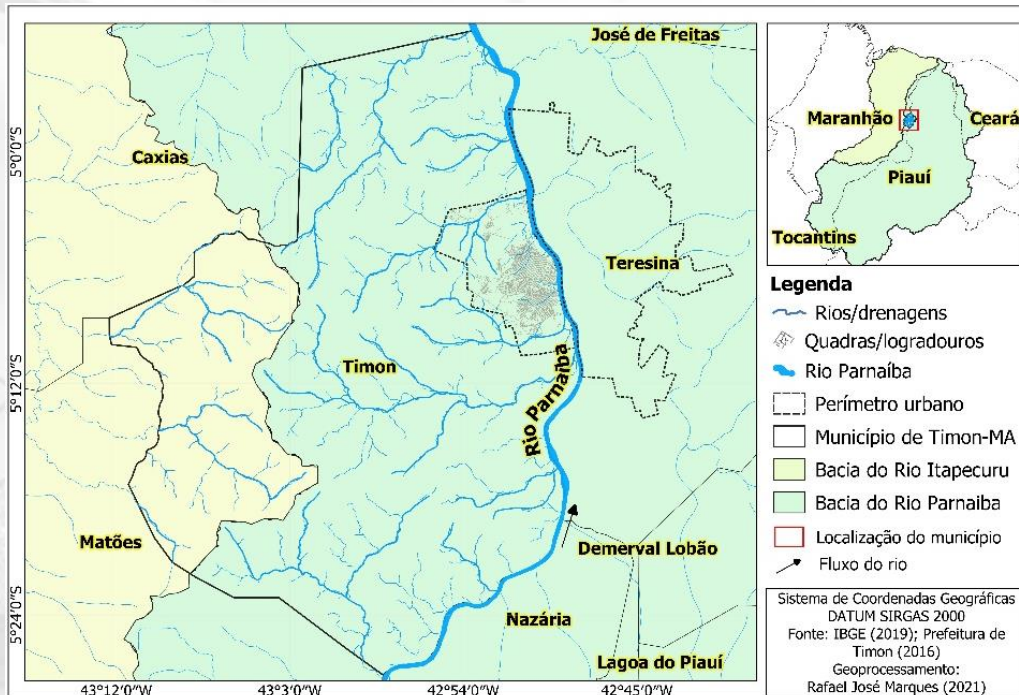
2.2.2 Bacia hidrográfica

Uma outra importante característica do meio físico presente na área de estudo, além da Província sedimentar Parnaíba, é a situação de Timon presente na Bacia hidrográfica do Rio Parnaíba (Figura 03) e nela, o recorte de três sub-bacias no perímetro urbano, as sub-bacia hidrográfica do riachos Açude, Bacuri e Pedras (Figura 03).

No perímetro urbano de Timon existe um grande número de áreas onde ocorre atividade mineradora relacionada à extração de argila, barro e outros materiais. Parte dos locais de extração são em determinados locais do perímetro urbano, com características

naturais e forma na superfície como morros, colinas, gerando taludes de corte e transformações na vertente.

Figura 03 – Município de Timon na bacia hidrográfica do rio Parnaíba e na bacia do Itapecuru



Fonte: IBGE (2020) e ANA (2020). Autores (2022)

E para melhor compreender e analisar, optou-se o recorte em bacias hidrográficas. Estas sub-bacias estão inseridas no perímetro urbano de Timon, nos seguintes bairros da cidade (Quadro 01).

Quadro 01 – Timon (MA): bairros onde as sub-bacias estão localizadas

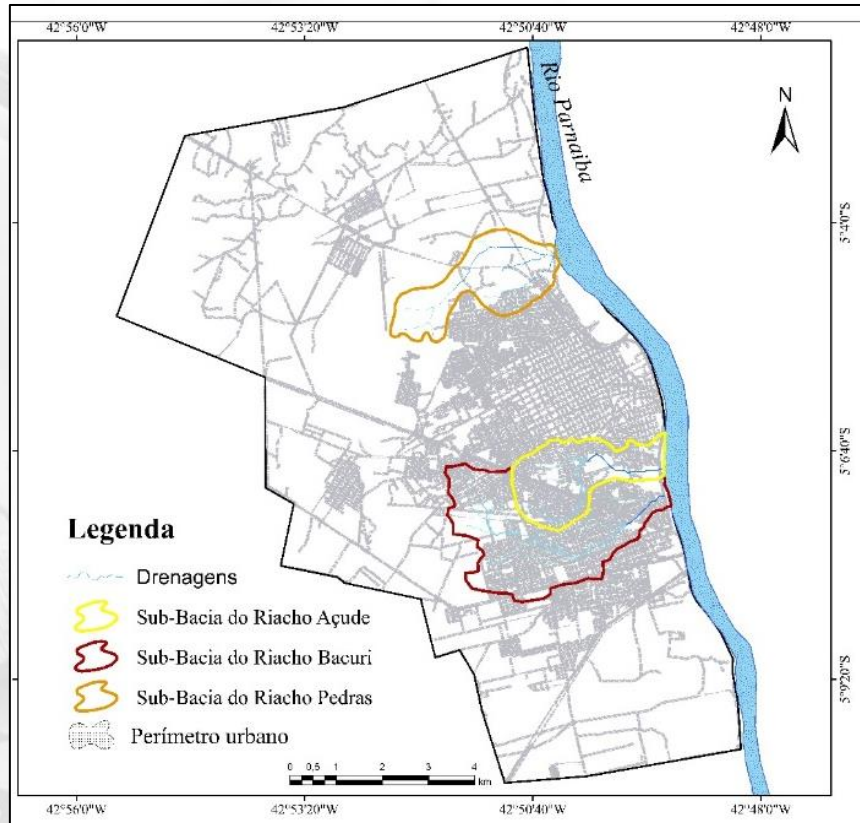
Sub-bacias	Bairros
Sub-bacia do riacho Açude	Cidade Nova; Formosa; Mateuzinho; Planalto Formosa; Pedro Patrício; Parque Aliança; São Marcos
Sub-bacia do riacho Bacuri	Cajueiro; Cidade Nova; Mateuzinho; Multirão; Vila Bandeirante; Parque Alvorada
Sub-bacia do riacho Pedras	Boa Vista; Boa Esperança; Cidade Industrial Norte; Marimar; São Francisco I / II

Fonte: autores (2022)

O recorte espacial de estudo está inserido nas sub-bacias hidrográficas dos riachos Açude, Bacuri e Pedras (Figura 04) por melhor representar e trabalhar as implicações dos efeitos da ação do homem sobre o relevo, com mudanças das formas naturais, tanto a

morfologia da superfície, e sobre os canais dessas bacias, para formas não mais naturais, trazendo uma geomorfologia antropogênica.

