

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE CIÊNCIAS INTEGRADAS DO PONTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA DO PONTAL**

NELIO PAULO SARTINI DUTRA JÚNIOR

**VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL
AO DESCONFORTO TÉRMICO EM ITUIUTABA (MG)**

Ituiutaba (MG)
2016

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE CIÊNCIAS INTEGRADAS DO PONTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA DO PONTAL**

NELIO PAULO SARTINI DUTRA JÚNIOR

**VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL
AO DESCONFORTO TÉRMICO EM ITUIUTABA (MG)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geografia do Pontal – Área de Concentração: Produção do espaço e dinâmicas ambientais, da Faculdade de Ciências Integradas do Pontal, Universidade Federal de Uberlândia, como exigência parcial para obtenção do Título de Mestre em Geografia.

Linha de pesquisa: Dinâmicas Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Rosa

Ituiutaba (MG)
2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

D978v Dutra Júnior, Nelio Paulo Sartini, 1990-
2016 Vulnerabilidade socioambiental ao desconforto térmico em Ituiutaba
(MG) / Nelio Paulo Sartini Dutra Júnior. - 2016.
170 f. : il.

Orientador: Roberto Rosa.
Dissertação (mestrado) -- Universidade Federal de Uberlândia,
Programa de Pós-Graduação em Geografia.
Inclui bibliografia.

1. Geografia - Teses. 2. Meio ambiente - Ituiutaba (MG) - Teses. 3.
Ituiutaba (MG) - Aspectos ambientais - Teses. I. Rosa, Roberto. II.
Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em
Geografia. III. Título.

CDU: 930

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE CIÊNCIAS INTEGRADAS DO PONTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA DO PONTAL**

NELIO PAULO SARTINI DUTRA JÚNIOR

**VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL
AO DESCONFORTO TÉRMICO EM ITUIUTABA (MG)**

Dissertação aprovada para obtenção do título de Mestre em Geografia no Programa de Pós Graduação em Geografia do Pontal – Área de Concentração: Produção do espaço e dinâmicas ambientais – Linha de Pesquisa: Dinâmicas Ambientais, da Faculdade de Ciências Integradas do Pontal, Universidade Federal de Uberlândia, pela banca examinadora formada por:

Prof. Dr. Roberto Rosa, UFU/MG

Prof. Dra. Jussara dos Santos Rosendo, UFU/MG

Prof. Dr. João Donizete Lima, UFG/MG

Ituiutaba, 07 de dezembro de 2016.

“Nós, seres humanos, estamos na natureza para auxiliar o progresso dos animais, na mesma proporção que os anjos estão para nos auxiliar.

Portanto quem chuta ou maltrata um animal é alguém que não aprendeu a amar.”

Chico Xavier

AGRADECIMENTOS

Falar de sentimentos e de gratidão sempre é bom para a alma, por isso, achei que esse seria o momento mais fácil desse trabalho, mas definitivamente não é. Para tanto, acho necessário discorrer, inicialmente, os caminhos percorridos para chegar até aqui.

Ingressei no curso de Geografia da FACIP/UFU muito imaturo, cheio de dúvidas e com nenhuma experiência universitária. Vim do mercado de trabalho e não estava habituado a ter um pensamento crítico. Ao ingressar na graduação, tive a oportunidade de conhecer outro mundo, que me instigou cada vez mais a entender as complexas relações existentes no espaço geográfico.

Pedi demissão do meu trabalho, e ingressei no Programa de Educação Tutorial (PET) de Geografia (FACIP/UFU) e desenvolvi atividades de ensino, pesquisa e extensão. Depois de aproximadamente três anos no PET, decidi desvincular-me do programa para ingressar como bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC/FAPEMIG/UFU). Com essas experiências, pude perceber que a carreira universitária não terminava com o fim da graduação, e decidi continuar os estudos.

Fui aprovado em 1º lugar no Programa de Pós-Graduação em Geografia do Pontal (PPGEP/FACIP/UFU). No PPGEP, cada momento foi único. A maior parte dos professores foram meus docentes na graduação. De início achei que isso seria um ponto negativo. Grande engano! Todos eles, de sua maneira, contribuíram de forma única para minha formação no mestrado! Era visível o esforço deles para oferecer a melhor aula e querer o crescimento do programa! E, aliás, as aulas foram ótimas! Agradeço, em especial, aos seguintes professores: Anderson Portuguese e Antônio de Oliveira Junior pelo aprendizado na disciplina "Fundamentos Teóricos e Metodológicos em Geografia"; as professoras Patrícia de Matos e Vera Salazar Pessoa pela disciplina "Seminários"; aos professores Carlos Loboda e Vitor Miyazaki pela disciplina "Produção do Espaço Urbano"; ao professor Rildo Costa pela disciplina "Riscos Ambientais"; e ao professor Roberto Castanho pela disciplina "Geotecnologias: Conceitos e Práticas".

Assim, depois de inúmeras vitórias e alguns tropeços, posso garantir que a experiência vivida nesse tempo no PPGEP foi muito importante para o meu desenvolvimento acadêmico. E mais do que isso, ela foi fundamental para minha formação enquanto pesquisador, professor, mas principalmente, cidadão. Por isso agradeço também a toda equipe do Programa

de Pós-Graduação em Geografia do Pontal (PPGEP), Faculdade de Ciências Integradas do Pontal (FACIP), da Universidade Federal de Uberlândia (UFU).

Como já tinha dito escrever esse texto não está sendo fácil, porquanto vários amigos me ajudaram nesse processo, cada um de sua forma. Alguns com conselhos em momentos difíceis, outros com palavras de ânimo e resignação, e outros apenas estando presentes. Por isso, prefiro enumerar as pessoas que me auxiliaram diretamente na conclusão desse trabalho, pois se fizer o contrário, as páginas não serão suficientes.

Agradeço, com profundo sentimento, a minha família mais próxima que sempre me apoiou com carinho e incentivo a continuar os estudos. A que presenciou as várias noites que fiquei sem dormir, e a que entendeu as minhas ausências nas reuniões familiares em razão desta pesquisa. Obrigado mãe, Renata, Mariane e avó Nenzinha.

Sou grato também a minha avó Cozinha, ela que vivenciou em vida material o início da minha jornada no mestrado acadêmico, e em vida espiritual assiste a conclusão dela. Continue sendo assim vó: alegre e feliz. A morte não existe! Não podemos acreditar que a deterioração do corpo carnal corresponde ao fim do espírito! A vida é muito mais do que “nascer, viver e morrer”!

Sou muito grato também a meu orientador professor Roberto Rosa! Mesmo estando à distância, em nenhum momento faltou-me orientação! Obrigado professor Roberto, com você aprendi muito! Meus agradecimentos, também, aos professores que, gentilmente, aceitaram participar enquanto banca examinadora! Muito obrigado por dispor do tempo de vocês para colaborarem com esse trabalho! Devo agradecer também aos meus colegas da primeira turma do PPGEP: Adriana, Carlos, Daniel, Emmeline, Fausto, Isley, Jeziel, Josy, Marcilene, Midiane, Renata, Roberta e Rosiane. Juntos conseguimos vencer mais essa etapa!

Agradeço, igualmente, aos professores do IFTM Campus Ituiutaba (MG): Patrícia Paes Leme, Júlio Delvaux, Henrique Sobreira e Andrezza Pamplona! De alguma forma, cada um de vocês me apoiou para a conclusão de mais essa etapa! Obrigado!

Laíza Brumano e Bruna Dias, muito obrigado! Vocês realmente me ajudaram bastante! E Laíza, me desculpe por te incomodar tanto! Minhas tias Fabíola e Vania, muito obrigado pelo apoio acadêmico! Vocês sempre serão modelos de profissionais para mim!

Agradeço, finalmente, a Equipe Luz Sideral, a irmã Celeste, e a todos os outros espíritos que me assistem e me auxiliam, incessantemente. Obrigado “amigos espirituais”! Com vocês, as vidas são mais fáceis!

RESUMO

Estudos sobre vulnerabilidade socioambiental emerge na tentativa de entender como as relações sociais e as características ambientais podem auferir à uma determinada localidade, riscos sobre determinados eventos. Nessa conjuntura, as discussões atuais no âmbito do espaço urbano evidencia a necessidade de entender como as características socioambientais podem tornar este espaço mais ou menos vulnerável ao desconforto térmico, tendo em vista as crescentes mudanças climáticas locais. Para a Organização Mundial da Saúde, o desconforto térmico é causado pelo excesso de calor, podendo chegar a situações críticas de estresse térmico. Ituiutaba, é uma das principais cidades do pontal do Triângulo Mineiro, está localizada no Bioma Cerrado, e é conhecida por possuir uma das temperaturas mais altas da microrregião. O desconforto térmico, em Ituiutaba (MG), é acentuando principalmente nos meses quentes e secos quando a ausência de chuva é evidente. Este trabalho tem como objetivo identificar a espacialização da vulnerabilidade socioambiental aplicada ao desconforto térmico na área urbana de Ituiutaba-MG. As variáveis selecionadas para a elaboração do índice de vulnerabilidade social ao desconforto térmico estão respaldadas nos pressupostos teóricos do Health Canada (2011), Organização Mundial da Saúde (OMS) e nos estudos de Almeida (2010), Rezende (2016) e Bortoletto e Freitas (2015). Para tanto, com base nos dados do Censo Demográfico do IBGE de 2010, utilizou-se técnica de análise fatorial exploratória para criar 6 fatores de vulnerabilidade social, sendo os seguintes: Fator 1 Educação e Renda, Fator 2 Presença de Idosos, Fator 3 Domicílios sem saneamento básico, Fator 4 Responsáveis pelos domicílios, Fator 5 Domicílios sem arborização e Fator 6 Domicílios com resíduos líquidos e sólidos expostos. Para a vulnerabilidade ambiental, levou-se em consideração o índice de temperatura efetiva adaptando-o para a escala urbana. Considerou-se, também, os trabalhos de Frota e Schiffer (2006) na escolha das variáveis de desconforto térmico. Foram usadas imagens do Landsat 8, Google Earth, dados do Censo de 2010 e técnica de geoprocessamento para gerar os índices sintéticos de vulnerabilidade ambiental: densidade demográfica, arborização urbana, proximidade de cursos de água/lagos e temperatura superficial por setor censitário. Como resultados, identificou-se que os bairros com maior vulnerabilidade social foram Satélite Andradina, Santa Maria e porção leste do bairro Independência; e entre os mais vulneráveis do ponto de vista ambiental, cita-se o Jardim Jamila, Morada do Sol e parte do Jardim do Rosário.

Palavras-chaves: Vulnerabilidade socioambiental; Desconforto térmico; Ituiutaba-MG.

ABSTRACT

Studies on socioenvironmental vulnerability emerges in an attempt to understand how social relations and environmental characteristics can give rise to certain risks to certain localities. At this juncture, current discussions within the urban space highlight the need to understand how socio-environmental characteristics can make this space more or less vulnerable to thermal discomfort, given the growing local climate change. For the World Health Organization, the thermal discomfort is caused by the excess heat, and can reach critical situations of thermal stress. Ituiutaba, is one of the main cities of the Triângulo Mineiro, is located in the Cerrado Biome, and is known for having one of the highest temperatures in the micro-region. The thermal discomfort, in Ituiutaba (MG), is accentuating mainly in hot and dry months when the absence of rain is evident. This work aims to identify the spatialisation of socio-environmental vulnerability applied to thermal discomfort in the urban area of Ituiutaba-MG. The variables selected for the elaboration of the index of social vulnerability to thermal discomfort are supported by the theoretical assumptions of Health Canada (2011), World Health Organization (WHO) and studies by Almeida (2010), Rezende (2016) and Bortoletto and Freitas (2015). To do so, based on data from the IBGE Demographic Census of 2010, we used an exploratory factorial analysis technique to create 6 social vulnerability factors, as follows: Factor 1 Education and Income, Factor 2 Presence of the Elderly, Factor 3 Households Without basic sanitation, Factor 4 Household managers, Factor 5 Households without afforestation and Factor 6 Households with liquid and solid residues exposed. For the environmental vulnerability, images of Landsat 8, Google Earth, 2010 Census data and geoprocessing techniques were used to generate the synthetic indexes of environmental vulnerability: demographic density, urban afforestation, proximity to water / lakes and surface temperature by sector Census. As a result, it was identified that the neighborhoods with greater social vulnerability were Satellite Andradina, Santa Maria and eastern portion of the Independência neighborhood; And among the most vulnerable from an environmental point of view, we can mention Jardim Jamila, Morada do Sol and part of Jardim do Rosário.

Keywords: Socioenvironmental vulnerability; Thermal discomfort; Ituiutaba-MG.

LISTAS

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo conceitual de “risco”	25
Figura 2 - Modelo conceitual de risco de Julião (2009).....	27
Figura 3 - Conceito de vulnerabilidade social	49
Figura 4 - Cálculo para obtenção do índice de árvores por habitantes	76
Figura 5 - Cálculo para inversão do índice de árvores por habitantes	76
Figura 6 - Cálculos para aplicação do índice de Morato (2008).....	93
Figura 7 - Localização da área urbana de Ituiutaba (MG) e erro SLC-OFF em imagem Landsat 7.....	96
Figura 8 - Uso do critério de coordenadas para definição da área de pesquisa.....	99
Figura 9 - Uso do critério de navegação para definição da área de pesquisa	100
Figura 10 - seleção de imagens Landsat 8 OLI e TIRS	100
Figura 11 - cálculo da área do setor censitário na calculadora de campo do qgis.....	104
Figura 12 - Uso do complemento xytools no Qgis.....	105
Figura 13 - Cálculo para obtenção da densidade demográfica.....	105
Figura 14 – Uso do complemento Openlayers Plugin	107
Figura 15 - Sobreposição de imagens do Google Earth com a base digital de bairros de Ituiutaba.....	108
Figura 16 - Localização da arborização a partir das imagens do Google Earth.....	109
Figura 17 - Divisão de camada vetorial no QGis	110
Figura 18 - Camadas vetoriais dos setores censitários após a divisão	110
Figura 19 - Uso da ferramenta cortar vetores a partir de um polígono com processamento em lote ativo	111
Figura 20 - Polígonos referentes a arborização separados por setor censitário.....	112
Figura 21 - Polígonos agrupados por setor censitário	113
Figura 22 - Cálculo para obtenção do	113
Figura 23 - Uso do Open Street Map na criação dos shapefiles correspondentes a hidrografia e lagos urbanos.....	115
Figura 24 - Uso do complemento mmqgis.....	115

Figura 25 - Hidrografia após aplicação da ferramenta buffer.....	116
Figura 26 - Uso da ferramenta “Feições” no Qgis	117
Figura 27 - Cálculo para obtenção do índice de proximidade de cursos de água/lagos	117
Figura 28 - Uso da ferramenta “Recorte” no Qgis	119
Figura 29 - Cálculo para obtenção da temperatura superficial.....	119
Figura 30 - Cálculo para conversão da radiância espectral em temperatura.....	120
Figura 31 - Uso da ferramenta "estatística zonal" no Qgis.....	121
Figura 32 - Residência no bairro Santa Maria (2015).....	126
Figura 33 - Descarte incorreto de lixo/entulho no bairro Satélite Andradina (2015).....	131
Figura 34 - Proximidade de residências com córrego urbano no leste do bairro Alcides Junqueira (2015)	138

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultado do teste de comunalidade da criticidade e capacidade de suporte.....	78
Tabela 2 - Teste de esfericidade de Bartlett e KMO	79
Tabela 3 - Teste de comunalidade das variáveis de vulnerabilidade social	80
Tabela 4 - Teste de esfericidade de Bartlett e KMO das variáveis de vulnerabilidade social.....	81
Tabela 5 - Matriz de correlação (correlation matrix)	82
Tabela 6 - Matriz de anti-imagem (anti-image matrices).....	84
Tabela 7 - Variância total explicada (total variance explained).....	85
Tabela 8 - Matriz de rotação de componentes (rotated component matrix ^a)	87
Tabela 9 - Matriz de transformação de componentes (component transformation matriz).....	90
Tabela 10 - Matriz de correlação dos componentes (component score covariance matrix)	90
Tabela 11 - Média ponderada das variáveis para cada fator	91
Tabela 12 - Cálculo para obtenção dos fatores finais.....	92
Tabela 13 - Valores para dimensionar a densidade demográfica	106
Tabela 14 - Classes de temperatura.....	121
Tabela 15 - Quantidade de setores censitários por faixas de vulnerabilidade social (2010).....	140

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Variáveis de vulnerabilidade social (criticidade)	65
Quadro 2 - Variáveis de vulnerabilidade social (capacidade de suporte)	71
Quadro 3 - Variáveis finais de vulnerabilidade social (criticidade)	75
Quadro 4 - Variáveis finais de vulnerabilidade social (capacidade de suporte)	75
Quadro 5 - Relação de variáveis com alta correlação segundo análise no SPSS	83
Quadro 6 - Relação de variáveis de origem e fatores.....	88
Quadro 7 - Características das imagens digitais Landsat 8	97
Quadro 8 - Faixas espectrais do Landsat 8	98
Quadro 9 - Variáveis de vulnerabilidade ambiental aplicadas ao desconforto térmico.....	102

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 - Localização da malha urbana de Ituiutaba (MG).....	18
Mapa 2 - Ituiutaba (MG): Vulnerabilidade social ao fator "Educação e Renda" (2010).....	125
Mapa 3 - Ituiutaba (MG): Vulnerabilidade social ao fator "Presença de Idosos" (2010).....	128
Mapa 4 - Ituiutaba (MG): Vulnerabilidade social ao fator "Domicílios sem saneamento básico" (2010)	130
Mapa 5 - Ituiutaba (MG): Vulnerabilidade social ao fator "Responsáveis pelos domicílios" (2010).....	133
Mapa 6 - Ituiutaba (MG): Vulnerabilidade social ao fator "Domicílios sem arborização" (2010).....	135
Mapa 7 - Ituiutaba (MG): Vulnerabilidade social ao fator "Domicílios com resíduos líquidos e sólidos expostos" (2010)	137
Mapa 8 - Ituiutaba (MG): Vulnerabilidade Social (2010)	139
Mapa 9 - Ituiutaba (MG) - Vulnerabilidade ambiental: densidade demográfica (2010).....	144
Mapa 10 - Ituiutaba (MG) - Vulnerabilidade ambiental: índice de arborização urbana (2016).....	146
Mapa 11 - Ituiutaba (MG) - Vulnerabilidade ambiental: índice de proximidade de cursos de água/lagos (2016)	148
Mapa 12 - Ituiutaba (MG) - Vulnerabilidade ambiental: índice de temperatura superficial por setor censitário (2016)	150
Mapa 13 - Ituiutaba (MG) - Vulnerabilidade ambiental ao desconforto térmico (2016).....	152
Mapa 14 - Vulnerabilidade socioambiental ao desconforto térmico	155
Mapa 15 - Ituiutaba (MG): Temperatura superficial (2016).....	158

LISTA DE SIGLAS

ACP	Análise de Componentes Principais
AF	Análise Fatorial
IAH	Índice de Árvores por Habitantes
ITE	Índice de Temperatura Efetiva
IWA	Índice de Vulnerabilidade Ambiental
IVS	Índice de Vulnerabilidade social
KMO	Kaise-Meyer-Olkin
MDE	Modelo Digital de Elevação
NDVI	Índice de Vegetação por Diferença Normalizada
OLI	Operational Land Imager
OMS	Organização Mundial da Saúde
SIG	Significância
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
TIRS	Thermal Infrared Sensor
TOA	Radiância Espectral
TST	Temperatura de Superfície

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO	16
2 – REFERENCIAL TEÓRICO.....	22
2.1 - Vulnerabilidade e Risco.....	22
2.2 - Vulnerabilidade Social	32
2.3 - Vulnerabilidade Ambiental.....	51
2.4 – Estudos sobre vulnerabilidade	58
3 – MATERIAIS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	62
3.1 – Índice de vulnerabilidade social	62
3.2 – Índice de vulnerabilidade ambiental	94
4 – DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	123
4.1 – Vulnerabilidade social	123
4.2 – Vulnerabilidade ambiental ao desconforto térmico.....	142
4.3 – Vulnerabilidade socioambiental ao desconforto térmico em Ituiutaba.....	154
5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	160
6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	162

1 - INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o aumento da população urbana levou o crescimento das cidades. Em várias cidades brasileiras, é perceptível que o êxodo rural do século passado, em conjunto com o modo de produção capitalista, configurou cidades populosas, carentes de serviços básicos como saúde, educação e segurança.

