



MORFOLOGIA ORIGINAL E ANTROPOGÊNICA DA PORÇÃO OESTE DO SISTEMA FLUVIO-LAGUNAR DE TERESINA – PIAUÍ

Hikaro Kayo de Brito Nunes

Professor Adjunto da Universidade do Estado do Amazonas (UEA), Brasil

hikarobrito@gmail.com

Frederico de Holanda Bastos

Professor Adjunto da Universidade Estadual do Ceará (UECE). Brasil

fred.holanda@uece.br

RESUMO – A acelerada urbanização sobre diferentes classes de relevo auxilia na formação de feições antropogênicas principalmente quando há considerável diferenciação altimétrica, impulsionada por atividades minerárias e industriais. Considerando as especificidades de cada área, este estudo objetiva compreender as classes de relevo a partir da concepção de morfologia original e morfologia antropogênica considerando os processos e materiais na porção oeste do sistema fluvio-lagunar de Teresina – Piauí. Metodologicamente foram adotadas atividades de gabinete, campo e geoprocessamento (QGIS/versão 3.18), auxiliando na discussão dos aspectos físico-naturais e das tipologias de feições antropogênicas original/pré-intervenção (1972) e atual/pós-intervenção (2022). Os principais resultados apontaram para a existência inicialmente de morfologias, como terraço fluvial, lagoas, terreno alagadiço e planície de inundação que foram modificadas com a formação de morfologias antropogênicas agradacionais e degradacionais, a exemplo dos depósitos antropogênicos e das cavas de mineração, interferindo consideravelmente nos processos e materiais existentes, tais como os processos erosivos em sulcos e ravinas.

Palavras-chave: Cartografia geomorfológica; Intervenção; Antropogeomorfologia; Sistema fluvio-lagunar; Teresina/Piauí.

ORIGINAL AND ANTHROPOGENIC MORPHOLOGY OF THE WESTERN PORTION OF THE RIVER-LAGOON SYSTEM OF TERESINA – PIAUÍ

ABSTRACT – The accelerated urbanization on different relief classes helps in the formation of anthropogenic features, mainly when there is considerable altimetric differentiation, driven by mining and industrial activities. Considering the specificities of each area, this study aims to understand the relief classes from the conception of original morphology and anthropogenic morphology considering the processes and materials in the western portion of the fluvio-lagoon system of Teresina - Piauí. Methodologically, office, field and geoprocessing activities were adopted (QGIS/version 3.18), helping in the discussion of physical-natural aspects and typologies of anthropogenic features original/pre-intervention (1972) and current/post-intervention (2022). The main results pointed to the initial existence of morphologies, such as river terrace, lakes, marshy land and floodplain that were modified with the formation of anthropogenic aggradational and degradational morphologies, such as anthropogenic deposits and mining pits, considerably interfering in the existing processes and materials, such as erosive processes in furrows and ravines.

Keywords: Geomorphological cartography; Intervention; Anthropogeomorphology; Fluvio-lagoon system; Teresina/Piauí.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas diferentes pesquisas têm se voltado a compreender a capacidade humana de alterar características físico-naturais, sobretudo as geomorfológicas, em que pese principalmente a pressão existente associada à urbanização, industrialização e mineração. Diante disso, e considerando principalmente o objetivo da Geomorfologia, esta é de fundamental importância no campo de investigação da ciência geográfica, de modo que os processos físicos são, em parte, responsáveis pela dinâmica do espaço geográfico, como em uma produção agrícola, construção de uma hidrelétrica e no planejamento urbano, razão por si só imperiosa para que o conhecimento geomorfológico detenha espaço cativo e crescente.

Aliado às formas de relevo, aos processos e aos materiais, o tempo (HAMELIN, 1964; KOHLER, 2002; BARROS; VALADÃO, 2018) é tido como uma continuidade de cenários potencializando a dinamicidade e sendo o construto das formas de relevo, dos processos e dos materiais, devendo-se compreender a escala temporal nas perspectivas de tempo longo (tempo geológico) e tempo mais curto (derivado das ações antropogênicas).

Frente a isso, os estudos geomorfológicos expressam uma visão sistêmica, inserindo a ação antrópica e seus objetivos como um dos vértices dos problemas morfogenéticos (PEDROSA, 1994; SAADI, 1998; BASTOS, 2012; DOKE et al., 2018), e que essa visão holística contribui para o entendimento dos processos naturais e antropogênicos e dos diferentes elementos que compõem a paisagem, dando subsídios para a compreensão do papel da ação antrópica nas variações morfológicas do relevo. Tal constatação insere-se na contribuição teórica de Felds (1958) ao considerar que a sociedade, por meio de técnicas e objetivos, proporciona efeitos diretos como no deslocamento de massas nos lugares de habitação, na atividade de mineração e no regime de cursos fluviais, em que pese o processo denudacional, ora acrescido, ora atenuado, como verificado ao longo do sistema fluvio-lagunar (na área de confluência dos rios Poti e Parnaíba) na região administrativa Centro-Norte de Teresina, capital do estado do Piauí, associando elementos físico-naturais e antrópicos (sustentados nos processos de urbanização e mineração).

A Antropogeomorfologia se caracteriza como um estudo, no tempo e no espaço, da interferência humana sobre as características físico-naturais, relacionando-se, em muitos casos. Cabe mencionar ainda que esta área do conhecimento ganha destaque à medida que se avança o fenômeno urbano nas cidades, daí a necessidade de estudos envolvendo as características original/pré-intervenção e atual/pós-intervenção/antropogênica.

A área de estudo situa-se no sistema fluvio-lagunar, sobretudo no setor de maiores interferências antropogênicas, situados na porção oeste, abrangendo os limites dos bairros Matadouro e São Joaquim, envolvendo as planícies de inundação dos canais dos rios Poti e Parnaíba e que está passando por um importante processo de revitalização (Programa Lagoas do Norte). Com ocupação acelerada (desde a década de 1960) de pessoas pobres e sem opções de moradia, a área vincula-se com a atividade de mineração (areia, massará, seixo, além de argila e cascalho aluvionar), inclusive originando lagoas tendo em vista a presença de um lençol freático superficial, a exemplo das lagoas da Piçarreira, do Cabrinha e do Lourival. Importante ressaltar que a extração de argila na área é, ainda, um fator cultural e social, tendo em vista que é a matéria prima para a produção de artesanatos em argila e cerâmica na região.

Diante do exposto, este estudo tem como objetivo compreender as classes de relevo a partir da concepção de morfologia original e morfologia antropogênica considerando os processos e materiais na porção Oeste do sistema fluvio-lagunar de Teresina – Piauí.