Figura 04 – Sub-bacias hidrográficas de Timon (MA)



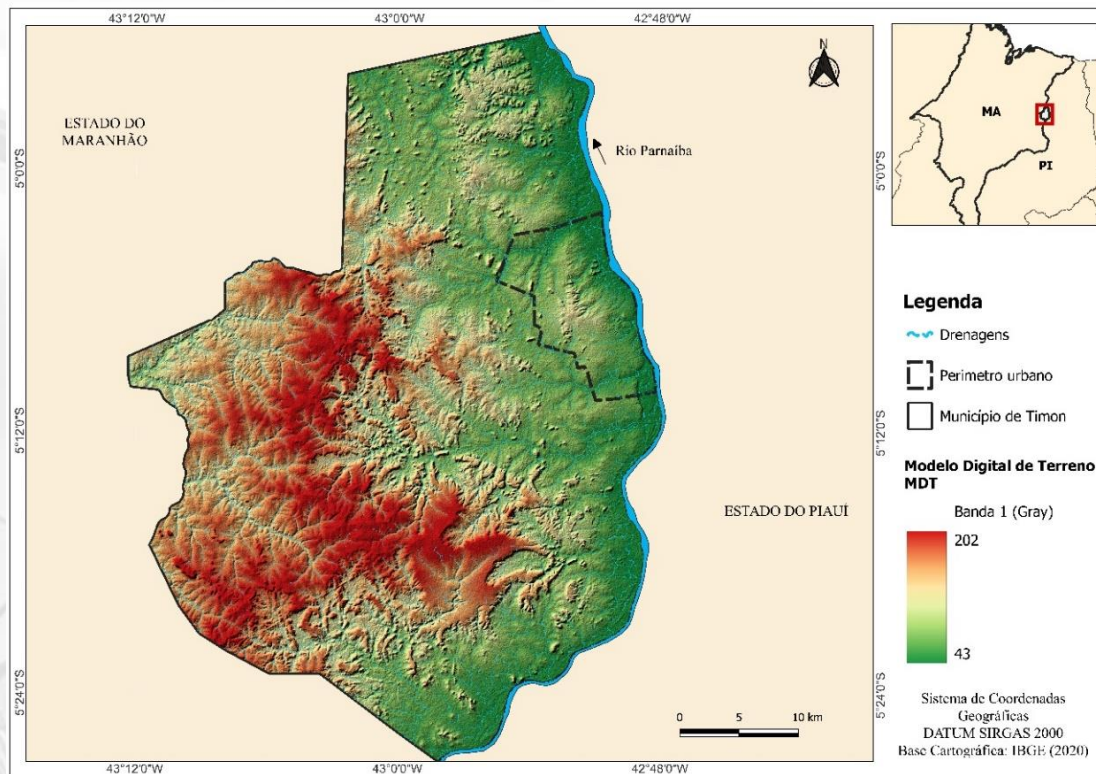
Fonte: IBGE (2020) PMT (2016). Autores (2022)

2.2.3 Unidades de relevo

As informações adquiridas acerca das unidades de relevo são com base na bibliográfica e do IBGE (2021), possuindo um mapeamento em escala regional para a geologia, geomorfologia, pedologia e vegetação. Também com dados de campo, e aquisição e interpretação de dados em mapas temáticos, sendo possível elaborar a delimitação das unidades geomorfológicas do município.

Em função de suas características geográficas e geológicas, Timon, pertence à Província Parnaíba que abrigará em sua superfície formas tabulares e subtabulares, feições típicas e dominantes em bacias sedimentares (CPRM, 2011). Com predominância de rochas sedimentares areníticas que apresentam planos de estratificações, e que sofre forte ação do intemperismo, por erosão, e desgaste climático (Figura 05).

Figura 05 – Hipsometria do município de Timon-MA



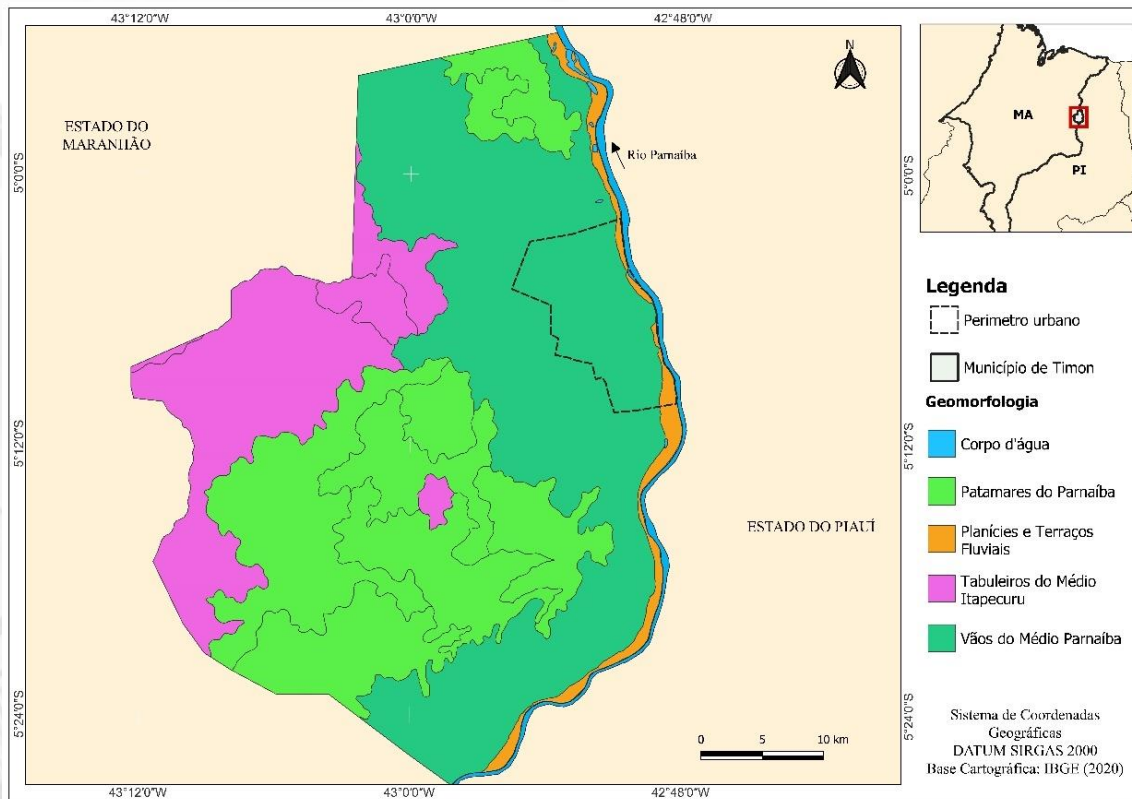
Fonte: MDE Alos Palsar; IBGE (2020). Geoprocessamento dos autores (2022)

Com as informações adquiridas e realizada análise bibliográfica, de campo, e aquisição e interpretação de dados geoespaciais através dos mapas temáticos, foi possível delimitar, com base no IBGE (2020), duas unidades geomorfológicas para a área de estudo. As de unidades de relevo são inerentes a esse mapa, essas unidades com suas respectivas descrições e características. Tais unidades são os vãos do médio Parnaíba e as planícies e terraços fluviais, abrangendo o perímetro urbano de Timon.

As vertentes resultantes desse processo, sofrem degradação e dissecação, dando origem a relevos com nitidez de formas, apresentando planaltos tabulares e subtabulares. A densidade de drenagem atua como fraca, com percolação e infiltração rápida (LACERDA; ALVARENGA, 2000 apud CARDOSO, 2013).

No mapa de geomorfologia buscou-se representar até o terceiro nível taxonômico do relevo no município de Timon, definidas como um arranjo de formas altimétrica e fisionomicamente semelhantes em seus diversos tipos de modelados. As camadas sedimentares, de modo geral, se apresentam quase horizontais, com declives suaves, resultantes de processos e mecanismos morfogenéticos (Figura 06).

Figura 06 – Unidades geomorfológicas de Timon (MA)



Fonte: IBGE (2020). Organização e Geoprocessamento: autores (2022)

Para uma validação do mapeamento geomorfológico apresentando anteriormente, foi elaborado um quadro sistemático (Quadro 02) de demonstração das informações trazidas pelo mapa da figura anterior, com as unidades de relevo presentes do município.

Quadro 02 – Unidades geomorfológicas identificadas no município de Timon (MA)

Domínios morfoestruturais	Unidades geomorfológicas
Depósitos Sedimentares Quaternários	- Terraço e Planície fluvial com modelado de acumulação.
Bacias de Coberturas Sedimentares Fanerozóicas	- Patamares do Parnaíba com modelado de dissecação homogênea, forma convexa. Com aprofundamento das incisões - médio. E densidade de drenagem - grosseira.
	- Patamares do Parnaíba, com modelado de dissecação homogênea tabular. Com aprofundamento das incisões - muito fraco. E densidade de drenagem - grosseira.
	- Tabuleiros do Médio Itapecuru com modelado de dissecação homogênea tabular. Com aprofundamento das incisões - muito fraco. E densidade de drenagem - muito grosseira.
	- Tabuleiros do Médio Itapecuru, com dissecação homogênea tabular. Com aprofundamento das incisões - fraco. E densidade de drenagem - grosseira.

