

## **ASPECTOS GEOAMBIENTAIS E IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS NA ÁREA DE EXPANSÃO URBANA DA REGIÃO SUL DE TERESINA/PIAÚ**

Hikaro Kayo de Brito Nunes<sup>1</sup>, Jorge Eduardo de Abreu Paula<sup>2</sup>, Maria Luzineide Gomes Paula<sup>2</sup>

(1 – Universidade Federal do Piauí, [hikarokayo2@hotmail.com](mailto:hikarokayo2@hotmail.com), <http://orcid.org/0000-0001-6868-1285>, 2 – Universidade Estadual do Piauí, [jorgeabreupaula@yahoo.com.br](mailto:jorgeabreupaula@yahoo.com.br), <https://orcid.org/0000-0003-3968-3956>, [luzineidegomespaula@gmail.com](mailto:luzineidegomespaula@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0002-8213-4023>).

**Resumo:** O presente estudo tem como objetivo analisar os aspectos geoambientais e os impactos socioambientais associados à expansão urbana da região Sul da cidade de Teresina/Piauí, subsidiando estudos para o planejamento ambiental e urbano. Metodologicamente, fez-se uso de leitura bibliográfica e teórico-conceitual, levantamento cartográfico e documental, verificação *in loco*, bem como técnicas de geoprocessamento e sensoriamento. Com base nos estudos foi verificado a variedade de interferências antrópicas, onde impactam as características geoambientais da área causando danos socioambientais à comunidade local. Os valores de uso, ocupação e cobertura da terra expressam essa pressão antrópica ao passo que, ao longo de 27 anos (1990-2017), a classe vegetação teve uma diminuição de 1.155,4ha e a classe áreas urbanas teve um aumento de 394,8ha e solo exposto aumentou 146,2ha. Os principais impactos identificados e relacionados à expansão urbana foram: esgoto e lixo a céu aberto, queimadas/fumaça, alagamento, desmatamento, geração de poeiras e ruídos além de ocupações irregulares e extração de recursos minerais. Dessa forma, considera-se que a área carece de estudos e ações acerca do planejamento urbano e ambiental de modo que propicie a mitigação dos impactos identificados.

**Palavras-chave:** Expansão Urbana; Caracterização geoambiental; Impactos socioambientais; Região Sul; Teresina/PI.

## **GEOENVIRONMENTAL ASPECTS AND ENVIRONMENTAL IMPACTS IN THE AREA OF EXPANSION URBAN REGION TERESINA SOUTH/PIAÚ**

**Abstract:** The present study aims to analyze the geo-environmental aspects and the environmental impacts associated with urban expansion of the southern region of the city of Teresina/Piauí, supporting studies for the environmental and urban planning. Methodologically, made use of bibliographic and theoretical and conceptual reading, cartographic and documentary survey, spot check and geoprocessing techniques and sensing through. Based on studies it was found the variety of anthropogenic interference, which impact the geo-environmental characteristics of the area causing environmental damage to the local community. The use values, occupation and land cover express this human pressure whereas over 27 years (1990-2017), the vegetation class had a decrease of 1.155,4ha and class urban areas increased by 394, 8ha and exposed soil increased 146,2ha. The main impacts identified and related to urban expansion were: sewage and garbage in the open, fire / smoke, flooding, deforestation, generation of dust and noise as well as illegal occupation and extraction of mineral resources. Thus, it is considered that the area lacks studies and actions about urban and environmental planning so conducive to mitigate the identified impacts.

**Keywords:** Urban Expansion; Geoenvironmental characterization; Social and environmental impacts; Southern region; Teresina/PI.

### **ASPECTOS GEOAMBIENTALES E IMPACTOS SOCIOAMBIENTALES EN EL ÁREA DE EXPANSIÓN URBANA DE LA REGIÓN SUR DE TERESINA/PIAUI**

**Resumen:** El presente estudio tiene como objetivo analizar los aspectos geoambientales y los impactos socioambientales asociados a la expansión urbana de la región Sur de la ciudad de Teresina / Piauí, subsidiando estudios para la planificación ambiental y urbana. Metodológicamente, se hizo uso de lectura bibliográfica y teórico-conceptual, levantamiento cartográfico y documental, verificación in loco, así como técnicas de geoprosesamiento y percepción. Con base en los estudios se verificó la variedad de interferencias antrópicas, donde impactan las características geoambientales del área causando daños socioambientales a la comunidad local. Los valores de uso, ocupación y cobertura de la tierra expresan esa presión antrópica mientras que, a lo largo de 27 años (1990-2017), la clase vegetación tuvo una disminución de 1.155,4ha y la clase áreas urbanas tuvo un aumento de 394, 8ha y suelo expuesto aumentó 146,2ha. Los principales impactos identificados y relacionados a la expansión urbana fueron: alcantarillado y basura a cielo abierto, quemadas / humo, inundación, deforestación, generación de polvo y ruidos además de ocupaciones irregulares y extracción de recursos

minerales. De esta forma, se considera que el área carece de estudios y acciones acerca de la planificación urbana y ambiental de modo que propicie la mitigación de los impactos identificados.

**Palabras clave:** Expansión Urbana; Caracterización geoambiental; Impactos socioambientales; Región sur; Teresina/PI.

## **Introdução**

Ao longo dos anos, as cidades se dinamizam ao ponto de crescerem geralmente associadas às atividades produtivas, aos condicionantes econômicos e à disponibilidade de terra, dentre outros fatores que auxiliam na (re)reprodução do espaço e o aumento da franja urbana, como no caso da expansão urbana dos grandes centros. A própria urbanização, nesse sentido, enquanto processo intrínseco aos interesses capitalistas, favorece em muitos casos a existência de problemas ambientais associados às formas de uso, ocupação e cobertura da terra.

Assim, quando se busca adentrar na temática dos aspectos socioambientais de espaços citadinos, a discussão torna-se ainda mais complexa e delicada, principalmente quando estão em discussão os agentes produtores do espaço urbano apontados por Corrêa (2005), quando tais espaços vão ocupar o espaço natural, até então pouco alterado pela ação antrópica, favorecendo, ainda, cenários de segregação espacial.

Nos últimos anos há um significativo aumento do interesse pelas questões ambientais nos centros urbanos, com destaque para aquelas áreas de franja urbana (contato do urbano com o rural) como nos estudos de Honda *et al* (2015), Andrade e Alcântara (2016), Nunes e Paula (2016), Ruiz *et al* (2016), Melo Filho (2018) e Araújo Júnior e Tavares Júnior (2018). Dessa forma, não ficam isolados os aspectos geoambientais (geologia, geomorfologia, hidrografia e outros) e os socioeconômicos (as formas de uso) e as inter-relações existentes entre os dois, proporcionando a existência de impactos socioambientais, como mencionado por Suertegaray (2018) e Mendonça e Dias (2019).

A cidade de Teresina (capital do Piauí), por exemplo, é detentora de um crescimento urbano acelerado e desordenado como muitas outras capitais brasileiras. Quando da sua instalação, em 1852, o sítio urbano era reduzido a algumas quadras e tinha os rios Poti e Parnaíba como limites no sentido Leste-Oeste. Décadas depois, o Poti que era um empecilho para a expansão urbana foi superado, ao passo que a região Sul da cidade foi ocupada por uma quantidade significativa de bairros e empreendimentos públicos e privados.

Com o aumento do perímetro urbano no sentido Sul (saída para a cidade de Demerval Lobão/PI), associado ao crescimento populacional e à crescente demanda por infraestrutura, iniciou-se uma intensa intervenção na paisagem da área. Dentro dessa intervenção podem ser citadas: retirada da vegetação, compactação do solo e sua consequente impermeabilização, descaracterização do relevo, alteração no microclima e o aumento da cobertura asfaltada.