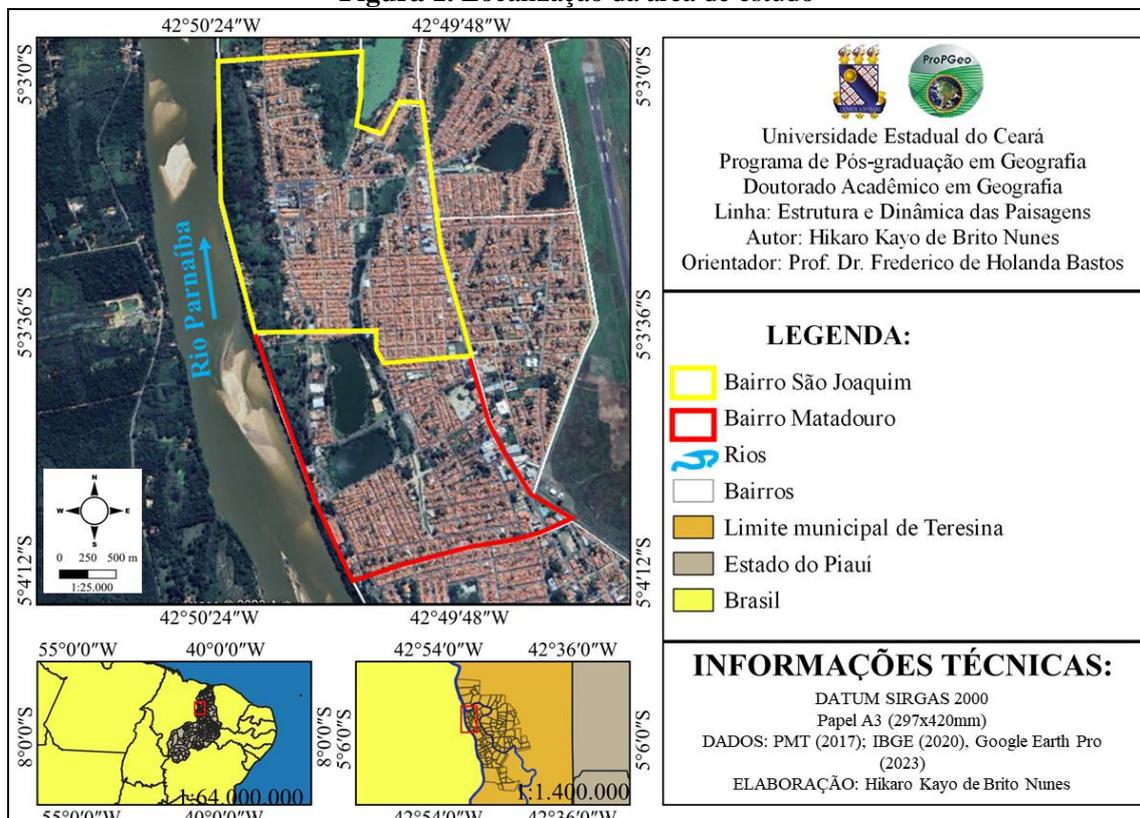
PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O mapeamento da morfologia original (anterior à fase de urbanização) sustenta-se no entendimento de que é aquela em que não houve intervenção direta nas formas do relevo e na supressão vegetal. Para este mapeamento foram utilizadas cartas topográficas e fotografias aéreas mais antigas disponíveis e que ofereceram informações da caracterização morfológica próxima da original. Foram utilizadas cartas topográficas anteriores à década de 1970, fotografias aéreas de 1983, imagens do Google Earth Pro e atividades de campo. Informações como geometria e declividade, intervenções da rede de drenagem e dinâmica da atividade de mineração foram obtidas junto a este levantamento, tendo como base ainda os mapeamentos já existentes de expansão urbana de Teresina.

Em relação às fotografias aéreas (2.295m de altura do voo e 153mm de distância focal), foram utilizadas um total de 3 para a área de estudo, abrangendo os bairros Matadouro e São Joaquim na escala 1:15.000 executado pela Aerofoto Cruzeiro S.A. como parte da cobertura aerofotogramétrica da cidade de Teresina e entorno.

A partir de atividade de campo e utilização de imagens de satélite disponibilizadas pelo Google Earth Pro e conforme indicado em Douglas (1988), Rodrigues (2005) e Szabó (2010), a identificação dessas feições na área (Figura 1), considerou os seguintes aspectos: a) área de intensa modificação antrópica; b) manchas diferenciadas de vegetação/exótica; c) feições erosivas decorrentes de águas pluviais com conseqüente movimentação de material; d) exposição de camada pedológica; e) terrenos baldios e antigos lixões e “bota-foras”; f) compactação do solo; g) ambiente de formação (terrestre, fluvial ou lagunar), e h) predominância da tipologia do material (orgânico, inorgânico, terrígeno ou químico). Inicialmente foram identificados principalmente as feições do tipo agradacionais (depósitos).

Figura 1. Localização da área de estudo



Fonte: dados da pesquisa (2023).

Nessas etapas de campo recorre-se à classificação dos depósitos antropogênicos considerando as propostas de:

- **Chemekov (1983):** Construídos (*Built technogenic deposits*), Induzidos (*Induced technogenic deposits*) e Modificados (*Modified technogenic deposits*);
- **Fanning e Fanning (1989):** Materiais Úrbicos (*Urbic materials*), Gárbicos (*Garbic materials*), Espólicos (*Spolic materials*), Dragados (*Dredged materials*) e Superfícies descapadas (*Scalped Land Surface*);
- **Peloggia et al (2014):** Depósito de Agradação (*Aggraded technogenic ground*), Depósito de Degradação (*Degraded technogenic ground*), Depósito Modificado (*Modified technogenic ground*) e Depósito Misto (*Mixed technogenic ground*).

Para o mapeamento de morfologia antropogênica foram adotados indicadores e simbologia que representem mudanças, a exemplo de “Morfologia relativa ao estágio atual de ocupação”, “Depósitos antropogênicos” e “Mineração”, considerando Comprimento, Padrão, Forma, Altitude e Área, associados à classificação de Ford et al. (2010) do British Geological Survey sobre *artificial ground: made ground, worked ground, infilled ground, disturbed ground*.

A partir de leituras em fontes nacionais e internacionais – Tricart (1965), Vertstappen e Zuidam (1975), Rodrigues (2005), Gustavsson, Kolstrup, Seijmonsbergen (2006) e Paschoal, Cunha e Conceição (2012) e Marques Neto (2020) – foi elaborada uma estrutura de legenda para a cartografia geomorfológica associando letras, cores e símbolos de modo a identificar tanto as feições naturais quanto as antropogênicas, associando elementos morfocronológicos, morfoestruturais, morfométricos, morfodinâmicos, morfológicos e morfogenéticos da área estudada. Para elaboração dos produtos cartográficos, foram utilizados os programas QGIS 3.16 (versão Zürich) e *Google Earth Pro*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com características geomorfológicas particulares, se comparada ao restante da malha urbana de Teresina, os bairros São Joaquim e Matadouro são caracterizados pelo baixo gradiente do relevo associados a feições planas, rebaixadas e alagadiças, sob influência das planícies e terraços fluviais, com decréscimo altimétrico quando se aproxima do canal do rio Parnaíba (a oeste). A vista disso, o padrão de escoamento superficial das águas pluviais apresenta, originalmente, tendência de baixa velocidade e, conseqüentemente, limitada capacidade erosiva. Soma-se, nesse sistema ambiental em que os bairros estão inseridos, dois testemunhos de paleocanais (Figura 2), tanto na faixa de planície de inundação (541.450m²) quanto nos terraços fluviais (1.509.160m²), indicando migração lateral do canal do rio Parnaíba para oeste, contribuindo para a existência de faixas longitudinais em terrenos rebaixados (de até dois metros abaixo do nível altimétrico do entorno), alagadiços e sujeitos a acúmulo de água e sedimentos.