	<ul style="list-style-type: none"> - Vãos do Médio Parnaíba, com modelado de dissecação homogênea tabular. Com aprofundamento das incisões - muito fraco. E densidade de drenagem - grosseira. - Vãos do Médio Parnaíba com modelado de aplanamento.
--	--

Fonte: Adaptado o IBGE, 2011, pelos autores, 2022.

As unidades de relevo identificadas, são de base no domínio morfoestrutural de depósitos sedimentares quaternários e bacias de coberturas sedimentares fanerozóicas, assim as unidades se dividem-se em: - planícies e terraços fluviais: Incluindo várzeas e terraços aluviais elaborados em depósitos sedimentares holocênicos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os relevos antropogênicos, quanto à forma de ocorrência, podem ser derivados de mudanças nas vertentes ou a partir dos depósitos de aluviões, (deposição de sedimentos) e aos colúvios (coberturas remobilizadas), amplas superfícies recobertas por depósitos tecnogênicos pouco espessos, em geral antigas várzeas (PELOGGIA, 1999). Nas mcicrobacias, nos seus canais, ocorrem aterros ou depósitos tecnogênicos. Quanto à composição dos depósitos, correspondem às características de materiais derivados de variados tipos, como úrbicos, gárbico, espólicos e dragados, segundo Fanning e Fanning (1989) apud França Junior (2020), conforme se observa no quadro 03).

Quadro 03 – Classificação dos depósitos tecnogênicos urbanos, segundo sua composição

Tipos de depósitos	Características dos depósitos
Materiais úrbicos	Trata-se de detritos urbanos, materiais terrosos que contêm artefatos manufaturados pelo homem moderno, frequentemente em fragmentos, como tijolos, vidro, concreto, asfalto, pregos, plástico, metais diversos, pedra britada, cinzas e outros, provenientes, por exemplo, de detritos de demolição (entulhos).
Materiais gárbicos	São depósitos de material detrítico como lixo orgânico, de origem humana e que, apesar de conterem artefatos em quantidade muito menores que a dos materiais úrbicos, são suficientemente ricos em matéria orgânica para gerar metano em condições anaeróbicas (lixo doméstico).
Materiais espólicos	Materiais terrosos escavados e redepositados por operações de terraplanagem em minas a céu aberto, rodovias ou outras obras civis. Depósitos de assoreamento, induzidos pela erosão acelerada. Seja como for, os materiais contêm pouquíssima quantidade de artefatos, sendo assim identificados pela expressão geomórfica “não natural” ou ainda por peculiaridades texturais e estruturais em seu perfil.
Materiais dragados	Materiais terrosos, provenientes da dragagem de cursos d’água e comumente depositados em diques em cotas topográficas superiores às da planície aluvial.

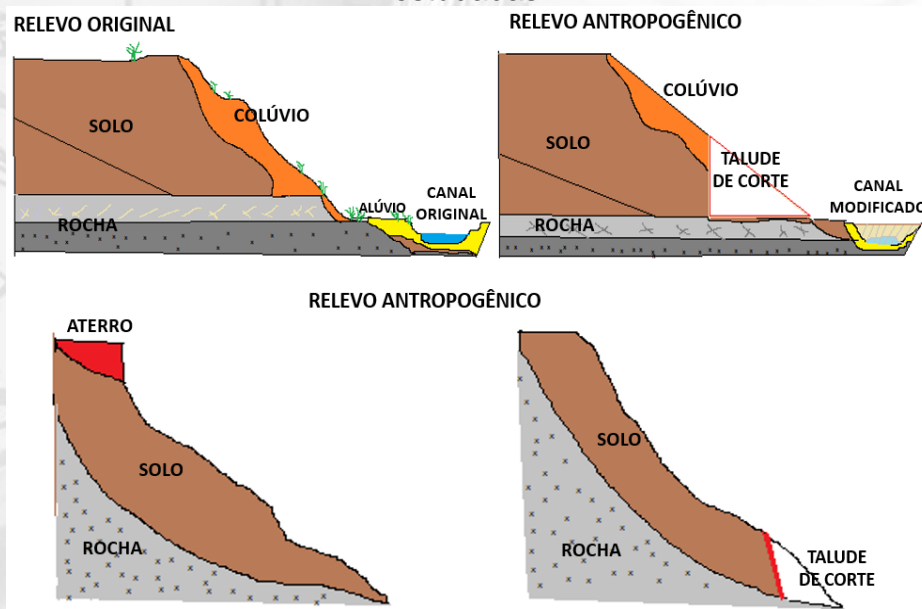
Fonte: Fanning e Fanning (1989), segundo França Junior (2020)

3.1 Estados de perturbação – canais fluviais

A morfologia antropogênica de Timon presente nas sub-bacias Açude, Bacuri e Pedras, apresentando feições relativamente de fácil reconhecimento por apresentar cicatrizes ou formas degradantes, com taludes de corte em colinas ou por planificação do terreno, aterramentos e ainda por modificação de canais fluviais ou de lagoas. No entanto, o que mais chama a atenção nessa morfologia são os aterros tecnogênicos identificados.

A antropogeneização do relevo, considerada por Luz (2017), decorre de diferentes agentes de intervenção nos períodos pré-urbano, urbano, urbano consolidado e urbano atual. A investigação das condições geotécnicas das unidades de relevo mostrou a existência de espessos depósitos argilosos de origem quaternária na base dos depósitos tecnogênicos. No intuito de representar as modificações no relevo, através de desenhos esquemáticos, da forma natural para a modificadas, com as características que correspondesse aos locais em estudo nas sub-bacias com feições possuindo características de relevo antropogênico, ou seja modificados pela ação humana nas pequenas bacias urbanas delimitadas (Figura 07).

Figura 07 – Timon (MA): Esquema do relevo antropogênico - bacias hidrográficas estudadas.



Fonte: Elaborados pelos autores (2022).

Pode-se averiguar aqui, as modificações que ocorrem em determinadas formas de relevo que o homem modifica gera cortes abruptos na vertente. Fujimoto (2005) destaca que pode se identificar configurações menores produzidas por processos morfogenéticos

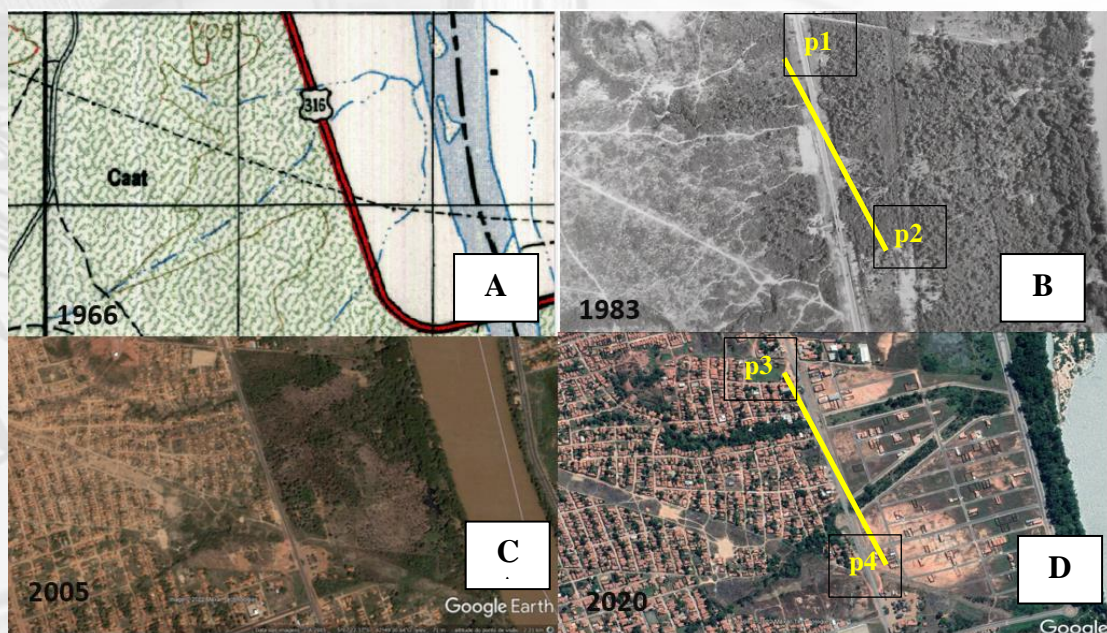
atuais e quase sempre induzidas pela ação humana, tais como sulcos erosivos, cones de dejeção tecnogênicos ou cicatrizes.

