



Universidade Federal do Piauí – UFPI
Pró-reitoria de Pós-graduação – PRPG
Programa de Pós-graduação em Geografia – PPGGEO



**VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL DOS
SETORES CENSITÁRIOS ÀS MARGENS DO RIO
POTI NO MUNICÍPIO DE TERESINA – PIAUÍ**

Hikaro Kayo de Brito Nunes



Teresina (PI),
Setembro de 2017.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ – UFPI
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO – PRPG
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E LETRAS – CCHL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA – PPGGEO



HIKARO KAYO DE BRITO NUNES

**VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL DOS SETORES CENSITÁRIOS ÀS
MARGENS DO RIO POTI NO MUNICÍPIO DE TERESINA – PIAUÍ**

Teresina (PI), setembro de 2017.

HIKARO KAYO DE BRITO NUNES

**VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL DOS SETORES CENSITÁRIOS ÀS
MARGENS DO RIO POTI NO MUNICÍPIO DE TERESINA – PIAUÍ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geografia (PPGGE), da Universidade Federal do Piauí (UFPI), como requisito para a obtenção do título de Mestre em Geografia.

Área de concentração: Organização do Espaço e Educação Geográfica.

Linha de Pesquisa: Análise Regional e Geoambiental.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Cláudia Maria Sabóia de Aquino

Teresina (PI), setembro de 2017.

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Humanas e Letras
Serviço de Processamento Técnico

N972v Nunes, Hikaro Kayo de Brito.

Vulnerabilidade socioambiental dos setores censitários às margens do Rio Poti no município de Teresina – Piauí / Hikaro Kayo de Brito Nunes. – 2017.

171 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Piauí, 2017.

Orientação: Prof^ª. Dra. Cláudia Maria Sabóia de Aquino.

HIKARO KAYO DE BRITO NUNES

**VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL DOS SETORES CENSITÁRIOS ÀS
MARGENS DO RIO POTI NO MUNICÍPIO DE TERESINA - PI**

Dissertação apresentada como requisito parcial
para obtenção do título de mestre, pelo
Programa de Pós-Graduação em Geografia da
Universidade Federal do Piauí – UFPI.

Orientador: Prof.^a. Dr.^a. Claudia Maria Saboia
de Aquino.

Aprovado em 11 / 09 / 2017.

BANCA EXAMINADORA

Claudia Maria Saboia de Aquino

Prof.^a. Dr.^a. Claudia Maria Saboia de Aquino.

(Orientadora)

Maria Suzete Sousa Feitosa

Prof.^a. Dr.^a. Maria Suzete Sousa Feitosa - UESPI

(Examinadora Externa)

Paula Cristina Almeida de Oliveira

Prof.^a. Dr.^a. Paula Cristina Almeida de Oliveira – UFU

(Examinadora Externa)

Antonio Cardoso Façanha

Prof. Dr. Antonio Cardoso Façanha - UFPI

(Examinador Interno)

Aos meus pais, José Domingos e Rosa Maura e às minhas avós, Luziana Nunes (*in memoriam*) e Helena Brito (*in memoriam*), pelo amor, compreensão e incentivo.

AGRADECIMENTOS

Sei que ainda há muito a se fazer e que essa estrada está apenas começando, mas já é tempo de agradecer a quem acompanha essa caminhada de perto. Uso as palavras do Papa Francisco nesse momento, de que *“os rios não bebem sua própria água, as árvores não comem seus próprios frutos, o Sol não brilha para si mesmo e as flores não espalham sua fragrância para si. Viver para os outros é uma regra da natureza”*.

Ao meu bom Deus e à Virgem Maria, pelas incontáveis presenças nas horas difíceis, pelas constantes dádivas, proteção e iluminação nessa jornada. Que continuem junto a mim e que a Fé continue me enchendo de entusiasmo para continuar firme.

À minha família, em especial aos meus pais José Domingos e Rosa Maura, pela ajuda, carinho, por acreditarem no meu sonho e me incentivarem a ter foco, honestidade e dedicação e por provarem que só se conquista algo com estudo e trabalho. Ao meu irmão Hitallo e à prima Vitória, pela ajuda e confiança.

À Prof^a. Dra. Cláudia Maria Sabóia de Aquino, pela orientação, por acreditar nessa pesquisa, pela solicitude de sempre, competência, pelo olhar crítico e por auxiliar no meu sonho de ser Mestre em Geografia. E ainda por confiar e me oportunizar a vivência como professor durante o estágio docente. Professora, serei eternamente grato e levarei tais experiências no meu futuro profissional.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Geografia (PPGGEO) da Universidade Federal do Piauí (UFPI), em especial ao Prof. Dr. Antônio Cardoso Façanha (pelas discussões metodológicas e descontração em sala de aula, por contribuir com a pesquisa na etapa de qualificação e ainda por aceitar contribuir durante a defesa), à Prof^a. Dra. Iracilde Maria de Moura Fé Lima (pelos ensinamentos, discussões e momentos de descontração, pelas dicas quanto às práticas de campo, pelos incentivos e palavras de carinho) e ao Prof. Dr. Raimundo Lenilde de Araújo (pelo incentivo e ajuda em momentos tortuosos, principalmente no segundo semestre do curso).

A todos os mestres que me acompanharam durante a graduação na Universidade Estadual do Piauí (UESPI), em ordem alfabética, Egnaldo Belo, Elisabeth Baptista, Francisca Lima, Irene Batista, Jorge Martins, Josafá Santos, Josenete Cardoso, Laryssa Sheydder, Liége Moura, Livânia Norberta, Manoel Afonso, Rodrigo Rodrigues e Tereza Alencar. Pelo apoio e constantes incentivos, por me fazerem acreditar na Geografia e no magistério e ainda por tirarem inúmeras dúvidas que me fizeram crescer pessoalmente e profissionalmente, em especial aos mestres,

- Prof^a. Dra. Joana Aires da Silva, pela amizade, confiança e incentivo. Pelas palavras de conforto e por sempre falar “Menino do céu, não se preocupa, já já você termina!”;

- Prof. Dr. Jorge Eduardo de Abreu Paula, pela amizade, incentivos, por guiar-me nos caminhos acadêmicos, por me aproximar da temática ambiental e por se fazer presente em todos os momentos. Meu eterno orientador!;

- Prof^a. Dra. Maria Luzineide “Neide” Gomes Paula, pela amizade, palavras de incentivo pessoal e profissional, carinho, pelos sorrisos sempre cativantes, abraços fraternos e puxões de orelha. Ainda pelo exemplo humano e profissional!;

- Prof^a. Dra. Maria Suzete Sousa Feitosa, obrigado pela amizade, pelos ensinamentos geográficos e teórico-metodológicos, pela confiança em pesquisas, por apresentar a temática da vulnerabilidade socioambiental e por me apresentar o rio Poti com outro olhar! Ainda por ter gentilmente contribuído com o estudo durante a qualificação e por aceitar realizar uma nova leitura para a defesa.

À sexta turma (Edson Barrinha, Gerson Sousa, Ivanaíla Sousa, Jean Araújo, Léya Jéssyka, Marcos Aurélio, Rosana Lacerda, Simone Rodrigues e Werton Costa) do PPGGEO, pela companhia em momentos alegres e de aflição durante o curso, em especial,

- Albert Isaac, pela amizade, confiança e incentivo. Ainda pela paciência nos ensinamentos de geoprocessamento, pelo companheirismo em todas as expedições de campo e auxílio nos constantes registros fotográficos, pela parceria em trabalhos científicos (e minicursos) e quando nos aventuramos em uma disciplina especial quando o vento soprava contra;

- Felipe Ibiapina, o arquiteto mais geógrafo do estado. Pela amizade, incentivo e pelos sorrisos aflitos que dávamos quando pensávamos a relação pesquisa X cronograma de trabalho... a situação era dramática;

- José “Zé” Francisco, pela amizade, parceria em pesquisas, por me fazer conhecer um pouquinho mais do Piauí, pela descontração, pelos momentos de discussão metodológica, pela parceria em trabalhos e por compartilhar das mesmas metas durante o curso;

- Josivane Alencar, pelo incentivo, personalidade calma, pelo exemplo humano e profissional, pela solicitude de sempre e pelas palavras certas nas horas certas;

- Sara “Sarinha” Cardoso, pela parceria muito antes da seleção, pelo estímulo, companhia em todo o curso, sociedade em loucuras e ideias mirabolantes, por sacrificar-se crítica nas horas necessárias, e pelas gozações sobre o rio Poti.

Aos amigos da graduação, em especial Beatriz Ribeiro, pela parceria, incentivo, cobrança “cadê, já terminou o texto para a qualificação?”, “cadê, essa pesquisa já terminou?” e pela presença constante. Uma “anja” que a vida me deu!

Aos “amigos seculares”: Kádson Wanole e Derlany Barros pelo apoio e (muita) paciência no auxílio da interpretação de documentos (leis, decretos e afins), principalmente nas constantes perguntas (confusas) que eu fazia, mesmo que pelas redes sociais durante os fins de semana; ao Juan Carlos, pela ajuda na manipulação dos dados e tratamento estatístico para a confecção do Índice de Vulnerabilidade Social; Romulo Lacerda, Marcus Affonso, Wilder Márcio, André Reis e Joelma Costa pela amizade, parceria, incentivo e confiança “mermão, larga esse rio de mão...vai estudar outra coisa”.

Aos amigos de grupos da Igreja Católica, em especial (em ordem alfabética), Ana Mariza, Andrea Macedo, Bárbara Andressa, Davi Lima, Felipe Costa, Jessika Weluma, José Felipe, Junior Lopes, Luiz Segundo, Priscila Spíndola, Renata Barbosa e Ricardo Fernandes (todos do EJC/PNSL) e aos amigos do GOA/PSS, Alexandre Araújo e Rayane Ribeiro. Por entenderem as constantes ausências (em manhãs, tardes e noites de encontros), pelos abraços fraternos e sorrisos sempre cativantes.

Aos amigos e grandes incentivadores, Prof^a. Elílian Basílio (PIBID/UESPI), Prof. Tiago Caminha (parceiro desde a UESPI), Prof^a. Valdirene Araújo (UFPI), Prof.

Ivamauro Ailton (UNEMAT), Prof^ª. Elizabeth Abreu (IEMA), Aisllan Damacena (UNEB), Fernanda Monteiro (parceira desde a graduação na UESPI e agora no PPGGEO/UFPI), Brenda Rafaelle (desde a graduação na UESPI e agora no PPGGEO/UFPI), Cristiane Araújo (UESPI), Leilson Santos (agora na UFMG), Carlos Henrique (IMESC/MA) e “Ed” Andrade (UFPI). Essa dissertação também é de vocês!

Aos meus ex-alunos, principalmente os do PES/UESPI, pela confiança depositada em mim, por entenderem quando da minha saída e por se disponibilizarem em ajudas nas atividades de campo.

Ao Prof. Dr. Carlos Ernando da Silva, coordenador do Laboratório de Saneamento (LASAM) da UFPI, pela garra nos estudos de qualidade ambiental dos rios de Teresina, por ceder (atenciosamente) dados do IQA do rio Poti e pelo exemplo de profissional na disseminação de conhecimento.

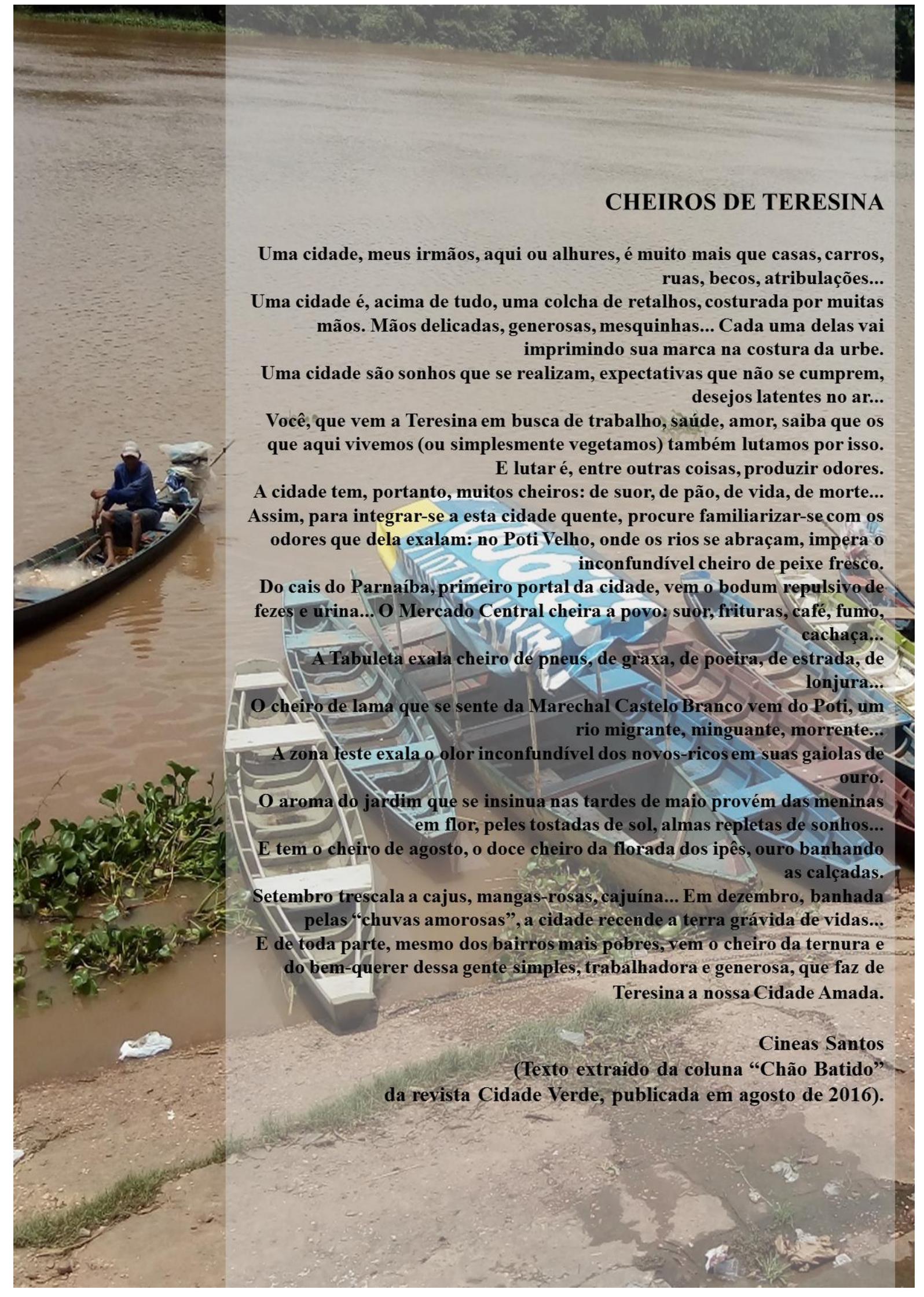
À Prof^ª. Dra. Paula Cristina Almeida de Oliveira, pela disponibilidade e disposição na leitura crítica dessa dissertação. Muito obrigado pelo “sim”!

Ao Tenente Deolindo (Defesa Civil de Teresina) por gentilmente disponibilizar os dados referentes às áreas de risco do município.

À todos os pesquisadores que estudam a temática da vulnerabilidade socioambiental, por auxiliarem na compreensão da relação sociedade-natureza nesse mundo tão conflituoso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa durante o curso, sendo esta de fundamental importância para a realização e concretização da pesquisa.

À vocês meu muito obrigado e minha eterna gratidão.
Que a estrela de vocês continuem brilhando!!



CHEIROS DE TERESINA

Uma cidade, meus irmãos, aqui ou alhures, é muito mais que casas, carros,
ruas, becos, atribulações...
Uma cidade é, acima de tudo, uma colcha de retalhos, costurada por muitas
mãos. Mãos delicadas, generosas, mesquinhas... Cada uma delas vai
imprimindo sua marca na costura da urbe.
Uma cidade são sonhos que se realizam, expectativas que não se cumprem,
desejos latentes no ar...
Você, que vem a Teresina em busca de trabalho, saúde, amor, saiba que os
que aqui vivemos (ou simplesmente vegetamos) também lutamos por isso.
E lutar é, entre outras coisas, produzir odores.
A cidade tem, portanto, muitos cheiros: de suor, de pão, de vida, de morte...
Assim, para integrar-se a esta cidade quente, procure familiarizar-se com os
odores que dela exalam: no Poti Velho, onde os rios se abraçam, impera o
inconfundível cheiro de peixe fresco.
Do cais do Parnaíba, primeiro portal da cidade, vem o bodum repulsivo de
fezes e urina... O Mercado Central cheira a povo: suor, frituras, café, fumo,
cachaça...
A Tabuleta exala cheiro de pneus, de graxa, de poeira, de estrada, de
lonjura...
O cheiro de lama que se sente da Marechal Castelo Branco vem do Poti, um
rio migrante, minguante, morrente...
A zona leste exala o olor inconfundível dos novos-ricos em suas gaiolas de
ouro.
O aroma do jardim que se insinua nas tardes de maio provém das meninas
em flor, pelas tostadas de sol, almas repletas de sonhos...
E tem o cheiro de agosto, o doce cheiro da florada dos ipês, ouro banhando
as calçadas.
Setembro trescala a cajus, mangas-rosas, cajuína... Em dezembro, banhada
pelas “chuvas amorosas”, a cidade recende a terra grávida de vidas...
E de toda parte, mesmo dos bairros mais pobres, vem o cheiro da ternura e
do bem-querer dessa gente simples, trabalhadora e generosa, que faz de
Teresina a nossa Cidade Amada.

Cineas Santos
(Texto extraído da coluna “Chão Batido”
da revista Cidade Verde, publicada em agosto de 2016).

RESUMO

A sociedade atual vive exposta a uma infinidade de riscos, de modo que estes veiculam características que geram prejuízos à população direta ou indiretamente envolvida, seja pelo aumento populacional, seja pela ocupação de áreas inadequadas ou pela própria condição socioeconômica e ambiental. Diante disso, análises sobre a vulnerabilidade (social, ambiental e socioambiental) tornam-se importantes instrumentos de estudo do espaço geográfico em questão, além de contribuir para o planejamento através de uma análise integrada envolvendo os aspectos sociais e ambientais. O objetivo geral foi analisar a vulnerabilidade socioambiental dos setores censitários às margens do rio Poti no município de Teresina/Piauí. Para atingi-lo, foram lançados os seguintes objetivos específicos: i) realizar caracterização geoambiental da área de estudo, com vistas a uma maior compreensão da mesma; ii) discutir variáveis socioeconômicas a fim de analisar e mapear a vulnerabilidade social; iii) identificar os problemas ambientais a partir das formas de uso, ocupação e cobertura da terra; iv) caracterizar a área de estudo, à luz da abordagem integrada, de modo a definir tipologias de vulnerabilidade social, ambiental e socioambiental; e v) sugerir medidas mitigadoras para atenuar as consequências negativas dos agentes dinâmicos verificados. A pesquisa é caracterizada do tipo dedutivo e de abordagem quali-quantitativa, e, para alcançar os objetivos fez-se uso de levantamento e análise bibliográfica, teórica-conceitual, documental e cartográfica. Para a obtenção do IVS foram selecionadas 7 (sete) variáveis socioeconômicas disponibilizadas junto ao Censo 2010 e manipuladas com uso de técnicas estatísticas (análises multivariada/fatorial e técnica de *cluster*); para a obtenção do IVA foram analisadas 12 (doze) variáveis ambientais por meio do Método Expedito (verificação *in loco*), registro fotográfico, diário de campo, aparelho de GPS e análise de dados documentais e laboratoriais. Já o IVSA foi obtido através da matriz de inter-relação do IVS com o IVA. Somase aos procedimentos metodológicos a utilização dos seguintes *softwares*: QGis (versão 2.14.7), ArcGIS (versão 10.3) e *Google Earth Pro*. As principais contribuições teóricas utilizadas fazem parte dos estudos de: Confalonieri (2003), Deschamps (2004; 2007), Mendonça (2004; 2010), Kaspersen et al (2005), Katzman (2005), Ross (2006), Zanella (2006), Almeida (2010) e Goerl, Kobayama e Pellerin (2011). Os 72 setores censitários foram agrupados em três classes: IVS Alto (21 setores com uma população de 21.208 pessoas distribuídas em 12 bairros), IVS Médio (28 setores com população de 26.301 habitantes distribuídos em 22 bairros) e IVS Baixo (18 setores com 12.203 moradores distribuídos em 08 bairros), além de 5 setores desclassificados por não possuírem dados suficientes, principalmente relacionados às variáveis densidade demográfica, renda familiar e estrutura domiciliar. Quanto ao IVA, obteve-se os seguintes dados: 21 setores foram classificados na classe Baixa (15% da população expostas a riscos e problemas ambientais), 27 setores na classe Média (44% da população) e 24 setores censitários categorizados em IVA Alto (41% da população). Essas classes de IVA deve-se em grande maioria devido às seguintes variáveis: cobertura vegetal, proximidade com corpos hídricos, adensamento populacional/residencial, esgoto a céu aberto e lixo a céu aberto. Sobre o IVSA obteve-se os seguintes valores por classe: IVSA “Muito Alto” (30% da área de estudo), “Alto” (11% da área de estudo), “Médio” (18% dos setores censitários), “Baixo” (33% da área de estudo), além de 5% não classificados. Em termos demográficos, o contingente populacional se concentra principalmente na classe de IVSA Muito Alto. Pôde-se constatar que os setores localizados nos espaços urbano e rural sofrem influências diretas das atividades produtivas ao longo do canal, conferindo ao rio peculiaridades das formas de ocupação das suas margens, evidenciando assim áreas de contraditoriedade social e por meio das características de rendimento, demográfica e de infraestrutura, além da capacidade de criação e intensificação de riscos e problemas ambientais, que, somados, problematizam a vulnerabilidade socioambiental dos setores censitários estudados.

Palavras-chave: Vulnerabilidades. Rio Poti. Setores censitários. Teresina/Piauí.

ABSTRACT

The present society is exposed to a multitude of risks, so that there are characteristics that generate damages to the population directly or indirectly involved, either by the population increase, by the occupation of inadequate areas or by the own socioeconomic condition. Given this, studies on vulnerability (social, environmental and socio-environmental) become an important instrument for studying the geographic space in question, besides contributing to the planning through an integrated analysis involving social and environmental aspects. The general objective of this research was to analyze the socioenvironmental vulnerability of the census tracts on the banks of the Poti River in the municipality of Teresina/Piauí. To achieve this, the following specific objectives: : i) carry out geoenvironmental characterization of the study area, with a view to a better understanding of it; ii) discuss socioeconomic variables in order to analyze and map social vulnerability; iii) identify the environmental problems from the forms of use, occupation and land cover; iv) characterize and analyze the study area, in light of the integrated approach, typologies of social, environmental and socio-environmental vulnerability; and v) suggest mitigating measures to mitigate the negative consequences of verified dynamic agents. The research is characterized of the deductive type and qualitative and quantitative approach, and, to reach the objectives it was used a bibliographic gather and analysis, theoretical conceptual, documentary and cartographic. To obtain the SVI, 7 (seven) socioeconomic variables were selected with the 2010 Census and manipulated through statistical techniques (multivariate / factorial analysis and cluster technique); to obtain EVI, 12 (twelve) environmental variables were analyzed through the Expedito Method (on-site verification), photographic record, field diary, GPS device and analysis of documentary and laboratory data. The SEVI was obtained through the matrix of interrelation of the SVI with the EVI. The following software is added to the methodological procedures: QGis (version 2.14.7), ArcGIS (version 10.3) and Google Earth Pro. The main theoretical contributions used are the studies of: Confalonieri (2003), Deschamps (2004, 2007), Mendonça (2004; 2010), Kaspersen et al. (2005), Katzman (2005), Ross), Almeida (2010) and Goerl, Kobayama and Pellerin (2011). The 72 census sectors were assembled in three different classes: High SVI (21 sectors with a population of 21.208 people distributed in 12 neighborhoods), Medium SVI (28 sectors with a population of 26.301 people distributed in 22 neighborhoods), and low SVI (18 sectors with a population of 12.203 residents distributed in 08 neighborhoods), besides 5 declassified sectors due to a shortage of data, mainly related to population density, family income and domestic structure. Regarding EVI, the following data were obtained: 21 sectors were classified in the Low class (15% of the population exposed to risks and environmental problems), 27 sectors in the middle class (44% of the population) and 24 census tracts categorized in high EVI (41% of the population). These classes of EVI are due in large part to the following variables: vegetation cover, proximity to water bodies, population / residential density, open sewage and open garbage. On the SEVI, the following values were obtained: Very High SEVI (30% of the study area), High (11% of the study area), Medium, Low (33% of the study area), and 5% unclassified. In demographic terms, the population contingent is mainly concentrated on the Very High SEVI class. It was concluded that the sectors located in the urban and rural spaces suffer direct influences of the productive activities along the canal, giving to the river peculiarities of the forms of occupation of its marginal area, thus evidencing areas of social contradiction and through the characteristics of income, demographic and infrastructure, besides the capacity of creation and intensification of risks and environmental problems, which, together, problematize the socioenvironmental vulnerability of the studied census tracts.

Keywords: Vulnerability. Risks. Poti River. Census Sector. Teresina Piauí.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ADH	Atlas de Desenvolvimento Humano
AF	Análise Fatorial
AGESPISA	Águas e Esgotos do Piauí S.A.
AHP	Processo Analítico Hierárquico
ALEPI	Assembleia Legislativa do Piauí
AM	Análise Multivariada
ANA	Agência Nacional de Águas
APP	Área de Preservação Permanente
AVHRR	<i>Advanced Very High Resolution Radiometer</i>
CEPREDENAC	<i>Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central</i>
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CMT	Câmara Municipal de Teresina
CMTF	Companhia Metropolitana de Transportes Públicos
CPRM	Centro de Pesquisa de Recursos Minerais/ Serviço Geológico do Brasil
CT	Centro de Tecnologia
DQ	Desvio Quartílico
ECA	Estatuto da Criança e do Adolescente
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IAC	Índice de Anomalia de Chuvas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPEA	Instituto de Pesquisas Econômicas e Aplicadas
IQA	Índice de Qualidade da Água
IVA	Índice de Vulnerabilidade Ambiental
IVS	Índice de Vulnerabilidade Social
IVSA	Índice de Vulnerabilidade Socioambiental
LASAM	Laboratório de Saneamento
MD	Margem Direita
ME	Margem Esquerda
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
N	Norte
NE	Nordeste
NOOA	<i>National Oceanic and Atmospheric Administration</i>
NW/NO	Noroeste
OMS	Organização Mundial de Saúde
PDLI	Plano de Desenvolvimento Local Integrado
PET	Plano Estrutural de Teresina
PERH/PI	Política Estadual dos Recursos Hídricos do Estado do Piauí
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
PNRH	Política Nacional dos Recursos Hídricos
PRODATER	Empresa Teresinense de Processamento de Dados
RFFSA	Rede Ferroviária Federal Sociedade Anônima
S	Sul
SEMPLAN	Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação

SiBCS	Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos
SW/SO	Sudoeste
TC	Técnica de Cluster
TEB	Teste de Esfericidade de Bartlett
TKMO	Técnica de Kaiser-Meyer-Olkin
UFPI	Universidade Federal do Piauí
UNDP	<i>United Nations Development Programme</i>
W/O	Oeste
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 –	Relações do geossistema.....	26
Figura 02 –	Simetria da porção central da cidade de Teresina. Em A, núcleo urbano inicial (1852) com traçado em “tabuleiro de xadrez”; e em B, imagem de satélite (2017) da expansão desse núcleo.....	29
Figura 03 –	Mosaico de fotos representando a paisagem urbana próxima ao rio Poti. Em A, localização da região do Grande Dirceu (margem direita/região Sudeste); em B, Vila Ferroviária (margem esquerda/ região Centro-Norte); em C, bairro Ilhotas (margem esquerda/ região Centro-Norte) e; em D, Conjunto Mocambinho (margem esquerda/ região Centro-Norte).....	31
Figura 04 –	Mapa da evolução dos perímetros urbanos de Teresina discutidos por Rodrigues (2013).....	32
Figura 05 –	As esferas no conceito de vulnerabilidade.....	35
Figura 06 –	Esboço esquemático simplificado da pesquisa.....	51
Figura 07 –	Modelo esquemático simplificado da técnica de <i>cluster</i>	57
Figura 08 –	Incursões a área de estudo e preenchimento de planilha. Em A, visita a zona rural de Teresina; e em B, atividade na zona urbana.....	59
Figura 09 –	Mapa de localização da área de estudo.....	66
Figura 10 –	Mapa de unidades geológicas da área de estudo.....	67
Figura 11 –	Exemplares fossilíferos (datados do Permiano) no Parque Municipal Floresta Fóssil na zona urbana de Teresina (registro fotográfico na margem direita do rio Poti).....	68
Figura 12 –	Marmitas expostas no período de estiagem, com tamanho (profundidade e diâmetro) variado, próxima ao Povoado Extrema, na zona rural do município de Teresina/PI.....	69
Figura 13 –	Mapa de relevo da área de estudo.....	70
Figura 14 –	Características do rio Poti no município de Teresina. Em A, planície fluvial e foz no rio Parnaíba na região Norte; em B, presença de meandros na região Sudeste e; em C, formação de banco (laterais) de areia na zona rural durante o período de estiagem.....	72
Figura 15 –	Imagens Meteosat 9 evidenciando a influência de sistema meteorológico no município de Teresina (em vermelho). Em A, ausência de influência direta e, em B, presença da ZCIT (em amarelo) no condicionante meteorológico.....	73
Figura 16 –	Mapa de associações de solo da área de estudo.....	74
Figura 17 –	Exemplos de solos encontrados na área de estudo. Em A, Latossolo Amarelo na zona urbana de Teresina, e, em B, perfil de solo na zona rural.....	75
Figura 18 –	Exemplares da vegetação na zona rural do município de Teresina, em destaque Mata de Cocais, localizadas às margens do rodoanel de Teresina.....	76
Figura 19 –	Degradação da mata de galeria na zona urbana de Teresina, em destaque a ausência de vegetação para uso da área para a agricultura de vazante.....	76

Figura 20 –	Atividades econômicas e fontes de renda na área de estudo. Em A e B, pecuária bovina (zona rural) e agricultura (região Sudeste), respectivamente; em C, <i>shopping center</i> (região Leste); e D, restaurante/comércio (região Centro-Norte).....	79
Figura 21 –	Variáveis para obtenção do IVS.....	80
Figura 22 –	Fotografia do setor censitário 62 (bairro Redonda).....	84
Figura 23 –	Fotografia do setor censitário 38 (bairro São Lourenço).....	84
Figura 24 –	Área verticalizada do setor censitário 50 (bairro Jóquei), e em primeiro plano estrutura viária.....	85
Figura 25 –	Rua com quantidade significativa de sítios e sedes campestres (Povoado Santana/zona rural).....	85
Figura 26 –	Padrão de moradia e infraestrutura urbana do setor censitário 7 (bairro Alto Alegre).....	86
Figura 27 –	Arruamento e moradias no Povoado Cebola, zona rural de Teresina.....	86
Figura 28 –	Condomínio residencial (em segundo plano) e vasta área sem ocupação (primeiro plano) no setor censitário 30 (bairro Cristo Rei).....	87
Figura 29 –	Padrão residencial da vila Ferroviária, localizada no setor censitário 27 (bairro Ilhotas).....	87
Figura 30 –	Fotografia do setor censitário 18 (bairro Primavera).....	88
Figura 31 –	Fotografia do setor censitário 47 (bairro Fátima).....	88
Figura 32 –	Mapa de localização dos setores censitários de IVS Alto.....	91
Figura 33 –	Contradição na paisagem observada no bairro Ilhotas. Em primeiro plano imóveis com pouca estrutura e em segundo plano padrão de verticalização representativa em parte do bairro	92
Figura 34 –	Mapa de localização dos setores censitários de IVS Médio.....	94
Figura 35 –	Mapa de localização dos setores censitários de IVS Baixo.....	95
Figura 36 –	Mapa de Vulnerabilidade Social da área de estudo.....	97
Figura 37 –	Variáveis utilizadas para análise integrada e obtenção do IVA....	99
Figura 38 –	Mapa de cobertura vegetal da área de estudo.....	102
Figura 39 –	Cobertura vegetal do setor 2 (bairro Poti Velho, região Centro-Norte de Teresina).....	103
Figura 40 –	Cobertura vegetal do setor 65 (bairro São Raimundo, região Sudeste de Teresina).....	104
Figura 41 –	Cobertura vegetal do setor 38 (bairro Santo Antônio, região Sul de Teresina).....	105
Figura 42 –	Mapa de corpos hídricos	106
Figura 43 –	Setores censitários identificados na classe de existência “baixa” de corpos hídricos. Com destaque para os setores 18 e 19 (ambos no bairro Primavera) e 20 (bairro Morro da Esperança)..	107
Figura 44 –	Lagoa localizada no setor censitário 45 (bairro Zoobotânico)....	108
Figura 45 –	Rio Poti, de riacho e lagoa no setor censitário 66 (bairro São Sebastião, região Sudeste).....	108
Figura 46 –	Setores 1 e 42 e a relação destes com os rios Poti e Parnaíba....	109
Figura 47 –	Área de Preservação Permanente do setor 13 (bairro Água Mineral, zona Centro-Norte).....	110
Figura 48 –	APP dos setores 22 (bairro Porenquanto), 48, 49 (bairro de Fátima) e 50 no Jóquei.....	111
Figura 49 –	APP dos setores 32 e 34 (bairro Três Andares, região Sul).....	112
Figura 50 –	Mapa do estado de conservação/respeito da APP.....	113

Figura 51 –	Adensamento populacional/residencial (classe “baixo”) no setor 37 (São Lourenço).....	114
Figura 52 –	Adensamento populacional/residencial (classe “médio”) no setor 6 (bairro Alto Alegre).....	115
Figura 53 –	Adensamento populacional/residencial (classe “alto”) no setor 50 (bairro Jóquei).....	115
Figura 54 –	Mapa de espacialização do adensamento populacional/residencial.....	116
Figura 55 –	Áreas de extração mineral. Em A, extração de areia no setor 41 (Povoado Cebola, zona rural) e em B, extração de massará no setor 37 (Bairro São Lourenço, região Sul).....	118
Figura 56 –	Mapa da espacialização da atividade mineradora na área de estudo.....	119
Figura 57 –	Presença de bancos de areia na área de estudo.....	121
Figura 58 –	Levantamento da dinâmica temporal (2009-2012-2015-2016) de banco de areia na zona rural de Teresina.....	122
Figura 59 –	Qualidade espacial da água com destaque para os pontos de coleta.....	124
Figura 60 –	Ponto de lançamento de esgoto no setor 28 (bairro Ilhotas, na margem esquerda do rio Poti).....	125
Figura 61 –	Rio Poti no trecho localizado no setor 19 (bairro Primavera), em destaque ponto de lançamento de esgoto.....	125
Figura 62 –	Descarte de lixo no setor censitário 31 (bairro Cristo Rei, região Sul de Teresina).....	126
Figura 63 –	Descarte de lixo no setor censitário 48 (bairro Fátima, região Leste de Teresina).....	126
Figura 64 –	Descarte de lixo no setor censitário 28 (bairro Ilhotas, região Centro-Norte de Teresina).....	127
Figura 65 –	Mapa de distribuição do lixo a céu aberto.....	128
Figura 66 –	Esgoto a céu aberto no setor censitário 47 (bairro Fátima, região Leste de Teresina) com destaque para o sentido do escoamento..	129
Figura 67 –	Esgoto a céu aberto no setor censitário 13 (bairro Água Mineral, região Centro-norte de Teresina) com destaque para o sentido do escoamento.....	130
Figura 68 –	Esgoto a céu aberto no setor censitário 63 (bairro Parque Poti, região Sudeste de Teresina) com destaque para o sentido do escoamento.....	130
Figura 69 –	Mapa de espacialização do esgoto a céu aberto.....	131
Figura 70 –	Perfil topográfico transversal entre os setores 41 e 71.....	133
Figura 71 –	Perfil topográfico transversal do setor 38.....	133
Figura 72 –	Inundações em Teresina/Piauí no ano de 2009. Em A, Parque Municipal Encontro dos Rios (setor 01) e em B, setor 63.....	134
Figura 73 –	Espacialização da vulnerabilidade à inundação.....	135
Figura 74 –	Ponto de alagamento no setor entre os setores 50 e 51 (bairro Jóquei).....	136
Figura 75 –	Mapa de espacialização dos pontos de alagamento da área de estudo.....	137
Figura 76 –	Mapa de distribuição dos movimentos de massa.....	139
Figura 77 –	Concentração de áreas alagadas, com destaque os setores 65, 66 e 70.....	140

Figura 78 –	Setores classificados como alta vulnerabilidade ambiental. Em A, ausência de preservação e respeito à APP (localizado no setor 4); e em B, curso hídrico canalizado e com pontos de lançamento de esgoto (setor 33)	142
Figura 79 –	Mapa de localização dos setores censitários de IVA Alto	143
Figura 80 –	Mapa de localização dos setores censitários de IVA Médio	144
Figura 81 –	Mapa de localização dos setores censitários de IVA Baixo	145
Figura 82 –	Mapa de Vulnerabilidade Ambiental da área de estudo	147
Figura 83 –	Demonstração de variáveis sociais e ambientais no setor 60 (bairro Extrema)	152
Figura 84 –	Mapa de Vulnerabilidade Socioambiental da área de estudo	153

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 –	Instrumentos que visam a proteção e preservação ambiental.....	27
Quadro 02 –	Variáveis utilizadas na elaboração do IVS de Almeida (2010)...	38
Quadro 03 –	Variáveis sociais utilizadas por Feitosa (2014).....	44
Quadro 04 –	Síntese de metodologias para a construção de índices de vulnerabilidades.....	48
Quadro 05 –	Descrição das variáveis utilizadas para a construção do Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) de acordo com a proposta de Goerl, Kobayama e Pelerin (2011).....	55
Quadro 06 –	Variáveis utilizadas para a obtenção do Índice de Vulnerabilidade Ambiental (IVA).....	60
Quadro 07 –	Caracterização e pesos das variáveis de IVA.....	61
Quadro 08 –	Matriz de inter-relação dos IVS e IVA.....	62
Quadro 09 –	Localização dos setores censitários por bairros (zona urbana de Teresina).....	65
Quadro 10 –	Quadro síntese das características dos grupos de vulnerabilidade social.....	98
Quadro 11 –	Impactos ambientais decorrentes da atividade de mineração.....	11
		8
Quadro 12 –	Classificação de vulnerabilidade socioambiental por meio da matriz de inter-relação.....	14
		9

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Planilha (formato “.xls”) para o tratamento dos dados escalonados e o posterior agrupamento dos dados.....	58
Tabela 02 – Padrão populacional do município de Teresina (1940-2016*)..	77
Tabela 03 – Perfil econômico (mercado de trabalho, PIB, empresas registradas, agricultura e pecuária) do município de Teresina...	78
Tabela 04 – Dados brutos das variáveis por setor censitário (inclusos na área de estudo), com destaque para os valores máximos (verde) e mínimos (vermelho) de cada variável para o cálculo de escalonamento dos valores.....	81
Tabela 05 – Valor das variáveis escalonadas que subsidiaram a construção do IVS, com destaque para os valores máximos (verde) e mínimos (vermelho) de cada variável.....	82
Tabela 06 – Classificação de vulnerabilidade social (IVS) por setor censitário.....	89
Tabela 07 – Dados das variáveis ambientais por setor censitário e por variável.....	100
Tabela 08 – Média aritmética do IQA nas sazonalidades seca e chuvosa de 2016.....	101
Tabela 09 – Valores de uso, ocupação e cobertura da terra da área de estudo.....	123
Tabela 10 – Classificação do Índice de Vulnerabilidade Ambiental (IVA) por setor censitário.....	141

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 – Evolução populacional de Teresina (1991-2010) por região administrativa.....	77
Gráfico 02 – Distribuição da população estudada por categoria de vulnerabilidade.....	96
Gráfico 03 – Quantidade de pessoas expostas a problemas e riscos ambientais por classe de IVA.....	146
Gráfico 04 – Relação entre quantidade de setores em números e em porcentagem por classe de IVSA.....	150
Gráfico 05 – Relação entre quantidade de população em números e em porcentagem por classe de IVSA.....	151

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	20
2	GEOGRAFIA E SOCIEDADE-NATUREZA: ARCABOUÇO TEÓRICO-CONCEITUAL.....	23
2.1	Sociedade-natureza e paisagem: análise geográfica integrada.....	24
2.2	Rio Poti e seu papel na ocupação do espaço teresinense.....	28
2.3	Vulnerabilidades: conceitos, percepções e aplicabilidade.....	33
2.3.1	Vulnerabilidade social.....	36
2.3.2	Vulnerabilidade ambiental.....	39
2.3.3	Vulnerabilidade socioambiental.....	42
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E OPERACIONAIS.....	51
3.1	Incursões a órgãos públicos.....	52
3.2	Levantamento cartográfico e utilização do geoprocessamento.....	52
3.3	Indicadores empregados no Índice de Vulnerabilidade Social (IVS).....	54
3.4	Índice de Vulnerabilidade Ambiental (IVA).....	58
3.5	Proposta de construção do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental (IVSA).....	62
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	64
4.1	Localização geográfica da área de estudo.....	64
4.2	Caracterização fisiográfica da área de estudo.....	67
4.2.1	Condicionantes geológicos, geomorfológicos, hidrográficos e hidrológico.....	67
4.2.2	Condicionantes climáticos, pedológicos e vegetacionais.....	72
4.3	Caracterização socioeconômica da área de estudo.....	76
4.4	Vulnerabilidade social.....	80
4.5	Vulnerabilidade ambiental.....	99
4.6	Vulnerabilidade socioambiental.....	148
4.7	Sugestão de medidas mitigadoras.....	154
	CONCLUSÃO.....	156
	REFERÊNCIAS.....	159
	APÊNDICE.....	170

1 INTRODUÇÃO

Com a complexidade envolvida junto aos espaços urbanos, os mesmos têm sido *locus* de inúmeros estudos de modo a contribuir em uma série de discussões em todas as esferas da sociedade, principalmente no que se refere aos aspectos ambiental, social, econômico, cultural e jurídico. Nessa relação, a sociedade é cercada por uma variedade de vulnerabilidades, em que determinados grupos de indivíduos são expostos a riscos, já que os resultados negativos dos mesmos trazem uma série de danos à população, seja de forma direta ou indireta.

Em decorrência do crescimento desses espaços e a conseguinte espacialização da população nas últimas décadas, há um progressivo aumento de exemplos de degradação ambiental associado ao desigual acesso e parcelamento do solo devido às ações e propostas do Estado e ainda dos empreendedores privados. Nesse sentido, há uma marginalização das populações mais pobres para que estas ocupem áreas sem interesse para a especulação imobiliária, de modo a possibilitar os reflexos dos padrões de ocupação do espaço geográfico. Dessa forma, torna-se nítida a distinção e segregação social dessas áreas que são ocupadas por pessoas com baixo padrão de renda.

Há que se destacar também que não só o *locus* da habitação deve ser levado em consideração, mas também aspectos relativos à pobreza e à disponibilidade de infraestruturas básicas necessárias para a sua segurança e integridade social, como abastecimento de água, condições de vias de trânsito, esgotamento sanitário e coleta de lixo que se associam também com a temática ambiental.

No caso de Teresina, seu espaço urbano se configura como um processo contínuo de expansão não levando em consideração, na maioria das vezes, as condições físico-naturais. Um exemplo claro desse avanço da urbanização está no aterramento de lagoas na região Leste da cidade com o intuito de se construir edifícios, *shoppings centers*, pistas/avenidas, dentre outros, além da própria ocupação irregular de áreas ribeirinhas (dos rios, riachos e lagoas) e encostas.

Como resultados dessas intervenções podem ser citados: retirada da vegetação, compactação e impermeabilização do solo, alteração da geomorfologia e do microclima, aumento da cobertura asfáltica, além da poluição e contaminação, criando e intensificando os riscos e vulnerabilidades tanto na zona urbana quanto na zona rural, haja vista ambas estarem associadas aos condicionantes naturais e sociais.

Sobre isso, Ross (2006, p. 20) afirma que “dentro de uma visão de que tanto a natureza quanto a sociedade apresentam funcionalidade intrínseca”, e, para alcançar esse nível de compreensão, faz-se necessário a realização de uma análise integrada (apontada nesse estudo como análise socioambiental) de maneira a permitir discutir intrinsecamente a relação sociedade-natureza, seus riscos e vulnerabilidades nas esferas ambiental e social. Acrescenta-se ainda a necessidade de se compreender as dinâmicas atuantes no processo de usos e ocupação da terra.

Ross (2006) afirma ainda que a sociedade, quando se apropria do território e dos recursos naturais ali existentes, interfere, sobremaneira, nos fluxos energéticos e conseqüentemente na integridade e funcionalidade dos sistemas ambientais. Assim, os problemas relacionados a essa dinâmica intensificam-se principalmente com a ocupação desordenada de áreas com maior vulnerabilidade ambiental, como leitos de rios, haja vista a dinâmica intrínseca dessas áreas.

É no espaço citadino que o contingente populacional se espacializa e modifica áreas naturais, através de modificações de suas características peculiares, principalmente para o atendimento de suas necessidades, sobrepondo os aspectos socioeconômicos aos ambientais.

As ações derivadas do antropismo têm gerado significativos impactos na paisagem, principalmente no que tange a mudanças nas áreas naturais por diversas formas de uso e ocupação, a julgar pela sua relação com o aperfeiçoamento das técnicas de intervenção humana sobre os sistemas naturais, de modo que há a quantificação e qualificação do desenvolvimento da sociedade sobre sua base física.

Neste ínterim, o problema investigado se associa à complexa relação existente entre os problemas ambientais e as vulnerabilidades sociais o que condiciona vulnerabilidades socioambientais, cujo recorte espacial focaliza os setores censitários, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que margeiam o rio Poti no município de Teresina/Piauí. Como recorte temático e conceitual destacam-se: vulnerabilidades, riscos, problemas ambientais, ocupação e degradação. A pesquisa se justifica pela necessidade de se conhecer a dinâmica socioambiental da área de estudo associada às formas de uso, ocupação e cobertura da terra por meio de uma análise integrada sob a perspectiva geográfica.

A partir do exposto, alguns questionamentos são apontados: Como se encontra a situação de preservação das áreas marginais ao rio Poti no município de Teresina frente às variadas formas de pressão antrópica? Qual a relação entre a dinâmica fluvial, as

atividades humanas e as vulnerabilidades (social, ambiental e socioambiental) existentes na área? Quais os setores censitários mais vulneráveis e qual a motivação dessa intensidade? Pensando num comparativo, como se caracteriza a área de estudo nas zonas rural e urbana?

Dessa forma, o objetivo geral do estudo é **analisar a vulnerabilidade socioambiental dos setores censitários às margens do rio Poti no município de Teresina/Piauí.**

Como objetivos específicos foram definidos os seguintes:

1. Realizar caracterização geoambiental da área de estudo, com vistas a uma maior compreensão da mesma;
2. Discutir variáveis socioeconômicas a fim de analisar e mapear a vulnerabilidade social;
3. Identificar os problemas ambientais a partir das formas de uso, ocupação e cobertura da terra;
4. Caracterizar a área de estudo, a luz da abordagem integrada, de modo a definir tipologias de vulnerabilidade social, ambiental e socioambiental;
5. Sugerir medidas mitigadoras para atenuar as consequências negativas dos agentes dinâmicos verificados.

Quanto à estruturação desta pesquisa, a mesma está organizada em capítulos. No primeiro há a apresentação do estudo com os objetivos, justificativa e problemática. O segundo aborda o papel do rio Poti na ocupação do espaço teresinense, os conceitos de vulnerabilidade (ambiental, social e socioambiental) e a aplicação destes conceitos em estudos recentes em diferentes regiões do país. Já no terceiro capítulo, são explicitados os procedimentos e operacionalização que nortearam os caminhos trilhados pelo estudo, bem como a aplicação de *softwares* e a obtenção dos índices de vulnerabilidade.

O quarto capítulo apresenta os resultados do estudo com a caracterização geoambiental e socioeconômica da área de estudo, os resultados da vulnerabilidade social, vulnerabilidade ambiental e vulnerabilidade socioambiental, além das medidas mitigadoras para atenuar as consequências negativas (ora verificadas) dos agentes dinâmicos. Posterior a este capítulo é apresentada a conclusão do estudo, seguida das referências utilizadas e apêndice.

2 GEOGRAFIA E SOCIEDADE-NATUREZA: ARCABOUÇO TEÓRICO-CONCEITUAL

Os últimos anos são caracterizados, dentre outras questões, pelo debate fundamental em torno da problemática ambiental no espaço urbano sob vários olhares e múltiplas abordagens. Tal debate visa, em muitos casos, instigar um desenvolvimento econômico de forma que se atenuem ou evite problemas ambientais, mesmo sendo muitas vezes inevitável, haja vista a forte e constante pressão antrópica sobre os ambientes.

Mediante a problemática apontada, a (re)construção do espaço requer inúmeras intervenções por parte da sociedade, principalmente quando se associa ao crescimento acelerado das cidades, como acrescenta Braga e Carvalho (2003, p. 114) em que “a urbanização cria não só novas paisagens, como novos ecossistemas”. Vale ressaltar que nessa dinâmica, há uma necessidade de se respeitar os limites que quantificam o equilíbrio natural de determinado ambiente.

O rio Poti, por exemplo, se caracteriza como um rio urbano e detentor de relações históricas e culturais entre Teresina e o referido curso d’água, a exemplo de muitas outras cidades e rios. Principalmente por esse caráter urbano que lhes é atribuído, associa-se facilmente aos processos de transformação e desfiguração tanto do rio quanto das comunidades e áreas marginais, seja em características naturais seja pela dimensão social a que estão inseridos.

Para Alves (2006), as interferências humanas nas características e funcionamento naturais dos sistemas hídricos nos rios urbanos em prol de um desenvolvimento são responsáveis pela situação atual de suas águas. A abordagem da problemática desses canais fluviais remete a uma série de possibilidades de discussão, havendo a possibilidade de se abordar ainda o potencial paisagístico, cultural e simbólico e não como apenas uma “máquina hidráulica” (SILVA, 2014, p. 10).

Santos (1997) afirma que há um importante valor geográfico expresso na herança da história natural e a ação humana correspondente que desempenha papel importante no processo social. Nessa conjuntura, ainda conforme o autor, os rios urbanos, por exemplo, expressam uma multiplicidade de participações, aglutinando tanto os elementos naturais quanto os sociais, além de participar da sociedade em movimento.

Com vistas a atender as necessidades exigidas por este estudo, inicialmente, apresentar-se-á: i) a relação da sociedade-natureza para com os estudos da paisagem e contribuição da Geografia nesse estudo; ii) o papel do rio Poti na ocupação do espaço

teresinense; iii) a temática da vulnerabilidade (ambiental, social e socioambiental) e os conceitos associados como risco, perigo e problemas ambientais; e iv) estudos que trataram dessa abordagem em diferentes regiões do país, mostrando como estes estão sendo incorporados pela ciência geográfica. Não se trata, porém, de uma discussão sobre o processo de evolução da Geografia enquanto ciência, mas sim como esta discute a relação sociedade-natureza nos estudos sobre vulnerabilidades e dinâmica socioambiental.

2.1 Sociedade-natureza e paisagem: análise geográfica integrada

Desde os tempos mais pretéritos o homem faz uso da natureza e de seus elementos para a sua própria sobrevivência e, nessa relação sociedade-natureza a Geografia atua como ciência, e dela seu objeto de discussão e análise.

O caminho trilhado pela sistematização da Geografia enquanto ciência foi relativamente longo, e atribuído de inúmeras discussões. Mesmo antes dessas discussões, as análises geográficas, segundo Araújo (2012), foram utilizadas pelos gregos para caracterizar e envolver os estudos relativos à Terra, noção corroborada por La Blache (1982) que afirma que esta se define como o conjunto da Terra.

Nesse campo temático, Costa e Rocha (2010, p. 26) designam que o “período pré-científico corresponde aos saberes geográficos desprovidos de sistematização e organização metodológica, produzidos pelos seres humanos desde a pré-história até a consolidação científica”.

O termo ambiental, na visão de Suertegaray (2004, p. 113), indica “a compreensão do ser na relação com seu entorno”. Depois da década de 1970, com o início dos debates mundiais em torno da temática ambiental “não só a geografia [...] mas a ciência de maneira geral, coloca a questão da relação natureza *versus* sociedade no centro da discussão” (SUERTEGARAY, 2004, p. 117). No caso da ciência geográfica, “o que se observa é uma estreita vinculação entre ela e o trato do ambiente e, por conseguinte da problemática ambiental, sendo esta uma das mais explícitas características da geografia” (MORAES, 1990; MENDONÇA, 1989 e 1993 apud MENDONÇA, 2004, p. 127).

Quanto ao termo socioambiental, Mendonça (2004, p. 126) ressalta que é de origem da perspectiva humana na abordagem ambiental, e que o termo socio serve para “ênfatar o necessário envolvimento da sociedade enquanto sujeito, elemento, parte fundamental dos processos relativos à problemática socioambiental urbana”. Nessa

perspectiva, e associando essa abordagem com a transformação mundial de que a população na atualidade reside em sua maioria em áreas urbanizadas, Mendonça (2010) foi instigado a definir o século XXI como o século da cidade, enquanto o século XX teria sido o da urbanização.

Nessa discussão, a organização da sociedade contemporânea deriva e se apropria do meio natural principalmente por meio do capitalismo como processo econômico e de progresso. Sobre isso, Gonçalves (2006, p. 103) defende que a ideia de progresso é associada à industrialização, sendo esse um dos sinônimos de modernização, e encarada como técnica, acreditando-se “que tornará possível menores custos de produção, maior qualidade de produtos num mesmo tempo de trabalho”.

Com esse modelo desenvolvimentista da sociedade, a problemática ambiental teve um ganho tanto em quantidade quanto na qualidade das discussões. Sobre esses debates, Mendonça (2010, p. 46) diz que a Conferência de Estocolmo (Conferência Mundial do Desenvolvimento e Meio Ambiente), realizada em 1972, “foi a primeira tentativa de se ter em âmbito global a resolução dos problemas ambientais, além de ressaltar os altos níveis de poluição da biosfera”, e que vinte anos depois, sediada no Rio de Janeiro, “houve mudanças nas concepções relativas ao meio ambiente, pois engendraram novos elementos que resultaram em novas maneiras de se conhecer os problemas ambientais” (MENDONÇA, 2010, p. 126).