Como observado no Portal do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS) do Serviço Geológico do Brasil (CPRM) na estratigrafia de um poço (localizado em área de terraço e a uma distância aproximada de 400m do canal do Parnaíba) de 104m de profundidade útil e perfurado em 1999, há peculiaridades principalmente no que se refere ao tempo de deposição e a espessura do pacote sedimentar, com grande tempo de deposição de arenito siltoso associado a paleoambiente fluvial representativamente com sua vinculação aos folhelhos que, geralmente, possuem significativa matéria orgânica.

Sobreposta a esta camada de no mínimo 90m de espessura, há uma deposição (± 2 m) de silexites, vinculando-os a rochas carbonáticas originadas por silicificação, inferindo-se a existência de alteração hidrotermal, tanto que sua espessura é diferenciada das demais camadas. Ligeiramente mais exposta, a camada de argilito (± 11 m) indica a fase final de migração do

canal do Parnaíba, além da sua capacidade de depositar sedimentos de granulação fina.

Figura 2. Testemunhos de paleocanais na margem direita do rio Parnaíba, bairro São Joaquim



Fonte: Google Earth Pro (2022), adaptado pelo autor (2022)

A faixa de terraço (Figura 3), que se estende a Norte, a Sul e a Leste destes bairros, possui formação ligeiramente plana e levemente inclinada, neste caso para oeste e para norte, conferindo, características pretéritas de episódios de inundação e deposição de planícies anteriores, estando em nível superior à planície, tanto sob influência paleoclimática quanto geomorfológica, com mudança no nível de base, além de contribuir com a existência de depósitos de terraço, resultado, portanto “de sedimentação fluvial de alta energia (sistema braided)” (VIANA, 2013, p. 67).

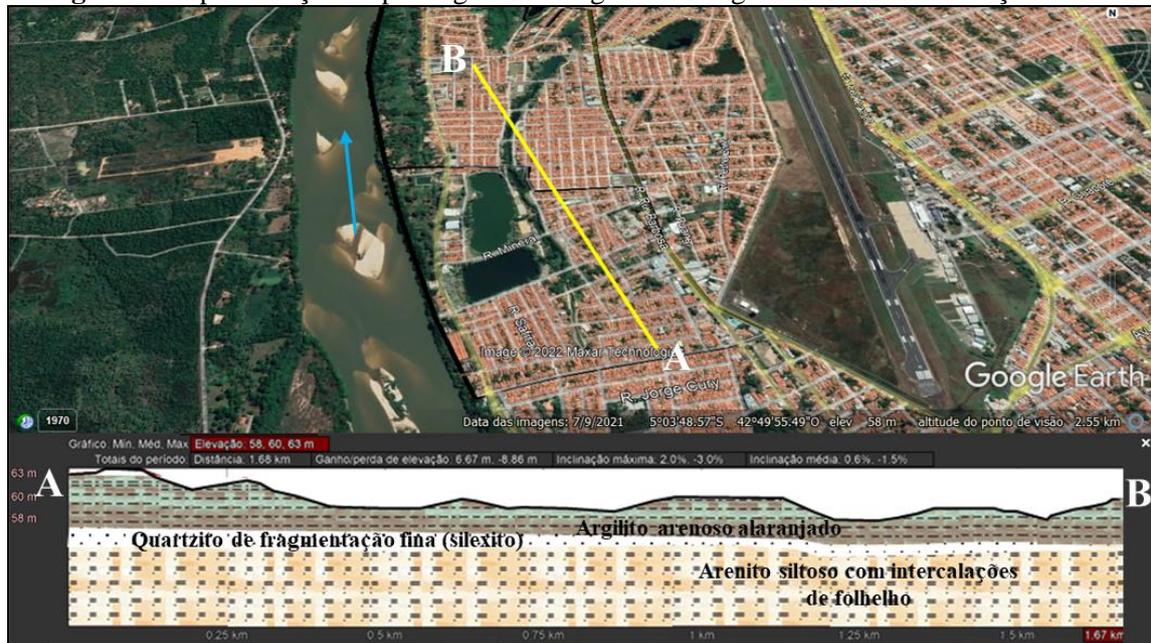
A deposição de argila, areia, silte e cascalho (depósitos aluvionares arenosos e areno-argilosos recentes) indica a presença de terrenos mal drenados e com nível de água subterrâneo aflorante a raso, bem como de solos hidromórficos principalmente próximo à terreno alagado/brejo (62.387m²). Em relação a estas feições, o terreno alagado/brejo (swamp), apresentado como feição agradacional, está em área adjacente a um testemunho de paleocanal no extremo Norte do bairro São Joaquim em área de terraço.

Ainda sobre a planície, sua área aumenta em direção a jusante, tendo uma largura aproximada de 60m no início do bairro Matadouro, 271m no limite deste com o bairro São Joaquim, e 283m na saída deste último; aumentando progressivamente à medida que se aproxima da, também, planície do rio Poti, a jusante. Em relação ao canal, este está a uma diferença aproximada de 2,8m de altitude.

Ainda caracterizando a geomorfologia local pré-intervenção e considerando ainda os sistemas lacustres, foram identificadas 6 lagoas naturais (56.663m²), todas no terraço fluvial, as de menores dimensões (três) localizadas preteritamente no bairro Matadouro, enquanto as demais no bairro São Joaquim, dispostas em cordões subparalelos e sem conexão hídrica superficial aparente entre elas. Em relação a estes sistemas, a área com características mais diversificadas

se encontra no extremo norte do bairro São Joaquim, com a presença de dois testemunhos de paleocanais, um terreno alagado e uma lagoa, dispostos tanto no terraço quanto na planície.