Essas áreas foram escolhidas por serem visualmente significativas para tentar explicar e compreender espacialmente as causas e as consequências dessa alteração morfológica. As análises preliminares dos dados obtidos em campo e em sistema de informação geográfica.

Dessa forma, a modelação aqui exposta, traz uma compreensão e visualização do relevo, e que, com base em Lima (2013), a superfície dissecada com baixos morros residuais se caracterizam pela ocorrência de vales dissecados e morros residuais arredondados (LIMA, 2013 apud BARBOSA, 2020).

Essas mudanças foram identificadas na dimensão do canal, em relação ao fluxo, largura, profundidade, inclinação das margens trechos de retificação do meandro para canal retilíneo, como também a supressão da vegetação, implicando em as transformações das paisagens hidrogeomorfológicas urbanas em curto e médio prazos (Figura 08).

Figura 08 – Modificação do canal do riacho, no baixo curso da bacia do Bacuri



Legenda: Em A - Carta topográfica DSG, Em 1966; Em B - fotografia aérea de 1983, com corte transversal para compreensão topográfico na figura seguinte; C - Imagem do Google Earth, de 2005; e D - imagem do Google Earth de 2020. Adaptado pelos autores (2022).

O recorte temporal da pesquisa que se pretendeu iniciar em 1990, teve sua base de análise uma fotografia aérea da década de 1980, buscando verificar a morfologia original da área estudada. Os pontos p1 a p2 do perfil são de 1983, e os pontos numerados de p3

a p4 no perfil são datados de 2020. Lima (2013), destaca que a morfodinâmica destas áreas é resultado dos processos de dissecação dos vales, gerado pela bacia hidrográfica do Rio Parnaíba e afluentes.

Essas formas de intervenção implicam em mudanças na dinâmica do canal fluvial, com erosão acelerada, sedimentação aluvial e assoreamento. Mudanças essas que não se limitam apenas à área próxima ao reservatório, mas podendo alcançar um longo trecho da bacia. E essa dinâmica implica na ocupação do leito menor ou maior ou até mesmo, no assoreamento do talvegue, através de técnicas hidráulicas das calhas fluviais, através de barramentos. Ao estado de perturbação mencionado refere-se as mudanças na paisagem que são evidenciados nas transformações da paisagem, especificamente sobre o relevo e a drenagem pelo processo do avanço imobiliário e demais equipamentos da urbanização.

3.2 Estado de perturbação - Extração mineral em morros e colinas

A necessidade de exploração de materiais minerais, mais especificamente para a construção civil na cidade de Timon está relacionada à intensificação do processo de urbanização e do crescimento imobiliário ocorrido na cidade. A necessidade de material para a realização construção civil imobiliária e para aterros em locais específicos implicou na supressão de morros baixos, morrotes, colinas tais os que estavam presentes nas sub-bacias dos riachos Açude, Bacuri e Pedras, destacado no tópico das perturbações nas bacias e mapa da geomorfologia pré-urbana nas bacias hidrográficas urbanas analisadas.

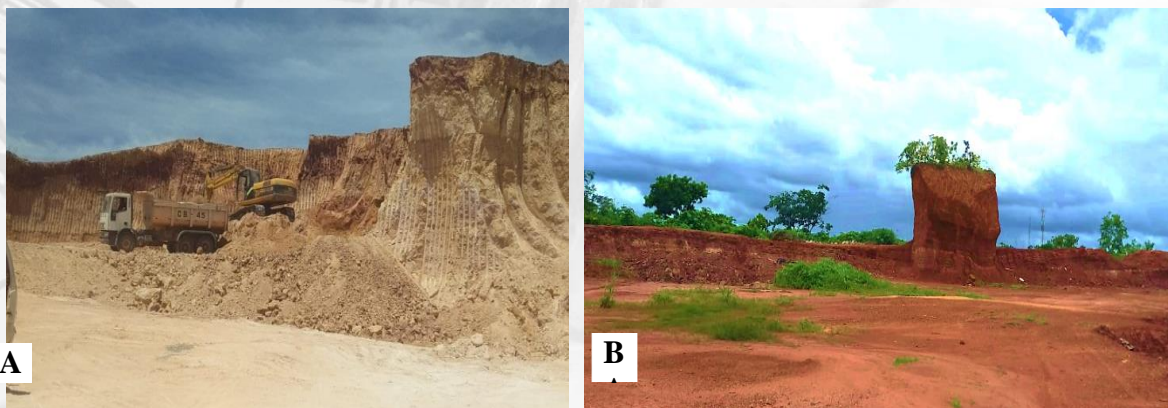
E essa necessidade causa mudança na morfologia das bacias, contendo morros e colinas, que marcam mudanças na morfologia do sistema interfluvial, e nos materiais superficiais. Esse fato possibilitou modificações ocorridas com a morfologia do relevo – bem como a evolução espacial, com a forma original, chegando com a expansão urbana, com possíveis modificações ao relevo, gerando novas formas derivadas. A procura desses materiais, como areia, massará, seixos e até mesmo de pedras ornamentais para calçamento em paralelepípedo, foram e são necessários para a infraestrutura de ruas e construção de moradias populares na periferia. Portanto, o aumento das taxas de desenvolvimento urbano, do porte dessa cidade, impõe maior demanda e necessidade de consumo desses materiais.

Trabalhos desenvolvidos por Correia Filho (1997) no projeto de avaliação de depósitos minerais para a construção civil PI / MA, região de Teresina, e suas adjacências, também envolvendo Timon, permitiram conhecer, os minerais não metálicos de uso na

construção civil na capital, objetivando avaliar economicamente as potencialidades minerais, ampliar as reservas conhecidas e descobrir novos depósitos. As substâncias minerais não-metálicas que ocorrem nesta região, sendo extraídas, são quase que exclusivamente os materiais para construção civil e constituem matéria-prima, essenciais para o sistema de urbanização municipal e desenvolvimento integrado da região, a exemplo da areia, da argila, da pedra de revestimento para calçamentos de vias públicas (CORREIA FILHO, 1997; CPRM, 2011).

Os materiais identificados na extração foram o massará, barro, argila, que servem para a construção civil, derivados e extraídos de morros e colinas, formas presentes na cidade, nas tanto na bacia do riacho Açude como o Bacuri. A argila representa matéria-prima importante e representativa para a região, tendo a sua vocação intrínseca para este bem mineral. As atividades de extração mineral ocorrem várias em regiões do município de Timon, especialmente no perímetro urbano da cidade, muitas de forma regulamentada pela legislação junto aos órgãos competentes, já outras não, sendo de forma indevida. Os locais de extração são formados por materiais intemperizados e com sedimentos, de aluviões, de rochas das formações Pedra de Fogo e Piauí, executando extração do material massara e barro, na sub bacia do riacho Bacuri, área urbana de Timon (Figura 09).