Dessa forma, como apontam Rodrigues (1998) e Iwama *et al* (2016), a questão ambiental, notadamente em áreas urbanas, é conferida por um perfil multidimensional, interdisciplinar e multiescalar, tendo em vista que a mesma deve ser encarada como resultado da apropriação da natureza pelo homem. Diante do exposto, o estudo que se segue apresenta como objetivo analisar os aspectos geoambientais e os impactos socioambientais associados à expansão urbana da região Sul da cidade de Teresina/Piauí, subsidiando estudos para o planejamento ambiental e urbano.

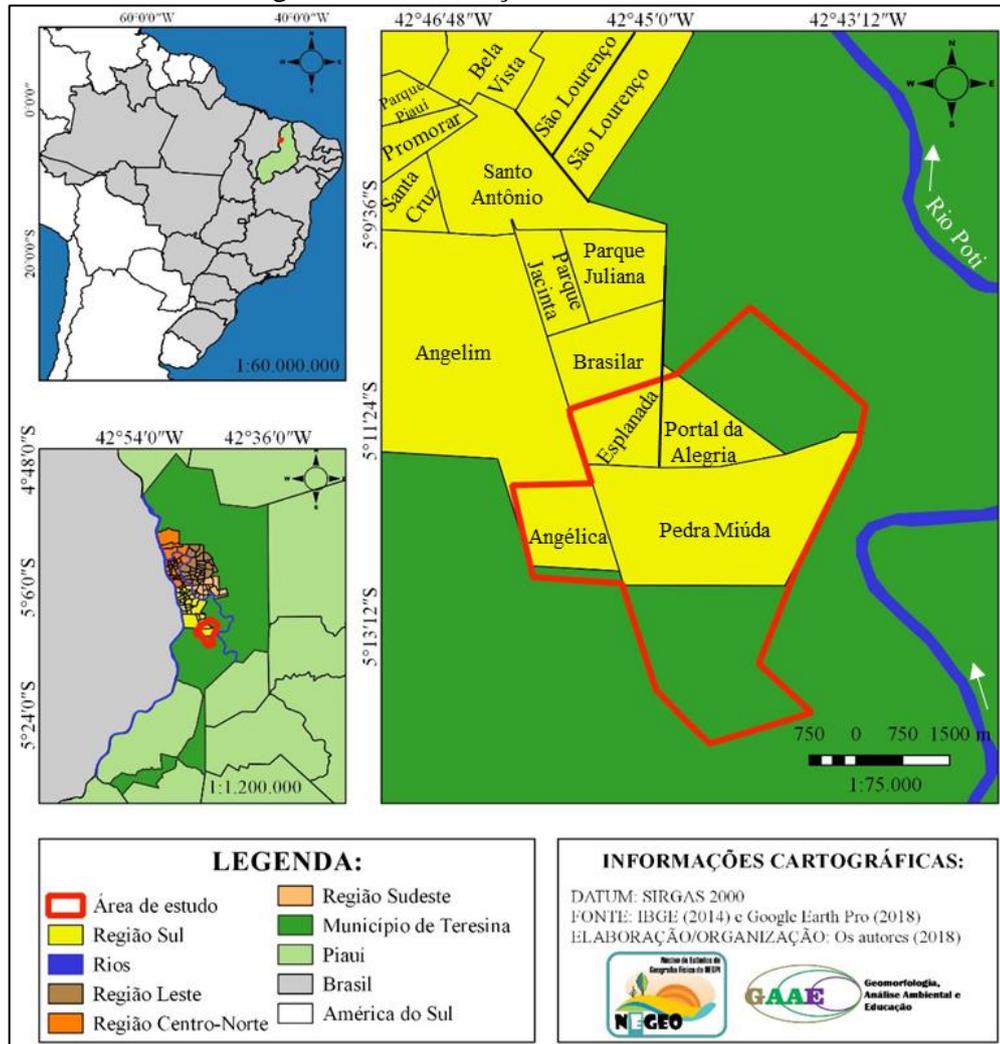
## **Metodologia**

### ***Área de estudo***

A pesquisa foi desenvolvida na região Sul de Teresina (Figura 1), enfocando a área que compreende o Conjunto Porto Alegre (bairro Esplanada) e os bairros Portal da Alegria, Pedra Miúda e Angélica, compreendendo os residenciais Torquato Neto e Eduardo Costa, além da zona rural.

A referida área é detentora de alguns empreendimentos públicos, privados e público-privados, e, tomando-se como referência a BR-316 (saída Sul da cidade), o locus do estudo está situado entre os km 10 e 15 da referida rodovia. A exemplo do disposto, o Conjunto Porto Alegre está inserido no bairro Esplanada, conforme TERESINA (2018), sendo construído em 1992 com o financiamento da Caixa Econômica Federal (CEF), associando-o a outros conjuntos habitacionais construídos na cidade na segunda metade do século XX como política de expansão urbana e diminuição o déficit habitacional. Já os outros pontos (Residenciais Torquato Neto e Eduardo Costa) datam do período pós-2010.

Figura 1 – Localização da área de estudo



Fonte: Próprios autores

### ***Materiais e Métodos***

Os procedimentos metodológicos se concentram em quatro níveis de estruturação dos passos da pesquisa conforme Libault (1971), sendo os seguintes: compilatório, correlatório, semântico e normativo. Em síntese, as estratégias metodológicas e operacionais foram: a) levantamento bibliográfico, teórico-conceitual, documental e cartográfico; b) atividades de gabinete; c) verificação *in loco* e registro fotográfico, além de; d) sensoriamento remoto e geoprocessamento. Cabe ressaltar que os procedimentos adotados tanto no que se refere às técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto quanto na inter-relação e possibilidades interpretativas e reflexivas se sustentam principalmente em estudos de Siljander (2010), Lv et al (2011), Riedel et al (2014), Du et al (2014) e Farias et al (2017).

Para a delimitação da área, a mesma foi criada através do *Google Earth Pro* na função “adicionar polígono” para criação de um arquivo no formato “kml” vetorial para ser manipulado nos *softwares* QGis (versão 2.14.7) e ArcGis (versão 10.5), quando da sua conversão para o formato “shapefile”, de modo a abranger os bairros Esplanada, Portal da Alegria, Pedra Miúda, Angélica e áreas fora do perímetro urbano, como residenciais localizados ao longo da BR-316.

Os produtos cartográficos que subsidiaram as verificações *in loco*, as etapas de geoprocessamento e de análise dos dados estão disponibilizados na página da Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação/SEMPLAN (<http://semplan.teresina.pi.gov.br/mapas-interativos/>), como: I) Mapa de zoneamento urbano de Teresina (PI), na escala 1:25.000; II) Planta geral da cidade de Teresina (PI), na escala 1:30.000; III) Mapa de relevo da zona urbana de Teresina, na escala 1:27.000; IV) Mapa da Drenagem Urbana de Teresina, na escala 1:30.000; e V) Mapa da Rede de Esgoto e de Abastecimento de Água, na escala 1:35.000.

Para a coleta de dados socioeconômicos buscou-se informações junto ao portal TERESINA EM BAIROS (<http://semplan.teresina.pi.gov.br/teresina-em-bairros/>) e os disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Sobre os dados geoambientais, fez-se uso de informações disponibilizadas pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM), Agência Nacional de Água (ANA), do Plano Diretor de Drenagem Urbana de Teresina (PDDrU) e da classificação do relevo proposta por Lima (2011).