Figura 3. Representação de perfil geomorfológico e litológico de trecho do terraço fluvial



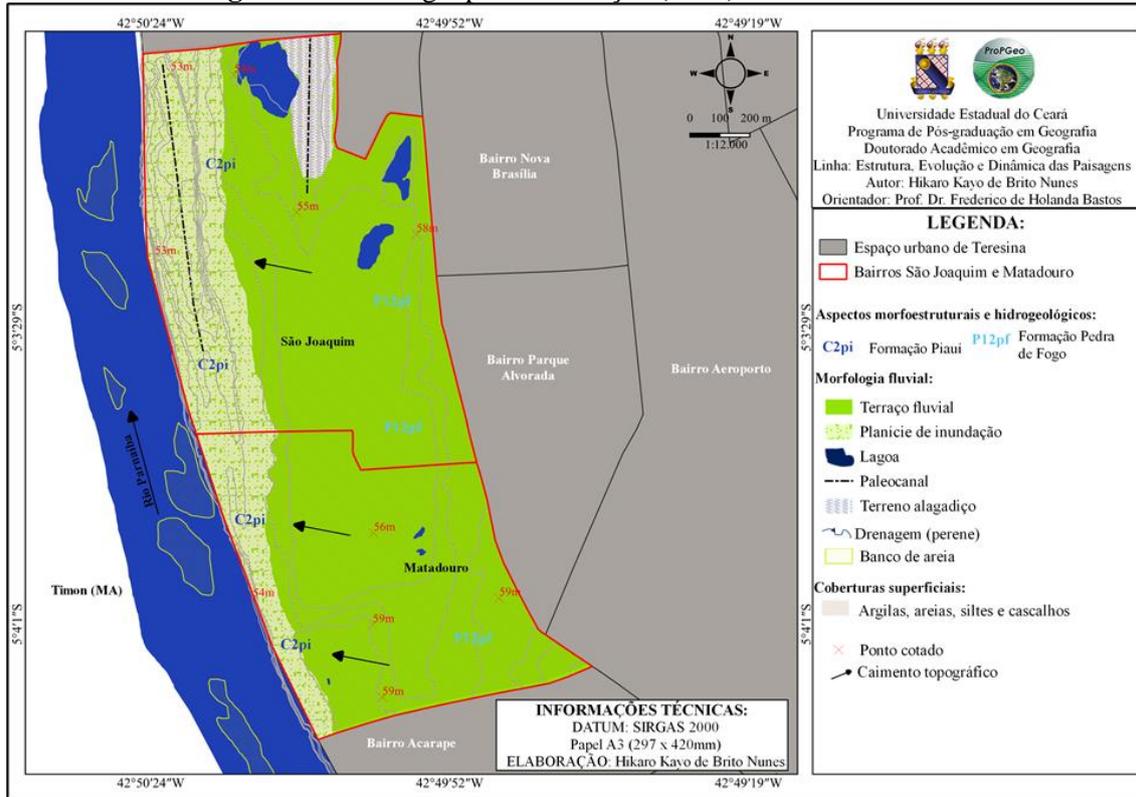
Fonte: elaborado pelo autor a partir de dados do Google Earth Pro e SIAGAS

Em relação aos processos superficiais, em decorrência das características geomorfológica, há um natural e progressivo processo erosivo, principalmente no período chuvoso e após ele principalmente na área de contato entre o canal e a planície. Além disso, mesmo não estando dentro da área de estudo, mas por se constituírem indicadores do processo morfodinâmico e hidrodinâmico do rio Parnaíba, foram identificados bancos de areia ao longo do canal. A Figura 4 ilustra as feições geomorfológicas na fase pré-intervenção da referida área.

A partir desta cartografia geomorfológica foi possível compreender a dinâmica ambiental da área pré-intervenção, uma vez que parte da ocupação da área tem relações próximas com tais características, principalmente de ordem geomorfológica e de coberturas superficiais, bem como constatar a superioridade do tamanho dos terraços em detrimento à planície de inundação.

No tangente à cartografia geomorfológica do estágio atual de intervenção e em que pese às intervenções ocorridas na área, estas se concentram sobremaneira nos aspectos morfológicos e de drenagem superficial. Com vistas a isso, a discussão das morfologias antropogênicas se dará nestes dois grandes grupos, considerando tanto os aspectos agradacionais quanto os degradacionais. Importante compreender ainda que tanto a área de terraço quanto a de planície e de terrenos alagados passou por processos significativos, inclusive modificando seus tamanhos, sendo, atualmente de 1.572.844m², 337.373m² e 51.458m² respectivamente. Aparentemente os paleocanais não passaram por interferências antropogênicas.

Figura 4. Morfologia pré-intervenção (1972) da área de estudo



Fonte: Os autores (2023).

Cartografia geomorfológica atual

Worked ground

Com a característica morfológica de padrão plano e de direcionamento das águas pluviais para oeste e para norte, somada a feições rebaixadas e às características topográficas, a área de estudo, no início de sua ocupação, foi marcada por uma série de escavações para a retirada de material com vistas ao abastecimento da construção civil e artesanato, sobretudo da argila de natureza aluvionar, para a construção de telhas, tijolos e utensílios de cerâmica, por exemplo.

A partir desse processo de Geotecnogênese, tem-se a criação de *worked ground* caracterizado pela existência de superfícies em que houveram escavações (de maneira rudimentar/manual utilizando-se pás e peneiras, além de dragas hidráulicas de sucção para aqueles mineradores com maiores posses), nesse caso resultando nas duas maiores lagoas presentes na área de estudo, a Lagoa Piçarreira do Cabrinha e a Lagoa Piçarreira do Lourival. Resultados de entrevistas disponíveis em Araújo (2015), indicam que a área era plana e, após a dragagem formou-se a cavidade responsável pela atual lagoa. As dragas de sucção, conforme Viana e Lima (2018), possuíam mangotes de mangotes de 8” e 10” lavrando em profundidades de até 8 metros.

A própria Piçarreira do Cabrinha foi uma das primeiras a iniciar o processo de escavação e, também, uma das primeiras a encerrar suas atividades em virtude do esgotamento da jazida associado ao encontro com o lençol freático, abandono da cava de mineração e o respectivo preenchimento desta pela água, gerando, portanto, uma lâmina d’água correspondente à ação humana. A Lagoa Piçarreira do Lourival (52.393m² e 1.052m, de área e perímetro atualmente, respectivamente), iniciou suas atividades no início da década de 1980, com dinâmicas posteriores à ocorrida na Piçarreira do Cabrinha (38.351m² e 776m, de área e perímetro atualmente, respectivamente), Figura 5.

Em relação à dinâmica de intervenção existente, nota-se o vínculo entre o uso dos recursos naturais com a transformação e apropriação do relevo, principalmente quando posto em análise a ausência de planejamento, de levantamentos ambientais para a expropriação na área e de vinculação/fiscalização com o poder público, de modo a auxiliar no ordenamento local. Ainda com relação às lagoas naturais e as antropogênicas, é importante destacar que estas foram alvos de degradação ambiental, servindo como receptoras de esgotos in natura, e de lixo, acarretando ainda mais problemas de saneamento ambiental.

Figura 5. Fotografia aérea (1983) destacando o início do processo de escavação da cava que originou a Lagoa Piçarreira do Lourival, a lagoa oriunda da cava da Lagoa Piçarreira do Cabrinha, e uma lagoa com extração de material às suas margens



Fonte: PMT/Aerofoto Cruzeiro S.A. (1983), adaptado pelo autor (2022).