A abordagem da Geografia nesse contexto cria um leque de dimensões a qual a ciência pode enveredar e propiciar mais conhecimentos, possibilitado por uma “diversidade de métodos” (MORAES, 2005, p. 47) e detentora, conforme Mendonça (2004) de uma perspectiva multi e interdisciplinar. Essa abordagem é corroborada com as palavras de Veyret (1999, p. 6) que a noção de meio ambiente “designa as relações de interdependência que existem entre o homem, as sociedades e os componentes físicos, químicos, bióticos do meio e integra também seus aspectos econômicos, sociais e culturais”, assentando assim o homem no *locus* reproduzido socioeconomicamente.

Isto posto, infere-se que a percepção da paisagem para a análise da organização espacial sustenta-se na utilização de um enfoque de três sistemas (natureza, economia e população) que, mesmo autônomos, podem ser vistos de forma integrada e sistêmica.

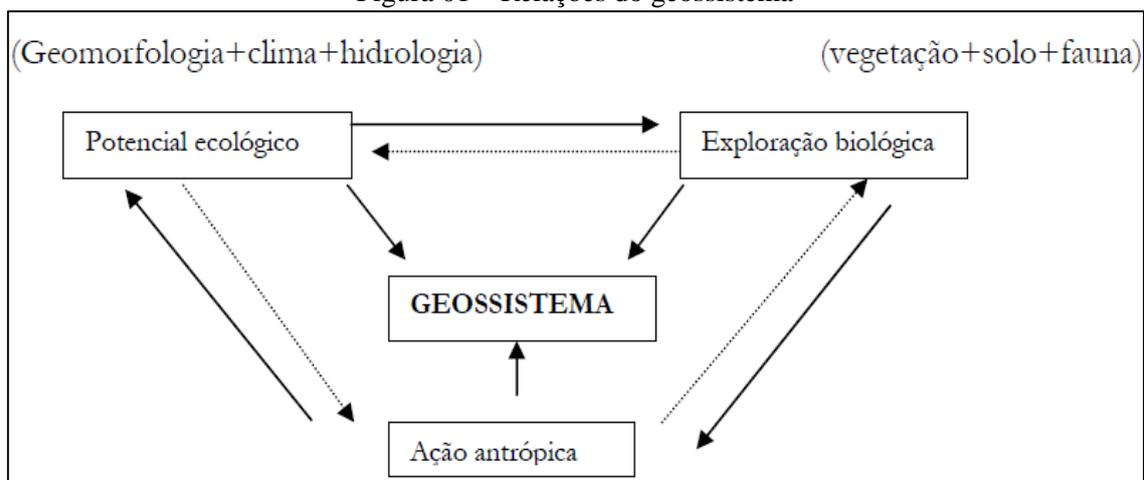
Um meio que garante uma inter-relação entre os elementos naturais e antrópicos é aquele defendido pelo Geossistema. A gênese da teoria geossistêmica tal como de outros modelos que objetivam a investigação da integração do meio físico-biótico foi a própria escola dos naturalistas do século XIX (RODRIGUES, 2001) e que essas influências

originadas nos naturalistas foram incorporadas na ciência geográfica oriundas do pensamento positivista, sendo, portanto, ligados às Ciências da Natureza.

A teoria em questão teve origem na então escola soviética, e segundo Nascimento e Sampaio (2004, p. 168) derivado “da Teoria Geral dos Sistemas de Bertalanffy, e para a Geografia Física em sua totalidade, destaca-se a contribuição de Chorley e Kennedy (1968), conforme referenciado por Christofletti (1979)”. A esse respeito, o geossistema preencheu a lacuna metodológica no âmbito das abordagens da Geografia Física com nuances no estudo do espaço geográfico.

Para Sotchava (1977), o geossistema é um fenômeno natural, policêntrico, que inclui todos os elementos da paisagem como um modelo global, territorial e dinâmico, aplicável a qualquer paisagem concreta. São sistemas flexíveis, abertos e hierarquicamente organizados, com estágios de evolução temporal, numa mobilidade cada vez maior sob a influência do homem. Enquanto Bertrand (1972) o definiu como um tipo de sistema aberto, hierarquicamente organizado, formado pela combinação dinâmica e dialética de fatores físicos, biológicos e antrópicos (figura 01).

Figura 01 – Relações do geossistema



Fonte: Bertrand (1972).

De acordo com a figura 01, o geossistema resulta da combinação dinâmica do potencial ecológico (geomorfologia, clima, hidrologia), da exploração biológica (vegetação, solo, fauna) e de atividades humanas. Promove, assim, um estudo em torno da integração e transformação relacionada à análise ambiental e a temática socioeconômica no espaço geográfico, o que ratifica a ideia de Bertrand (1972, p. 145) de que “geo ‘sistema’ acentua o complexo geográfico e a dinâmica do conjunto”. Dessa

maneira a análise geossistêmica estuda a dinamicidade da paisagem no tempo e no espaço, de modo que há integração com a ação antrópica.

A ação antrópica no ambiente provoca complexas mudanças nos elementos que compõem a paisagem, e, dentro dessa perspectiva, a necessidade da expansão da sociedade sobre os espaços vai de encontro à ideia da preservação ambiental. Como parte da proposta do trabalho na inter-relação sociedade-natureza adotou-se essa análise integrada, o que valoriza a contribuição dos autores anteriormente citados.

Nota-se que o homem, enquanto componente da natureza, mantém com ela, segundo Rocha (2008, p. 60), “uma relação de dominação em diversas escalas de abrangência espacial”. Tal situação relacional é, sobretudo, vínculos de poder assumido pela ação das forças produtivas materializadas nas relações de produção do modo de produção capitalista. A esse respeito, Caseti (1995, p. 12) afirma que mediante a transformação “da primeira natureza em segunda natureza que o homem produz os recursos indispensáveis a sua existência, momento em que mentaliza [...] incorporando ao seu dia a dia os recursos da natureza ao mesmo tempo em que socializa a natureza”.

A produção industrial, o grau de desenvolvimento tecnológico e a produção em larga escala foram agentes ativos nas mudanças que, em muitos casos, decorreu em processos de degradação ambiental, visto que a pressão antrópica sob o ambiente natural produz sérios danos ambientais, o que compromete sua integridade e qualidade. Diante dessa problemática, o Estado tem um papel importante nessa relação conflituosa, na criação e aplicação de instrumentos de controle principalmente na forma de legislações, seja ambiental ou urbana.

Destacam-se, nesse estudo, a normatização de instrumentos, quais sejam: a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) instaurada pela lei 3.938/1981, a Política Nacional dos Recursos Hídricos (PNRH) por intermédio da lei 9.433/1997, o “Novo” Código Florestal pela lei 12.651/2012 e a Política Estadual dos Recursos Hídricos (PERH-PI) por meio da lei 5.165/2000 (quadro 01), além de um conjunto de leis municipais de Teresina.

Quadro 01 – Instrumentos que visam a proteção e preservação ambiental

Leis	Objetivos
PNMA (lei 3.938/1981)	A preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento sócio-econômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana.

<p>PNRH (lei 9.433/1997)</p>	<p>Assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos; Utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável; Prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.</p>
<p>Código Florestal (lei 12.651/2012)</p>	<p>Estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação, áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal; a exploração florestal, o suprimento de matéria-prima florestal, o controle da origem dos produtos florestais e o controle e prevenção dos incêndios florestais, e prevê instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de seus objetivos por meio do desenvolvimento sustentável.</p>
<p>PERH-PI (lei 5.165/2000)</p>	<p>Assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos; Propiciar a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, com vistas ao desenvolvimento sustentável; Buscar a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.</p>

Fonte: BRASIL (1981; 1997; 2012) e PIAUÍ (2000).

Organização: O autor (2017).

Como sintetizado no Quadro 01, a preocupação da sociedade sobre os elementos e recursos naturais fez com que uma série de leis normatizasse a proteção e preservação da natureza, em especial quando postos em debate os aspectos relacionados às características geológicas, geomorfológicas, climáticas, pedológicas, vegetacionais, e, com grande atenção aos recursos hídricos, mesmo o país sendo detentor de uma imensa quantidade desse recurso.

2.2 Rio Poti e seu papel na ocupação do espaço teresinense

Teresina tem como data de fundação o dia 16 de agosto de 1822 e é considerada a primeira capital a ser planejada no Brasil. Tal planejamento teve como objetivo a transferência da antiga capital da então província do Piauí de Oeiras para Teresina, que, dentre motivações socioeconômicas e políticas, destaca-se a geográfica, referenciada em sua localização, às margens dos rios Parnaíba e Poti, revalidando, assim, as terras férteis dessa área e a navegação pelo Parnaíba, além de facilitar a comunicação dentro e fora da província. Afirma-se ainda que à época da instalação da cidade havia na confluência dos rios Parnaíba e Poti, a Vila do Poti, caracterizada por ser um ambiente altamente vulnerável às cheias dos rios. E, por esse fato, segundo Abreu (1983), achou-se conveniente instalar a sede em uma porção do relevo com altitudes superiores aos da referida Vila.

Abreu (1983) relata que o terreno onde foi instalada a nova capital era limitado de Norte a Sul por um quarto de léguas para cada lado, com a Igreja de Nossa Senhora do Amparo como Centro, e, de Leste a Oeste era limitado pelas margens dos dois rios. Assegura-se ainda o fato da cidade ter como primeiro traçado, linhas retilíneas, paralelas e simétricas que se assemelhavam a um tabuleiro de xadrez (Figura 02).

Figura 02 – Simetria da porção central da cidade de Teresina. Em A, núcleo urbano inicial (1852) com traçado em “tabuleiro de xadrez”; e em B, imagem de satélite (2017) da expansão desse núcleo.



Fonte: Silva (2008) e Google Earth (2017)

Quanto aos vetores de expansão à época, Abreu (1983) aponta ainda que no sentido N-S a cidade já tinha se expandido em mais de 1 km logo em 1860 (oito anos depois da instalação), já no sentido E-W o crescimento foi mais lento, haja vista a presença de inúmeras quintas, que, de certa forma limitavam a expansão na direção das atuais praças Saraiva e Marechal Deodoro.

No século seguinte, a partir da década de 1950, com a realização de obras viárias, a exemplo da avenida Barão de Gurguéia, foi facilitada a expansão no vetor Sul, e, na década seguinte a ocupação perpassou a barreira natural imposta pelo rio Poti dando origem a atual região Leste da cidade (TERESINA, 1969 apud RODRIGUES, 2013), aumentando assim a pressão antrópica sobre esse rio.

Na década de 1970, próximo à margem direita, foi construído o Conjunto Itararé, que hoje representa a região conhecida como Grande Dirceu, com grande adensamento

populacional, possuidor de inúmeras atividades econômicas e é representado como outro sentido de expansão que ultrapassou o canal fluvial. Viana (2003) destaca que essa década é marcada pela verticalização com o erguimento de edifícios comerciais no centro da cidade.

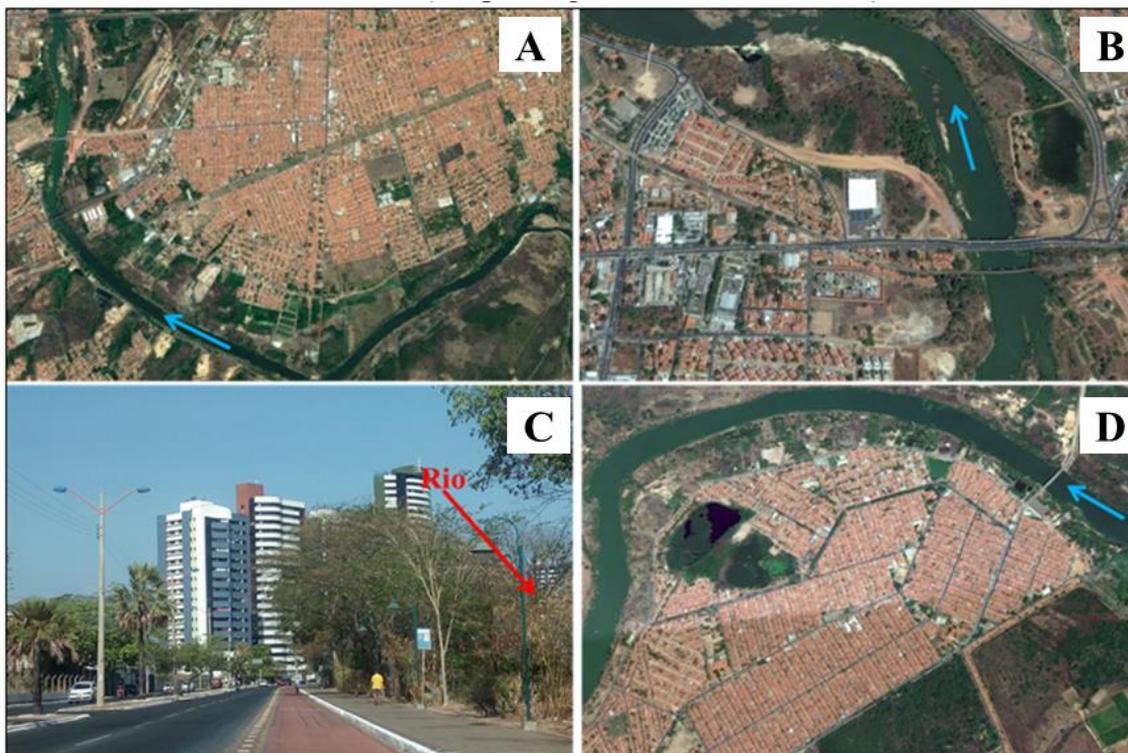
Na década de 1980 outros conjuntos habitacionais foram construídos próximos ao rio Poti, a exemplo do Mocambinho I, II e III (1982, 1984 e 1985 respectivamente), além da atuação dos promotores imobiliários nos bairros Cabral, Ilhotas e Frei Serafim com a construção, segundo Façanha (1998), de prédios residenciais destinados a famílias com alto poder aquisitivo.

Quanto à década de 1990, há um avanço vertiginoso na quantidade de vilas e favelas na cidade, tendo alcançado aproximadamente 150 vilas e favelas no ano de 1999 (VIANA, 2003). Dos anos 1990 aos dias de hoje a ocupação urbana em torno do Poti torna-se mais evidente, com a construção de novos edifícios e vias de acesso (incluindo pontes), *shoppings centers* e aumento do número de linhas de ônibus, intensificando e (re)criando fluxos urbanos.

A paisagem urbana (Figura 03) de Teresina foi sendo remodelada com o passar do tempo, seja pelo incentivo público, seja pelos interesses econômicos e ocupações espontâneas (como invasão de áreas públicas e particulares), de modo que foi permitido uma espacialização de classes sociais o que caracterizou o rio Poti como um importante elemento nessa dinâmica urbana. Há ainda o fato da existência de terrenos particulares próximos às margens do rio Poti sem utilização aparente, podendo inferir diante disso, a intenção da especulação imobiliária haja vista o desuso da referida área.

No que concerne ao conceito de paisagem urbana, de acordo com Cullen (1983), seria a arte de tornar coerente e organizado, visualmente, o emaranhado de edifícios, ruas e espaços que constituem o ambiente urbano. É considerada ainda como sendo o “produto do poder” (BONAMETTI, 2010, p. 259), e entendida como um “complexo formado de paisagens naturais e culturais, já que ainda apresenta elementos naturais; modificações destes elementos de acordo com aspectos culturais, econômicos e sociais; e, diferentes formas de ver, perceber e vivenciar a paisagem” (ROCHA, 2008, p. 19) que estão em mútuo processo de inter-relação os aspectos culturais, econômicos e sociais.

Figura 03 – Mosaico de fotos representando a paisagem urbana próxima ao rio Poti. Em A, localização da região do Grande Dirceu (margem direita/região Sudeste); em B, Vila Ferroviária (margem esquerda/ região Centro-Norte); em C, bairro Ilhotas (margem esquerda/ região Centro-Norte) e; em D, Conjunto Mocambinho (margem esquerda/ região Centro-Norte).

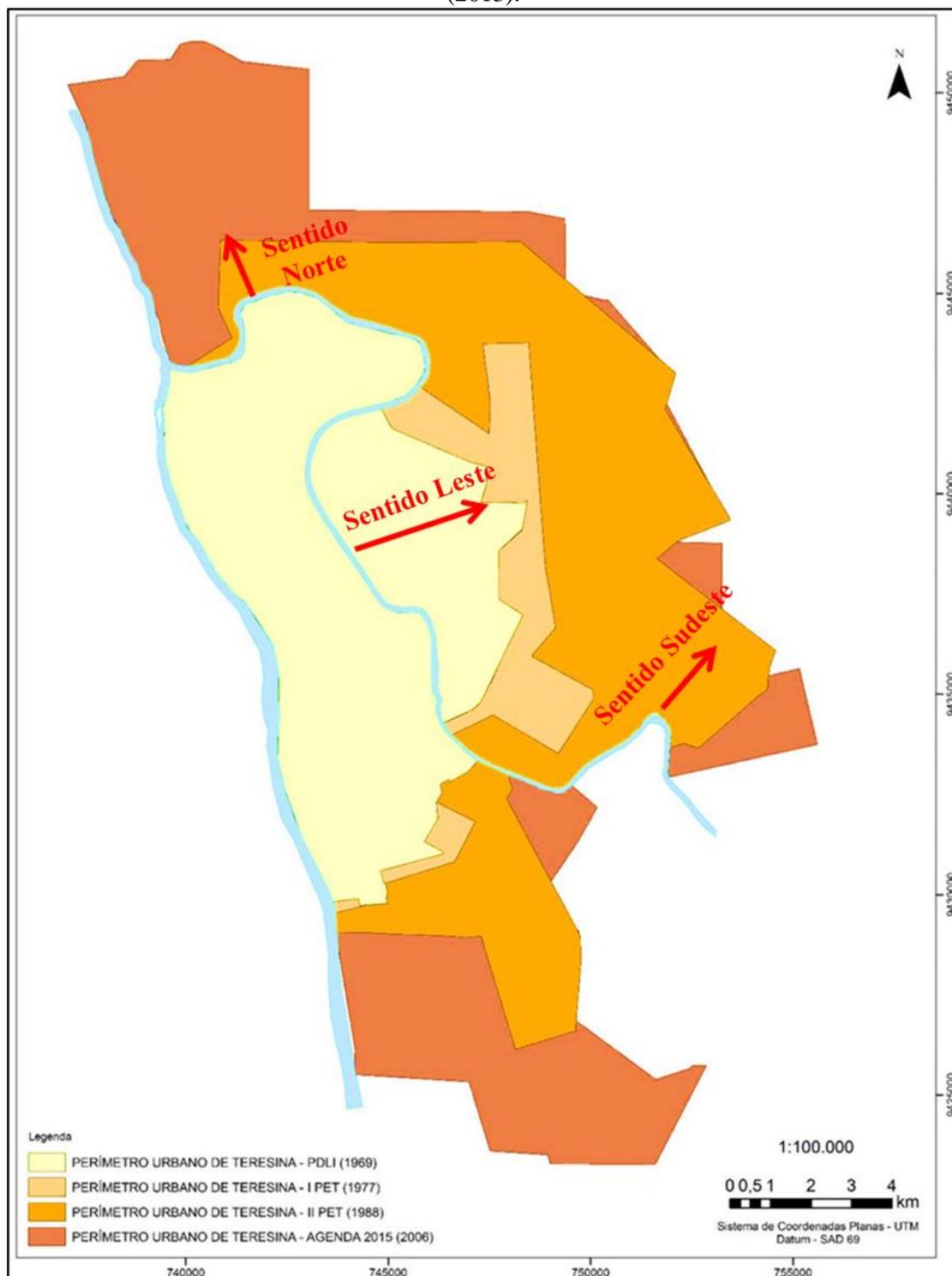


Fonte: *Google Earth* (2017) e pesquisa direta (2016).

Diante disso, os espaços marginais do Poti acabaram sendo ambientes contrastantes. A zona rural com uma predisposição para as atividades de lavoura e pecuária, com a presença de sítios e fazendas. As regiões administrativas Sul, Sudeste e porção norte da Centro-Norte com a presença de bairros mais pobres, e, a região administrativa Leste e porção leste da Centro-Norte com habitações e prédios mais sofisticados, com a presença inclusive de sedes empresariais e de órgãos públicos, a exemplo da Câmara Municipal de Teresina (CMT), da Assembleia Legislativa do Piauí (ALEPI), da Águas e Esgotos do Piauí S.A (AGESPISA) e do campus da Universidade Federal do Piauí (UFPI).

Como já mencionado, o processo de expansão urbana de Teresina se caracteriza por ser acelerado e desordenado, mesmo com os variados instrumentos públicos de ordenamento investigados por Rodrigues (2013). No estudo, o autor discute a evolução (figura 04) dos perímetros urbanos por meio de determinados documentos, tais como: Plano de Desenvolvimento Local Integrado (PDLI) de 1969, I e II Plano Estrutural de Teresina (PET) de 1977 e 1988, respectivamente e da AGENDA 2015 do ano de 2006.

Figura 04 – Mapa da evolução dos perímetros urbanos de Teresina discutidos por Rodrigues (2013).



Fonte: Adaptado de Rodrigues (2013).

O mapa apresentado evidencia a dinamicidade da expansão urbana de Teresina, sendo mais marcante e perceptível a expansão além do rio Poti, ressalta-se que, anteriormente à série temporal exposta pelo PDLI (primeira data exposta no mapa), a zona urbana se limitava a Leste pelo rio. Estes documentos buscam ainda nortear o

desenvolvimento do município em diferentes linhas de atuação (urbana, social, ambiental, estrutural e etc.).

Este crescimento, apesar de ser acelerado, implica em danos ao ambiente de modo que é intensificada a problemática socioambiental, o que possibilita a criação e recriação de cenários de vulnerabilidades tanto na zona urbana quanto na rural do município de Teresina, haja vista a presença de processos dinâmicos e históricos atuantes sobre as formas de uso, ocupação e cobertura da terra.

Grostein (2001) aponta alguns problemas ambientais e situações de risco que afetam o espaço físico, como: desastres provocados por erosão, enchentes e deslizamentos, destruição indiscriminada de florestas e áreas protegidas, contaminação do lençol freático e das represas de abastecimento de água, dentre outros.

Dessa forma, são necessários estudos sobre as dimensões sociais e ambientais e as vulnerabilidades associadas (como a vulnerabilidade socioambiental, por exemplo), sendo considerada como a sobreposição de problemas e riscos sociais e ambientais em determinadas áreas. Soma-se o fato de que ao longo do processo de organização e instalação da sociedade, a então “natureza selvagem” (SANTOS, 1997, p. 39) sofreu transformações em cidades, áreas agrícolas, de modo que há uma criação e fortalecimento de vulnerabilidades.

2.3 Vulnerabilidades: conceitos, percepções e aplicabilidade

O espaço geográfico é possuidor de articulações que envolvem as características naturais (visto que está assentado sobre um substrato físico-natural) e sociais (relações políticas e interpessoais, incluindo os aspectos culturais, econômicos e históricos), nos quais perpassam a limitação do ambiente e a variedade de riscos.

Na esfera científica, o conceito de vulnerabilidade tem sido objeto de estudo de variados ramos do conhecimento, tornando-se, segundo Deschamps (2004), um enfoque de importante utilidade e potente para examinar diferentes aspectos da realidade. Ainda para a autora, na produção do conhecimento da ciência geográfica, o termo é atrelado às probabilidades de ser afetado negativamente por um fenômeno geográfico e/ou climático.

Assim, as zonas ou áreas e populações vulneráveis são aquelas que podem ser atingidas por algum evento geográfico [...]. Por sua estrutura geomorfológica ou por simples localização geográfica, determinadas áreas são mais propensas a experimentar tais eventos, ou seja, são áreas mais vulneráveis (DESCHAMPS, 2004, p. 34).

A esse respeito, e relacionando-o aos objetivos propostos no trabalho, torna-se necessário discutir o conceito de vulnerabilidade e suas tipologias, qual seja social, ambiental e socioambiental, de modo que propiciará uma discussão sobre a realidade da área objeto do estudo. Salienta-se que as diferentes concepções sobre esse conceito são ligeiramente associadas às formações acadêmicas e atuações profissionais de seus respectivos autores.

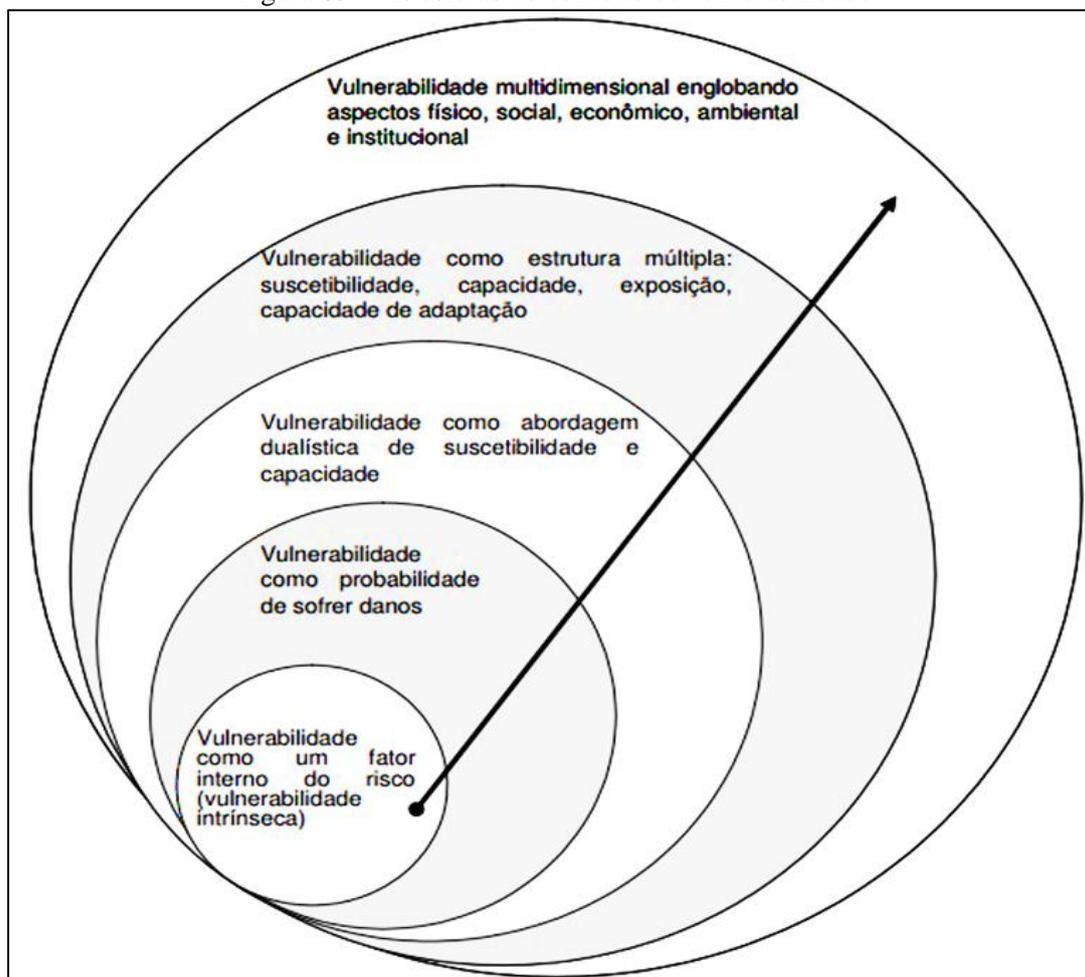
Em termos gerais, e concatenando as tipologias de vulnerabilidade, estão envolvidos na discussão os temas relacionados à pobreza, condição social, demografia, desenvolvimento, aspectos físico-ambientais, infraestrutura e estruturação pública governamental, possibilitando a homogeneização ou não de diferentes espaços e suas condições socioambientais.

Chambers (2006) considera que a pobreza intensifica a vulnerabilidade sobre os indivíduos, posto que esta reduz eventuais escolhas desta parcela da população. Sublinha-se que a vulnerabilidade social leva as pessoas a estarem segregadas socialmente e a se instalarem em áreas ambientalmente vulneráveis e com pouca ou nenhuma valorização por parte do Estado ou da iniciativa privada. Sobre isso, Chardon (1998, p.6) argumenta que *“la pobreza incrementa la vulnerabilidad a los riesgos y las catástrofes incrementan la pobreza”*.

Destacam-se ainda outras definições como *“conditions determined by physical, social, economic and environmental factors or processes which increase the susceptibility of a community to the impact of hazards”* (UNDP, 2004 apud SAITO, 2010, p. 34), *“vulnerability is generally interpreted in the risk and disaster area as referring to a series of socially constructed characteristics that make society susceptible to damage and loss and face difficulties in recovering autonomously”* (CEPREDENAC, 2006 apud SAITO, 2010, p. 34).

Tais contribuições reiteram as já anteriormente mencionadas e evidenciam o perfil multidimensional do conceito (Figura 05), além do mesmo implicar outras situações de riscos, fragilidades ou danos (DESCHAMPS, 2008). E, segundo Paula, Marandola Júnior e Hogan (2006), as categorias de risco e vulnerabilidades são importante ponto de diálogo interdisciplinar, apontando para os estudos que contemplam as relações entre a sociedade e natureza.

Figura 05 – As esferas no conceito de vulnerabilidade



Fonte: Birkmann (2005) apud Saito (2010).

O conceito de vulnerabilidade, como evidenciado na figura 05, se caracteriza como sendo detentor de uma multidimensionalidade e engloba diversas temáticas à medida que as variáveis de análise se alteram ou se direcionam para novos sentidos, atribuindo assim outros termos, como suscetibilidade, danos, riscos e resiliência.

Kuhnen (2009, p. 39) defende que tal conceito é condição externa à pessoa que a predispõe ao risco “e por esta razão estão intimamente ligados, podendo mesmo ser entendidos como um existindo em função do outro”. Além do conceito abordado por relatório divulgado pelo Ministério das Cidades no ano de 2006, de que é o “grau de perda para um dado elemento, grupo ou comunidade dentro de uma determinada área passível de ser afetada por um fenômeno ou processo”.

Sobre os conceitos de suscetibilidade, danos, riscos e resiliência há a contribuição teórica de alguns autores. Cunha e Fernandes (201?) argumentam que suscetibilidade representa a propensão para uma área ser afetada por um processo perigoso, em tempo indeterminado e é associada aos fatores de predisposição para a ocorrência de processos

e ações. Os mesmos autores conceituam ainda riscos como a probabilidade de ocorrência de um processo (ou ação) perigoso e estimativa das suas consequências sobre pessoas, bens ou ambiente.

Já a resiliência, segundo Walker e Salt (2006), pode ser definida como a capacidade de um sistema absorver distúrbios, choques e manter suas funções e estruturas com características básicas.

Desse modo, ao se compreender as características de resiliência, de risco, de perigo, de suscetibilidade e de danos, é intrínseco a relação de capacidade de absorver e interpretar a vulnerabilidade de determinada área ou grupo social

2.3.1 Vulnerabilidade social

A vulnerabilidade social, segundo Silva (2005), pode se manifestar em dois planos: estrutural e subjetivo. No primeiro, pode ser dada por uma mobilidade descendente, entendida quando a pessoa piora de situação ou classe na estratificação social, e, enquanto no plano subjetivo, pelo desenvolvimento de sentimentos de incerteza, insegurança, de não pertencimento a determinado grupo, de fragilidade dos atores.

Determinadas situações são condicionadas pelo êxodo rural que aconteceu décadas atrás e ocasionou alta concentração populacional nos centros urbanos, além de ocupação irregular, como em áreas de proteção ou preservação ambiental, o que fica evidenciado a crise social no espaço urbano. Nesta discussão, Katzman (2005) afirma que lugares vulneráveis são aqueles nos quais os indivíduos enfrentam riscos devido à impossibilidade de acesso a condições habitacionais, sanitárias, educacionais, a trabalho e à participação, além de acesso diferencial à informação e oportunidades.

Argumenta-se ainda o fato que, de acordo com MTE (2007), anteriormente à década de 1990, a maioria das discussões a respeito da vulnerabilidade social estava circunscrita à análise sobre o papel desempenhado pelas políticas sociais, nos anos gloriosos do capitalismo, e sobre seus limites frente ao contexto de crise aberto a partir dos anos de 1970 nas economias capitalistas.

Janczura (2012) conclui que vulnerabilidades e riscos remetem às noções de carências e de exclusão. Pessoas, famílias e comunidades são vulneráveis quando não dispõem de recursos materiais e imateriais para enfrentar com sucesso os riscos a que são ou estão submetidas, nem de capacidades para adotar cursos de ações/estratégias que lhes possibilitem alcançar patamares razoáveis de segurança pessoal e coletiva. A esse respeito,

Vulnerabilidad no es exactamente lo mismo que pobreza se bien la incluye. Esta última hace referencia a una situación de carência efectiva y actual mientras que la vulnerabilidad trasciende esta condición proyectando a futuro la posibilidad de padeceria a partir de ciertas debilidades, que se constatan em el presente (KATZMAN, 2005 apud SILVA, 2007, p. 2).

Contribuindo com essas discussões, o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) lançou em 2015, a partir da construção de um Índice de Vulnerabilidade Social (IVS¹) que evidencia situações de exclusão e vulnerabilidade no território brasileiro, o relatório intitulado Atlas da Vulnerabilidade Social nos Municípios Brasileiros. Esse índice permitiu uma análise dos subíndices agrupados em: a) infraestrutura urbana; b) capital humano; e c) renda e trabalho, cujo resultado retrata a realidade social de determinada área.

A vulnerabilidade social remete ao conceito de exclusão social², que, para o Ministério do Trabalho e Emprego – MTE (2007, p. 10), se apresenta como uma construção teórica que “antecedeu a formulação do conceito de vulnerabilidade social, tendo, num primeiro momento, servido de referência para a caracterização de situações sociais limites, de pobreza ou marginalidade”, além de auxiliar a criação e aplicação de políticas públicas relacionadas a essas questões.

Com as críticas apontadas por MTE (2007), derivadas dos limites enfrentados pelo conceito de exclusão social, alguns estudos apontaram para a existência de zonas de vulnerabilidades formadas pela tentativa de inclusão de grupos sociais pobres ou ainda por setores médios que com o tempo perderam as ligações para haver inclusão.

Entre os estudos que discutiram a vulnerabilidade social destacam-se as abordagens de Almeida (2010) e Goerl, Kobayama e Pellerin (2011).

Almeida (2010) propôs a operacionalização do conceito de vulnerabilidade no âmbito dos rios urbanos no Brasil, sendo a bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, Região Metropolitana de Fortaleza (Ceará), área a ser discutida a partir de um Índice de Vulnerabilidade Social (IVS).

¹ O IVS é um índice sintético que reúne indicadores do bloco de vulnerabilidade social do Atlas do Desenvolvimento Humano (ADH), os quais, apresentados por meio de cartogramas e estruturados em diferentes dimensões, servem de suporte para a identificação de porções do território onde há a sobreposição daquelas situações indicativas de exclusão e vulnerabilidade social no território, de modo a orientar gestores públicos municipais, estaduais e federais para o desenho de políticas públicas mais sintonizadas com as carências e necessidades presentes nesses territórios (IPEA, 2015, p. 12).

² Exclusão social é uma violação das exigências da justiça social manifestada através de conflitos de oportunidades e associados com a incapacidade de participar efetivamente na política. É um fenômeno distinto da pobreza e da desigualdade econômica (BARRY, 1998 apud BORBA e LIMA, 2011).

Para a construção do Índice, o autor se valeu da utilização de 21 variáveis de vulnerabilidade englobando temas sobre domicílio, demografia, rendimento e educação, (Quadro 02) oriundas do Censo 2000 e com o uso da base cartográfica composta por 934 setores censitários.

Quadro 02 – Variáveis utilizadas na elaboração do IVS de Almeida (2010).

VARIÁVEIS
V1 - Média do número de anos de estudo das pessoas responsáveis por domicílios particulares permanentes;
V2 - Domicílios particulares precários;
V3 - Domicílios particulares sem abastecimento de água da rede geral;
V4 - Domicílios particulares permanentes com banheiro ou sanitário sem esgotamento sanitário via rede geral de esgoto, pluvial ou fossa séptica;
V5 - Domicílios particulares permanentes sem banheiro;
V6 - Domicílios particulares permanentes com lixo não coletado;
V7 - Domicílios particulares permanentes com mais de 4 moradores;
V8 - Responsáveis por domicílios particulares permanentes com 10 a 19 anos de idade;
V9 - Responsáveis por domicílios particulares permanentes com mais de 64 anos de idade;
V10 - Responsáveis por domicílios particulares permanentes não-alfabetizados;
V11 - Responsáveis por domicílios particulares permanentes não-alfabetizados com 10 a 19 anos de idade;
V12 - Responsáveis por domicílios particulares permanentes não-alfabetizados com mais de 64 anos de idade;
V13 - Responsáveis por domicílios particulares permanentes com rendimento nominal mensal de até 3 salários mínimos;
V14 - Responsáveis por domicílios particulares permanentes sem rendimento nominal mensal;
V15 - Mulheres responsáveis por domicílios particulares permanentes com 10 a 19 anos de idade;
V16 - Mulheres responsáveis por domicílios particulares permanentes com mais de 64 anos de idade;
V17 - Mulheres não-alfabetizadas responsáveis por domicílios particulares permanentes;
V18 - Pessoas com 0 a 14 anos de idade;
V19 - Pessoas com mais de 64 anos de idade;
V20 - Pessoas não-alfabetizadas com 5 a 14 anos de idade;
V21 - Pessoas não-alfabetizadas com mais de 64 anos de idade.

Fonte: Almeida (2010).

O estudo permitiu uma avaliação da exposição física relacionando os perigos naturais e a susceptibilidade social a esses processos. O tratamento estatístico foi organizado em seis grupos de vulnerabilidade (IVS muito alto, IVS alto, IVS de médio a alto, IVS médio, IVS baixo e IVS muito baixo) apresentando homogeneidade de característica em cada grupo e heterogeneidade quando se comparado mais de um grupo de vulnerabilidade. Nas considerações, o autor argumenta que há grande necessidade de investimentos na área de estudo, tais como: melhorias na educação, infraestrutura urbana e políticas habitacionais, além de políticas específicas (para jovens e idosos) nos espaços

onde se identificaram a coincidência de vulnerabilidades sociais e a exposição aos riscos de inundações periódicas.

Na proposta metodológica desenvolvida por Goerl, Kobayama e Pellerin (2011), para o mapeamento da vulnerabilidade social do município de Rio Negrinho (Santa Catarina), os autores fizeram uso dos dados de 35 setores censitários com base no Censo 2000. Dos dados oriundos do referido Censo, os autores elencaram variáveis censitárias que sintetizam as características demográficas, de dependência/idade, de educação e de renda, a saber: a) número de moradores no setor; b) média de moradores por domicílio; c) densidade demográfica; d) soma da porcentagem da população acima 65 e abaixo de 12 anos; e) % de pessoas analfabetas acima de 12 anos e f) soma da porcentagem dos responsáveis sem rendimento e com rendimento de até 1 salário mínimo. No estudo também foi incluso o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM).

Quanto aos grupos de IVS, estão: muito alto, alto, médio e baixo (com nove setores censitários cada) e, “apesar da heterogeneidade, nota-se que os setores centrais apresentaram vulnerabilidade baixa e média e os setores situados na borda da área urbana apresentaram maior vulnerabilidade” (GOERL, KOBAYAMA E PELLERIN, 2011, p. 218). No percurso metodológico, houve a aplicação de uma metodologia de baixo custo e fácil aplicação, podendo ainda ser adequada a cada censo demográfico em qualquer lugar do país, como forma de identificar áreas prioritárias de investimento de educação e melhoria da infraestrutura básica e sugerir políticas públicas.

2.3.2 Vulnerabilidade ambiental

Para Kaspersen et al (2005), a relação intrínseca de variados processos mediante a relação entre o homem e a natureza faz-se necessário conhecer os padrões de vulnerabilidade, considerando a fragilidade dos ecossistemas e a vulnerabilidade devido a fatores endógenos e exógenos.

Villa e Mcleod (2002) revelam que ainda não se chegou a um consenso sobre uma definição de vulnerabilidade haja vista a interdisciplinaridade³ do conceito e sua aplicação tanto nas ciências humanas, sociais e da natureza, quanto nas ciências exatas e

³ O conceito de vulnerabilidade é facilmente associado à fragilidade, e, a interdisciplinaridade em questão está envolvida com os múltiplos usos desse conceito em variadas áreas do conhecimento. O uso do conceito é bastante utilizado desde o período da epidemia de HIV/AIDS na década de 1990, que segundo Oviedo e Czeresnia (2015, p. 2) foi a “porta de entrada do conceito na saúde pública”, e, com o passar dos tempos outras ramos foram aglutinando discussões sobre a temática, tais como: a Antropologia, a Geografia, a Sociologia, a Demografia, as Ciências Ambientais e as Ciências Jurídicas.

da saúde. Eakin e Luers (2006) afirmam que o debate sobre vulnerabilidade e sua avaliação surgiu de três abordagens, apresentadas por Jordão (2011) como sendo:

- a) **Risco-perigo:** considera as consequências negativas como uma função dos fatores biofísicos de risco e o potencial de perda da população exposta;
- b) **Economia política e ecologia política:** enquanto a primeira relaciona-se com os fatos sociopolíticos, culturais e econômicos que, juntos, explicam as diferentes exposições aos riscos e sua capacidade de recuperação, a segunda tem por preocupação a questão das vulnerabilidades e seus aspectos institucionais, buscando consideração mais balanceada das dinâmicas biofísicas e sociais, bem como na tomada de decisões; e
- c) **Resiliência ecológica:** age no entendimento dos processos de mudança e na capacidade do sistema natural absorver os distúrbios.

Conforme Medeiros e Souza (2016), a vulnerabilidade ambiental refere-se ao conjunto integrado de fatores ambientais (ecológicos e biológicos) que diante de atividades humanas, ocorrentes ou que venham se manifestar, poderá sofrer alterações afetando, total ou parcialmente, a estabilidade ecológica de um local.

Santos e Souza (2005) sugerem que vulnerabilidade ambiental pode ser entendida como um grau de exposição de determinado ambiente estar sujeito a diferentes fatores que podem acarretar efeitos adversos, tais como impactos e riscos, derivados ou não de atividades econômicas.

Em uma comparação das contribuições conceituais nota-se que a vulnerabilidade ambiental é apreendida como respostas de determinado meio às ações humanas que se dão de forma agressiva interferindo em diferentes intensidades a integridade do meio físico. Assegura-se, ainda, que os problemas ambientais atuam na relação sociedade-natureza, caracterizado sobretudo, como causa e consequências da intensificação de vulnerabilidades socioambientais.

Há uma série de estudos que se preocuparam quanto a essa abordagem, como Guiçardi (2015) e Aquino et al. (2016).

Guiçardi (2015) se dispôs a analisar as interações dos processos hidrológicos e demais elementos do meio físico com o propósito da análise da vulnerabilidade ambiental a processos erosivos da Microbacia Hidrográfica do Córrego Estiva localizado no município mineiro de Alfenas. As técnicas de sensoriamento remoto auxiliaram a

constatar o seguinte: 7,6% da área obtiveram índices de vulnerabilidade forte (2,3% na categoria a muito forte e 5,3% localizados nas áreas de várzeas), 28,7% da área foi considerada com vulnerabilidade média e 63,7% da área da microbacia apresentam índices de vulnerabilidade de muito fraca a fraca, 14,8% e 48,9% respectivamente, caracterizando assim área propícia para o desenvolvimento das atividades humanas sempre associadas a práticas conservacionistas.

O estudo apontou, ainda, que a área de estudo mostrou-se apta ao desenvolvimento das atividades humanas, haja vista a maior parte de a área ter sido classificada de média a baixa vulnerabilidade, característica de relevo pouco movimentado e solo propício para o desenvolvimento da agricultura.

O estudo de Aquino et al. (2016, p. 601) teve como objetivo realizar uma caracterização fisiográfica do alto curso do rio Banabuiu (Ceará) “a partir de uma abordagem sistêmica, identificando diferentes unidades de relevo, avaliando seus graus de vulnerabilidade natural⁴, bem como os riscos de degradação frente ao uso das terras”. Os autores fizeram uso de técnicas de geoprocessamento, mapas de unidades ambientais e da contribuição do estudo de Crepani et al. (1996) no que se refere à importância da geologia, da geomorfologia e da pedologia para a definição das unidades de paisagem e seus graus de vulnerabilidade.

Foram encontradas as seguintes classes de vulnerabilidade: baixa (10,10% da área de estudo); moderada (44,87% da área); alta (19,52% da área); muito alta (12,59% da área de estudo); altíssima (11,82% da área); além de 1,10% que estiveram fora de análise. Sobre os resultados de risco de degradação, estão: baixo (2,97% da área); moderado (25,83%); alto (35,57%); muito alto (17,10%); altíssimo (15,60%); além de 4,91% fora de análise.

Os autores acreditam que é de fundamental importância a existência de “ações relativas à extensão rural a serem proporcionadas pelos órgãos públicos no sentido de orientar formas de uso e ocupação racional das terras para fins de otimização e uso racional dos recursos naturais na área de estudo” (AQUINO, et al., 2016, p. 611).

⁴ Em estudo de Zanella, Dantas e Olímpio (2011) com vistas a analisar a vulnerabilidade natural e ambiental do município de Fortaleza (Ceará) os autores indicam a diferença entre as duas categorias. Para eles, a primeira, vulnerabilidade natural, está associada apenas aos elementos fisiográficos de determinada área, como geologia, geomorfologia, pedologia e vegetação, enquanto a vulnerabilidade ambiental, de acordo com os autores, é a relação destes elementos fisiográficos com as formas de uso e ocupação do espaço geográfico.

2.3.3 Vulnerabilidade socioambiental

Partindo do princípio apontado por Confalonieri (2003) de que a vulnerabilidade é produto da exposição física a um perigo natural e da capacidade humana para preparar-se e recuperar-se de impactos negativos provenientes, confere-se também que a vulnerabilidade se apresenta na escala temporal. A esse respeito Marandola Júnior e Hogan (2006, p. 37) exemplificam tal escala:

[...] a sazonalidade anual do regime de chuvas pode ser fundamental no quadro da vulnerabilidade de uma determinada área, assim como em outra situação a alteração brusca no mercado financeiro pode aumentar drasticamente, da noite para o dia, a vulnerabilidade de um grupo de investidores que perderam muitas ações e ativos [...].

Sobre a escala espacial, esta é necessária na compreensão das interações inerentes à rede de relacionamento entre pessoas, lugares, regiões e países, daí a importância de uma análise integrada entre as duas escalas, de modo que fiquem expostas as temporalidades à dinâmica ali existente.

As esferas sociais e ambientais, quando associadas na identificação de casos de vulnerabilidades, usa-se o conceito de vulnerabilidade socioambiental, visto que os riscos dependem de elementos econômicos, sociais e ambientais, internalizando assim a abordagem com o ambiente físico-ambiental. Destaca-se que os trabalhos nessa abordagem servem de contribuição para a compreensão da problemática ambiental tanto em zonas urbanas quanto em zonas rurais.

Alves (2006) aponta que a vulnerabilidade socioambiental caracteriza-se como sendo uma sobreposição de fatores sociais e ambientais em um determinado território, num dado recorte temporal, o que corrobora o entendimento de Deschamps (2004), de que a vulnerabilidade socioambiental corresponde à ocorrência simultânea da vulnerabilidade social e ambiental em um mesmo território ou para uma mesma população. Quanto aos riscos ambientais, Veyret (2007) o considera como objeto social, tomando-se de acordo com,

a percepção do perigo, da catástrofe possível. Ele existe apenas em relação a um indivíduo e a um grupo social ou profissional, uma comunidade, uma sociedade que o apreende por meio de representações mentais e com ele convive por meio de práticas específicas. Não há risco sem uma população ou indivíduo que o perceba e que poderia sofrer seus efeitos. Correm-se riscos, que são assumidos, recusados, estimados, avaliados, calculados. O risco é a tradução de uma ameaça,

de um perigo para aquele que está sujeito a ele e o percebe como tal (VEYRET, 2007, p.11).

Sendo construção social, tais riscos não se desvinculam da ação antrópica, eles incluem assim, riscos sociais e ambientais, resultantes da capacidade humana de uso e ocupação do solo, associado às formas e técnicas para essa apropriação, bem como a própria qualidade da infraestrutura urbana que em muitos casos são deficientes promovendo sérios danos à população. A esse respeito cita-se Moser (1998), Deschamps (2008), Medeiros (2014) e tantos outros.

Intrínseco a essa discussão teórica, nota-se o quanto a atividade humana interfere na dinâmica socioambiental de determinada área, no caso específico a partir de suas diferentes formas de uso, ocupação e cobertura da terra, que aliada a outras características naturais como tipologia de solo e condição de relevo, resulta em diferentes tipologias de vulnerabilidades resultantes da combinação de fatores de ordem antrópica e natural.

Sobre os aportes teórico-metodológicas em torno da vulnerabilidade socioambiental destacam-se aqui os seguintes: Zanella (2006); Feitosa (2014); Gonçalves et al (2014); Medeiros e Souza (2016) e Rezende (2016) que, em seus estudos, discutiram diferentes áreas do país com objetivos e proposições diferenciadas.

Em estudo de tese de doutorado, Zanella (2006) atentou-se em pesquisar os eventos pluviométricos intensos destacando-se as inundações e seus impactos no bairro Cajuru, na cidade de Curitiba (PR) entre os anos de 1980 e 2002. A metodologia adotada se sustentou em impactos pluviais e repercussões espaciais por meio do Sistema Clima Urbano e Subsistema Hidrodinâmico, análise espaço-temporal dos eventos, análise específica dos episódios considerados críticos, análise cartográfica (clima, drenagem, geomorfologia, solos e vegetação) e realização de entrevistas.

A autora fez uso de análise de eventos pluviais e das inundações que aconteciam na área, e revelou que tais acontecimentos acompanhavam o processo de expansão urbana, de modo que a parcela da população mais pobre é a mesma que tem o grau de exposição mais crítico e é a que enfrenta os maiores impactos dados a sua localização. Desse modo, “o grau de vulnerabilidade socioambiental das comunidades envolvidas é primordial para que tais eventos assumam ou não características de desastres ambientais” (ZANELLA, 2006, p. 219).

Na área objeto de estudo, foram constatadas inundações através de análises episódicas com cenários de calamidade, além de necessidade da remoção de famílias das suas residências, perdas materiais, humanas e outros transtornos.

Feitosa (2014) desenvolveu estudo relacionado à vulnerabilidade socioambiental (IVSA) de Teresina (capital do estado do Piauí) aos eventos de enchentes do rio Poti na zona urbana. A metodologia contemplou revisão bibliográfica sobre os conceitos discutidos (ambiente urbano, desastres naturais, sustentabilidade, vulnerabilidades e riscos), aplicação de técnicas estatísticas para a classificação da vulnerabilidade social (quadro 03), utilização do *software* RCLIMDEX, da técnica do Índice de Anomalia Climática (IAC), levantamento de notícias de jornal e análise episódica na série temporal das enchentes de 1985, 1995 e 2009.

Quadro 03 – Variáveis sociais utilizadas por Feitosa (2014)

VARIÁVEIS
Variável 1 - Rendimento médio padronizado;
Variável 2 - Porcentagem de analfabeto;
Variável 3 - Taxa de morador por domicílio;
Variável 4 - Porcentagem de domicílio Sem Energia;
Variável 5 - Porcentagem de domicílios referente a outras formas de Abastecimento de Água;
Variável 6 - Porcentagem de fossa rudimentar e outros;
Variável 7 - Porcentagem de queimadas e outros destinos do lixo;
Variável 8 - Razão de Dependência;
Variável 9 - Proporção de crianças de 0 a 14 anos de idade;
Variável 10 - Proporção de Idosos 65 +.

Fonte: Feitosa (2014).

Quanto aos bairros discutidos pela autora, um foi caracterizado de altíssima vulnerabilidade social, 09 bairros com alta vulnerabilidade social, 07 bairros com vulnerabilidade social média e apenas 02 com IVS baixo. Quanto à identificação dos riscos ambientais, nesta categoria de análise foram encontradas as seguintes classes: muito alto risco (11 bairros), alto risco (16 bairros), médio risco (06 bairros) e baixo risco (04 bairros), que, quando sobrepostas, foram agrupadas em quatro cenários de Vulnerabilidade Socioambiental (VSA) que representam as respectivas classes de VSA: altíssima VSA, alta VSA, média VSA e baixa VSA envolvendo os fenômenos de enchentes. A autora afirma ainda que a espacialização da vulnerabilidade e a diferenciação dos riscos se estendem para os bairros além daqueles que margeiam o rio Poti na cidade de Teresina.

Objetivando analisar a vulnerabilidade socioambiental em relação às queimadas e aos efeitos a saúde na zona urbana do município de Porto Velho (região amazônica brasileira), Gonçalves et al. (2014) fizeram uso de uma quantidade significativa de procedimentos metodológicos para alcançar o objetivo proposto, com abordagens qualitativas, quantitativas e de geoprocessamento. Foram agrupados dados sociais (nove

indicadores de vulnerabilidade socioambiental, listados abaixo), de infraestrutura habitacional urbana, de saúde e exposição ambiental, possibilitando a identificação das áreas mais vulneráveis no município, principalmente nos 67 bairros da área urbana.

- **Indicador Social/Infraestrutura Urbana:** % de moradores com rendimento mensal de até um salário mínimo; % pessoas alfabetizadas; % de domicílios abastecidos pela rede geral de distribuição de água; % de domicílios com esgotamento sanitário via rede geral e fossa séptica; % de domicílios com disponibilidade de iluminação pública; % de domicílios que não apresentam esgoto a céu aberto e % de domicílios sem presença de lixo acumulado;
- **Indicador Exposição Ambiental:** número de focos de calor captados pelos sensores *Advanced Very High Resolution Radiometer* (AVHRR) do satélite *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOOA) entre os anos de 2008 e 2011;
- **Indicador Saúde:** coeficiente de atendimento ambulatorial por doenças respiratórias em menores de 15 anos para cada bairro (2008 a 2011).

Quanto aos resultados relacionando população e indicadores de vulnerabilidade estão: muito crítico (29.831 pessoas); crítico (127.054 pessoas); intermediário (130.168 pessoas) e pouco crítico (21.041 pessoas) totalizando um universo de 308.094 habitantes. Para os autores “esta heterogeneidade socioambiental resulta, em última análise, no acometimento diferenciado de grupos populacionais por doenças respiratórias em virtude da capacidade de resposta a exposição às queimadas” (GONÇALVES et al., 2014, p. 3815-3816).