Para o mapeamento de uso, ocupação e cobertura da terra (DU et al, 2014) foram selecionadas imagens dos anos de 1990, 2000, 2010 e 2017, de modo a contribuir com a discussão sobre a dinâmica da área ao longo de 27 anos. As referidas imagens foram oriundas do *Google Earth Pro* (imagens orbitais LandSat/Copernicus e CNES/Airbus) nos seguintes meses: outubro/1990; setembro/2000; setembro/2010 e agosto/2017. Depois de georreferenciadas, foram manipuladas (conforme classificação de IBGE, 2013) no ArcGis e finalizadas no QGis. Acrescenta-se ainda que a escolha dessa análise temporal se deu em virtude das significativas mudanças que ocorreram nesse período, delineando, assim, as alterações proporcionadas pelo processo de expansão urbana da referida região.

## **Aspectos geoambientais e socioeconômicos: subsídios para a análise interpretativa**

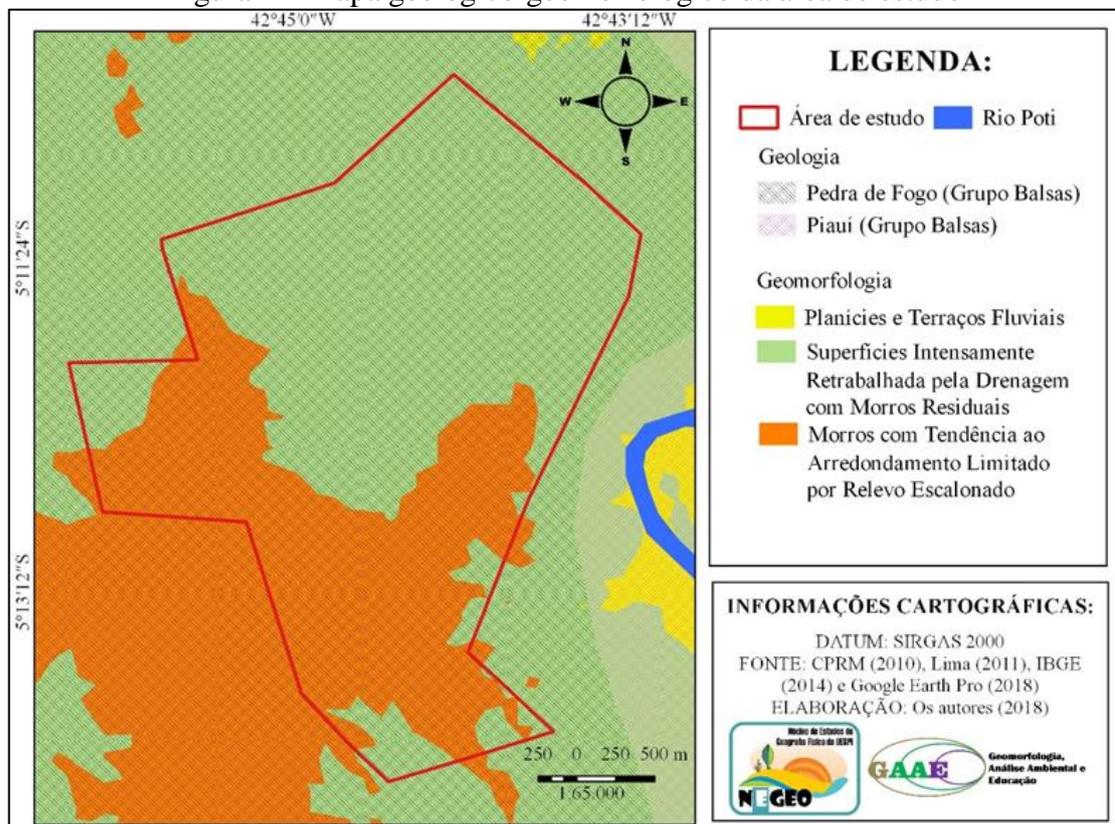
### *Aspectos Geoambientais*

Geologicamente pertence à Bacia Sedimentar do Parnaíba, do paleozóico, e com supersequência Carbonífera-Triássica (pertencente ao Grupo Balsas), com características inerentes à Formação Pedra de Fogo, que, conforme Lima e Brandão (2010), apresenta em sua composição arenitos inferiores eólicos e arenitos superiores litorâneos, além de folhelhos e arenitos depositados em planície de maré, e de calcário, silixitos e evaporitos.

Em classificação do relevo de Lima (2011) para o município de Teresina, a área é caracterizada por possuir duas classes de relevo: a) Superfícies Intensamente Retrabalhada pela Drenagem com Morros Residuais, sendo caracterizada por possuir formas expostas às forças erosivas intensas correspondendo a uma altitude de 70 a 100 metros e; b) Superfície Residual Recortada por Vales Encaixados (Morros com Tendência ao Arredondamento Limitado por Relevo Escalonado), caracterizada por possuir formas com topos definidos (contudo retrabalhados pela erosão) tendendo ao arredondamento e recortadas por vales encaixados e com altitude de 100 a 170 metros.

Na figura 2 ilustra-se as características geológico-geomorfológicas da área de estudo.

Figura 2 – Mapa geológico-geomorfológico da área de estudo



Fonte: Próprios autores

Como verificado na figura anterior, a classe de Superfícies Intensamente Retrabalhada pela Drenagem com Morros Residuais se espacializa nas porções Norte, Nordeste, Central e em trechos isolados das porções Oeste e Sul/Sudeste. Essas características relacionam-se à proximidade da planície fluvial do rio Poti, fazendo com que as cotas altimétricas tenham um decréscimo quanto aos seus valores. Sobre os Morros com Tendência ao Arredondamento Limitado por Relevo Escalonado, estes se concentram nas porções Sul, Sudoeste, parte da Sudeste e Noroeste da área de estudo, de modo que auxiliam na delimitação das bacias do rio Poti e do rio Parnaíba, servindo, na área, como um divisor topográfico.

O relevo da área de estudo possui variação entre os setores estudados. No Conjunto Porto Alegre encontrou-se uma elevação variando de 97m a 132 m, enquanto no Residencial Torquato Neto variou de 85m a 101m. Já na área do Residencial Eduardo Costa obteve-se elevação de 144m a 161m. E os pontos limites da BR-316 pontuam entre 127m e 133m.

Quanto à caracterização climato-hidrográfica, se situa no tipo tropical subúmido quente, megatérmico, e com duas estações bem definidas quanto ao regime pluviométrico, uma seca, de junho a dezembro, e uma chuvosa, se estendendo de janeiro a maio (FEITOSA, NÓBREGA e MACHADO, 2016), sob influência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT).