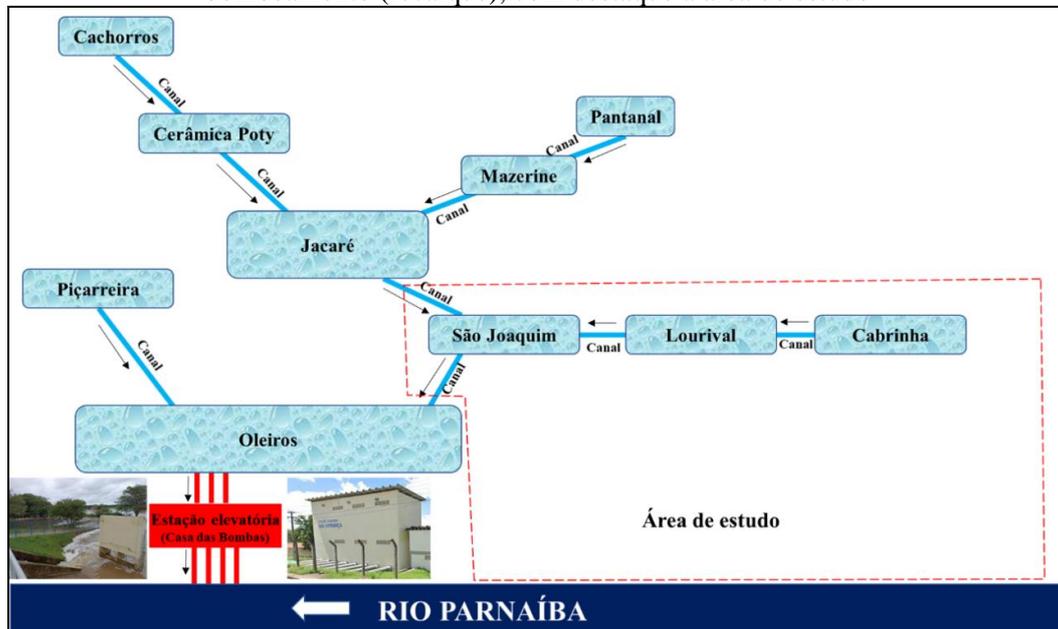
Além destes exemplos de *worked ground* de característica de área, na década de 1990 com vistas a diminuir os impactos causados pelas frequentes inundações do rio Parnaíba, foram construídos dois canais (Padre Eduardo e São Joaquim, totalizando 2.686m) de ligação entre as lagoas para uma maior, influenciando, ainda, no padrão de escoamento local (Figura 6).

Os referidos canais (de característica trapezoidal) possuem larguras variadas entre 7 e 14 metros, e uma diferença topográfica de 4 metros entre seus pontos inicial e final e são definidos (CHOW, 1959; MURRAYRUST; VANDER VELDE, 1994) como canais de escoamento superficiais abertos para condução de fluidos concentrados em contato com o ar, a pressão atmosférica, gravidade e inclinação do conduto, apresentando, ainda, formas regulares, rugosidades atenuadas, construídos fora do fundo de vale e alterando a dinâmica do sistema hidrológico.

Soma-se enquanto exemplo de *worked ground* a abertura de 5 poços tubulares com profundidades que variam entre 50 e 104m perfurados desde 1962, tanto por órgãos públicos (como DNPM e DNOCS) quanto por empresas privadas. Estas feições representativas de *worked ground* exemplificam as assinaturas topográficas humanas nas interações hidrogeomorfológicas locais, principalmente associada e repercutindo nas formas e processos;

na funcionalidade, pelas formas, técnicas e serviços vinculados e na circulação hidrológica contribuindo para a gênese de uma paisagem artificial.

Figura 6. Esquema de ligação entre as lagoas naturais e antropogênicas e o sistema de bombeamento (recalque), com destaque a área de estudo



Fonte: adaptado de Campelo, Braúna e Silva (2019)

Made ground

A partir da deposição de material em superfície natural, a gênese de *made grounds* particularizam e exemplificam a existência dos depósitos antropogênicos de origens, características e funcionalidades diversas. Foi identificada uma quantidade significativa de depósitos, modificando a microforma e evidenciando momentos distintos de ocupação e funcionalidade, principalmente no entorno das lagoas antropogênicas, na transição do terraço para a planície e nos terrenos alagadiços.

Dos identificados, o maior depósito (4.753m de comprimento e 18.155m² de área) e, também o mais antigo, refere-se ao Dique construído na década de 1970 (para proteger a área das inundações do Parnaíba) e, sobre ele, a Avenida Boa Esperança, sendo incorporado aos poucos à malha viária teresinense. Os diques (*dikes*) são definidos tanto sob a ótica hidráulica (para suportar um possível aumento do nível de água, principalmente em cheias intensas) e estrutural (devendo ser estanque e com estabilidade similar à de uma barragem).

Este depósito, com cota de coroamento (greide) que varia de 59,3m a 60,10m (TERESINA, 2017), é formado por solo sobreposto às coberturas superficiais pretéritas, caracterizando-o como depósito: construído “*built*” (CHEMECKOV, 1983); espólio “*spolic*” (FANNING; FANNING, 1989) e agradacional “*agradged*” (PELOGGIA, et al., 2014), contribuindo para a caracterização de polder na sua margem direita (sentido lagoas). Margeando o dique e reflexo da ocupação não planejada da área, outros depósitos foram criados (Figura 7), inclusive contribuindo para danos estruturais no dique.

Tal observação e depósitos marginais cobrem uma área de planície de inundação de aproximadamente 56.904m², servindo-se como aterros irregulares (alguns com quase dois metros de altura) para servir como fundação/base de residências e até sobrados, além de tais materiais estarem mal compactados e, ainda possuírem indícios de erosão laminar. Nestes casos, considerando as classificações utilizadas, marcam-se como: construído “*built*” (CHEMECKOV, 1983); úrbico “*urbic*” e gárbico “*garbic*” (FANNING; FANNING, 1989) tendo em vista a presença de artefatos como madeira, vidro, concreto e restos de construção civil como materiais de aterro; e agradação “*agradded*” e misto “*mixed*”, tendo em vista a existência de camadas distintas de aterramento.

Figura 7. Depósito antropogênicos ladeando o dique para abertura de acesso a ruas, com a presença de processo erosivo e árvores inclinadas no bairro São Joaquim



Fonte: pesquisa direta (2022)

Outros depósitos ($\pm 19.322\text{m}^2$) foram identificados como aterramento de três pequenas lagoas naturais localizadas no bairro Matadouro e que, atualmente, tal espaço está ocupado por residências e ruas. Em virtude da impossibilidade de visualizar os depósitos em si, infere-se que foram processos e materiais similares ao verificado no parágrafo anterior.