A população de baixa renda, devido a uma migração na segunda metade do século XX, ocupou áreas precárias como cortiços, favelas, áreas sujeitas inundações e enchentes, e entre outras, habitações em condições precárias. Residem em áreas não próprias à moradia, e ficam sujeitos a vários tipos de riscos, resultando em diversos problemas sociais e ambientais. Esse processo de urbanização intensificado no século passado, atrelado a expansão do modo de vida capitalista com o (não) planejamento urbano para atender as necessidades básicas da sociedade, bem como a crescente especulação imobiliária, configura um espaço geográfico múltiplo, distinto, excludente e vulnerável.

É preciso planejar as cidades levando em conta as características econômicas, sociais, culturais, ambientais e tecnológicas, sua história, forma de ocupação, para assim apontar os possíveis riscos atuais e futuros, e evitar ou pelo menos amenizar possíveis catástrofes vindouras. Deste modo, a vulnerabilidade socioambiental tem se acentuado nas cidades brasileiras. A população encontra dificuldades ao acesso de serviços públicos básicos, ocasionando uma deterioração crescente de suas condições de vida.

Nas cidades atuais, os riscos estão presentes no espaço urbano em diversos níveis, com distintas espacialidades. Muitas vezes não percebemos as causas principais de um determinado evento, e o quanto ele pode influenciar na sociedade. Outras vezes, só percebemos a dimensão das consequências depois que o fenômeno já tenha acontecido.

Nos estudos sobre o risco e vulnerabilidade é oportuno destacar que a influencia do clima nas relações do espaço urbano, na população das cidades e habitações de modo geral, é perceptível e deve ser considerado. Nessa conjuntura, o estresse térmico emerge como temática atual devido aos problemas de saúde que impactam diretamente na vida das pessoas.

O estresse térmico segundo a Organização Mundial da Saúde - OMS (2014) é causado por fenômenos de calor extremo em situações nas quais existe um relativo desconforto térmico. Para identificar uma avaliação de vulnerabilidade, esta entendida não apenas pela resistência, mas também pela resiliência porquanto abrange a adaptação ao evento, a OMS atribui os seguintes grupos como vulneráveis ao estresse térmico: lactantes e crianças;

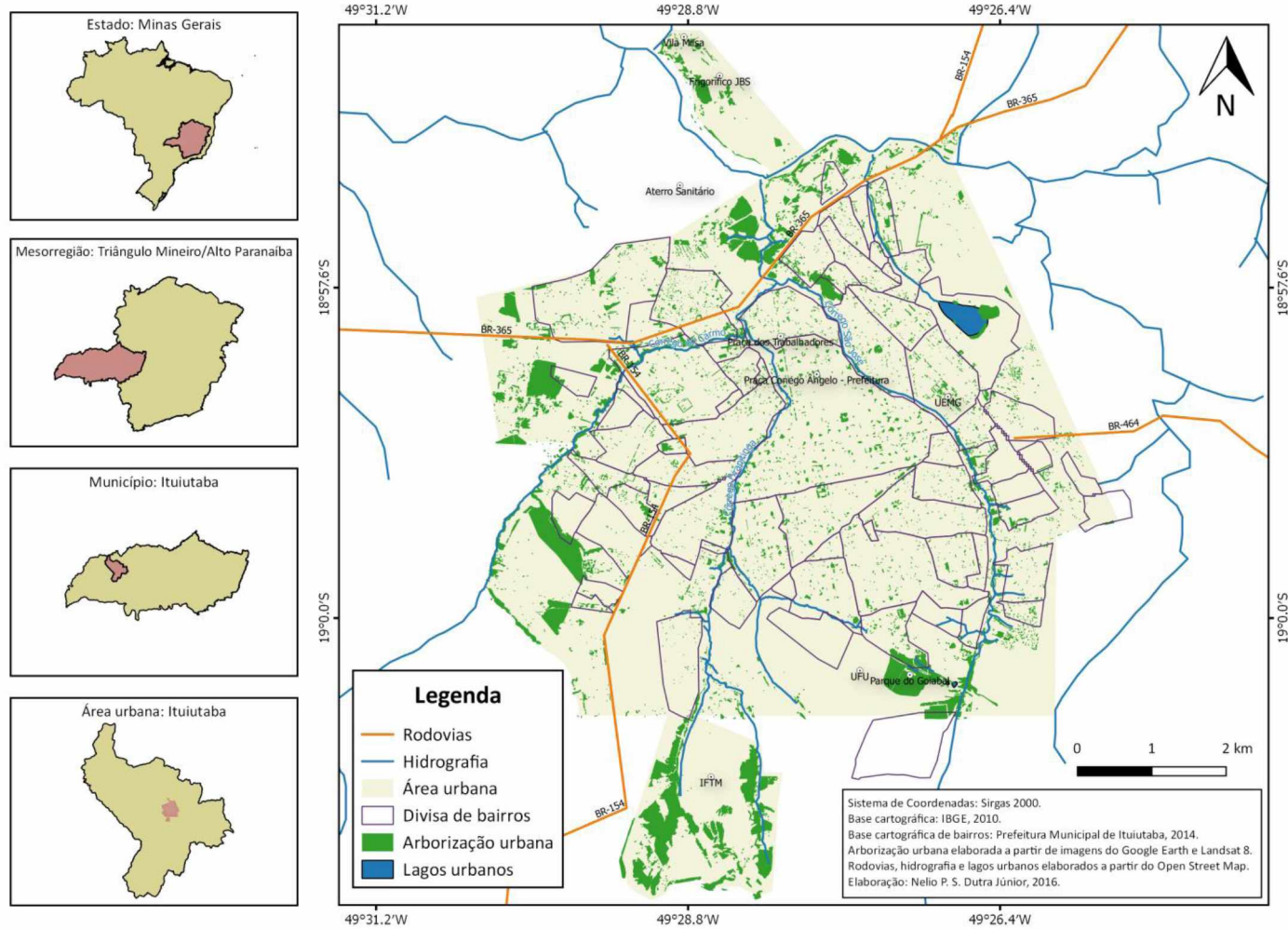
grávidas; idosos e pessoas com transtornos médicos crônicos; categoria socioeconômica empobrecida/baixa; e trabalhadores ao ar livre.

O Health Canada (CANADA, 2011), por sua vez, estabelece os grupos mais vulneráveis ao estresse térmico: os idosos; as crianças; os socialmente isolados, ou seja, os de baixa renda, sem-teto, vivendo sozinhos ou confinados à cama; os grupos ocupacionais que trabalham ao ar livre, os trabalhadores de cozinhas comerciais e os mineiros; povos que exercitam, correm em longa distância; e os turistas por estarem expostos ao calor e ao ar livre.

Deste modo, a vulnerabilidade da população a estes eventos está condicionada, praticamente e exclusivamente, as próprias características da sociedade e dos locais a elas expostas. Ao serem expostas a riscos de estresse térmico, as populações mais carentes não possuem recursos necessários para enfrentarem este evento, e estando propensos a estes perigos, não possuem ferramentas nem capital suficiente para atenuar ou evitar não só o risco, como também as consequências do mesmo.

O risco de estresse térmico é mais comum em locais com vulnerabilidade social e ambiental ao desconforto térmico. As maiores temperaturas tendem a se concentrar nas áreas urbanas das cidades, por possuírem inúmeros fatores como impermeabilização do solo, falta de arborização, concentração de construções, e baixa circulação de ventos. Ituiutaba (MG), é uma das principais cidades do pontal do triângulo mineiro (Mapa 1) e é conhecida por possuir uma das temperaturas mais altas da microrregião. Este desconforto térmico em razão das elevadas temperaturas é acentuando principalmente nos meses quentes e secos quando a ausência de chuva é evidente.

MAPA 1 - Localização da malha urbana de Ituiutaba (MG)



Fonte: IBGE (2010). Elaboração: DUTRA JÚNIOR (2015).

Ituiutaba (MG) apresenta elevadas temperaturas médias anuais, sobretudo devido as baixas altitudes e a continentalidade. Com temperatura máxima anuais superando os 40° C, estudos recentes indicam uma tendência ao aumento da temperatura no decorrer dos anos, sobretudo das máximas anuais (QUEIROZ e COSTA, 2012).

A quantidade de água existente no ar, embora não seja considerada relativamente baixa para os padrões do Cerrado, pois varia de 20 a 40% ao ano, no estudo de Queiroz e Costa (2012), além de não ser percebido nenhum registro no qual poderia considerar como úmido, a umidade relativa do ar está gradativamente diminuindo a partir dos anos 1980, podendo ser justificada pelo aumento da temperatura.

Queiroz e Costa (2012) também identificaram que a temperatura anual máxima entre os 1990 e 2000 aumentou em aproximadamente 1,16%. Segundo os autores, esse índice embora não seja significativo, pode indicar problemas socioeconômico, inclusive no conforto térmico. A umidade relativa do ar, nesse mesmo período, reduziu aproximadamente 35% por década.

Ituiutaba (MG) está localizado no bioma Cerrado, que possui umidade relativa do ar baixa principalmente nos meses mais secos (maio a setembro). Levando em consideração que a umidade relativa do ar está gradativamente reduzindo e a temperatura aumentando no decorrer dos anos (QUEIROZ e COSTA, 2012), considera-se que os riscos ao desconforto térmico aumenta exponencialmente em Ituiutaba (MG), elencando essa temática como de fundamental importância para essa área de estudo.

Nesse sentido, deve-se levar em relevância que a espacialização do desconforto térmico não possui configuração única na área urbana de Ituiutaba (MG). Por exemplo, existem ruas, setores e bairros os quais a falta de arborização eleva o desconforto térmico. Do mesmo modo, o problema é aguçado nos locais que possuem população vulnerável do ponto de vista social, pois elas possuem baixa resistência e resiliência para enfrentar eventos relacionados às temperaturas extremas, estando susceptíveis ao estresse térmico.

Esta pesquisa justifica-se na necessidade de identificar áreas/setores que possuem maior vulnerabilidade socioambiental aplicada ao desconforto térmico em Ituiutaba (MG). As informações geradas nesta pesquisa poderão auxiliar no planejamento social e ambiental urbano de Ituiutaba (MG), bem como direcionar políticas públicas e/ou propostas de intervenção no plano diretor visando auxiliar na gestão urbana da referida cidade.

Em razão das características sociais e ambientais desiguais da malha urbana de Ituiutaba (MG), existem diferentes índices de vulnerabilidade social e ambiental aplicada ao estresse térmico em razão do calor extremo. São características sociais e ambientais existentes no espaço geográfico que moldam distintos níveis de vulnerabilidade socioambiental ao desconforto térmico.

Deste modo, em muitos casos, a hipótese é que estas informações congregam-se e, inicialmente, parecer-se-á que existem bairros e/ou setores onde os impactos ambientais emergem em congruência com as características sociais e econômicas dos moradores locais. Neste sentido, apresenta-se como problemática se estas aferições são verdadeiras, e caso sejam, em que amplitude e espacialidade acontecem.

Por meio da pesquisa, poderá comprovar-se a hipótese levantada, e dependendo dos resultados alcançados, identificar a configuração espacial desta vulnerabilidade socioambiental ao estresse térmico na área de estudo.

O objetivo geral desta pesquisa é espacializar a vulnerabilidade socioambiental aplicada ao desconforto térmico na cidade de Ituiutaba (MG). Os objetivos específicos são:

- Discutir os conceitos vulnerabilidade no âmbito dos riscos socioambientais;
- Criar índices de vulnerabilidade social;
- Elaborar um índice para identificar a vulnerabilidade ambiental aplicada ao desconforto térmico;
- Mapear áreas em situações de vulnerabilidade socioambiental ao desconforto térmico em Ituiutaba (MG).

O item 2 – REFERENCIAL TEÓRICO corresponde a revisão de literatura, que tem por finalidade servir de suporte para alcançar os objetivos propostos na pesquisa. No item 2.1 - Vulnerabilidade e Risco será apresentada uma discussão conceitual de vulnerabilidade no âmbito dos riscos socioambientais, expondo conceitos para o termo "risco" e as diferenças e relações com os conceitos de vulnerabilidade. Em 2.2 - Vulnerabilidade Social serão discutidas obras dos principais autores que trabalharam com a vulnerabilidade social e as características conceituais. O item 2.3 - Vulnerabilidade Ambiental visa discutir conceitos para o termo vulnerabilidade ambiental apresentado por autores previamente selecionados para essa pesquisa. E por fim, no tópico 2.4 – estudos sobre vulnerabilidade será mencionado, brevemente, estudos recentes no âmbito da vulnerabilidade.

No item 3 – MATERIAIS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS será discutido os procedimentos metodológicos, bem como os materiais utilizados para realizar este estudo. A criação dos índices de vulnerabilidade foram divididas em: 3.1 – ÍNDICE DE VULNERABILIDADE SOCIAL, nele serão descritos quais foram os recursos necessários para criar o índice de vulnerabilidade social, os procedimentos principais e as variáveis selecionadas para o estudo; e no 3.2 – ÍNDICE DE VULNERABILIDADE AMBIENTAL serão detalhados os procedimentos usados para chegar ao índice de vulnerabilidade ambiental ao desconforto térmico, as técnicas empregadas, imagens de satélite usadas, entre outros.

Em 4 – DISCUSSÃO DOS RESULTADOS são discutidos os resultados da análise social e ambiental. Em 4.1 – vulnerabilidade social são expostos os mapas de vulnerabilidade social, e em 4.2 – vulnerabilidade ambiental ao desconforto térmico os de vulnerabilidade ambiental ao desconforto térmico. O mapa síntese de vulnerabilidade socioambiental ao desconforto térmico, bem como o mapa de temperatura superficial de Ituiutaba (MG) são apresentados e discutidos no item 4.3 – vulnerabilidade socioambiental ao desconforto térmico em Ituiutaba.

2 – REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 - VULNERABILIDADE E RISCO

Não há como negar a existência de diversos riscos presentes na vida humana. Uma viagem, um passeio na praia ou apenas estar em casa assistindo televisão, oferece vários riscos para a sociedade (ALMEIDA, 2010, p.88). Os riscos possuem consequências desastrosas. Nessa conjuntura, a prevenção dos mesmos tornou-se aspecto importante não só para a ciência, mas principalmente para a sociedade. Isso se dá, muitas vezes, em razão dos impactos sociais e econômicos provocados por eventos extremos ou não, que não foram previstos com antecedência, não estudados em suas particularidades, e por isso não minimizados ou evitados.

Em muitos estudos, o conceito de risco pode ser associado, ou até mesmo substituído pelo de vulnerabilidade, sensibilidade, susceptibilidade, danos potenciais ou potencial. Os estudos costumam adaptar o conceito para atender os objetivos propostos pela pesquisa (NASCIMENTO, 2011). Para Chaves (2009), é mais comum visualizar os riscos pelas dimensões sociais e ambiental.

No que tange as cidades, os riscos podem ser considerados mais graves pois não atingem apenas uma pessoa ou um grupo social. Dependendo das ocasiões, os riscos sociais e/ou ambientais podem oferecer perigo a grupos sociais maiores, como moradores de uma rua, de um bairro ou até mesmo de um setor. Levando em conta as possíveis perdas depois de um desastre, entende-se também que nossa sociedade atual é mais propensa a riscos, pois em um evento perigoso, ela pode perder não apenas mais vidas, como também bens materiais e econômicos de modo geral (CHAVES, 2009).

Esteves (2011, p.65) afirma que o “risco pode ser considerado como uma categoria de análise relacionada às ideias de incerteza, exposição ao perigo, perda e prejuízos materiais, econômicos e humanos”. Pode ser entendido como a possibilidade de ocorrência, tanto no tempo quanto no espaço, de processos de ordem social ou natural, este último entendido pelo âmbito dos processos endógenos quanto exógenos. Os riscos oriundos do progresso tecnológico e científico não só causam uma insegurança popular, como principiam-se na necessidade de precaução. Isso acontece mesmo quando não se tem conhecimento científico suficiente para delinear todos os riscos possíveis (CASTRO; PEIXOTO; PIRES DO RIO, 2005).

Deste modo, nem todos os riscos tecnológicos e científicos estão totalmente explicados, visto que atualmente não se tem conhecimento científico e técnico suficiente para apontar todos os riscos que as populações futuras sofrerão. Não se consegue hoje entender, em sua ampla magnitude, quais os riscos exatos que as gerações futuras estarão correndo, principalmente em escala planetária e continental (CASTRO; PEIXOTO; PIRES DO RIO, 2005).