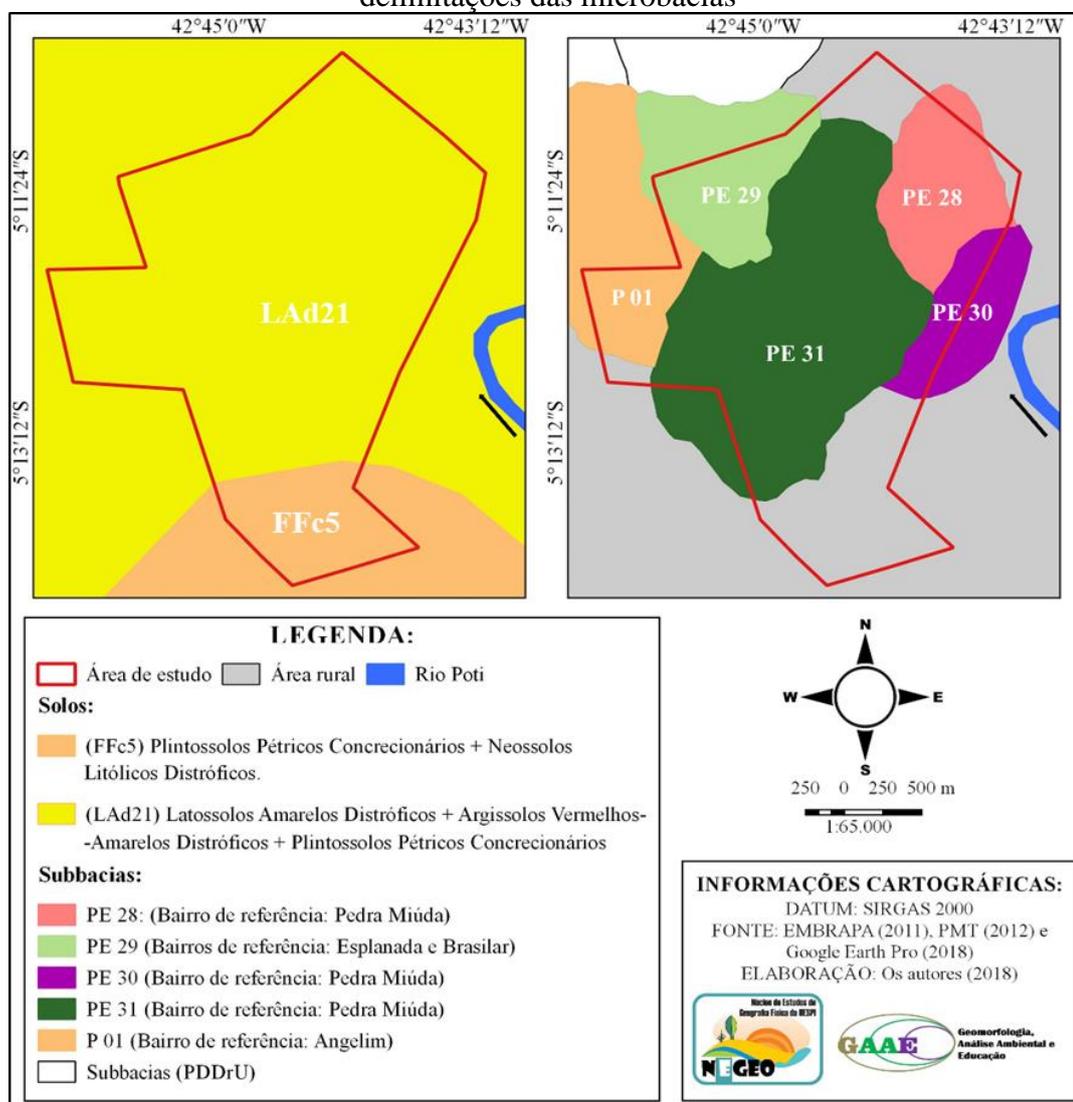
No tangente às características hidrográficas, a área está na bacia do rio Poti e, portanto, inserida na extensa bacia do rio Parnaíba, canal principal da drenagem piauiense. No Plano Diretor de Drenagem Urbana de Teresina, por exemplo, a área perpassa 5 microbacias urbanas, sendo uma do rio Parnaíba (P-01, bairro Esplanada) e as outras quatro (PE-28, no bairro Portal da Alegria; PE-29, nos bairros Esplanada e Brasilair; PE-30, no bairro Pedra Miúda; e PE-31, no Polo Empresarial Sul) deságuam no rio Poti. Soma-se que P, refere-se às microbacias do rio Parnaíba e, PE, às microbacias do rio Poti localizadas na margem esquerda, contudo, parte da área de estudo não está mapeada no estudo da prefeitura (TERESINA, 2012).

Conforme EMBRAPA (2011), no contexto pedológico (Figura 3) na área há duas associações de solo, FFc5 (Plintossolos Pétricos Concrecionários + Neossolos Litólicos Distróficos) e LAd21 (Latosolos Amarelos Distróficos + Argissolos Vermelhos-Amarelos Distróficos + Plintossolos Pétricos Concrecionários), com predomínio da última associação com destaque para os Latossolos, sendo solos minerais e homogêneos, não havendo, portanto, grande diferenciação dos horizontes dos solos.

Conforme a figura, nota-se a predominância dos Latossolos e a localização dos Plintossolos apenas no extremo Sul da área. Sobre os Plintossolos, estes possuem baixa

fertilidade natural, e, conforme Lumbreras *et al* (2015), apresentam grande quantidade de cascalho. Sobre os aspectos vegetacionais, encontram-se na área de estudo exemplares de babaçu (*Orbignya phalerata*), carnaúba (*Copernicia prunifera*), ipê roxo (*Handroanthus impetiginosus*), sapucaia (*Lecythis pisonis*), mandacaru (*Cereus jamacaru*), dentre outros. Tais espécies são típicas de zonas de transição, nesse caso com predominância da Mata dos Cocais, além da Floresta Amazônica e do Cerrado.

Figura 3 – Aspectos geoambientais da área, com foco nas associações de solo e nas delimitações das microbacias



Fonte: Próprios autores

### Caracterização Socioeconômica

Tendo o solo urbano como base das relações sociais, neste está assentada o seu contingente populacional. No caso de Teresina, a mesma acompanhou a evolução populacional a nível estadual e nacional, tendo 67.641 habitantes na década de 1940, e na década de 1991 (ano inicial da pesquisa) alcançou uma população de 599.272 habitantes, que foi sucedida pela população de 715.360 hab., 814.230 hab., 822.364 hab., 830.231 hab., 836.475 hab., 840.600 hab., 844.245 hab., 847.430 hab. e 850.198 hab., ao longo de 27 anos com um acréscimo de aproximadamente 29,5% (Tabela 1).

Tabela 1 – Evolução populacional de Teresina (PI), em destaque o período objeto da pesquisa

Período (ano)	População Total	População Urbana		População Rural		Densidade Demográfica
		Quantidade	%	Quantidade	%	
1940	67.641	34.695	51,3	32.946	48,7	37,39
1950	90.723	51.417	56,7	39.306	43,3	50,15
1960	142.691	98.329	68,9	44.362	31,1	78,88
1970	220.487	181.062	82,1	39.425	17,9	121,88
1980	371.988	339.042	91,1	38.732	10,2	205,63
1991	599.272	556.911	92,9	42.361	7,1	329,58
2000	715.360	677.470	94,7	37.890	5,3	425,86
2010	814.230	767.557	94,3	46.673	5,7	584,93
2011*	822.364	–	–	–	–	590,79
2012*	830.231	–	–	–	–	596,44
2013*	836.475	–	–	–	–	600,92
2014*	840.600	–	–	–	–	603,89
2015*	844.245	–	–	–	–	606,51
2016*	847.430	–	–	–	–	608,79
2017*	850.198	–	–	–	–	610,78

**Legenda:**

Análise temporal da pesquisa	*	População estimada (IBGE)	-	Dados inexistentes
------------------------------	---	---------------------------	---	--------------------