Demais exemplos de depósitos antropogênicos (Figura 8) referem-se àqueles feitos sobre a áreas de terraço, de terrenos inundáveis e de lagoas, totalizando 132.801m² e classificados em: construído “*built*” (CHEMECKOV, 1983); úrbico “*urbic*” e gárbico “*garbic*” (FANNING; FANNING, 1989) tendo em vista a presença de artefatos como madeira, vidro, concreto e restos de construção civil como materiais de aterro; e agradação “*agradded*” e misto “*mixed*”, tendo em vista a existência de camadas distintas de aterramento, a exemplo daqueles encontrados nas ruas Caldeirão, Engraxate Adão Santos, Alfa e Cristo Rei (no bairro São Joaquim) e Mestre Assunção, Itamaraty e Pedro II (no bairro Matadouro).

Ao longo dos canais do Padre Eduardo e São Joaquim foram também observados depósitos (11.594m²) de características diversas, a exemplo do encontrado na Rua Radialista Jim Borralho, próximo ao cruzamento desta com o canal de drenagem, sendo: construído “*built*” (CHEMECKOV, 1983); úrbico “*urbic*” (FANNING; FANNING, 1989) tendo em vista a presença de artefatos como madeira, vidro, concreto e restos de construção civil como materiais de aterro; e agradação “*agradded*” e misto “*mixed*”, tendo em vista a existência de deposição em uma pequena área que era utilizada como lixão a céu aberto.

Ao redor das atuais Lagoas Piçarreira do Lourival e Piçarreira do Cabrinha tendo em vista a realização de obras de requalificação ambiental e urbana, a orla destas lagoas passaram por processos ora de desobstrução e retirada de moradias que, em alguns casos aterraram parte das lâminas d'água, ora como área receptora (23.763m²) de materiais para correção na geometria do talude interno (antigas cavas), sendo esta última classificada em: construído “*built*” (CHEMECKOV, 1983); espóico “*spolic*” (FANNING; FANNING, 1989) e agradacional “*agradded*” (PELOGGIA, et al., 2014).

De maneira similar e compreendendo áreas em que houve deposição de material dragado, cerca de 24.401m² referem-se a depósitos do tipo “*built*” (CHEMECKOV, 1983); dragados “*dredged*” (FANNING; FANNING, 1989) e agradacional “*aggradded*” (PELOGGIA, et al., 2014), destes, cerca de 6.333m² é, eventualmente, caracterizado também como úrbico “*urbic*” (FANNING; FANNING, 1989).

Figura 8. Depósito antropogênico sobre terraços fluviais e às margens de lagoa próximo às ruas Alfa, São Joaquim



Fonte: pesquisa direta (2022)

Landscaped ground

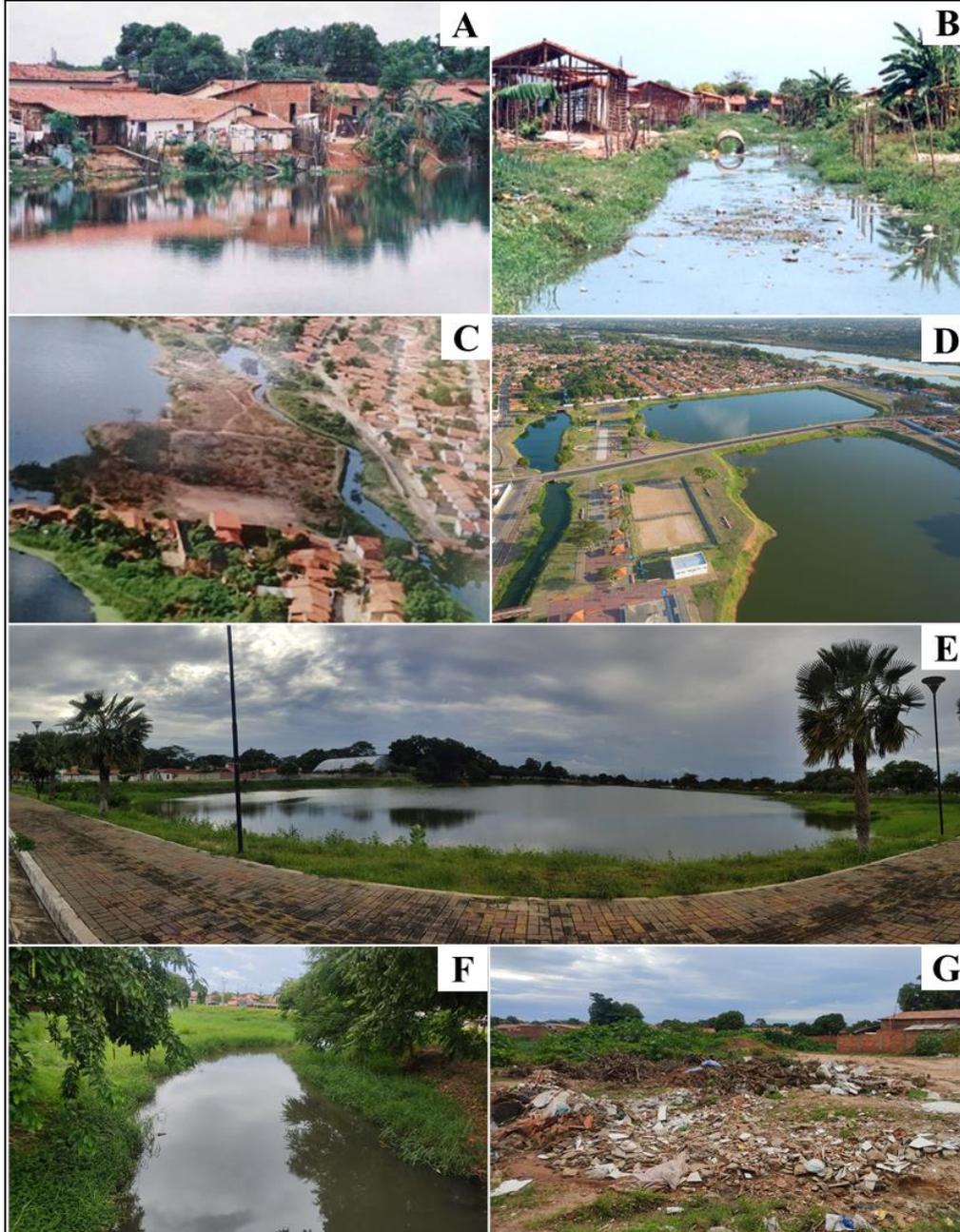
Em decorrência da escala espacial e possibilitando visualizar observações em uma só tomada, é caracterizado como *landscaped ground* os terrenos que margeiam as lagoas antropogênicas, o dique e parte do canal do Pe. Eduardo, tendo em vista principalmente por serem áreas que passaram excessivamente por intervenção antropogeomorfológica. No início da ocupação, por exemplo, a área de terraços possuía pequenas lagoas naturais e, a partir da década de 1960 houve aberturas de cavas de mineração e, posteriormente desativação desta atividade contribuindo para a gênese de lagoas antropogênicas.