Para a construção do mapeamento do IVSA do município de Caucaia (CE), Medeiros e Souza (2016) propuseram uma metodologia para a devida aplicação. Para a vulnerabilidade social, foram utilizados dados dos setores censitários do IBGE conforme o Censo do ano de 2010 e elencadas quinze variáveis distribuídas em quatro dimensões (habitação e saneamento, renda, educação e situação social). Quanto à vulnerabilidade ambiental, houve a identificação dos sistemas ambientais e de suas respectivas vulnerabilidades.

Quanto aos resultados do IVA foram encontradas as seguintes classes: alta (planície flúvio-marinha e nas planícies fluviais, campos de dunas móveis e fixas e além dos maciços residuais); média (depressão sertaneja); e baixa (tabuleiros pré-litorâneos).

Sobre o IVS foram encontrados os seguintes valores: baixa (45.546 pessoas), média-baixa (148.703 pessoas), média-alta (93.307 pessoas) e alta (37.885 pessoas).

Quando sobrepostos os dados de IVS e de IVA o que gerou o mapeamento do IVSA, Medeiros e Souza (2016) identificaram que a maior parte do município de Caucaia possui ocupação irregular, classificada como de alta vulnerabilidade ambiental associada à população com baixa renda e nível de ensino baixo. Com o mapeamento final, os autores sugeriram intervenções por meio de políticas públicas em áreas prioritárias, além de atividades conservacionistas dos recursos naturais.

Em estudo aplicado na cidade de Paracatu (noroeste de Minas Gerais), Rezende (2016) se propôs a elaborar uma metodologia para identificação da vulnerabilidade socioambiental com auxílio de técnicas estatísticas e de geoprocessamento. O estudo fez uso dos dados de 88 setores censitários da zona urbana. Quanto ao índice de vulnerabilidade ambiental, foram elencadas as seguintes variáveis: a) padrões de ocupação urbana; b) litologia; c) solos; d) declividade; e) cobertura vegetal; f) proximidade a cursos hídricos; g) proximidade de área de mineração e h) proximidade com rodovias. O índice de vulnerabilidade social foi obtido e sintetizado em quatro grupamentos de vulnerabilidade social (condições de habitação e infraestrutura, estrutura etária e gênero, educação e renda), que, ao fim, foram sobrepostos para o mapeamento do IVSA.

Quanto aos valores do IVA tem-se: 29,55% dos setores apresentaram alta vulnerabilidade, 37,50% vulnerabilidade moderada, 18,18% vulnerabilidade baixa e 14,77% vulnerabilidade muito baixa. Sobre o IVS: 23,86% com vulnerabilidade alta, 29,55% com vulnerabilidade moderada, 22,73% com baixa vulnerabilidade e 23,86% com vulnerabilidade muito baixa. Sobre a espacialização do IVSA, os valores encontrados foram: 29,55% com vulnerabilidade alta, 34,09% com vulnerabilidade moderada, 21,59% apresentando vulnerabilidade socioambiental baixa e 14,77% com IVSA muito baixo.

Sobre a localização geográfica destes setores, em Paracatu, segundo a autora, os piores índices estão principalmente nas áreas mais periféricas, em oposição a área central possuidora de melhores índices de vulnerabilidade e de condições socioeconômicas.

O desenvolvimento metodológico e a consequente construção e aplicação de diferentes técnicas para se compreender a vulnerabilidade de determinada área tornou-se objeto de estudo em diferentes trabalhos no campo da ciência geográfica. Remete-se ainda que investigações sobre a dinâmica dos ambientes naturais, a intensificação e diminuição

de limitações/potencialidades, as formas de uso, ocupação e cobertura terra e a distribuição espacial de grupos sociais tornaram-se um vasto campo de atuação de profissionais além de enriquecer a temática com uma quantidade significativa de metodologias que podem ser reaplicadas em outros cenários.

As dimensões de vulnerabilidades social (VS), ambiental (VA) e socioambiental (VSA), trabalhadas nos estudos, em muitos casos se assemelham, bem como o método de estudo. Sobre essa abordagem todos os trabalhos fizeram uso do Método Dedutivo que é caracterizado por, através de teorias universais, explicar fenômenos particulares.

As diferenciações mais evidentes partem da escala mínima de análise, Zanella (2006) trabalhou com vilas localizadas no bairro Cajuru, enquanto Feitosa (2014) e Gonçalves et al. (2014) partiram da escala de bairro para o reconhecimento das vulnerabilidades existentes. Em outras abordagens, Almeida (2010), Goerl, Kobayama e Pellerin (2011), Medeiros e Souza (2016) e Rezende (2016) discutiram os dados através da malha censitária do Censo Demográfico (2000 e 2010). Para IBGE (2017), o setor censitário é uma unidade territorial estabelecida para fins de controle cadastral, formado por área contínua, situada em um único quadro urbano ou rural, com dimensão e número de domicílios que permitam o levantamento por um recenseador.

As variáveis de vulnerabilidade se enquadram tanto em elementos fisiográficos (geologia, geomorfologia, hidrografia, climatologia, pedologia e vegetação), quanto de impactos ambientais (proximidade com áreas de mineração, por exemplo), variáveis socioeconômicas (educação, rendimento, população, infraestrutura, dentre outros) além de variáveis relacionadas à saúde pública e exposição a doenças.

Os procedimentos de análise dos dados destacam-se Análise Multivariada (AM), Análise Fatorial (AF), Análise de *Cluster* (AC), Desvio Quartílico⁵ (DQ), Técnica de Kaiser-Meyer-Olkin⁶ (TKMO), Índice de Anomalia de Chuvas⁷ (IAC), Teste de Esfericidade de Bartlett⁸ (TEB) e Processo Analítico Hierárquico⁹ (AHP) que foram executadas por meio da estatística e do geoprocessamento com auxílio de uma série de *softwares*.

⁵ Média da diferença entre o primeiro e o terceiro quartis, que são valores em meio a um conjunto de informações em ordem crescente e que, quando divididas, geram partes iguais.

⁶ Indica se o modelo de análise fatorial é adequadamente ajustado aos dados manipulados.

⁷ Importante ferramenta de análise das precipitações considerando-se sua simplicidade procedimental, graças aos recursos computacionais (planilha eletrônica) e a determinação qualitativa de anomalias extremas (SANCHES; VERDUM; FISCH, 2014).

⁸ Testa a hipótese de que as variáveis não sejam correlacionadas na população (MARQUES, 2010).

⁹ É uma das ferramentas de apoio à tomada de decisão multicritério com maior número de aplicações práticas reportadas na literatura, particularmente em problemas envolvendo avaliações subjetivas (DUTRA; FOGLIATTO, 2007).

O quadro 04 apresenta uma síntese comparativa de algumas metodologias brasileiras para a construção de índices de vulnerabilidades e que foram analisadas para a obtenção da vulnerabilidade do presente estudo.

Quadro 04 – Síntese de metodologias para a construção de índices de vulnerabilidades

METODOLOGIA					
Autores	Escala mínima	Método	Dimensão	Variáveis (total)	Metodologia (técnicas)
Zanella (2006)	Vila	Dedutivo	IVSA	-	-
Almeida (2010)	Setores censitários		IVS	21	AM, AF, TC
Goerl, Kobayama e Pellerin (2011)				06	DQ
Feitosa (2014)	Bairros		IVSA	10	AM, AF, TC, IAC, TKMO, TEB
Gonçalves et al (2014)				09	-
Medeiros e Souza (2016)	Setores censitários			15	-
Rezende (2016)				30	AHP, AM, AF, TC, TKMO e TEB

(-) não explícita no texto.

Fonte: organizado pelo autor (2017).

Apreende-se que as metodologias ora apresentadas servem como instrumentalização e modelo de estudos em torno da temática da vulnerabilidade através dos conhecimentos teóricos e aplicados e que podem ser reaplicados em outras áreas (com ou sem adaptações mediante disponibilidade dos dados).

Diante do exposto, observa-se que diversos trabalhos apresentam esses parâmetros em índices e, principalmente, em representações espaciais, com uso de mapas de sensibilidade, de vulnerabilidade, de risco ou, ainda, de fragilidade. Porém, os termos sensibilidade, vulnerabilidade e risco, assim como fragilidade e susceptibilidade, são abordados, muitas vezes, como sinônimos.

Em ensaio teórico realizado por Maior e Cândido (2014) são discutidas metodologias brasileiras de construção e aplicação de índices de vulnerabilidades. Os autores argumentam ainda a situação política e socioeconômica pela qual passa a América Latina¹⁰ em que os estudos sobre vulnerabilidade socioambiental abordam os aspectos socioeconômicos como mais importantes que os ambientais. Ainda nessa discussão, é

¹⁰ Os estudos ancorados na vulnerabilidade na América Latina foram motivados pela preocupação em abordar de forma mais integral e completa não só os fenômenos da pobreza, mas ainda, as diversas modalidades de desvantagem social (ABRAMOVAY et al., 2002).

apontado que os aspectos ambientais são associados ao adensamento populacional e à dinâmica dos centros urbanos, haja vista o direcionamento e fixação de grupos sociais em áreas periféricas ou de proteção ambiental.

A partir desse estado da arte (sobre estudos que versam sobre a temática da vulnerabilidade) de forma conjunta com a seleção e identificação dos critérios de análise, com a comparação dos parâmetros selecionados e, por fim, a construção de reflexões sobre as metodologias estudadas, destaca-se que:

a) A análise da literatura se configura como importante instrumento na construção e aprimoramento da ciência. As sete metodologias ratificam o quão plural são os estudos sobre a temática da vulnerabilidade, servindo de grande valia para outros e de possuírem características de mensurabilidade, de relevância, analítico e estatístico, além da capacidade de serem reaplicadas em outros estudos dependendo dos objetivos e da disponibilidade de informações a respeito.

b) A dimensão socioeconômica foi discutida em todas as metodologias contemplando variáveis relacionadas principalmente a questão domiciliar, populacional, educação e renda, contemplando a realidade socioeconômica em determinada porção do espaço geográfico, além de instigar e criticar a ausência ou ineficiência de políticas públicas com o objetivo de minimizar os efeitos da contradição social e da pobreza.

c) A dimensão ambiental foi relacionada através da caracterização fisiográfica e das formas de uso, ocupação e cobertura da superfície, além dos riscos e susceptibilidades existentes.

d) Ressalta-se ainda que, quanto à utilização de técnicas estatísticas para a manipulação e tratamento das variáveis este serviu para a formação de um favorável índice sintético na compilação dos dados, associados ao conhecimento empírico e a realidade já interiorizada pelos pesquisadores.

e) Por meio dessa breve avaliação pode-se constatar que essas metodologias possuem função dupla: i) fornecer auxílio no planejamento, criação, aplicação de ações públicas. Sobre isso Dilley et al. (2005) afirma que o Brasil é um dos 20 países que mais recebem empréstimos para cobrir emergências e que estudos realizados pelo Banco Mundial e a Universidade de Columbia apontam as

regiões Sul, Sudeste e Nordeste como *hotspot*¹¹ globais de risco de desastres hidrológicos e de seca. E, ii) contribuir com o avanço metodológico da área de pesquisa

Considera-se ainda que, ao passo que foram realizadas as análises e interpretações centradas no estado da arte, a pesquisa foi favorecida quanto à seleção das metodologias de mensurabilidade da vulnerabilidade socioambiental dos setores censitários que margeiam o rio Poti (no município de Teresina/Piauí) e ainda quanto à manipulação e tratamento estatístico.

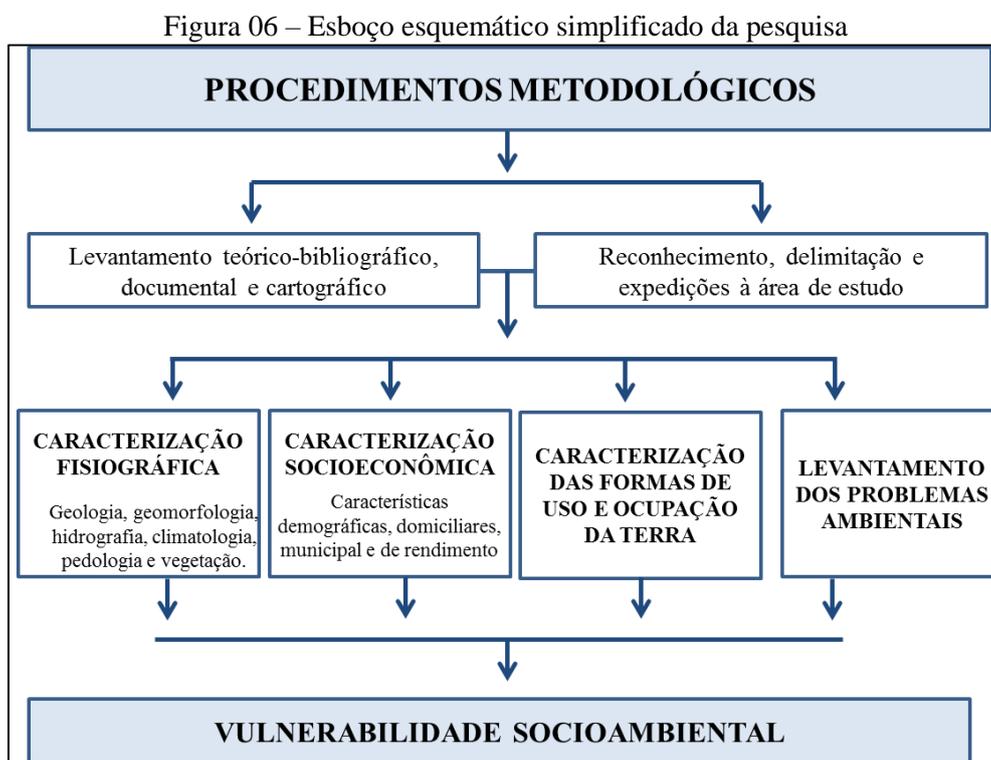
¹¹ Os *hotspots* “são regiões que abrigam uma imensa diversidade de espécies endêmicas significativamente afetadas e alteradas pelas atividades humanas, tal conceito apresenta informações fundamentais para a proteção dessas regiões” (OLIVEIRA; PIETRAFESA e BARBALHO, 2008, p. 106).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E OPERACIONAIS

Quanto aos aspectos metodológicos e operacionais foi necessária uma sucessão de etapas com o intuito de analisar o objeto de estudo. A pesquisa que se segue fez uso do Método Dedutivo e abordagem quali-quantitativa, visto que os fenômenos não podem ser explicados sem uma teoria geral para a compreensão de um fato particular por meio do racionalismo. Para alcançar os objetivos, fez-se necessário os seguintes procedimentos: levantamento bibliográfico; teórico-conceitual; documental e cartográfico; reconhecimento da área de estudo (com utilização de diário de campo); atividades de gabinete e de campo (identificação de problemas ambientais); registro fotográfico; recorte espacial da área de estudo; utilização do geoprocessamento e da estatística dentre outros que tornam-se eficientes para o andamento da pesquisa.

Foi primordial, ainda, o levantamento de dados geoambientais e socioeconômicas sobre a área de estudo, além da utilização de *softwares* empregados para manipulação, tratamento e representação dos dados da pesquisa. A proposta aqui apresentada visa análise da dinâmica socioambiental presente nos setores censitários que margeiam o rio Poti no município de Teresina.

A figura 06 apresenta, de forma esquemática, uma visão global dos procedimentos metodológicos.



Fonte: organizado pelo autor (2017)

3.1 Incursões a órgãos públicos

Incursões a órgãos públicos foram eficazes para obtenção de informações, além de arquivos no formato *shapefiles* (.shp) e mapeamentos. Elencam-se os seguintes órgãos públicos visitados: Centro de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM); Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação (SEMPLAN); Empresa Teresinense de Processamento de Dados (PRODATER) e Assistência Militar/Defesa Civil Municipal.

Os contatos realizados com os referidos órgãos serviram ainda para identificar as ações desses no que se refere à dinâmica socioambiental no trecho do rio Poti no município de Teresina e ao direcionamento da ocupação às margens do rio objetivado.

3.2 Levantamento cartográfico e utilização do geoprocessamento

A base de dados cartográficos foi construída por meio de pesquisas realizadas na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Centro de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Agência Nacional de Águas (ANA). Fez-se uso dos seguintes produtos cartográficos nas expedições de campo:

- Mapa de zoneamento urbano de Teresina (PI), na escala: 1:25.000, disponível na página SEMPLAN (<http://semplan.teresina.pi.gov.br/mapas-interativos/>);
- Planta geral da cidade de Teresina (PI), na escala de 1:30.000, disponível na página da *internet* da SEMPLAN;
- Mapa de declividade da zona urbana de Teresina, na escala 1:27.000, disponível na página da *internet* da SEMPLAN;
- Mapa de relevo da zona urbana de Teresina, na escala 1:27.000, disponível na página da *internet* da SEMPLAN;
- Mapa exploratório-reconhecimento de solos do município de Teresina, na escala 1:4790, e disponível no sítio eletrônico da EMBRAPA SOLOS (<http://www.uep.cnps.embrapa.br/solos>);
- Imagens de satélite disponibilizadas pelo *Google Earth* e *Google Earth Pro*.

Sobre a manipulação das técnicas de geoprocessamento, destacam-se os seguintes procedimentos:

- Mapas temáticos (geologia, geomorfologia, hidrografia/drenagem e pedologia): *download* de arquivos *shapefiles* (.shp) em sítios eletrônicos da CPRM, ANA, IBGE e EMBRAPA → armazenamento dos arquivos em pasta própria → utilização do *software* livre QGis 2.14.7 → utilização da ferramenta *ArcToolboks* e a função “recortar” *shapefiles* (no ArcGis 10.5 com licença universitária com validade até dezembro 2017) quando sobrepostas os mapas temáticos geral e a área de estudo → posteriormente os arquivos vetoriais foram adicionados no QGis onde foram manipulados no mesmo sistema de referência e Datum → utilização das funções “categorizado” e “graduado” na aba estilo para a diferenciação das informações da tabela de atributos → finalização do mapa no compositor de impressão, onde foi definido o tamanho de impressão, o sentido (horizontal ou vertical) e inclusão dos elementos de um mapa.
- Mapa de vulnerabilidade social: *download* e armazenamento da malha censitária do IBGE no formato .shp → recorte para obter a malha censitária de Teresina pelo QGis → a tabela de atributos foi organizada de acordo com a numeração e resultado do índice de vulnerabilidade social para cada setor com dados em planilha .xls → inclusão dos rótulos em “rotular esta camada” → posteriormente houve a categorização na aba “estilo” para a diferenciação dos setores → utilização do complemento *Just Color Picker* para a seleção das cores (conforme escolha do pesquisador) → utilização do ArcGis para recortar os arquivos vetoriais pela delimitação da área de estudo → finalização do mapa no compositor de impressão (do QGis), onde foi definido o tamanho de impressão, o sentido (horizontal ou vertical) e inclusão dos elementos de um mapa.
- Mapas de vulnerabilidade (ambiental e socioambiental): Com a base cartográfica já obtida (malha censitária da área de estudo), os valores alcançados pelo Método Expedito foram adicionados na tabela de atributos, posteriormente houve a categorização na aba “estilo” para a diferenciação dos setores → utilização do complemento *Just Color Picker* para a seleção das cores (conforme escolha do pesquisador) → e posterior os mesmos passos seguidos para a confecção do mapa.
- Mapa de uso, ocupação e cobertura da terra: seleção da imagem datada do mês de março de 2017 (órbita 219 e ponto 64) levando em consideração a pouca quantidade de nuvens para melhor tratamento e interpretação da imagem → *download* (no dia 26/07/2017) da imagem oriunda do satélite Landsat 8 disponibilizada pelo site do *United States Geological Survey* (USGS) com acesso

no <https://earthexplorer.usgs.gov/> → uso das bandas 4, 3 e 2 → utilização da classificação não-supervisionada usando o *software* ArcGis e de acordo com IBGE (2013) → seguiu-se com a vistoria quanto a margem de erros sobre a imagem manipulada e a verdade terrestre → acréscimo dos valores na legenda (sobre os valores, alguns foram classificados na mesma escala de cor devido a refletância, principalmente “área urbana” e “solo exposto”) → foram adicionadas *shapefiles* do rio Poti e das lagoas (estas obtidas por meio de vetorização através do *Google Earth Pro*) o arquivo foi finalizado no mesmo *software*.

3.3 Indicadores empregados no Índice de Vulnerabilidade Social (IVS)

As informações para a construção do Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) foram obtidas junto ao Censo de 2010, por meio do portal SINOPSE POR SETORES (disponível no link <http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopseporsetores/>) e do portal TERESINA EM BAIROS (disponível no link <http://semplan.teresina.pi.gov.br/teresina-em-bairros/>).

O método de obtenção do Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) aplicado neste trabalho foi adaptado de Goerl, Kobayama e Pelerin (2011). Estes autores propuseram uma metodologia para o mapeamento da vulnerabilidade social no município de Rio Negrinho (Santa Catarina) tendo como base a malha dos setores censitários do IBGE. Destaca-se que outros estudos fizeram uso dessa mesma base de dados (por setor censitário), a exemplo de Almeida (2010), Albuquerque (2012; 2015), Medeiros (2014) e Medeiros e Souza (2016) ambos com recorte espacial de municípios cearenses e Rezende (2016) sobre a cidade mineira de Paracatu.

Dessa forma, para o mapeamento da vulnerabilidade social fez-se uso de variáveis baseada nos seguintes critérios: a) variáveis que representassem desvantagem social; b) dados atuais (por meio do Censo de 2010); c) mensurabilidade/relevância; d) caráter analítico/estatístico; e e) capacidade de reprodução em outros estudos.

De forma sintetizada no quadro 05 apresenta-se as variáveis (tendo como base características demográficas, domiciliares, rendimento e municipais) selecionadas bem como suas descrições.

Quadro 05 – Descrição das variáveis utilizadas para a construção do Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) de acordo com a proposta de Goerl, Kobyama e Pelerin (2011)

Código das variáveis	Variáveis de vulnerabilidade	Descrição
Variável 1 (V1)	Número de moradores no setor censitário	De acordo com IBGE (2017), setores censitários correspondem a unidade territorial estabelecida para fins de controle cadastral, formado por área contínua, situada em um único quadro urbano ou rural, com dimensão e número de domicílios que permitam o levantamento por um recenseador. Esta variável permite o reconhecimento do tamanho da população de cada setor censitário.
Variável 2 (V2)	Média de moradores por domicílio	Domicílio é o local estruturalmente separado e independente que se destina a servir de habitação a uma ou mais pessoas, ou que no momento do Censo estava tendo essa finalidade (IBGE, 2010).
Variável 3 (V3)	Densidade demográfica	Relação entre a área e a população de cada setor.
Variável 4 (V4)	Soma da porcentagem da população acima de 65 e abaixo de 12 anos	Esta variável se caracteriza pela presença de pessoas em caráter de dependência (de idade) de acordo com Goerl, Kobyama e Pelerin (2011). O limite de 12 anos foi pensado de acordo com o Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA) que pessoas abaixo dessa idade são consideradas totalmente dependes dos pais e/ou responsáveis. E 65 anos porque para a Organização Mundial de Saúde (OMS), são consideradas pessoas idosas aquelas a partir dessa idade que também possuem um grau de dependência com pessoas mais jovens.
Variável 5 (V5)	Domicílios particulares improvisados ocupados	Esta variável sintetiza a quantidade de domicílios que não possuem condições adequadas de moradia, e que, na data do Censo, estavam servindo a tal fim. A variável remete a dados referentes a aspectos sanitários, de destinação do lixo, abastecimento de água e energia elétrica.
Variável 6 (V6)	Soma das porcentagens dos domicílios sem rendimento e com rendimento de até 1 salário mínimo	Soma dos rendimentos mensais dos moradores da unidade domiciliar, exclusive dos moradores de menos de 10 anos de idade e daqueles cuja condição na unidade domiciliar fosse pensionista, empregado doméstico ou parente do empregado doméstico (IBGE, 2010). O valor do salário de referência a época estava em R\$ 510,00.
Variável 7 (V7)	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM)	Valor que sintetiza aspectos relacionados a longevidade, educação e renda. O índice varia de 0 a 1, de acordo com o Atlas Brasil, valores entre 0 e 0,499 (muito baixo), de 0,500 a 0,599 (baixo), de 0,600 a 0,699 (médio), de 0,700 a 0,799 (alto) e de 0,800 a 1 (muito alto).

Fonte: organizado pelo autor (2017)

De posse desses dados, utilizou-se a seguinte fórmula para a obtenção do IVS, ainda de acordo com Goerl, Kobyama e Pelerin (2011).

$$IVS = \frac{V1+V2+V3+V4+V5+V6}{V7} \quad (1)$$

Onde:

IVS - Índice de Vulnerabilidade Social;

V1 - Número de moradores no setor censitário;

V2 - Média de moradores por domicílio;

V3 - Densidade demográfica;

V4 - Soma da porcentagem da população acima de 65 e abaixo de 12 anos;

V5 - Domicílios particulares improvisados ocupados;

V6 - Soma das porcentagens dos domicílios sem rendimento e com rendimento de até 1 salário mínimo;

V7 - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM).

Ressalta-se que o IDHM é um valor único para todo o município, e, de acordo com os dados oficiais, Teresina possui índice de 0,751 e situada na categoria de IDHM Alto. Este dado foi integrado ao estudo devido ao fato de que durante determinados eventos ou desastres, parte considerável da normalidade do município é afetada, como escolas fechadas, mudanças da rota do transporte público, além de falta de água ou energia elétrica, mesmo que estes eventos se caracterizarem pela limitação temporal e espacial. Há ainda o fato de esse dado sintetizar uma série de informações socioeconômicas do município.

Para uniformizar as unidades de todas as variáveis Goerl, Kobayama e Pelerin (2011) propõem a seguinte equação para que todas as variáveis sejam escalonadas de 0 (valor mínimo) a 1 (valor máximo):

$$\text{Valor escalonado} = \frac{V_{\text{observado}} - V_{\text{mínimo}}}{V_{\text{máximo}} - V_{\text{mínimo}}} \quad (2)$$

Onde:

Valor escalonado - valor entre 0 e 1

Vobservado - é o valor encontrado por setor;

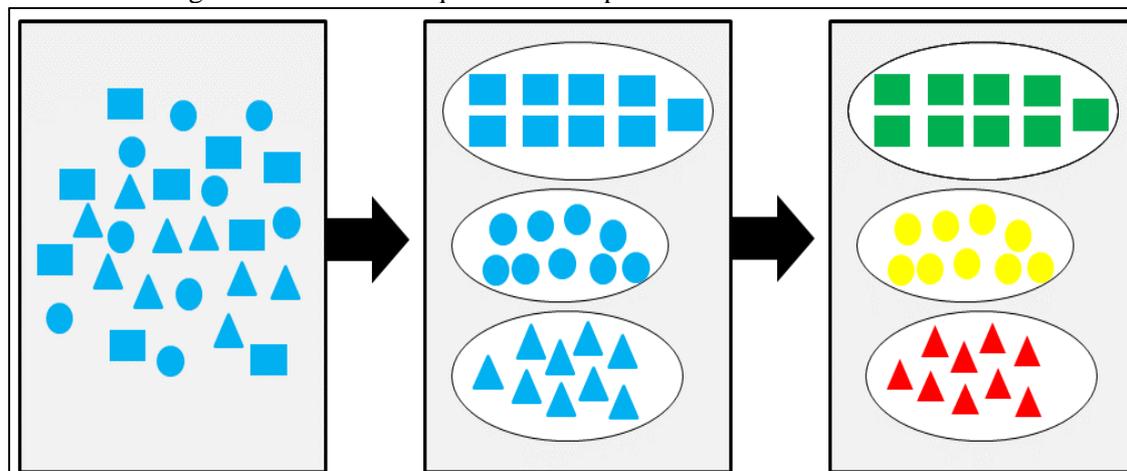
Vmínimo - é o menor valor encontrado em determinada variável (entre todos os setores);

Vmáximo - o maior valor encontrado em determinada variável (entre todos os setores).

Depois de escalonado, o IVS foi dividido nas seguintes classes: baixa, média e alta. Para a construção do índice fez-se uso de análise multivariada através da Análise Fatorial (AF) e análise de agrupamento ou técnica de *cluster* (figura 07). Pode-se compreender por análise multivariada como técnica estatística, que, como o próprio nome

remete, é caracterizada pela análise de um conjunto de variáveis relacionadas a um mesmo objeto de estudo.

Figura 07 – Modelo esquemático simplificado da técnica de *cluster*



Fonte: organizado pelo autor (2017)

A análise fatorial é formada por um conjunto de técnicas estatísticas e possui como objetivo reduzir o número de variáveis iniciais com a menor perda possível de informação (VICINI, 2005). Já a técnica de cluster, ou de agrupamentos, caracteriza-se pela classificação de determinados objetos heterogêneos em diferentes grupos ou classes homogêneas, excluindo a subjetividade no referido processo.

Os dados são originados das variáveis censitárias e foram transformados em variáveis de vulnerabilidade social. Passada a etapa de compilação dos mesmos, estes deram origem a dados brutos (sem escalonamento) e depois finalizados em planilha no formato “.xls” (Tabela 01) trabalhadas por meio da função “inserir fórmula” para o tratamento dos dados, onde primeiro trabalhou-se a relação das células da mesma coluna para o escalonamento e posteriormente com a média aritmética dos valores de uma mesma linha.

Tabela 01 – Planilha (formato “.xls”) para o tratamento dos dados escalonados e o posterior agrupamento dos dados

Fonte: organizado pelo autor (2017)

Posteriormente, houve a interpretação, análise e descrição dos dados originados para a confecção do mapa de vulnerabilidade social com as respectivas classes do IVS. Ressalta-se que algumas variáveis não estiveram disponíveis para a pesquisa como dados referentes aos setores 39, 42, 43 e 44. A mesma situação aconteceu com os setores da zona rural (40, 41, 67, 68, 69, 70, 71 e 72), contudo, visando compreender a vulnerabilidade social da referida área, a fórmula foi retrabalhada (a variável V6 não foi incluída no cálculo apenas nos setores da zona rural), o que não acarretou riscos para os demais valores e sem comprometimento ao mapeamento final, haja vista a mudança de padrão se comparado às zonas urbana e rural.

3.4 Índice de Vulnerabilidade Ambiental (IVA)

Essa etapa foi realizada através da quantificação dos problemas e riscos ambientais situados em cada setor censitário por meio do Método Exedito e de *Check-list*. Torna-se oportuno destacar que os riscos e problemas ambientais não se caracterizam somente pela capacidade de suporte dos recursos naturais, mas também pela

espacialização desses fenômenos e pela interação desses com os grupos sociais, vale ressaltar também que o Método Exedito é importante instrumento quali-quantitativo de qualidade e vulnerabilidade ambiental.

Em investigação realizada por Moraes et al. (2016), seis áreas da zona urbana de Teresina foram analisadas a fim de buscar um diagnóstico descritivo da vulnerabilidade dos referidos ambientes, utilizando o referido método fundamentado nas teorias de Ab' Saber (1969) e Tricart (1977).

Essa etapa foi condicionada pela quantidade de problemas e riscos ambientais identificados em cada setor censitário por meio de incursões a área de estudo e preenchimento de planilha (figura 08).

Figura 08 – Incursões a área de estudo e preenchimento de planilha. Em A, visita a zona rural de Teresina; e em B, atividade na zona urbana.



Fonte: pesquisa direta (2017).

No estudo que se segue considerando a aplicação do Método Exedito (olhar empírico), a utilização de imagens de satélite e análises laboratoriais e documentais, os parâmetros analisados foram: cobertura vegetal; proximidade e existência de corpos hídricos (rio, riachos e lagoas); áreas de inundação; proximidade e existência de áreas de mineração; grau de ocupação populacional; qualidade da água através do Índice de Qualidade da Água (IQA¹²) por meio de monitoramento realizado pelo Laboratório de Saneamento (LASAM) do Centro de Tecnologia (CT) da Universidade Federal do Piauí (UFPI); dentre outros (Quadro 06).

¹² O cálculo para obtenção IQA segundo a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) é realizado pelo produtório ponderado conforme os seguintes parâmetros: temperatura, potencial hidrogeniônico (pH), Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Coliformes Termotolerantes, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Resíduo Total e Turbidez.

Quadro 06 – Variáveis utilizadas para a obtenção do Índice de Vulnerabilidade Ambiental (IVA)

Código das variáveis	Variáveis de vulnerabilidade	Descrição
Variável 1 (V1)	Cobertura vegetal	A cobertura vegetal é importante para a proteção contra os processos erosivos, e para a contenção das ribanceiras dos rios, além no auxílio no conforto térmico em áreas urbanas. Destaca-se o fato que a cobertura vegetal protege o solo da intensidade da água originária da chuva, minimizando a desagregação do solo e diminuindo o carreamento de partículas para os corpos hídricos deixando-o com turbidez mais acentuada.
Variável 2 (V2)	Proximidade com corpos hídricos	Os corpos hídricos são ambientes vulneráveis naturalmente e com intensidade acrescida com o avanço da ocupação humana, seja em áreas rurais quanto urbanas. Fenômenos e processos como enchentes, inundações, veiculação hídrica, assoreamento e processos erosivos são atuantes nessa variável.
Variável 3 (V3)	Situação de conservação/ respeito à APP do rio Poti	Essa variável articula-se com o a Lei N° 12.651 (“Novo” Código Florestal) e demonstra a respeitabilidade das APPs do rio Poti frente a ocupação urbana e atividades produtivas.
Variável 4 (V4)	Adensamento populacional/ residencial	Relaciona-se com a distribuição e nível de ocupação em cada setor censitário, além de ajudar a identificar os setores que estão potencializando a vulnerabilidade ambiental.
Variável 5 (V5)	Área de mineração	Essa atividade gera degradação ambiental e transtornos a população que mora no entorno. Alguns impactos são: produção de poeira, ruído, poluição da água, risco a saúde humana, aumento do fluxo de caminhões.
Variável 6 (V6)	Presença de bancos de areia	Caracterizado como depósito de material aluvionar. Sua formação é a partir do transporte natural de sedimentos, entretanto, quando da ocupação desordenada das áreas marginais e retirada da vegetação há um aumento do carreamento de material para os rios e, quando da sua acumulação, formam-se bancos de areia com tamanho e forma variadas.
Variável 7 (V7)	Qualidade da água	A qualidade da água é reflexo das formas de uso, ocupação e cobertura da terra, além da topografia, geologia, clima e cobertura vegetal. Acrescenta-se que o uso inadequado de áreas ribeirinhas acarreta a contaminação da água comprometendo suas características químicas, físicas e biológicas.
Variável 8 (V8)	Lixo a céu aberto	Associado à questão de saneamento básico, essas variáveis, quando encontradas, evidenciam o grau de exposição dos moradores a riscos ambientais e de saúde pública.
Variável 9 (V9)	Esgoto a céu aberto	
Variável 10 (V10)	Inundação	Essas variáveis estão associadas à dinâmica natural e as formas de ocupação do espaço geográfico, principalmente quando da ocupação de áreas ribeirinhas e áreas de encostas. Diante disso, esse cenário gera riscos e problemas ambientais de modo que há a intensificação da vulnerabilidade ambiental presente na área.
Variável 11 (V11)	Alagamento	
Variável 12 (V12)	Movimento de massas	

Fonte: O autor, 2017.

O tratamento das variáveis de vulnerabilidade ambiental foi baseado em atividades de gabinete (utilização do sensoriamento remoto e análise documental), atividades de laboratório (com dados do LASAM/UFPI) e atividades de campo instrumentalizada com *check-list* (apêndice A). Acrescenta-se o fato de que a todas as variáveis foram atribuídos pesos (quadro 07).

Quadro 07 – Caracterização e pesos das variáveis de IVA

Variáveis	Característica/situação	Peso
Cobertura vegetal*	baixa (menos de 30% do setor)	3
	média (entre 30% e 70% do setor)	2
	alta (acima de 70% do setor)	1
Proximidade com corpos hídricos**	baixa (somente o rio Poti)	1
	média (Rio Poti e riacho ou lagoa)	2
	alta (Rio Poti, riachos e lagoas)	3
	muito alta (rios Poti e Parnaíba)	4
Área de mineração**	existente	1
	inexistente	0
Adensamento populacional/ Residencial*	baixa (menos de 30% do setor)	1
	média (entre 30% e 70% do setor)	2
	alta (acima de 70% do setor)	3
Qualidade da água***	muito ruim (entre 0 e 19 no IQA)	5
	ruim (entre 20 e 36 no IQA)	4
	regular (entre 37 e 51 no IQA)	3
	bom (entre 52 e 79 no IQA)	2
	excelente (entre 80 e 100 no IQA)	1
Presença de bancos de areia	ausente	0
	presente	1
Situação de conservação/respeito à APP do rio Poti**	boa (atendimento a legislação)	1
	regular (atendimento básico da legislação)	2
	ruim (sem atendimento a legislação)	3
Lixo a céu aberto**	pouco visível	1
	em alguns pontos	2
	facilmente visível	3
Esgoto a céu aberto**	pouco visível	1
	em alguns pontos	2
	facilmente visível	3
Inundação****	baixo	1
	médio	2
	alto	3
Movimento de massas****	ausente	0
	presente	1
Alagamento****	ausente	0
	presente	1

(*) análise de gabinete (sensoriamento remoto) (**) análise de campo (***) análise laboratorial (****) análise de gabinete (documental)

Fonte: O autor, 2017.

Para a confecção desse índice, fez-se necessário o emprego de mapas temáticos (base cartográfica ambiental em formato vetorial e *raster*) e posteriormente manipulação de *softwares* para a classificação e atribuição de valores em relação ao grau e vulnerabilidade ambiental.

3.5 Metodologia para a obtenção do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental (IVSA)

A metodologia a ser empregada nesta etapa do trabalho consistiu não apenas na sobreposição dos dados sociais e naturais, mas, sobretudo, no cruzamento destes através de uma matriz de correlação interpretativa (quadro 08), com base no proposto por Zanella et al. (2013) e Barros, Mendes e Castro (2015). O IVSA será obtido através da inter-relação do IVS com o IVA.

Quadro 08 – Matriz de inter-relação dos IVS e IVA

ÍNDICES DE VULNERABILIDADE		ÍNDICE DE VULNERABILIDADE AMBIENTAL (IVA)		
		BAIXO	MÉDIO	ALTO
ÍNDICE DE VULNERABILIDADE SOCIAL (IVS)	BAIXO	IVSA BAIXO	IVSA BAIXO	IVSA MÉDIO
	MÉDIO	IVSA BAIXO	IVSA MÉDIO	IVSA MUITO ALTO
	ALTO	IVS MÉDIO	IVSA ALTO	IVSA MUITO ALTO

Adaptado de: Zanella et al (2013) e Barros, Mendes e Castro (2015).

Desta combinação, serão identificadas as seguintes classes de Índice de Vulnerabilidade Socioambiental (IVSA):

- **IVSA Muito Alto:** Os setores censitários se encontram em áreas de extrema preocupação socioambiental, com condições péssimas de moradia, de infraestrutura urbana, com renda (salário mínimo) bastante inferior aos demais setores e a sua situação geográfica, conferindo grandes riscos de enchentes e inundações derivadas da dinâmica do rio Poti;
- **IVSA Alto:** classe conferida aos setores onde há condições precárias de moradia, de infraestrutura urbana, padrões de renda inferior além de relações com a ocupação do relevo e de áreas ilegais como Áreas de Preservação Permanente (APP);

- **IVSA Médio:** setores censitários onde há um predomínio de populações com renda média e baixa, mas com condições de serviços urbanos suficientes embora limitados e de qualidade deficitária. Estão parcialmente sujeitos a adversidades socioambientais.
- **IVSA Baixo:** correspondem às áreas mais consolidadas e valorizadas da área de estudo. Há o predomínio de populações com baixas taxas de analfabetismo, satisfatórias condições de renda e moradia e, mediante tais características socioeconômicas possuem condições mais eficientes de suportar as adversidades impostas pela vulnerabilidade ambiental.

Dessa forma, a correlação entre vulnerabilidade da sociedade e problemas e riscos ambientais torna-se possível realizar uma análise mais profunda da problemática socioambiental existente na área de estudo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Localização geográfica da área de estudo

A Bacia Hidrográfica do rio Poti abrange o estado do Ceará, onde o rio tem suas nascentes no município de Quiterianópolis, na mesorregião dos Sertões Cearenses, e o estado do Piauí, com sua foz no município de Teresina, na mesorregião do Centro-Norte Piauiense. É delimitada, conforme Lima (1982), entre as coordenadas 4° e 6° 50' de latitude Sul (S) e 40° e 43° a Oeste (O/W) do Meridiano de Greenwich, e, segundo MMA, (2006) possui uma área de 52.370km² sendo 38.797km² em 24 municípios do território piauiense.

O rio, com aproximadamente 550 km de extensão, corre inicialmente para a direção N, e, após percorrer aproximadamente 100km de drenagem principal recebendo inúmeros tributários segue para a direção W onde adentra no estado do Piauí pelo canyon (fenda geológica) existente na Serra da Ibiapaba, logo após toma a direção S por aproximadamente 50km e, em seguida toma a direção para sudoeste (SW) e posteriormente o sentido noroeste (NW) quando adentra o município de Teresina (onde deságua no rio Parnaíba, eixo principal da drenagem piauiense). Anteriormente, existem tributários na margem direita, como os rios Capivara e Canudos e na margem esquerda, como os rios Sambito, Berlengas, São Nicolau e Cais (MMA, 2006).

No município de Teresina, na zona urbana, é onde o rio Poti entra em contato com a maior pressão antrópica, motivada pela urbanização durante todo o seu curso. A área de investigação (figura 09) engloba parte das zonas urbana e rural do município de Teresina.

Os setores censitários na zona urbana de Teresina integram determinados bairros (quadro 09) que estão às margens do rio Poti, no entanto a discussão se dará considerando a malha censitária (setores censitários) do IBGE (Censo 2010). Quanto aos setores localizados na zona rural, estes englobam os seguintes povoados: Cebola, Cantinho Sul, Extrema, Boquinha, Serafim, Humaitá, Angolá, Torrões e Alegria.

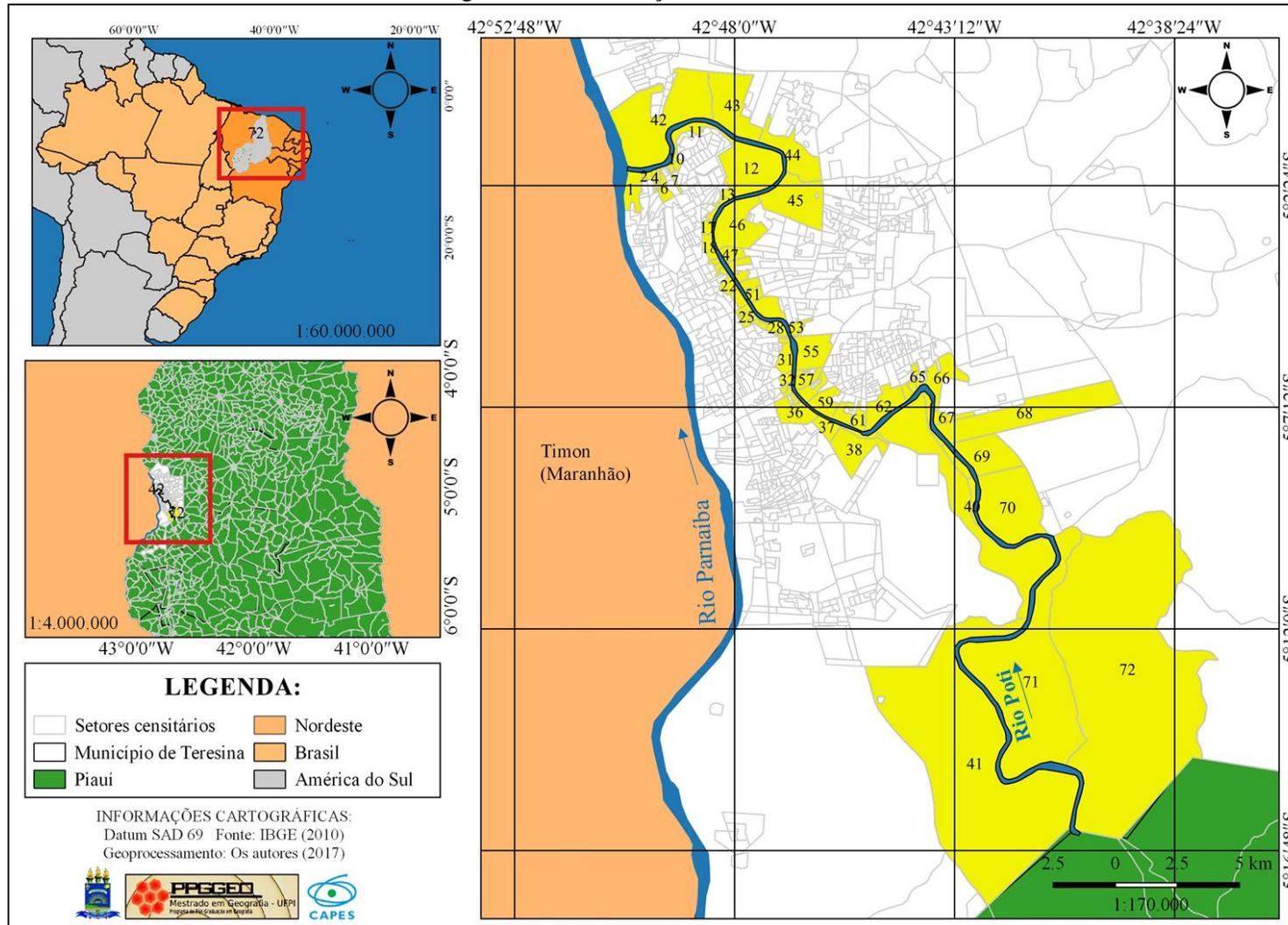
Quadro 09 – Localização dos setores censitários por bairros (zona urbana de Teresina)

Setor (es)	Bairro (s)	Setor (es)	Bairro (s)	Setor (es)	Bairro (s)
01	Olarias	30 e 31	Cristo Rei	52	Noivos
02, 03, 04 e 05	Poti Velho	32, 33 e 34	Três Andares	53 e 54	São João
06 e 07	Alto Alegre	35 e 36	Catarina	55	São Raimundo
08, 09 e 10	São Francisco	37	São Lourenço	56 e 57	Beira Rio
11	Mocambinho	38, 39 e 40	Santo Antônio	58	Tancredo Neves
12	Embrapa	41*	Zona rural (margem esquerda)	59	Comprida
13, 14, 15, 16 e 17	Água Mineral	42	Santa Rosa	60 e 61	Extrema
18 e 19	Primavera	43	Aroeiras	62	Redonda
20 e 21	Morro da Esperança	44	Pedra Mole	63 e 64	Parque Poti
22	Porenquanto	45	Zoobotânico	65 e 66	São Sebastião
23	Cabral	46	Ininga	67	Bom Princípio
24 e 25	Frei Serafim	47, 48 e 49	Fátima	68*, 69*, 70*, 71* e 72*	Zona rural (margem direita)
26, 27, 28 e 29	Ilhotas	50 e 51	Jóquei		

(*) Setores localizados na zona rural do município.

Fonte: organizado pelo autor (2017)

Figura 09 – Localização da área de estudo



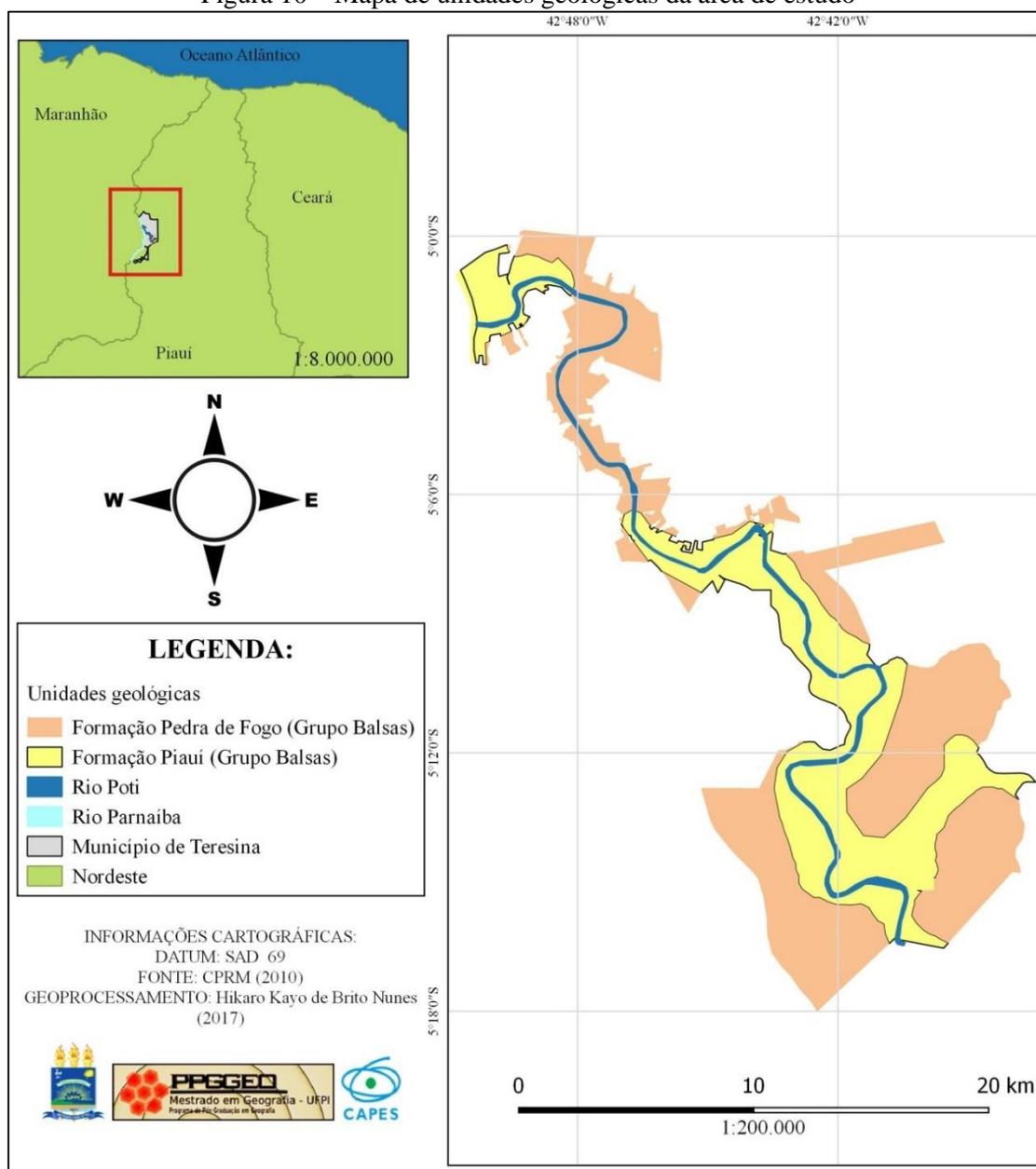
Fonte: organizado pelo autor (2017)

4.2 Caracterização fisiográfica da área de estudo

4.2.1 Condicionantes geológicos, geomorfológicos e hidrográficos/hidrológicos

Conforme Almeida et al. (1977), o território piauiense está assentado nas províncias geotectônicas Borborema, Parnaíba e Costeira. No tangente ao substrato geológico da área de estudo, esta é possuidora das seguintes unidades geológicas (figura 10) de acordo com Lima e Brandão (2010): Formações Pedra de Fogo e Piauí (ambas pertencentes ao Grupo Balsas).

Figura 10 – Mapa de unidades geológicas da área de estudo



Fonte: organizado pelo autor (2017)

A formação Pedra de Fogo é a mais comum na área, e, de acordo com Campelo (2010), foi depositada no início do Permiano, possuindo na sua constituição arenitos inferiores eólicos e arenitos superiores litorâneos, folhelhos e arenitos depositados em planície de maré, além de intercalações de calcários, silexitos e evaporitos. Na área de cobertura desta formação há a ocorrência fossilífera, a exemplo da área do Parque Floresta Fóssil, onde são encontrados troncos fossilizados em posição de vida (vertical), indicando que nasceram e viveram no referido ambiente no local exato do processo de fossilização, não sendo, portanto, carregados para a referida área (figura 11).

Figura 11 – Exemplos fossilíferos (datados do Permiano) no Parque Municipal Floresta Fóssil na zona urbana de Teresina (registro fotográfico na margem direita do rio Poti).



Fonte: pesquisa direta (2017)

Já a Formação Piauí, presente principalmente próximo ao canal do rio Poti é caracterizada por ser do Carbonífero Superior proveniente de ambientes litorâneo e continental, e, segundo Campelo (2010, p. 74), contém em sua porção superior uma sequência de argilitos e folhelhos e em sua porção inferior há o predomínio de “bancos espessos de arenitos finos a médios, homogêneos, pouco argilosos e de cor róseo-avermelhada”. Destaca-se, fazendo uso da mesma literatura, que o conteúdo fossilífero (de macro e microfósseis) desta unidade geológica permite posicioná-la no Pensilvaniano (Vestfaliano/Estefaniano).

No extremo Sul, na zona rural da área de estudo, é evidente ainda a presença de conglomerados e marmitas (figura 12), sendo esta última formada por força intempérica por meio do processo erosivo natural do rio, intensificado pela ação química da água e o

atrito mecânico dos sedimentos (seixos e cascalhos), promovendo um movimento circular da água causando o desgaste no pacote rochoso.

Figura 12 – Marmitas expostas no período de estiagem, com tamanho (profundidade e diâmetro) variado, próxima ao Povoado Extrema, na zona rural do município de Teresina/PI.