Fonte: TERESINA (2018), adaptado pelos autores

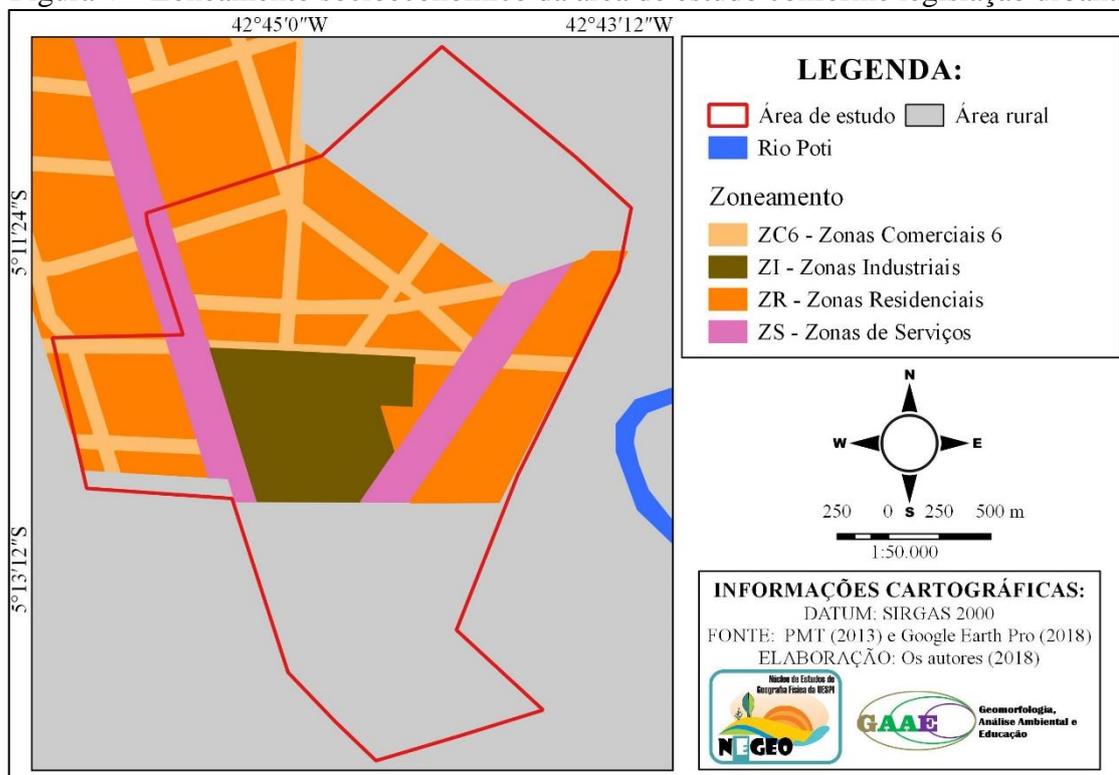
Com esse desenvolvimento do contingente populacional, a cidade requer uma infraestrutura adequada a esse contingente que supra as necessidades dos seus habitantes. Em relação à região Sul de Teresina, a mesma ficou em segundo lugar em ganho de número de moradores, ficando (comparativo dos anos 1991 e 2010) com uma adição de 55.288 hab. ante o ganho de 81.749 hab. da região Leste, facilitando ainda o processo de especulação imobiliária.

Diante de tal desenvolvimento, a área estudada se destaca pelo intenso fluxo, o que gera um grande número de empreendimentos públicos e privados, principalmente no que se refere à expansão habitacional. Arelado à expansão habitacional, surge também a necessidade da implantação de infraestruturas e equipamentos de uso coletivo. Esse conjunto de malha viária,

setores habitacionais dentre outras categorias, auxiliam na elaboração do zoneamento de uma cidade, que, no caso de Teresina, data de 2013.

Segundo a legislação urbana de Uso e Ocupação do Solo de Teresina (TERESINA, 2013), a área compreende algumas zonas de interesse (Figura 4), sendo as quais: Zonas Residenciais (ZR), Zonas de Serviço (ZS) e Zonas de Comércio (ZC6), Zonas Industrial (ZI). Tais zonas foram identificadas *in loco*, principalmente no que refere à expansão habitacional.

Figura 4 – Zoneamento socioeconômico da área de estudo conforme legislação urbana



Fonte: Próprios autores

Os aspectos habitacionais condizem ao adensamento populacional presente na área e necessita de distintos setores da economia, correspondente às atividades de comércio de bens e à prestação de serviços. O Conjunto Porto Alegre, no âmbito da discussão, centraliza tal setor por conter um variado número de atividades, que vão desde o comércio de mercadorias ao setor de transportes, passando por educação, atividades financeiras, lotéricas, saúde, posto de combustíveis, alimentação, dentre outros. Já os residenciais Torquato Neto e Eduardo Costa, por terem sido inaugurados recentemente (se comparado ao Porto Alegre) apresentam uma inferioridade no setor.

Na área de estudo localiza-se também o Polo Industrial de Teresina, espaço destinado à instalação de indústrias devido principalmente a isenção de impostos (em alguns casos), à infraestrutura da área e a sua localização, facilitando o escoamento e a logística das empresas. Fora essa área, margeando a BR-316 há ainda outras empresas de diferentes segmentos, que se utilizam da área para produção e escoamento. Instigando o pensamento sobre o uso e ocupação da terra e sua relação com os aspectos socioeconômicos, nota-se a presença marcante da iniciativa privada na produção do espaço da área, o Estado age por sua vez como órgão regulador, além de organizar o espaço e fixar equipamentos públicos.

### **Uso da terra, expansão urbana e impactos socioambientais associados**

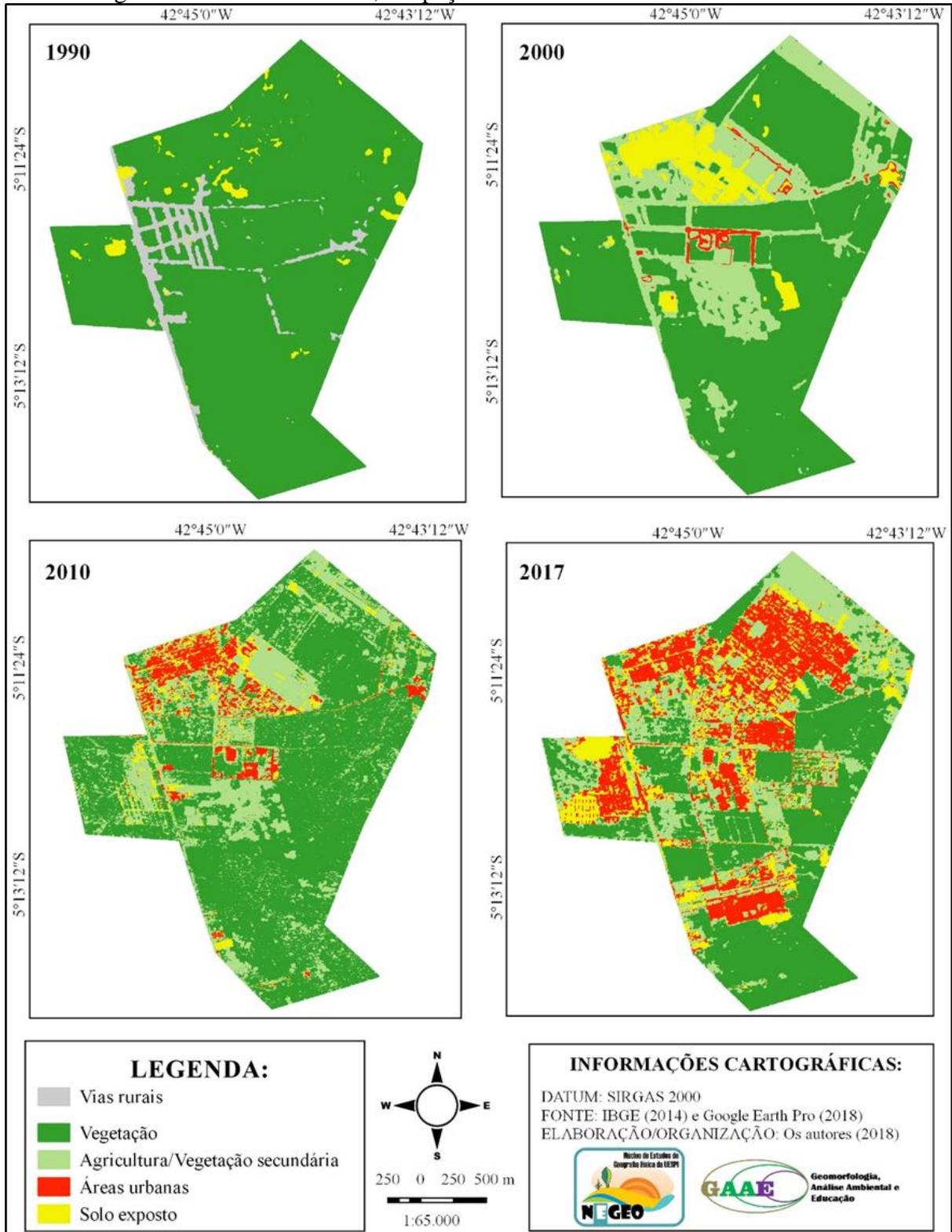
A área é detentora de múltiplos tipos de uso e ocupação da terra, que vão desde as atividades primárias da economia até a terciária, passando pelo uso residencial (urbano e rural), de tráfego de veículos, até a própria cobertura vegetal. Este estudo integrado apresenta ainda alguns espaços que podem servir para novas instalações e o consequente aumento do número de obras de construção civil, sendo caracterizados como vazios urbanos, de modo que o uso da terra está atrelado às atividades desenvolvidas pela própria sociedade. Assim, as categorias de uso são criadas para que haja uma classificação dessas atividades e dos respectivos tipos de assentamento, principalmente no que remonta à organização por parte do poder público.