Os riscos podem ser divididos em riscos econômicos, sociais, naturais, socioambientais, biológicos, tecnológicos e geopolíticos. Os riscos tecnológicos, para Alcântara (2012), só existem devido ao sistema capitalista, ou seja, devido às relações de reprodução do trabalho e processos de produção do capital. Os geopolíticos e econômicos estão relacionados, e são iniciados em muitos casos, por partilha de recursos naturais. Os riscos que atingem a sociedade são geralmente os ligados a segregação e as desigualdades sociais. Os riscos naturais podem ser litosféricos ou hidroclimáticos, sendo ambos resultados de processos físicos. E os riscos socioambientais são vistos como a junção da degradação ambiental com os riscos naturais, considerando atividades humanas que podem acentuar os processos naturais. A erosão antrópica, poluição de recursos naturais, entre outros. É pertinente destacar que Alcântara (2012) afirma que o termo “risco socioambiental” é considerado recente, não sendo muito bem definida pelos pesquisadores.

Dias (2013) entende que os riscos, do ponto de vista subjetivo, podem ser percebidos pela população levando-se em conta os aspectos temporais, o que ela já viveu e como ela se comporta mediante os perigos. Em outras palavras, a população pode entender os riscos pelo qual ela seja exposta, ou seja, os fatores que levaram a existência desse possível risco podem ser desconhecidos, principalmente nos contextos sociais, econômicos e políticos.

Gamba (2011, p.47-48) corrobora com Esteves (2011) quando contesta a crescente ideologia de que o risco é inevitável ao progresso humano e ao crescimento econômico. O crescimento econômico deveria ser planejado com o objetivo de oferecer melhores condições de vida à população e menor impacto social e degradação ao meio ambiente, pois apenas assim as sociedades futuramente não estarão vulneráveis a diversas ameaças.

Na atualidade, vários riscos já existem, como por exemplo, o risco de contaminação dos cursos de água, terremotos, poluição atmosférica, enchentes, e outros. Para Chaves (2009, p.43), em se tratando de riscos socioambientais nas cidades, raramente eles atingem apenas uma única pessoa. Deslizamentos, enchentes, inundações, voçorocas, solapamentos e

acidentes de modo geral, em grande parte atingem mais de um indivíduo, chegando a grupos sociais.

Assim sendo, por estarmos inseridos no modo de produção capitalista, é certo que vários riscos existem e existirão futuramente. É intrínseco do sistema capitalista produzir o espaço para atender ao grande capital e desfavorecer classes sociais menos abastadas, pouco se importando com os riscos ofertados a estas últimas. Em razão de prováveis riscos futuros, devem-se planejar ações que visam evita-los, ou pelo menos atenuá-los. É importante conhecer como as comunidades e indivíduos se comportam do ponto de vista cultural, social e econômico, para enfim aplicar de formas satisfatórias os estudos de riscos (CUNHA; RAMOS, 2013, p.32-33). Deste modo, é indispensável ressaltar a importância de se conhecer as características do local em estudo, visto que, mesmo que a população local saiba da existência dos riscos a qual ela está sujeita, em vários casos elas não conhecem a causa do mesmo, e as consequências extremas que ele pode acarretar.

É evidente que o conceito de risco não é apenas utilizado na ciência geográfica. Frequentemente, ele é usado em diversos campos de atuação como planejamento e gestão de cidades e ordenamento territorial, e, em algumas situações e dependendo da fonte bibliográfica consultada, “o termo riscos é substituído ou associa-se a potencial, susceptibilidade, vulnerabilidade, sensibilidade ou danos potenciais” (NASCIMENTO, 2011. p.18).

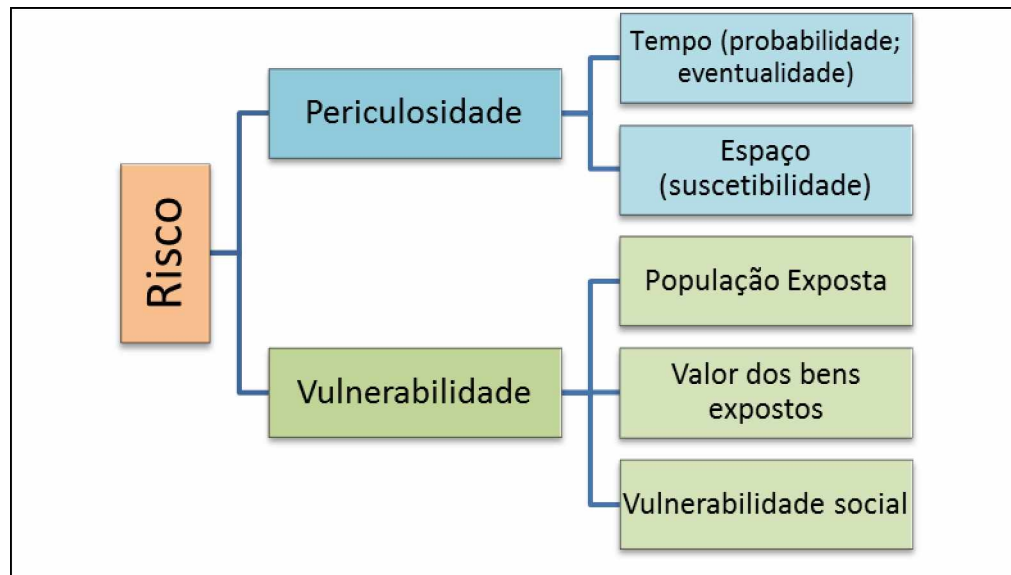
Segundo Cunha e Ramos (2013, p.21), para a Geografia existem dois conceitos para o termo “risco”. O primeiro entende que o risco é a probabilidade que aconteça algum evento que cause prejuízo ao meio ambiente, no qual, o termo perigo indica a constatação desse risco; e a crise corresponde à manifestação do evento. Deste modo,

Consciência do risco, percepção do perigo e gestão da crise são as diferentes etapas do complexo processo de entendimento do risco, quer na perspectiva científica, quer na da gestão, que preocupa, sobretudo, os agentes de proteção civil ou os decisores políticos. (CUNHA; RAMOS, 2013, p.21).

O segundo conceito advém da Cartografia, e trabalha com as ideias de periculosidade e vulnerabilidade. Cunha e Ramos (2013, p.21) afirmam que a vulnerabilidade pode ser entendida como “o nível de consequências previsíveis desse fenômeno sobre a sociedade”, e a periculosidade é a “probabilidade de ocorrência temporal (eventualidade) e espacial (suscetibilidade) de um fenômeno potencialmente perigoso”. É importante ressaltar que a discussão de Cunha e Ramos (2013) possui o intuito de delinear e distinguir os diferentes

conceitos dentro da análise do risco. Assim, o modelo conceitual (FIGURA 1) evidência a dependência entre os conceitos de vulnerabilidade e periculosidade, para com a análise do risco (CUNHA; RAMOS, 2013, p.22).

Figura 1 - Modelo conceitual de “risco”



Fonte: CUNHA; RAMOS (2013, p.22).
Adaptado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2015)

Nesta interpretação de Cunha e Ramos (2013), os riscos seriam as possibilidades de ocorrer um fenômeno em um provável momento e local, e o quão a sociedade está susceptível aos impactos do mesmo. Em uma análise ampla, o risco desmembra-se em periculosidade e vulnerabilidade. A periculosidade ramifica-se em tempo (probabilidade; eventualidade) e espaço (suscetibilidade). A vulnerabilidade advém da população exposta; valores dos bens expostos; e vulnerabilidade social.

A vulnerabilidade remete-se aos bens e população exposta, somando-se a vulnerabilidade social (CUNHA; RAMOS, 2013). É uma abordagem que embora seja ampla, ela não diferencia totalmente a vulnerabilidade da vulnerabilidade social, e qual é a distinção da população exposta e da vulnerabilidade social. Almeida (2010, p.102-103) nos lembra de que o conceito de vulnerabilidade além de possuir uma abordagem recente, emerge de discussões feitas a respeito da degradação ambiental e da própria expansão do capitalismo. Contrapondo Almeida (2010) com os apontamentos de Cunha e Ramos (2013), percebe-se que houve uma tentativa de avanço conceitual, mas com uma lacuna nesta diferenciação.

O risco e a vulnerabilidade são conceitos que se complementam. Os riscos remetem a análise imediata, pois identifica os perigos introduzidos na sociedade. A vulnerabilidade pode

ser estudada por uma linha temporal mais longa em comparação com o risco. Ainda, a vulnerabilidade é vista por múltiplas dimensões, como a econômica, cultural, institucional, social entre outras. Ela estuda o indivíduo, sua casa, sua comunidade, e como eles podem (ou não) suportar esses desastres/tensões (ALCÂNTARA, 2012).

O conceito de vulnerabilidade emerge no âmbito das discussões da relação entre capitalismo, consumo, exploração, e meio ambiente. Nasce da dialética entre desenvolvimento capitalista e preservação ambiental, no amago das discussões a respeito do espaço urbano, do processo de industrialização, e da exploração dos recursos naturais. Assim, já nas décadas de 1970 e 1980 as discussões permeiam as relações da sociedade com o ambiente, os debates socioambientais. Para compreender a vulnerabilidade enquanto conceito, considera-se não apenas os efeitos imediatos, mas as relações da sociedade com o meio natural, bem como as culturas e as relações ambientais de modo geral (ALMEIDA, 2010).

Gamba (2011) pondera que nos estudos de vulnerabilidade e riscos, devem-se considerar as características sociais e econômicas dos alvos afetados, porquanto, os grupos sociais não possuem as mesmas vulnerabilidades. Dependendo das configurações socioeconômicas, haverá diferentes níveis de vulnerabilidade. Por isso, Alcântara (2012) diz que ao analisar a vulnerabilidade, deve-se considerar a exposição dos alvos e a incapacidade. A exposição são os elementos que estão susceptíveis a danos e estão localizados nas áreas de risco, e a incapacidade corresponde a elementos que anulam ou dificultam a resposta dos indivíduos a um determinado perigo ou evento perigoso.

Identificar os grupos com vulnerabilidade não é uma tarefa simples, pois a sociedade está exposta a vários riscos, em diferentes tempos e em distintos espaços. A heterogeneidade e a grande quantidade de riscos tornam complexos os estudos de mensuração de grupos vulneráveis. Porquanto, são comuns estudos que entendem a vulnerabilidade pelo aspecto do "risco social". São vistos como pessoas, grupos sociais, moradores, ou domicílios com moradores, mais propensos a enfrentar circunstâncias diversas, seja em razão do seu desenvolvimento pessoal, e/ou por características do seu ambiente doméstico ou comunitário (DESCHAMPS, 2004).

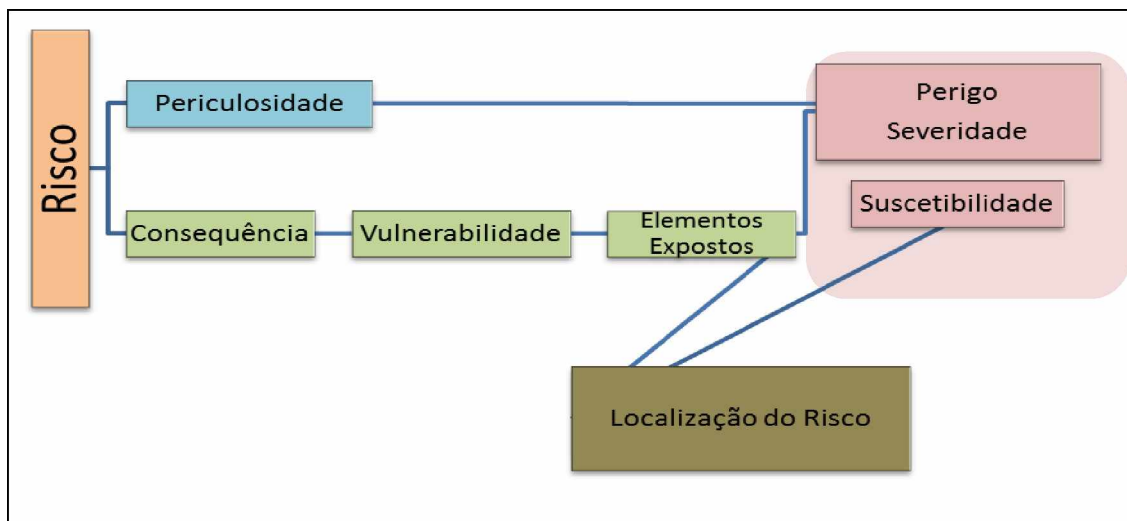
Para Manyena (2006), o risco e a vulnerabilidade são vistos como conceitos capazes de se complementarem, no entanto, o risco é explicado pela susceptibilidade do local, e a vulnerabilidade dos elementos expostos a ele. Visão, em partes, parecida com Cunha e Ramos (2013) e Julião (2009). Ressalta-se que nos escritos de Julião (2009) existe uma diferença

conceitual entre suscetibilidade e periculosidade, e em seu trabalho Manyena parece usar o conceito de suscetibilidade quando deveria usar, na visão do autor citado, o conceito de periculosidade.

Em Cunha e Ramos (2013), embora não se tenha uma discussão conceitual da vulnerabilidade de forma aprofundada, os autores ressaltam a importância deste conceito quando deixam claro que o estudo da periculosidade, por si só, é insuficiente no contexto atual, tendo em vista as consequências e as vulnerabilidades dos elementos expostos. Por este motivo os autores supracitados (2013, p.32) afirmam que “os processos até podem ser relativamente semelhantes nos modos como se manifestam”, contudo, “as suas consequências decorrem, sobretudo, de como pessoas e bens a eles se expõem”.

De acordo com Cunha et al. (2011) e Cunha e Ramos (2013), identificam-se apontamentos similares com Julião (2009). Nas discussões sobre o risco, periculosidade, consequências e vulnerabilidade, Julião (2009, p.20-22) aponta a estreita relação entre estes conceitos. Para o autor, riscos são a probabilidade de uma ação ou processo acontecer, e os prejuízos resultantes para o ambiente, sociedade e bens. É a periculosidade ou probabilidade do perigo, e a consequência ou dano potencial (FIGURA 2).

Figura 2 - Modelo conceitual de risco de Julião (2009)



Fonte: JULIÃO (2009, p.22).

Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2015)

A periculosidade ou probabilidade do perigo, para Julião (2009), é a possibilidade de ocorrência de ação ou processo, sejam eles naturais, tecnológicos ou mistos, em uma área em um período, com severidade determinada. O dano potencial ou consequência são as perdas e prejuízos de elementos expostos a ações ou processos perigosos, de ordem natural, misto ou

tecnológico com severidade determinada (JULIÃO, 2009, p.20-22). Alcântara (2012, p.35-36) quando pondera que não existem apenas um tipo de risco, e cita que eles podem ser sociais, naturais, tecnológicos, geopolíticos, biológicos, econômicos e socioambientais, de certa forma, abrange a noção de periculosidade de Julião (2009) para o de risco usado por ela própria.

Nas discussões atuais sobre os conceitos de risco e vulnerabilidade, existem tentativas de identificar o risco no espaço geográfico, e para tantos, analisam-se quais as propensões de perigos em uma determinada área, quais a possibilidade de ocorrência, e quando provavelmente podem acontecer. Para alguns autores, são necessários estudos com objetivo de análise ampla que não contemple apenas o perigo imediato, ou seja, aquele que acontecerá fatalmente, e de modo evidente. Devem-se utilizar meios e técnicas capazes de mensurar a possibilidade de ocorrência, bem como o local ou locais que estão susceptíveis a este perigo. É uma análise abrangente, que deve responder as perguntas: “onde?” e “quando?” (probabilidade), e muitas vezes, “quem?” e “por quê?” (JULIÃO, 2009; CUNHA et al., 2011; e ALMEIDA, 2010).

Destaca-se para Cunha e Ramos (2013, p.26) que a cartografia configura ferramenta importante nas análises do risco, pois, para eles, a espacialidade da periculosidade pode ser representada por meio de mapas. Cunha e Ramos (2013, p.26) alegam ainda a existência de teóricos que acreditam que os mapas de suscetibilidade podem também representar a probabilidade de ocorrência de um perigo, e, eles passam a ser chamados de mapas de periculosidade. Nessa perspectiva, teoricamente encontram-se dificuldades de diferenciar a suscetibilidade da periculosidade.

Julião (2009), por outro lado, deixa fulgente a distinção entre periculosidade para com a suscetibilidade. Em sua análise a suscetibilidade é a

Incidência espacial do perigo. Representa a propensão para uma área ser afectada por um determinado perigo, em tempo indeterminado, sendo avaliada através dos factores de predisposição para a ocorrência dos processos ou acções, não contemplado o seu período de retorno ou a probabilidade de ocorrência. Representável cartograficamente através de mapas de zoneamento, sobretudo nos casos dos processos naturais e mistos identificados. (JULIÃO, 2009, p.20).

Deste modo, a susceptibilidade seria a localização do risco, ou seja, o quão um perigo pode afetar uma área, devido às características intrínsecas do local. Este mapa, quando feito corretamente levando em conta os elementos destacados nos estudos de Julião (2009), pode ser usado como suporte no planejamento urbano, tendo em vista a necessidade de identificar

locais e áreas mais propensas a serem afetadas por algum tipo de perigo. Porém, por não apresentar informações como probabilidade de ocorrência, esta informação não pode ser usada de forma isolada, e sem acompanhamento de distintos profissionais.

De tal modo, para a elaboração de mapas de suscetibilidade, o método de análise e os resultados esperados permeiam os caminhos a serem percorridos para a obtenção do resultado final. Os métodos são caminhos necessários para atingir os resultados esperados, de acordo com os objetivos propostos. Assim,

No que diz respeito à cartografia de suscetibilidade, nos estudos realizados em Portugal têm sido utilizados, com sucesso, métodos heurísticos/qualitativos, métodos quantitativos e métodos determinísticos. A seleção do método é basicamente ditada por fatores tão diversos como o tipo de risco em análise, a escala de trabalho e, relacionada com ela, a existência ou não de dados rigorosos sobre as suas manifestações que permitam a aferição dos modelos. (CUNHA; RAMOS, 2013, p.27).