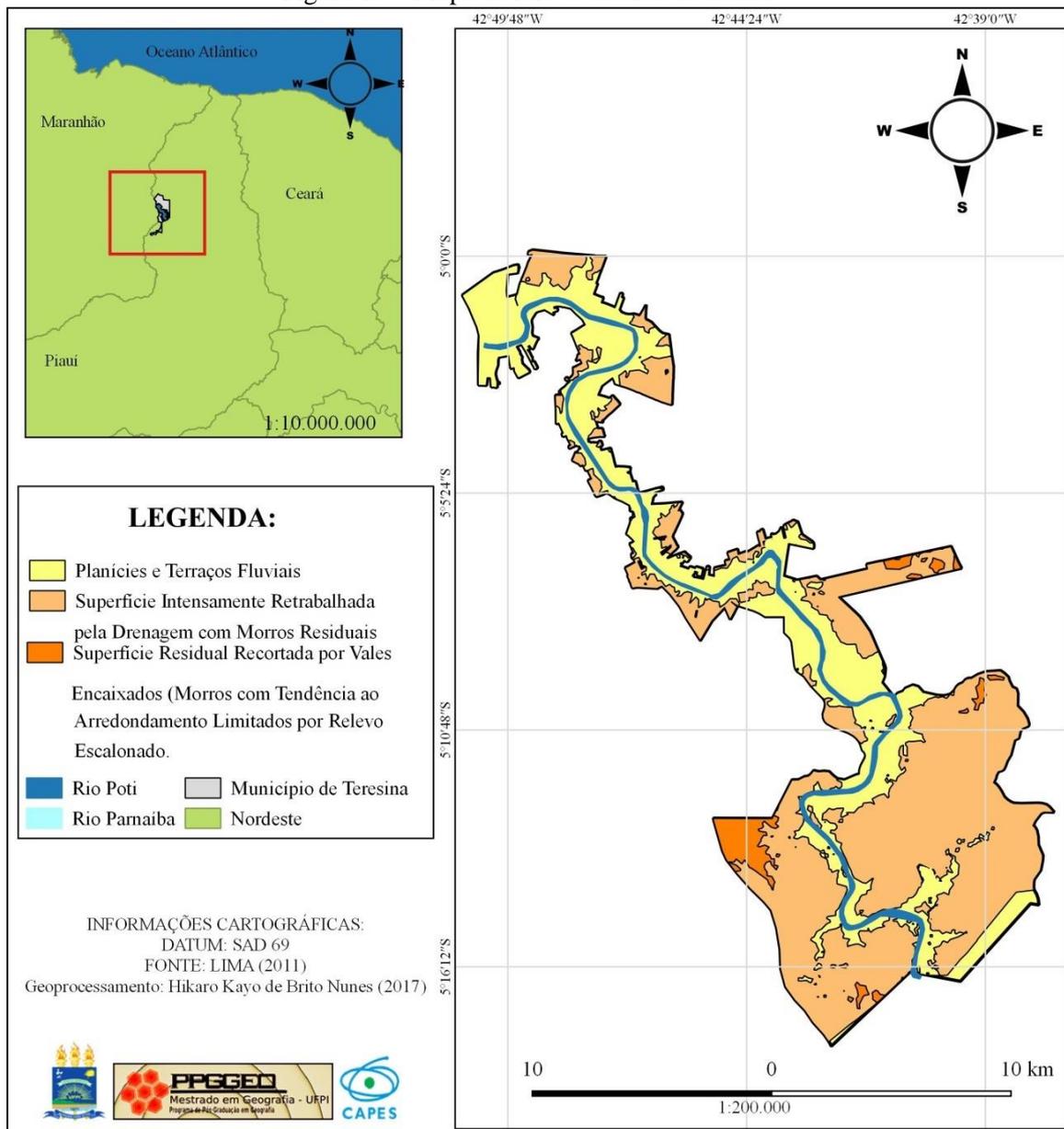
Fonte: pesquisa direta (2016).

Para Lima (2002), os compartimentos do relevo da bacia sedimentar onde Teresina está localizada apresentam topografia de topos tabulares e sub-horizontais com cerca de 900m de altitude no limite com o Ceará e descendo de forma escalonada sendo caracterizada em depressões interplanálticas e planaltos para o interior da bacia (apresentando declínio e altitudes de 150m no entorno de Teresina). “Esses baixos planaltos que se apresentam nas Zonas Sul e Norte da cidade são compartimentados pelos rios Poti e Parnaíba e dissecados pelos seus afluentes de pequenas dimensões, que cortam a cidade” (LIMA, 2002 apud VIANA, 2013, p. 65).

De acordo com os estudos de Lima (2011), no município de Teresina podem ser identificadas quatro unidades de relevo de acordo com a gênese e a morfologia do modelado terrestre, além de possuir quatro classes de declividade: plano; suave ondulado; ondulado; e forte ondulado. Dessas, na área de estudo, são encontradas três unidades de

relevo (figura 13): Planícies e Terraços Fluviais, Superfície Intensamente Retrabalhada pela Drenagem com Morros Residuais e Superfície Residual Recortada por Vales Encaixados com Morros com Tendência ao Arredondamento Limitados por Relevo Escalonado.

Figura 13 – Mapa de relevo da área de estudo



Fonte: organizado pelo autor (2017)

Lima (2011) as descreve como segue:

a) Planícies e Terraços Fluviais: compreendendo as feições de acumulação por processos fluviais relacionadas à formação Piauí, com desenvolvimento de solos

em faixas descontínuas ao Sul e de forma contínua ao Norte da cidade, apresentando variações de altitude de 50 a 70 m;

b) Superfície Intensamente Retrabalhada pela Drenagem com Morros Residuais: formas modeladas expostas a processos erosivos intensos, diretamente sobre a formação Pedra de Fogo, correspondendo à faixa de altitudes entre 70 e 100 metros; e

c) Superfície Residual Recortada por Vales Encaixados (Morros com Tendência ao Arredondamento Limitados por Relevo Escalonado): formas erosivas de topos definidos, porém reafeiçoados pelos processos erosivos, tendendo ao arredondamento, sendo recortados por vales encaixados e se encontram de 100 a 170 metros de altitude.

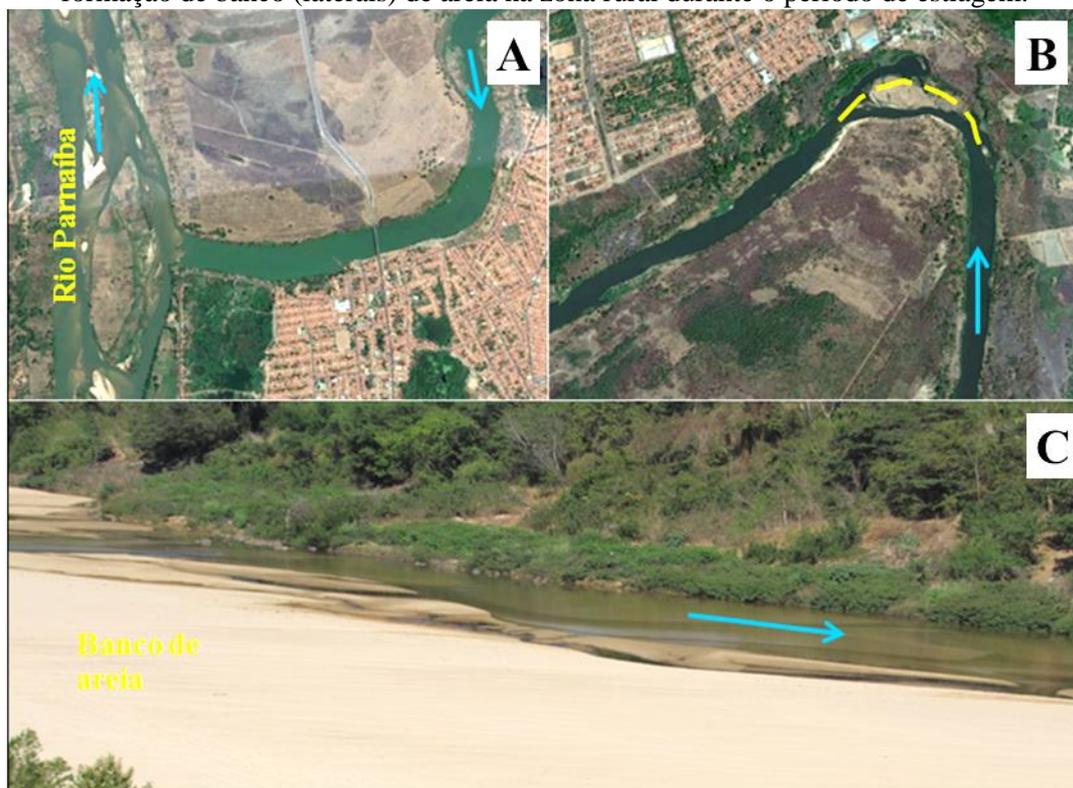
Ainda na área de estudo, com base em expedições de campo instrumentalizadas com aparelhos de Sistema de Posicionamento Global (GPS), altímetro e imagens de satélite, foi constatado que as maiores altitudes são encontradas na zona rural do município, com cotas altimétricas próximas a 130 metros, além das cotas de aproximadamente 100m na área onde está localizado o Parque Ambiental João Mendes Olímpio de Melo (Parque da Cidade).

Conforme figura 13, parte da área de estudo está localizada na unidade de Planícies e Terraços Fluviais, que, segundo Guerra e Guerra (2008), são superfícies pouco elevadas acima do nível médio das águas, sendo frequentemente inundadas por ocasião de cheias excepcionais.

Em Teresina, esse risco é intensificado na região Centro-Norte da cidade por ser naturalmente inundável tendo suas águas represadas (no seu exutório) pelo rio Parnaíba (figura 14A) caracterizando a área como ambientalmente instável, além de possuir um relativo número de lagoas que impulsionam a vulnerabilidade da área deixando a população de variadas classes sociais expostas a riscos socioambientais.

Nos aspectos hidrográficos/hidrológicos, de geomorfologia fluvial e padrões de drenagem, o rio Poti em Teresina apresenta-se no seu baixo curso, com característica meandrântica (figura 14B) bem acentuada, formação de bancos de areia laterais (figura 14C), bancos centrais e cordões marginais convexos principalmente na zona rural no período de estiagem caracterizando o padrão tipo anastomosado.

Figura 14 – Características do rio Poti no município de Teresina. Em A, planície fluvial e foz no rio Parnaíba na região Norte; em B, presença de meandros na região Sudeste e; em C, formação de banco (laterais) de areia na zona rural durante o período de estiagem.



Fonte: pesquisa direta (2016) e *Google Earth* (2017).

Conforme Lima (2011, p. 6), nas porções localizadas no Centro-Sul e Sudeste do município a drenagem tem forte relação com a litologia, apresentando-se do tipo radial convergente, além da porção Centro do município “os riachos de maior extensão são afluentes do Poti e apresentam direção geral de SE-NW, mantendo [...] predominante o padrão de drenagem paralelo”.

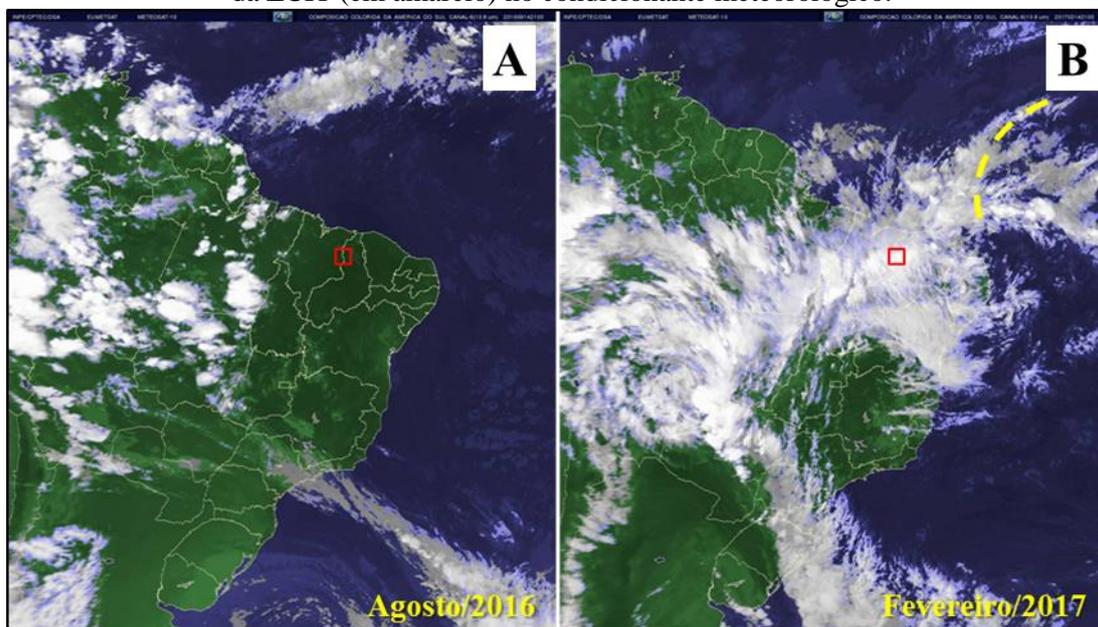
4.2.2 Condicionantes climáticos, pedológicos e vegetacionais

Andrade (2009) destaca estarem as condições térmicas de Teresina relacionadas com a radiação solar, corpos hídricos e topografia, bem como o volume edificado, o traçado urbano, a impermeabilidade do solo e as atividades humanas, conferindo à Teresina peculiaridades no tocante ao aspecto climático.

O clima de Teresina é do tipo tropical subúmido quente, megatérmico, com duas estações bem definidas quanto ao regime das chuvas: seca de junho a dezembro e chuvosa de janeiro a maio (VIANA, 2013). O período chuvoso concentrado no verão e outono resulta da atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), de modo que há

intensificação da convecção do calor e regulação do balanço da umidade sobre o território piauiense (figura 15).

Figura 15 – Imagens Meteosat 9 evidenciando a influência de sistema meteorológico no município de Teresina (em vermelho). Em A, ausência de influência direta e, em B, presença da ZCIT (em amarelo) no condicionante meteorológico.



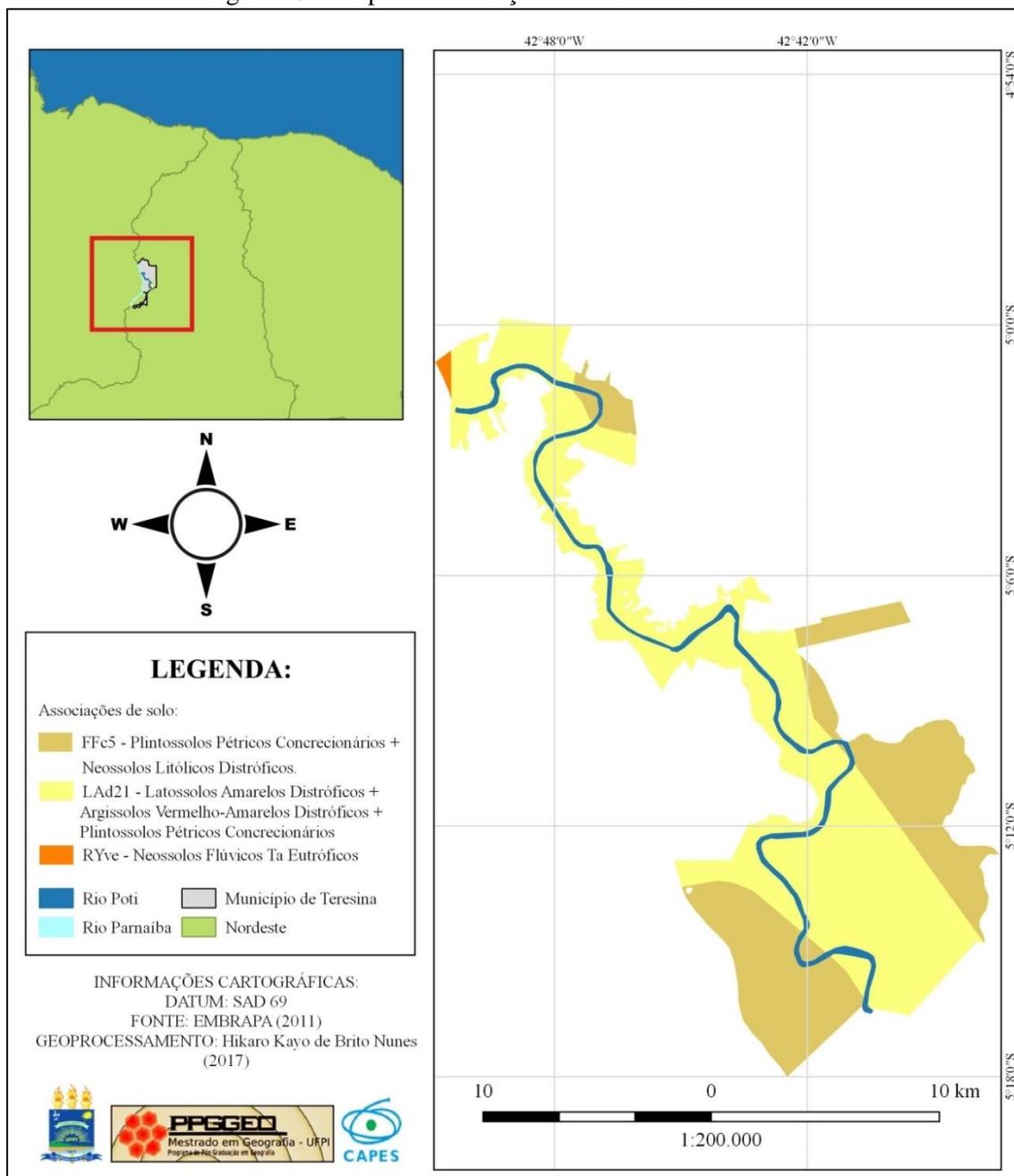
Fonte: Modificado de INPE (2017)

Na imagem “B”, nota-se a nebulosidade associada à atuação da ZCIT sobre o oceano Atlântico próximo a linha do Equador e parte do continente sul-americano além do fluxo convergente de umidade em baixos níveis e à difluência no escoamento em altitude.

Quanto aos aspectos pedológicos, de acordo com EMBRAPA (2011), seguindo a classificação de 2006 do Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (SiBCS), na área de estudo são encontradas três associações de solo na área de estudo (figura 16), a saber:

- (FFc5) Plintossolos Pétricos Concrecionários + Neossolos Litólicos Distróficos;
- (LAd21) Latossolos Amarelos Distróficos + Argissolos Vermelhos-Amarelos Distróficos + Plintossolos Pétricos Concrecionários;
- (RYve) Neossolos Flúvicos Ta Eutróficos.

Figura 16 – Mapa de associações de solo da área de estudo



Fonte: organizado pelo autor (2017)

Dentre as associações de solos ocorrentes na área de estudo, destacam-se os Latossolos Amarelos Distróficos (figura 17), presentes na maior parte da área de estudo estes caracterizam-se por serem minerais e homogêneos, ou seja, possuírem pequena diferenciação entre os horizontes.

Figura 17 – Exemplos de solos encontrados na área de estudo. Em A, Latossolo Amarelo na zona urbana de Teresina, e, em B, perfil de solo na zona rural



Fonte: pesquisa direta (2017).

Os Plintossolos Pétricos Concrecionários, localizados em sua maioria na zona rural da área de estudo, apresentam baixa fertilidade natural. São normalmente utilizados para pastagens e, segundo Lumbreras et al. (2015), apresentam elevada quantidade de cascalho laterítico e petroplintita, que restringem a capacidade de retenção e armazenamento de água destes solos, além de constituírem severas limitações a mecanização.

Já os Neossolos Flúvicos Ta Eutróficos, localizados apenas na porção extremo norte da área de estudo, na margem direita do rio Parnaíba, possuem intenso teor de argila e possuem alta fertilidade. Esse tipo de solo possui uma grande variabilidade de suas características devido a diversidade do seu material de origem e o seu baixo grau de desenvolvimento pedogenético. De acordo com Oliveira (2005), as limitações conferidas a ele estão relacionadas principalmente aos riscos de inundação, baixa fertilidade natural e excesso de umidade (pela presença do lençol freático próximo à superfície).

A cobertura vegetal reflete a inter-relação entre os elementos apresentados anteriormente (geologia, geomorfologia, hidrografia, clima e solos), resultado das características anteriores, aliada as atividades antrópicas, são identificadas na área de estudo as seguintes formações vegetais: floresta subcaducifólia, apresentando-se como zona de transição (Meio-norte) com predominância da Mata dos Cocais, além da Floresta Amazônica e do Cerrado (figura 18).

Ressalta-se que na zona urbana a vegetação nativa se apresenta bastante alterada, seja pela crescente urbanização (figura 19), seja pelas atividades produtivas de mineração, pecuária e agricultura.

Figura 18 – Exemplos da vegetação na zona rural do município de Teresina, em destaque Mata de Cocais, localizadas às margens do rodovanel de Teresina.



Fonte: pesquisa direta (2017).

Figura 19 – Degradação da mata de galeria na zona urbana de Teresina, em destaque a ausência de vegetação para uso da área para a agricultura de vazante.



Fonte: pesquisa direta (2016).

Algumas espécies vegetais são encontradas na área de estudo, como: angico preto (*Anadenanthera macrocarpa*), angico branco (*Anadenanthera colubrina*) e caneleiro (*Cenostigma macrophyllum Tul*). Essa abordagem dos tipos, portes, distribuição e adensamento da cobertura vegetal na área de estudo além de responder a proposta de análise geográfica integrada, na perspectiva geossistêmica, também auxilia nas discussões referentes a vulnerabilidade ambiental e socioambiental, haja vista o papel da vegetação no suporte do ambiente e na manutenção do equilíbrio natural.

No leito de um rio, por exemplo, a presença e permanência da vegetação ciliar auxilia na proteção dos recursos hídricos, evita o assoreamento do canal fluvial, garante um conforto térmico, auxilia na drenagem flu-pluvial e na beleza paisagística.

4.3 Caracterização socioeconômica da área de estudo

A área territorial do município de Teresina é de 1.391,98 km² (17% na zona urbana e 83% na zona rural), apresenta uma população estimada em 847.430 habitantes no ano de 2016 e influencia indiretamente 271 municípios correspondendo a aproximadamente 4,2 milhões de pessoas (IBGE, 2017; SEMPLAN, 2017).

A referida influência decorre da localização geográfica do município, sendo a única capital nordestina fora da região costeira, conferindo sua centralidade de fluxos diante de inúmeras cidades e até capitais, inclusive da região Norte do país. Teresina acompanhou a evolução populacional se comparado aos níveis estadual e nacional, tendo

apresentado 67.641 habitantes na década de 1940 e passando a 847.000 pessoas de acordo com projeções do IBGE (Tabela 02).

Tabela 02 – Padrão populacional do município de Teresina (1940-2016*)

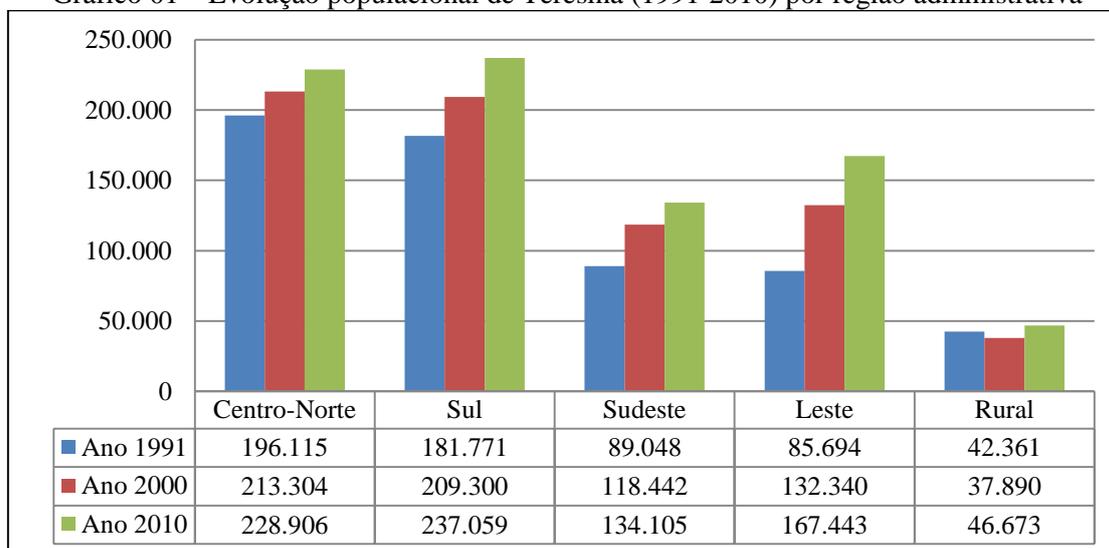
Período (ano)	População Total	População Urbana		População Rural		Densidade Demográfica
		Quantidade	%	Quantidade	%	
1940	67.641	34.695	51,3	32.946	48,7	37,39
1950	90.723	51.417	56,7	39.306	43,3	50,15
1960	142.691	98.329	68,9	44.362	31,1	78,88
1970	220.487	181.062	82,1	39.425	17,9	121,88
1980	371.988	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	-	-	-	-	-
2012*	830.231	-	-	-	-	-
2013*	836.475	-	-	-	-	-
2014*	840.600	-	-	-	-	-
2015*	-	-	-	-	-	-
2016*	847.430	-	-	-	-	-

(*) População estimada (IBGE). (-) Dados indisponíveis.

Fonte: Adaptado de SEMPLAN (2014; 2017) e IBGE (2017).

Como evidenciado na tabela 02, a população teresinense teve um acelerado ritmo de crescimento entre 1960 e 1991, sofrendo um acréscimo de 33.200 habitantes de 2010 a 2016, de acordo com o dados de estimativas da população divulgados pelo IBGE. Quanto às divisões, urbana e rural, nota-se uma variação sobre o aspecto populacional (gráfico 01), salienta-se ainda que a faixa etária mais expressiva é entre 25 e 59 anos, correspondendo a 391.428 hab. (48,1% da população municipal).

Gráfico 01 – Evolução populacional de Teresina (1991-2010) por região administrativa



Fonte: Adaptado de SEMPLAN (2014).

Pode-se interpretar com os dados correlatos que a maior parte das regiões administrativas do município evidencia um processo constante de evolução populacional (com exceção da zona rural que teve um declínio em 2000 e logo um acréscimo em 2010, principalmente relacionada às alterações dos limites urbanos), destaca-se o ganho populacional e, conseqüentemente, demográfico da região Leste de 81.749 hab. ante o ganho de 55.288 hab. da região Sul. Infere-se ainda que, essa acelerada taxa de crescimento de Teresina está aquém da sua capacidade de infraestrutura em relação à crescente demanda social em todo o município.

SEMPPLAN (2017) pontua ainda que, dos 222.154 domicílios datados de 2010, 96,4% pertencem à zona urbana, destes, 92,91% possuem coleta de lixo). Quanto à população municipal, 99,17% é beneficiada com distribuição de energia elétrica e 56,1% dos domicílios possuem renda mensal de 2 a 5 salários mínimos.

O município de Teresina tem como ponto principal da sua característica econômica (tabela 03), o setor terciário compreendendo as atividades de governo, comércio e de serviços, e, em 2008, o IBGE registrou que 84,48% do pessoal ocupado no município pertence ao setor terciário, sendo que o setor da educação é o maior empregador, com 21,18% da quantidade total (VIANA, 2013).

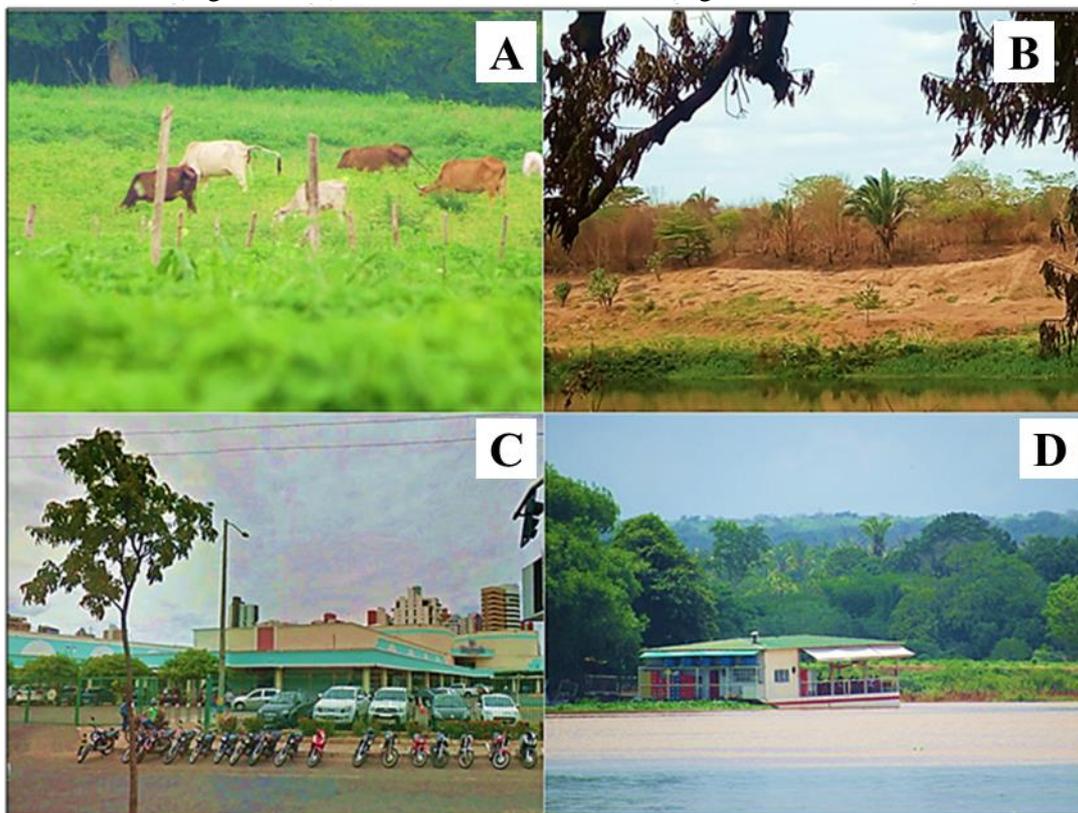
Tabela 03 – Perfil econômico (mercado de trabalho, PIB, empresas registradas, agricultura e pecuária) do município de Teresina

MERCADO DE TRABALHO (2014)			PRODUTO INTERNO BRUTO (2015)		
Pessoas regist.	Total	%	PIB	R\$ (mil)	%
Comércio	51.529	17,8	Agropecuária	47.358	0,27%
Serviços	115.780	40	Indústria	3.618.379	20,37%
Indústria	18.284	6,3	Serviços	8.946.076	50,36%
Construção Civil	22.304	7,7	Administração, saúde, seguridade social e educação pública	2.865.117	16,13%
Administração Pública	76.520	26,4			
Outros	5.023	1,7			
Total de pessoas	289.440	100	Impostos	2.285.336	12,86%
NÚMERO DE EMPRESAS REGISTRADAS (2015)					
Setor econômico	Total	%	Setor econômico	Total	%
Comércio	21.230	48,9	Construção civil	2.231	5,1
Prest. de serviços	14.527	33,5	Agropecuária	113	0,3
Indústria	5.322	12,3	Total	43.423	100
AGRICULTURA E PECUÁRIA (2015)					
Cultura	Produção	R\$ (mil)	Cultura	Produção	R\$ (mil)
Cana de açúcar (t)	200.930	19.691	Milho	527	316
Coco (mil frutos)	1.632	1.404	Galináceos (cabeças)	3.618.480	-
Banana (t)	602	506	Leite (l)	3.314 mil	6.297
Laranja (t)	590	472	Tilápia (kg)	32.0998	273
Melancia (t)	625	344			

Fonte: Adaptado de SEMPLAN (2017)

Na área de estudo as atividades econômicas variam à medida que o rio Poti perpassa a área do município, encontrando desde atividades primárias como pecuária e agricultura, até equipamentos comerciais com variadas tipologias, como *shopping centers*, comércios na periferia e em áreas de vegetação ripária, além de atividades de mineração de areia, massará e seixo para a indústria da construção civil, dentre outras fontes de renda (figura 20).

Figura 20 – Atividades econômicas e fontes de renda na área de estudo. Em A e B, pecuária bovina (zona rural) e agricultura (região Sudeste), respectivamente; em C, *shopping center* (região Leste); e D, restaurante/comércio (região Centro-Norte).



Fonte: pesquisa direta (2017).

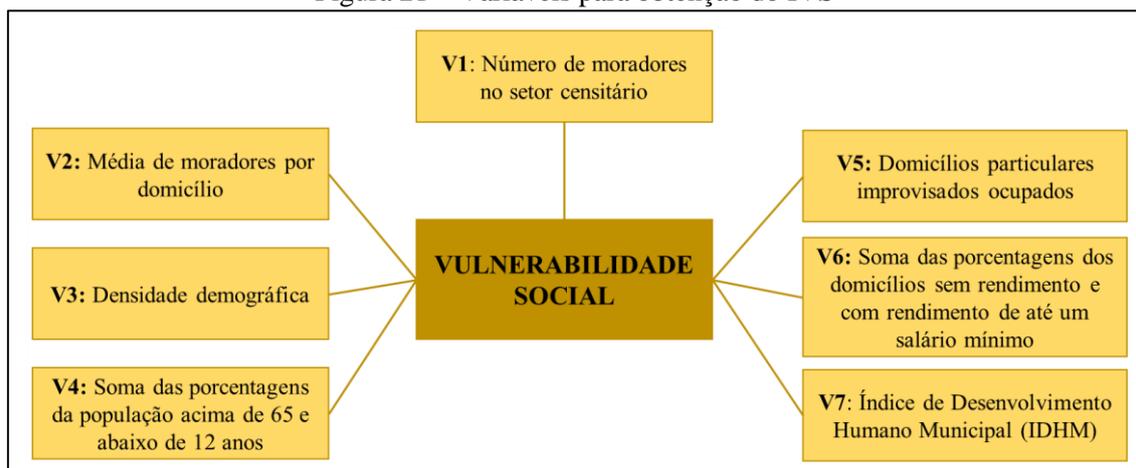
Destaca-se, além do mais, que a tipologia do padrão socioeconômico é variável diante das regiões administrativas, na região Leste, por exemplo, considerada como aquela com um poder aquisitivo maior, as características desses equipamentos são diferentes, assim como os padrões de infraestrutura urbana com presença de largas avenidas, arborização e drenagem urbana mais eficiente.

Outro fator que merece destaque é a diferenciação e espacialização dos grupos sociais em uma mesma cidade, de modo que áreas próximas são detentoras de grandes diferenças, principalmente sociais.

4.4 Vulnerabilidade social

Os dados das variáveis foram manipulados em um processo sistemático, já citado anteriormente na seção de procedimentos metodológicos. Posterior à seleção das variáveis censitárias as mesmas foram transformadas em variáveis de vulnerabilidade social, conforme figura 21.

Figura 21 – Variáveis para obtenção do IVS



Fonte: o autor (2017)

Na Tabela 04 são apresentados os dados brutos relativos à vulnerabilidade social. Estes dados foram posteriormente escalonados, objetivando uma análise comparativa por variável, como segue:

Na variável 1, por exemplo, a maior população é encontrada no setor 62.

Na variável 2, o setor 2 possui a maior média de moradores por domicílio.

Na variável 3, o setor 7 apresenta densidade demográfica maior.

Na variável 4, a quantidade de pessoas vulneráveis com relação a faixa etária é maior no setor 71.

Na variável 5, a quantidade maior de domicílios particulares improvisados ocupados está presente no setor 27.

Na variável 6, o setor 19 possui a mais expressiva soma das porcentagens dos domicílios com baixo rendimento.

E, a variável 7, é o mesmo valor para todos os setores censitários.

Tabela 04 – Dados brutos das variáveis por setor censitário (inclusos na área de estudo), com destaque para os valores máximos (verde) e mínimos (vermelho) de cada variável para o cálculo de escalonamento dos valores.

N	SETOR	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	N	SETOR	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7
1.	221100105080091	827	3,6	613,9	30,9	1	44	0,751	37.	221100105100076	474	3,6	741	40,5	0	50	0,751
2.	221100105080047	897	4,3	15507	27,2	0	22	0,751	38.	221100105100218	43	3,6	20,3	30,2	0	16	0,751
3.	221100105080048	952	3,5	8931	25,9	0	22	0,751	39.	221100105100223*	13	2,2	35,4	-	0	-	0,751
4.	221100105080049	943	3,7	6586	31	0	22	0,751	40.	221100105000050**	302	2,5	37,7	33	0	-	0,751
5.	221100105080050	938	3,4	7871	31,4	1	22	0,751	41.	221100105000052**	443	2,6	10,3	32	0	-	0,751
6.	221100105080051	1287	3,6	2991	29,8	0	21	0,751	42.	221100105080092*	639	1,3	66	36,8	0	-	0,751
7.	221100105080054	1314	3,9	110362	27,3	0	21	0,751	43.	221100105080111*	1151	2,5	298	33,6	0	-	0,751
8.	221100105080055	910	3,7	10460	30,6	0	29	0,751	44.	221100105070021*	947	3,5	358	31,2	0	-	0,751
9.	221100105080134	1564	3,9	13062	28,9	1	29	0,751	45.	221100105070001	257	3,3	66	29,6	0	11	0,751
10.	221100105080135	979	3,6	9362	26,7	0	29	0,751	46.	221100105070016	1095	3,1	337	20,5	0	5	0,751
11.	221100105080199	757	3,5	702	29,9	0	13	0,751	47.	221100105070015	1770	2,7	3048	20,7	0	4	0,751
12.	221100105080119	78	3,3	17,9	26,9	0	19	0,751	48.	221100105070069	899	3,5	2308	24,5	0	4	0,751
13.	221100105080125	1488	3,5	9448	31,6	0	28	0,751	49.	221100105070068	627	3,2	2746	24	0	4	0,751
14.	221100105080065	797	3,6	6313	37	0	28	0,751	50.	221100105070184	1003	2,3	2920	24,1	0	5	0,751
15.	221100105080066	637	3,5	11149	27,8	0	28	0,751	51.	221100105070067	1124	2,6	3079	21,3	0	5	0,751
16.	221100105080069	1334	4,0	8356	27,1	0	28	0,751	52.	221100105070066	893	3,0	828	25,4	0	11	0,751
17.	221100105080071	945	4,0	3475	30,1	0	28	0,751	53.	221100105070062	1118	2,7	3229	25,6	0	11	0,751
18.	221100105080072	1251	3,2	2774	27,2	0	54	0,751	54.	221100105070061	1081	4,1	13415	29	0	11	0,751
19.	221100105080074	1035	3,3	10939	29,5	1	54	0,751	55.	221100105090138	329	3,6	167	34	0	30	0,751
20.	221100105060054	817	3,8	9047	30,6	0	27	0,751	56.	221100105090136	971	3,7	9042	32,8	0	40	0,751
21.	221100105060053	687	4,0	6735	34,1	0	27	0,751	57.	221100105090135	1002	3,8	1791	30	0	40	0,751
22.	221100105060019	542	3,4	1485	27,7	0	18	0,751	58.	221100105090131	778	3,6	1328	27,3	2	11	0,751
23.	221100105060022	857	3,5	2712	25	0	13	0,751	59.	221100105090130	814	3,3	814	27,9	0	21	0,751
24.	221100105060023	1027	3,1	5374	26,6	0	14	0,751	60.	221100105090117	745	3,6	1258	26,7	0	23	0,751
25.	221100105060024	1076	2,9	6455	24,8	0	14	0,751	61.	221100105090116	498	3,5	1010	34	0	23	0,751
26.	221100105060025	1117	3,1	8830	26	0	50	0,751	62.	221100105090108	1879	2,3	1083	31,2	0	15	0,751
27.	221100105060086	746	3,1	5682	31,6	3	50	0,751	63.	221100105090099	871	3,4	3397	37,7	0	13	0,751
28.	221100105060085	1327	3,2	3043	26,2	1	50	0,751	64.	221100105090097	921	3,7	5874	34,4	0	13	0,751
29.	221100105060087	722	3,6	11510	31,9	0	50	0,751	65.	221100105090094	1227	3,4	3722	32	0	22	0,751
30.	221100105060148	534	2,8	5821	16,9	0	10	0,751	66.	221100105090086	833	2,7	486	29,6	0	22	0,751
31.	221100105060088	507	2,5	736	21,3	1	10	0,751	67.	221100105090082**	7	2,3	12,3	-	0	27	0,751
32.	221100105060098	773	3,8	2629	25,6	0	24	0,751	68.	221100105000096**	232	3,7	31	36,6	0	-	0,751
33.	221100105060099	944	4,3	11811	29,8	0	24	0,751	69.	221100105000101**	176	2,3	48,5	35,2	0	-	0,751
34.	221100105060100	1194	3,6	15355	31	0	24	0,751	70.	221100105000102**	484	3,0	63,6	32,3	0	-	0,751
35.	221100105100072	751	3,8	7536	33,4	0	31	0,751	71.	221100105000048**	480	2,5	22,6	41,2	0	-	0,751
36.	221100105100073	389	2,9	287	27,1	0	31	0,751	72.	221100105000046**	413	3,0	7,6	29,8	0	-	0,751

(*) Setores com dados insuficientes (**) Setores (área rural) que foram trabalhados com uma variável a menos.

Fonte: IBGE (2010) Organização: o autor (2017)

Os valores escalonados do Índice de Vulnerabilidade Social (IVS), considerando as sete variáveis são apresentados na tabela 05.

Os dados da tabela 05 sintetizam as informações relacionadas aos aspectos demográficos, padrão de domicílio/infraestrutura, rendimento e IDHM, e, a partir dele pode-se compreender os grupos de pessoas com condições precárias de moradia e de sobrevivência, num total de 56.725 moradores da área dos setores censitários, correspondendo a aproximadamente 6,9% da população municipal de acordo com os dados do Censo de 2010.

Tabela 05 – Valor das variáveis escalonadas que subsidiaram a construção do IVS, com destaque para os valores máximos (verde) e mínimos (vermelho) de cada variável.

NÚMERO DO SETOR	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7
1.	0,43	0,65	0,01	0,58	0,33	0,80	0,75
2.	0,47	1,00	0,14	0,42	0,00	0,36	0,75
3.	0,50	0,60	0,08	0,37	0,00	0,36	0,75
4.	0,49	0,70	0,06	0,58	0,00	0,36	0,75
5.	0,49	0,55	0,07	0,60	0,33	0,36	0,75
6.	0,68	0,65	0,03	0,53	0,00	0,34	0,75
7.	0,69	0,80	1,00	0,43	0,00	0,34	0,75
8.	0,47	0,70	0,09	0,56	0,00	0,50	0,75
9.	0,83	0,80	0,12	0,49	0,33	0,50	0,75
10.	0,51	0,65	0,08	0,40	0,00	0,50	0,75
11.	0,39	0,60	0,01	0,52	0,00	0,18	0,75
12.	0,02	0,50	0,00	0,60	0,00	0,30	0,75
13.	0,79	0,60	0,09	0,83	0,00	0,48	0,75
14.	0,41	0,65	0,06	0,86	0,00	0,48	0,75
15.	0,32	0,60	0,10	0,42	0,00	0,48	0,75
16.	0,70	0,85	0,08	0,54	0,00	0,48	0,75
17.	0,49	0,85	0,03	0,55	0,00	0,48	0,75
18.	0,66	0,45	0,03	0,42	0,00	1,00	0,75
19.	0,54	0,50	0,10	0,52	0,33	1,00	0,75
20.	0,42	0,75	0,08	0,56	0,00	0,46	0,75
21.	0,35	0,85	0,06	0,71	0,00	0,46	0,75
22.	0,27	0,55	0,01	0,44	0,00	0,28	0,75
23.	0,44	0,60	0,02	0,33	0,00	0,18	0,75
24.	0,54	0,40	0,05	0,40	0,00	0,20	0,75
25.	0,56	0,30	0,06	0,33	0,00	0,20	0,75
26.	0,58	0,40	0,08	0,37	0,00	0,92	0,75
27.	0,38	0,40	0,05	0,60	1,00	0,92	0,75
28.	0,70	0,45	0,03	0,38	0,33	0,92	0,75
29.	0,37	0,65	0,10	0,62	0,00	0,92	0,75
30.	0,27	0,25	0,05	0,00	0,00	0,12	0,75
31.	0,25	0,10	0,01	0,18	0,33	0,12	0,75
32.	0,40	0,75	0,02	0,36	0,00	0,40	0,75
33.	0,49	1,00	0,11	0,53	0,00	0,40	0,75
34.	0,63	0,65	0,14	0,58	0,00	0,40	0,75
35.	0,39	0,75	0,07	0,68	0,00	0,54	0,75

36.	0,19	0,30	0,00	0,42	0,00	0,54	0,75
37.	0,23	0,65	0,01	0,97	0,00	0,92	0,75
38.	0,00	0,65	0,00	0,55	0,00	0,24	0,75
39.	-	-	-	-	-	-	-
40.	0,14	0,10	0,00	0,66	0,00		0,75
41.	0,22	0,15	0,00	0,62	0,00		0,75
42.	-	-	-	-	-	-	-
43.	-	-	-	-	-	-	-
44.	-	-	-	-	-	-	-
45.	0,12	0,50	0,00	0,52	0,00	0,14	0,75
46.	0,57	0,40	0,00	0,15	0,00	0,02	0,75
47.	0,94	0,20	0,03	0,16	0,00	0,00	0,75
48.	0,47	0,60	0,02	0,31	0,00	0,00	0,75
49.	0,32	0,45	0,02	0,29	0,00	0,00	0,75
50.	0,52	0,00	0,03	0,29	0,00	0,02	0,75
51.	0,59	0,15	0,03	0,18	0,00	0,02	0,75
52.	0,46	0,35	0,01	0,35	0,00	0,14	0,75
53.	0,59	0,20	0,03	0,36	0,00	0,14	0,75
54.	0,57	0,90	0,12	0,50	0,00	0,14	0,75
55.	0,16	0,65	0,00	0,70	0,00	0,52	0,75
56.	0,51	0,7	0,08	0,65	0,00	0,72	0,75
57.	0,52	0,75	0,02	0,54	0,00	0,72	0,75
58.	0,40	0,65	0,01	0,43	0,67	0,14	0,75
59.	0,42	0,50	0,01	0,45	0,00	0,34	0,75
60.	0,38	0,65	0,01	0,40	0,00	0,38	0,75
61.	0,25	0,60	0,01	0,70	0,00	0,38	0,75
62.	1,00	0,00	0,01	0,59	0,00	0,22	0,75
63.	0,45	0,55	0,03	0,86	0,00	0,18	0,75
64.	0,48	0,70	0,05	0,72	0,00	0,18	0,75
65.	0,64	0,55	0,03	0,62	0,00	0,36	0,75
66.	0,43	0,20	0,00	0,52	0,00	0,36	0,75
67.	-	-	-	-	-	-	-
68.	0,10	0,70	0,00	0,81	0,00	-	0,75
69.	0,07	0,00	0,00	0,75	0,00	-	0,75
70.	0,24	0,35	0,00	0,63	0,00	-	0,75
71.	0,24	0,10	0,00	1,00	0,00	-	0,75
72.	0,20	0,35	0,00	0,53	0,00	-	0,75

(-) Dados inexistentes.

Fonte: organizado pelo autor (2017)

Como já mencionado, os valores foram escalonados entre 0 (zero) e 1 (um). Inicialmente serão analisados os setores censitários que obtiveram os valores mínimos (zero) e máximos (um) com vistas a compreensão da relação dessas variáveis com a classificação final do IVS (discussão posterior). Quando da existência de mais de um setor censitário com mesmo valor escalonado de uma mesma variável optou-se em discutir apenas um, este representando os demais.

Como verificado ainda na tabela 05, na V1 que considera o número de moradores do setor, o setor 62 (figura 22) se caracterizou como possuidor da maior população.

Destaca-se que o referido setor se encontra no bairro Redonda, margem direita do rio Poti, na zona Sudeste de Teresina, sendo uma zona bastante populosa com destaque para a influência do bairro Itararé (Conjunto Dirceu Arcoverde I e II) com o maior número de habitantes.

Na mesma variável, e com o valor mínimo escalonado, encontra-se o setor 38, como parte do bairro São Lourenço, localizado na margem esquerda do rio Poti na região Sul da cidade (figura 23). Sobre esse último bairro, destaca-se, que quando do período do Censo de 2010, parte do setor censitário se caracterizava pela construção de empreendimentos habitacionais, além da existência de sítios e presença de atividades primárias, a exemplo de lavoura e criação de animais, e extensas áreas sem utilização e posse aparente.

Figura 22 – Fotografia do setor censitário 62 (bairro Redonda).



Fonte: pesquisa direta (2016).

Figura 23 – Fotografia do setor censitário 38 (bairro São Lourenço).



Fonte: pesquisa direta (2017).

Quanto à variável 2, sobre a relação domicílio e moradores, dois setores censitários atingiram o valor máximo depois do escalonamento: 2 e 33.

O setor 2 é um dos quatros setores localizados no bairro Poti Velho na região administrativa Centro-Norte próximo a foz do rio Poti, na sua margem esquerda. Nele é encontrada parte da população mais pobre de Teresina, com vulnerabilidade social considerável, haja vista as características do lugar e a marginalização social com parte da população exposta a problemas sociais como tráfico e violência. No setor há ainda pontos culturais e de lazer.

O setor 33 está situado no bairro Três Andares, zona Sul e à margem esquerda do rio Poti, onde é encontrada também a Vila da Paz, área com preocupante fator social e de necessária intervenção no fator urbanístico e de infraestrutura. O valor máximo nesses

setores traduz a quantidade expressiva de moradores por domicílio, de modo que os mesmos incorporam consideráveis riscos sociais quando atrelado a outros fatores como rendimento e educação.

Ainda na mesma variável, três setores censitários atingiram o valor mínimo, que indica pouca quantidade de moradores por domicílio, após o escalonamento a saber: setores 50, 62 e 69.

O setor 50 (figura 24) compreende parte do bairro Jóquei, região Leste/margem direita do rio Poti, considerado um dos bairros com padrão de renda mais alto da cidade, com intensa verticalização, grandes vias asfaltadas, presença de clínicas/hospitais particulares, *shoppings centers*, relevante número de empresas particulares e forte atrativo comercial. Segundo dados da Prefeitura Municipal de Teresina (PMT), na série temporal 1996, 2000, 2007 e 2010 houve constante aumento da população do bairro.

O setor 69 encontra-se na zona rural do município, próximo ao Povoado Santana, localizado as margens de uma rodovia homônima, e com ligação ao Rodoanel de Teresina, ainda em construção. O valor escalonado desse setor tem relação com a pouca quantidade de moradias, com maior parte sítios e sedes campestres de associações e sindicatos de trabalhadores, com ocupação desses imóveis apenas no final de semana de modo que passam a servir como segunda residência (moradia com uso ocasional), conforme figura 25.

Figura 24 – Área verticalizada do setor censitário 50 (bairro Jóquei), e em primeiro plano estrutura viária



Fonte: pesquisa direta (2017).

Figura 25 – Rua com quantidade significativa de sítios e sedes campestres (Povoado Santana/zona rural).



Fonte: pesquisa direta (2017).

No que se refere a variável 3 que trata da densidade demográfica, destacam-se os setores 07 com valor máximo, que o confere alta densidade demográfica e os setores 36,

38, 40, 41, 45, 46, 55, 66, 68, 69, 70, 71 e 72 que obtiveram valor mínimo depois do escalonamento, representando assim baixa densidade demográfica.

O setor 7 (figura 26) é um dos dois setores censitários que engloba o bairro Alto Alegre, Centro-Norte e margem esquerda do Poti. Este apresenta carência de infraestrutura, equipamentos urbanos, segurança e de áreas de lazer.

Os setores 36 e 38 estão situados nos bairros Catarina e São Lourenço, respectivamente, e se localizam na região Sul/margem esquerda do rio.

Os setores 40, 41, 68, 69, 70, 71 e 72 estão localizados na zona rural compreendendo os seguintes povoados: Alegria, Torrões, Humaitá, Cantinho do Sul, Serafim, Cebola, dentre outros (margem esquerda/ME) e Santana, Nova Olinda, Angolá, Poções, Formosa, Boquinha, Extrema, dentre outros (margem direita/MD). Destaca-se o povoado Cebola (figura 27) pela pouca proximidade com o rio.

Já os setores 45, 46, 55 e 66 compreendem respectivamente parte dos seguintes bairros localizados na margem direita do rio: Zoobotânico e Ininga, ambos na região Leste, e São Raimundo e São Sebastião ambos localizados na região Sudeste. Nestes setores são encontrados o Parque Zoobotânico de Teresina (setor 45), o campus da Universidade Federal do Piauí (UFPI) (setor 46), parte da linha férrea da Companhia Metropolitana de Transportes Públicos (CMTP), Balneário Curva São Paulo (setor 66), além de pátio e garagem da antiga Rede Ferroviária Federal S.A (RFFSA) no setor 55, conferindo-o um caráter institucional.

Figura 26 – Padrão de moradia e infraestrutura urbana do setor censitário 7 (bairro Alto Alegre).



Fonte: pesquisa direta (2017).

Figura 27 – Arruamento e moradias no Povoado Cebola, zona rural de Teresina.



Fonte: pesquisa direta (2017).

Sobre a soma da porcentagem da população acima de 65 anos e abaixo de 12 anos (variável 4) destacam-se os setores 30 e 71.

O setor 30 apresentou o menor valor nessa variável, se comparado aos demais setores. Localiza-se em parte do bairro Cristo Rei, região administrativa Sul/ME, apresenta uma população de 534 pessoas. O valor escalonado para o perfil etário objeto de estudo foi mínimo, compreende-se assim, que a quantidade de pessoas em desvantagem social, no aspecto faixa etária é baixo. No setor há um condomínio residencial vertical com aproximadamente doze blocos de apartamentos e uma vasta área aparentemente sem ocupação (figura 28).

Já o setor 71 é localizado na zona rural do município, na margem direita do rio Poti, detentor da maior quantidade de pessoas na relação dependência/idade com intenso grau de vulnerabilidade social (crianças e idosos).

A variável 5 apresenta os dados relacionados aos domicílios particulares improvisados e ocupados, portanto, à questão de infraestrutura domiciliar. Nesta variável, a maioria dos setores obtiveram o valor mínimo (zero), apenas o setor 27 alcançou o valor máximo. O setor 27, localiza-se no bairro Ilhotas, na porção onde está localizada a vila Ferroviária e com influência direta dos conjuntos habitacionais Murilo Rezende e Alô Teresina, havendo, portanto, uma quantidade preocupante de domicílios ocupados com pouca ou nenhuma infraestrutura digna de moradia (figura 29).

Figura 28 – Condomínio residencial (em segundo plano) e vasta área sem ocupação (primeiro plano) no setor censitário 30 (bairro Cristo Rei).



Fonte: pesquisa direta (2016).

Figura 29 – Padrão residencial da vila Ferroviária, localizada no setor censitário 27 (bairro Ilhotas).