As classes referentes às áreas residencial, de comércio e serviços e empresariais representam um nível de espacialização superior às demais. Já as propriedades rurais, lavouras e atividades minerárias se concentram no setor menos urbano, mais precisamente na porção Sul da área estudada.

Por meio dos dados do estudo e a construção de outros empreendimentos imobiliários na área (com aproximadamente 2.115ha), há uma tendência que estas classes de uso e ocupação se aproximem cada vez mais, podendo causar o fim de algumas propriedades rurais, além da possibilidade da extração mineral situar-se em uma área já urbanizada.

Na figura 5 e a tabela 2 ilustram-se e quantificam-se as formas de uso, ocupação e cobertura da terra na série temporal estudada.

Figura 5 – Dinâmica de uso, ocupação e cobertura da terra da área de estudo



Organização: Próprios autores

Tabela 2 – Quantificação das classes de uso, ocupação e cobertura da terra da área de estudo

ANÁLISE TEMPORAL	Anos	Grandeza	CLASSES DE USO, OCUPAÇÃO E COBERTURA DA TERRA				
			Vias rurais	Vegetação	Agricultura/ Vegetação secundária	Áreas urbanas	Solo exposto
			ha	ha	ha	ha	ha
1990	ha		124,9	1.928,4ha	-	-	61,7ha
	%		6%	91%	-	-	3%
2000	ha		-	1.408,9ha	405,5ha	129,5ha	171,1ha
	%		-	67%	19%	6%	8%
2010	ha		-	1.330,1ha	334,4ha	420,9ha	29,6ha
	%		-	62%	16%	20%	2%
2017	ha		-	773ha	609,8ha	524,3ha	207,9ha
	%		-	37%	28%	25%	10%

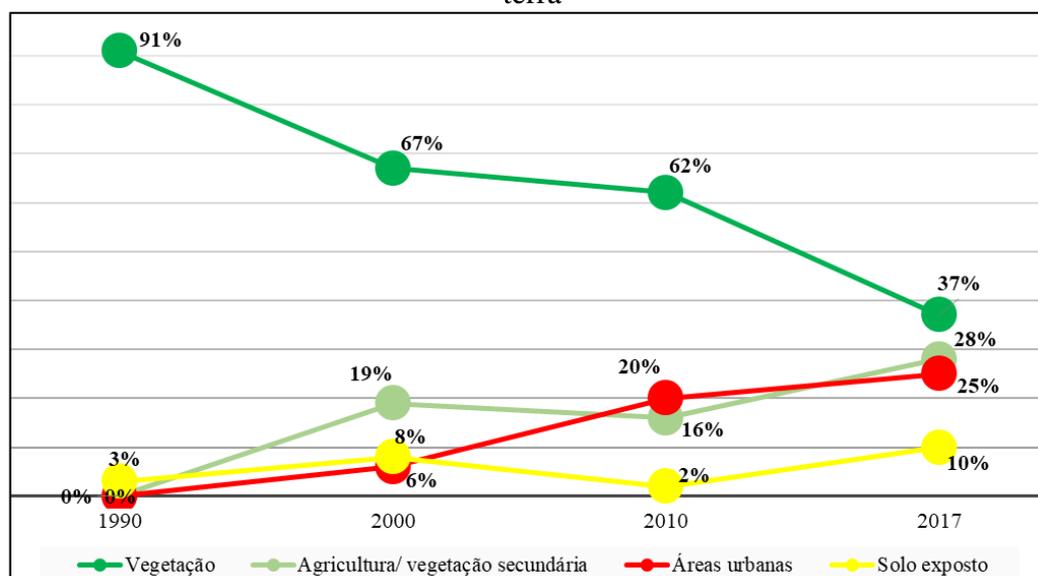
  

Legenda:							
	Vias rurais		Vegetação		Agricultura/Vegetação secundária		Áreas urbanas
	Solo exposto	%	Porcentagem	ha	Hectares		

Organização: os autores (2019).

É possível verificar que ao longo da série temporal a expansão urbana fica evidenciada na área, com o consequente avanço sobre a terra, antes rural. Verifica-se ainda que tal área sofre com o processo de impermeabilização do solo, haja vista o aumento considerável dos empreendimentos instalados. No que se refere à classe vegetação ao longo de 27 anos a mesma teve uma diminuição de aproximadamente 1.155,4 ha, ao passo que as demais classes tiveram um significativo aumento: agricultura/ vegetação secundária (204,3ha), áreas urbanas (394,8ha) e solo exposto (146,2ha), conforme Figura 6.

Figura 6 – Dinâmica (%) das classes (mais significativas) de uso, ocupação e cobertura da terra



Organização: Próprios autores.

Acrescenta-se o fato que apenas no ano de 1990 optou-se incluir a classe “vias rurais” tendo em vista que naquele ano a área não estava incluída no espaço urbano teresinense e que tais vias facilitaram a referida ocupação. Através dos dados ora supracitados originados da legislação municipal, das verificações em campo e das fases de geoprocessamento e sensoriamento remoto, decorreu-se na identificação dos impactos socioambientais. Dentre os impactos socioambientais verificados na área estão os seguintes: esgoto a céu aberto, lixo a céu aberto, queimadas/fumaça, alagamento, desmatamento, geração de poeiras e ruídos além de ocupações irregulares e extração mineral.

O aumento do processo de loteamentos, por exemplo, exige a retirada da cobertura vegetal, interferindo na qualidade dos solos e alterando os aspectos físicos da paisagem da área, assim, ao longo do tempo, o estado de degradação da cobertura se intensifica. Ainda sobre a cobertura vegetal, a sua degradação é acentuada e crescente, interferindo ainda na capacidade infiltração da água e afetando a fauna (com a saída de animais para outras áreas e a sua própria morte) e a flora (com sua retirada).

O Conjunto Porto Alegre, por exemplo, se comparado aos demais setores possui menos arborização e vias de asfaltamento e arruamento, além do alto adensamento populacional e fluxo de transportes. O Residencial Torquato Neto, assim como o setor anteriormente citado, possui baixa arborização, mas, ao seu entorno, observa-se uma vegetação considerável (pequeno e médio porte) além de áreas de solo exposto. Dentre os setores, o Residencial Eduardo Costa possui as mesmas características do Residencial Torquato Neto, excetuando-se a existência de áreas com solo exposto e incluindo o afastamento da área mais urbanizada, além da presença de uma vegetação mais densa ao seu redor.