No entanto, Gamba (2011, p.63) acredita que nas análises de riscos e vulnerabilidade, é de fundamental importância entender as características socioeconômicas da população exposta, visto que cada população possui distinto nível ou grau de vulnerabilidade, dependendo de suas particularidades. Julião (2009, p.20-22) enfatiza que a vulnerabilidade é entendida pelo grau de perda de elementos expostos, podendo ser eles a população, estruturas e infraestruturas, atividades econômicas, propriedades e outros, sujeitos a perigos tecnológicos, naturais ou mistos, em um determinado local. Cada vez maior a vulnerabilidade, maior a consequência e os danos potenciais. Portanto, a vulnerabilidade é entendida como o

Grau de perda de um elemento ou conjunto de elementos expostos, em resultado da ocorrência de um processo (ou 29ção) natural, tecnológico ou misto de determinada severidade. Expressa numa escala de 0 (sem perda) a 1 (perda total). Reporta-se aos elementos expostos. Pressupõe a definição de funções ou matrizes de vulnerabilidade reportadas ao leque de severidades de cada perigo considerado. (JULIÃO, 2009, p.21).

Os elementos expostos concernem-se ao perigo e a severidade. O perigo é entendido como um processo ou ação “natural, tecnológico ou misto susceptíveis de produzir perdas e danos identificados. O conceito aplica-se à totalidade dos processos e ações naturais, tecnológicos e mistos” (JULIÃO, 2009, p.20). Ele e a severidade influenciam tanto os elementos expostos, quanto a periculosidade e probabilidade do perigo. A severidade, nessa conjuntura, é entendida como a

Capacidade do processo ou ação para danos em função da sua magnitude, intensidade, grau, velocidade ou outro parâmetro que melhor expresse o seu

potencial destruidor. O conceito reporta, exclusivamente, a grandeza física do processo ou ação e não as suas consequências (estas dependem também da exposição). (JULIÃO, 2009, p.20).

O risco a nosso ver configura-se em locais onde existem perigos, e vai além, pois resume-se as possíveis consequências existentes. Ele é o conceito central na análise de Julião (2009, p.22), sendo resultado de outros elementos que, em congruência, podem ou não auferir probabilidade de uma ação/processo perigoso com danos a pessoas ou até mesmo prejuízos ao meio ambiente. Ele depende das consequências, que só podem acontecer em razão do grau de vulnerabilidade de uma determinada área. Os elementos nessa área, ou seja, a infraestrutura de modo geral e a população, ficam sujeitos a uma ação com potencial destruidor em função do perigo e sua potencialidade em causar danos.

Ressalta-se, novamente, que os riscos e vulnerabilidade possuem diferenças, embora se complementem. Alcântara (2012, p.37) afirma que o “risco tem como foco apenas os perigos que são introduzidos na sociedade”, com análise imediata, e, atesta que a vulnerabilidade “engloba escalas de tempo mais longas”, pois possui várias dimensões (social, cultural, econômica, etc). Ela diverge com as propostas de Julião (2009) e Cunha e Ramos (2013), as quais destacam o risco como conceito central, e o de vulnerabilidade e periculosidade, embora indispensáveis, são vistos como secundários.

Nessa conjuntura, Esteves (2011, p.69), ao discutir os conceitos de risco, retoma o de vulnerabilidade, uma vez que, para este autor, ela está relacionada diretamente aos fatores que podem ou não aumentar os riscos. Assim,

a vulnerabilidade envolve um conjunto de fatores que pode diminuir ou aumentar o(s) risco(s) no qual o ser humano, individualmente ou em grupo, está exposto nas diversas situações da sua vida. Essas situações podem ser, por exemplo, uma enchente, um deslizamento, a perda de um emprego, uma despesa não esperada, uma doença, a marginalização social, uma recessão econômica, entre outras. (ESTEVES, 2011, p.69).

Nesta concepção, a vulnerabilidade é entendida como uma agravante a um possível risco já existente em um determinado local, relacionado à presença da sociedade. São as condições, situações ou atributos sociais que configuram em indivíduos ou grupos, características ou circunstâncias que os mantem dispostos a diversos tipos de riscos. Seriam as condições e distintivos que as pessoas possuem de enfrentar (ou não) riscos externos (BRAGA; OLIVEIRA; GIVISIEZ, 2006). Em síntese, o risco seria a probabilidade de ocorrência, enquanto que a vulnerabilidade seria a suscetibilidade. Observa-se que essa

afirmação é diferente da interpretação de Cunha e Ramos (2013) e Julião (2009), pois eles entendem a suscetibilidade pelo seu aspecto espacial, o de representação cartográfica.

A propósito, a exposição ao risco é diferenciada da capacidade de resposta, tendo em vista que esta última corresponde à capacidade de reação e adaptação diante do risco. Esteves (2011, p.70) entende que a exposição ao risco “pode ser considerado um componente multifacetado, que varia conforme a problemática analisada”, e exemplifica este elemento da vulnerabilidade quando diz que

Alguns exemplos simples podem ilustrar essa componente da vulnerabilidade: é mais propenso a adquirir uma doença sexualmente transmissível aquele que não faz uso de preservativo, assim como está mais vulnerável a sofrer um alagamento quem mora na margem de um rio do que aquele que se encontra, por exemplo, habitando uma montanha, embora o último possa estar mais vulnerável aos efeitos de um deslizamento. (ESTEVES, 2011, p.70).

Deste modo, para distinguir a vulnerabilidade do risco, é essencial apontar quais os riscos existentes, podendo ser inundações, enchentes, deslizamentos e desmoronamentos, entre outros, e o grau de exposição da sociedade. Mas não obstante, deve-se ainda mensurar qual a capacidade de resposta que essa população é capaz de oferecer ao fenômeno ao qual ela é susceptível (MENDONÇA, 2004). Por exemplo, logicamente, uma família de classe média alta possui melhores condições de retomar à vida cotidiana após um deslizamento, ou até mesmo possui recursos em suas moradias que oferecem maior resistência a este desastre, do que as famílias pobres e marginalizadas pelo capital. Portanto,

Geralmente, os grupos mais pobres da sociedade, além de a sua própria falta de defesa econômica e social, são mais vulneráveis pois carecem de fontes externas de apoio, incluída a atuação do Estado, o que leva a um enfraquecimento na sua capacidade de resposta. (ESTEVES, 2011, p.70).

Percebe-se que embora populações distintas podem compartilhar de riscos similares, como por exemplo risco de inundação e enchentes, dependendo do local, cidade ou até mesmo país, a vulnerabilidade será diferente em razão das características populacionais. Em casos mais extremos como terremotos, por exemplo, pode-se usar de modo genérico e não exclusivamente, distintos indicadores que mensuram o nível de desenvolvimento econômico de um país, para deste modo identificar a capacidade de resposta de um determinado fenômeno por parte da população. Ressalta-se que essa mensuração não deve ser usada de modo determinante para toda a população de um país, tendo em vista as diferentes condições econômicas e hábitos culturais, que podem ou não aumentar a vulnerabilidade.

2.2 - VULNERABILIDADE SOCIAL

Em Cardona (1993), é visto que nos primeiros estudos sobre vulnerabilidade da década de 1980, ela era mensurada pela presença dos elementos expostos e os fatores de seletividade. Nessa concepção, ela não pode ser confundida com o risco, todavia dele depende para ser avaliada, porquanto, é identificada pelo grau de perda dos elementos que a um risco estão expostos. Estes elementos podem ser, por exemplo, moradores de uma rua, comunidade, moradores de vila, bairro, podendo variar em uma escala de 0 que significa nenhum dano, e 1 que corresponde a perda total. Assim, a vulnerabilidade é vista

[...] como el grado de pérdida de un elemento o grupo de elementos bajo riesgo resultado de la probable ocurrencia de un evento desastroso, expresada en una escala desde 0 o sin daño a 1 o pérdida total. (CARDONA, 1993, np).

Por ser considerada implícita na vulnerabilidade, a noção de elementos expostos passa a ser intrínseca, correspondendo a uma variável essencial. No entanto, o conceito de vulnerabilidade passa por alterações sutis nos estudos do *Instituto de Ingeniería Sísmica y Sismología* em 1985, sendo “entendida como la predisposición intrínseca de un elemento expuesto e a ser afectado o de ser susceptible a sufrir una pérdida ante la ocurrencia de un evento con una intensidad” (CARDONA, 1993, np). Os possíveis elementos expostos são mensurados pela susceptibilidade a sofrer alguma perda diante de um evento desastroso. São as relações dos elementos com o ambiente perigoso.

A vulnerabilidade social é uma condição que está imposta continuamente, ligada a aspectos culturais e aos níveis de desenvolvimento das comunidades, cidade, país. O desenvolvimento econômico dos países favorecem a mitigação e a prevenção das pessoas aos desastres. Embora o conceito de vulnerabilidade já era entendido pelos aspectos sociais, a vulnerabilidade de caráter técnico, ao contrário da social, é verificada por termos físicos e funcionais. É a avaliação das estruturas existentes, ruas, casas, centros de produção, estruturas e serviços que podem ser afetados e assim, impactam na sociedade. É relevante citar essa distinção. A vulnerabilidade social está relacionada com os aspectos educacionais, culturais, ideológicos, econômicos, e por isso deve ser estudada por sociólogos, médicos, economistas, profissionais responsáveis por oferecer socorros, entre outros (CARDONA, 1993).

A vulnerabilidade enquanto conceito sofreu transformações na década de 1980. A partir de então, relaciona-se com marginalidade, susceptibilidade, resiliência, fragilidade, risco e adaptabilidade. A vulnerabilidade era vista pelo viés principalmente social. Ela,

somada com os perigos naturais, identificava os riscos a desastres naturais. Percebe-se aqui claramente a visão social da vulnerabilidade atrelada aos perigos físicos (WISNER, 1993).

A dialética é vista quando se tenta aplicar o conceito. Em meados de 1985/1990, não foi possível aplicar a vulnerabilidade, ou "*social vulnerability*" ou "*socio-systemic vulnerability*" de forma eficaz. Em vários casos, ela era usada para localizar pessoas com nível de renda baixa. Em outros, era comum usar o termo vulnerabilidade a nível nacional, pois demandava melhor capacidade de conseguir recursos de outros países, ou de órgãos mundiais. Assim, dizer que um país é vulnerável pois a seca impede a produção, poderia facilitar a distribuição de recursos de outras nações para ele. No mais, por exemplo, a falta de chuva, apenas ela, não poderia ser a única responsável pela vulnerabilidade. Muitas sociedades podem ser capazes de aprimorar geneticamente sementes para adaptação climática, ou até mesmo para sobreviver a um período maior de seca. Era necessário apurar para ver a aplicabilidade do conceito (WISNER, 1993). Deste modo,

Identification of vulnerability reduction with "national interest" is problematic. It all depends on the who is defining "national interest". Analysis at this scale may or may not reveal issues important for securing the lives and livelihoods of ordinary people. It is not scale as such, but the choice of context that determines the usefulness of the concept "vulnerability" for social actors concerned with mitigation at the grassroots. (WISNER, 1993, p.5).

A vulnerabilidade vista pelos aspectos sociais era um discurso capaz de mover fundos, influenciar relações entre países, minimizar conflitos, dependendo do que era entendido como interesse nacional. Wisner (1993) apresenta diversos estudos que contestam a vulnerabilidade pelo viés da marginalização, mas identifica outros que corroboram essa conjuntura. Por exemplo, em eventos como ciclones, muitas famílias até hoje não foram capazes de reconstruir suas casas por não possuírem condições financeiras para tal. É uma dialética entre as características das pessoas, e a capacidade de se recuperar. Essa recuperação pode estar relacionada com o nível socioeconômico, mas nem sempre isso acontecerá. Alguns estudos possuíam uma visão determinista econômica e outros negligenciavam totalmente esse aspecto.

Gênero, idade, condições socioeconômicas e raça são variáveis que, em estudos da década de 1970 a 1988 condiciona à vulnerabilidade e a vulnerabilidade social, uma complexa relação de fatores que são utilizados para identificar os grupos vulneráveis. Aufere melhor compreensão da vulnerabilidade, consideram as condições econômicas dos grupos envolvidos, mas não reduzem-se ao determinismo econômico presente em outros estudos dessas mesma época (WISNER, 1993).

A vulnerabilidade social entendida por Cutter (1996) remete-se aos grupos sociais e/ou sociedade susceptíveis a perdas, sejam elas estruturais ou não, diante de eventos perigosos ou desastres. Ela varia ao longo do tempo, e do ponto de vista espacial, possui resultados diferentes. Assim, a “Social vulnerability includes the susceptibility if social groups or society at large to potencial losses (estructural and nonstructural) from hazard events and disasters. It has distinct spatial outcomes and varies over time” (CUTTER, 1996, p.530).

Em estudos da década de 1990 a vulnerabilidade social equivalia a possibilidade de consequências adversas à sociedade. Em outros estudos, era combinada com a probabilidade de exposição tecnológica ou biofísica de um determinado local. Assim, “result is a confused lexicon of meaning and approaches to understanding vulnerability to environmental hazards” (CUTTER, 1996, p.530), resultando em análises confusas, nas quais a vulnerabilidade era vista como um apêndice aos riscos ambientais.

Em 1995 já se tinha estudos que via na vulnerabilidade uma forma de associar as características econômicas, sociais, demográficas, fatores biofísicos e tecnológicos, às possibilidades de riscos naturais. Nesse contexto é percebido que a *social vulnerability* não pode ser entendida como *biophysical vulnerability*, e embora sejam distintas, complementam-se para atingir a *place vulnerability*. Elas são diferentes, e os locais de manifestação de cada uma se altera ao longo do tempo histórico, espacializando-se de maneiras singulares (CUTTER, 1996). Sobre a noção de *place vulnerability*, Marandola Jr e Hogan (2005, p.35) afirmam que:

[...] Cutter deixa claro que propõe centrar os estudos sobre vulnerabilidade em um local circunscrito no espaço, mas sem desprezar a evolução temporal que imprime mudanças nos elementos desse esquema. Assim, a alteração dos termos da relação entre os elementos deve ser ponderada numa escala temporal satisfatória para que possam ser avaliadas as mudanças e colocadas em perspectiva. Não se pode considerar a situação como estática, congelada no tempo. As interações espaciais e sociais são ininterruptas e apenas aumentam a complexidade de nossa tarefa como pesquisadores de tentar compreendê-las e dar respostas às inquietações e problemáticas enfrentadas pela sociedade.

Deste modo, nos estudos de Cutter (1996) sobressaem a noção de vulnerabilidade centrada na análise do lugar. Relaciona-se com o conceito de risco, as ações de respostas aos eventos, e a própria vulnerabilidade do lugar. A vulnerabilidade do lugar poderá ser atenuada caso tenha ações mitigadoras. Os estudos de vulnerabilidade localizam-se em uma determinada parte do território, considera as relações existentes no espaço geográfico e as alterações temporais. Estudos demográficos, sociais, ambientais, relacionam-se, impactam nas

configurações da vulnerabilidade do lugar, e por conseguinte, especializam e mensuram a vulnerabilidade. A vulnerabilidade social, nesse contexto, implica em uma das partes necessárias para estudar a vulnerabilidade do lugar. (CUTTER, 1996; MARANDOLA JR & HOGAN, 2005).

Em Katzman e Figueira (1999) a vulnerabilidade é apreciada em discussões que remetem o processo de globalização, as relações de trabalho e a configuração familiar. Frente essas discussões, mesmo não usando o termo vulnerabilidade social, fica evidente o direcionamento para as feições da sociedade. A vulnerabilidade à marginalidade, vulnerabilidade à pobreza e a vulnerabilidade aos que foram excluídos da modernidade, entoam um discurso que remete a vulnerabilidade da sociedade em razão das transformações sociais por motivação do capitalismo, realçadas pela globalização.

A marginalização atinge indivíduos e famílias, sendo vistos como vulneráveis do ponto de vista social por estarem no contexto social e econômico delineado a seguir:

Malas condiciones habitacionales, insuficientes activos en recursos humanos dentro de las familias, alimentación escasa y de poca calidad, alta permeabilidad a los vicios sociales, precario control y atención de la salud y una baja autoestima son algunos de los factores que se conjugan para reducir sus expectativas de buena calidad de vida. Al dictado de la inmediatez de sus necesidades, los escasos activos de esos hogares se organizan para responder a la sobrevivencia cotidiana. Si bien los apremios que experimentan dejan objetivamente poco espacio para la acumulación de los activos que permitirían reducir esa vulnerabilidad, las iniciativas de asistencia externa, específicamente diseñadas para apoyar a estos grupos, también chocan con la consolidación de ciertos contenidos mentales: una visión desesperanzada, la ausencia de imágenes que asocien esfuerzos con logros y el convencimiento que con los activos que poseen no hay beneficios en la integración a la sociedad. Este es el mundo de la mendicidad, de la delincuencia asociada a la sobrevivencia, de los niños de la calle, de la prostitución, el alcoholismo y las drogas, pero también de trabajadores en ocupaciones de baja estabilidad e inserción precaria en el mercado. (KATZMAN; FIGUEIRA, 1999, p.27).

As condições inadequadas de moradia, insuficiente cuidado com a saúde e precária alimentação, atrelados a outros fatores que impactam negativamente na sobrevivência diária como a susceptibilidade à mendicância, trabalhos sem estabilidade, prostituição drogas e alcoolismo, impossibilitam a inserção desses grupos na integração da sociedade. Correspondem a elementos que devem ser considerados para mensurar a vulnerabilidade (KATZMAN; FIGUEIRA, 1999).

Do mesmo modo, as pessoas de renda baixa é o segmento social com características problemáticas. Devido a instabilidade econômica, ficam expostos a baixo acesso a recursos importantes para sobrevivência. São mais vulneráveis às mudanças do mercado de trabalho,

ficam submissos às inovações tecnológicas por, muitas vezes, não ter acesso adequado. São segmentos mais vulneráveis à pobreza e à exclusão social porquanto possuem receitas insuficientes para uma integração na dita "sociedade moderna" (KATZMAN; FIGUEIRA, 1999).

Em seus estudos Vignoli (2000) chama de *vulnerabilidad demográfica* no contexto das *desventajas sociales* e alcança, assim, a vulnerabilidade social. Parecem ser as variáveis demográficas referentes às desvantagens da sociedade que criam o índice de vulnerabilidade demográfica, que poderia ser entendido como vulnerabilidade social. É relevante uma vez que considera os segmentos sociais como categorizador das vantagens ou desvantagens sociais, conforme pode ser visto a seguir:

En suma, y vista desde este ángulo, la segmentación socioeconómica implica algo más que meras distinciones culturales o distribuciones funcionales, ya que importa jerarquías y relaciones asimétricas. Esto significa que ciertos segmentos de la población —específicamente los situados en los niveles superiores de la jerarquía socioeconómica— tienen ventajas sociales (cuentan con activos) y otros —los situados en los niveles inferiores de esta jerarquía— enfrentan desventajas sociales (carecen de activos). (VIGNOLI, 2000. p.12).