Fonte: pesquisa direta (2017).

Sobre a V6, que considera a soma da porcentagem dos domicílios sem rendimento e com rendimento de até um salário mínimo, destacam-se os setores 18 e 19 com maior valor escalonado, e 47, 48 e 49 com menor valor escalonado, nessa variável quanto maior o valor, maior é quantidade de domicílios com baixo rendimento em salário mínimo.

Dessa forma, os setores 18 e 19 localizados no bairro Primavera na região Centro-Norte/ME apresentaram a maior taxa de domicílios nessa situação. Nos setores há importantes vias, incluindo ponte e avenidas, que facilitam o acesso para as diferentes regiões da cidade, mesmo assim, o “interior” do bairro tem pouca infraestrutura urbana (figura 30). Assim, infere-se que parte da população está socialmente vulnerável, como ratificado nos valores de renda já discutidos.

Os setores que obtiveram valor mínimo no escalonamento foram os seguintes: 47, 48 e 49 localizados no bairro Fátima (região Leste/margem direita). Estes setores são favorecidos com infraestrutura urbana, áreas de lazer e turismo, quantidade significativa de empresas particulares, condomínios verticais, casas com alto padrão, caracterizando-o como um bairro “de elite” na cidade de Teresina (figura 31). Isto posto, é válido associar o padrão estruturante e de serviços ofertados no bairro com o rendimento domiciliar. Salienta-se ainda que, quando relacionados geograficamente os setores 18, 19, 47, 48 e 49, estes são separados apenas pelo rio Poti.

Figura 30 – Fotografia do setor censitário 18 (bairro Primavera).



Fonte: pesquisa direta (2017).

Figura 31 – Fotografia do setor censitário 47 (bairro Fátima).



Fonte: pesquisa direta (2017).

Depois de escalonados e agrupados, os setores censitários foram classificados de acordo com o seu IVS em três classes: Alto, Médio e Baixo, conforme tabela 06.

Tabela 06 – Classificação de vulnerabilidade social (IVS) por setor censitário

SETORES	VALOR	CLASSE	SETORES	VALOR	CLASSE	SETORES	VALOR	CLASSE
27	4,47	Alto	6	2,96	Médio	48	1,86	Baixo
7	4,34	Alto	54	2,96	Médio	71	1,78	Baixo
9	4,09	Alto	65	2,94	Médio	47	1,76	Baixo
19	3,98	Alto	4	2,92	Médio	53	1,75	Baixo
28	3,75	Alto	10	2,86	Médio	52	1,74	Baixo
1	3,72	Alto	64	2,84	Médio	45	1,70	Baixo
37	3,71	Alto	63	2,75	Médio	70	1,63	Baixo
13	3,70	Alto	55	2,70	Médio	46	1,52	Baixo
56	3,54	Alto	61	2,58	Médio	49	1,44	Baixo
29	3,54	Alto	32	2,57	Médio	72	1,44	Baixo
16	3,53	Alto	15	2,56	Médio	31	1,32	Baixo
18	3,40	Alto	3	2,54	Médio	41	1,32	Baixo
57	3,39	Alto	60	2,43	Médio	51	1,29	Baixo
33	3,37	Alto	62	2,42	Médio	40	1,20	Baixo
14	3,27	Alto	59	2,29	Médio	50	1,15	Baixo
21	3,24	Alto	11	2,26	Médio	69	1,10	Baixo
35	3,23	Alto	68	2,15	Médio	30	0,92	Baixo
17	3,20	Alto	24	2,11	Médio	39*	0,00	Dados insuficientes
5	3,19	Alto	23	2,11	Médio	42*	0,00	Dados insuficientes
34	3,19	Alto	22	2,08	Médio	43*	0,00	Dados insuficientes
2	3,18	Alto	66	2,02	Médio	44*	0,00	Dados insuficientes
26	3,14	Médio	36	1,93	Médio	67*	0,00	Dados insuficientes
8	3,10	Médio	25	1,93	Médio			
58	3,06	Médio	38	1,91	Médio			
20	3,03	Médio	12	1,90	Baixo			

(*) Setores com dados insuficientes.

Fonte: organizado pelo autor (2017)

Conforme resultados apresentados na Tabela 06 constata-se haver uma significativa quantidade de setores censitários expostos a vulnerabilidade social em diferentes graus (classificação). Desses, 21 se enquadram na categoria de vulnerabilidade social “Alta”, 28 setores com IVS “Média”, 18 setores censitários com “Baixa” IVS, além de cinco setores fora de análise pela insuficiência de dados.

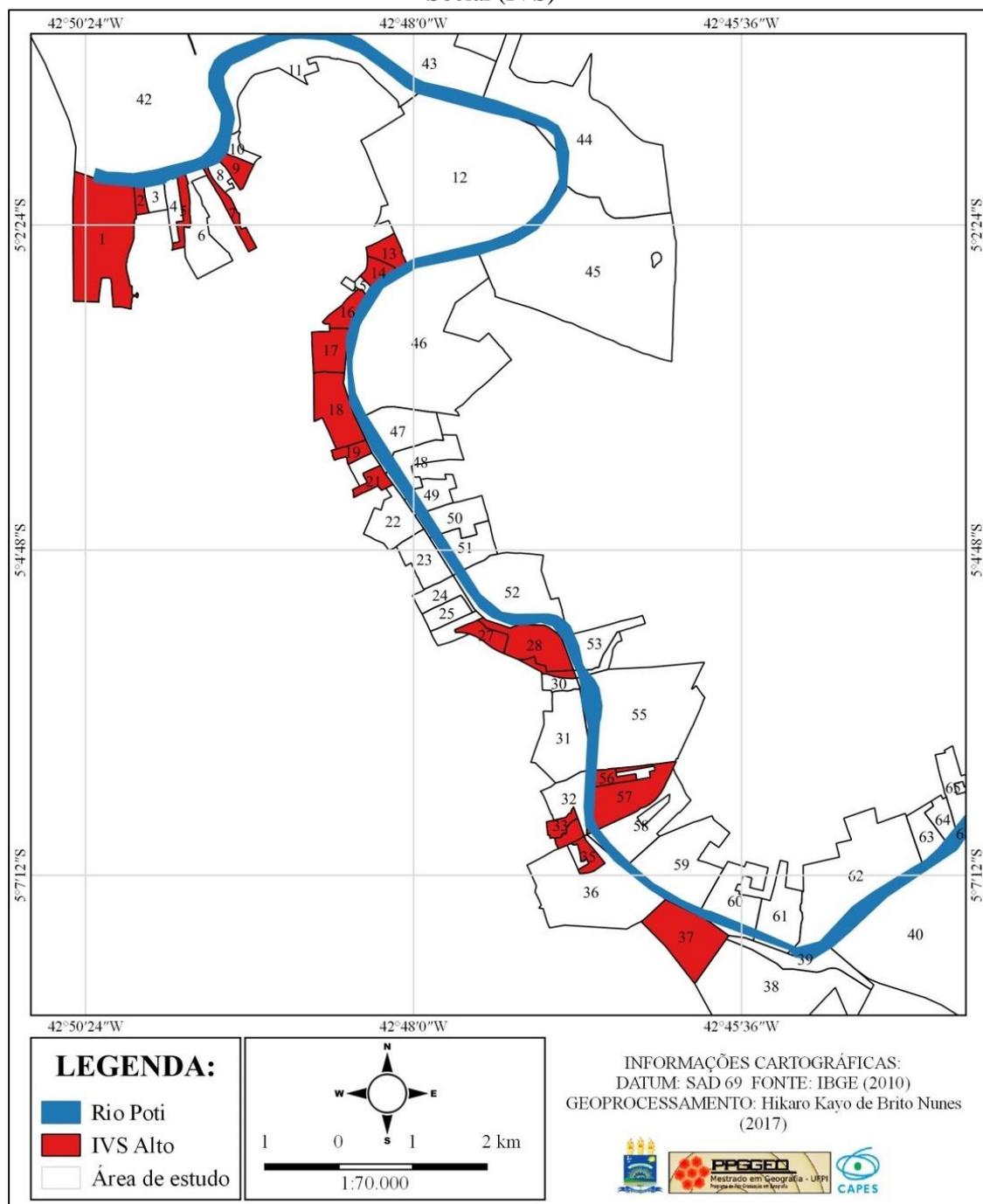
Os setores censitários inclusos na classe IVS Alta estão localizados nos seguintes bairros: Olarias, Alto Alegre, São Francisco, Água Mineral, Primavera, Ilhotas, São Lourenço, Beira Rio, Três Andares, Poti Velho, Catarina e Morro da Esperança. Estão distribuídos nas zonas Sul, Sudeste e Centro-Norte e abarcando uma quantidade de 21.208 pessoas expostas a risco social alto (figura 32). Logo, a população inclusa nessa classe de IVS apresenta as seguintes características: baixo nível de rendimento; maior densidade demográfica; quantidade significativa de pessoas vulneráveis socialmente (pela faixa etária); infraestrutura domiciliar deficitária e grande número de moradores por domicílio.

Deschamps (2004) afirma que “há uma estreita relação entre a localização espacial dos grupos que apresentam desvantagens sociais e aquelas áreas onde há risco de ocorrer algum evento adverso”. Assim, comunidades expostas à vulnerabilidade social se localizam em áreas ambientalmente vulneráveis, de modo que populações socialmente vulneráveis são propícias a morarem em espaços insalubres. Entre esses eventos pode-se citar: enchentes; inundações; alagamentos; deslizamentos; além de problemas relacionados a questão sanitária; queimadas e proximidade com áreas de despejo de lixo, como lixões e aterros sanitários.

Cabe ressaltar também que determinados setores expressam o quão a sociedade é desprovida de elementos para capacidade de suporte aos riscos sociais que são fortalecidos pelo empobrecimento, uma vez que foram utilizados indicadores que revelam desvantagem social.

Nesse sentido, o IVS Alto configura-se como construção social, que revela fragilidades, riscos e contradições de grupos menos favorecidos da sociedade.

Figura 32 – Mapa de localização dos setores censitários de Alto Índice de Vulnerabilidade Social (IVS)



Fonte: organizado pelo autor (2017)

Nestes e em outros casos de vulnerabilidade social há mútua relação entre vulnerabilidade e risco, haja vista “sem risco, vulnerabilidade não tem efeito” (YUNES; SZYMANSKI, 2001, p. 28). Um ponto que merece destaque é que, áreas caracterizadas como de vulnerabilidade social Alta não se apresenta como sinônimo de que a população ali residente é inteiramente pobre e com expressiva desvantagem social.

Nesse caso, parte de determinado grupo estudado pode estar muito acima da linha de pobreza e encontram-se na mesma classe da parcela da população mais pobre. Isso se deve a escala de trabalho, na área de estudo ocorre essa situação no bairro Ilhotas.

Dentre as áreas com IVS Alto, destaca-se a contradição social observada nos setores localizados no bairro Ilhotas, que, mesmo considerada área valorizada na cidade, detém no mesmo espaço famílias com alto e baixo poder aquisitivo. O bairro Ilhotas, por exemplo, na sua porção Noroeste possui uma marcante verticalização de imóveis, com hotéis e apartamentos de luxo, enquanto em outras áreas do bairro moram pessoas com baixo rendimento familiar e deficitária infraestrutura urbana, e até mesmo ocupando áreas marginais de uma linha férrea (figura 33). Danos tanto aos moradores quanto aos passageiros do transporte ferroviário caracterizam os riscos a que estão submetidos.

Figura 33 – Contradição na paisagem observada no bairro Ilhotas. Em primeiro plano imóveis com pouca estrutura e em segundo plano padrão de verticalização representativa em parte do bairro



Fonte: pesquisa direta (2017)

Na classe Média (figura 34), encontram-se os setores que integram os bairros Ilhotas¹³, São Francisco, Tancredo Neves, Morro da Esperança, Alto Alegre, São João, São Sebastião, Poti Velho, Parque Poti, São Raimundo, Extrema, Três Andares, Água Mineral, Extrema, Redonda, Comprida, Mocambinho, Frei Serafim, Cabral,

¹³ Dentre os setores estudados, aqueles situados no bairro Ilhotas possuem características diferentes e foram classificados como tal. Desse modo, dos quatro setores censitários localizados no bairro, três se caracterizam junto aos setores de IVS Alto e um setor censitário apresenta IVS Médio.

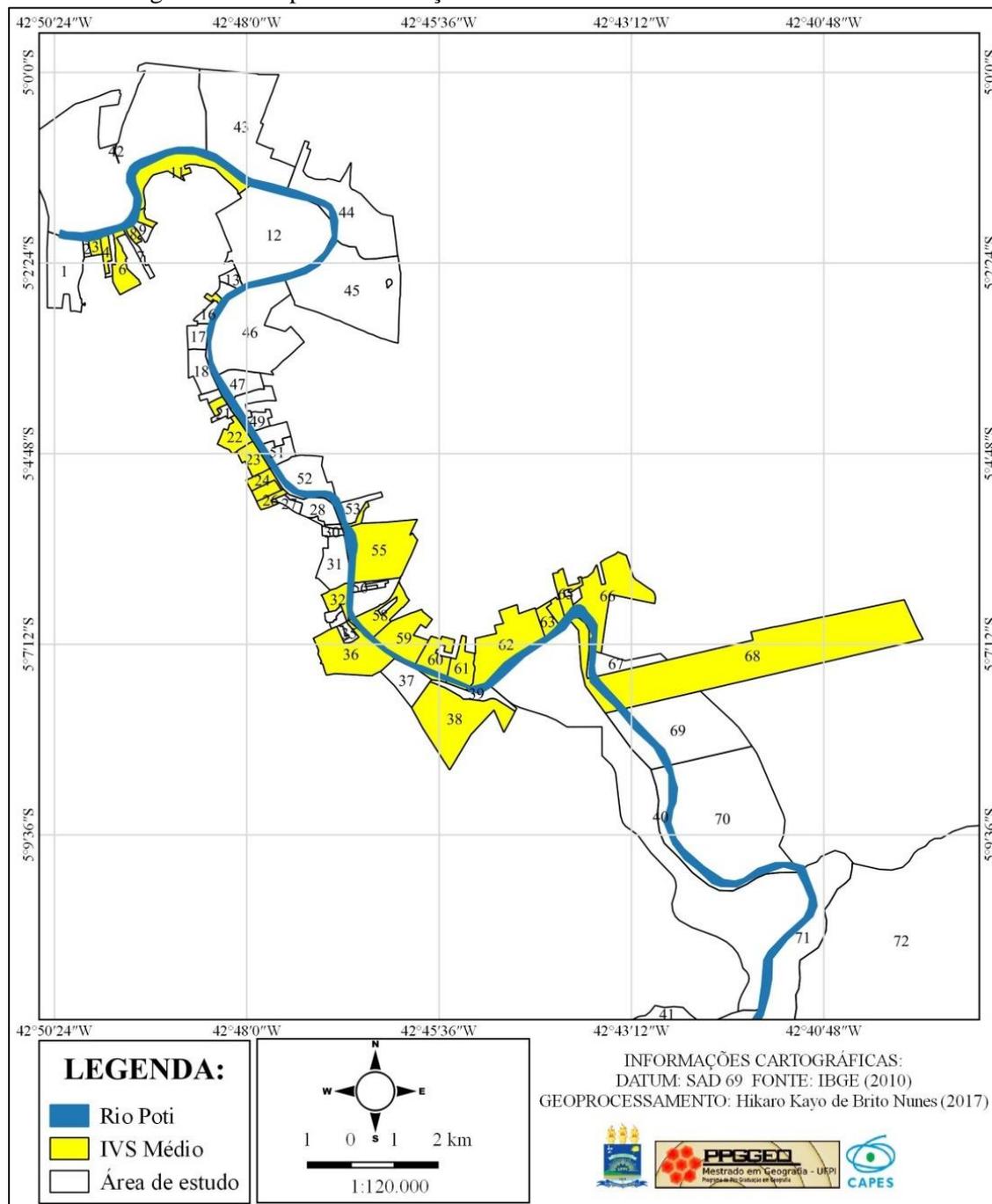
Porenquanto, Catarina, Santo Antônio e parte da zona rural localizada na margem direita do rio Poti. Nestes setores moram aproximadamente 26.301 pessoas.

Os referidos setores estão distribuídos nas regiões Sul, Sudeste, Centro-Norte e na porção rural do município. Os dados obtidos junto a esses setores expressam não só o fato da vulnerabilidade como a vasta possibilidade de interpretações referentes às condições e riscos sociais, infraestrutura urbana, renda, emprego e marginalização sociais, o que possibilita uma discussão ainda mais complexa.

Alguns fatores como concentração populacional, ocupação irregular, urbanização acelerada e espacialização da população em áreas de risco significante como áreas desmatadas, leito de rios, encostas, barrancos e sem oferta de equipamentos públicos que ajudam a caracterizar essas áreas no que se refere a carência e deterioração de serviços públicos básicos.

Essa classe compreende as áreas em que há serviços urbanos básicos e ocupadas por populações detedoras de uma renda mensal satisfatória. Contudo, mesmo estando nessa classe de IVS estes setores estão sujeitos a adversidades, porém possuem capacidade de resiliência, caracterizada pelo poder de superação, recuperação e resistência, principalmente quando se associa os padrões de renda domiciliar.

Figura 34 – Mapa de localização dos setores censitários de IVS Médio



Fonte: organizado pelo autor (2017)

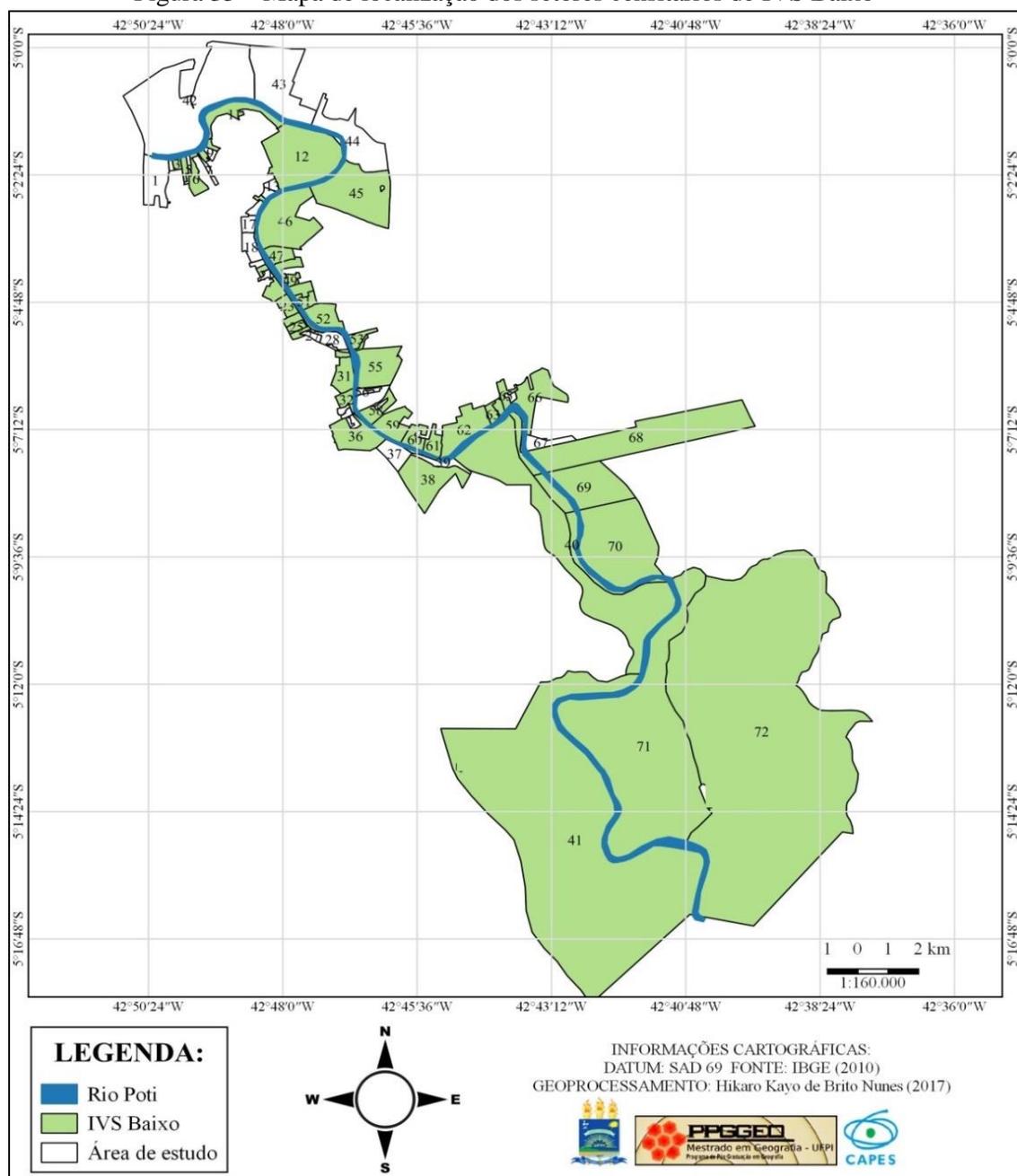
Quanto aos setores agrupados na categoria de Baixo IVS (figura 35), estes são encontradas nos bairros Cristo Rei, Fátima, Jóquei, São João, Noivos, Zoobotânico, Ininga, Embrapa e parte da área rural situada a direita e a esquerda do rio Poti. A população com baixa vulnerabilidade é de 12.203 pessoas.

Considera-se o fato de que estes setores se caracterizam pelo seu caráter de consolidação e valorização, além de predominar populações com baixas taxas de

desvantagem social. Portanto, são comunidades com maior facilidade de resistência e superação a diferentes formas de risco.

O valor do IVS obtido para estes setores censitários resulta do padrão de renda, de educação e de infraestrutura, ou seja, dependendo do grau de magnitude do problema social a própria população pode superar tais riscos sem influência direta do poder público.

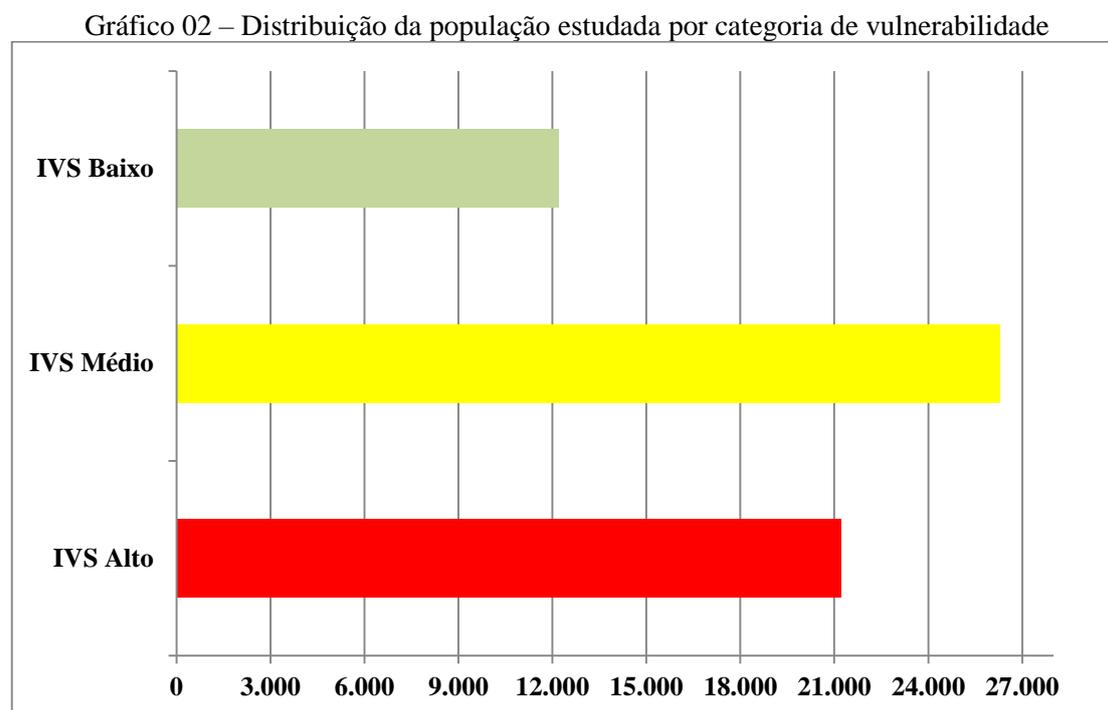
Figura 35 – Mapa de localização dos setores censitários de IVS Baixo



Fonte: organizado pelo autor (2017)

Os dados indicam que 29% dos setores se caracterizam-se como IVS Alto, 44% com IVS Médio e 25% com IVS Baixo. Destaca-se que em alguns setores a análise foi impossibilitada o que representa 2% do universo da pesquisa.

De maneira sinóptica (gráfico 02), as populações residentes nos setores censitários estudados apresentam-se em sua maioria como medianamente vulneráveis. Diante disso, a problemática social é preocupante visto os altos índices de desvantagem social o que exige a necessidade de políticas públicas que integrem tais indivíduos, principalmente no que se refere à geração de emprego/renda e infraestrutura.

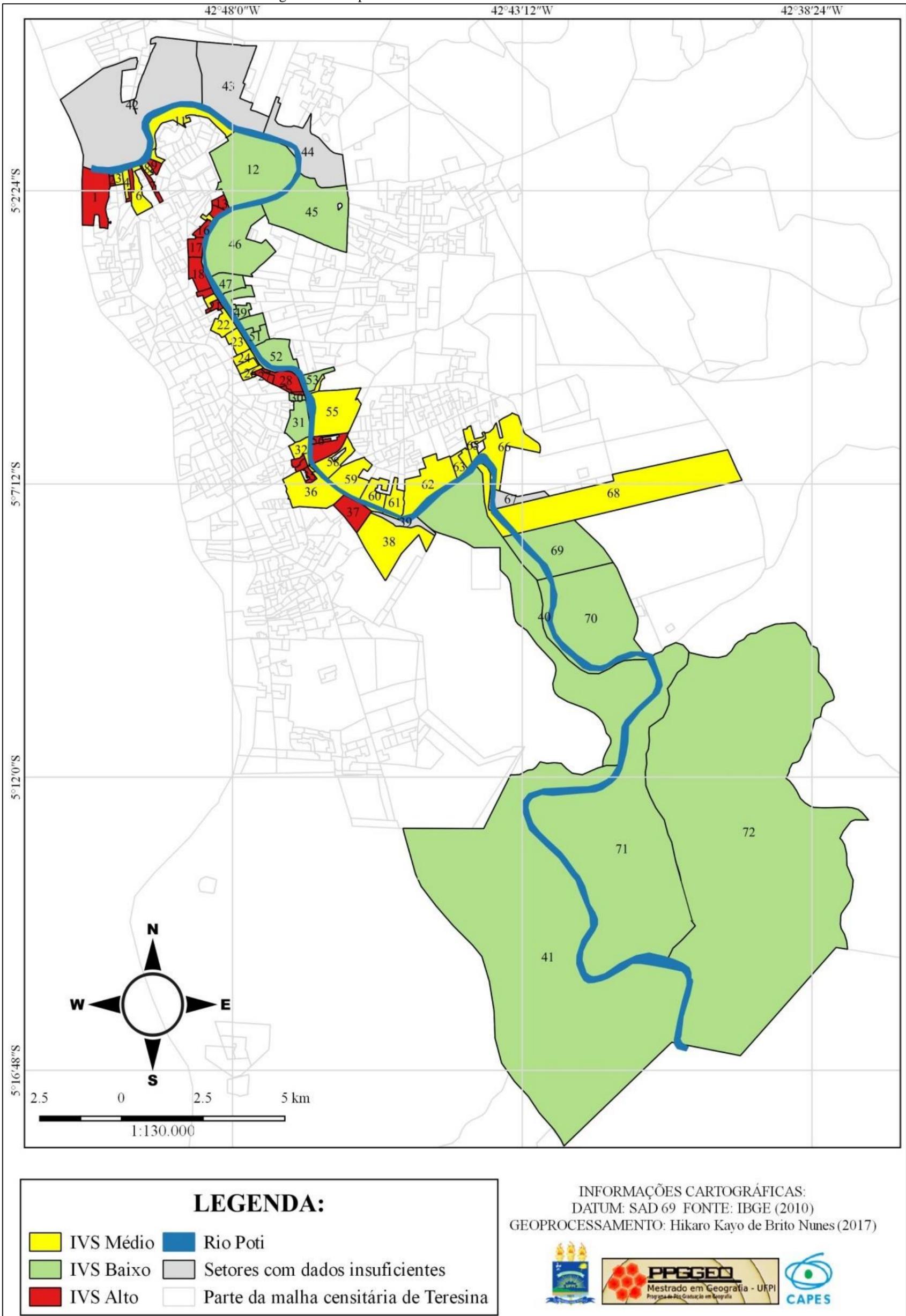


Fonte: organizado pelo autor (2017)

Em termos populacionais, das 62.469 pessoas residentes na área de estudo 34% apresentaram vulnerabilidade social alta, 42% vulnerabilidade social média e 20% baixa vulnerabilidade social, além de 4% que residem nos setores em que houve ausência de dados. Os referidos dados indicam as adversidades associadas à falta de renda, infraestrutura urbana, proteção social pública, educação e precariedade domiciliar.

A figura 36 apresenta a síntese da espacialização do IVS nos setores censitários.

Figura 36 – Mapa de Vulnerabilidade Social da área de estudo



Fonte: organizado pelo autor (2017)

Na área de estudo, os maiores índices de IVS foram constatados na margem esquerda do rio Poti, bem como na região Centro-Norte de Teresina. Em oposição a esse dado, a margem direita se configurou como a de menor vulnerabilidade social e com presença de bairros com alto poder aquisitivo.

Em síntese, pode-se constatar a existência de três grupos (quadro 10) de setores que revelam as suas condições socioeconômicas, além de mostrar a que locais o poder público pode direcionar suas ações com a finalidade de mitigar os problemas existentes.

Quadro 10 – Quadro síntese das características dos grupos de vulnerabilidade social

IVS	CARACTERÍSTICAS		
	Moradores	Domicílio	Infraestrutura
GRUPO 01 (ALTO)	- Elevado número de pessoas vulneráveis no que diz respeito à faixa etária (crianças e idosos); - Concentração da população com renda baixa;	- Elevada número de moradores por domicílio; - Considerável número de domicílios sem estrutura para moradia; - Sem provimento de equipamentos para saneamento urbano.	- Infraestrutura deficiente; - Vias (principais) com pavimentação asfáltica; - Esgoto a céu aberto; - Presença de iluminação pública; - Terrenos baldios e pontos de acúmulo de lixo.
	EM NÚMEROS		
	Setores	População/Domicílio	Regiões Administrativas
	21 setores distribuídos em 12 bairros.	Aproximadamente 3,7 pessoas por domicílio.	Centro-norte: 08 bairros Sul: 03 bairros/ Sudeste: 01 bairro
GRUPO 02 (MÉDIO)	CARACTERÍSTICAS		
	Moradores	Domicílio	Infraestrutura
	- Número considerável de pessoas com vulnerabilidade (referente ao perfil etário); - Número intermediário de pessoas com significativo poder econômico.	- Quantidade intermediária na relação moradores X domicílio e de domicílios sem estrutura para moradia; - Há equipamentos de saneamento urbano	- Infraestrutura mediana; - Vias asfaltadas (tanto as principais quanto as secundárias);
	EM NÚMEROS		
Setores	População/Domicílio	Regiões Administrativas	
28 setores distribuídos em 22 bairros.	Aproximadamente 3,4 pessoas por domicílio.	Centro-norte: 11 bairros Sul: 02 bairros/ Sudeste: 08 Leste: 01/ Zona rural	
GRUPO 03 (BAIXO)	CARACTERÍSTICAS		
	Moradores	Domicílio	Infraestrutura
	- Baixo número de pessoas com vulnerabilidade (referente ao perfil etário); - Número elevado de pessoas com significativo padrão de renda.	- Baixo número de moradores por domicílio; - Ausência (ou baixíssima quantidade de domicílios) sem infraestrutura para moradia.	- Infraestrutura (limpeza pública, arruamento, iluminação); - Equipamentos públicos e privados; - Presença de saneamento básico em boa parte dos setores.
	EM NÚMEROS		

	Setores	População/Domicílio	Regiões Administrativas
	18 setores distribuídos em 08 bairros.	Aproximadamente 2,9 pessoas por domicílio.	Sul: 01/ Leste: 06 Centro-Norte: 01/ Rural

Fonte: organizado pelo autor (2017)

4.5 Vulnerabilidade ambiental

Como mencionado anteriormente, para a obtenção do IVSA da área de estudo fez-se necessário a obtenção do IVS, discutido na seção anterior, e do IVA com discussão a seguir. O IVA considerou Método Expedito empregado em uma perspectiva integrada das variáveis (figura 37).

Figura 37 – Variáveis utilizadas para análise integrada e obtenção do IVA



Fonte: o autor, 2017.

Assim como na seção do IVS, cada variável será discutida separadamente, e posterior realizar-se-á discussão por agrupamento em classes com vista a uma maior interpretação do caminho metodológico para a obtenção do IVA.

Os procedimentos de análise se deram com a manipulação sistemática para o alcance dos valores das variáveis (tabela 07) por setor censitário originados a partir das etapas de campo e de gabinete, com o intuito de análise da vulnerabilidade ambiental que auxiliará na compreensão da vulnerabilidade socioambiental da área de estudo.

Tabela 07 – Dados das variáveis ambientais por setor censitário e por variável

SETORES	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	SETORES	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12
1	1	4	2	1	0	0	2	3	3	3	1	1	37	1	3	3	1	1	0	2	2	2	3	0	1
2	3	1	3	3	0	0	2	2	3	3	1	0	38	1	3	1	2	0	0	2	2	2	2	0	0
3	3	1	3	3	0	0	2	2	3	3	1	0	39	1	2	3	1	1	0	2	2	2	2	0	1
4	3	2	3	3	0	0	2	3	3	3	1	0	40	1	2	1	1	1	1	2	2	2	2	0	1
5	3	1	3	3	0	0	2	3	3	3	1	0	41	1	3	1	1	1	1	2	1	1	1	0	1
6	2	2	3	2	0	0	2	2	3	3	1	0	42	2	4	3	1	0	0	2	1	1	3	0	1
7	3	1	3	3	0	0	2	2	3	3	1	0	43	2	2	2	2	1	0	2	2	3	3	0	1
8	3	1	3	3	0	0	2	2	3	3	0	0	44	1	2	1	1	0	0	2	2	3	2	0	1
9	3	1	3	3	0	0	2	2	3	3	0	0	45	1	2	1	1	0	0	2	1	2	3	0	1
10	3	1	3	3	1	0	2	2	3	3	0	0	46	2	2	2	2	0	0	3	1	2	2	0	1
11	2	2	2	1	1	0	2	2	2	3	0	0	47	3	1	2	3	0	0	3	2	1	3	0	0
12	1	1	1	1	0	0	2	1	2	3	0	1	48	3	1	2	3	0	0	3	2	1	2	0	0
13	3	2	2	3	0	0	3	2	2	3	1	0	49	3	1	2	3	0	0	3	2	1	3	0	0
14	2	1	2	2	0	0	3	2	2	3	1	0	50	3	1	2	3	0	0	2	1	2	3	0	0
15	3	1	2	3	0	0	3	2	3	3	1	0	51	3	1	2	2	0	0	2	1	2	3	0	0
16	2	1	2	3	0	0	3	3	3	3	1	0	52	3	2	2	2	0	0	2	1	2	3	1	0
17	1	1	2	2	0	0	3	3	3	3	1	0	53	3	2	2	3	0	0	2	2	2	3	0	0
18	3	2	2	3	0	0	3	1	2	3	1	1	54	3	1	2	2	0	0	2	2	2	3	0	0
19	3	1	2	3	0	0	3	1	2	3	1	0	55	2	2	2	1	0	0	2	1	2	3	0	1
20	3	1	2	3	0	0	3	2	3	3	1	0	56	3	1	2	1	0	0	2	1	2	3	0	0
21	2	1	2	3	0	0	3	2	3	3	1	0	57	2	2	1	2	0	0	2	1	2	3	0	0
22	1	2	2	1	0	0	2	1	2	3	1	0	58	2	1	1	2	0	0	2	2	2	3	0	0
23	3	1	2	2	0	0	2	1	2	3	0	0	59	2	3	3	1	0	0	2	3	2	3	0	1
24	3	1	3	3	0	0	2	1	1	3	0	0	60	2	2	3	1	1	0	2	3	3	3	0	1
25	3	1	3	3	0	0	2	1	1	3	0	0	61	3	2	3	3	0	0	2	3	3	3	0	1
26	3	1	3	3	0	0	2	1	1	3	1	0	62	3	2	3	3	0	0	2	3	3	3	0	1
27	3	1	3	3	0	0	2	1	1	3	1	0	63	2	1	3	3	0	0	2	3	3	3	0	1
28	1	2	3	3	0	0	2	3	3	3	1	0	64	2	1	1	3	0	0	2	3	3	3	0	1
29	3	1	3	3	0	0	2	3	3	3	1	0	65	2	1	2	2	0	0	2	2	3	3	1	1
30	2	1	2	1	0	0	2	1	2	3	0	0	66	1	3	3	1	1	0	2	2	3	3	1	1
31	1	2	2	1	0	0	2	1	2	3	0	0	67	1	2	1	1	0	0	2	2	3	3	0	1
32	2	2	3	2	1	0	2	2	3	3	1	0	68	2	1	3	1	0	0	2	1	1	3	0	1
33	3	2	3	3	1	0	2	2	3	3	1	0	69	1	2	3	1	0	1	2	1	1	2	0	1
34	3	1	3	3	1	0	2	2	3	3	1	0	70	1	2	3	1	0	1	2	1	1	3	0	1
35	3	1	3	3	1	0	2	3	3	3	1	0	71	2	3	3	1	1	1	2	1	1	1	0	1
36	1	3	3	1	1	0	2	3	3	3	1	0	72	1	3	3	1	0	1	2	1	1	1	0	1

Fonte: o autor (2017)

a. Cobertura vegetal (variável 1)

Crepani et al (1996) afirma que elevadas densidades de cobertura vegetal tendem para um ambiente de estabilidade, diante disso, com uso do sensoriamento remoto, geoprocessamento, atividades de campo e técnicas de estatística, os setores foram identificados de acordo com a densidade vegetal. Como era esperado, os setores localizados na zona rural de Teresina obtiveram os valores mais significativos no que se refere ao adensamento dessa cobertura, ante aos setores localizados na zona urbana.

Torna-se necessário afirmar que a área de estudo está disposta em aproximadamente 20.276 hectares e corresponde a aproximadamente 14,7% da área do município de Teresina.

Sobre a área de estudo, e, conforme o Manual de Uso da Terra desenvolvido pelo IBGE (2013), foram identificadas 04 classes de uso, ocupação e cobertura da terra representando a multiplicidade e a complexidade da referida área, possibilitando assim uma variedade de interpretações, principalmente no que se refere à cobertura vegetal (tabela 08).

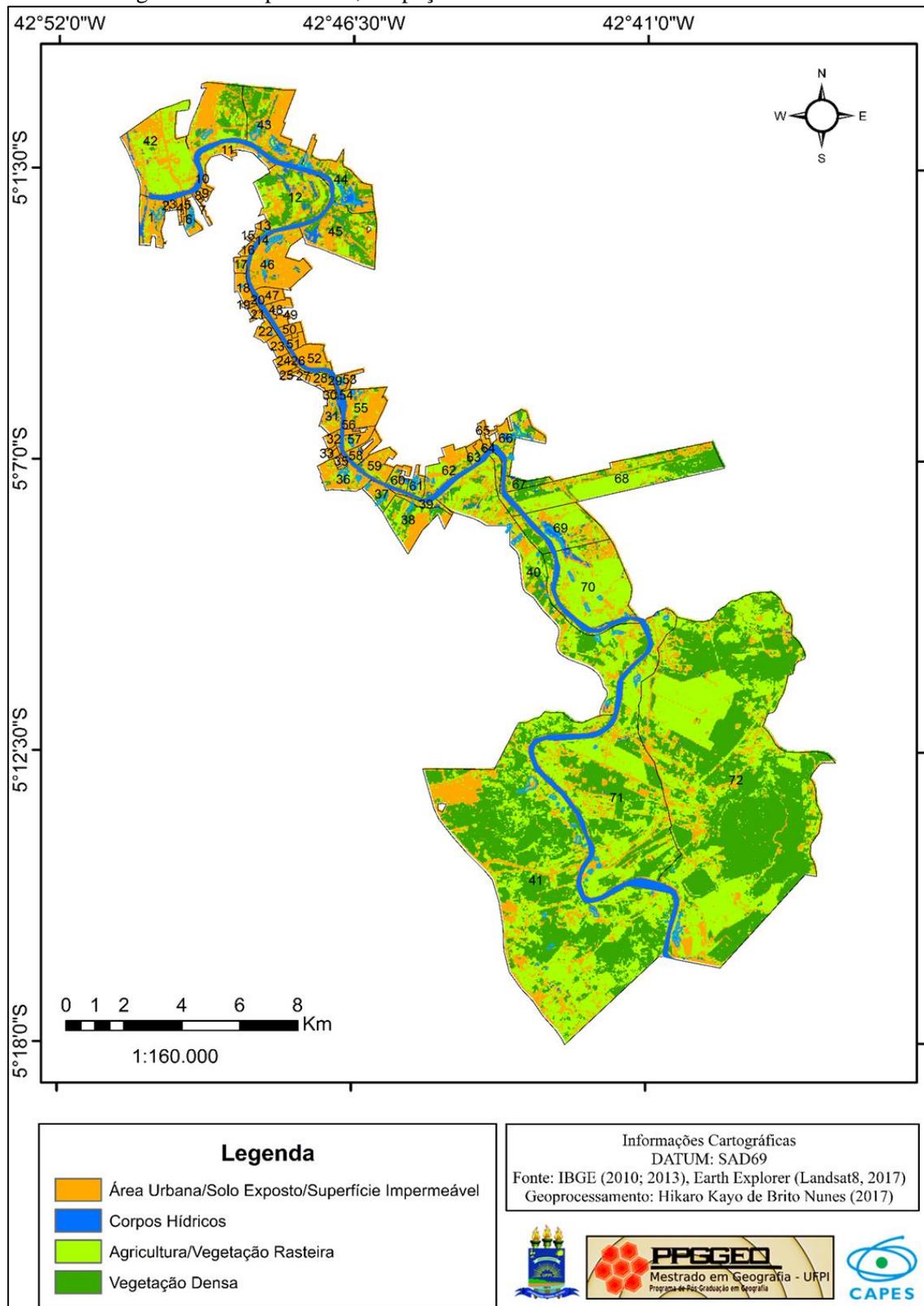
Tabela 08 – Valores de uso, ocupação e cobertura da terra da área de estudo com imagem de 2017

CLASSES	VALORES EM HECTARES (HA)	VALORES EM PORCENTAGEM (%)
Corpos hídricos	751	3,7%
Agricultura/ Vegetação rasteira	7.152	35,3%
Vegetação densa	6.499	32,1%
Área urbana/ Solo exposto/ Superfície impermeável	5.874	28,9%
TOTAL	20.276 ha	100%

Organizado pelo autor (2017)

As classes definidas para análise dessa variável foram: “baixa” cobertura vegetal (Agricultura/Vegetação rasteira e Vegetação densa), representando 30% da área de cada setor censitário; “média”, entre 30% e 70% do setor censitário e “alta”, acima de 70% de cobertura vegetal nos setores censitários (figura 38). Os pesos foram 3, 2 e 1, respectivamente. Esses valores auxiliam na interpretação da relação entre vulnerabilidade e cobertura vegetal, haja vista a vinculação desta com o processo erosivo, o microclima, o escoamento, a drenagem e outros indicadores correlatos a importância da cobertura vegetal.

Figura 38 – Mapa de uso, ocupação e cobertura da terra da área de estudo



Fonte: organizado pelo autor (2017)

Na classe de “baixa” cobertura vegetal (peso 3) foram encontrados 33 setores censitários, a saber: 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 13, 15, 18, 19, 20, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 33, 34,

35, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 56, 61 e 62, distribuídos em todas as regiões administrativas da área urbana.

Os bairros em que estes setores estão localizados são os seguintes: Poti Velho, Alto Alegre, São Francisco, Água Mineral, Primavera, Morro da Esperança, Cabral, Frei Serafim, Ilhotas, Três Andares e Catarina (localizados na margem esquerda do rio Poti) e Fátima, Jóquei, Noivos, São João, Beira Rio, Extrema e Redonda (localizados na margem direita do Poti), conforme a figura 39.

Figura 39 – Cobertura vegetal do setor 2 (bairro Poti Velho, região Centro-Norte de Teresina)



Fonte: *Google Earth* (2017) adaptado pelo autor (2017)

Ressalta-se que a pouca quantidade de árvores interfere significativamente na qualidade ambiental da área. Consta-se ainda que, quando comparados esses setores com aqueles da vulnerabilidade social, tem-se que muitos deles estão com o IVS de médio a alto, tendo em vista os critérios para análise do mesmo.

Na classe de “média” (peso 2) cobertura vegetal, 20 setores censitários (6, 11, 14, 16, 21, 30, 32, 42, 43, 46, 55, 57, 58, 59, 60, 63, 64, 65, 68 e 71) foram identificados e estão localizados nos seguintes bairros: Alto Alegre, Mocambinho, Água Mineral, Morro da Esperança, Cristo Rei e Três Andares (na margem esquerda do Poti), e Santa Rosa, Aroeiras, Ininga, São Raimundo, Beira Rio, Tancredo Neves, Comprida, Parque Poti, São Sebastião e parte da zona rural (na margem direita do rio) (Figura 40).

Figura 40 – Cobertura vegetal do setor 65 (bairro São Raimundo, região Sudeste de Teresina)



Fonte: pesquisa direta (2017)

Estes setores apresentam algumas características que os diferem dos demais a saber:

- a) Respeito aos limites da APP;
- b) Ausência ou pequena quantidade de edificações (concentração urbana) nos setores;
- c) Espaços periurbanos, que, na visão de Vale e Gerardi (2006) são áreas em que há relações campo-cidade, com a expansão urbana sobre áreas rurais, instrumentalizadas principalmente pelo avanço tecnológico dos meios de transporte de comunicação; e
- d) Relação entre o tamanho do setor censitário e a área ocupada.

Na classe de “alta” cobertura vegetal (peso 1) foram identificados 19 setores censitários, são eles: 1, 12, 17, 22, 28, 31, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 44, 45, 66, 67, 69, 70 e 72. Distribuídos nos seguintes bairros: Olarias, Embrapa, Água Mineral, Porenquanto, Ilhotas, Cristo Rei, Catarina, São Lourenço, Santo Antônio (figura 41) e a zona rural (da Margem Esquerda/ME do rio Poti) e Pedra Mole, Zoobotânico, São Sebastião, Bom Princípio e parte da zona rural (Margem Direita/MD).

Figura 41 – Cobertura vegetal do setor 38 (bairro Santo Antônio, região Sul de Teresina)



Fonte: pesquisa direta (2017)

Sobre os setores da zona rural, alguns não foram incluídos (os setores nessa classe por causa das atividades produtivas neles encontradas, como pecuária e agricultura, o que diminui consideravelmente a quantidade de cobertura vegetal além de expor o rio a riscos no que se refere ao baixo adensamento vegetacional nas APPs. O setor 12, por exemplo, abarca o espaço da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA Meio-Norte) que possui dentro da sua área um significativo adensamento vegetacional.

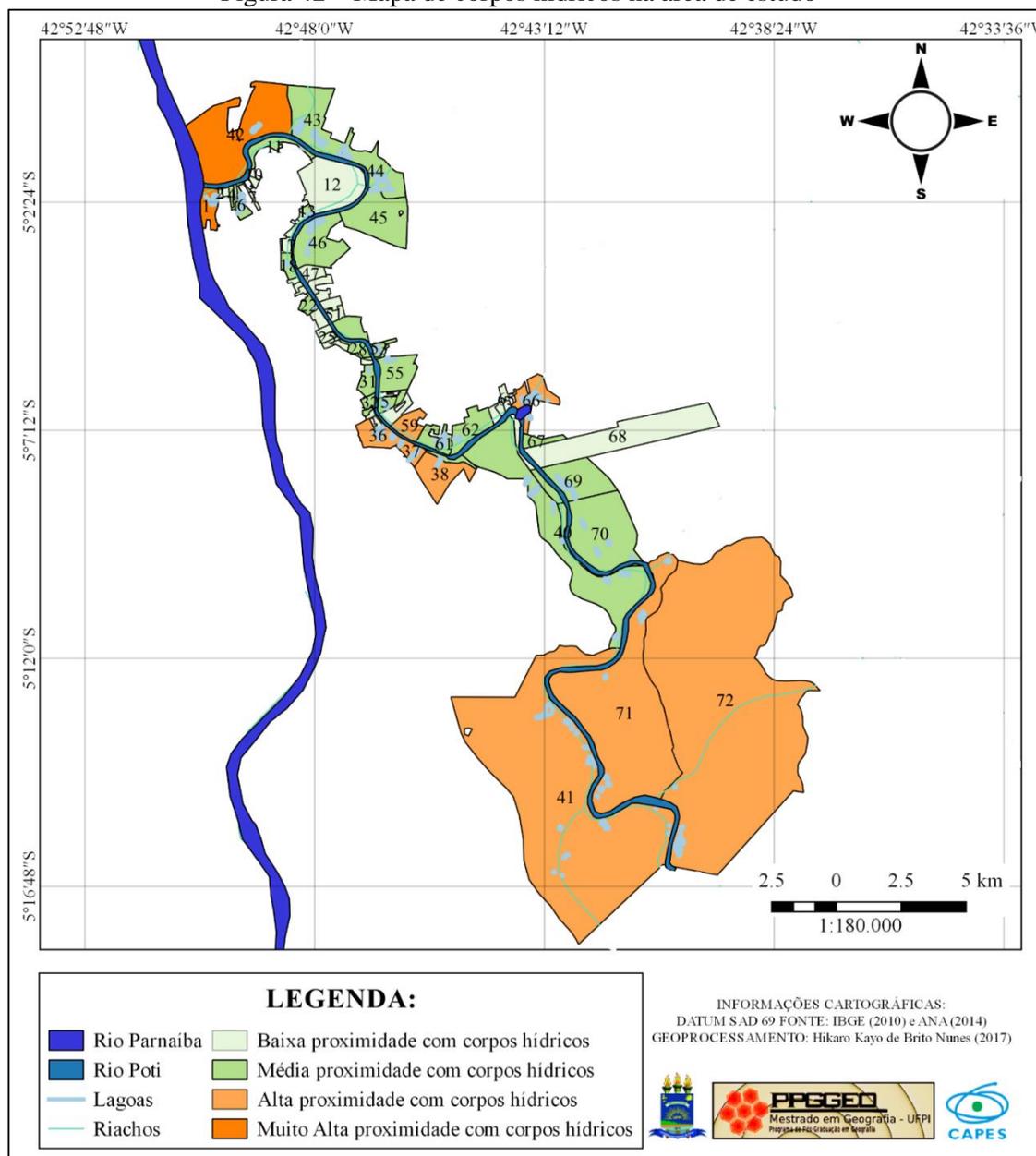
Em termos percentuais, há os seguintes valores para essa variável: 46% dos setores censitários possuem cobertura vegetal baixa quando relacionados com a área dos mesmos, ante 28% de setores com cobertura vegetal média e 26% com cobertura vegetal alta (principalmente aqueles localizados na zona rural).

b. Proximidade com corpos hídricos (variável 2)

Nessa variável, pôde-se compreender a relação dos corpos hídricos com o risco ambiental de enchentes, inundações, veiculação hídrica e processos erosivos, como aponta Rezende (2015). Compreende-se também o fato da malha hídrica ser exposta a cargas poluentes, de modo a possibilitar a identificação das áreas hidrologicamente mais vulneráveis a poluição, e, assim, auxiliar na busca pela mitigação dos riscos e vulnerabilidades associadas, seja através de políticas públicas, seja por meio de planos de manejo e projetos educacionais que supram as interrogações existentes.

Como já mencionado na etapa de caracterização fisiográfica da área estudada, há uma quantidade significativa de corpos hídricos que auxiliam na drenagem da área, com a presença de riachos e lagoas nas duas margens do rio Poti e em todos os setores censitários, compreendidos na figura 42.

Figura 42 – Mapa de corpos hídricos na área de estudo



Fonte: organizado pelo autor (2017)

Os corpos hídricos considerados foram as águas superficiais (rios, riachos, lagoas e açudes). A análise foi realizada para os distintos setores censitários objeto deste estudo, sendo que as classes identificadas consideraram a existência de corpos hídricos, e são as seguintes: “baixa”, “média”, “alta” e “muito alta” com pesos 1, 2, 3 e 4.

Na classe de existência “baixa” foram identificados um total de 36 a saber: 02, 03, 05, 07, 08, 09, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 34 e 35 na margem esquerda do rio Poti, e os setores 47, 48, 49, 50, 51, 54, 56, 58, 63, 64, 65 e 68 localizados na margem direita do mesmo rio.

Nesta classe, destaca-se o rio Poti (figura 43), haja vista ser o referencial da área de estudo. Ressalta-se ainda que estes setores estão localizados nos seguintes bairros: Poti Velho, Alto Alegre, São Francisco, Embrapa, Água Mineral, Primavera, Morro da Esperança, Cabral, Frei Serafim, Ilhotas, Cristo Rei, Três Andares, Catarina (ME), Fátima, Jóquei, São João, Beira Rio, Parque Poti, São Sebastião (MD), além de um setor na zona rural do município.