O esgoto e o lixo a céu aberto configuram-se como exemplos da ausência/deficiência de saneamento básico. Tal elemento é de fundamental importância no adensamento populacional e na qualidade de vida e ambiental. Na área de estudo foram verificadas áreas que destoam dessa necessidade (como verificado na figura 7) em que foram encontradas esgotos perpassando inúmeras vias, galerias sem proteção (descobertas), deposição de lixo em ruas, canaletas de esgoto e em terrenos baldios, contribuindo para o aparecimento de vetores de doenças, como ratos, moscas, dentre outros.

Um fato que chama atenção quando do descarte de lixo a céu aberto e da ausência de esgotamento sanitário é que no período chuvoso estes materiais entopem as galerias e canaletas

causando ainda mais danos quando da elevação do nível da água em algumas ruas, fazendo com que várias casas sejam invadidas pela água durante episódios pluviométricos intensos.

Figura 7 – Saneamento básico no bairro Porto Alegre. Em A, galeria a céu aberto; e, em B, deposição de lixo e resíduos de construção civil



Fonte: Acervo dos autores.

As queimadas, o desmatamento e a fumaça são outros impactos socioambientais encontrados e que afetam diretamente tanto os moradores quanto as pessoas que passam pela área. Esses impactos não estão associados apenas à expansão urbana. As próprias atividades primárias (roças e criação de animais) geram os mesmos, com destaque para o período seco com o aumento do transporte de fuligens para áreas circunvizinhas e, dependendo da velocidade e constância do vento, para áreas mais distantes.

A geração de poeiras e ruídos estão consideravelmente associadas ao fluxo intenso de veículos ao longo da BR-316 e das vias principais dos bairros. A poeira relaciona-se ainda com áreas em que o solo está desprotegido, fazendo com que a ação eólica transporte sedimentos para áreas próximas. Em estudo realizado por Nunes e Paula (2016) a respeito da percepção socioambiental dos moradores da área, expressiva quantidade pontuou o aumento da sensação de calor, de queimadas, retirada da vegetação e alagamentos como os maiores problemas.

Sobre tal fluxo, este é um outro impacto identificado na área com constantes casos de congestionamentos e relacionado com os seguintes fatores: a) o aumento da franja urbana faz com que pessoas morem nas áreas mais distantes do centro urbano, exigindo, em horários de pico, sua locomoção para trabalhos, estudos, dentre outros; b) o acesso é o único, enquanto rodovia federal, para o Sul do estado, sendo assim uma das saídas do município de Teresina; c)

ausência de infraestrutura na pista, mesmo que esteja em processo de duplicação (em atraso) desde 2013.

Cabe ressaltar que há, na área, a instalação de uma ocupação irregular (recente) ao lado do Residencial Torquato Neto, sendo realizada posterior ao desmatamento de uma vasta área verde e que servia como área de acúmulo e escoamento de água no período chuvoso. Tal ocupação não possui equipamentos urbanos como saneamento básico e as moradias possuem pouca estrutura para a referida finalidade, inclusive com ligações clandestinas de energia elétrica e de água encanada evidenciando a ausência do poder público para disponibilizar esses recursos. Na Figura 8 ilustra-se uma síntese dos impactos socioambientais discutidos anteriormente, como ocupação irregular, vias de acesso e retirada da vegetação.

Figura 8 – Impactos socioambientais. Em A, ocupação; e, em B, obras de duplicação de rodovia, ambos antecidas pela retirada da vegetação e compactação do solo



Fonte: Acervo dos autores.

Sobre os alagamentos e extração de recursos minerais volta-se às características geoambientais da área. Como já verificado anteriormente, a área está inserida em cinco microbacias urbanas, e, com o período chuvoso, havendo o aumento do volume e da vazão da água somados à ocupação urbana, os episódios de alagamento tornaram-se mais comuns ao longo dos anos, impossibilitando até mesmo o acesso dos moradores às suas residências, além da destruição do calçamento, asfalto e de equipamentos urbanos.

Para alagamentos, entende-se como sendo o acúmulo (momentâneo) de águas em decorrência da ausência ou deficiência do sistema de drenagem. O ponto em que o risco é mais intenso é no Residencial Torquato Neto, onde a drenagem urbana é ineficiente, havendo, na

área mais baixa dessa microbacia, frequentes perdas materiais, somadas ao processo de compactação do solo por meio da urbanização.

Na área, há ainda casos de moradores que deixaram suas moradias por causa desse problema, tendo em vista a desvalorização do imóvel, a falta de compradores e a produção de buracos e lama, chegando até a ultrapassar a altura das calçadas de mais de 60cm. Inclusive, um evento pluviométrico intenso junto a alagamento e enxurrada, ocorridos em dezembro de 2018, contribuiu para a morte de uma pessoa, com acúmulo, nos dias anteriores de 300 mm de precipitação. O impacto é causado principalmente pelo não atendimento às limitações ambientais relacionados às cotas altimétricas da área, ocasionando o acúmulo de água de toda a microbacia no referido ponto, localizado na porção Nordeste do residencial.

Na porção Leste, e também próxima aos residenciais, há uma extensa área de extração de massará para a construção civil. Tal atividade produtiva é uma das que mais altera o espaço geográfico e a paisagem da área, e que, de acordo com Correia Filho (1997), o termo massará é utilizado regionalmente e serve para definir um sedimento conglomerático de cores e coloração variadas (creme, vinho, rosa, esbranquiçada, amarelada, arrochada e avermelhada) com matriz areno-argilosa, média a grosseira e, até conglomerático, ligante, de pouca consistência, facilmente friável e normalmente com ocorrência sobre rochas da Formação Pedra de Fogo.

Relacionado a essa atividade produtiva foram encontrados os seguintes impactos associados: desmatamento; geração de poeira e ruídos; afugentamento de animais; descaracterização do relevo; aceleração do processo de erosão e de lixiviação; exposição do solo; geração de cicatrizes no relevo; carreamento de sedimentos para riachos próximos, um, inclusive a menos de 200m da lavra e contaminação dos solos por parte dos óleos e combustíveis dos veículos e máquinas para a extração, com acúmulo desses líquidos em algumas áreas. Na Figura 9 apresenta-se dois impactos socioambientais relacionados à expansão urbana, um sobre os alagamentos e outro sobre a extração de massará para a construção civil.

Embora o processo de expansão urbana da área siga em uma relativa constância, cabe considerar que, ao passo esse processo se consolida, faz-se necessário estudos que possibilitem, por meio do planejamento ambiental e urbano direcionamentos para uma melhor ocupação da área. A ocupação da área de estudo, principalmente em cotas baixas das microbacias, somadas à compactação do solo e à retirada da cobertura vegetal expressam e ilustram a problemática

existente, carecendo, assim, de ações concretas para a mitigação dos impactos, riscos e vulnerabilidades socioambientais.

Figura 9 – Impactos socioambientais na área de estudo. Em A, episódio de alagamento no Residencial Torquato Neto; e, em B, lavra de massará na porção Leste da área



Fonte: Passos (2018); pesquisa direta (2018).