As desvantagens sociais podem ser entendidas como as condições sociais que afetam negativamente o desempenho dos lugares, pessoas e comunidades, oferecendo menos acessos a educação e aos recursos básicos para subsistência. A pobreza é um fator de desvantagem social pois, desde o nascimento,

[...] los pobres se ven limitados para acceder a los circuitos e instituciones por los que fluyen los recursos culturales y de información, no cuentan con recursos para solventar un proceso de acumulación y su propia dotación biogenética es sometida a presiones, exigencias y adversidades" (VIGNOLI, 2000, p.13).

Quando a população é estigmatizada e/ou marginalizada por conta de suas características socioculturais, étnicas, pode-se configurar como uma desvantagem social, como também os indivíduos que nasceram em famílias instáveis e frágeis. Para delinear a vulnerabilidade demográfica, deve-se procurar quais as características sócio demográficas dos grupos familiares que podem gerar limitações, dificuldades ou menos acesso aos recursos, sejam os básicos para sobrevivência ou os oriundos da dita "sociedade moderna". A vulnerabilidade demográfica deve ser analisada em conjunto com os fatores de desvantagens social (VIGNOLI, 2000). Assim,

[...] y desde un punto de vista de política, la incorporación de una concepción más amplia que la tradicional de la dimensión demográfica de las unidades domésticas permite mejorar las intervenciones destinadas a reducir la desventaja social y sus componentes, y se gana tanto en opciones de focalización como en variedad de instrumentos y complementariedad de acciones. La misma noción de vulnerabilidad

demográfica es refractaria a los determinismos unidimensionales o a las explicaciones monistas respecto de las condiciones de rezago socioeconómico que experimentan vastos grupos de la población. (VIGNOLI, 2000, p.17).

Nesse sentido, para reduzir as desvantagens sociais, as análises devem atentar-se para não cair no determinismo socioeconômico, contudo, deve-se incorporar noções amplas de composição familiar, grupos vulneráveis e configuração da população. Os estudos devem ter objetivos preventivos para reduzir a complexa cadeia de fatores que são a base das desvantagens sociais, cuja remoção exige intervenções, sobretudo, no campo político (VIGNOLI, 2000).

Discutindo os elementos enunciados por Filgueira (2001) e Vignoli (1995; 2001) a respeito do termo vulnerabilidade social e desvantagens sociais, Abramovay et al (2002) afirma que:

O primeiro elemento [recursos materiais ou simbólicos, ou ativos] diz respeito à posse ou controle de recursos materiais ou simbólicos que permitem aos diversos atores se desenvolver em sociedade. O segundo [estruturas de oportunidade dada pelo mercado, estado e sociedade], se refere às estruturas de oportunidades que provêm do mercado, do Estado e da sociedade. Elas se vinculam em níveis de bem-estar, aos quais se pode ascender em um determinado tempo e território, podendo propiciar o uso mais eficiente dos recursos ou prover de novos ativos ou ainda recuperar aqueles esgotados. Por fim, o terceiro elemento [estratégias de uso dos ativos] refere-se a estratégias quanto ao uso que esses atores fazem de seu conjunto de ativos com vistas a fazer frente às mudanças estruturais de um dado contexto social. (ABRAMOVAY et al, 2002, p.30)

Os ativos correspondem aos recursos materiais/simbólicos que permitem a sociedade se desenvolver enquanto sociedade, e a forma como eles poderão usar esses recursos podem atenuar a vulnerabilidade social. As estruturas advindas do Estado enquanto subsídios, ou oferecidas pelo mercado enquanto sistema econômico, oferta de trabalho ou modelo econômico regional, podem também influenciar nessa mensuração de vulnerabilidade.

Para Katzman (2000) a vulnerabilidade remete as relações que existem nos locais, e medem sua capacidade de controlar as forças responsáveis pelo bem estar da população. Em uma situação de desastre, as estruturas e oportunidades devem ser avaliadas. A vulnerabilidade social é a possibilidade de um grupo familiar, moradores de uma rua, ou comunidade, aproveitarem as oportunidades oferecidas nos âmbitos sociais e econômicos, que visam melhorar o seu bem estar ou impedir sua deterioração. Deste modo,

Por vulnerabilidad social entendemos la incapacidad de una persona o de un hogar para aprovechar las oportunidades, disponibles en distintos ámbitos socioeconómicos, para mejorar su situación de bienestar o impedir su deterioro. Como el desaprovechamiento de oportunidades implica un debilitamiento del

proceso de acumulación de activos, las situaciones de vulnerabilidad suelen desencadenar sinergias negativas que tienden a un agravamiento progresivo. (KATZMAN, 2000, p.281).

A não estabilização oferecida pelo trabalho ou até mesmo a condição de estar desempregado, são situações comandadas pelo mercado de trabalho, indústrias e comércios, e impactam diretamente na configuração dos grupos familiares dos quais são dependentes dos ofícios disponibilizados por essas instituições. É a precariedade e instabilidade no trabalho, atrelada ao funcionamento do mercado, que corresponde a situações de vulnerabilidade social mais relevantes nas discussões atuais (KATZMAN, 2000).

As pesquisas familiares realizadas em estudos da América Latina são formas de auferir a vulnerabilidade social das famílias, com a finalidade de relacionar os moradores com o mercado de trabalho. Isso permitiu

[...] que algunos países de la región puedan hoy día clasificar a las personas según el grado en que son afectadas por la precariedad e inestabilidad laboral y realizar un monitoreo relativamente preciso de tendencias sobre los cambios en la magnitud de estos problemas. (KATZMAN, 2000, p.283).

Mandarola Jr e Hogan (2005, p.42) afirmam que Katzman et al (1999)

[...] tem sido um dos principais pesquisadores a tratar da vulnerabilidade social, juntamente com um grupo de pesquisadores de Montevideu (Uruguai) e de Córdoba (Argentina). A contribuição mais significativa desses autores tem sido sua leitura dos ativos e da estrutura de oportunidades. Essas duas noções enriquecem um quadro operacional de estudo da vulnerabilidade [...]

Nessa análise de vulnerabilidade social, vários elementos relacionados ao trabalho dos chefes de família e de outros familiares são considerados, como por exemplo: as formas como o empregador foi contratado, o tipo de vínculo, presença ou não de contrato de trabalho, se o local de trabalho oferece direitos sociais, seguro desemprego, auxílios moradia, alimentação e outros. Esses são um dos vários indicadores que podem mensurar a instabilidade no trabalho, e esta, por sua vez, impactar na vulnerabilidade social (KATZMAN, 2000; KATZMAN et al, 1999).

Os ativos também são componentes importantes nessas pesquisas. Eles são vistos como os recursos, materiais e imateriais, que estão sobre a posse das famílias ou indivíduos, que permitem ou não melhorar suas condições de vida, e deste modo, diminuir a vulnerabilidade. São o capital financeiro da família, as características das pessoas (capital humano), podendo ser por exemplo, habilidades, atitudes, crenças e capacidades mentais. Correspondem a uma gama de características da população, muitas vezes mensuradas em

pesquisas familiares, que podem auxiliar na identificação da vulnerabilidade social (KATZMAN, 2000). Mandarola Jr e Hogan (2005) comentam novamente sobre a noção de vulnerabilidade social proposta por Katzman (2000) e Katzman et al (1999) no contexto dos ativos:

Essa preocupação com a pobreza é que leva os autores a proporem o que chamam de ativos, que são uma estrutura profunda de recursos (capitais humano, social e físico) distribuídos desigualmente numa sociedade em diversos lugares. A distribuição desses ativos, as estratégias dos lugares para utilizá-los e as trocas que determinam a produção dos ativos, bem como o acesso diferenciado a eles, constituem a base analítica para o estudo da pobreza.

A vulnerabilidade é entendida pelos autores como a menor disponibilidade, acesso ou capacidade de manejo desses ativos, componentes de uma dada estrutura de oportunidades (na qual se encontram os ativos), em que se aprofundam as desigualdades sociais, condicionando muitas vezes à marginalidade e à exclusão. (MANDAROLA JR; HOGAN, 2005, p.42).

Por outro lado, de acordo com os levantamentos bibliográficos de Bohle (2001), a vulnerabilidade assume um caráter social. Está orientada pelos fatores internos e externos do sujeitos. Busca averiguar as opções disponíveis que as comunidades possuem para lidar com a ausência de um recurso essencial, e quais são as capacidades de ação. Os ativos que controlam as pessoas possuem a capacidade de controlar, reduzindo ou aumentando a vulnerabilidade, a resistência. Os ativos podem ser entendidos como bens que a sociedade possui, ou a economia da região. A vulnerabilidade social deve também ser averiguada frente a capacidade de lidar com a situações de crise dos alvos afetados.

Embora o termo vulnerabilidade esteja presente em diversos estudos sociais a mais tempo, os estudos analíticos de vulnerabilidade social ocorreram apenas nos últimos anos. Abramovay et al (2002) chama a atenção para essas ementas, tendo em vista que mesmo incluindo a pobreza como um elemento importante para averiguar a vulnerabilidade social, muitos estudos não conseguiram avançar nas complexas origens das desigualdades sociais. Usaram, em grande parte, indicadores de renda ou que mensuravam carência às necessidades básicas.

Ainda em Abramovay et al (2002), os autores fazem referência a Vignoli (2001) e Figueira (2001), baseando-se nesses para demonstrar a relevância dos estudos de vulnerabilidade social nos estudos de violências relacionadas a jovens:

Um aspecto importante dessa definição decorre da sua utilidade para compreender como e por que diferentes atores sociais se mostram mais suscetíveis a processos que atentam contra sua possibilidade de ascender a maiores níveis de bem estar. Ela permite analisar o caso de grupos sociais, aos quais são atribuídas grandes

potencialidades, ativos valorizados em um dado contexto de estruturas de oportunidades, mas que, contraditoriamente, permanecem reclusos a um cenário de inseguranças, instabilidades e marginalidade.

Nesse sentido, o enfoque de vulnerabilidade social constitui ferramenta válida para compreender a situação dos jovens, especialmente aqueles de camadas populares, e da sua relação com a violência já que, apesar de atualmente serem considerados os atores chaves do desenvolvimento, as estatísticas apresentam uma realidade muito menos festejada. (ABRAMOVAY et al, 2002, p.31).

Para Abramovay et al (2002) a vulnerabilidade social pode ser utilizada nos estudos que viabilizam identificar os diversos atores sociais possíveis de serem vulneráveis. A dialética entre os ativos, ou seja, as estruturas simbólicas ou não responsáveis por permitir o desenvolvimento da sociedade, os recursos básicos para subsistência, e/ou os necessários para inserção dos grupos na dita “modernidade”, podem ser pré-requisitos básicos nos estudos de vulnerabilidade social.

Cannon, Twigg e Rowell (2003) discute a vulnerabilidade social, implementando a noção de resistência e resiliência. Os autores afirmam que muitos esforços são direcionados para ajudar as vítimas depois dos desastres, ao invés de incentivar políticas e ações para diminuir a vulnerabilidade. Deve-se reduzir a pobreza enquanto meta, mas as discussões não podem surgir da comparação da vulnerabilidade para com a pobreza. São distintas.

Para Cannon, Twigg e Rowell (2003), as pesquisas em vulnerabilidade devem auxiliar nas medições futuras, enquanto que a pobreza é uma característica da população no tempo presente. Para eles, a vulnerabilidade é dinâmica e a pobreza é estática. No entanto, embora Philip e Rayhan (2004) também diferenciem vulnerabilidade social de pobreza, os autores entendem que a pobreza não é estática, contrariando os apontamentos de Cannon, Twigg e Rowell (2003). Para Philip e Rayhan (2004) deve existir uma harmonia na compreensão e distinção dos termos pobreza e vulnerabilidade.

A avaliação da capacidade de recuperação de uma comunidade após um desastre natural, sem ajuda externa, são pressupostos para identificar a vulnerabilidade social. Nela, o impacto de riscos diferentes devem ser averiguados na sociedade, devendo ir além da localização de infraestruturas prováveis de serem danificadas. Em um desastre natural, deve-se ponderar as pessoas e como elas se relacionam com as estruturas danificadas, a qualidade de vida da população, os meios de subsistência, renda, moradia, a segurança das moradias, e o capital social (CANNON; TWIGG; ROWELL, 2003).

Evidentemente, os autores Cannon, Twigg e Rowell (2003) não negligenciam as classes sociais e as intrínsecas desigualdades sociais do capitalismo na conjuntura da vulnerabilidade social, conforme visto a seguir:

There is generally a very high – but not absolute – correlation between the chance of being harmed by natural hazard events and being poor. In which case, it should follow that development work that reduces poverty should also be instrumental in reducing disaster vulnerability. But the relationship does not seem to be that straightforward, and there seems to be general acceptance that advances made in development projects and programmes can be wiped out in a matter of minutes or hours by a sudden hazard impact, or over months by persistent drought. And in any case, much disaster relief and recovery assistance fails to take account of the need to support livelihoods and future resistance to hazards by reducing vulnerability as well as dealing with peoples' immediate needs. (CANNON; TWIGG; ROWELL, 2003, p.5).

Conforme pode ser visto anteriormente, embora amortizar a pobreza esteja reduzindo substancialmente a vulnerabilidade social, a relação entre ambas não é simples conforme parece. Relacionar as necessidades de subsistência das pessoas com as situações de vulnerabilidade pode implicar em tarefa complexa, deve ir além da renda das pessoas, comunidade ou família. Para reduzir a vulnerabilidade social, meios de sobrevivência básicos devem ser combatidos. Saúde, alimentação, qualidade de vida, proteção e segurança, quando estão positivamente na vida familiar da sociedade, contribuem para a redução de vulnerabilidades (CANNON; TWIGG; ROWELL, 2003).

Mesmo que diretamente as condições acima estejam interligadas com a renda familiar, elas podem provir de outros sistemas. Por exemplo, o Governo pode investir em segurança para oferecer proteção social as pessoas, ou pessoas podem reforçar suas casas com instrumentos capazes de diminuir perigos específicos. Deste modo,

Vulnerability can be seen as a term that encompasses all levels of exposure to risk, from high levels of vulnerability to low. But there has been some opposition to the use of the term in this way, because of its implication that disasters always produce victims who have no strengths or capacities to resist and recover. In this sense, the opposite of being vulnerable is being capable (or having capacities to cope and recover). (CANNON; TWIGG; ROWELL, 2003, p.6).

A vulnerabilidade pode ser mensurada em diversos níveis, e está diretamente relacionada com a capacidade da população de resistir e de se recuperar frente um desastre natural. Nesse sentido, nos desastres sempre haverão pessoas vulneráveis, tendo em vista que nem todas serão capazes de resistir/recuperar. O oposto de vulnerabilidade é ser capaz, ou ter capacidade para lidar com os desastres e recuperar-se (CANNON; TWIGG; ROWELL, 2003).

A existência de grupos sociais mais afetados por algum evento ambiental extremo, desastres naturais, configura a eles vulnerabilidade social. Confalonieri (2003) entende a vulnerabilidade enquanto capacidade de resposta da comunidade diante dos fenômenos naturais, e no estudo do autor, da variabilidade climática. Renda, educação, poder político, hábitos culturais, são fatores que influenciam na vulnerabilidade social, bem como, a organização da comunidade, a disponibilização médica, a atuação da defesa civil, informações e a percepção dos riscos, e outros fatores individuais.

A vulnerabilidade social consiste em verificar a capacidade da população, no âmbito do bem-estar e integridade física, de resistir e de recuperar-se a um determinado evento extremo. O “conceito de vulnerabilidade social de uma população tem sido utilizado para a caracterização de grupos sociais que são mais afetados por stress de natureza ambiental, inclusive aqueles ligados ao clima” (CONFALONIERI, 2003, P.200).

Retomando Philip e Rayhan (2004), a vulnerabilidade social não é reduzida apenas a pobreza, mesmo essa sendo um elemento essencial para sua verificação. Ela contempla a idade, sexo, como a comunidade se organiza, incluindo sua estrutura interna e externa que pode auxiliar ou não na tomada de decisões. Deste modo, os fatores que contribuem para a vulnerabilidade social corresponde os indicadores que mensuram a proteção social, crescimento populacional, saúde, desigualdade de gênero, fome, pobreza, educação. Quando existe falta de informações, acesso a tecnologia, representação política, entre outros.

Para investigar a vulnerabilidade, é oportuno relacioná-la dialeticamente com a pobreza. Ela é mensurada

[...] as the risk a household or community will fall into poverty at least once in the next few years. This means that vulnerability is measured as a probability. Since the future is uncertain, the magnitude of vulnerability rises with the time horizon” (PHILIP; RAYHAN, 2004, p.11).

Assim, ela é avaliada por uma probabilidade que amplia de magnitude de acordo com o aumento do tempo, e mensura o risco de uma comunidade, família ou indivíduo de cair na pobreza nos próximos anos. É diferente da concepção de vulnerabilidade social, mas é atributo essencial para sua análise. Assim, os autores supracitados concluíram que

Having observed the tricky linkage between vulnerability and poverty, the paper recommends that all efforts of poverty alleviation should take into account those factors which exacerbate the vulnerability of the poor. The complexity of poverty and vulnerability means that no solution can be valid in all situations and/or locations. Thus it is important to have a clear knowledge of the location in the process of designing poverty and vulnerability alleviation programs. It means that

any successful program must use a multidisciplinary solution designing approach to tackle these multifaceted problems. The programs should address problems of health and illiteracy which have been found to be among the major causes of perpetuated poverty and vulnerability. Since income poverty is one of the most notable aspects of poverty, there should be efforts to improve infrastructure and other production support services in order to increase the incomes of the poor. Good governance and rule of law are important in alleviating non-income forms of poverty. The programs should also seek to reduce the vulnerability of the poor to natural disasters by educating them on basic precautionary measures and making sure that they have access important forecast information. (PHILIP; RAYHAN, 2004, p.16).

A pobreza e a vulnerabilidade são conceitos complementares, multifacetados. A vulnerabilidade agrava a pobreza, e a pobreza aumenta a vulnerabilidade. É uma relação dialética, pois é certo que as pessoas com renda baixa estão mais vulneráveis a vários riscos (PHILIP; RAYHAN, 2004).