Figura 43 – Setores censitários identificados na classe de existência “baixa” de corpos hídricos. Com destaque para os setores 18 e 19 (ambos no bairro Primavera) e 20 (bairro Morro da Esperança)

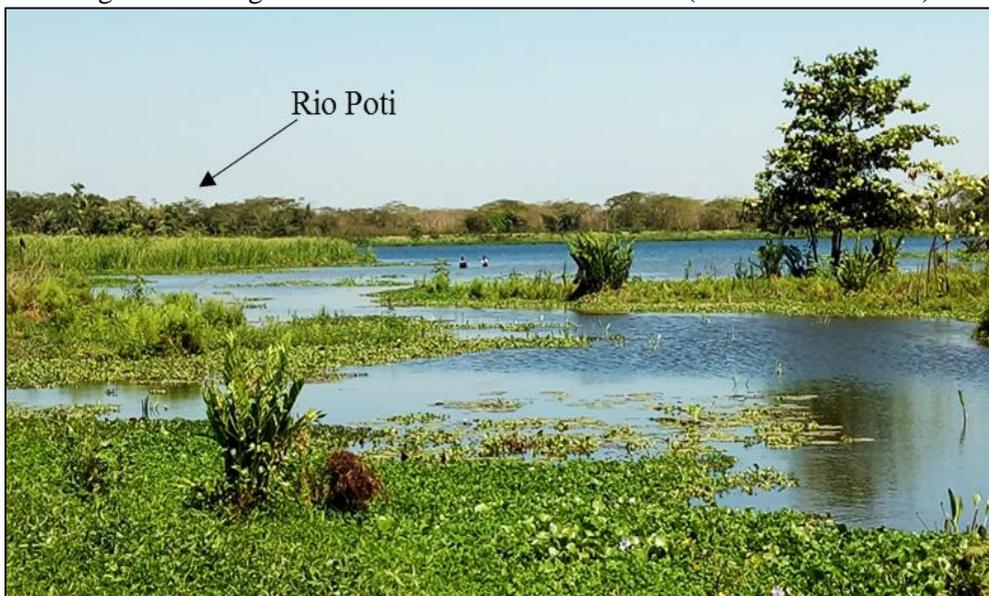


Fonte: pesquisa direta (2017)

A classe de existência “média” compreende a permanência de riachos ou lagoas somados a presença do rio Poti. Nesse caso, o peso 2 foi atribuído a 26 setores, a saber: 04, 06, 11, 13, 18, 22, 28, 31, 32, 33, 39 e 40 (margem direita) e 43, 44, 45, 46, 52, 53, 55, 57, 60, 61, 62, 67, 69 e 70 (margem esquerda).

Nestes setores são encontrados os seguintes bairros: Poti Velho, Alto Alegre, Mocambinho, Água Mineral, Primavera, Porenquanto, Ilhotas, Cristo Rei, Três Andares e Santo Antônio (ME), além de Aroeiras, Pedra Mole, Zoobotânico, Ininga, Noivos, São João, São Raimundo, Beira Rio, Extrema, Redonda, Bom Princípio e dois setores localizados na zona rural (MD) (figura 44).

Figura 44 – Lagoa localizada no setor censitário 45 (bairro Zoobotânico)



Fonte: pesquisa direta (2017)

Enquadrados na classe de “alta” existência e atribuídos de peso 3, foram identificados oito setores censitários distribuídos quantitativamente de forma igual nas margens esquerda (36, 37, 38 e 41) e direita (59, 66, 71 e 72).

Os setores acima indicados estão localizados nos bairros Catarina, São Lourenço e Santo Antônio (todos na região Sul de Teresina), além do setor 41, localizado na zona rural. Na margem direita, estão os bairros Comprida e São Sebastião (figura 45), localizados na região Sudeste, bem como os setores 71 e 72, situados na zona rural.

Figura 45 – Rio Poti, riacho e lagoa no setor 66 (bairro São Sebastião, região Sudeste).



Fonte: *Google Earth* (2017) adaptado pelo autor (2017).

A classe de existência “muito alta” (peso 4) considera os rios Poti e Parnaíba (figura 46). Entende-se, nesse sentido, que os setores 1 (bairro Olarias) e 42 (bairro Santa Rosa) são conferidos de vulnerabilidade ambiental muito alta quando inter-relacionados os aspectos hidrológicos em razão da existência dos dois rios.

Assegura-se ainda o fato que ambos os setores, especialmente são os pontos mais extremos (a jusante) da área de estudo. Ressalta-se ainda que o setor 1 é dotado ainda de uma lagoa marginal.

Figura 46 – Setores 1 e 42 e a relação destes com os rios Poti e Parnaíba



Fonte: pesquisa direta (2017)

Em síntese, nessa variável estão 50% dos setores censitários na classe “baixa”, 36% na classe “média”, 11% como de “alta” existência de corpos hídricos e 3% na classe “muito alta”. Essa variável se articula ainda com os riscos ambientais de enchentes e inundações, haja vista estes setores possuírem quantidade significativa de corpos hídricos.

Desse modo, quando o nível da água de alguns destes (o rio Poti, por exemplo) aumenta acaba represando o fluxo de água dos riachos, causando, assim, o aumento do volume destes também. Nessa discussão é necessário também compreender alguns dados no que se refere a algumas características das bacias hidrográficas, como área total, perímetro total, forma, declividade e outros.

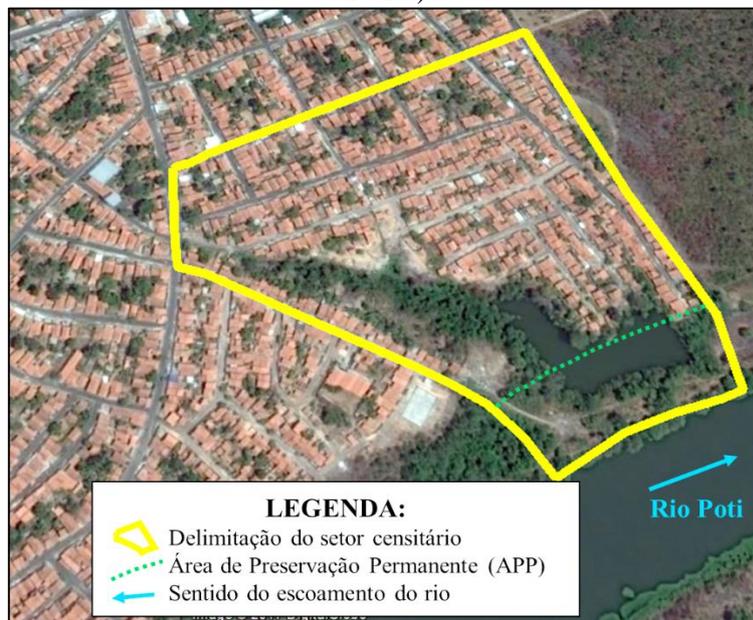
c. Situação de conservação/respeito à APP do rio Poti (variável 3)

A situação de conservação/respeito às Áreas de Preservação Permanente (APP) do rio Poti é encarada nesse estudo como um retrato da preservação das áreas ribeirinhas. Salienta-se, ainda, que a análise se dá por meio dos limites impostos pelo Código Florestal (Lei 12.651/2012) que estipula 100 metros no caso do rio Poti.

As classes de análise dessa variável são “boa” (peso 1), “regular” (peso 2) e “ruim” (peso 3). Para análise desta variável foram empregadas imagens de satélite e o Método Expedito. Ressalta-se que as APP’s são possuidoras de funções ambientais, inclusas a questão dos recursos hídricos, da fauna e flora, além da manutenção paisagística, da biodiversidade e melhoria da qualidade de vida das populações.

Na área de estudo, foram classificados 11 setores censitários (12, 13, 38, 40, 41, 44, 45, 57, 58, 64 e 67) como de “boa” situação, distribuídos nos bairros Embrapa, Água Mineral, Santo Antônio, Pedra Mole, Zoobotânico, Beira Rio, Tancredo Neves, Parque Poti, Bom Princípio e áreas da zona rural. Nesses setores há respeitabilidade do limite da APP com ausência de ocupações e atividades produtivas, além da aparente preservação do aspecto vegetacional (figura 47).

Figura 47 – Área de Preservação Permanente do setor 13 (bairro Água Mineral, zona Centro-Norte)

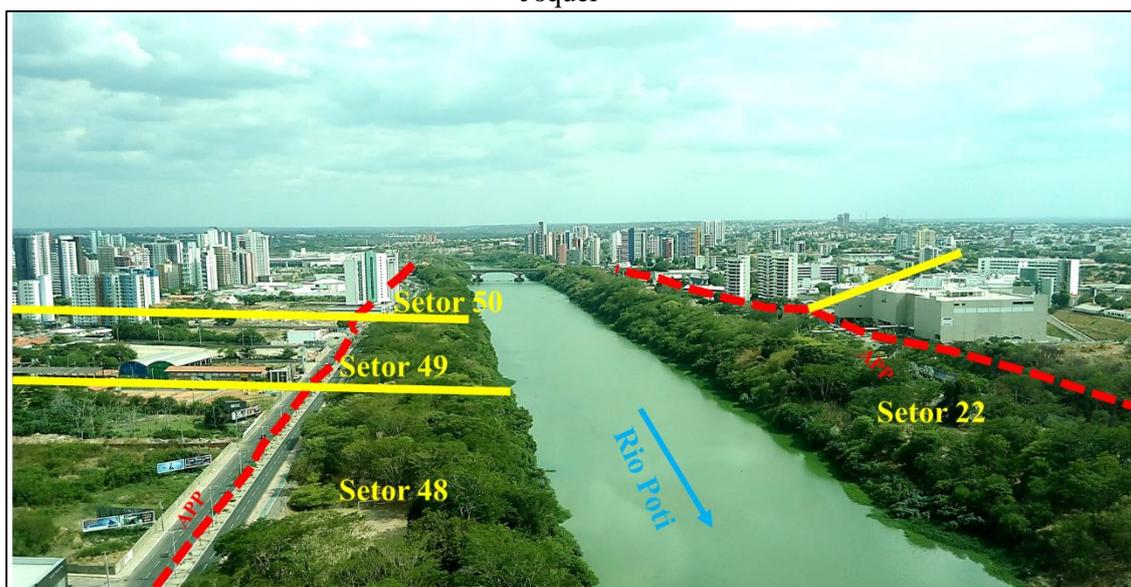


Fonte: *Google Earth* (2017), adaptado pelo autor (2017).

Na classe de conservação/respeito “regular”, foram identificados 28 setores censitários (1, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 30, 31, 43, 46, 47, 48, 49, 50,

51, 52, 53, 54, 55, 56 e 65) localizados nas seguintes áreas: Olarias, Mocambinho, Água Mineral, Primavera, Morro da Esperança, Porenquanto, Cabral, Cristo Rei, Aroeiras, Ininga, Fátima, Jóquei, Noivos, São João, São Raimundo, Beira Rio e São Sebastião. Nesses setores, parte da APP está em aparente situação de preservação, contudo, principalmente após o limite de 100m há ocupações diversas, como residências, prédios, *shoppings centers* e atividades primárias (figura 48).

Figura 48 – APP dos setores 22 (bairro Porenquanto), 48, 49 (bairro de Fátima) e 50 no Jóquei



Fonte: pesquisa direta (2017)

Na classe “ruim”, a respeitabilidade dos limites é preocupante, dos 72 setores censitários da área de estudo 33 estão nessa categoria e são localizados em todas as regiões administrativas de Teresina. Os setores são: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 42, 59, 60, 61, 62, 63, 66, 68, 69, 70, 71 e 72 que compreendem parte dos seguintes bairros: Poti Velho, Alto Alegre, São Francisco, Frei Serafim, Ilhotas, Três Andares, Catarina, São Lourenço, Santo Antônio, Santa Rosa, Comprida, Extrema, Redonda, Parque Poti, São Sebastião e todos os setores localizados na zona rural à margem direita (figura 49).

Figura 49 – APP dos setores 32 e 34 (bairro Três Andares, região Sul)



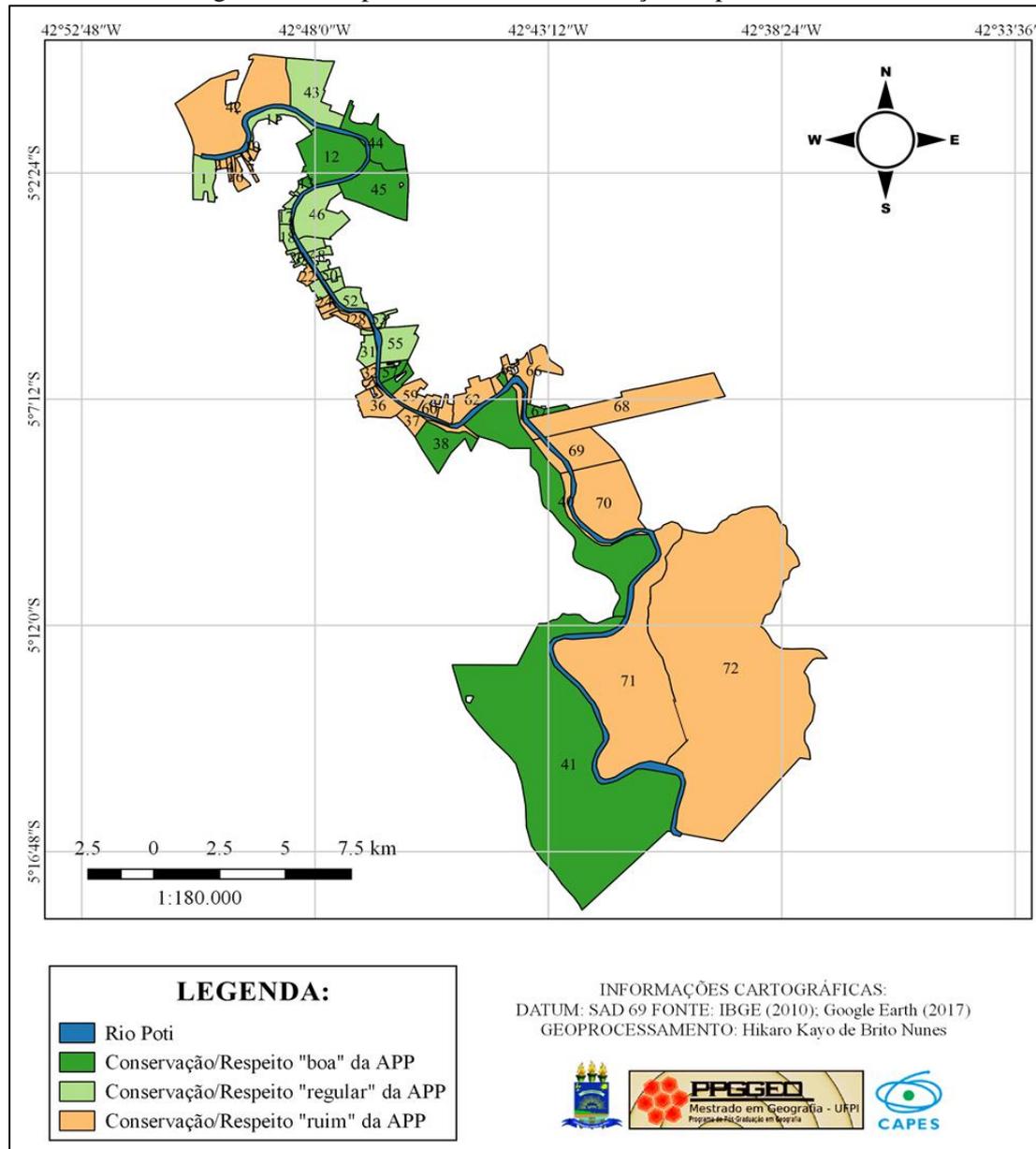
Fonte: pesquisa direta (2017)

Ressalta-se, além do mais, que a proximidade de edificações e vias de acesso (em alguns trechos com menos de 2 metros de distância) com o rio ocasiona uma diminuição da flora e da fauna, a perda da biodiversidade e da beleza paisagística.

Pode-se constatar que a medida que se adentra na área mais densamente urbanizada o limite das APPs sofre drástica redução, bem como a cobertura vegetal da mesma. Naiman e Décamps (1997) e Allan, Vidon e Lowrance (2008) destacam ser a vegetação ripária, de grande importância pela sua capacidade de resiliência em uma bacia hidrográfica.

As paisagens envolvidas nos setores de estudo são distintas em função do processo de apropriação por parte da sociedade, o que ocasiona uma vasta combinação de fatores antrópicos que deturpam ambientes que exigem proteção ambiental. Desta maneira, as marcas das transformações ambientais da área são evidenciadas principalmente nos aspectos de descaracterização do relevo, ocupação de áreas irregulares, impactos na qualidade ambiental, desmatamento e queimadas, como se observa na figura 50.

Figura 50 – Mapa do estado de conservação/respeito da APP



Fonte: organizado pelo autor (2017)

Em nível percentual, 15% dos setores censitários possuem “boa” conservação/respeito da APP, ante 39% e 46% das classes “regular” e “ruim”, respectivamente.

d. Adensamento populacional/ residencial (variável 4)

Nos estudos sobre vulnerabilidade ambiental o adensamento populacional/residencial (padrões de ocupação) tem forte relação com os distintos graus/níveis de vulnerabilidade, posto o adensamento populacional promover mudanças severas na paisagem. Os 72 setores censitários da área de estudo foram agrupados em três

classes com seus respectivos pesos: “baixo” adensamento populacional/residencial (peso 1), “médio” adensamento populacional/residencial (peso 2) e “alto” adensamento populacional/residencial (peso 3).

Na classe “baixa” (peso 1) foram encontrados 25 setores censitários, a saber: 1, 11, 12, 22, 30, 31, 36, 37, 39, 40 e 41 (ME do rio Poti) e 42, 44, 45, 55, 56, 59, 60, 66, 67, 68, 69, 70, 71 e 72 (MD do rio Poti). Estes setores integram os seguintes bairros: Olarias, Mocambinho, Embrapa, Porenquanto, Cristo Rei, Catarina, São Lourenço e Santo Antônio (margem esquerda).

Além dos bairros localizados na margem direita, como: Santa Rosa, Pedra Mole, Zoobotânico, São Raimundo, Beira Rio, Comprida, Extrema, São Sebastião e Comprida. Ressalta-se que todos setores censitários localizados na zona rural foram enquadrados nessa classe da variável. Como exemplo dessa tipologia está o setor 37 (figura 51) onde há uma quantidade relativamente baixa de ocupações urbanas, o que facilita o escoamento e infiltração da água.

Figura 51 – Adensamento populacional/residencial (classe “baixo”) no setor 37 (São Lourenço)



Fonte: *Google Earth* (2017). Adaptado pelo autor (2017)

Na classe “média” (peso 2), foram encontrados 14 setores censitários, a saber: 6, 14, 17, 23, 32 e 38 (margem esquerda) e 43, 46, 51, 52, 54, 57, 58 e 65 (margem direita). Os bairros em que os mesmos estão inseridos são os seguintes: Alto Alegre (figura 52), Água Mineral, Porenquanto, Cabral, Três Andares, Santo Antônio, Aroeiras, Ininga, Jóquei, Noivos, São João, Beira Rio, Tancredo Neves e São Sebastião, estando localizados em todas as regiões administrativas da sede do município.

Figura 52 – Adensamento populacional/residencial (classe “médio”) no setor 6 (Alto Alegre)



Fonte: *Google Earth* (2017). Adaptado pelo autor (2017)

Os setores enquadrados como de “alto” adensamento populacional/ residencial totalizam 33 setores, sendo os seguintes: 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 13, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 33, 34 e 35 (localizados na margem esquerda) e 47, 48, 49, 50, 53, 61, 62, 63 e 64 (localizados na margem direita). Os mesmos estão situados nos seguintes bairros: Poti Velho, Alto Alegre, São Francisco, Água Mineral, Primavera, Morro da Esperança, Frei Serafim, Ilhotas, Três Andares, Catarina, Fátima, Jóquei (figura 53), São João, Extrema, Redonda e Parque Poti.

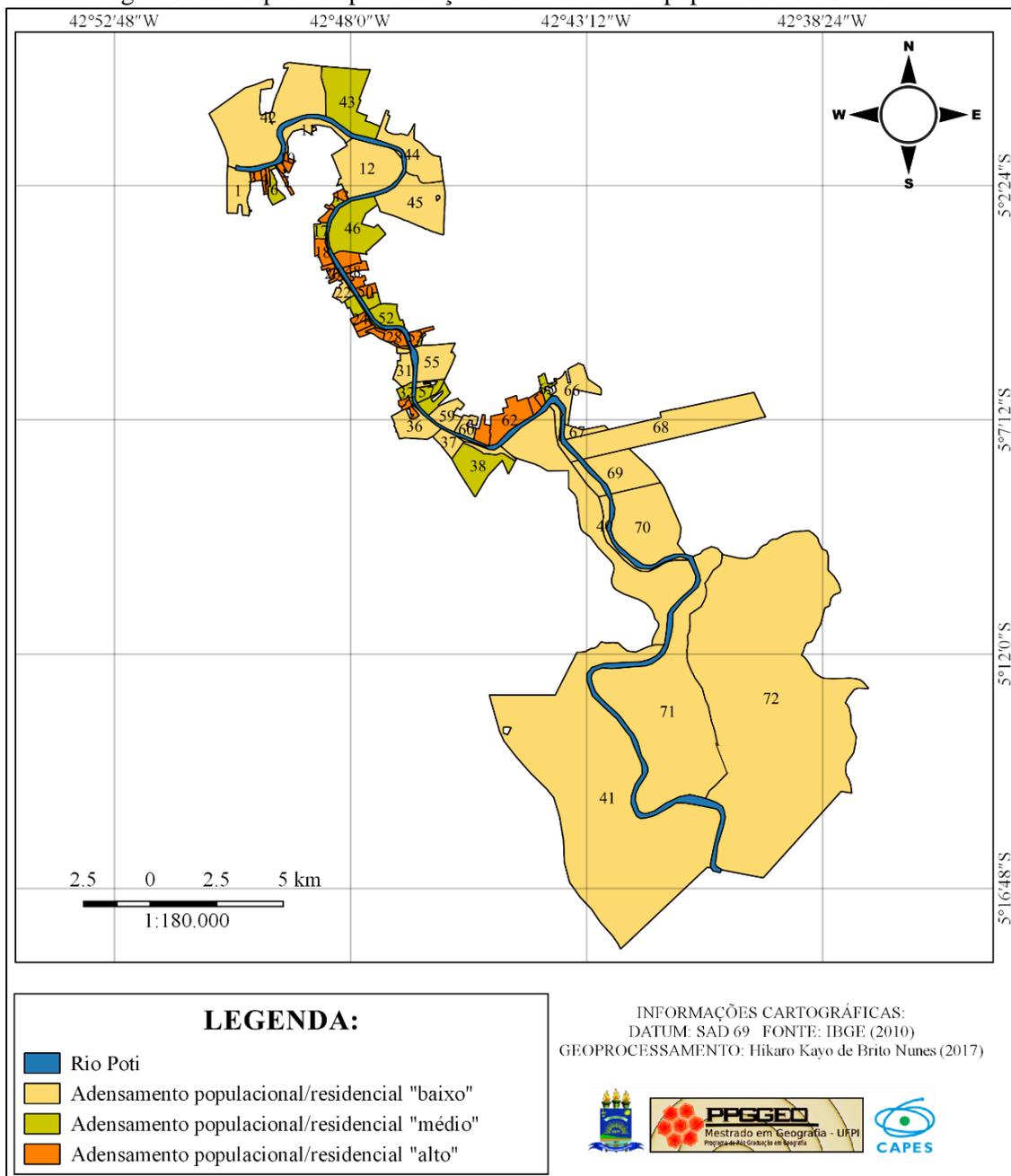
Figura 53 – Adensamento populacional/residencial (classe “alto”) no setor 50 (bairro Jóquei)



Fonte: *Google Earth* (2017). Adaptado pelo autor (2017)

Em termos gerais, 35% dos setores foram identificados na classe de adensamento populacional/residencial “baixo”, seguido de 19% com a classe de “médio” adensamento populacional/residencial e 46% de “alto” adensamento populacional/residencial, conforme espacialização visualizada na figura 54. Esses valores estão relacionados ainda com o grau de ocupação da área, além de inferir quais setores são mais propícios a grandes danos (ou fenômenos) ambientais e os que poderão ter o maior número de consequência negativa no aspecto socioeconômico.

Figura 54 – Mapa de espacialização do adensamento populacional/residencial



Fonte: organizado pelo autor (2017)

Os valores obtidos denotam preocupação posto que 65% da área de estudo apresenta adensamento populacional que varia de médio a alto, implicando assim, em áreas construídas, que ensejam a ampliação de espaços impermeabilizados que favorecem o escoamento e ampliam a vulnerabilidade ambiental.

e. Atividade de mineração (variável 5)

Para Griffith (1980), a atividade de mineração é a que mais contribui para a modificação do espaço geográfico, afetando, sobremaneira, não só o local a ser minerado como o seu entorno, o que provoca impactos na água, no ar, no solo e subsolo, bem como a paisagem como um todo e a própria população. Daí receber atenção especial nas normativas que tratam da conservação do meio ambiente, como a Resolução CONAMA nº 10/1990 que dispõe sobre normas específicas para o licenciamento ambiental de extração mineral, classes I, III a IX.

Em Teresina, de acordo com Pfaltzgraff (2010) e Correia Filho e Moita (1997), os minerais mais comumente extraídos são: calcário; argila; granito; diabásio; areia; seixo e massará. Na área de estudo destaca-se a mineração de seixos, areias, argilas e massarás para a construção civil e indústria cerâmica o que provoca intensos problemas ambientais.

Conforme Sales (2015), as atividades se concentram ao longo do rio Poti, onde é realizada a dragagem de areia e lavagem de seixo, bem como a extração do massará nos chamados “barreiros”. Essas atividades, dentre outras coisas, contribuem para o aumento do desmatamento, rebaixamento dos níveis topográficos (alteração no relevo) e auxílio para o assoreamento nos corpos hídricos e a consequente alteração nos processos hidrológicos e sedimentológicos.

Nessa variável (atividades de mineração) os setores censitários foram agrupados em duas classes “existente” (peso 1) e “inexistente” (peso 0).

Foram identificados com base em análise de imagens de satélite e atividades de campo 15 setores censitários onde há extração mineral, a saber: 10, 11, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 41 (localizados na margem esquerda) e 43, 60, 66 e 71 (localizados na margem direita). Os bairros onde estão localizados esses pontos são os seguintes: São Francisco, Mocambinho, Três Andares, Catarina, São Lourenço, Santo Antônio e parte da zona Rural (margem esquerda). E os bairros Comprida e São Sebastião localizados na margem direita, além de áreas da zona Rural nessa margem (figura 55). É necessário ressaltar que

há concentração de áreas de mineração na região Sul, perfazendo os bairros Catarina, São Lourenço e Santo Antônio.

Figura 55 – Áreas de extração mineral. Em A, extração de areia no setor 41 (Povoado Cebola, zona Rural) e em B, extração de massará no setor 37 (Bairro São Lourenço, região Sul)



Fonte: pesquisa direta (2017)

O quadro 11 apresenta de forma resumida os principais impactos decorrentes da atividade em toda a área de estudo. É importante frisar que, mesmo sendo uma variável ambiental, esta é perfeitamente associada aos aspectos socioeconômicos, e, por esse motivo, este soma-se ao referido quadro.

Quadro 11 – Impactos ambientais decorrentes da atividade de mineração

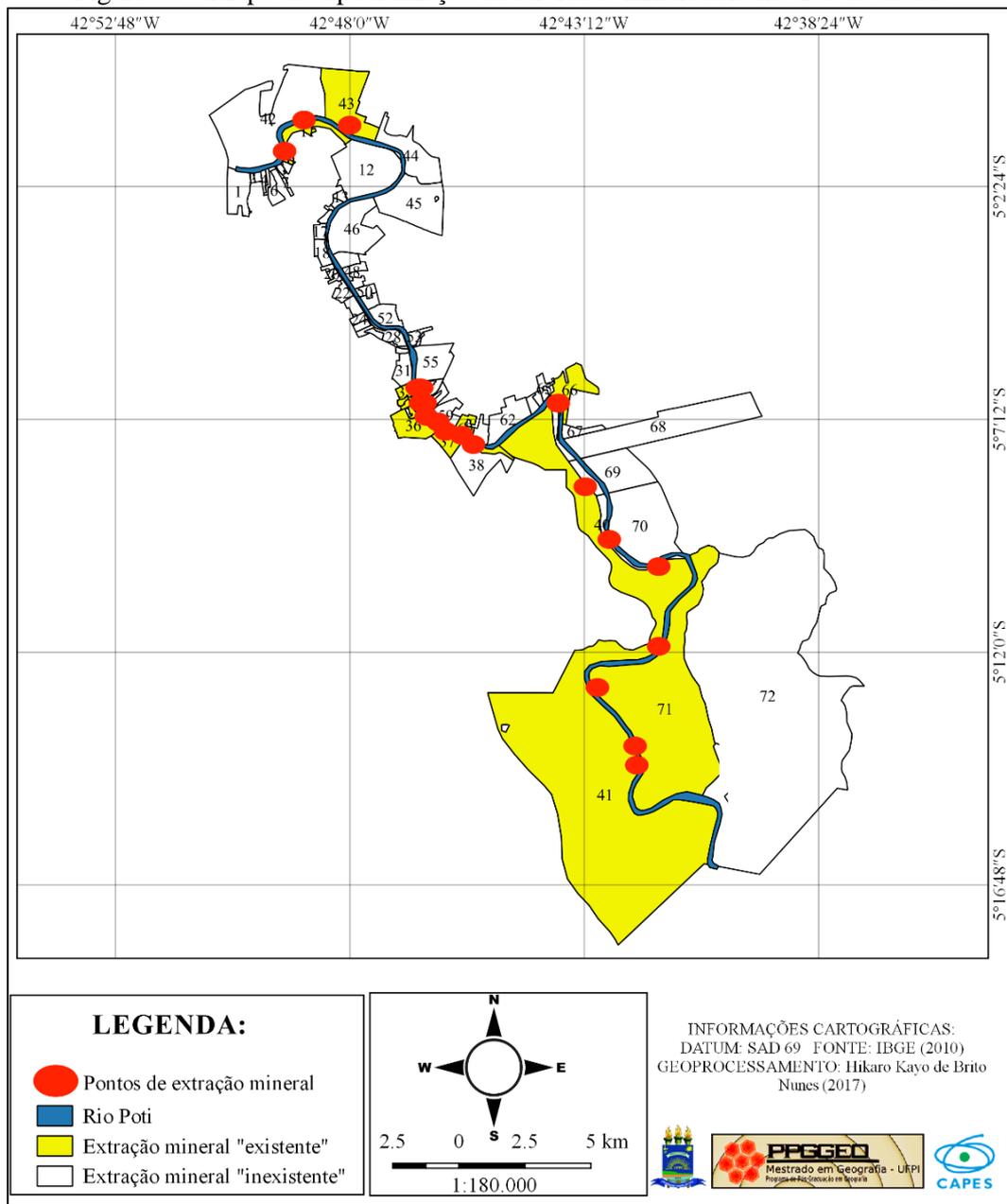
Meio físico	
Alteração da qualidade do ar	Presença de cortes e aterros
Geração de ruídos e vibrações	Alteração da paisagem
Geração de resíduos sólidos	Interferências nos cursos d'água
Geração e aceleração de processos erosivos	Alteração da drenagem superficial
Perda da camada superficial	Alteração da qualidade da água
Meio biótico	
Evasão da fauna e coleta de animais	Destruição de habitats
Aumento da caça	Interferência no equilíbrio ecológico
Interferências em espécies (flora) protegidas por lei	
Meio antrópico	
Pressão sobre a infraestrutura viária, básica	Aumento da arrecadação de tributos
Pressão sobre a demanda de bens, serviços e moradia	Otimização dos serviços
Risco a saúde dos trabalhadores	Incremento da dinâmica da renda
Risco de acidentes com trabalhadores e comunidade	Geração de expectativa
Geração de empregos diretos e indiretos	

Fonte: adaptado de Sales (2015)

Como verificado no quadro 11, a atividade de mineração atinge várias esferas (física, biótica e antrópica) de forma integrada e conflituosa. Nesse sentido, há

preocupantes casos na relação sociedade e natureza como forma de conflito ambiental¹⁴, como os conflitos estudados por Viana (2014) tendo como locus de estudo a cidade de Teresina. A figura 56 apresenta a espacialização da atividade mineradora na área de estudo.

Figura 56 – Mapa da espacialização da atividade mineradora na área de estudo



Fonte: organizado pelo autor (2017)

¹⁴ Este conceito está sendo cada vez mais utilizado nas Ciências Sociais. Martinez-Alier (1997) argumenta que esses conflitos são ecológicos e distributivos, enquanto Goldman (1998) argumenta que esses conflitos estão engendrados às questões dos direitos de propriedade, da terra, florestas, campos, propriedade intelectual, águas, ecossistemas, genes, espaços urbanos, etc.

Torna-se válido afirmar que a vulnerabilidade ambiental decorrente da atividade de mineração é crítica nos setores apontados na figura acima, haja vista o processo degradacional neles existentes. Cabe ressaltar ainda que cerca de 21% dos setores censitários possui características de vulnerabilidade ambiental diretamente relacionadas a essa atividade produtiva.

f. Presença de bancos de areia (variável 6)

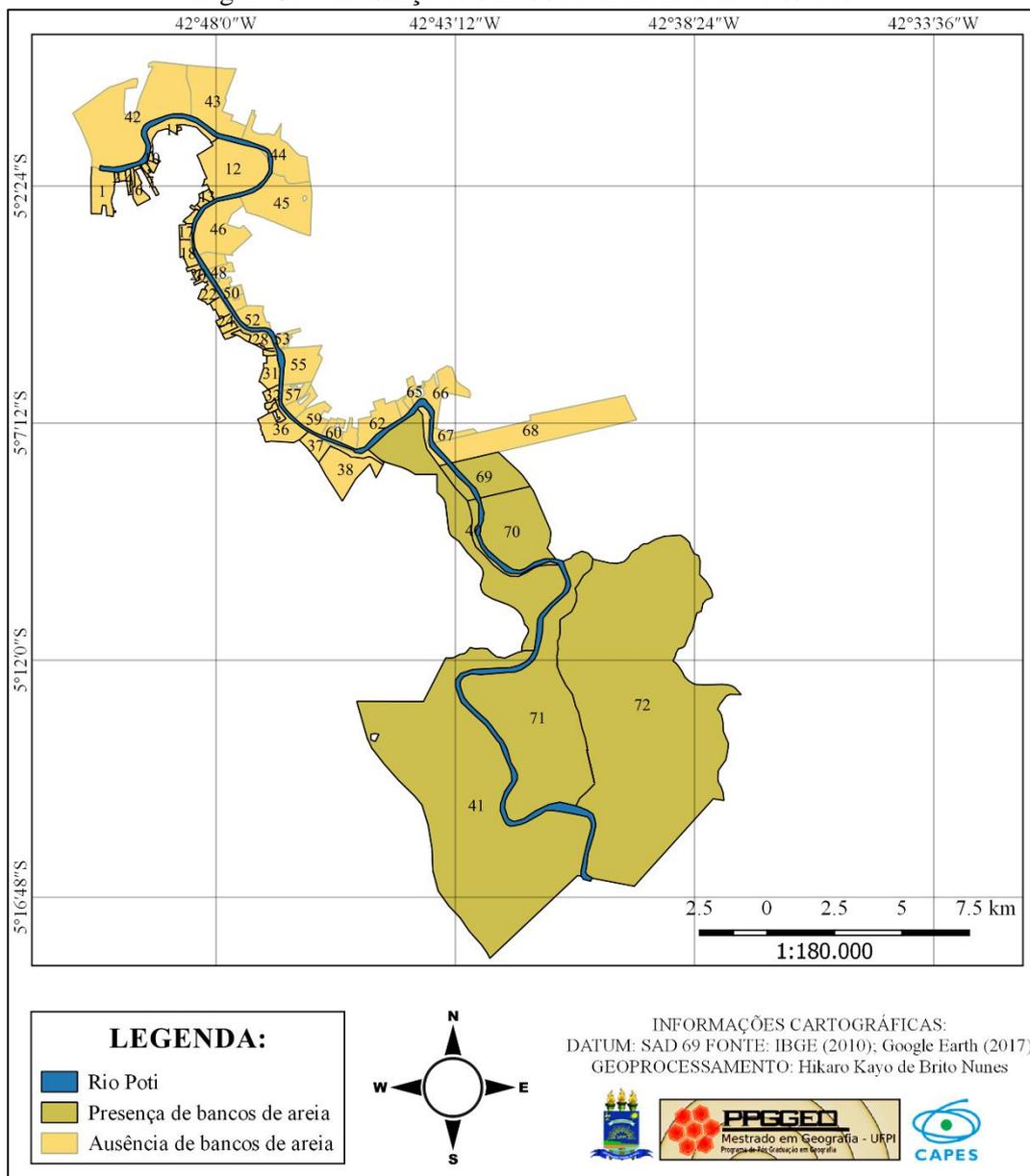
A interpretação sobre essa variável referir-se-a ao aspecto erosivo haja vista o processo de acumulação de sedimentos e à própria dinâmica de vazão do rio.

A formação desses bancos de areia, resulta da erosão laminar nos interflúvios, bem como da interferência antrópica. Estes processos de modo conjunto provocam o desprendimento do material oriundos das taludes marginais e o conseqüente lançamento (transporte de partículas do solo) dos mesmos ao canal fluvial, de modo a favorecer a formação desses aluviões (bancos de areia ou depósitos de material aluvionar).

Nessa variável, os setores censitários foram divididos em dois grupos, bancos de areia “ausente” (peso 0) e “presente” (peso 1). A discussão se dá com base no segundo grupo. Os bancos de areia foram identificados através de imagens de satélite e expedições *in loco* em seis setores censitários, a saber: 69, 70, 71 e 72, na margem direita, e os setores 40 e 41 na margem esquerda, compreendendo um percentual de aproximadamente 8% do total de setores da área de estudo.

Espacialmente, os setores se concentram no bairro Santo Antônio (região Sul de Teresina) e na zona rural do município, com destaque para os bancos de areia localizados na margem direita do rio Poti (figura 57).

Figura 57 – Presença de bancos de areia na área de estudo



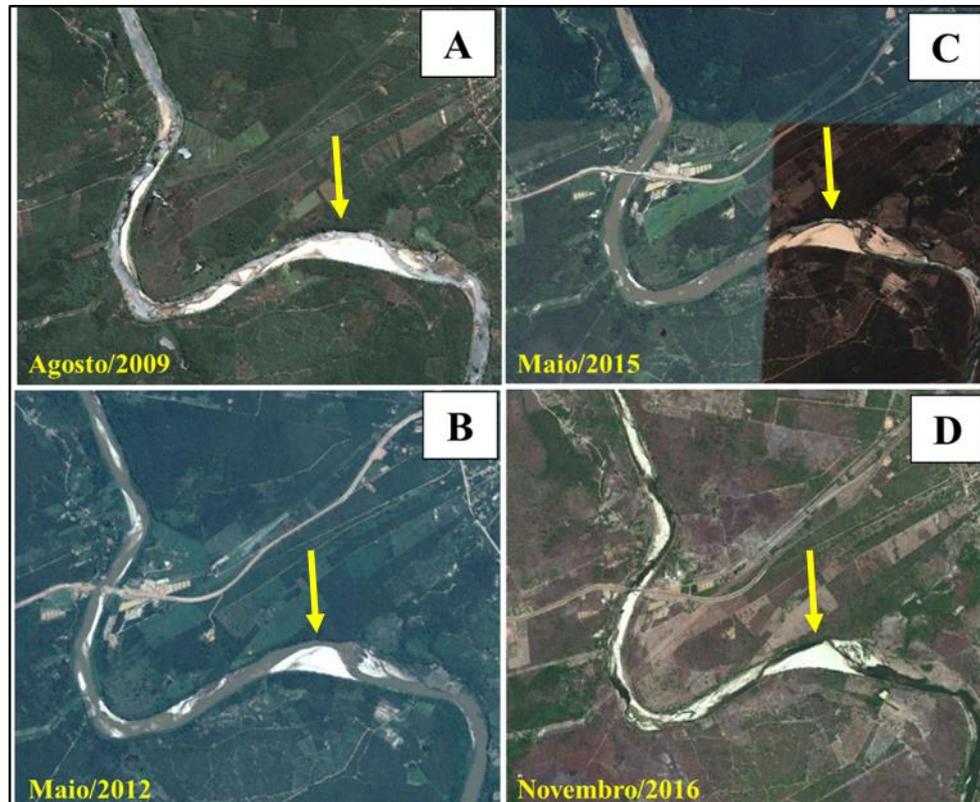
Fonte: organizado pelo autor (2017)

Pode-se inferir que a concentração desses bancos de areia na zona rural do município tem relação com a quantidade de meandros, o que facilita a acumulação e o depósito de sedimentos, além do deságue de riachos ao longo do rio que contribuem para o aumento do volume d'água. Ressalta-se ainda o fato do rio Parnaíba barrar as águas do Poti, e, desse modo, favorecer o aumento da lâmina d'água e a aparente diminuição de bancos de areia no rio Poti, principalmente na zona urbana.

Sobre os bancos de areia situados na zona rural, merece destaque o depósito situado entre os setores 41 e 71 (Figura 58). A análise temporal entre 2009 a 2016 permitiu inferir a permanência do mesmo. Foram constatadas mudanças apenas em seu volume

nos distintos meses do ano resultado da vazão diferenciada do rio Poti nas estações chuvosa e seca.

Figura 58 – Levantamento da dinâmica temporal (2009-2012-2015-2016) de banco de areia na zona Rural de Teresina



Fonte: *Google Earth* (2009; 2012; 2015; 2016). Adaptado pelo autor (2017)

Como verificado na figura 58, nota-se uma variação, apesar de tímida, do tamanho do banco de areia, tornando-se menos aparente nos meses de maio, tanto de 2012 quanto de 2015.

g. Qualidade da água (variável 7)

O Índice de Qualidade da Água (IQA) foi empregado como forma de diagnosticar a qualidade ambiental do rio Poti, considerando os dados dos parâmetros (físicos, químicos e biológicos).

No que se refere à classificação do rio Poti quanto à Resolução CONAMA nº 357 (BRASIL, 2005), ele foi enquadrado na classe 2 das águas doces, podendo ser destinadas ao abastecimento humano (com o devido tratamento), à proteção das

comunidades aquáticas, à recreação de contato primário, à irrigação e à aquicultura e atividades de pesca.

Sobre a espacialização, os dados a serem discutidos serão os mais atuais e disponibilizados pelo LASAM/UFPI, conforme a seguinte classificação: “excelente” com IQA entre 80 e 100 (peso 1); “bom” com IQA entre 52 e 79 (peso 2); “regular” com IQA entre 37 e 51 (peso 3); “ruim” com IQA entre 20 e 36 (peso 4); e “muito ruim” com IQA entre 0 e 19 no IQA (peso 5).

Os pesos foram atribuídos de acordo com a média aritmética das sazonalidades seca e chuvosa de 2016 junto aos setores censitários do entorno (tabela 09).

Tabela 09 – Média aritmética do IQA nas sazonalidades seca e chuvosa de 2016

Sazonalidade		Pontos X Média aritmética do IQA						
		P-0	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6
2016	Seco	85	82	74	72	63	57	64
	Chuvoso	72	71	69	66	64	58	66
	Média	79	77	72	69	63	58	65
		CORES DE REFERENCIA		Excelente	Bom	Regular		

Fonte: Laboratório de Saneamento da UFPI. Organizado pelo autor (2017)

Na análise da média aritmética foram encontradas apenas duas classes (pesos), “bom” e “regular”. Apenas os setores 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 e 21 (margem esquerda) e 46, 47, 48 e 49 (margem direita) foram classificados como de IQA regular, portanto peso 3. Nestes setores encontram-se parte dos bairros Água Mineral, Primavera, Morro da Esperança, Ininga e Fátima. Os demais setores foram classificados como de IQA “bom”, conseqüentemente peso 2 (figura 59).

Como verificado na figura 59, a espacialização dos valores de IQA se dá de maneira relativamente uniforme, exceto alguns setores localizados em trechos da região Centro-Norte e Leste.

Em termos quantitativos, 18% dos setores censitários tiveram classificação de IQA “regular”, o que está intimamente relacionado não só com a dinâmica pluviométrica, como principalmente pelas características degradacionais do rio, tornando-o vulnerável frente à questão sanitária, despejo de lixo nas margens, extração mineral, desflorestamento da mata ciliar, formas de uso da terra, impermeabilização da terra e expansão urbana além de condicionantes naturais que são elementos fundamentais na qualidade hídrica (figuras 60 e 61).

Figura 60 – Ponto de lançamento de esgoto no setor 28 (bairro Ilhotas, na margem esquerda do rio Poti)



Fonte: pesquisa direta (2017)

Figura 61 – Rio Poti no trecho localizado no setor 19 (bairro Primavera), em destaque ponto de lançamento de esgoto



Fonte: pesquisa direta (2017)

Por conseguinte, as características químicas, físicas e biológicas da água do rio Poti sofrem significativamente pressões antrópicas ao passo que as coletas adentram o ambiente urbano.

h. Lixo a céu aberto (variável 8)

Considerando esta variável, os setores foram agrupados em 3 classes: “pouco visível” (com peso 1); “em alguns pontos” (peso 2); e “facilmente visível” (peso 3).

Na classe “pouco visível” foram identificados 26 setores censitários (12, 18, 19, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 30, 31, 41, 42, 45, 46, 50, 51, 52, 55, 56, 57, 68, 69, 70, 71 e 72) situados nos seguintes bairros: Embrapa, Primavera, Porenquanto, Cabral, Frei Serafim, Ilhotas, Cristo Rei, Santa Rosa, Zoobotânico, Ininga, Jóquei, Noivos, São Raimundo,

Beira Rio e todos os setores censitários localizados na zona rural do município (figura 62).

Figura 62 – Descarte de lixo no setor censitário 31 (bairro Cristo Rei, região Sul de Teresina)



Fonte: pesquisa direta (2017)

Classificados como de visibilidade do lixo em alguns pontos, foram identificados 31 setores censitários (2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 20, 21, 32, 33, 34, 37, 38, 39, 40, 43, 44, 47, 48, 49, 53, 54, 58, 65, 66 e 67) e fazem parte das seguintes áreas: bairros Poti Velho, Alto Alegre, São Francisco, Mocaminho, Água Mineral, Morro da Esperança, Três Andares, Santo Antônio, Aroeiras, Pedra Mole, Fátima, São João, Tancredo Neves, São Sebastião e Bom Princípio, abarcando assim, todas as regiões administrativas da cidade (figura 63).

Figura 63 – Descarte de lixo no setor censitário 48 (bairro Fátima, região Leste de Teresina)



Fonte: pesquisa direta (2017)

Sobre a classe “facilmente visível”, foram identificados um total de 15 setores censitários (1, 4, 5, 16, 17, 28, 29, 35, 36, 59, 60, 61, 62, 63 e 64) abarcando áreas dos seguintes bairros que margeiam o rio Poti: Olarias, Poti Velho, Água Mineral, Ilhotas, Catarina, Comprida, Extrema, Redonda e Parque Poti. Nessa classe foram encontrados setores localizados nas regiões Centro-Norte, Sul e Sudeste, com um predomínio desta primeira (figura 64).

Figura 64 – Descarte de lixo no setor censitário 28 (bairro Ilhotas, região Centro-Norte de Teresina)



Fonte: pesquisa direta (2017)

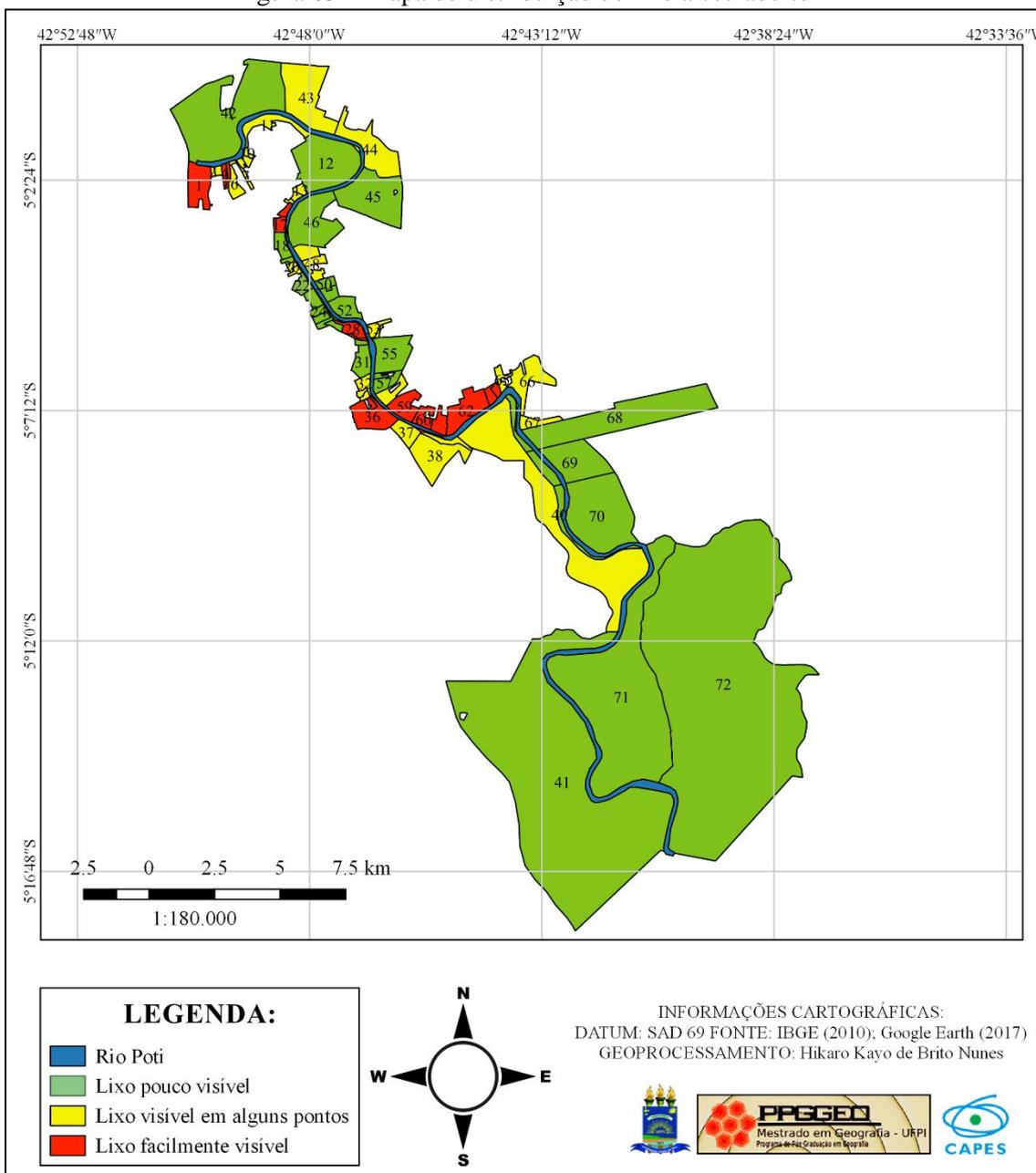
Na área de estudo, a materialidade dos descartes de lixo tornou-se mais nítida nos setores localizados na periferia da zona urbana, principalmente naqueles localizados nas regiões Centro-norte e Sudeste, e, por meio de fenômenos de interação e acumulação, expressam situações de risco e vulnerabilidade ambiental associados a degradação ambiental.

As ameaças relacionadas à problemática de lixo vão desde a poluição do solo, da água e do ar à concentração de vetores e doenças. Soma-se ainda o fato de que, além de contribuir para o déficit da qualidade ambiental, há diminuição da qualidade de vida da população, há danos paisagísticos e riscos de aumento da intensidade/agravamento de inundações e alagamentos, além do transporte do lixo pela água e o entupimento de bueiros e esgotos.

Apesar da existência de diversas formas de destinar esses materiais, a área de estudo (figura 65) apresenta carências a esse respeito, seja no depósito deliberado de lixo

a céu aberto, seja na atuação da limpeza pública e presença de transportes para a sua coleta.

Figura 65 – Mapa de distribuição do lixo a céu aberto



Fonte: organizado pelo autor (2017)

A partir do mapa, nota-se a intensidade da quantidade de lixo a céu aberto na região Centro-Norte da área de estudo, além de pontos na região Sudeste, estando, portanto nestas áreas as maiores vulnerabilidades ambientais encontradas.

Em nível percentual, 36% dos setores censitários foram categorizados como de lixo “pouco visível”, ante 43% e 21% das categorias “em alguns pontos” e “facilmente visível”, respectivamente.

i. Esgoto a céu aberto (variável 9)

Nessa variável os setores foram agrupados nas mesmas classes da variável lixo a céu aberto, a saber: “pouco visível” (com peso 1); “em alguns pontos” (peso 2); e “facilmente visível” (peso 3).

Na classe “pouco visível”, foram identificados 14 setores censitários (24, 25, 26, 27, 41, 42, 47, 48, 49, 68, 69, 70, 71 e 72) situados nos seguintes bairros: Frei Serafim; Ilhotas; Santa Rosa e Fátima; além dos setores localizados na zona rural do município. Consta-se, deste modo, um serviço de esgotamento sanitário mais eficaz em poucos bairros da área de estudo, com destaque para o bairro de Fátima, região Leste, na margem direita, possuindo três setores (47, 48 e 49) identificados com pouca existência de esgoto a céu aberto (figura 66).

Figura 66 – Esgoto a céu aberto no setor censitário 47 (bairro Fátima, região Leste de Teresina) com destaque para o sentido do escoamento



Fonte: pesquisa direta (2017)

Classificados como de visibilidade de esgoto a céu aberto em alguns pontos, foram identificados 26 setores censitários: 11, 12, 13, 14, 18, 19, 22, 23, 30, 31, 37, 38, 39, 40, 45, 46, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58 e 59. Os mesmos estão dispostos nos seguintes bairros: Mocambinho, Embrapa, Água Mineral, Primavera, Porenquanto, Cabral, Cristo

Rei, São Lourenço, Santo Antônio, Zoobotânico, Ininga, Jóquei, Noivos, São João, São Raimundo, Beira Rio, Tancredo Neves e Comprida (figura 67).

Figura 67 – Esgoto a céu aberto no setor censitário 13 (bairro Água Mineral, região Centro-norte de Teresina) com destaque para o sentido do escoamento



Fonte: pesquisa direta (2017)

Sobre a classe “facilmente visível” foram identificados 32 setores censitários (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 15, 16, 17, 20, 21, 28, 29, 32, 33, 34, 35, 36, 43, 44, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66 e 67) abarcando áreas dos seguintes bairros que margeiam o rio Poti: Olarias, Poti Velho, Alto Alegre, São Francisco, Água Mineral, Morro da Esperança, Ilhotas, Três Andares, Catarina, Aroeiras, Pedra Mole, Extrema, Redonda, Parque Poti, São Sebastião e Bom Princípio, localizados em todas as regiões administrativas, com destaque para aqueles setores localizados na região Sudeste (figura 68).