Figura 09 – Modificação do relevo como resultado da ampliação da área urbana, sub-bacia do riacho Bacuri, entre 2019 e 2021



Legenda: Em A - Intervenção humana no relevo, com a retirada de material para construção de habitações na área do entorno, em 2019; e em B - Ampliação da retirada de material pelo homem no mesmo local, reduzindo a porção do planalto a uma feição residual, em 2021.

Fonte: autores, (2022).

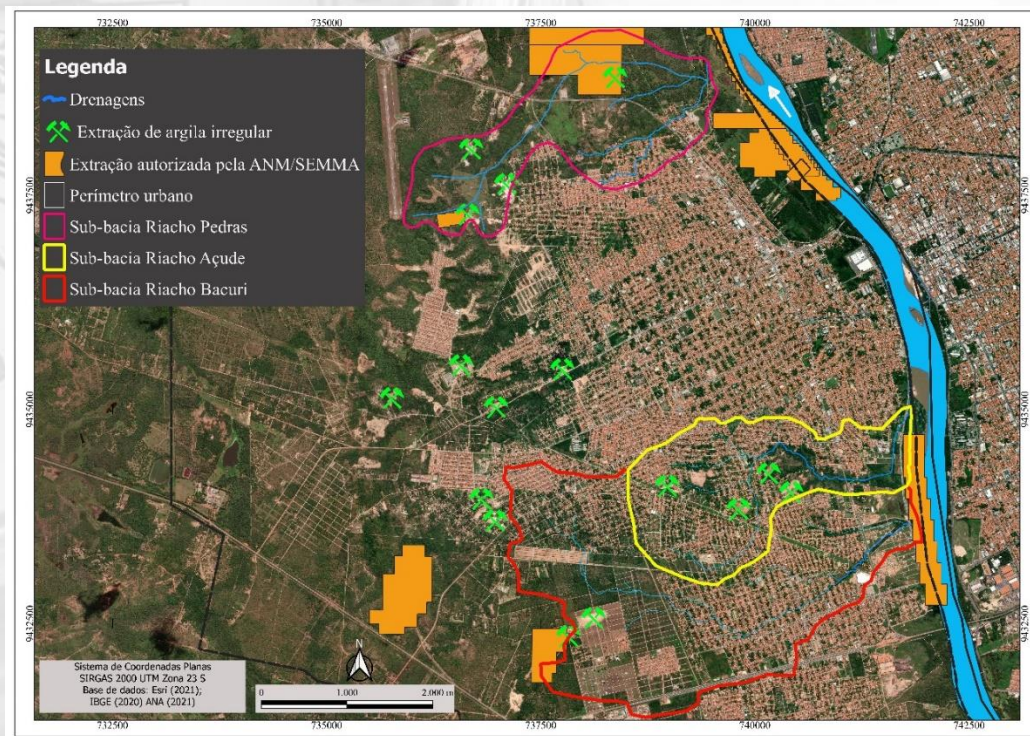
A atividade de extração de materiais do tipo argila, barro, silte causa impactos ambientais significantes tanto positivos, (emprego), ou negativos (deformando a superfície terrestre). O impacto positivo é no mercado de trabalho e na economia local, entretanto, o

impacto negativo são as modificações no modelado natural do relevo e surgido formas antropogênicas.

Essas áreas registradas evidenciam à extração de conglomerados, agregados, utilizados na construção civil, principalmente para a construção imobiliária, mas também para base de estradas e aterros, caracterizando-se como feições antropogênicas identificadas anteriormente, figura anterior, confirmam as modificações no relevo e alterações de aplainamento e rebaixamento do terreno, criando taludes de cortes que podem gerar riscos, como desmoronamento de terra. Essas extrações ocorrem na formação geológica Pedra de Fogo e em Cobertura Detrito-Lateríticas (CORREIA FILHO, 2011) que apresenta grande quantidade de argila e silte em sua composição.

Para uma compreensão espacial das áreas de extração, compilou-se um mapa para demonstrar as áreas devidamente licenciadas pelos órgãos competentes, tais como Agência Nacional de Mineração - ANM, e pelo órgão ambiental local, Secretaria Municipal de Meio Ambiente - SEMMA, indicando, em polígonos, locais autorizados. E locais com atividade irregular, sendo essa a grande maioria (Figura 10).

Figura 10 – Timon (MA): áreas de extração de argila, licenciadas, no perímetro urbano, nas sub-bacias do riacho Bacuri e do riacho Pedras

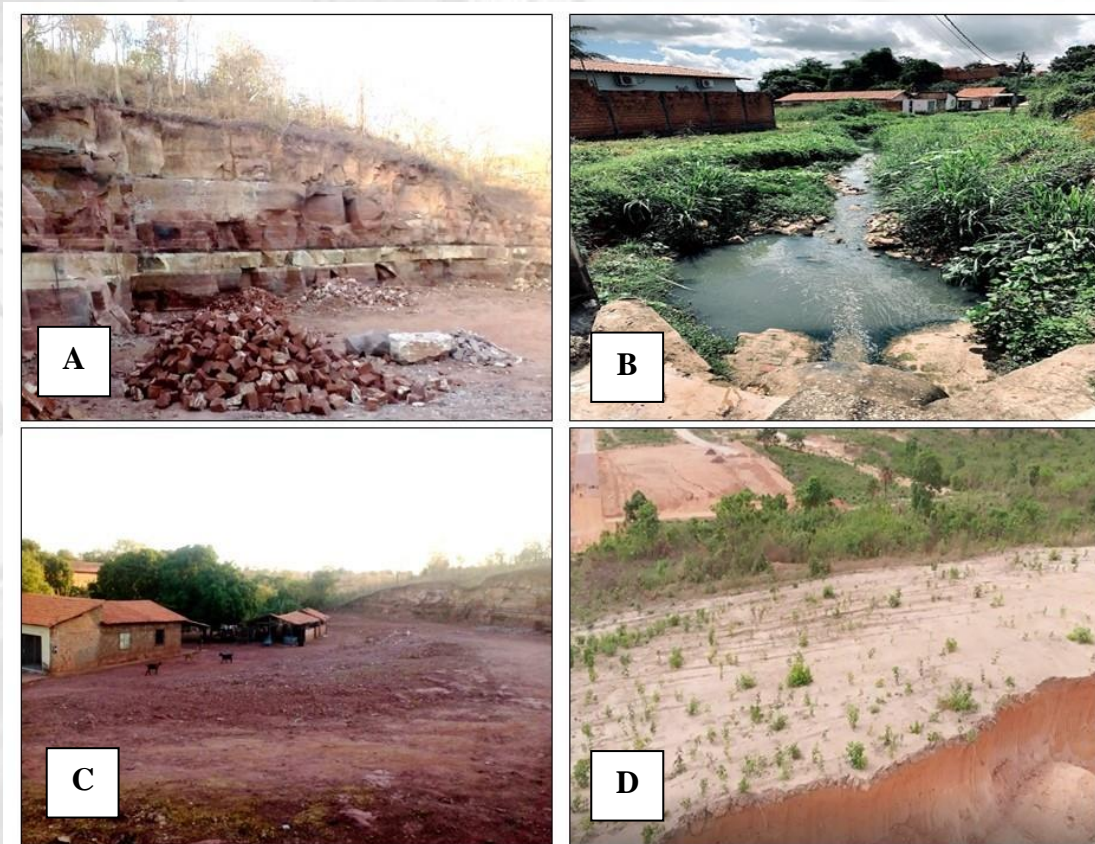


Fonte: ANM (2022); Google Earth Pro, 2020. Organização e geoprocessamento dos autores (2022).