Quando Cunha (2004) discute a vulnerabilidade social, ele tenta aprimorar esse conceito para vulnerabilidade sócio demográfica, no sentido de avançar além das discussões referentes a pobreza. O autor foca na vulnerabilidade das pessoas, e não dos recursos naturais. A vulnerabilidade não pode ser reduzida a exclusão social, pobreza e periferização. Ou seja, ele entende a vulnerabilidade pelo viés das imposições internas e externas. As internas atrelam-se a capacidade de defesa para lidar com perdas, e as externas compreendem os riscos/perigos que as comunidades, famílias ou indivíduos estão submetidos.

Os estudos de Cunha (2004) corrobora com a noção de vulnerabilidade de Bohle (2001) que avalia os fatores internos e externos do sujeito, e de Katzman (2000) que considera os ativos nas pesquisas de vulnerabilidade social. Assim,

[...] o quadro de vulnerabilidade se delinea a partir de uma conjunção de fatores. Ela resultaria de um agregado de condições e/ou características, em várias dimensões, que, acionadas em conjunto, ou mesmo de maneira individual, podem tornar-se elementos capazes de aumentar a capacidade de resposta aos efeitos de ocorrências (estruturais ou conjunturais) que afetam as condições de bem-estar. (CUNHA, 2004, p.345).

O conceito de vulnerabilidade social pode, a partir dessa análise, tratar da problemática social no espaço intra-urbano, porquanto, permite ir além da noção tradicional de pobreza, pois entende outras características importantes que podem ser diferentes em famílias com o mesmo nível de renda (CUNHA, 2004). Portanto,

Acredita-se que ao se adotar um enfoque que permita ir além da dimensão da renda percebida, ou do conjunto de necessidades básicas atendidas, pode-se avançar no entendimento da diferenciação socioespacial existente no plano intra-urbano e, particularmente, fornecer subsídios mais adequados para o planejamento das

políticas públicas que visam ao aumento da capacidade de resposta das famílias aos vários riscos (sociais, ambientais, físicos etc.) presentes no espaço urbano. (CUNHA, 2004, p.345).

A vulnerabilidade social, ou sociodemográfica, pode estudar informações que proporcionam a estabilidade das pessoas no trabalho, fecundidade, mortalidade, idade, doenças/epidemias, tendências do processo de urbanização, mobilidade, e os riscos enfrentados pelas pessoas nas metrópoles. São dados que não necessariamente estarão relacionados com a renda da população, e por conseguinte, não mensuram a pobreza. Avançam na discussão, e não desconsidera os aspectos fundamentais para encontrar os povos vulneráveis (CUNHA, 2004).

Retomando Marandola Jr e Hogan (2005), os autores propõem a aproximação do termo de vulnerabilidade e a demografia, e para tanto, caminham pelos pressupostos da vulnerabilidade social. A proposta se assimila com Katzman e Figueira (1999), Katzman (2000) e Vignoli (1995; 2000; 2001), porquanto aborda a relação da vulnerabilidade com a marginalização, desvantagens sociais, e a ligação da demografia com a vulnerabilidade social. Os autores propõem aproximar a discussão conceitual de risco e vulnerabilidade, pois entendem que além de serem complementares, vem trazendo dificuldades entre os geógrafos e demógrafos no âmbito dessas temáticas.

A vulnerabilidade social deve partir do princípio que pessoas diferentes estão expostas de maneiras diferentes à ameaças. Engloba a probabilidade do acontecimento de eventos naturais, e o grau que a sociedade absorve e se recupera do desastre. Parte da noção de exposição ao risco e ameaças existentes. Os estudos de vulnerabilidade social não podem limitar-se a noção estática do presente. Considera as avaliações futuras, a população enquanto agente dinâmico, e a vulnerabilidade como desencadeadora de menor capacidade de absorção e recuperação de determinados eventos (DOWNING et al, 2006). Assim sendo,

What have we learned from over two decades of research on social vulnerability, from diverse perspectives and in a range of case studies? Six attributes of social vulnerability emerge from this experience:

1. Vulnerability is the differential exposure to stresses experienced or anticipated by different exposure units.
2. Vulnerability is a dynamic process, changing on a variety of inter-linked time scales.
3. Social vulnerability is rooted in the actions and multiple attributes of human actors.
4. Social networks drive and bound vulnerability in the social, economic, political and environmental interactions.
5. Vulnerability is constructed simultaneously on more than one scale.

6. Multiple stresses are inherent in integrating vulnerability of peoples, places and systems. (DOWNING et al, 2006, p.3).

A vulnerabilidade social possui várias dimensões, estando intrínseca na dialética relação entre sociedade, meio ambiente, políticas e economia. Possui escalas para mensuração, está ligada ao tempo histórico, não é portanto estática. São vários os atores sociais que impactam na vulnerabilidade, nos quais, eles estão expostos de diferentes maneiras a distintos riscos (DOWNING et al, 2006).

É uma relação complexa pois as “actions of actors are constrained by their attributes, the inherent characteristics of individuals and groups that define their social vulnerability; equally actions lead to new attributes and mitigate or exacerbate their vulnerability” a um determinado risco (DOWNING et al, 2006, p.12). Os atores possuem suas próprias particularidades, e elas podem agravar ou não a vulnerabilidade social.

É discutido por Penna e Ferreira (2014) a vulnerabilidade social no âmbito da perspectiva socioterritorial. A população e suas potencialidades interagem com as estruturas de oportunidade existentes no território. A vulnerabilidade social materializa-se nas cidades em locais nos quais existem ausência de serviços básicos, precários, em razão da ausência de políticas públicas. Portando, a vulnerabilidade é definida como

um risco social caracterizado pela concentração da precariedade de serviços coletivos e de investimentos públicos em infraestruturas no território, que desse modo provocam a desproteção social das comunidades mais carentes. É a interação dessas características com as sociais, econômicas e culturais da população do lugar (suas potencialidades) que resultaria no grau de vulnerabilidade dos lugares. (PENNA; FERREIRA, 2014, p.25).

As discussões sobre vulnerabilidade podem ser voltadas aos debates de políticas públicas com foco nas desigualdades sociais presentes no território. A existência de qualidade de vida no urbano configura baixa vulnerabilidade social. Os fatores naturais em situações diversas, pode oferecer riscos às comunidades, famílias e sujeitos. Muitos riscos ambientais surgem em razão da vulnerabilidade social dos lugares. A vulnerabilidade é uma produção do espaço social (PENNA; FERREIRA, 2014). Entender a vulnerabilidade social por um viés socioespacial é oportuna, conforme visto a seguir:

A partir de uma análise mais ampla, a questão da vulnerabilidade social enfocada numa perspectiva socioespacial é entendida como um processo no qual interagem as condições do território e as potencialidades da população que nele habita. É a interação dessas características com as sociais, econômicas e culturais da população do lugar (suas potencialidades) que resultaria no grau de vulnerabilidade dos lugares. Procura-se detectar a estrutura de oportunidades que o território apresenta

para a população e a interação delas com as potencialidades sociais da população. Essa interação entre as estruturas de oportunidades e os ativos presentes no território originaria um processo de vulnerabilidade da população que vive em determinado lugar. (PENNA; FERREIRA, 2014, p.30).

A visão apresentada por Penna e Ferreira (2014) em considerar os ativos e as estruturas de oportunidade remete os apontamentos de Abramovay et al (2002), Mandarola Jr e Hogan (2005, p.42), Katzman et al (1999) e Bohle (2001). Penna e Ferreira (2014) entendem que na conjuntura da vulnerabilidade social, os riscos apresentam-se de forma material e social nas cidades, sendo fruto da produção do espaço urbano.

Entender essa reação dialética é fundamental para apreciar as noções de vulnerabilidade, e aplica-las na conjuntura atual. A capacidade ou incapacidade de resposta a um determinado risco, e a presença ou não de estruturas, podem ser discussões instauradas nos estudos de vulnerabilidade social a diversos riscos, tendo em vista que ela não é vista como algo estático, mas sim dinâmico, integrada e multifacetada (PENNA & FERREIRA, 2014; PHILIP & RAYHAN, 2004).

Nessa discussão entre ativos e estruturas sociais, salienta-se a distinção e congruência de ambos aspectos da vulnerabilidade social. Os ativos são recursos necessários à população, materiais ou imateriais, que podem melhorar a condição de vida das famílias. Os setores trabalhistas menos qualificados ou que oferecem menor estabilidade, não oferecem aos empregados a segurança necessária para não terem que depender de outrem para suprir as necessidades financeiras. Ficam dependentes de benefícios sociais, e por isso, possuem maior vulnerabilidade social (KATZMAN, 2000; PENNA & FERREIRA, 2014).

O nível educacional é um dos principais ativos sociais das famílias, pois entende-se que a baixa formação, majoritariamente, oferece oportunidades de trabalho e/ou geração de renda aquém das necessidades almejadas para conseguir uma relativa qualidade de vida urbana. Entendemos que a “baixa condição de escolaridade de uma comunidade limita a capacidade intelectual para realizar trabalhos que exijam melhores habilidades técnicas”. A reduzida escolaridade diminui a resiliência das famílias (PENNA; FERREIRA, 2014, p.31).

As estruturas de oportunidade são as características do território que deveriam oferecer capital social as comunidades, ou meios de subsistência com melhor qualidade de vida. Fatores como ausência de segurança pública, falta de escolas ou instituições educacionais, baixa mobilidade social, falta de estruturas que ofertem oportunidade a empregos, ausência de tecnologia, e outros. Ressalta-se, no entanto, que apenas a presença dessas estruturas não garantem baixa vulnerabilidade social. Por exemplo, no caso de uma escola, elas devem ser

capazes de oferecer aos jovens capital social suficiente para propiciar que eles enfrentem o mercado de trabalho que, por sua vez, é competitivo e excludente. São relações intrínsecas nas discussões de vulnerabilidade social que devem ser dialeticamente amparadas na dualidade: ativos sociais e estruturas de oportunidade (PENNA; FERREIRA, 2014).

Para Santos (2015) analisa a vulnerabilidade social na perspectiva de análise dos riscos. Ela ocorre em locais onde fenômenos diversos ocasionam perturbações que ultrapassam os limites territoriais dos alvos afetados. Os alvos vulneráveis estão susceptíveis a riscos, pois não possuem condições para resistir as crises e eventos extremos. O grau de vulnerabilidade social de um local é capaz de avaliar se as famílias, moradores ou comunidades poderão ter a capacidade de se reconstruírem após um desastre. Assim sendo, é certo que "a exposição aos riscos e a capacidade de resposta da sociedade estão diretamente relacionadas às condições socioeconômicas dos grupos sociais afetados" (SANTOS, 2015, p.79), e por conseguinte, de forma simbiótica na vulnerabilidade social.

A capacidade de respostas dos grupos sociais, atrelados as questões políticas, contexto histórico e cultura, desigualdades sociais, correspondem a uma perspectiva múltipla da vulnerabilidade social. Santos (2005) discute o uso de indicadores para mensurar a vulnerabilidade social, e atesta a utilidade dos mesmos frente as varias configurações socioespaciais das cidades. Entretanto, o autor nos lembra de que usar um índice de vulnerabilidade social requer atenção na escolha das variáveis, e cautela para as escalas de análises. Mesmo havendo disponibilidade de dados, eles devem ser discutidos para verificar quais são melhores para avaliar a vulnerabilidade social de uma determinada população.

Não obstante, a resiliência é estudada enquanto conceito capaz de aprimorar a noção de vulnerabilidade, mas em alguns aspectos, até mesmo de contradizer. Nos achados históricos, a resiliência é vista como a capacidade de um sistema/pessoa/comunidade absorver/resistir a um determinado impacto/ação (MANYENA, 2006). Dias (2013) entende que a resiliência é a capacidade de recuperação do ecossistema quando este é submetido a algum evento, perturbação, ameaça. Do ponto de vista social, cultural e físico, pode ser entendido como a capacidade de absorção das populações, quando estas são vulneráveis. Os lugares estão sujeitos a diversos riscos e perigos, e a forma como eles vão se recuperar, após absorver, é a resiliência.

A distinção recente de resiliência para com a resistência parece ser no âmbito do pós-evento. Assim, ser resiliente não é apenas absorver um impacto, mas também responder de

forma positiva e reconstruir-se, quando necessário. É como a sociedade aprende com os eventos anteriores, e cria mecanismos infraestruturais e sociais capazes de proteger a população e ambiente de modo geral, após a repetição do evento anterior (MANYENA, 2006).

Admittedly, categorizing definitions as outcome- or process-oriented is no easy task and the distinction may seem unnecessary. A close look at the definitions in Box 1, though, reveals a gradual refinement in the way we conceptualise disaster resilience: from more outcome-oriented to more process-oriented. Undoubtedly, earlier authors were thinking of resilience as a process to reach an outcome. However, use of the terms ‘cope’, ‘bounce back’, ‘withstand’ or ‘absorb negative impacts’ to return to ‘normal’ within the shortest possible time, tend to emphasise a reactive stance. The latter description might be more appropriate for objects capable of regaining their original shape after bending, stretching, compression or other types of deformation. (MANYENA, 2006, P.437-438).

Percebe-se principalmente após 2005, a identificação de uma postura reativa frente às adversidades/eventos, elas passaram a ser de fundamental importância na caracterização da resiliência. Se antes a resiliência era vista como um escudo, um tipo de amortecedor a eventos, em apontamentos recentes, deve-se pensar não somente nesse escudo, mas também em como, quando e em quanto tempo a população irá se recuperar. Não é apenas um processo para chegar-se a um resultado. São os resultados, o processo e o pós-evento.

Observa-se que embora delineados, os conceitos que foram apresentados possuem, em alguns aspectos, características similares. A vulnerabilidade, por exemplo, seria relacionada diretamente à população e aos bens que ela pode perder em razão a um determinado processo/evento. Nessa conceituação, Cunha e Ramos (2013) aponta a diferença entre a “população exposta” e “valor dos bens expostos” para com a “vulnerabilidade social”. Nessa tríplice, eles afirmam que:

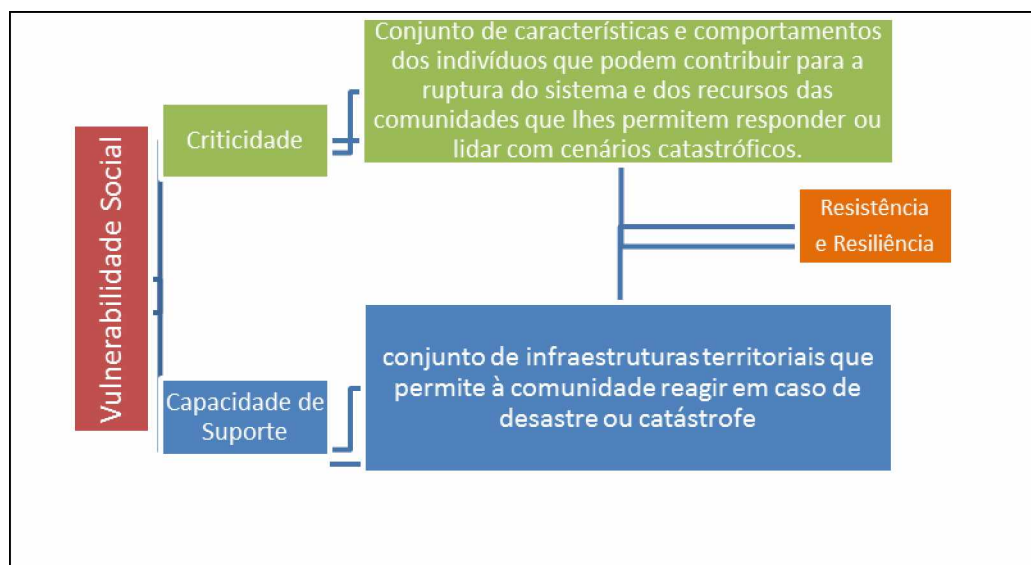
Se a exposição de pessoas e a determinação do valor dos bens possíveis de ser afetados por um processo potencialmente perigoso podem ser facilmente calculadas através de alguns dados estatísticos, a vulnerabilidade social parece ser de mais difícil avaliação. Trata-se, em regra, de encontrar um índice ou uma fórmula que sintetize a complexidade de relações econômicas, sociais e culturais, que caracterizam a comunidade e o seu suporte territorial e que lhe permitem resistir e se recuperar de um processo perigoso. (CUNHA; RAMOS, 2013, p.33).

De certa forma, a vulnerabilidade social nesta concepção, fragmenta-se em resistência e resiliência. A resiliência seria a capacidade (ou não) de recuperação da sociedade perante um perigo, e a resistência seriam as características da população que implicam em resistência a um perigo (CUNHA; RAMOS, 2013, p.33; MANYENA, 2006).

Em sua análise Mendes et al (2011) estuda a vulnerabilidade social em Portugal e relaciona-a com os perigos tecnológicos e naturais. O índice de vulnerabilidade social, para o referido autor, corresponde a criticidade e capacidade de suporte. Tem o objetivo de avaliar a resistência e a resiliência das comunidades/indivíduos a processos ou eventos, sejam de ordem tecnológicos ou naturais. A vulnerabilidade social a priori, não está relacionada diretamente com a periculosidade, quando esta é entendida pelo aspecto natural. Não é apenas estar exposto a um determinado perigo. A vulnerabilidade social não é o risco, nem mesmo o perigo. Ela se aplica as populações que estão em risco por possuírem, além da susceptibilidade a eventos naturais ou tecnológicos, características sociais que as colocam as margens do sistema capitalista. Relacionam-se aos distintivos estruturais do espaço correlacionadas com as particularidades da população.

Mendes et al (2011, p.101) examina a vulnerabilidade social (FIGURA 3) pelo aspecto não particular, isto é, não especifica nenhuma periculosidade. Resulta-se ao estudo dos indivíduos e os indicadores que o tornam vulnerável.

Figura 3 - Conceito de vulnerabilidade social



Fonte: Mendes et al (2011).

Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2015)

Cria-se assim o índice de criticidade e capacidade de suporte ao sistema territorial. A análise da capacidade de suporte a escala municipal é julgada com base em dados como presença de corpo de bombeiros, proximidade de farmácias, dinamismo ambiental e econômico e capacidade logística e seguradora (MENDES, 2011, p.110). Cunha et al.(2011, p.627-628) igualmente propõe uma concepção de vulnerabilidade social apoiada na:

capacidade de suporte do sistema territorial, em escalas municipais e nacionais; e na criticidade. A criticidade seria o comportamento e a demografia, e a capacidade de suporte seria tanto os recursos territoriais, quanto as infraestruturas.