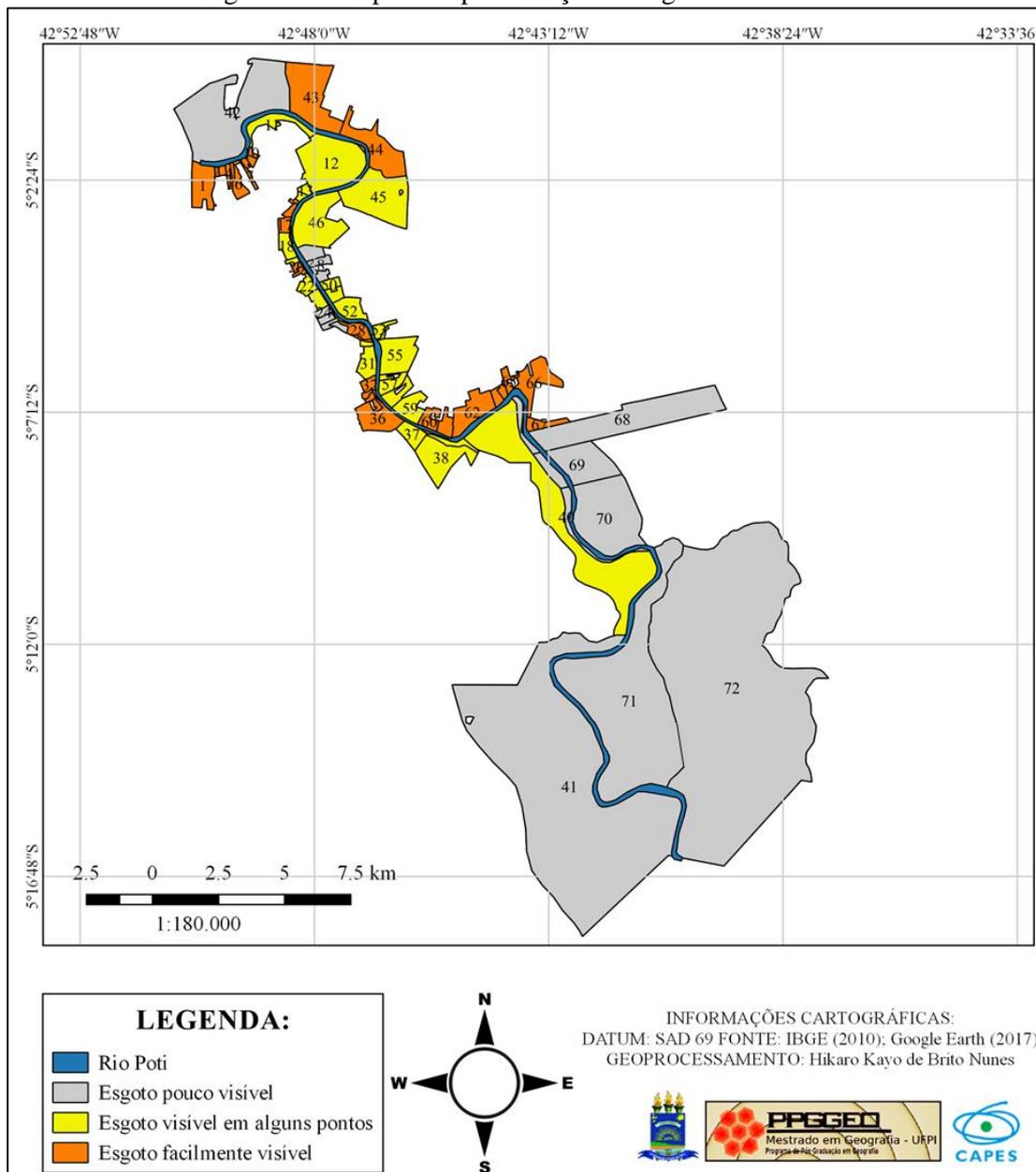
Figura 68 – Esgoto a céu aberto no setor censitário 63 (bairro Parque Poti, região Sudeste de Teresina) com destaque para o sentido do escoamento



Fonte: pesquisa direta (2017)

Percentualmente, as classes dessa variável indicaram 19% dos setores com classe “pouco visível”, 36% “em alguns pontos” e 45% como “facilmente visível” (figura 69). Conclui-se, com estes dados, que a cobertura do esgotamento sanitário de Teresina é irrisória diante do tamanho da população e da cidade, e, principalmente dada a necessidade dessa infraestrutura com vista a melhoria de vida e da saúde das populações urbanas.

Figura 69 – Mapa de espacialização do esgoto a céu aberto



Fonte: organizado pelo autor (2017)

De acordo com a AGESPISA, na área de estudo apenas cinco bairros (Ininga, Fátima, Jóquei, Noivos e São João) que correspondem a parte dos setores 46, 47, 48, 49,

50, 51, 52 e 53, são beneficiados com esgotamento sanitário enquanto cerca de 25 bairros da área estão desprovidos de saneamento, estando previsto em projetos para construção o atendimento a apenas mais seis bairros na área de estudo, são eles: Primavera, Morro da Esperança, Porenquanto, Cabral, Ilhotas e Três Andares.

Tais dados podem ser relacionados com a qualidade da água do referido rio, principalmente a montante dos bairros com inexistência de esgotamento deixando as pessoas já vulneráveis socialmente expostas a riscos de saúde e problemas na qualidade de vida ficando evidente segundo Iniguez e Oliveira (1996, p. 2) que a “dimensão ambiental penetra no social”.

j. Inundação (variável 10)

Por meio da análise interpretativa da Carta de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundação elaborada pelo Serviço Geológico Brasileiro (CPRM), foi possível identificar, na área de estudo, os setores que possuem riscos de inundação e conseqüente vulnerabilidades ambientais a esse fenômeno.

No estudo foram elencadas três classes que foram adotadas na análise do presente estudo (CPRM, 2014). Na classe “alta” estão as áreas com amplitudes e declividades muito baixas, estando presentes os terrenos planos situados junto as drenagens e na planície de inundação, mal drenados e com nível d’água subterrâneo aflorante a raso. Inclui-se também áreas com altura até 6 m em relação ao nível da drenagem fluvial e presença de solos hidromórficos.

Na classe “média”, estão trechos com relevo de planícies aluviais, com amplitudes e declividades baixas e altura entre 6 e 10m em relação ao nível da drenagem fluvial. Quanto ao aspecto pedológico, são terrenos argilo-arenosos, drenados e com nível subterrâneo raso a pouco profundo, caracterizados como solos hidromórficos e não hidromórficos.

Na classe “baixa”, as características são as seguintes: a) relevo de colinas com rios nas áreas de entalhamento fluvial; b) amplitudes e declividades baixas; c) terrenos areno-siltosos, drenados e com nível d’água subterrâneo pouco profundo; d) altura acima de 6 m em relação ao nível da drenagem fluvial; e e) solos não hidromórficos.

Tanto no relatório técnico quanto nesse estudo serão consideradas a presença do rio Poti e a malha de drenagem da área como todo. No caso desse estudo levando em consideração a área vulnerável e a área total dos setores censitários. Acrescenta-se, além

do mais, que os pesos adotados no estudos são: peso 1 (classe baixa), peso 2 (classe média), e peso 3 (classe alta).

Na classe “baixa” (peso 1) foram identificados três setores censitários, a saber: 41 (margem esquerda) e os setores 71 e 72 (margem direita). Salienta-se que ambos estão localizados na zona rural de Teresina e, o seu grau de inundação baixa está relacionado com a altura das margens (figura 70), além da própria característica pedológica e de drenagem.

Figura 70 – Perfil topográfico transversal entre os setores 41 e 71



Fonte: Google Earth (2017) adaptado pelo autor (2017).

Como verificado, nota-se a elevação entre os setores censitários com o rio Poti. Se comparados, pode-se constatar também que o setor 41 por ter elevação maior (92m a máxima) é menos suscetível a sofrer riscos de inundação, ante 76m do setor 71. No aspecto percentual aproximadamente 4% dos setores censitários estão enquadrados nessa classe.

Na classe “média” (peso 2) foram identificados sete setores censitários, na margem direita (44, 46, 68 e 69) distribuídos nos bairros Pedra Mole, Ininga e dois setores na zona rural, e na margem esquerda (38, 39 e 40) localizados no bairro Santo Antônio. E, assim como as outras classes, detém características no que se refere a declividade e altura sobre o nível da drenagem fluvial (figura 71).

Figura 71 – Perfil topográfico transversal do setor 38



Fonte: Google Earth (2017) adaptado pelo autor (2017).

O perfil topográfico do setor 38 (bairro Santo Antônio) demonstra a relação da altitude do relevo da área e a própria inclinação em direção ao canal fluvial. E, se comparado com a margem oposta nota-se que este é mais vulnerável à inundação, haja vista ser possuidor de uma topografia mais baixa e próxima a lâmina d'água. Cerca de 8% dos setores censitários possuem susceptibilidade média para inundação.

Na classe de susceptibilidade “alta” de inundação (peso 3), foram identificados 62 setores censitários, distribuídos nas margens direita (42, 43, 44, 45, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67 e 70) e esquerda (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36 e 37). Logo, pela grande quantidade, há de se relacionar a espacialização dos mesmos, no que se refere às regiões administrativas de Teresina, todas (Centro-Norte, Sul, Sudeste, Leste e Rural) possuem setores censitários enquadrados na categoria de alta susceptibilidade a inundação.

Sobre os bairros, estão relacionados os seguintes: Olarias, Poti Velho, Alto Alegre, São Francisco, Mocambinho, Embrapa, Água Mineral, Primavera, Morro da Esperança, Porenquanto, Cabral, Frei Serafim, Ilhotas, Cristo Rei, Três Andares, Catarina, e São Lourenço (todos na margem esquerda), além de Santa Rosa, Aroeiras, Pedra Mole, Zoobotânico, Fátima, Jóquei, Noivos, São João, São Raimundo, Beira Rio, Tancredo Neves, Comprida, Extrema, Redonda, Parque Poti, São Sebastião, Bom Princípio e um setor na zona rural (todos na margem direita). Dessa forma, 88% dos setores censitários estão na classe de “alta” inundação (figura 72).

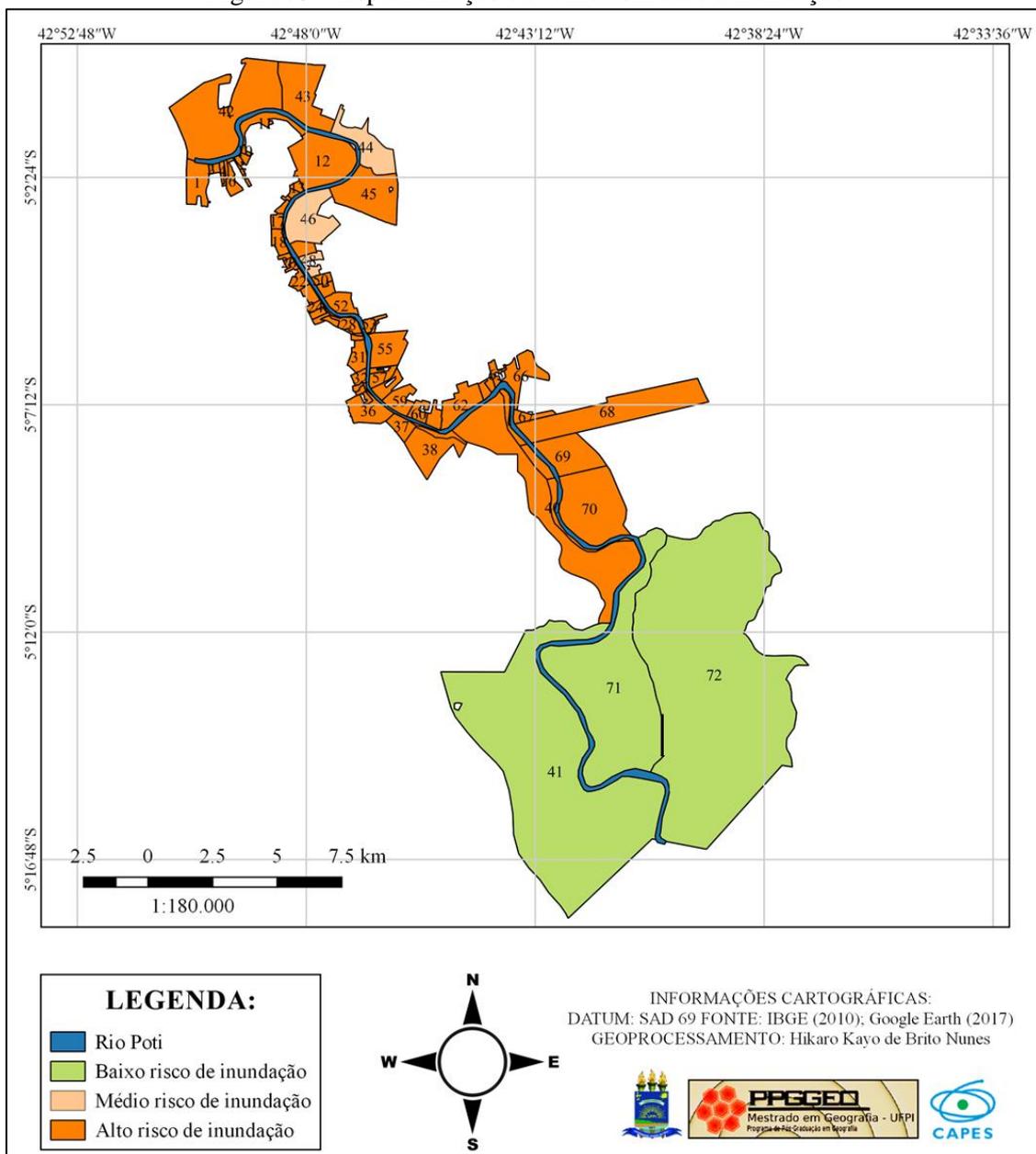
Figura 72 – Inundações em Teresina/Piauí no ano de 2009. Em A, Parque Municipal Encontro dos Rios (setor 01) e em B, setor 63



Fonte: Uchôa (2016) e Costa (2012)

A figura 73 apresenta, o mapa de vulnerabilidade ambiental considerando a variável susceptibilidade a inundações da área de estudo.

Figura 73 – Espacialização da vulnerabilidade à inundação



Fonte: organizado pelo autor (2017)

Conforme verificado na figura 73, a medida que o rio Poti adentra o espaço urbano de Teresina a vulnerabilidade a inundações é intensificada. Isso deve-se ao fato principalmente da alta concentração de edificações nas áreas ribeirinhas (como já discutido na variável que trata sobre adensamento populacional/residencial), além do fenômeno de represamento das águas do Poti pelo rio Parnaíba (já discutido na seção sobre corpos hídricos e na caracterização ambiental da área de estudo), intensificando os riscos já existentes nos setores 1 e 42.

k. Alagamento (variável 11)

Em estudo realizado pela Assistência Militar/Defesa Civil do município de Teresina são monitorados aproximadamente 52 áreas que, quando do acontecimento de intensa precipitação pluviométrica associada a drenagem urbana deficitária, há o acometimento de alagamentos na área. Nessa variável do IVA, os setores foram agrupados em duas classes com seus respectivos pesos quando do risco de alagamento “presente” (peso 1) e “ausente” (peso 0). Na discussão que se segue será abordada a classe de risco “presente” de alagamento.

A variável alagamento é um reflexo de um somatório de elementos como: uso; ocupação e cobertura da terra; declividade; impermeabilização do solo; intensidade pluviométrica; descarte de lixo em locais inadequados; má qualidade ambiental de espaços urbanos; carência da drenagem urbana; dentre outros. Sobre as consequências, pode-se citar as seguintes: danos a características fisiográficas; transporte de lixo/sujeira para rios e lagoas; contaminação/poluição e ameaça à saúde pública.

Na área de estudo foram identificados 31 setores censitários que possuem o risco de alagamento, são eles: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 26, 27, 28, 29, 32, 33, 34, 35, 36 (localizados na margem esquerda do rio Poti) e 50, 51, 52, 65 e 66 (localizados na margem direita do Poti). Os bairros que estão inseridos são: Olarias, Poti Velho, Alto Alegre, Água Mineral, Primavera, Morro da Esperança, Porenquanto, Ilhotas, Três Andares, Catarina, Jóquei (figura 74), Noivos e São Sebastião.

Figura 74 – Ponto de alagamento no setor entre os setores 50 e 51 (bairro Jóquei)

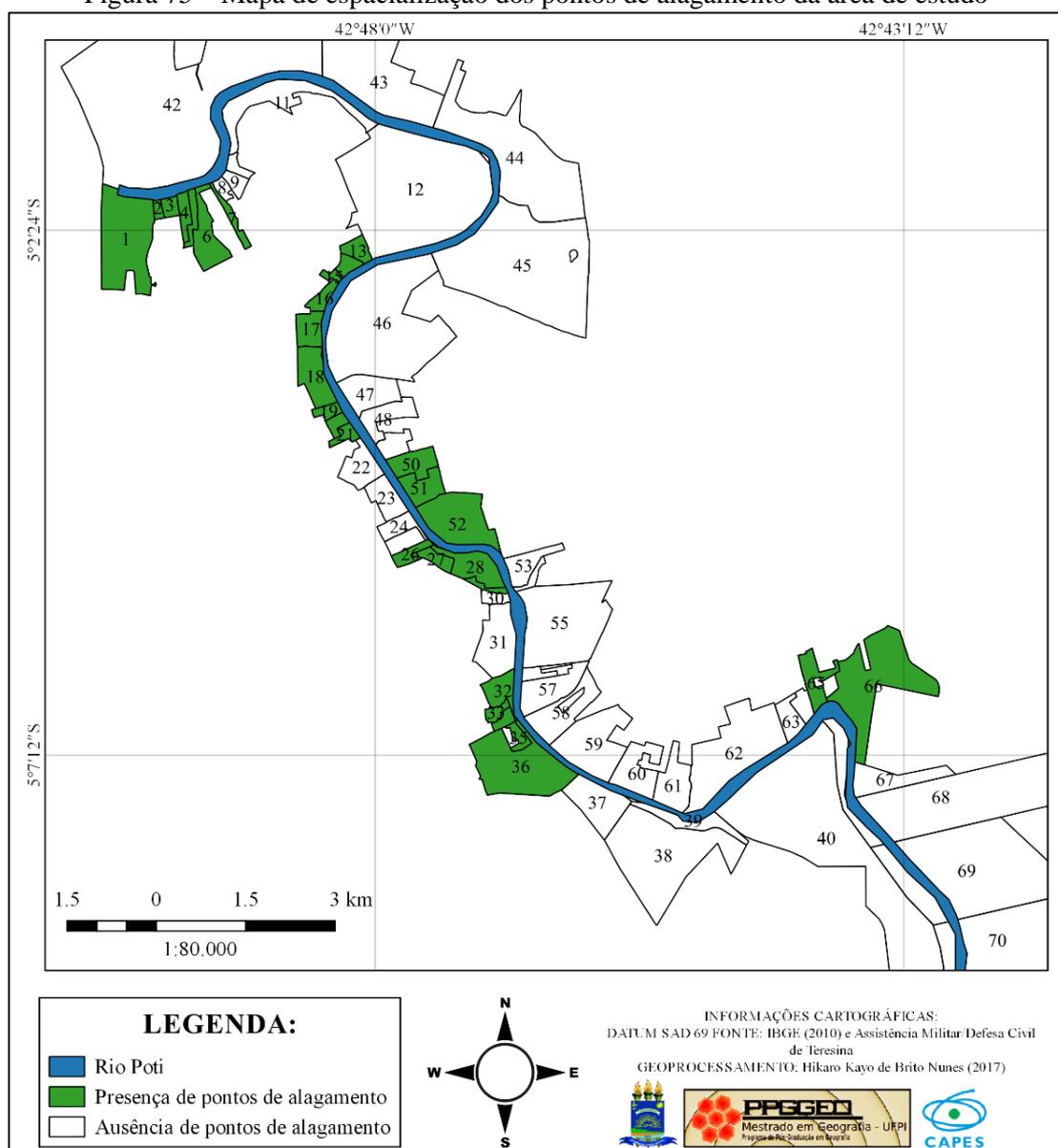


Fonte: PORTAL AZ (2008)

Baseados na figura 74, pode-se inferir que nos setores em destaque há uma quantidade significativa de danos tangíveis e intangíveis, diretos e indiretos, com destaque para a perturbação no cotidiano dos moradores e riscos de doenças. Tais riscos são evidenciados pelo processo de urbanização que intensifica a compactação da terra o que ocasiona a impermeabilização da mesma, ocasionando o aumento da velocidade do escoamento superficial da água.

Diante da problemática, a periculosidade e vulnerabilidade da área de estudo à ocorrências de alagamentos, tornou-se necessário um levantamento da probabilidade temporal e suscetibilidade espacial desta variável que é exposta na figura 75.

Figura 75 – Mapa de espacialização dos pontos de alagamento da área de estudo



Fonte: organizado pelo autor (2017)

Como verificado, a presença de pontos de alagamento se concentra em maior parte na margem esquerda do rio Poti, e localizados na sua maioria na região Centro-Norte de Teresina, próximo a confluência do rio Parnaíba.

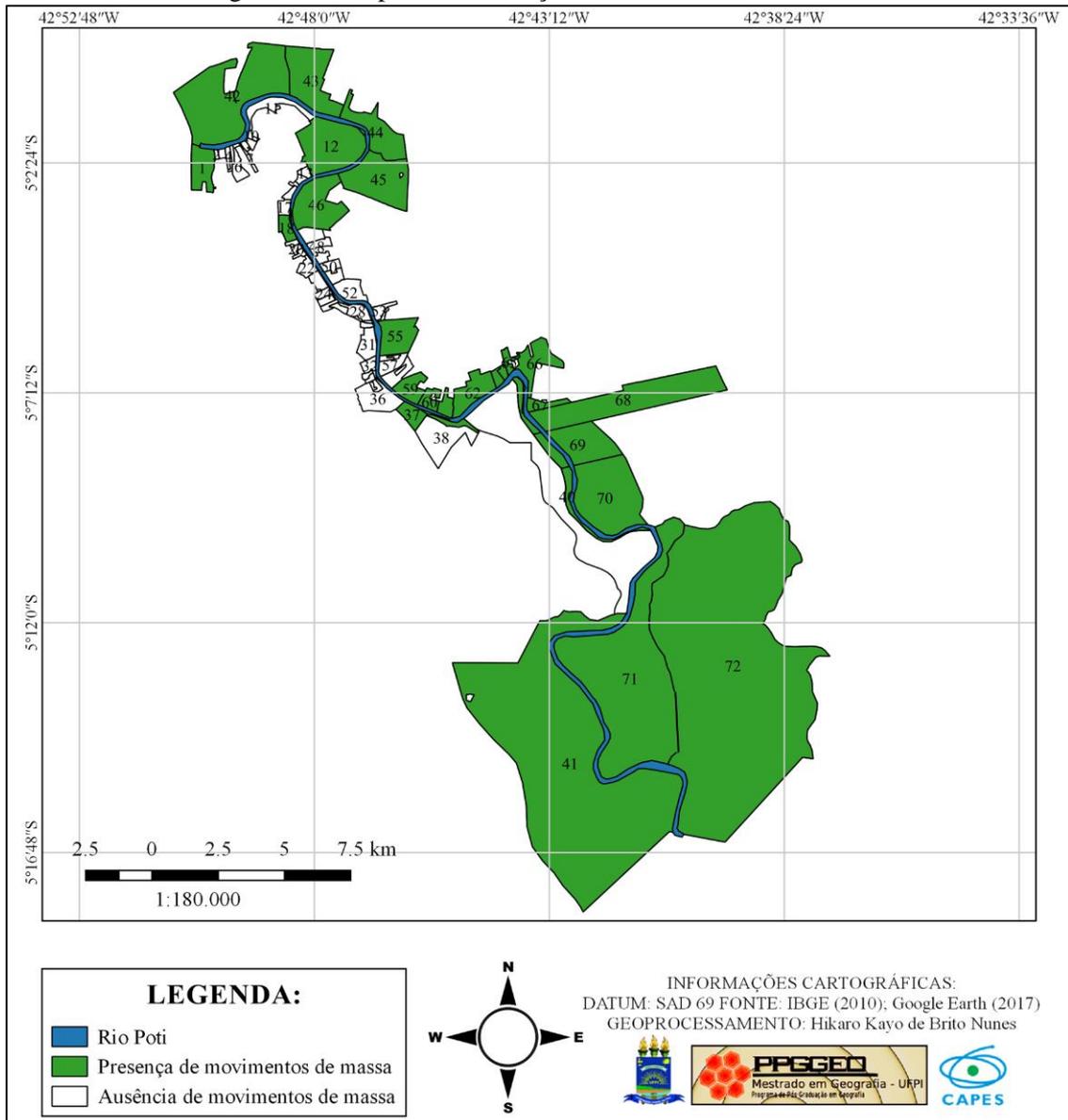
I. Movimento de massas (variável 12)

Para reconhecimento dos setores censitários que possuem movimentos de massas fez-se uso do mapeamento realizado pela CPRM, o mesmo utilizado na discussão da inundação em Teresina. Em CPRM (2014) as feições associadas a movimentos gravitacionais de massa e processos correlatos são os seguintes: a) ravina/voçoroca indicativa de suscetibilidade local/pontual decorrente de processos erosivos que podem induzir movimentos gravitacionais de massa; b) alagado/área úmida e; c) depósito de acumulação de pé de encosta (tálus e/ou colúvio) suscetível a movimentação lenta (rastejo) ou rápida (deslizamento).

No presente estudo essa variável foi abordada em dois grupos, movimentos de massa “presente” e “ausente”, com os pesos 1 e 0, respectivamente. Nesse sentido, a discussão centrará atenções nos setores que obtiveram peso 1, 26 setores censitários no total, perfazendo 36% do total de setores da área de estudo.

Os setores onde há movimento de massa são os seguintes: 01, 12, 18, 37, 39, 40 e 41 (margem esquerda) e 42, 43, 44, 46, 55, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71 e 72 (margem direita) localizados nos bairros: Olarias, Embrapa, Primavera, São Lourenço, Santo Antônio, e parte da zona rural na porção Sul da área de estudo, bem como: Santa Rosa, Pedra Mole, Aroeiras, Ininga, São Raimundo, Comprida, Extrema, Redonda, Parque Poti, São Sebastião, Bom Princípio e os setores da zona rural na porção Sudeste da área de estudo (figura 76).

Figura 76 – Mapa de distribuição dos movimentos de massa



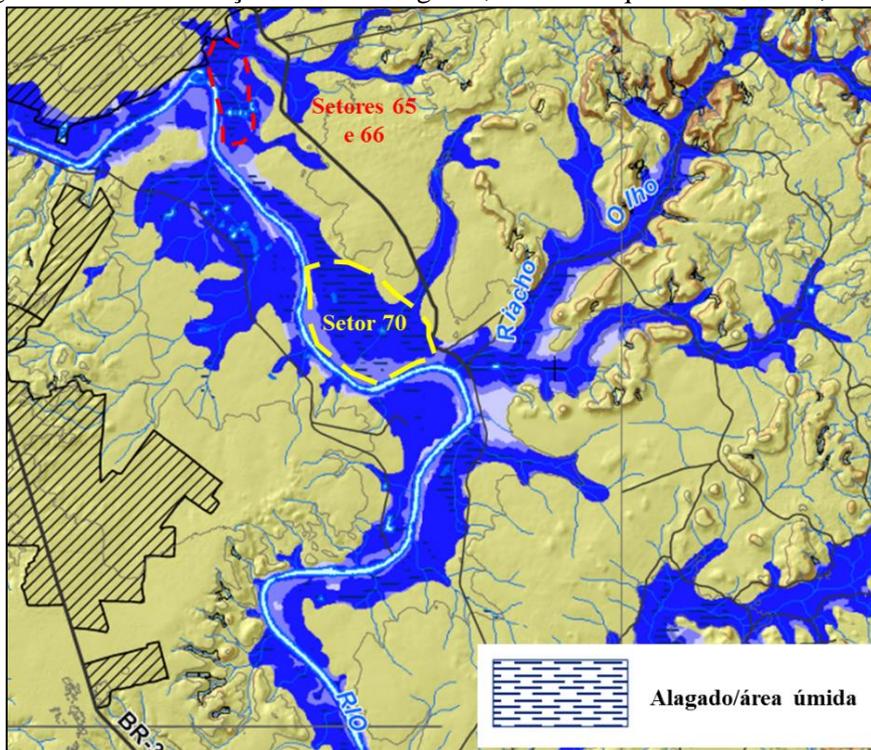
Fonte: organizado pelo autor (2017)

Percebe-se, assim, a quantidade de setores localizados na zona rural que possuem movimentos de massa principalmente no que se refere a áreas alagadas/ úmidas, além de uma maior quantidade na margem direita do Poti, se comparado com a margem esquerda. Dessa forma, esses movimentos de massa ocasionam a movimentação de rochas ou sedimentos na superfície, tratando-se, assim, de um processo geomorfológico em que há o depósito de materiais em áreas mais baixas (de acordo com a ação da gravidade).

É necessário destacar, ainda, que no setor 42 foi encontrada ravina indicativa de suscetibilidade decorrentes de processo erosivo e de atividade de extração mineral. Sobre as áreas alagadas, há uma concentração maior no encontro dos rios Poti e Parnaíba e em

alguns meandros localizados principalmente no bairro São Sebastião (setores 65 e 66) e setor 70 (figura 77).

Figura 77 – Concentração de áreas alagadas, com destaque os setores 65, 66 e 70



Fonte: CPRM (2014) modificado pelo autor (2017)

Análise do IVA

Ao fim da etapa de tabulação dos dados e atribuição dos respectivos pesos de acordo com os setores censitários e as variáveis ambientais, procedeu-se a soma de todas as variáveis por setor e o agrupamento por classes do Índice de Vulnerabilidade Ambiental (IVA), em “Alta”, “Média” e “Baixa”, conforme tabela 10. As notas variaram no intervalo compreendido entre 13 e 23 na escala do IVA.

Tabela 10 – Classificação do Índice de Vulnerabilidade Ambiental (IVA) por setor censitário

SETORES	VALOR	CLASSE	SETORES	VALOR	CLASSE	SETORES	VALOR	CLASSE
4	23	ALTA	8	20	MÉDIA	71	17	MÉDIA
33	23	ALTA	9	20	MÉDIA	23	16	BAIXA
35	23	ALTA	21	20	MÉDIA	30	16	BAIXA
61	23	ALTA	42	20	MÉDIA	40	16	BAIXA
62	23	ALTA	43	20	MÉDIA	44	16	BAIXA
5	22	ALTA	59	20	MÉDIA	51	16	BAIXA
29	22	ALTA	17	19	MÉDIA	55	16	BAIXA
34	22	ALTA	19	19	MÉDIA	67	16	BAIXA
1	21	ALTA	37	19	MÉDIA	70	16	BAIXA
2	21	ALTA	53	19	MÉDIA	22	15	BAIXA
3	21	ALTA	64	19	MÉDIA	38	15	BAIXA
7	21	ALTA	65	19	MÉDIA	46	15	BAIXA
10	21	ALTA	14	18	MÉDIA	56	15	BAIXA
13	21	ALTA	26	18	MÉDIA	57	15	BAIXA
15	21	ALTA	27	18	MÉDIA	58	15	BAIXA
16	21	ALTA	47	18	MÉDIA	68	15	BAIXA
18	21	ALTA	49	18	MÉDIA	69	15	BAIXA
20	21	ALTA	52	18	MÉDIA	72	15	BAIXA
28	21	ALTA	11	17	MÉDIA	31	14	BAIXA
32	21	ALTA	24	17	MÉDIA	41	14	BAIXA
36	21	ALTA	25	17	MÉDIA	45	14	BAIXA
60	21	ALTA	39	17	MÉDIA	12	13	BAIXA
63	21	ALTA	48	17	MÉDIA			
66	21	ALTA	50	17	MÉDIA			
6	20	MÉDIA	54	17	MÉDIA			

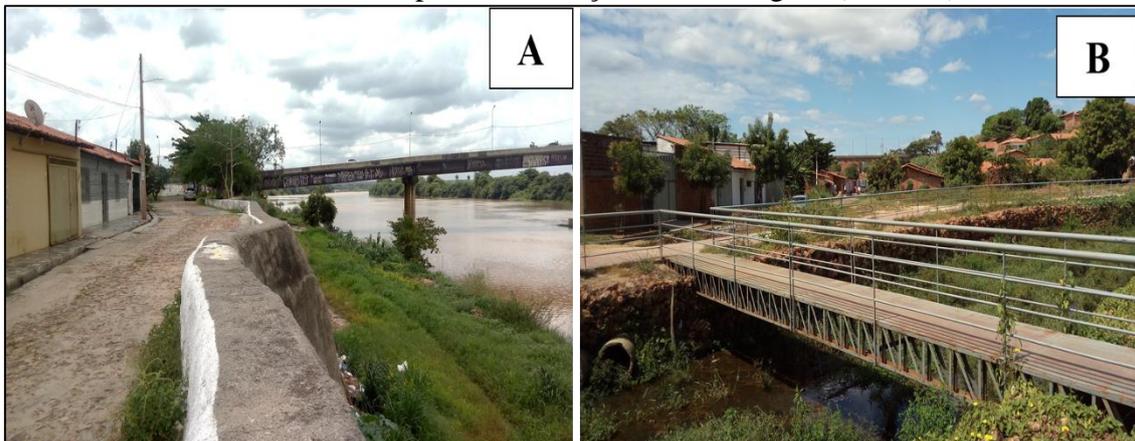
Fonte: o autor (2017).

Conforme resultados expressos na Tabela 10, constata-se que 24 dos 72 setores foram categorizados como de vulnerabilidade ambiental “Alta”, seguido de 27 setores com vulnerabilidade “Média” e 21 setores com IVA “Baixa.

Com Alta vulnerabilidade ambiental estão os seguintes (em ordem numérica crescente): 1, 2, 3, 4, 5, 7, 10, 13, 15, 16, 18, 20, 28, 29, 32, 33, 34, 35, 36, 60, 61, 62, 63 e 66, totalizando aproximadamente 33% dos setores da área de estudo, que obtiveram valores entre 21 e 23 no IVA (figura 79). Os mesmos são encontrados nos seguintes bairros: Olarias, Poti Velho, Alto Alegre, São Francisco, Água Mineral, Primavera, Morro da Esperança, Ilhotas, Três Andares, Catarina, Extrema, Redonda, Parque Poti e São Sebastião.

Nessa classe destacam-se os setores 4 (bairro Poti Velho), 33 (bairro Três Andares), 35 (bairro Catarina), 61 (bairro Extrema) e 62 (bairro São Sebastião) por obterem o maior valor, 23. Esse alto valor deve-se principalmente às seguintes variáveis: lixo e esgoto (ambos com quantidade significativa a céu aberto), além da baixa cobertura vegetal, do intenso adensamento populacional/residencial e da pouca preservação das APP's (figura 78).

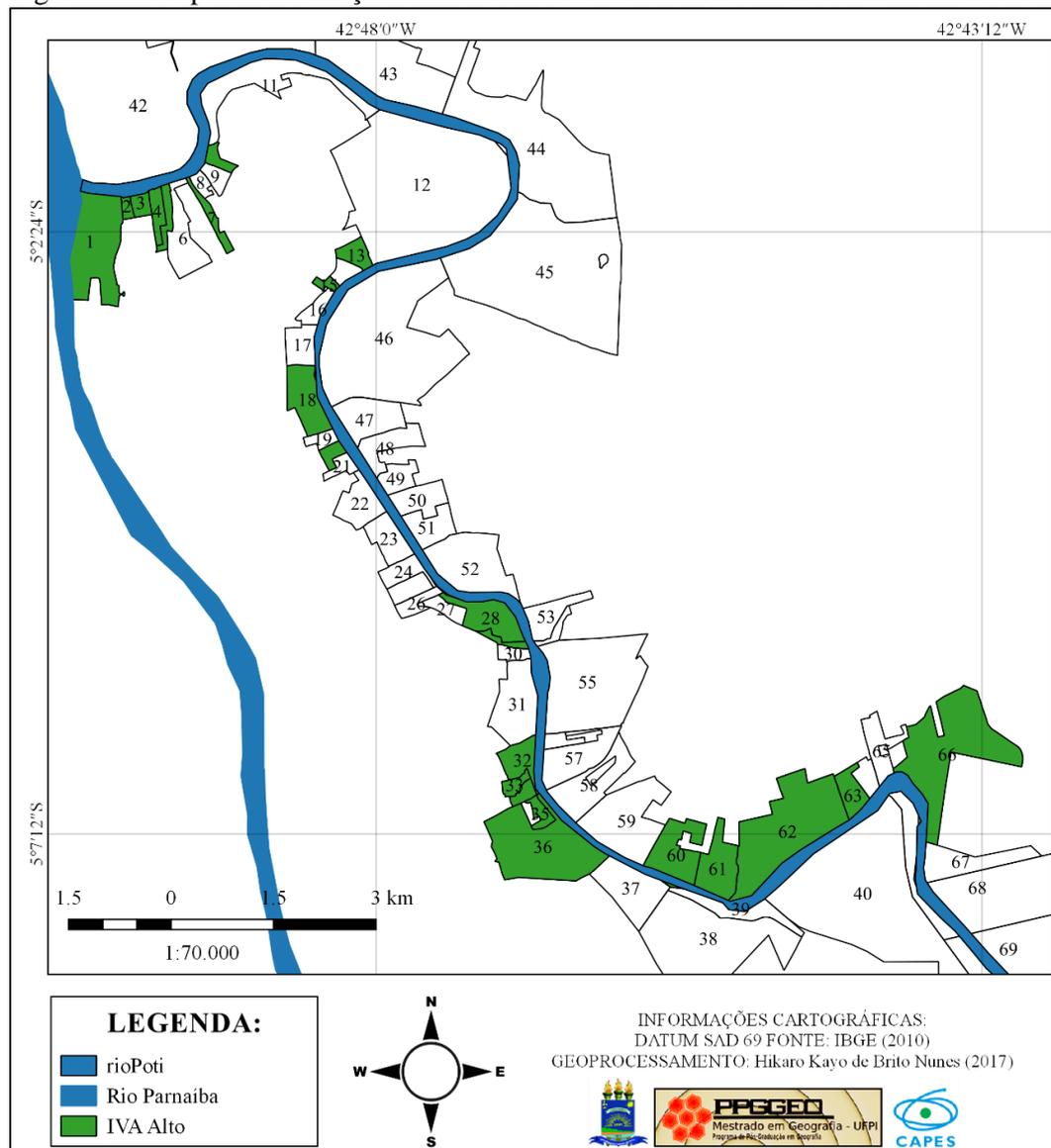
Figura 78 – Setores classificados como alta vulnerabilidade ambiental. Em A, ausência de preservação e respeito à APP (localizado no setor 4); e em B, curso hídrico canalizado e com pontos de lançamento de esgoto (setor 33)



Fonte: pesquisa direta (2017).

A vulnerabilidade ambiental alta pode resultar da incapacidade do meio natural de resistir ou recuperar-se quando expostos a impactos naturais ou aqueles decorrentes de atividades antrópicas.

Figura 79 – Mapa de localização dos setores censitários de Alta vulnerabilidade ambiental



Fonte: organizado pelo autor (2017).

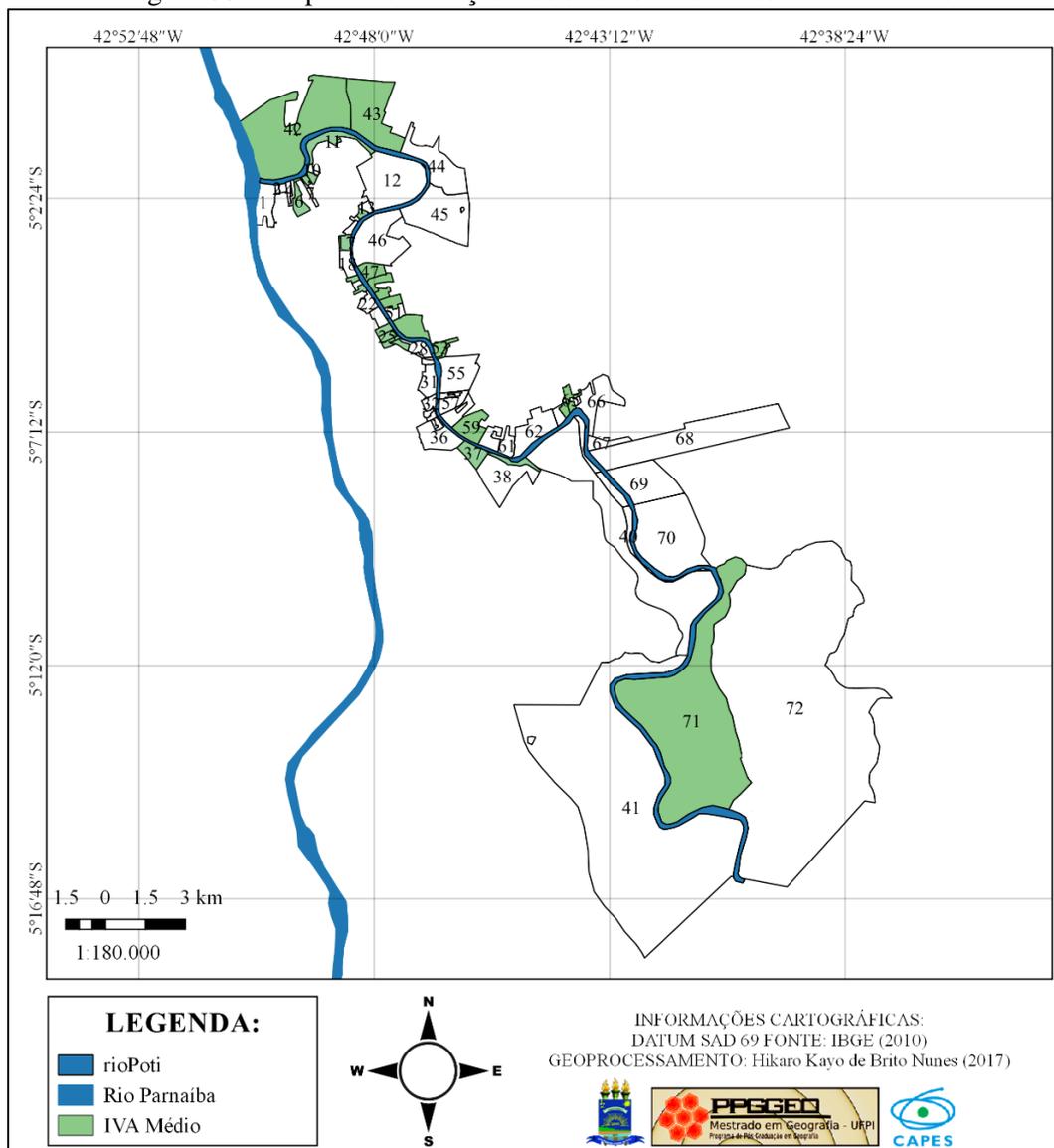
A partir da figura 79, nota-se a concentração das áreas com alta vulnerabilidade ambiental distribuídas na margem esquerda do rio Poti, nas regiões Centro-Norte e Sul, além da concentração na região Sudeste nos setores 60, 61, 62, 63 e 66.

No IVA Médio, foram identificados 27 setores censitários totalizando 38% da área de estudo, a saber (em ordem numérica crescente): 6, 8, 9, 11, 14, 17, 19, 21, 24, 25, 26, 27, 37, 39, 42, 43, 47, 48, 49, 50, 52, 53, 54, 59, 64, 65 e 71. As áreas de IVA médio localizam-se nos bairros: Alto Alegre, São Francisco, Mocambinho, Água Mineral, Primavera, Morro da Esperança, Frei Serafim, Ilhotas, São Lourenço, Santo Antônio, Santa Rosa, Aroeiras, Fátima, Jóquei, Noivos, São João, Comprida, Parque Poti, São Sebastião e uma parte da zona rural localizada na margem direita do rio Poti.

Esses setores obtiveram na classificação valores entre 17 e 20 e estão espacializados conforme a figura 80. Sobre os setores atribuídos com a maior nota destacam-se: 6 (bairro Alto Alegre), 8 e 9 (bairro São Francisco), 21 (bairro Morro da Esperança), 42 (bairro Santa Rosa), 43 (bairro Aroeiras), e 59 (bairro Comprida).

Esse valor deve-se principalmente às seguintes variáveis: proximidade com corpos hídricos, adensamento populacional/residencial, cobertura vegetal, qualidade da água, lixo, esgoto, e situação de preservação/conservação das APP's.

Figura 80 – Mapa de localização dos setores censitários de IVA Médio



Fonte: organizado pelo autor (2017)

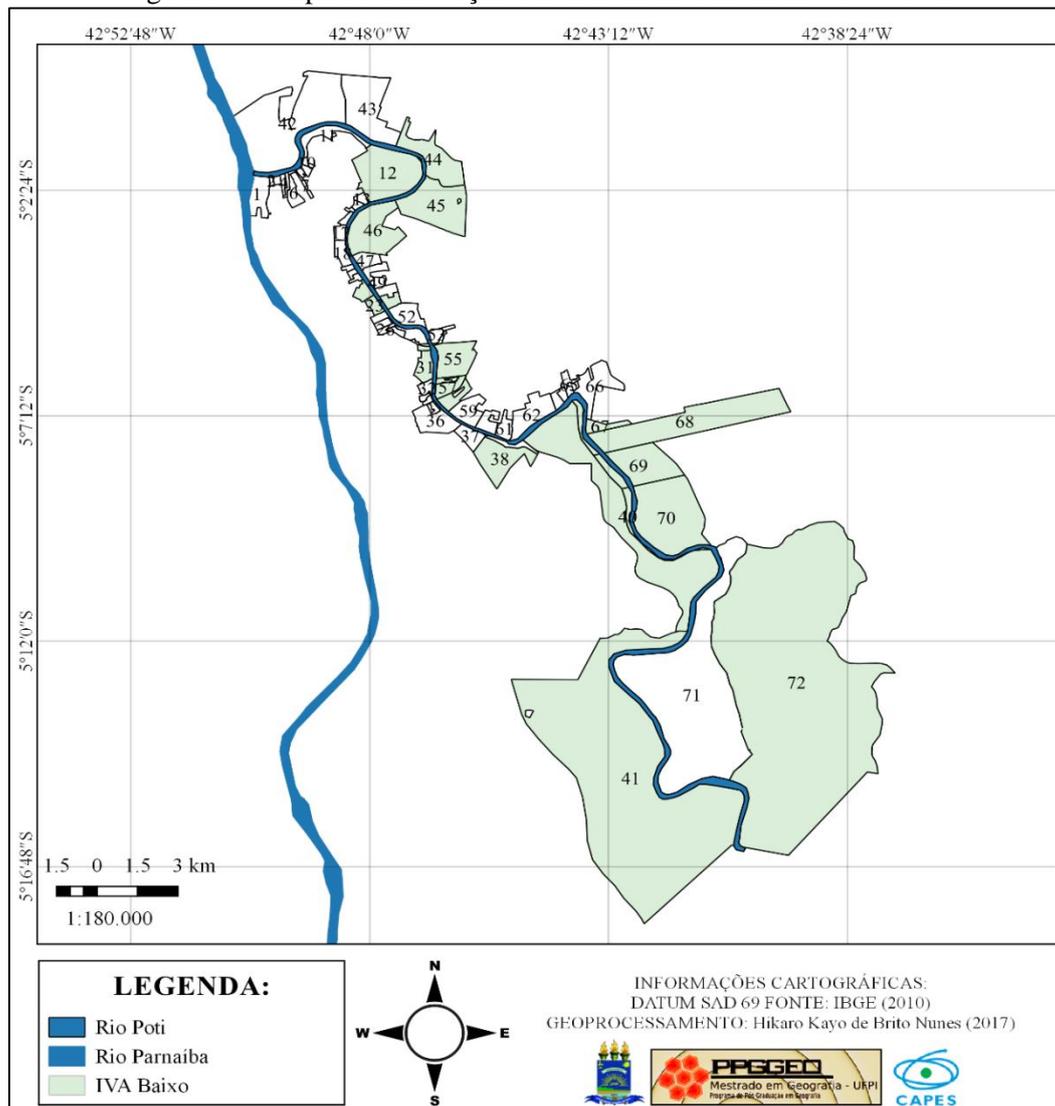
No IVA Baixo, foram identificados 21 setores censitários totalizando 29% da área de estudo, a saber (em ordem numérica crescente): 12, 22, 23, 30, 31, 38, 40, 41, 44, 45, 46, 51, 55, 56, 57, 58, 67, 68, 69, 70 e 72. Os mesmos estão nos seguintes bairros:

Embrapa, Porenquanto, Cabral, Cristo Rei, Santo Antônio, Pedra Mole, Zoobotânico, Ininga, Jóquei, São Raimundo, Beira Rio, Tancredo Neves, Bom Princípio, e 5 setores localizados na zona rural (um na margem esquerda e 4 na margem direita).

Esses setores obtiveram na classificação valores entre 13 e 16. Sobre os setores atribuídos com a maior nota destacam-se: 23 (bairro Cabral), 30 (bairro Cristo Rei), 40 (bairro Santo Antônio), 44 (bairro Pedra Mole), 51 (bairro Jóquei), 55 (bairro São Raimundo), 67 (bairro Bom Princípio), e o setor 70 (zona rural).

Este alto valor deve-se principalmente às seguintes variáveis: movimentos de massa; presença de banco de areia; e inundação. Nestes setores (figura 81) a cobertura vegetal é relativamente elevada assim como o grau de repetibilidade das APP's, além da quantidade de corpos hídricos, garantindo assim um maior equilíbrio ambiental.

Figura 81 – Mapa de localização dos setores censitários de IVA Baixo



Fonte: organizado pelo autor (2017)

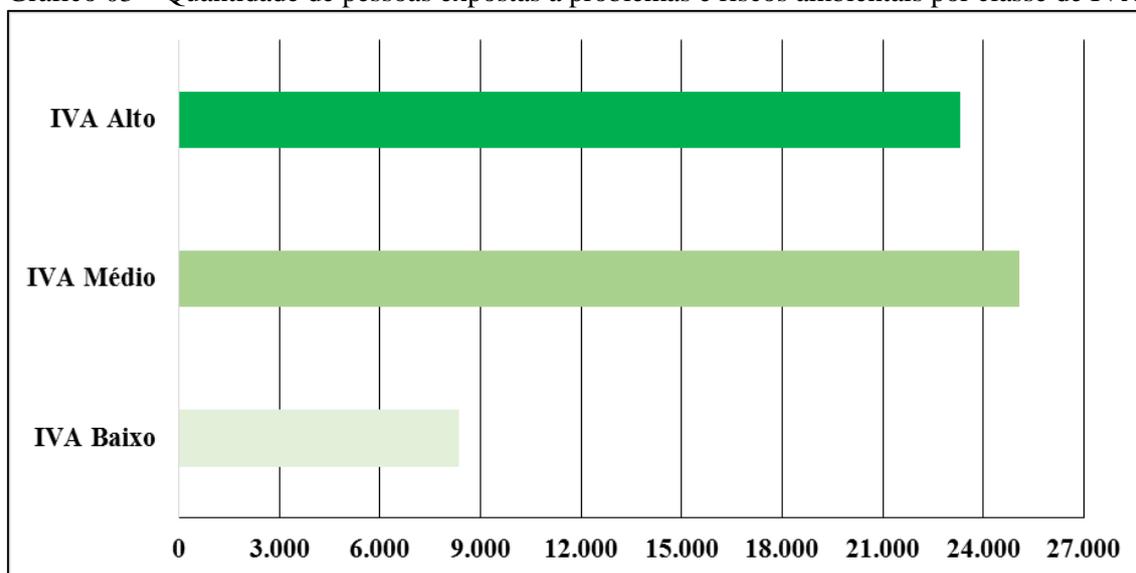
Cabe ressaltar que a capacidade de resiliência desses setores (IVA Baixo) é bem maior que os demais setores, caracterizando, assim, como sistemas de grande capacidade de estabilidade, equilíbrio e principalmente de recuperação.

Dessa maneira, a reflexão aqui pretendida evidencia a exposição da problemática ambiental na área de estudo, haja vista a sua relação com a dinâmica demográfica e socioeconômica. O padrão de vulnerabilidade ambiental em que a área está caracterizada denota o quão a qualidade ambiental da área está saturada, a julgar pela pressão antrópica sobre o ecossistema e sobre a própria paisagem.

Isto posto, o IVA da área de estudo demonstra o reflexo das inter-relações entre a característica ambiental e a pressão antrópica, principalmente relacionada à questão demográfica, de uso, ocupação e cobertura da terra e de infraestrutura urbana.

De forma sinóptica há que se considerar a espacialização da população e das referidas classes de IVA conforme gráfico 03. Do universo de moradores da área, aproximadamente 44% estão expostos a vulnerabilidade ambiental média, seguido de 41% e 15% em IVA alto e baixo, respectivamente.