Contribui, ainda, para a melhoria das condições de moradia da classe social mais pobres, em função do acesso a materiais de construção civil mais baratos (VIANA, 2013 apud BARBOSA, 2020). As áreas identificadas são de atividades de extração mineral que ocorrem destacadamente, em áreas de depósitos minerais formados por solos de base litológica da formação Pedra de Fogo. “Excluindo a extração de areia, que ocorre em leito fluvial formado por sedimentos de natureza geológica diversificada, os aluviões holocênicos” (BARBOSA, 2020, p. 128).

A exploração é sem segurança na extração, com cortes escalonados nas vertentes, com talude gerados por escavadeiras, sendo um risco de desmoronamento ou movimento de massa. As modificações do relevo durante e após as atividades de extração de argila, geram mudanças drásticas, devido a remoção de material, gerando feições côncavas na vertente, e outra a partir da deposição, que gera feições convexas. Na sub-bacia do riacho Pedras, também podem ser identificadas, locais de extração de rochas para uso em calçamentos de ruas, modificação de canal fluvial (Figura 11).

Figura 11 – Timon (MA): fotografias mostrando modificações na paisagem e relevo na sub-bacia do riacho Pedras



Legenda: Em A - extração de rochas para uso na construção civil e para pavimentação de vias, (2018); em B – Canal fluvial do riacho Pedras, altamente degradado, e com presença de material

urbico; Em C – processo de aplainamento pela retirada do material (2019); e em D – Extração de massará de uma colina e ao fundo da imagem construção de lotes para um empreendimento imobiliário, 2021.

Fonte: autores, (2022).

A necessidade de exploração desses materiais é mais para a construção civil na cidade de Timon ou mesmo para outras cidades próximas, relacionada ao processo de urbanização e do crescimento imobiliário ocorrido na própria cidade. A perturbação identificada aqui, uma ação de modificação do relevo, com corte em talude e extração de fragmentos de rocha, do tipo argilito, siltito-argiloso, ambos da formação Pedra de Fogo, que são muitos utilizados na construção civil e na infraestrutura urbana para calçamentos em paralelepípedo, nas ruas da cidade de Timon.

A mineração de materiais de uso imediato na construção civil, desenvolvida a céu aberto, a exemplo da extração de argila, areia, massará e seixos, tem provocado problemas ambientais e diversos conflitos com outras formas de uso e ocupação do solo (LIMA, 2002). Devido a importância econômica do massará, seixo e areia para a construção civil, incluindo as pedras ornamentais para calçamento em paralelepípedo esses minerais serão caracterizados na sequência (Quadro 04).

Quadro 04 – Materiais minerais de extração nas sub-bacias dos riachos Açude, Bacuri e Pedras

Argilas	Massará	Areia	Rocha argilito / siltito-argiloso
Apesar da escassez e do pouco conhecimento da existência de recursos minerais, a argila representa matéria-prima importante e representativa para a região, tendo a sua vocação intrínseca para este bem mineral. As argilas ocorrem em estratos, nos argilitos e folhelhos da Formação Mutuca, em aluviões dos diversos rios que drenam a região.	É um sedimento conglomerático de cores e coloração variadas, creme, vinho, rosa, esbranquiçada, amarelada, arrocheada e avermelhada, com matriz arenoargilosa, média a grosseira e, até conglomerático, ligante, de pouca consistência, facilmente desagregável (friável), contendo seixos brancos de sílica bem arredondados.	As areias são sedimentos inconsolidados, resultantes da desagregação de rochas pré-existentes, sendo constituídas essencialmente de grãos de quartzo de diâmetros entre 0,06 e 2,0 mm, podendo, ainda conter impurezas. As areias por serem matérias-primas abundantes, de preço relativamente baixo e de grande utilidade.	Constituem um dos bens minerais mais importantes, sendo utilizados como matéria-prima na construção civil composição de pavimentação e calçamento em paralelepípedo em vias públicas da cidade. Pertencentes da Formação geológica Pedra de Fogo e Piauí. Basicamente sedimentar, Folhelhos.

Fonte: Organização dos autores (2022).

Os estados de perturbação no relevo, gera feições erosivas e esses têm seus processos intensamente acelerados devido a fatores como: supressão vegetal de áreas adjacentes; aumento do escoamento superficial concentrado; carreamento de sedimentos; a ocupação das áreas contíguas às voçorocas, ravinas e sulcos; e um o acúmulo de resíduos sólidos em encosta e vertente (Quadro 05).

Quadro 05 – Estados de perturbação, das sub-bacias analisadas

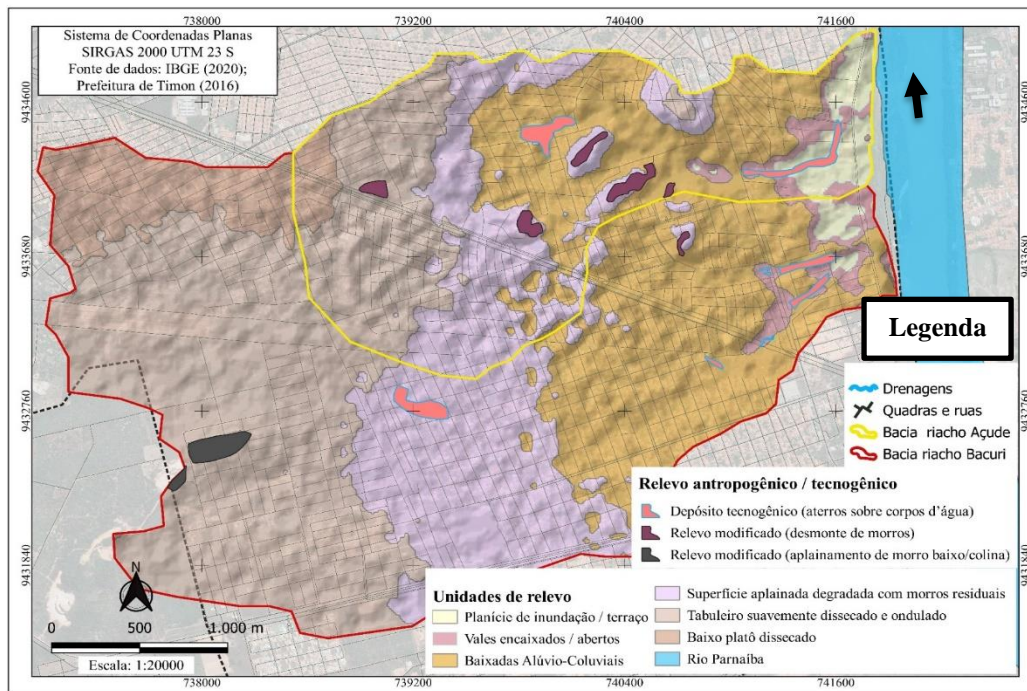
Estados de perturbação		
Estado 1	Alterações da drenagem das sub-bacias	Modificações dos canais
Estado 2	Extração mineral (argila e massará, rochas)	Modificações em morros, colinas
Estado 3	Aterros e depósitos antropogênicos	Material urbano, gárbico, espólico

Fonte: Organização dos autores (2022).

Os estados de perturbação 1, 2 e 3, foram indicados e representados, através de registros de campo, e avaliados como as principais modificações no relevo, ocorrendo atividades de extração de argila e derivando formas antropogênicas e aterramentos e lançamentos de depósitos tecnogênicos nos canais de drenagens, hoje degradados. Os principais depósitos tecnogênicos identificados foram os materiais de origem dragada, espólica, gárbica e úrbica. Esse fato determinou maior procura de areia, massará, seixos e até mesmo de pedras ornamentais para calçamento em paralelepípedo, necessários para a infraestrutura de ruas e construção de moradias populares na periferia. As formas consequentes dos processos antropogênicos verificados em campo, podem ser descritas como feições erosivas aceleradas.