A vulnerabilidade social é compreendida pela capacidade que a comunidade possui de não só recuperar, mas resistir a um determinado fenômeno, impacto ou evento. Quando a população está exposta a um determinado perigo, os atributos dela que possibilitam resistir ao impacto/fenômeno/evento consistem na resistência. Exemplificando, quem possui a maior probabilidade de resistir a temperaturas extremas, sejam elas oscilando para mais ou menos graus? Crianças e idosos, adultos? Evidentemente que a análise não deve ser minimalista, mas não pode-se negar que, em tese, um adulto saudável possui melhores condições de resistência a uma geada, do que uma criança ou idoso também saudáveis. Entendendo pelo viés da resiliência, que compreende o pós-evento/fenômeno/impacto, quem possui melhores possibilidades de recuperação de um problema respiratório, por exemplo, também causado por uma temperatura extrema? O adulto que recebe apenas 1 salário mínimo para sustentar a si próprio e família, ou um adulto que recebe mais de 5 salários, sem vínculos familiares? (MENDES et al, 2011; MANYENA, 2006; CUNHA & RAMOS, 2013).

Entende-se a vulnerabilidade como atributo social. A sociedade está vulnerável a um perigo, se não possui condições mínimas de poder enfrentar e depois se recuperar das possíveis consequências desse perigo. Embora se possa identificar áreas susceptíveis a diversos perigos, sejam eles de deslizamentos, inundações, solapamentos, poluição do solo, poluição e contaminação dos recursos hídricos, entre outros, é imprescindível diferenciar a periculosidade com a vulnerabilidade socioambiental. Apenas identificar áreas perigosas e mapeá-las não pode ser considerado como áreas de vulnerabilidade socioambiental. Nem mesmo de vulnerabilidade ambiental. São, na verdade, áreas susceptíveis a um determinado perigo. Por outro lado, quando se avalia o risco enquanto resultado final da vulnerabilidade e periculosidade, o termo vulnerabilidade socioambiental é usado, pois a vulnerabilidade depende também de fatores naturais. Quando os fatores sociais e ambientais impactam nos físicos-naturais, estamos delineando a vulnerabilidade socioambiental (MENDES et al, 2011; MANYENA, 2006; CUNHA & RAMOS, 2013).

2.3 - VULNERABILIDADE AMBIENTAL

Em Cardona (1993) a vulnerabilidade ambiental pode ser comparada com a vulnerabilidade técnica/física vista pelo viés institucional e funcional. Conforme já discutido em linhas anteriores, ela é vista com distinção da vulnerabilidade social nos estudos da década de 1980. Essa vulnerabilidade técnica poderia ser estudada pelos engenheiros, estudiosos como arquitetos ou outros que avaliam a capacidade física dos locais pelo viés infraestrutural. Por exemplo: o quanto um local está vulnerável do ponto de vista técnico a uma enchente, a um deslizamento, ou outros desastres naturais. Assim

Por ejemplo, la evaluación de la capacidad sismo-resistente de edificaciones o de obras civiles existentes, es un caso de análisis de vulnerabilidad física desde el punto de vista sísmico; la determinación del nivel de exposición de viviendas y de infraestructura, y su capacidad para soportar una inundación, es un ejemplo de un análisis de vulnerabilidad ante inundaciones. De otra parte, la evaluación del conocimiento y de la capacidad de una comunidad para actuar correctamente ante la ocurrencia, por ejemplo, de una erupción volcánica, corresponde a un análisis de vulnerabilidad educativa para el caso volcánico; igualmente, el análisis de la capacidad de reacción de personal de socorro, y de la capacidad hospitalaria ante una demanda masiva de servicios médicos, corresponde a un análisis de vulnerabilidad institucional y funcional para atender un desastre. (CARDONA, 1993, np).

Essa vulnerabilidade técnica não pode ser confundida com o conceito de risco. Pertinente lembrar que os riscos perpassam a vulnerabilidade ambiental, sendo o resultado da possibilidade de ocorrer um evento natural ou até mesmo provocado, e em quais condições isso pode acontecer levando em consideração os elementos possíveis a serem afetados. Ele está além da análise de vulnerabilidade ambiental, enquanto que ela está inerente nos estudos de risco (CARDONA, 1993).

Conforme já mencionado Cutter (1996), trabalha com a noção de vulnerabilidade especializada em lugares. É a vulnerabilidade do lugar. A vulnerabilidade do lugar é resultado de um estudo complexo, envolve diversos ramos de análise. Resulta-se da Biophysical Vulnerability e Social Vulnerability. A biophysical vulnerability pressupõe a existência de condições que tornam o lugar susceptível a um determinado risco.

Para Lima e Amaral (2013), a biophysical vulnerability propiciou em estudos posteriores, a análise da vulnerabilidade enquanto exposição ao risco ou perigo. São condições que anteriormente já existem nos lugares. Aqui seria incluída a vulnerabilidade natural. Condições físicas e biológicas pré-existentes em uma determinada área que a sujeita a um determinado risco. A vulnerabilidade dos lugares seria o resultado da vulnerabilidade

enquanto exposição ao risco (tecnológico ou biofísico) e da vulnerabilidade enquanto resposta social. Nessa última seria incorporada a vulnerabilidade social (já discutida anteriormente) (CUTTER, 1996; LIMA e AMARAL, 2013). Nessa conjuntura,

A Vulnerabilidade como condição pré-existente examina a origem (ou o potencial de exposição ou risco) dos perigos tecnológicos ou biofísicos, detendo-se na distribuição de algumas situações de perigo, na ocupação humana de zonas perigosas (zonas costeiras, zonas sísmicas) e no grau de perda associado com a ocorrência de um evento particular (enchentes, furacões, terremotos). A Vulnerabilidade como resposta social foca os estudos sobre respostas de enfrentamento incluindo resistência social aos perigos. Nesta categoria a natureza das condições e eventos perigosos é, numa visão mais detalhada, tomada como um constructo social sem uma condição biofísica. A Vulnerabilidade do perigo dos lugares combina elemento dos dois citados acima, mas é mais focado em aspectos geográficos. (LIMA e AMARAL, 2013, p.144).

Assim sendo, a vulnerabilidade natural é vista como fragilidade das características físicas dos lugares, contendo informações geomorfológicas, geológicas, pedológicas e cobertura vegetal, não se atentando às informações de cunho estritamente social. Ela é uma herança da "biophysical vulnerability" proposta por Cutter (1996) e aprimorada nos estudos de Lima e Amaral (2013). A vulnerabilidade ambiental, finalmente, é vista como o uso e ocupação do solo somado aos fatores definidos na vulnerabilidade natural.

A vulnerabilidade ambiental é percebida com maior intensidade no espaço urbano, tendo em vista que a lógica atual de planejamento não levou em consideração as limitações oferecidas pela natureza, construindo em locais não adequados sujeitando diversos grupos sociais a situações de riscos. A sociedade pautada nos pressupostos atuais de urbanização e industrialização, sobressaltadas pela ambição tecnológica irracional, não foi capaz de oferecer urbanização segura aos diversos grupos humanos (ZANELLA; DANTAS; OLÍMPIO, 2011).

O modo de produção capitalista visa alcançar grandes porções de lucro em detrimento do uso de recursos naturais e humanos além da capacidade de suporte do meio ambiente, e viabiliza o surgimento de diversos problemas ambientais nas grandes cidades. Assim,

As maiores e mais significativas modificações que o homem impõe ao ambiente natural encontram-se nas grandes cidades. Embora muitos estudos sejam a elas dedicados, são raros os direcionados ao entendimento dos impactos das políticas de urbanização nos sistemas ambientais. A poluição do ar, o desconforto térmico, as chuvas intensas, as inundações periódicas, os escorregamentos de encostas, dentre outros problemas, vêm atingindo um número crescente de cidadãos, transformando as cidades, com muita frequência, em cenários caóticos a suscitar problemas ambientais com incidência direta no bem-estar e qualidade de vida dos cidadãos. (ZANELLA; DANTAS; OLÍMPIO, 2011, p.15).

Em suas pesquisas Zanella, Dantas e Olímpio (2011) diferenciam vulnerabilidade ambiental de vulnerabilidade natural. Para os autores citados, a vulnerabilidade natural é um conceito usado para designar o grau de instabilidade de elementos bióticos e físicos. As ações da natureza possuem impactos diferentes em cada unidade ecodinâmica, e a vulnerabilidade natural visa identificar como essas ações naturais influenciam nos estágios de vulnerabilidade natural dos locais. A vulnerabilidade ambiental relaciona-se diretamente com a ação humana, porquanto mede a capacidade de resposta do meio ambiente frente as ações antrópicas. Ela varia conforme as características humanas e naturais, e impacta diretamente na qualidade ambiental bem como na estabilidade do meio ambiente.

Nessa conjuntura, é relevante destacar o conceito de ecologia, pois a análise da ecodinâmica é essencial uma vez que verifica como as ações humanas são inseridas em um determinado sistema ambiental. Deste modo,

A Ecologia tem por objetivo o estudo dos vários seres vivos em suas relações mútuas e com o meio ambiente. O homem participa dos ecossistemas em que vive. Ele os modifica e, por sua vez, os ecossistemas reagem determinando algumas adaptações do Homem. As interações são permanentes e intensas, qualquer que seja o nível de desenvolvimento técnico da sociedade humana. Essas interações afetam tanto o homem primitivo, que vive da caça e da pesca, quanto o homem da cidade industrial, cuja vida está ameaçada pelas doenças do coração e tem a saúde sob o risco permanente da poluição atmosférica. (TRICART, 1997, p.17).

Assim, dependendo do ambiente, de suas características naturais, e de como a sociedade usufrui desses recursos, ocasionará impactos diferentes em locais distintos. A relação homem natureza não pode ser pautada em situações estáticas, pois entende-se que o meio biótico e físico possuem dinâmicas singulares a cada localidade (TRICART, 1997; ZANELLA, DANTAS; OLÍMPIO, 2011). A vulnerabilidade natural para Zanella, Dantas e Olímpio (2011) integra informações referentes a vegetação, fatores pedogenéticos (solos), geologia e geomorfologia. Ela é útil pois, ao "indicar espacialmente os ambientes mais vulneráveis, possibilitando vislumbrar as repostas do meio às intervenções antrópicas, o mapa de vulnerabilidade natural representa uma importante ferramenta para a tomada de decisões dos gestores públicos" (ZANELLA; DANTAS; OLÍMPIO, 2011, p.21).

A vulnerabilidade ambiental, por sua vez, corresponde as informações naturais referentes ao meio físico, ou seja, as mesmas atribuídas na vulnerabilidade natural, contudo, atrelada a elas dados referentes ao uso e ocupação do solo. Em muitos estudos, sobrepõe o mapa de vulnerabilidade natural para com o mapa de uso do espaço (ou uso da terra, uso do solo) que mensura a qualidade da infraestrutura urbana (ZANELLA; DANTAS; OLÍMPIO,

2011). Deve-se ressaltar, no entanto, que a vulnerabilidade ambiental não é simplesmente a transposição de mapas naturais com sociais. Ela integra informações socioambientais que observadas de forma isolada, não representam a complexidade existente no espaço geográfico. Elaborar um estudo de vulnerabilidade ambiental pressupõe o enfoque nas questões naturais tendo em vista as relações com a sociedade, a infraestrutura, ocupação de ruas, casas, impactos ambientais causados pela sociedade, dialética entre meio físico e social, entre outras abordagens. Nesse sentido, destaca-se que a análise de Zanella, Dantas e Olímpio (2011) da vulnerabilidade ambiental pautam-se nas relações entre os fenômenos incorporados em um sistema. O "sistema é um conjunto de fenômenos que se processam mediante fluxos de matéria e energia" (TRICART, 1977, p.19), deste modo o conceito de sistema

permite adotar uma atitude dialética entre a necessidade de análise - que resulta do próprio progresso da ciência e das técnicas de investigação - e a necessidade, contrária, de uma visão de conjunto, capaz de ensejar uma atuação eficaz sobre esse meio ambiente. Ainda mais, o conceito de sistema é, por natureza, de caráter dinâmico e por isso adequado a fornecer os conhecimentos básicos para uma atuação [...]. (ZANELLA; DANTAS; OLÍMPIO, 2011, p.19).

Tagliani (2003) elabora um estudo sobre vulnerabilidade ambiental, e considera para tanto informações geológicas, pedológicas, geomorfológicas, vegetação, áreas protegidas por lei e uso do solo. O autor entende vulnerabilidade ambiental enquanto grau de susceptibilidade de um ambiente a um impacto potencial delineado por uso antrópico. É similar as considerações de Zanella, Dantas e Olímpio (2011) pois leva em consideração informações antrópicas para elaborar o mapa síntese de vulnerabilidade ambiental.

A vulnerabilidade ambiental é analisada pelos critérios de fragilidade estrutural intrínseca, sensibilidade e grau de maturidade dos ecossistemas. A fragilidade estrutural intrínseca são dados que apontam as relações entre os processos, formas e materiais do substrato físico. Fatores como declividade e capacidade de uso dos solos, no qual, quanto maior a declividade, maior a vulnerabilidade ambiental. No uso do solo entende critérios como profundidade, permeabilidade, drenabilidade, susceptibilidade a erosão, e outros. Verifica a possibilidade do uso do solo para agricultura e pecuária, como de modo geral para outros usos (TAGLIANI, 2003).

A sensibilidade verifica a proximidade com vegetação protegida por lei, quanto menor a distância desses recursos, maior a vulnerabilidade ambiental. E o grau de maturidade dos ecossistemas verifica o tempo de evolução, a idade dos terrenos (holocênica, pleistocênica, terciária e pré-cambriana). Quanto maior a idade, menor a vulnerabilidade (TAGLIANI,

2003). Os estudos de Tagliani (2003) trataram do conceito de vulnerabilidade ambiental com o uso de um banco de dados digitais georreferenciados.

A vulnerabilidade ambiental é um processo resultado das ações antrópicas e naturais, no âmbito da susceptibilidade dos lugares. A vulnerabilidade ambiental é resultado da fragilidade do substrato físico, e a tendência do local de sofrer desastre natural por motivo diversos. Ela é resultado da vulnerabilidade natural com o uso e a ocupação do solo pela sociedade. Aspectos como topográficos, geomorfológicos, cobertura vegetal, solos e uso do solo, correspondem a vulnerabilidade ambiental a processos erosivos. Deste modo, percebe-se que informações naturais (solo, relevo, vegetação e outros) se unem a antrópicas (uso e ocupação do solo) para atingir o que a autora chama de vulnerabilidade ambiental (CUTTER, 1996; FUSHIMI, 2012; TAGLIANI, 2003; GRIGIO, 2003). Fushimi (2012) discutiu e estudou a vulnerabilidade ambiental baseando-se também nos estudos de Tagliani (2003). Assim,

os aspectos geomorfológicos, pedológicos, clinográficos, de uso da terra e cobertura vegetal foram inter-relacionados, espacializados em mapas temáticos e correlacionados em ambiente de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), cujo produto final foi o mapa de vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares. (FUSHIMI, 2012, p.16).

Para Fushimi (2012), a vulnerabilidade ambiental possui significado diferente dos conceitos de susceptibilidade, fragilidade e sensibilidade. Fushini (2012, p.34) diferencia vulnerabilidade ambiental de natural. Afirma que "a vulnerabilidade natural abrange os aspectos naturais da paisagem. Já a vulnerabilidade ambiental aborda essas variáveis e inclui a ação da sociedade".

A síntese das informações geológicas como sedimentos, depósitos, formações geomorfológicas como tabuleiros, dunas, áreas de inundação sazonal, planícies; pedológicas gleissolos, neossolos, planossolos; e cobertura vegetal, mangues, vegetação ribeirinha, sem vegetação, são variáveis que medem a vulnerabilidade natural, e, aglutinadas com informações antrópicas (uso e ocupação do solo, infraestrutura precária, etc) correspondem a vulnerabilidade ambiental de uma determinada área (ZANELLA, DANTAS, OLÍMPIO, 2011; FUSHIMI, 2012).

Grigio (2003) trabalhou a vulnerabilidade ambiental pelo cruzamento de informações de vulnerabilidade natural com mapa de uso e ocupação dos solos, nos mesmos pressupostos teóricos e metodológicos de Tagliani (2003) e Fushimi (2012). A vulnerabilidade ambiental é

a síntese de informações naturais sobrepostas a um mapa de uso e ocupação do solo. Nestes estudos, a diferença principal é que, para ser considerado como vulnerabilidade ambiental, o fator antrópico deve estar inserido, para demonstrar a relação homem e meio ambiente.

Pedro Miyazaki (2014) adverte sobre o uso do termo vulnerabilidade, principalmente quando este vem acompanhando por um adjetivo, como por exemplo, vulnerabilidade ambiental. Para a autora "o conceito de vulnerabilidade deve abranger, de forma conjunta, a análise das condições do ambiente, envolvendo a sociedade e a natureza e suas inter-relações" (PEDRO MIYAZAKI, 2014, p.99).

Embora não tenha a pretensão de conceituar a vulnerabilidade ambiental, Pedro Miyazaki (2014) afirma que considerar os aspectos naturais em congruência com os ambientais, corresponde a pesquisas adequadas à Geografia, e deste modo, entende que as análises devem ser pautadas na relação sociedade e natureza. Assim

[...] é possível perceber que a vulnerabilidade à ocupação do relevo em determinados compartimentos geomorfológicos envolve as condições naturais do ambiente (geologia, geomorfologia, hidrográficas, pedológicas entre outras), associadas à forma de apropriação e ocupação do mesmo (de acordo com uma lógica estabelecida pelos agentes de produção do espaço urbano) e as condições sociais do grupo ocupante (renda, escolaridade, condições de saneamento básico entre outros). (PEDRO MIYAZAKI, 2014, p.100).

Não é possível diferenciar a vulnerabilidade social da vulnerabilidade ambiental com base nessa perspectiva, no entanto, é certo que o conceito de vulnerabilidade apontado por Pedro Miyazaki (2014) possui similaridades com a noção de vulnerabilidade ambiental de Tagliani (2012) e Fushimi (2012): ambiente torna-se vulnerável do ponto de vista ambiental a partir da intervenção da sociedade.