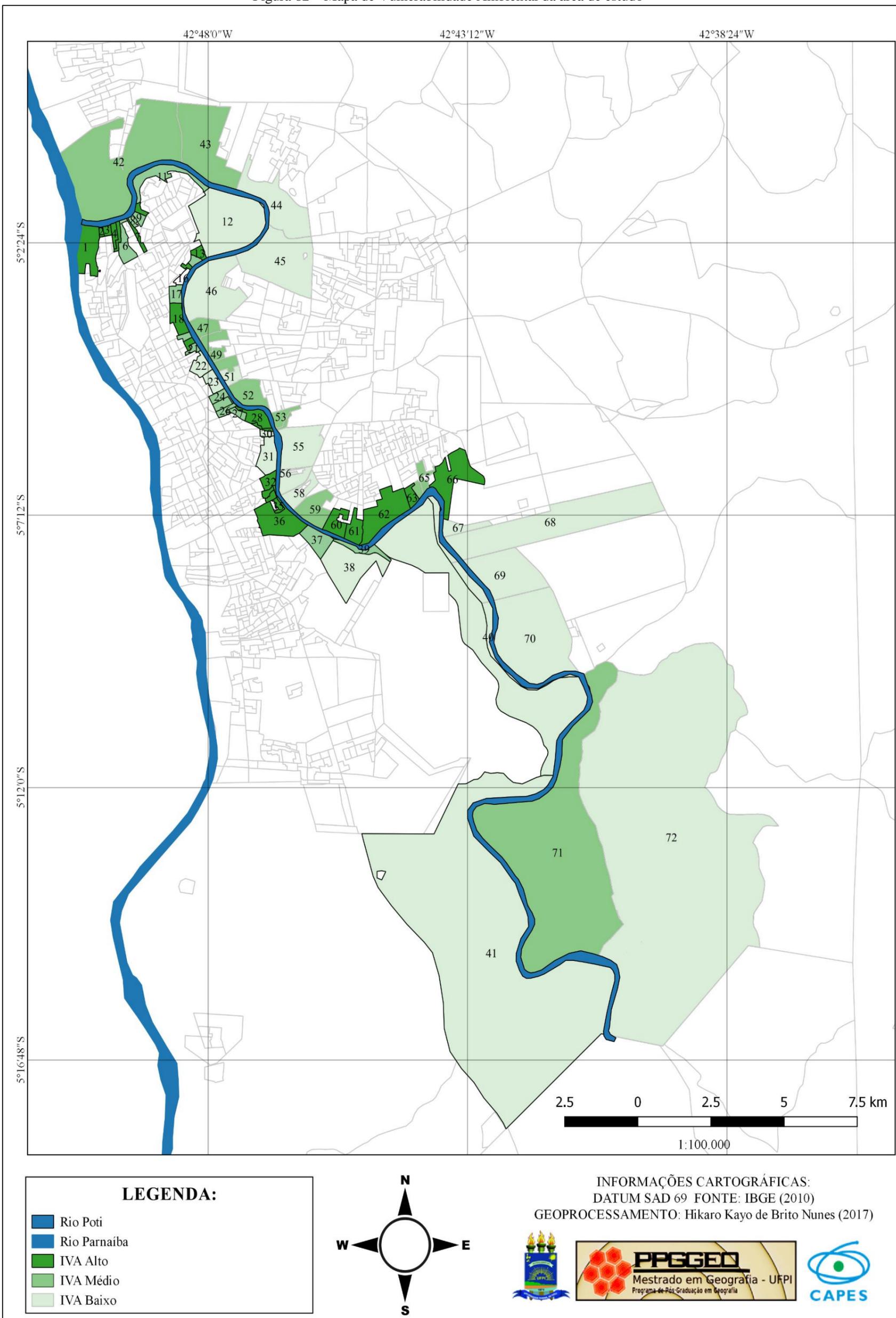
Gráfico 03 – Quantidade de pessoas expostas a problemas e riscos ambientais por classe de IVA



Fonte: o autor (2017).

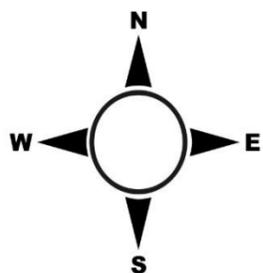
A esse respeito, Rosa e Silva (2008) argumentam que para enfrentar tais problemas, há a necessidade de intensificar as análises que articulam os aspectos físicos e humanos na avaliação de riscos de fenômenos naturais e sociais, na identificação de populações vulneráveis e no desenvolvimento de procedimentos que eliminem os efeitos dos possíveis danos. A figura 82 apresenta a síntese da espacialização do IVA nos setores censitários.

Figura 82 – Mapa de Vulnerabilidade Ambiental da área de estudo



LEGENDA:

-  Rio Poti
-  Rio Parnaíba
-  IVA Alto
-  IVA Médio
-  IVA Baixo



INFORMAÇÕES CARTOGRÁFICAS:
 DATUM SAD 69 FONTE: IBGE (2010)
 GEOPROCESSAMENTO: Hikaro Kayo de Brito Nunes (2017)



Fonte: organizado pelo autor (2017)

Na área de estudo os maiores índices de IVA estão localizados espacialmente em trecho na região Sudeste de Teresina (concentrados entre os setores 60 e 66) e na região Centro-Norte, concentrados entre os setores 1 e 10, próximo a confluência com o rio Parnaíba e detentores de baixa cobertura vegetal, o que auxilia na intensificação dos riscos e vulnerabilidades ambientais nestes trechos.

Este diagnóstico das áreas mais vulneráveis ambientalmente poderá auxiliar na criação e aplicação de estratégias públicas e privadas com vistas a melhoria da qualidade ambiental da área. Mazzeto (2000) argumenta que os problemas ambientais não estão restritos como consequência da antropização sobre a natureza, e que os mesmos estão intimamente relacionados ao próprio espaço construído e espaço de vivências da sociedade.

Desse modo, ao se representar a cidade e as condições ambientais nela entalhada, se associa às questões sociais e físicas, e ratifica a necessidade de se garantir a qualidade de vida humana.

4.6 Vulnerabilidade Socioambiental

De posse dos resultados obtidos nas cartografias social e ambiental, foi possibilitado o alcance da cartografia socioambiental, principalmente pelos dados gerados pela matriz de inter-relação objetivando o IVSA (produto final desse estudo).

Nesse sentido, concorda-se com o exposto por Monteiro (1984) de que mesmo com as relações conturbadas entre a humanidade e o planeta atingindo uma vasta complexidade, não será possível, atingir um conhecimento da ciência geográfica apenas no aspecto econômico, por mais social que este seja. Nesse sentido, busca-se um entendimento suficiente entre as relações sociedade e natureza.

No quadro 12, apresenta-se o produto da matriz de inter-relação entre IVS e IVA dos setores censitários da área de estudo. Como mencionado na discussão inerente à vulnerabilidade social, os setores 39, 42, 43, 44 e 67 não possuem dados suficientes para o estudo, dessa forma a obtenção das informações socioambientais nesses setores ficou impossibilitada.

Salienta-se ainda que o quadro apresentado a seguir caracteriza-se como um quadro sinóptico qualitativo do que foi discutido anteriormente, quer seja sobre as questões ambientais, quer seja sobre as discussões socioeconômicas.

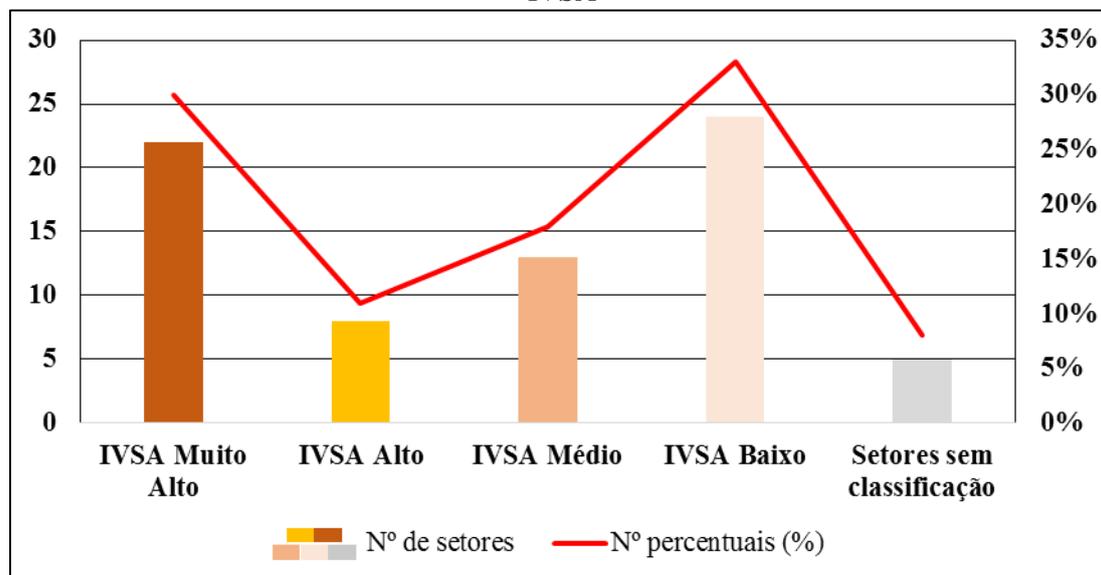
Quadro 12 – Classificação de vulnerabilidade socioambiental por meio da matriz de inter-relação

Setores	IVS	IVA	IVSA	Setores	IVS	IVA	IVSA	Setores	IVS	IVA	IVSA
1	Alto	Alto	Muito Alto	25	Médio	Médio	Médio	49	Baixo	Médio	Baixo
2	Alto	Alto	Muito Alto	26	Médio	Médio	Médio	50	Baixo	Médio	Baixo
3	Médio	Alto	Alto	27	Alto	Médio	Alto	51	Baixo	Baixo	Baixo
4	Médio	Alto	Alto	28	Alto	Alto	Muito Alto	52	Baixo	Médio	Baixo
5	Alto	Alto	Muito Alto	29	Alto	Alto	Muito Alto	53	Baixo	Médio	Baixo
6	Médio	Médio	Médio	30	Baixo	Baixo	Baixo	54	Médio	Médio	Médio
7	Alto	Alto	Muito Alto	31	Baixo	Baixo	Baixo	55	Médio	Baixo	Baixo
8	Médio	Médio	Médio	32	Médio	Alto	Muito Alto	56	Alto	Baixo	Médio
9	Alto	Médio	Médio	33	Alto	Alto	Muito Alto	57	Alto	Baixo	Médio
10	Médio	Alto	Muito Alto	34	Alto	Alto	Muito Alto	58	Médio	Baixo	Baixo
11	Médio	Médio	Médio	35	Alto	Alto	Muito Alto	59	Médio	Médio	Médio
12	Baixo	Baixo	Baixo	36	Médio	Alto	Muito Alto	60	Médio	Alto	Muito Alto
13	Alto	Alto	Muito Alto	37	Alto	Médio	Alto	61	Médio	Alto	Muito Alto
14	Alto	Médio	Alto	38	Médio	Baixo	Baixo	62	Médio	Alto	Muito Alto
15	Médio	Alto	Muito Alto	39	-	Médio	-	63	Médio	Alto	Muito Alto
16	Alto	Alto	Muito Alto	40	Baixo	Baixo	Baixo	64	Médio	Médio	Médio
17	Alto	Médio	Alto	41	Baixo	Baixo	Baixo	65	Médio	Médio	Médio
18	Alto	Alto	Muito Alto	42	-	Médio	-	66	Médio	Alto	Muito Alto
19	Alto	Médio	Alto	43	-	Médio	-	67	-	Baixo	-
20	Médio	Alto	Muito Alto	44	-	Baixo	-	68	Médio	Baixo	Baixo
21	Alto	Médio	Alto	45	Baixo	Baixo	Baixo	69	Baixo	Baixo	Baixo
22	Médio	Baixo	Baixo	46	Baixo	Baixo	Baixo	70	Baixo	Baixo	Baixo
23	Médio	Baixo	Baixo	47	Baixo	Médio	Baixo	71	Baixo	Médio	Baixo
24	Médio	Médio	Médio	48	Baixo	Médio	Baixo	72	Baixo	Baixo	Baixo

IVS – Índice de Vulnerabilidade Social. IVA – Índice de Vulnerabilidade Ambiental. IVSA – Índice de Vulnerabilidade Socioambiental. (-) Dados insuficientes. Fonte: o autor (2017).

Posterior ao cruzamento dos dados ambientais e sociais, obteve-se os seguintes números percentuais por classe de IVSA: 30%, 11%, 18% e 33% nas classes de Muito Alto, Alto, Médio e Baixo, respectivamente, além de 5% do universo em que não foi possível a obtenção dos dados pela insuficiência de dados socioeconômicos (gráfico 04).

Gráfico 04 – Relação entre quantidade de setores em números e em porcentagem por classe de IVSA



Fonte: o autor (2017).

Como pode-se verificar, a maior parte da área de estudo está classificada em IVSA Baixo e IVSA Muito Alto, respectivamente. A seguir serão relacionados os setores, nominalmente, e suas classes de IVSA.

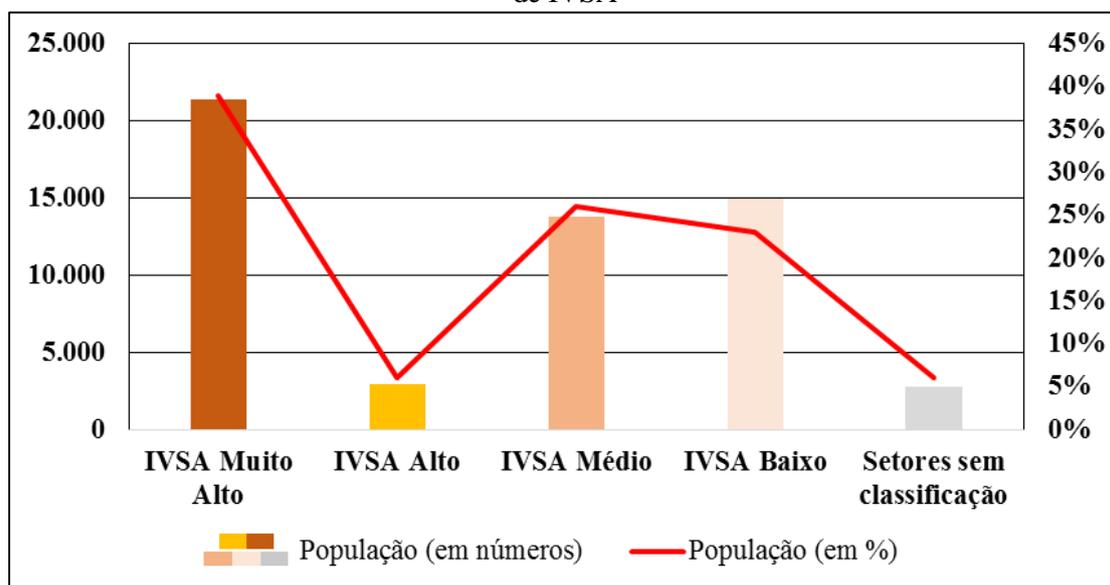
- Na classe de IVSA Muito Alto foram identificados os seguintes setores censitários: 1 (bairro Olarias), 2 e 5 (bairro Poti Velho), 7 (bairro Alto Alegre), 10 (bairro São Francisco), 13, 15 e 16 (bairro Água Mineral), 18 (bairro Primavera), 20 (bairro Morro da Esperança), 28 e 29 (bairro Ilhotas), 32, 33 e 34 (bairro Três Andares), 35 e 36 (bairro Catarina), 60 e 61 (bairro Extrema); 62 (bairro Redonda), 63 (bairro Parque Poti), e 66 (bairro São Sebastião).
- Em IVSA Alto foram classificados os seguintes setores e seus respectivos bairros: 3 e 4 (bairro Poti Velho), 14 e 17 (bairro Água Mineral), 19 (bairro Primavera), 21 (bairro Morro da Esperança), 27 (bairro Ilhotas), e 37 (bairro São Lourenço).
- Sobre o IVSA Médio, estão os setores e bairros: 6 (bairro Alto Alegre), 8 e 9 (bairro São Francisco), 11 (bairro Mocambinho), 24 e 25 (bairro Frei Serafim),

26 (bairro Ilhotas), 54 (bairro São João), 56 e 57 (bairro Beira Rio), 59 (bairro Comprida), 64 (bairro Parque Poti), e 65 (bairro São Sebastião).

- Enquanto no IVSA Baixo, os setores: 12 (bairro Embrapa), 22 (bairro Porenquanto), 23 (bairro Cabral), 30 e 31 (bairro Cristo Rei), 38 e 40 (bairro Santo Antônio), 41 (parte da zona rural na margem esquerda), 45 (bairro Zoobotânico), 46 (bairro Ininga), 47, 48 e 49 (bairro Fátima), 50 e 51 (bairro Jóquei), 52 (bairro Noivos), 53 (bairro São João), 55 (bairro São Raimundo), 58 (bairro Tancredo Neves), e 68, 69, 70, 71 e 72 (zona rural na margem direita).
- Os setores sem classificação foram: 39 (bairro Santo Antônio), 42 (bairro Santa Rosa), 43 (bairro Aroeiras), 44 (bairro Pedra Mole), e 67 (bairro Bom Princípio).

O mesmo cálculo para obtenção do gráfico 04 foi realizado levando em consideração os aspectos populacionais relacionados a cada classe de IVSA, como verificado no gráfico 05.

Gráfico 05 – Relação entre quantidade de população em números e em porcentagem por classe de IVSA



Fonte: o autor (2017).

Quando postos em discussão, o contingente populacional da área de estudo se concentra principalmente nos setores classificados como de IVSA Muito Alto, sugerindo que boa parte dos habitantes são expostos a riscos e problemas ambientais, que, somados aos baixos índices socioeconômicos, intensificam as vulnerabilidades socioambientais

neles existentes, como o caso do setor 60, localizado no bairro Extrema, região Sudeste de Teresina (figura 83).

Figura 83 – Demonstração de variáveis sociais e ambientais no setor 60 (bairro Extrema)



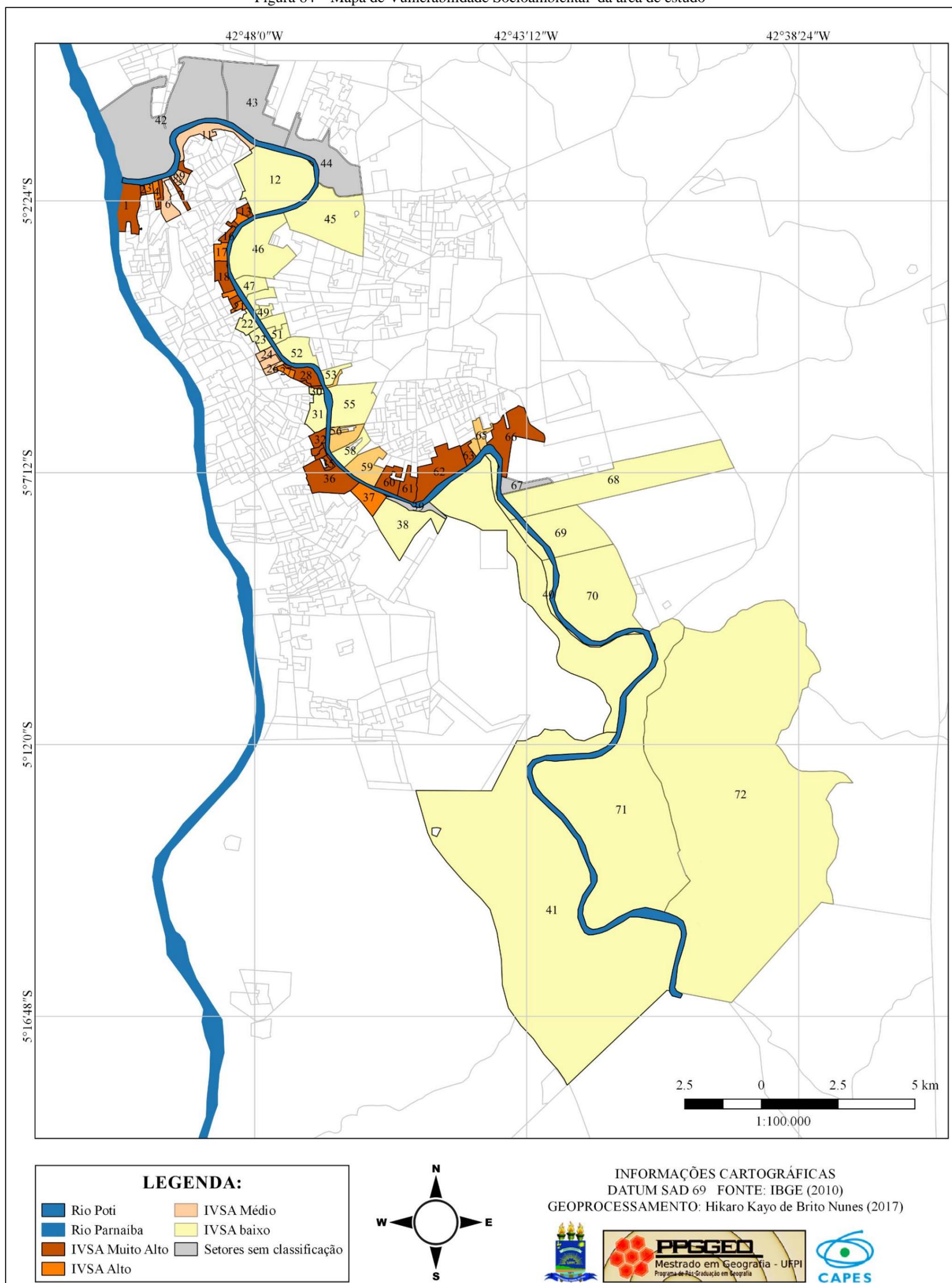
Fonte: pesquisa direta (2017).

As características dos setores classificados como IVSA Alto são: condições precárias de moradia; associada a deficiente infraestrutura urbana; padrões de renda baixo; e ocupação de áreas irregulares. Enquanto as características do IVSA Médio são padrões de infraestrutura urbana regular, cobertura vegetal regular e estão parcialmente propícios a adversidades socioambientais, e, caso exista, possuem capacidade de recuperação em determinada escala temporal.

Já aqueles classificados como IVSA Baixo correspondem a áreas mais valorizadas, com infraestrutura urbana satisfatória, padrões de renda acima da média, além de possuírem considerável cobertura vegetal e preservação de áreas legais. Estes setores possuem a maior capacidade de resiliência da área de estudo, sendo assim, dispõem de condições eficientes para suportar adversidades.

A figura 84, apresenta a espacialização do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental (IVSA) da área de estudo, frente o produto final do estudo e o consequente alcance do objetivo geral.

Figura 84 – Mapa de Vulnerabilidade Socioambiental da área de estudo



Fonte: organizado pelo autor (2017)

Em face do exposto, afirma-se a intensa problemática socioambiental existente na área de estudo, principalmente no trecho em que abrange a região Centro-Norte e parte da região Sudeste que apresentam cenários de preocupante vulnerabilidade tanto ambiental quanto social. Diante disso, a seguir apontam-se algumas medidas, que, perante os resultados obtidos, acredita-se que possam auxiliar na mitigação de danos e riscos, na melhoria da qualidade ambiental e no favorecimento de uma qualidade de vida satisfatória frente aos limites impostos.

4.7 Sugestão de medidas mitigadoras

Com base nos resultados obtidos junto aos Índices de Vulnerabilidade Social (IVS), Ambiental (IVA) e Socioambiental (IVSA), principalmente levando em consideração os maiores valores por variável de vulnerabilidade, lista-se aqui algumas medidas que poderão auxiliar na mitigação dos riscos e conseqüentemente na atenuação das vulnerabilidades.

No sentido de se fazer pertinente, sugere-se as seguintes medidas mitigadoras (a curto, médio e longo prazos):

- I. Criação e aplicação de projetos sociais com vistas a diminuir a exclusão social da parcela da população mais carente, de modo a oportunizar escolhas e ações entre as comunidades;
- II. Remoção dos moradores das áreas de risco iminente, e, a posteriori, a proibição de novas ocupações;
- III. Prevenção da ocupação de áreas irregulares;
- IV. Itensificação e melhor direcionamento nas políticas habitacionais para pessoas carentes que moram em áreas de riscos;
- V. Criação de ações integradas constantes entre os órgãos públicos, principalmente aqueles relacionados à Saúde, Educação, Assistência Social, Segurança e Infraestrutura;
- VI. Melhoria na infraestrutura urbana associada à universalização do esgotamento sanitário, à eliminação dos pontos de descarte de lixo e à manutenção das canaletas de drenagem urbana;
- VII. Realização de prognósticos acerca do comportamento humano frente aos riscos ambientais da área de estudo;

- VIII. Fiscalização referente ao despejo de esgotos *in natura* nos corpos hídricos e o tratamento dos mesmos;
- IX. Controle e monitoramento da área por classes de risco ambiental;
- X. Monitoramento do uso da terra e da exploração dos recursos naturais;
- XI. Conhecimento da percepção da população que já sofreu danos relacionados aos problemas ambientais;
- XII. Conservação e valorização da paisagem e a construção de medidas que visem a relação amistosa entre a sociedade e o meio ambiente;
- XIII. Respeito aos limites das planícies de inundação;
- XIV. Coibir ocupações desordenadas no leito dos rios, riachos e lagoas e fazer atender minimamente o que estabelece a Lei Federal 12.651/2012;
- XV. Aumento da cobertura vegetal por meio de plantio de árvores e atenção sobre as podas, que, além de auxiliar no microclima, será um importante instrumento na drenagem, na prevenção dos movimentos de massa e assoreamento, além de servir de *habitat* para a fauna local. Essa medida pode ainda ser associada com a construção de corredores ecológicos urbanos;
- XVI. Apoio e incentivo de estudos sobre a temática;
- XVII. Recuperação de áreas degradadas e realização de Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e Relatórios de Impacto Ambiental (RIMA);

Com as medidas anteriormente citadas, pretende-se contribuir na redução dos efeitos indesejáveis oriundos da problemática socioambiental. Tais medidas buscam, além de mitigar os danos, auxiliar na prevenção, controle e na remediação dos mesmos.

O objetivo assim, não pretendeu debater o que está sendo realizado seja por iniciativa pública seja por iniciativa privada, e sim servir como uma fonte de informações que poderá auxiliar no planejamento ambiental e territorial do município de Teresina, principalmente das áreas marginais do rio Poti.

CONCLUSÃO

Este texto abordou questões inerentes à vulnerabilidade socioambiental dos setores censitários às margens do rio Poti no município de Teresina/Piauí. Por meio dos resultados teóricos e práticos da pesquisa, afirma-se:

- A dinâmica concomitante existente entre o município de Teresina e o rio Poti, de modo inter-relacionado entre os aspectos socioeconômicos e ambientais.
- As relações da sociedade sobre a natureza se ligam a medida que a primeira avança no seu processo de desenvolvimento socioeconômico, transfigurando e modificando a natureza até então intacta, por meio das técnicas de produção (re)criadas pelo homem. Assim, a dualidade envolvendo o espaço urbano e sua problemática ambiental, garante uma complexidade nesse nexos, cabendo à Geografia sua análise e discussão, ciência detentora de contribuições teórico-metodológicas e práticas que buscam suprir as discussões sobre a temática.
- Apesar dos avanços científicos em torno da questão ambiental apontadas no estudo, é fundamental ampliar as discussões sobre o assunto, sob o olhar geográfico bem como de outras ciências e profissionais que se ocupam dos assuntos ambientais e sua inter-relação com temáticas diversas.
- A integração defendida pela perspectiva geográfica garante a incorporação das dimensões social e ambiental em torno da temática envolvida. No estudo busca-se uma coerência geográfica através de conceitos-chave tanto na caracterização da área quanto na discussão dos resultados obtidos.
- A relação do rio Poti com o espaço de Teresina é estreita desde a época da instalação da então capital do Piauí. Com o passar dos anos a então barreira natural (o rio) foi perpassada por vários vetores de expansão urbana de Teresina intensificando a sua característica mesopotâmica. Não só o espaço urbano sofreu influências do rio como a própria anexação e instalação de atividades produtivas ao longo do trecho localizado na zona rural do município, conferindo ao rio peculiaridades das formas de ocupação das suas margens.

A cartografia da vulnerabilidade social permite inferir que:

- As ocupações existentes nas áreas marginais associadas sobremaneira ao perfil socioeconômico e demográfico conferem à população riscos (sociais e

ambientais) de modo que as vulnerabilidades são intensificadas. Quanto ao IVS, constatou-se que 21.208 pessoas (distribuídas em 21 setores censitários) estão expostas a vulnerabilidade social Alta, 26.301 com IVS Médio e 12.203 pessoa com Baixo IVS. Esses valores são oriundos de análises estatísticas a partir da utilização de variáveis censitárias que representassem desvantagem social, como características do domicílio, rendimento e quantidade de pessoas naturalmente vulneráveis através da faixa etária.

- Os locais que apresentaram vulnerabilidade extrema estão inter-relacionados também com a questão de infraestrutura urbana, principalmente de esgotamento sanitário domiciliar. Destaca-se, ainda, o fato de que a população com renda mais baixa ocupa ambientes naturalmente vulneráveis e estão dispostas em áreas que apresentam contraditoriedade social e com disponibilização de equipamentos urbanos diferentes, de modo que ficam explicitados os nexos envoltos à cartografia social e às dinâmicas do território.

A cartografia da vulnerabilidade ambiental permite inferir que:

- Sobre os resultados do IVA, 21 setores foram classificados na classe “Baixa” (15% da população expostas a riscos e problemas ambientais), 27 setores na classe “Média” (44% da população) e 24 setores censitários categorizados em IVA Alto (41% da população). Esses assim como os obtidos no IVA foram originados a partir de técnicas de estatística, além de expedições de campo e análises documentais e laboratoriais.
- As variáveis que conferiram o maior grau de vulnerabilidade ambiental aos setores censitários foram: cobertura vegetal, proximidade com corpos hídricos, adensamento populacional/residencial, esgoto a céu aberto e lixo a céu aberto. As mesmas estão intimamente relacionadas ao processo degradacional ambiental, e a conseqüente criação de riscos ambientais, que, somados e inter-relacionados, intensificam a vulnerabilidade da área.

A cartografia da vulnerabilidade socioambiental permite inferir que:

- Sobre a cartografia socioambiental, disposta no estudo por meio do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental e sua espacialização na área de estudo, foram

encontrados os seguintes dados: IVSA “Muito Alto” (30% da área de estudo), “Alto” (11% da área de estudo), “Médio” (18% dos setores censitários), “Baixo” (33% da área de estudo), além de 5% não classificados. Em termos demográficos, o contingente populacional se concentra principalmente na classe de IVSA Muito Alto.

- Os valores obtidos no IVSA demonstra a situação da problemática socioambiental do município de Teresina, demonstrada quando associadas as baixíssimas taxas socioeconômicas (principalmente renda, educação, densidade demográfica e estrutura domiciliar) aos riscos ambientais.
- De forma geral, a área de estudo apresenta-se mais vulnerável no aspecto socioambiental nos setores dispostos nas regiões Centro-Norte (principalmente na margem esquerda do rio Poti) e parte da região Sudeste (margem direita do rio Poti).

A metodologia adotada mostrou-se satisfatória na identificação e análise da vulnerabilidade socioambiental da área de estudo. Supõe-se ainda que a pesquisa possa se tornar instrumento útil no planejamento urbano e ambiental, na identificação de problemas ambientais, suas respectivas causas e consequências, bem como minimizar a degradação ambiental, além de servir como instrumento norteador de políticas públicas sociais na área.

REFERÊNCIAS

ABRAMOVAY, M. et al. **Juventude, violência e vulnerabilidade social na América Latina: desafios para políticas públicas**. Brasília, Unesco-BID, 2002.

ABREU, I. G. **O crescimento da zona Leste de Teresina: um caso de segregação?**. Rio de Janeiro, 1983. 109f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro.

ALBUQUERQUE, E. L. S. **Análise geoambiental como subsídio ao ordenamento territorial do município de Horizonte – Ceará**. Fortaleza, 2012. 132. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual do Ceará.

_____. **Avaliação das condições socioambientais em bacias hidrográficas costeiras: contribuição ao ordenamento territorial do setor Leste da Região Metropolitana de Fortaleza, Ceará**. Fortaleza, 2015. 259f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual do Ceará.

ALLAN, C. J.; VIDON, P.; LOWRANCE, R. Frontiers in riparian zone research in the 21st century. **Hydrological Processes**, v.2, p.3221-3222, 2008.

ALMEIDA, F. F. M. et al. Províncias estruturais brasileiras. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 8., 1977, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: SBG, 1977. ... p. 363-391.

ALMEIDA, L. Q. Vulnerabilidade social de rios urbanos no Brasil: estudo de caso. In: SEMINÁRIO NACIONAL GOVERNANÇA URBANA E DESENVOLVIMENTO METROPOLITANO, 2010, Natal. **Anais...** Natal, 2010.

ALVES, H. P. F. Vulnerabilidade socioambiental na metrópole paulistana: uma análise sociodemográfica das situações de sobreposição espacial de problemas e riscos sociais e ambientais. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 23, n. 1. 2006.

ALVES, M. P. Rios urbanos e paisagem regional: o caso da bacia do rio Emscher/Alemanha. **Paisagens em debate**, FAU/USP, n. 4. 2006.

ANDRADE, C. S. P. **A climatologia da cidade de Teresina-PI: as variantes topoclimáticas dos espaços livres**. Recife, 2009. 100f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco.

AQUINO, R. P. et al. Análise da vulnerabilidade natural e do risco de degradação no alto curso do rio Banabuiu/CE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, n.2. 2016.

ARAÚJO, F. A. S. **Geomorfologia aplicada à fragilidade e ao zoneamento ambiental de Caxias – MA**. Presidente Prudente, 2012. 187f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista/Presidente Prudente.

BARROS, M. V. F.; MENDES, C.; CASTRO, P. H. M. Vulnerabilidade socioambiental à inundação na área urbana de Londrina – PR **Confins (Paris)**, v. 24, p. 1-22, 2015.

BASTOS, E. A.; ANDRADE JUNIOR, A. S. **Boletim Agrometeorológico de 2012 para o Município de Teresina, Piauí**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2013.

_____. **Boletim Agrometeorológico de 2013 para o Município de Teresina, Piauí**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2014.

_____. **Boletim Agrometeorológico de 2015 para o Município de Teresina, Piauí**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2016.

BASTOS, E. A.; ANDRADE JUNIOR, A. S.; RODRIGUES, B. H. N. **Boletim Agrometeorológico de 2009 para o Município de Teresina, Piauí**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2010.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global: esboço metodológico. **Caderno de Ciências da Terra**. Nº. 13. São Paulo: IGEOG – USP, 1972. p. 141- 152.

BONAMETTI, J. H. A paisagem urbana como produto do poder. **Urbe - Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 2, n. 2. 2010.

BORBA, A. A.; LIMA, H. M. Exclusão e inclusão social nas sociedades modernas: um olhar sobre a situação em Portugal e na União Europeia. **Serv. Soc. Soc.**, São Paulo, n. 106. 2011.

BRAGA, R.; CARVALHO, P. F. de (Orgs.). **Recursos Hídricos e Planejamento Urbano e Regional**. Rio Claro: Laboratório de Planejamento Municipal/UNESP, 2003.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução 357 de 17 de março de 2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências**. Brasília, 2005.

_____. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências**. Brasília, 2012.

_____. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.** Brasília, 1981.

_____. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.** Brasília, 1997.

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

CASSETI, V. **Ambiente e apropriação do relevo.** São Paulo: Contexto, 1995.

CHAMBERS, R. Vulnerability, coping and policy (Editorial Introduction). **IDS Bulletin.** v. 37, n. 4. 2006.

CHARDON, A. C. Crecimiento urbano y riesgos “naturales”: evaluación final de la vulnerabilidad global en Manizales, Andes de Colombia. **Desastres Y Sociedad.** Red de Estudios Sociales En Prevención de Desastres En América Latina. v. 6, n. 9. 1998. Disponível em: <http://www.desenredando.org/public/revistas/dys/rdys09/DYS9_CUYRN_ene-7-2003.pdf>. Acesso em 08 de abril de 2017.

CONFALONIERI, U. E. C. Variabilidade climática, vulnerabilidade social e saúde no Brasil. **Revista Terra Livre,** São Paulo, ano 19, v. 1, 2003.

CORREIA FILHO, F. L.; MOITA, J. H. A. **Projeto avaliação de depósitos minerais para a construção civil PI/MA.** Volume I. Teresina: CPRM, 1997.

COSTA, E. **Quatorze moradias de taipa já foram destruídas após o início das chuvas.** 2012. Disponível em: <<https://www.portalaz.com.br/noticia/cidades/238150/quatorze-moradias-de-taipa-ja-foram-destruidas-apos-o-inicio-das-chuvas>>._Acesso em: 28 de ago. de 2017.

COSTA, F. R.; ROCHA, M. M. Geografia: conceitos e paradigmas – apontamentos preliminares. **Rev. GEOMAE,** v.1, n.2. 2010.

CPRM. SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Carta de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundação.** Brasília: CPRM, 2014.

CREPANI, E. et al. **Curso de sensoriamento remoto aplicado ao zoneamento ecológico-econômico**. São José dos Campos: INPE, 1996.

CULLEN, G. **Paisagem urbana**. São Paulo: Martins Fontes, 1983.

CUNHA, L.; FERNANDES, A. R. **Riscos naturais em Portugal**. 201?. Disponível em:<
http://www.rc.unesp.br/igce/planejamento/download/isabel/conceitos_ciencia.pdf>
Acesso em: 22 de abr. de 2017.

DESCHAMPS, M. V. Estudo sobre a vulnerabilidade socioambiental na Região Metropolitana de Curitiba. **Caderno Metrópole**, v. 19, p. 191-219, 2008.

_____. **Vulnerabilidade Socioambiental da Região Metropolitana de Curitiba**. Curitiba, 2004. 192f. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Universidade Federal do Paraná.

DILLEY, M. et al. **Natural Disaster Hotspots: A Global Risk Analysis**. Washington: World Bank Publications, 2005.

DUTRA, C. C.; FOGLIATTO, F. S. Operacionaliza o do processo analítico hierárquico usando matrizes incompletas de compara es pareadas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 39., 2007, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 2007.

EAKIN, H.; LUERS, A. L. Assessing the vulnerability of social-environmental systems. **Annual Review of Environmental Resources**. v. 31, p. 364-394, 2006.

FAÇANHA, A. C. **A evolu o urbana de Teresina: agentes, processos e formas espaciais da cidade**. Recife, 1998. 129f. Disserta o (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco.

FEITOSA, M. S. S. **Enchentes do rio Poti e vulnerabilidades socioambientais na cidade de Teresina-PI**. Recife, 2014. 218f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco.

GOERL, R. F.; KOBAYAMA, M.; PELLERIN, J. R. G. M. Mapeamento da vulnerabilidade no município de rio Negrinho – SC: uma proposta metodológica. **Caminhos de Geografia**. v. 12, n. 10, 2011.

GOLDMAN, M. **Privatizing Nature**. London: Pluto Press, 1998.

GONÇALVES, C. W. P. **Os (des)caminhos do meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 2006.

GONÇALVES, K. S. et al. Indicador de vulnerabilidade socioambiental na Amazônia Ocidental: o caso do município de Porto Velho, Rondônia, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, vol. 19, n. 9. 2014.

GOOGLE (Image DigitalGlobe Europa Technologies Image 2006 TerraMetrics), Google Earth. Disponível em: <<http://www.google.com.br>>. Acesso em: 14 de março de 2017.

GRIFFITH, J. J. **Recuperação conservacionista da superfície de áreas mineradas: uma revisão de literatura**. Viçosa: Sociedade de Investigações Florestais/UFV, 1980. 106p. (Boletim técnico, 79).

GROSTEIN, M. D. Metrópole e expansão urbana: a persistência de processos “insustentáveis”. **São Paulo em Perspectiva**, v.15, n.1, 2001.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

GUIÇARDI, A. C. F. **Vulnerabilidade Ambiental da Microbacia Hidrográfica do Córrego Estiva no Município de Alfenas – MG**. Alfenas, 2015. 50f. Monografia (Bacharelado em Geografia) – Universidade Federal de Alfenas.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Agregados por setores censitários dos resultados de universo**. Disponível em:< http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/defaulttab_agregado.shtm> Acesso em: 09 de jan. de 2017.

_____. **Censo Demográfico de 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

_____. **Manual técnico de uso da terra**. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

INPE. INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS/Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais. **Imagens do satélite Meteosat 9**. Disponível em:< <http://satelite.cptec.inpe.br/acervo/meteosat.formulario.logic?i=br>>. Acesso em 14 de fev. de 2017.

IPEA. INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Atlas da vulnerabilidade social nos municípios brasileiros**. Brasília: IPEA, 2015.

JANCZURA, R. Risco ou vulnerabilidade social? **Textos & Contextos** (Porto Alegre), v. 11, n. 2, p. 301 - 308, ago./dez. 2012.

KASPERSON, R. E. et al. Acceptability of human risk. In: _____; KASPERSON, J. X. **The social contours of risk: risk analysis, corporations & globalization of risk**. London: Earthscan, 2005.

KATZMAN, R. **Vulnerabilidad y Exclusión social**. Uma proposta metodológica para el estudio de las condiciones de vida de los hogares. 2005.

KUHNEN, A. Meio ambiente e vulnerabilidade: a percepção ambiental de risco e o comportamento humano. **Geografia (Londrina)**, v. 18, n. 2, 2009.

LA BLACHE, P. V. As características próprias da Geografia. In: CHRISTOFOLETTI, A. (Org). **Perspectivas geográficas**. São Paulo: Difel, 1982.

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

LIMA, I. M. M. F. Plano estratégico de desenvolvimento sustentável: meio ambiente. In: **Teresina Agenda 2015: diagnóstico preliminar**. Teresina: PMT, 2002.

_____. **Caracterização geomorfológica da bacia hidrográfica do rio Poti**. Rio de Janeiro, 1982. 106f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro.

_____. O relevo de Teresina, PI: compartimentação e dinâmica atual. In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM GEOGRAFIA, 9., Goiânia, 2011. **Anais...** Goiânia, 2011.

LUMBRERAS, J. F. et al. Potencialidades e limitações ao uso agrícola de solos do Matopiba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 35., Natal. **Anais...** Natal, 2015.

MAIOR, M. M. S.; CÂNDIDO, G. A. Avaliação das metodologias brasileiras de vulnerabilidade socioambiental como decorrência da problemática urbana no Brasil. **Cadernos Metrópole**, v. 16, n. 31. 2014.

MARANDOLA JUNIOR., E.; HOGAN, D. J. As dimensões da vulnerabilidade. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, Fundação Seade, v. 20, n. 1, p. 33-43, jan./mar. 2006.

MARQUES, A. F. Aplicação da análise multivariada na infraestrutura e no desempenho das escolas públicas do Ensino Fundamental e Médio pertencentes ao Núcleo Regional de Educação de Paranaíba. **Acta Scientiarum**. Technology Maringá, v. 32, n. 1, 2010.

MARTINEZ-ALIER, G. R. E. **Varieties of Environmentalism**. London: Earthscan, 1997.

MAZZETO, F. A. P. Qualidade de vida, qualidade ambiental e meio ambiente urbano: breve comparação de conceitos. **Sociedade & Natureza**. v. 12. n. 24, 2000.

MEDEIROS, C. N. **Vulnerabilidade socioambiental do município de Caucaia (CE):** subsídios ao ordenamento territorial. Fortaleza, 2014. 267f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual do Ceará.

_____.; SOUZA, M. J. N. Metodologia para mapeamento da vulnerabilidade socioambiental: caso do município de Caucaia, estado do Ceará. **REDE – Revista Eletrônica do PRODEMA**, v. 10, n. 1. 2016.

MENDONÇA, F. **Geografia e meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 2010.

MENDONÇA, F. Geografia socioambiental. In: _____.; KOZEL, S. (Orgs). **Elementos de Epistemologia da Geografia Contemporânea**. Curitiba: Ed. da UFPR, p.111-20, 2004.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Mapeamento de áreas de risco em encostas e margem de rios**. CARVALHO, C. S.; MACEDO, E. S.; OGURA, A. T. (Orgs). Brasília: Ministério das cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007. 176p.

MONTEIRO, C. A. F. **Geografia e Ambiente**. Orientação nº 05, 1984.

MORAES, A. C. R. **Geografia: pequena história crítica**. 20º ed. São Paulo: Editora Annablume, 2005.

MORAES, B. C. et al. O método expedito como estratégia de avaliação qualitativa dos níveis de vulnerabilidade em ambientes da zona urbana de Teresina, Piauí. **Revista Equador (UFPI)**, v. 5, n. 3. 2016.

MOSER, G. **Psicologia Ambiental**. Palestra proferida na Biblioteca Central da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, em Natal-RN, em 27 de Agosto de 1997.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Caderno da Região Hidrográfica do Parnaíba**. Brasília: MMA, 2006.

MTE. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Aspectos conceituais da Vulnerabilidade Social**. Brasília: MTE, 2007.

NAIMAN, R.J.; DÉCAMPS, H. The ecology of interfaces: riparian zones. **Annual Review Ecological System**, v.28, p.621-658, 1997.

NASCIMENTO, F. R.; SAMPAIO, J. L. F. Geografia física, geossistemas e estudos integrados da paisagem. **Revista da Casa de Geografia de Sobral**, Sobral, v. 6/7, n. 1, 2004.

OLIVEIRA, D. A.; PIETRAFESA, J. P.; BARBALHO, M. G. S. Manutenção da biodiversidade e o *hotspots* cerrado. **Caminhos de Geografia**, v. 9, n. 26. 2008.

OLIVEIRA, J. B. **Pedologia Aplicada**. Piracicaba: ESALQ, 2005.

OVIEDO, R. A. M.; CZERESNIA D. The concept of vulnerability and its biosocial nature. **Interface** (Botucatu). v. 19, n. 53. 2015.

PAULA, F. C.; MARANDOLA JUNIOR, E.; HOGAN, D. J. Os Riscos do Vale: Análise Preliminar da Vulnerabilidade Ambiental no São Bernardo. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 15. 2006, Caxambú. **Anais...** Caxambú, 2006.

PFALTZGRAFF, P. A. S (Org). **Geodiversidade do estado do Piauí**. Recife: CPRM, 2010.

PIAUI. Lei nº 5.165, de 17 de agosto de 2000. **Institui a Política Estadual dos Recursos Hídricos, institui o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências**. Teresina, 2000.

PORTAL AZ. **Confira os principais pontos de alagamento em Teresina**. 2008. Disponível em: <<https://www.portalaz.com.br/noticia/geral/102775/confira-os-principais-pontos-de-alagamento-em-teresina>>. Acesso em: 28 de ago. de 2017.

REZENDE, P. S. **Metodologia para avaliação da vulnerabilidade socioambiental: estudo da cidade de Paracatu (MG)**. Uberlândia, 2016. 194f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Uberlândia.

ROCHA, A. A. **Análise socioambiental da bacia do rio Verruga e os processos da urbanização de Vitória da Conquista – BA**. João Pessoa, 2008. 179f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal da Paraíba.

ROCHA, Y. T. Teoria geográfica da paisagem na análise de fragmentos de paisagens urbanas de Brasília, São Paulo e Rio de Janeiro. **Revista Formação**, n.15, v. 1. 2008.

RODRIGUES, C. A teoria geossistêmica e sua contribuição aos estudos geográficos e ambientais. **Revista do Departamento de Geografia**, 14, 2001, 69-77.

RODRIGUES, R. R. **Planejamento Urbano em Teresina**: análise das projeções de expansão urbana. Teresina, 2013. 197f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Piauí.

ROSA, M.; SILVA, L. A. A. Desastres naturais ou negligência humana? **Revista Geografar**. v. 3, n. 1, 2008.

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil**: subsídios para o planejamento ambiental. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

SAITO, S. M. **Desastres naturais**: conceitos básicos. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2010. Disponível em: <http://www.inpe.br/crs/crectalc/pdf/silvia_saito.pdf>. Acesso em: 14 de maio de 2016.

SALES, M. F. G. **Degradação urbana decorrente da atividade de mineração para a construção civil em Teresina – PI**. Rio Claro, 2015. 132f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

SANCHES, F. O.; VERDUM, R.; FISCH, G. O Índice de Anomalia de Chuva (IAC) na avaliação das precipitações anuais em Alegrete/RS (1928-2009). **Caminhos de Geografia**, Uberlândia v. 15, n. 51. 2014.

SANTOS, J. O.; SOUZA, M. J. N. Compartimentação Geoambiental e Riscos à Ocupação na Bacia Hidrográfica do Rio Cocó. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 11. 2005, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2005.

SANTOS, M. **A Natureza do Espaço**: técnica e tempo, razão e emoção. São Paulo: Hucitec, 1997.

SEABRA, V. S. et. al. Mapeamento do uso e cobertura do solo da bacia do rio Taperoá: região semiárida do estado da Paraíba. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia v. 15, n. 50 Jun/2014 p. 127–137.

SILVA, A. M. N. B. O plano de implantação da cidade Teresina (1852). **Visões Urbanas** - Cadernos PPG-AU/FAUFBA, v. 5, 2008.

SILVA, A. V. Vulnerabilidade Social e suas consequências: o contexto educacional da Juventude na Região Metropolitana de Natal. In: ENCONTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS DO NORTE NORDESTE, 13. 2005, Maceió. **Anais...** Maceió, 2005.

SILVA, E. B. **O rio, a cidade e o processo de urbanização**: um estudo retrospectivo sobre o Rio Tamanduateí. São Paulo, 2014. 85f. Monografia (Bacharelado em Geografia) – Universidade de São Paulo.

SILVA, S. H. P. Geografia física e geografia humana: uma dicotomia a ser superada? **Outros Tempos**, v. 4., n. 4. 2007.

SOTCHAVA, V. B. **O estudo de geossistemas**. São Paulo: Ed. Lunar, 1977.

SUERTEGARAY, D. M. A. Geografia Física (?) Geografia Ambiental (?) ou Geografia e Ambiente (?). In: MENDONÇA, F.; KOSEL, S. (orgs.). **Elementos de Epistemologia da Geografia Contemporânea**. Curitiba: Ed. da UFPR, p.111-20, 2004.

SEMPPLAN. Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação. **Observatório Teresina**. 2017. Disponível em :< <http://semplan.teresina.pi.gov.br/observatorio-teresina/>> Acesso em 04 de mar. de 2017.

SEMPPLAN. Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação. **Teresina: caracterização do município**. Teresina, 2014.

TERESINA. Prefeitura Municipal. Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação Geral. **Teresina Agenda 2015: plano de Desenvolvimento Sustentável**. Teresina, 2002.

UCHÔA, G. **O dia em que Teresina ficou debaixo d'água**. 2016. Disponível em: <<http://teresinameuamor.com.br/index.php/2016/09/17/o-dia-em-que-teresina-ficou-debaixo-daggua/>> Acesso em: 28 de ago. de 2017.

VALE, A. R.; GERARDI, L. H. O. Crescimento urbano e teorias sobre o espaço periurbano: analisando o caso do município de Araraquara (SP). In: GERARDI, L. H. O.; CARVALHO, P. F. **Geografia: ações e reflexões**. Rio Claro: UNESP/IGCE, 2006.

VEYRET, Y. **Géo-environnement**, Paris: Armand Colin, 1999.

_____. **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 2007.

VIANA, B. A. S. **Caracterização estratigráfica, química e mineralógica do massará e conflitos socioambientais associados a sua exploração em Teresina, PI, Brasil**. Belo Horizonte, 2013. 222f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Minas Gerais.

_____. **A verticalização em Teresina: sonho de muitos e realidade de poucos**. Teresina, 2003. Monografia (Especialização em Ensino de Geografia) – Universidade Federal do Piauí.

VIANA, V. M. Biologia e manejo de florestais naturais. In: CONGRESSO FRAGMENTOS FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. **Anais...** Campos do Jordão, 1990.

VICINI, L. **Análise multivariada da teoria à prática**. Santa Maria: UFSM, 2005.

VILLA, F.; McLEOD, H. Environmental vulnerability indicators for environmental planning and decision-making: guidelines and applications. **Environmental management**, v. 29, n. 3, p. 335-348, 2002.

WALKER, B. H.; SALT, S. **Resilience Thinking: sustaining ecosystems and people in a changing world**. Washington D. C.: Island Press, 2006.

YUNES, M. A. M.; SZYMANSKI, H. Resiliência: noção, conceitos afins e considerações críticas. In: TAVARES, J. (Org.). **Resiliência e educação**. São Paulo: Cortez, 2001.

ZANELLA, M. E. et al. Vulnerabilidade socioambiental do baixo curso da bacia hidrográfica do Rio Cocó, Fortaleza-CE. **Sociedade e Natureza**. v. 25, n. 2. 2013.

ZANELLA, M. E. **Inundações urbanas em Curitiba/PR: impactos, riscos e vulnerabilidade socioambiental no bairro Cajuru**. Curitiba, 2006. 272f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Paraná.

_____.; DANTAS, E. W. C.; OLÍMPIO, J. L. S. A vulnerabilidade natural e ambiental do município de Fortaleza/CE. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 31, n. 2. 2011.

APÊNDICE

PLANILHA DE IDENTIFICAÇÃO DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL POR SETOR CENSITÁRIO			
Setor		Bairro/Povoado	
Margem		Região administrativa	
Variáveis	Característica/situação		Peso
Cobertura vegetal*	<input type="checkbox"/> baixa (menos de 30% do setor)		3
	<input type="checkbox"/> média (entre 30% e 70% do setor)		2
	<input type="checkbox"/> alta (acima de 70% do setor)		1
Proximidade com corpos hídricos**	<input type="checkbox"/> baixa (somente o rio Poti)		1
	<input type="checkbox"/> média (Rio Poti e riacho ou lagoa)		2
	<input type="checkbox"/> alta (Rio Poti, riachos e lagoas)		3
	<input type="checkbox"/> muito alta (rios Poti e Parnaíba)		4
Área de mineração**	<input type="checkbox"/> existente		1
	<input type="checkbox"/> inexistente		0
Adensamento populacional/ Residencial*	<input type="checkbox"/> baixa (menos de 30% do setor)		1
	<input type="checkbox"/> média (entre 30% e 70% do setor)		2
	<input type="checkbox"/> alta (acima de 70% do setor)		3
Qualidade da água***	<input type="checkbox"/> muito ruim (entre 0 e 19 no IQA)		5
	<input type="checkbox"/> ruim (entre 20 e 36 no IQA)		4
	<input type="checkbox"/> regular (entre 37 e 51 no IQA)		3
	<input type="checkbox"/> bom (entre 52 e 79 no IQA)		2
	<input type="checkbox"/> excelente (entre 80 e 100 no IQA)		1
Presença de bancos de areia	<input type="checkbox"/> ausente		0
	<input type="checkbox"/> presente		1
Situação de conservação/respeito à APP do rio Poti**	<input type="checkbox"/> boa (atendimento a legislação)		1
	<input type="checkbox"/> regular (atendimento básico da legislação)		2
	<input type="checkbox"/> ruim (sem atendimento a legislação)		3
Lixo a céu aberto**	<input type="checkbox"/> pouco visível		1
	<input type="checkbox"/> em alguns pontos		2
	<input type="checkbox"/> facilmente visível		3
Esgoto a céu aberto**	<input type="checkbox"/> pouco visível		1
	<input type="checkbox"/> em alguns pontos		2
	<input type="checkbox"/> facilmente visível		3
Inundação****	<input type="checkbox"/> baixo		1
	<input type="checkbox"/> médio		2
	<input type="checkbox"/> alto		3
Movimento de massas****	<input type="checkbox"/> ausente		0
	<input type="checkbox"/> presente		1
Alagamento****	<input type="checkbox"/> ausente		0
	<input type="checkbox"/> presente		1





(* *análise de gabinete (sensoriamento remoto)*)

(** *análise de campo*)

(*** *análise laboratorial*)

(**** *análise de gabinete (documental)*)