## Conclusão

- Com a pesquisa, foi possível verificar (tanto em campo quanto pelo sensoriamento remoto) a intensa pressão antrópica sobre a área, tanto no que se refere à diminuição da cobertura vegetal, ao aumento de espaços para agricultura, para áreas urbanas e para o solo exposto. Destarte, o lixo e esgoto a céu aberto, os episódios de alagamento, a produção de fumaça e poeira, além de outros impactos são reflexos do crescimento urbano desordenado vivenciado ao longo de 27 anos e que ganhou impulso por meio da expansão do setor habitacional.
- Cabe considerar que o sensoriamento remoto possibilitou não só o fornecimento de informações quanto às classes de uso, ocupação e cobertura da terra, mas, principalmente, direcionando a investigação para as mudanças ocorridas na área, como a mudança de uma classe de “solo exposto” em uma década para “área urbana” na década seguinte, considerando assim, que, já nesse primeiro ano já havia sinais de modificações na paisagem para a construção de residenciais, por exemplo.
- Considera-se, por fim, que tais análises e resultados encontrados propiciam importantes e necessárias ações de planejamento urbano e regional, tendo em vista o aumento considerável do adensamento populacional e cenários de impactos ambientais que tendem a se agravarem a medida que aconteça novas ocupações. Os dados empíricos

contribuíram para melhor entendimento do cenário socioambiental existente na área de estudo, corroborando a extrema importância da efetiva aplicação do plano diretor municipal e dos seus instrumentos de zoneamento considerando as limitações de uso de cada área. Finalmente, indica-se a necessidade indispensável de providências no tangente ao crescimento desordenado da área de estudo com vistas ao alcance e manutenção da garantia do desenvolvimento social e ambiental.

### **Agradecimentos**

Ao Núcleo de Estudos de Geografia Física (NEGEO) da Universidade Estadual do Piauí (UESPI), vinculado aos três autores; e ao grupo de pesquisa Geomorfologia, Análise Ambiental e Educação (GAAE) da Universidade Federal do Piauí (UFPI), vinculado ao primeiro autor.

### **Referências**

- ANDRADE, A. T. S.; ALCÂNTARA, R. L. Resíduos Sólidos Urbanos e Impactos Socioambientais no Bairro “Lagoa do Ferreiro”, Assu/RN. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, v. 20, n. 1, p. 16-31, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5902/2236117020029>
- ARAÚJO JÚNIOR, A. C.; TAVARES JÚNIOR, S. S. Expansão urbana e fatores de risco à inundação em Boa Vista – RR. *Ra’ega*, v. 44, n. 1, p. 139-153, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/raega.v44i0.49680>
- CORRÊA, R. L. *O espaço urbano*. São Paulo: Ática, 2005.
- CORREIA FILHO, L. F. *Projeto de Avaliação de Depósitos Minerais para a Construção Civil Piauí – Maranhão*. Vol 2. CPRM: Teresina, 1997.
- DU, P.; LIU, P.; XIA, J. FENG, L.; LIU, S.; TAN, K.; CHENG, L. Remote Sensing Image Interpretation for Urban Environment Analysis: Methods, System and Examples. *Remote Sensing*, v. 6, p. 9458-9474, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/rs6109458>
- EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *O novo mapa de solos do Brasil: legenda atualizada*. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2011.
- FARIAS, P. L. C.; XAVIER, J. P. S.; FIGUEIREDO, V. P.; SILVA, B. A. A. ARAÚJO, M. S. B. Spatial analysis on the watershed of Goiana River – PE: comparison with the use of geoprocessing and ANA data. *Journal of Hyperspectral Remote Sensing*, v. 7, n. 3. p. 111-124, 2017. DOI: <https://doi.org/10.29150/jhrs.v7.3.p111-124>

FEITOSA, M. S. S.; NÓBREGA, R. S.; MACHADO, J. Vulnerability environmental and flood risk in rio Poti, Teresina, Brazil. *Revista Geama*, v. 2, n. 2, p. 184-195, 2016.

HONDA, S. C. A. L.; VIEIRA, M. C.; ALBANO, M. P.; MARIA, Y. R. Planejamento ambiental e ocupação do solo urbano em Presidente Prudente (SP). *Urbe - Revista Brasileira de Gestão Urbana*, v. 7, n. 1, p. 62-73, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/2175-3369.007.001.AO04>

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Manual técnico de uso da terra*. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

IWAMA, A. Y.; BATISTELLA, M.; FERREIRA, L. C.; ALVES, D. S.; FERREIRA, L. C. Risco, vulnerabilidade e adaptação às mudanças climáticas: uma abordagem interdisciplinar. *Ambiente & Sociedade*, v. 19, n. 2, p. 95-118, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-4422ASOC137409V1922016>

LIBAULT, A. *Os quatro níveis da pesquisa geográfica*. Métodos em Questão. Instituto de Geografia (USP), São Paulo. 1971.

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

LIMA, I. M. M. F. O relevo de Teresina: compartimentação e aspectos da dinâmica atual. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA, 9, 2011, Goiânia, *Anais...*, Goiânia, 2011.

LUMBRERAS, J. F.; CARVALHO FILHO, A.; MOTTA, P. E. F.; BARROS, A. H. C.; AGLIO, M. L. D.; DART, R. O. Potencialidades e limitações ao uso agrícola de solos do Matopiba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 35., Natal. *Anais...* Natal, 2015.

LV, Z.; WU, Z.; WEI, J.; SUN, C.; ZHOU, Q.; ZHANG, J. Monitoring of the urban sprawl using geoprocessing tools in the Shenzhen Municipality, China. *Environmental Earth Sciences*, v. 62, n. 6, p. 1131-1141, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12665-010-0602-7>

MELO FILHO, J. M. M. Expansão urbana e impactos ambientais: uma análise dos projetos de intervenção urbana para a cidade de Teresina, Piauí. *Geosaberes*, v. 9, n. 19, p. 1-11, 2018. DOI: <https://doi.org/10.26895/geosaberes.v9i19.664>

MENDONÇA, F.; DIAS, M. A. *Meio ambiente e sustentabilidade*. Curitiba: Intersaberes, 2019.

NUNES, H. K. B.; PAULA, J. E. A. Construção civil e percepção socioambiental: estudo de caso junto aos agentes envolvidos em uma área de expansão urbana da zona Sul de Teresina/PI. *Revista Equador*, v. 5, n. 3, p. 181-198, 2016.

PASSOS, L. Caixa propõe recurso para resolver alagamentos no residencial Torquato Neto. *OitoMeia*, 2018. Disponível em: <<https://www.oitomeia.com.br/noticias/2018/02/28/caixa-propoe-recurso-para-resolver-alagamentos-no-residencial-torquato-neto/>>. Acesso em: 04 de out. de 2018.

RIEDEL, P. S.; MARQUES, M. L.; FERREIRA, M. V.; DELANEZE, M. E. Proposal of change detection in land cover for pipeline monitoring from Rapideye and Ikonos images. *Revista Brasileira de Geofísica*, v. 32, n. 4, p. 655-671, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.22564/rbgf.v32i4.553>

RODRIGUES, A. M. *Produção e consumo do e no espaço: problemática ambiental urbana*. São Paulo: Hucitec, 1998.

RUIZ, M. R.; BERNARDELLI JUNIOR, J. M.; QUARESMA, C. C.; FERREIRA, M. L. Conflitos socioambientais urbanos: um estudo prospectivo na Região Metropolitana de São Paulo. *Revista de Gestão e Secretariado*, v. 7, n. 2. 2016. DOI: <https://doi.org/10.7769/gesec.v7i2.574>

SILJANDER, M. *Geospatial environmental data modelling applications using remote sensing, GIS and spatial statistics*. Helsinki: Department of Geosciences and Geography/ University of Helsinki, 2010.

SUERTEGARAY, D. M. A. *Geografia Física e Geomorfologia: uma releitura*. Porto Alegre: Compasso, 2018.

TERESINA. PREFEITURA MUNICIPAL DE TERESINA. Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação. *Teresina em dados e números*. Teresina: SEMPLAN, 2018.

TERESINA. Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação. *Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDrU)*. Teresina: SEMPLAN, 2012.

TERESINA. Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação. *Zoneamento Econômico de Teresina*. Teresina: SEMPLAN, 2013.