A partir dessas perturbações, o mapeamento da geomorfologia antropogênica foi elaborado e estabelecido elementos como formas modificadas e aterros ou depósitos tecnogênicos nas bacias urbanas analisadas (Figura 12).

Com a taxonomia do relevo estabelecida por Ross (1992), neste mapeamento foi estruturado a partir do quarto táxon, e associando ao relevo antrópico. Elaborou-se um mapa geomorfológico de detalhe a que possa demonstrar formas do relevo associadas as formas atuais e com as características de relevo antropogênico com a respectiva, que indica as sub-bacias Açude e Bacuri, com as unidades de relevo representados.

Figura 12 – Geomorfologia antropogênica nas sub-bacias dos riachos Açude e Bacuri

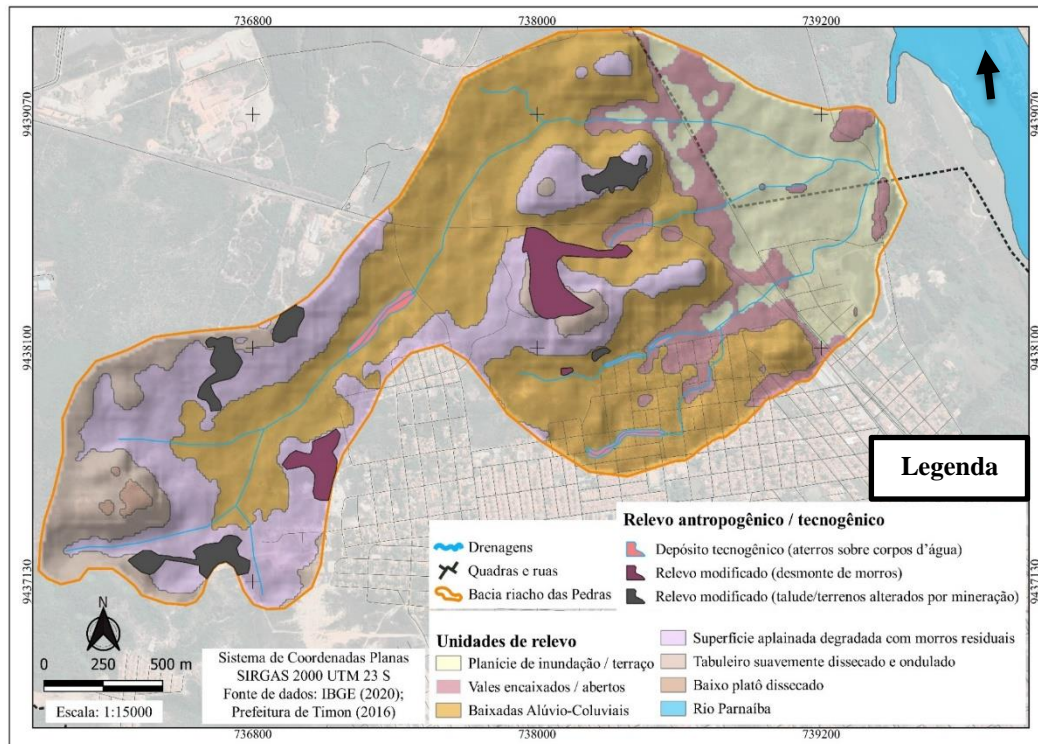
Fonte: CPRM, 2021; Registro de campo (2020, 2021). Autores (2022).

E acrescentado os locais registrados em campo, das áreas de relevos alterados, demonstra que a cidade passou e passa por processo de crescimento imobiliário e urbano, sem dar conta da relevância do relevo e suas características junto a paisagem, seguindo a lógica de ocupação com avanço muitas vezes desordenado e sem um planejamento realmente adequado, se apropriou das formas de relevo. Assim, ocorre também para a outra bacia urbana, a do riacho Pedras (Figura 13).

O mapeamento geomorfológico antropogênico, demonstra em síntese as intervenções antrópicas nas sub-bacias observadas e que são capazes de produzir mudanças no modelado da superfície, em tempo muito acelerado. As formas de relevo mapeadas com base em campo e em materiais bibliográficos, com sobreposição de dados vetoriais, indicam os locais com representações em legenda que indicam as formas antropogênicas observadas e analisadas.

Nestes mapas de relevos antropogênicos são apresentadas mudanças no espaço físico em padrões de relevo numa cartografia geomorfológica baseado na proposta metodológica das cartas de padrões de relevo municipais em escala de detalhe, CPRM, (2021). Propõe-se um modelo de carta geomorfológica antropogênica, que em linhas gerais demonstram o 4º, 5º e 6º táxon hierárquico da metodologia de mapeamento geomorfológico proposta por Ross (1992).

Figura 13 – Geomorfológica antropogênica, sub-bacia do Riacho Pedras



Fonte: CPRM, 2021; Registro de campo, (2020, 2021). Autores (2022).

As análises dos resultados foram organizadas e aqui expressas como: Usos e ocupações do solo e estágios de perturbação, com análise das perturbações identificadas. Tais modificações geram desequilíbrio do atual sistema ambiental, provocando modificações nas drenagens, aterramento de planícies, intensificação do aporte sedimentar.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo da Geomorfologia Antropogênica apresenta uma base e suporte para compreensão das mudanças do relevo. E através dessa abordagem de análise, demonstra significativos indicadores e que o homem é um integrante do meio que tem ação de transformação sobre as formas de relevo e na rede de drenagem, agindo com mudanças que descaracteriza o sistema natural. Através do trabalho de observação e campo para identificação e análise das formas do relevo antropogênico, com uso de imagens fotográficas, também com o uso de procedimentos cartográficos e com uso das técnicas do geoprocessamento.

Para a ocorrência dessa geomorfologia antrópica, a extração mineral para uso na construção civil é tida como principal ação das modificações no relevo da cidade. Essa atividade é utilizada por equipamentos mecanizados como escavadeiras, trator de esteira, pá carregadeira e retroescavadeira, transportados por pequenos caminhões, mostrando uma mudança significativa na forma de relevo transformada, como os desmontes de morros baixos e colinas, gerando cortes em vertentes, taludes e deixando exposto o solo, podendo ocorrer riscos geomorfológicos, processos erosivos acelerados, quando ocorre precipitação.

Podendo gerar escoamento superficial concentrado com transporte de sedimentos aluvionares e acúmulos nas planícies ou pequenos vales, sendo que esses, já ocorrem lançamentos de depósitos tecnogênicos, dos tipos materiais úrbicos, gárbico e espólicos. Todas as áreas observadas estão próximas a residências, apresentando processos erosivos do tipo laminar, potencial aceleração, iniciando pelo estágio de sulcos, ravinamentos. Devido a todas essas características de uma morfologia antropogênica, em área urbana de Timon, foi importante trazer essas identificações e mostrar consequências pelas mudanças no relevo devido ao avanço imobiliário.

As perturbações identificadas receberam as denominações de formações tecnogênicas (que representam terrenos modificados por mineração); formações tecnogênicas (indicam desmonte de morros), e que neste pode-se ligar as formas alteradas por extração de material para construção civil; e por último os depósitos tecnogênicos (aterros sobre corpos d'água). Os problemas de ausência de um planejamento territorial e ambiental se refletem na apropriação do relevo, por descaracterizar as formas existentes. Essa ampliação do conhecimento da realidade ambiental em que se vive atualmente, é necessário ao entendimento e compreensão das mudanças que ocorrem, no uso, ocupação da terra na cidade e apropriação do relevo.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, L. G. **Análise da Variação da Vegetação na Paisagem Baseada nos Princípios da Geoecologia e na Cartografia da Paisagem**: estudo de caso em Altos, Nazária e Teresina-PI. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Estadual Paulista, Campus Presidente Prudente - SP. UNESP-SP. São Paulo, 2020. 175, f.