A partir da expansão urbana na área e o conseqüente preço acessível da terra, muitas moradias foram feitas tanto na orla destas lagoas quanto aterrando parte destas com vistas à ampliação de lotes e aberturas de vias, somados a construção do dique e dos canais de interligação das lagoas.

Ainda em processo de intervenção (Figura 9), parte do sistema fluvio-lagunar localizado nos bairros Matadouro e São Joaquim possui características distintas ao considerar a área de atuação do Programa Lagoas do Norte (PLN), já finalizado no bairro Matadouro. Em relação a este programa, ele é de responsabilidade da Prefeitura de Teresina, em parceria com o BIRD e o

Governo Federal, tendo como objetivo atuar, com base em ações integradas com abrangência multissetorial em 13 bairros da zona norte da cidade de Teresina, onde residem cerca de 100 mil habitantes. O Programa Lagoas do Norte está estruturado em três componentes: Modernização da Gestão Municipal; Requalificação Urbana e Ambiental; e Desenvolvimento Econômico e Social.

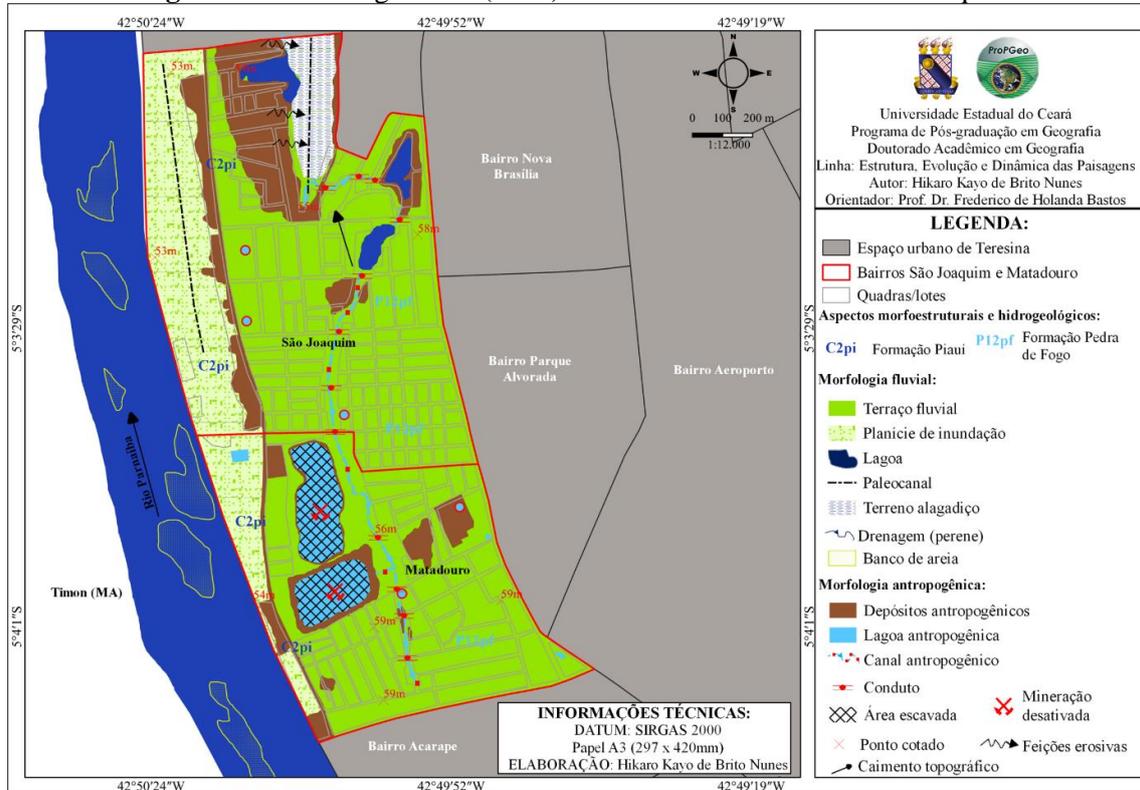
Figura 9. Mosaico de fotos ilustrando as alterações antropogeomorfológicas e a gênese de *landscaped ground* antes (A, B e C) e durante (D, E, F e G) a execução do PLN. Em A, casas construídas sobre feições antropogênicas depositadas sobre lagoa; em B, canal antropogênico e depósitos nas suas margens; em C e D vista aérea das lagoas do Cabrinha e do Lourival, antes e depois (respectivamente); em E, vista panorâmica da orla urbanizada da lagoa do Cabrinha; em F, canal urbanizado entre as lagoas; em G, depósito antropogênico sobre lagoa em área não urbanizada



Fonte: pesquisa direta (2021; 2022) e TERESINA (2014).

A Figura 10 representa a morfologia atual a partir das intervenções antropogeomorfológicas realizadas na área.

Figura 10. Morfologia atual (2022) dos bairros Matadouro e São Joaquim



Fonte: o autor (2022)

Com base nos dados apresentados e de modo a quantificar as alterações existentes entre o período pré-intervenção (1972) e o estágio atual de ocupação (2022), pode-se compreender as taxas compreendendo o período de 5 décadas. Como observado, das feições do período pré-intervenção, apenas o canal de drenagem natural (rio Parnaíba) e os paleocanais não sofreram alterações de tamanho e/ou morfológicas. Contudo, ainda considerando o Programa Lagoas do Norte, há um direcionamento para que a malha viária local seja ampliada a partir de duas opções, uma o alargamento da Avenida Boa Esperança, e conseqüentemente obras no Dique (adequação do coroamento), e, uma segunda, de modo a evitar a quantidade considerável de retirada/demolição de imóveis, é a abertura de uma via entre o dique e o canal do rio Parnaíba, na área de um paleocanal.

Caso a segunda opção aconteça, será necessário o aterramento de parte (ou total) e descaracterização do paleocanal existente, tendo em vista a necessária construção de um dique (com altos taludes) que acarretará a perda de objetivo do dique atual (este na faixa entre a planície e o terraço). Além disso, apontam-se ainda outras possíveis modificações (TERESINA, 2017): alterações do processo erosivo entre o canal e a planície; aterramento ou adequação do terreno entre os dois diques; além de possíveis alterações na margem esquerda do rio Parnaíba (município de Timon/MA).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados apontaram para uma complexidade geomorfológica da área, diversificada pela pressão antrópica, sobretudo associada à mineração (estágio inicial de interferências) e urbanização (estágio de consolidação de interferências), descaracterizando as formas, os materiais e os processos de feições originais como terraço fluvial, planície de inundação, lagoa, paleocanal, terreno alagadiço e canais de escoamento superficial principalmente quando se coloca em discussão as atividades minerárias que contribuíram para aberturas de cavas de mineração que, em virtude do lençol freático superficial, originaram lagoas artificiais modificando o terreno originalmente rebaixado, posteriormente limitado por um dique de proteção às inundações.