BARBOSA, T. S. **Geomorfologia urbana e antropogênica do setor central da região metropolitana de João Pessoa-Paraíba, Brasil**. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal da Paraíba UFPB / CCEN. João Pessoa, 2021. 161, f.

CARDOSO, J. A.; AQUINO, C. M. **Aspectos físicos e conflitos decorrentes do uso das terras da microbacia do riacho do Roncador em Timon (MA)**. 2013. 70f. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal do Piauí/Programa de Pós-graduação em Geografia, UFPI /PPGEO, Teresina, 2013.

CASSETI, V. **Ambiente e apropriação do relevo**. São Paulo: Contexto, 1991.

CECÍLIO, R. A.; REIS, E. F. **Apostila didática: manejo de bacias hidrográficas**. Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Rural, 2006. 10p.

CORREIA FILHO, F. L. **Projeto Avaliação de depósitos minerais para a construção civil – PI / MA**. Teresina: CPRM, 1997.

CPRM; CORREIA FILHO, F. L. **Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea, estado do Maranhão: relatório diagnóstico do município de Timon**. Teresina: - Serviço Geológico do Brasil, 2011. 31 p.

CPRM. SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Guia de procedimentos técnicos do Departamento de Gestão Territorial: volume 4. Cartas de padrões de relevo municipais, escala 1:25.000**. (org.) Marcelo Eduardo Dantas. [et al.]. Brasília: CPRM, 2021.

FELDS, E. Geomorfologia Antropogenética. **Boletim Geográfico: IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Rio de Janeiro, n. 144, p. 352-357, 1957.

FRANÇA JUNIOR, P. **Geomorfologia do tecnógeno e antropoceno: perspectivas teóricas e estudos aplicados em ambientes urbanos**. Pedro França Junior (org.). Ituiutaba: Barlavento, 2020, 426 p.

FUJIMOTO, N. S. V. M. Considerações sobre o ambiente urbano: um estudo com ênfase na geomorfologia urbana. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 16, p. 76-80, 2005.

GUERRA; A. J. T.; MARÇAL, M. S. **Geomorfologia Ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil, 2006.

GUERRA; A. J. T. **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil, 2011, 280p.

GOUDIE, A. S. **The Human Impacts on the Natural Environment**. 4. ed. Oxford: Blackwell. 1993.

GOUVEIA, I. C. M. C. **Da originalidade do sitio urbano de São Paulo às formas antrópicas**; aplicação da abordagem da Geomorfologia Antropogênica na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, na Região Metropolitana de São Paulo. Tese (Doutorado) Departamento de Geografia da FFLCH, Universidade de São Paulo - USP, São Paulo, 2010.

HAFF, P. K. **Neogeomorphology Prediction and the Anthropocene Landscape**. Durham: Divison of Earth and Ocean Science, Duke University, 2001. 22p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010 e Estimativa populacional 2021**. Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/timon/panorama>>. Acesso em: 20 jun. 2022.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cartas Topográficas. Folhas: Teresina/PI**. SB-23 X-D-II/886. Brasília: IBGE, 1984. (Escala 1:100.000); (Escala 1:50.000), disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/folhas-topograficas.html>>. Acesso: 18 de julho de 2020.

LIMA, I. M. M. F. AUGUSTIN, C. H. R.R. Rio Parnaíba: dinâmica e morfologia do canal fluvial no trecho do médio curso. **Revista Equador (UFPI)**, Teresina, v. 4, p. 418-424, 2015.

LIMA, I. M. M. F. Teresina: o relevo, os rios e a cidade. **Revista Equador (UFPI)**, v. 5, n. 3 (Edição Especial 02), p.375 - 397, 2016.

LUZ, L. M. **Geomorfologia Antropogênica do sítio urbano de Belém-PA: Trajetórias de Evolução e Cenário Atual**. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza. Rio de Janeiro 2017.

MARQUES, J. S. Ciência Geomorfológica. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. Org. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 7. ed. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2007, p. 23 - 50.

NIR, D. **Man, a geomorphological agent: an introduction to anthropic geomorphology**. Jerusalem: Keper Publishing House; Dordrecht: D. Reidel Publishing, 1983.

NUNES, J. O. R; P. C. ROCHA; **Geomorfologia: aplicações e metodologias**. 1 ed. São Paulo. Expressão Popular. UNESP. 2008, 192 p.

PELOGGIA, A. **O Homem e o Ambiente Geológico: geologia, sociedade e ocupação urbana no Município de São Paulo**. São Paulo, Xamã. 1999, 271p.

PELOGGIA, A. U. G.; SAAD, A. R.; SILVA, R. V.; QUEIROZ, W. Processos de formação de terrenos e relevos tecnogênicos correlativos à urbanização: análise morfoestratigráfica e geoambiental aplicada na bacia do córrego Água Branca, Itaquaquecetuba (RMSP). **Revista Brasileira de Geomorfologia**. (Online), São Paulo, v.19, n.2, (Abr-Jun) p.245-265, 2018.

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, São Paulo**, 40 (1), 1-17, 2019. DOI 10.33958/revig. V. 40i1.626.

PELOGGIA, A. U. G.; OLIVEIRA, A. M. dos S. Tecnógeno: um novo campo de estudos das geociências. I Encontro do Tecnógeno. 2005. **Revista Associação Brasileira de Estudos do Quaternário**. Disponível em: <http://www.abequa.org.br/trabalhos/0268_tecnogeno.pdf>. Acesso em 08/08/2021.

ROSS, J. L. S. O registro dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia**. São Paulo, n. 6, 1992, pag. 17-29.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. 8. Ed., 3 reimpressão. São Paulo, Contexto, 2010.

RODRIGUES, C. **Geomorfologia Aplicada: Avaliação de experiências e de instrumentos de planejamento físico-territorial e ambiental brasileiros**. Tese (Doutorado). Departamento de Geografia, FFLCH-USP), São Paulo, 1997. 280p.

RODRIGUES, C. Morfologia Original e Morfologia Antropogênica na definição de unidades espaciais de planejamento urbano: Exemplo na Metrópole Paulista. **Revista do Departamento de Geografia**, n. 17. 2005a., p. 101-111.

RODRIGUES, C. Técnicas fundamentais para o Estudo de Bacias Hidrográficas, In: VENTURI, L. A. B. (Org.) **Praticando geografia: técnicas de campo e laboratório**. Ed. Oficina de Textos, São Paulo. 2005b. p. 147-168;

SANTOS FILHO, R. D. dos. Antropogeomorfologia Urbana. In: GUERRA, A. J. T. **Geomorfologia urbana**. Bertrand Brasil: Rio de Janeiro: 2011. p. 227 - 242.

SZABÓ, J.; DÁVID, L. LÓCZY, D. (Eds). **Anthropogenic Geomorphology - A Guide to Man-Made Landforms**. London–New York: SPRINGER Science+Business Media B.V., Dordrecht-Heidelberg, 2010. 298p.

TERESINA. PREFEITURA MUNICIPAL DE TERESINA. Secretaria Municipal de Planejamento Coordenação. Levantamento de fotografias aéreas, escalas de 1:15000 e 1:60000. Aerofoto Cruzeiro S.A. 1983.

VIANA, B. A. S.; LIMA, I. M. M. F. Conflitos socioambientais urbanos em área de mineração em Teresina, Piauí. In: SILVA, F.J. L.T.; AQUINO, R. P.; AQUINO, C. M. S. (Org.). **Questões socioambientais urbanas no Piauí: diferentes enfoques**. Cap. 10, p. 176-195. Teresina: EDUFPI, 2018. ISBN: 978-85-509-0351-4.