As feições geomorfológicas da área são reflexos da organização do sistema socioeconômico local que desconsiderou a dinâmica natural (a exemplo do caimento topográfico alterado pelas obras de escavação e aterro, degradação e agradação, respectivamente), acelerada pelo processo de ocupação sem planejamento urbano e ordenamento territorial, em descompasso com a pré-existente vulnerabilidade ambiental.

Os processos erosivos se diversificaram principalmente em conexão com os depósitos antropogênicos formados por materiais alóctones (areia, madeira, plástico, restos de construção civil, dentre outros), originando sulcos e ravinas que, a depender da sua posição frente ao dique, ora drenam para as lagoas e canais antropogênicos, ora escoam para o rio Parnaíba, situado a Oeste da área de estudo, sendo receptor do material erodido.

REFERÊNCIAS

- BARROS, Pedro Henrique Corrêa de Araújo; VALADÃO, Roberto Célio. Aquisição e produção do conhecimento em geomorfologia: a investigação geomorfológica e seus conceitos fundantes. *GEOUSP – Espaço e Tempo (Online)*, v. 22, n. 2. 2018. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geousp.2018.123896>
- BASTOS, Frederico de Holanda. Movimentos de massa no Maciço do Baturité (CE) e contribuições para estratégias de planejamento ambiental. Fortaleza, 2012. 258f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2012.
- CAMPELO, Ramon Marques; BRAÚNA, Carlos Henrique da Costa; SILVA, Carlos Ernando. Carga poluidora na Microbacia Urbana Lagoas do Norte, Teresina, Piauí, In: CONGRESSO NACIONAL DE SANEAMENTO E MEIO AMBIENTE, 30. Anais... São Paulo, 2019.
- CHEMEKOV, Y. F. Technogenic deposits. In: INTERNATIONAL UNION FOR QUATERNARY RESEARCH CONGRESS, 11, 1983, Moscou. Anais... Moscou: INQUA, 1983.
- CHOW, Ven Te. Open Channel Hydraulics. McGraw-Hill Book Company: New York, 1959.
- DOKE, Arjun; PARDESHI, Sudhakar; PARDESHI, Suchitra; DAS, Sumit. Identification of morphogenetic regions and respective geomorphic processes: a GIS approach. *Arabian Journal of Geosciences*, v. 11, n. 20. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12517-017-3358-5>
- DOUGLAS, Ian. The urban environment. London: Edward Arnold, 1988.
- FANNING, Delvin Seymour; FANNING, Mary Christine Balluff. Soil: morphology, genesis and classification. New York: Wiley, 1989.
- FELDS, E. Geomorfologia Antropogenética. *Boletim Geográfico*, nº 144. p. 352-357. Rio de Janeiro, 1958.
- FORD, Jonathan Richard; KESSLER, Holger; COOPER, Anthony; PRICE, Simon; HUMPAGE, Adrian. An Enhanced Classification for Artificial Ground. Keyworth: British Geological, 2010.

- GUSTAVSSON, Marcus; KOLSTRUP, Else; SEIJMONSBERGENB, Arie. A new symbol-and-GIS based detailed geomorphological mapping system: Renewal of a scientific discipline for understanding landscape development. *Geomorphology*, v. 77, n. 2, p. 90-111, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2006.01.026>
- HAMELIN, Louis-Edmond. Géomorphologie: Géographie globale-géographie totale. *Cahiers de Géographie de Québec*, v. 8, n. 16, p. 199-218, 1964. DOI: <https://doi.org/10.7202/020499ar>
- KOHLER, Heinz Charles. A Escala na Análise Geomorfológica. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 3, n. 1, 2002. DOI: <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v2i1.5>
- MARQUES NETO, Roberto. Cartografia geomorfológica: revisões, aplicações e proposições. CRV: Curitiba, 2020.
- MURRAY-RUST, Hammond; VANDER VELDE, Edward Jay. Changes in hydraulic performance and comparative costs of lining and desilting of secondary canals in Punjab, Pakistan. *Irrigation and Drainage Systems*, v. 8, p. 137-158, 1994. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00881015>
- PASCHOAL, Letícia Giuliana; SIMON, Adriano Luís Heck; CUNHA, Cenira Maria Lupinacci. Geomorfologia antropogênica e sua inserção em pesquisas brasileiras. *Geographia Meridionalis*, v. 1, n. 1, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v17i1.497>
- PEDROSA, Antonio de Sousa. As actividades humanas e os problemas morfogenéticos: o exemplo da Serra do Marão. *Territorium*, v. 1. 1994.
- PELOGGIA, Alex Ubiratan Goossens Peloggia; OLIVEIRA, Antonio Manoel dos Santos; OLIVEIRA, Adriana Aparecida de; SILVA, Erika Cristina Nesta; NUNES, João Osvaldo Rodrigues. Technogenic geodiversity: a proposal on the classification of artificial ground. *Quaternary and Environmental Geosciences*, v. 5, n. 1, p. 28-40, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/abequa.v5i1.34823>
- RODRIGUES, Cleide. 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. DOI: <https://doi.org/10.7154/RDG.2005.0017.0008>
- SAADI, Allaoua. Modelos morfogenéticos e tectônica global: reflexões conciliatórias. *Revista GEONOMOS*, v. 6, n. 2. 1994. DOI: <https://doi.org/10.18285/geonomos.v6i2.170>
- SZABÓ, Yozhef. Anthropogenic Geomorphology: Subject and System. In: SZABÓ, Yozhef; DAVID, Lórant; LÓCZY, Denes. *Anthropogenic Geomorphology: a guide to man made landforms*. London: Springer, 2010.
- TERESINA. PREFEITURA MUNICIPAL DE TERESINA. Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano. Teresina: PMT, 1983.
- TERESINA. PREFEITURA MUNICIPAL DE TERESINA. Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação. Lei nº 5.135 de 18 de Dezembro de 2017 (Plano Plurianual 2018-2021). Teresina: SEMPLAN, 2017.
- TRICART, Jean. *Principes et méthodes de la géomorphologie*. Paris: Masson et Cie, 1965.
- VERSTAPPEN, Herman Theodoor; ZUIDAM, Robert. *ITC System of Geomorphological Survey*. International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences, 1975.
- VIANA, Bartira Araújo da Silva. Caracterização estratigráfica, química e mineralógica do massará e conflitos socioambientais associados à sua exploração em Teresina, PI, Brasil. Belo Horizonte, 2013. 222p. Tese (Programa de Pós-graduação em Geografia) – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2013.
- VIANA, Bartira Araujo da Silva; LIMA, Iracilde Maria de Moura Fé. Conflitos socioambientais urbanos em áreas de mineração em Teresina, Piauí. In: SILVA, Francisco Jonh Lennon Tavares da; AQUINO, Cláudia Maria Sabóia de; AQUINO, Renê Pedro de (Orgs.). *Questões Socioambientais Urbanas no Piauí: diferentes enfoques*. 1ed. Teresina: EDUFPI, 2018, v. 1, p. 176-194.