Por outra perspectiva, nos estudos de Romero (2009), a vulnerabilidade ambiental decorre da suscetibilidade e de sensibilidade a um risco. Fatores socioeconômicos, biológicos e físicos são dados necessários para mensurar a vulnerabilidade ambiental. Por modelagem numérica a autora determinou quais as áreas são mais vulneráveis a um derramamento de óleo. A suscetibilidade é vista como a tendência de um local ser atingido por derramamento de óleo (desastre ambiental), e a vulnerabilidade seria a capacidade do meio ambiente em sofrer danos/lesões em razão de um evento perigoso. A área é vulnerável do ponto de vista ambiental caso exista sensibilidade e probabilidade dela ser atingida por um perigo (derramamento de óleo), e é sensível em razão dos aspectos físicos do local (ROMERO, 2009; FUSHIMI, 2012).

Embora exista atualmente, Esteves (2011, p.74) nos lembra que a noção de vulnerabilidade associada a desastres naturais perde força a partir das décadas de 1980/1990. Neste período, ela começa a ser confrontada com outras abordagens que entendem a vulnerabilidade pelos aspectos sociais, ambientais e tecnológicos. A Geografia, nesta conjuntura, incorpora a dimensão espacial nos debates de vulnerabilidade. Assim, quando uma vulnerabilidade depende de fatores humanos em congruência com os ambientais, passam-se a usar o termo vulnerabilidade socioambiental, conforme apontado a seguir:

Ao integrar as dimensões sociais e ambientais na identificação e análise da vulnerabilidade, é pertinente a adoção da terminologia vulnerabilidade socioambiental. Essa premissa se justifica porque a vulnerabilidade aos riscos ambientais depende de fatores sociais, econômicos, tecnológicos, culturais, ambientais e a relação destes com o ambiente físico-natural, envolvendo, portanto, a dinâmica social e a dinâmica ambiental, esta última, inclusive, quando em estado de degradação. (ESTEVES, 2011, p.75).

Uma análise de vulnerabilidade socioambiental é aquela que “visa identificar as diferentes suscetibilidades sociais perante eventos ambientais desastrosos e os efeitos da degradação do ambiente” (ESTEVES, 2011, p.63). É uma interação de eventos naturais extremos, somados a ocupação de áreas do ponto de vista ambiental impróprias, como encostas íngremes e locais propensos a inundações.

Para Alcântara (2012) que estuda a vulnerabilidade ambiental e social. A mesma deve levar em consideração quais características físicas acentuarão um determinado perigo. Para ela, a declividade, uso e ocupação da terra, bem como hidrografia são elementos que deixam uma determinada área vulnerável do ponto de vista ambiental aos processos erosivos. Efetivamente, existem eventos que embora tenham abrangência relativamente maior, muitas vezes causarão impactos significativos à sociedade nos locais onde se encontram o maior número de domicílios.

A vulnerabilidade ambiental, corresponde a um conceito recente dentro dos estudos geográficos, e em muitos momentos, foi estudada juntamente com os conceitos de risco e vulnerabilidade (JULIÃO, 2009; CUNHA e RAMOS, 2013). Os estudos de vulnerabilidade na Geografia comumente contemplam análises socioambientais ao invés de estudos apenas da vulnerabilidade ambiental. Isso pode ser percebido, por exemplo, nos estudos de Gamba (2011), Nascimento (2011), Alcântara (2012), e Alves (2013), estudos estes que serão descritos a seguir.

2.4 – ESTUDOS SOBRE VULNERABILIDADE

Embora seja uma temática atual e com discussões recentes, vários estudos já foram feitos levando-se em conta os conceitos de vulnerabilidade. Deschamps (2004) estudou a vulnerabilidade socioambiental na Região Metropolitana de Curitiba. O autor teve como objetivo localizar as áreas vulneráveis do ponto de vista social sujeita a risco ambiental de enchentes.

Deschamps (2004) usa técnica de análise fatorial nos dados sociais, para atingir o índice de vulnerabilidade social. As variáveis que ele selecionou teve a finalidade de mencionar as desvantagens sociais, como por exemplo a porcentagem de; famílias chefiadas por pessoas idosas; famílias chefiadas por mulheres sem conjuges; famílias com alta frequência de filhos; famílias com rendas insuficientes; grau de informalização do mercado de trabalho; taxa de analfabetismo; crianças fora da escola; entre várias outras. Na análise ambiental ele localizou as áreas de várzea, e identificou o padrão de uso do solo desses locais (agricultura, área urbana, pastagem). Percebe-se que sua análise levou em consideração elementos naturais e sociais.

Nas pesquisas Almeida (2010) estudou a bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, localizado em Fortaleza (CE), na região metropolitana. Sua análise foi de cunho socioambiental, na qual ele usou dados do Censo 2000 do IBGE, e estudou 934 setores e 59 variáveis. Compilou as 59 variáveis e reduziu-as em 21. Por meio da técnica quantitativa de análise fatorial, ele reduziu as 21 variáveis em 4 fatores, sendo os seguintes: Fator 1 Educação, Fator 2 Infraestrutura e Habitação, Fator 3 Faixa etária idosos, e Fator 4 Faixa etária jovens. Esses fatores foram fragmentados em seis níveis de vulnerabilidade: muito baixa, baixa, média a baixa, média a alta, alta e muito alta.

Almeida (2010) também criou um índice de vulnerabilidade físico-espacial às inundações, com base na exposição aos perigos naturais. Para tanto, ele utilizou modelos digitais de elevação, localizou as áreas de inundações, entre outros estudos e variáveis naturais.

Gamba (2011) estudou a vulnerabilidade socioambiental nos municípios de São Paulo por meio de técnicas quantitativas, qualitativas e geoprocessamento. Ela construiu um índice de vulnerabilidade socioambiental ao processo de escorregamento, para tanto, usou dados do Censo Demográfico do IBGE de 2000, e usou variáveis disponibilizadas pela Prefeitura Municipal de São Paulo. Em seu estudo, ela usou variáveis infraestruturais: domicílios

particulares permanentes - abastecimento de água da rede geral; domicílios particulares permanentes - destino do lixo - coletado; domicílios particulares permanentes - com banheiro ou sanitário - esgotamento sanitário - rede geral de esgoto ou pluvial.

As variáveis sociais foram: rendimento nominal mensal - pessoas responsáveis por domicílios particulares permanentes; anos de estudo - pessoas responsáveis por domicílios particulares permanentes; estimativas de população em favelas. E as variáveis ambientais corresponderam a temperatura aparente da superfície, cobertura vegetal por habitante, e porcentagens de áreas com declividades superior a 25°. Criou o índice de vulnerabilidade infraestrutural, índice de vulnerabilidade social, e índice de vulnerabilidade ambiental. A média simples dos mesmos correspondeu ao índice de vulnerabilidade socioambiental ao processo de escorregamento.

Já Nascimento (2011) avaliou a vulnerabilidade a eventos climáticos extremos. Seu estudo considerou a Bacia do Rio Acre (AC). Ele criou as dimensões institucionais, socioeconômica, e naturais/ambientais. Os indicadores naturais foram as variáveis de cobertura vegetal, relevo, pedologia, uso e ocupação, uso por atividades produtivas, desmatamento e focos de calor. Assim, criou um mapa de vulnerabilidade à geomorfologia, vulnerabilidade a pedologia, vulnerabilidade ao uso da terra, vulnerabilidade a cobertura vegetal, vulnerabilidade a produção, e vulnerabilidade a focos de calor, e vulnerabilidade ao desmatamento.

Os indicadores sociais e econômicos corresponderam ao abastecimento de água, destino do lixo, educação, instalações sanitárias, nível de renda e densidade demográfica. Para dimensionar a vulnerabilidade institucional, analisou a estrutura de órgãos de fiscalização e controle de meio ambiente e recursos hídricos na área em estudo. Verificou se existia estrutura ambiental na administração municipal, nível de informações que os municípios possuíam em relação a dados ambientais como desmatamento e incêndios florestais.

Dessa forma Alcântara (2012) avaliou a vulnerabilidade socioambiental na macrorregião da Costa Verde. Ela estudou as dimensões ambientais, institucionais e sociais. Usou técnica de análise fatorial nos dados sociais e econômicos, e nos estudos ambientais, usou informações como altimetria, uso da terra e hidrografia.

Para compor o índice de vulnerabilidade, Alcântara (2012) usou na dimensão social e econômica as seguintes variáveis: percentual de famílias chefiadas por pessoas menores; percentual de famílias chefiadas por pessoas idosas; percentual de famílias chefiadas por

mulheres; percentual de famílias com alta frequência de componentes; percentual de crianças de 0 a 14 anos; percentual de pessoas com idade acima de 64 anos; índice de dependência infantil; índice de dependência do idoso; percentual de domicílios inadequados quanto ao abastecimento de água; percentual de domicílios inadequados quanto ao escoamento sanitário; percentual de domicílios inadequados quanto a coleta de lixo, percentual de domicílios sem energia elétrica; e percentual de domicílios com renda inferior a 70,00.

Na dimensão ambiental, foi utilizado o percentual da declividade; percentual de área próxima de rios; percentual de área com excedente hídrico maior que 500mm; e percentual de uso do solo. E por fim, a dimensão institucional visou agrupar os dados referentes à lei de zoneamento; desenvolvimento de projetos voltados para a educação no campo, indígena e ambiental; conselho municipal de habitação - existência; se foi realizada reunião do conselho nos últimos 12 meses; se o município possui legislação específica que dispõe sobre regularização fundiária; se o município possui plano e/ou programa específico de regularização fundiária; se existe fundo municipal do meio ambiente; se o fundo municipal tem financiado ações e projetos para questões ambientais nos últimos 12 meses; se o município realiza licenciamento ambiental de impacto local; se o município tem instrumentos de cooperação com órgão estadual de meio ambiente; processo de elaboração da Agenda 21 local; estágio atual da agenda local; se o fórum da Agenda 21 local se reuniu nos últimos 12 meses; e a presença do sistema de alerta de cheias.

Alcântara (2012) criou vários mapas, dentre eles: vulnerabilidade quanto as características demográficas dos domicílios; vulnerabilidade quanto à inadequação do domicílio; vulnerabilidade quanto responsável do domicílio; vulnerabilidade segundo o Indicador de Vulnerabilidade Social; vulnerabilidade segundo declividade; vulnerabilidade quanto a hidrografia; vulnerabilidade quanto ao uso e ocupação da terra; vulnerabilidade quanto ao Excedente Hídrico; vulnerabilidade quanto ao indicador de vulnerabilidade ambiental; vulnerabilidade quanto ao indicador de vulnerabilidade institucional; e vulnerabilidade segundo o indicador geral de vulnerabilidade.

Alves (2013) estudou a vulnerabilidade socioambiental em Cubatão (SP). Teve a finalidade de construir indicadores na escala de setores censitários, com integração de dados sociais, econômicos e demográficos disponibilizados pelo Censo 2010. Usou, do mesmo modo, dados ambientais como rede hidrográfica e locais com altas declividades. Considerou como locais de exposição ao risco ambiental às áreas com declividades superior a 30 graus,

margens de 50 metros de cursos de água, e a presença de manguezais. Entendeu-se a vulnerabilidade pelo viés da exposição ao risco e suscetibilidade ao risco. As áreas com suscetibilidade correspondem as locais com renda domiciliar per capita abaixo de um salário mínimo. Combinou-se os índices ambientais com os sociais, e chegou à vulnerabilidade socioambiental.

Dias (2013) avaliou a vulnerabilidade socioambiental na área urbana de Mossoró (RN), utilizando técnicas de análises espaciais. Para mensurar a vulnerabilidade socio, ele selecionou 188 variáveis originadas do Censo Demográfico de 2010 do IBGE, e juntou em 20 variáveis finais. A seleção das variáveis teve como finalidade identificar as condições de habitação, infraestrutura, renda, gênero, estrutura etária e educação. Utilizou a técnica de análise fatorial e reduziu as 20 variáveis em 5 dimensões, sendo elas: presença de idosos; renda; presença de jovens; habitação e infraestrutura; e educação. Para identificar a vulnerabilidade ambiental, ele localizou as áreas com distancias igual ou inferior a 100 metros dos cursos de água, e áreas com exposição a degradação ambiental, sendo para o autor áreas com baixa cobertura de rede de esgoto sanitária.

Estes foram exemplos de pesquisas com temáticas relacionadas às questões ambientais e sociais, sendo portanto de vital importância para a Geografia. Deste modo, propõe-se estudo de vulnerabilidade pautado nas relações socioambientais, levando em consideração a vulnerabilidade das pessoas e do ambiente a um determinado risco. Nessa pesquisa, sendo o risco de estresse térmico, que pode ser causado em locais com alta vulnerabilidade a desconforto térmico.

Estes estudos contribuíram no referencial teórico deste trabalho, mas especialmente na elaboração da prática. A partir da leitura desses trabalhos, foi possível entender a metodologia proposta nesse trabalho; avaliar a aplicação em outros estudos e cidades; como principalmente verificar os resultados já alcançados em outras pesquisas, para deste modo, perceber a dimensão e a relevância dos estudos de vulnerabilidade socioambiental.

3 – MATERIAIS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 – ÍNDICE DE VULNERABILIDADE SOCIAL

Para a realização da análise social, foram usados programas para manipular dados e tabelas, mapas, e análise estatística avançada. Foram utilizados os seguintes recursos; malha dos setores censitários do IBGE; planilhas eletrônicas do Censo de 2010 do IBGE; base cartográfica municipal de bairros; software LibreOffice Calc; software IBS SPSS; e software Qgis.

As malhas dos setores censitários consistiram em arquivos do tipo vetorial, em formato SHP, com vinculação aos bancos de dados do Censo de 2010. Vieram na escala estadual, com as respectivas fragmentações em setores, por município. Foram baixadas gratuitamente e encontram-se disponíveis para o público. Para baixar as malhas digitais, deve-se acessar o site do IBGE¹, selecionar a aba "População", em Censos Demográficos selecione Censo 2010, no lado esquerdo da página selecionar "Resultados do Universo", em "Resultados Definitivos" selecione "Características da População e dos Domicílios". Seguindo esse caminho, será direcionado para o link correspondente as características da população². Para baixar a malha dos setores censitários, selecione ao lado esquerdo da página o link "Malha Digital de Setores Censitários", entre na pasta "setores_censitarios_shp/", selecione "mg/" e baixe o arquivo "mg_setores_censitarios.zip".

As planilhas também foram conseguidas gratuitamente no site do IBGE¹. Para baixá-las deve-se seguir o mesmo caminho usado para chegar ao site² supracitado, selecionar "Agregados por Setor Censitário" e baixar o arquivo "MG_20150527.zip". Ressalta-se que cada uma delas vem em planilhas separadas. As planilhas utilizadas foram as "Domicílios01_MG", "DomicilioRenda_MG", "Entorno01_MG", "Pessoa01_MG", "Pessoa03_MG", "Pessoa13_MG", "Responsavel01_MG", "Responsavel02_MG" e "ResponsavelRenda_MG".

A base cartográfica de bairros foi conseguida na Prefeitura Municipal de Ituiutaba, e ela contem a divisão de bairros do ano de 2014/2015. Preferiu-se não utilizar a nova base cartográfica pois a análise desta pesquisa será permeada na escala de setor censitário. Assim sendo, a identificação dos bairros foi feita apenas para facilitar a interpretação.

¹ <http://www.ibge.gov.br>

² http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/caracteristicas_da_populacao/default_caracteristicas_da_populacao.shtm

O Software LibreOffice Calc é um programa destinado a manipulação simples de números, dados, planilhas e tabelas, e auxilia os pesquisadores em cálculos que, embora simples, requer uma análise de grande quantidade de informações. Ele é conseguido de forma gratuita³, e é encontrado no pacote LibreOffice.

O software IBS SPSS é um programa científico usado para análise estatística avançada, comumente empregado nas ciências sociais. Ele trabalha com um grande número de dados e conjunto de variáveis. Utilizou-se a licença do SPSS do Laboratório de Estatística da Universidade Federal de Uberlândia.

O software Qgis é um programa de uso livre, gratuito. A versão utilizada foi a 2.14, que pode ser baixada⁴ gratuitamente na internet. Ele é usado para analisar, criar e editar informações geográficas, e trabalha com diversos formatos, incluindo o shp. Ele possibilita criar mapas com diferentes projeções e camadas, e trabalha com integração de tabelas com arquivos.shp. Por ser gratuito, é muito usado nas ciências geográficas.

As variáveis selecionadas para a elaboração do índice de vulnerabilidade social ao desconforto térmico estão respaldadas nos pressupostos teóricos do Health Canada (2011) e no documento original publicado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) "Protecting Health from Climate Change. Vulnerability and Adaptation Assessment" e traduzido em edição portuguesa pela Organização Pan-Americana da Saúde, com o nome "Proteger a saúde frente à mudança climática: avaliação da vulnerabilidade e adaptação" (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2014, p.17).

É pertinente destacar que a OMS (2014) entende que os grupos com maior vulnerabilidade ao estresse térmico corresponde as lactantes e crianças, as mulheres grávidas, os idosos e pessoas com transtornos médicos crônicos, as categorias socioeconômicas empobrecidas, e os trabalhadores ao ar livre. O estresse térmico é causado pelas altas temperaturas submetidas no corpo humano, quando ele está em situação de desconforto térmico alta. Assim, esses grupos possuem maior vulnerabilidade ao desconforto térmico, e por isso, foram selecionados para integrar o índice de vulnerabilidade social.

No entanto, percebe-se que dos citados, nem todos podem ser mensurados pelos dados disponíveis no resultado geral do universo do Censo Demográfico de 2010. Por esse motivo, nesse trabalho, para aprimorar a seleção dos dados, buscou-se novos estudos para complementar a análise. Assim sendo, para selecionar as variáveis sociais, baseou-se também

³ <https://pt-br.libreoffice.org/>

⁴ <http://www.qgis.org/en/site/>

nos estudos de vulnerabilidade socioambiental feitos por Almeida (2010), Rezende (2016) e Bortoletto e Freitas (2015). Eles tiveram como objetivo selecionar as variáveis que mais representam a desvantagem social, bem como a vulnerabilidade social ao desconforto térmico.

As variáveis sociais foram fragmentadas em dois grupos, de acordo com os apontamentos de Mendes et al (2011). O grupo da criticidade (QUADRO 1) visou identificar as características dos indivíduos/moradores que podem contribuir para a vulnerabilidade social, ou seja, são indivíduos que tendem a responder negativamente aos cenários extremos e/ou catastróficos. O outro grupo, capacidade de suporte, correspondem as características infraestruturais do território que permitem e/ou oferecem a comunidade meios de reagir em situações perigosas, ou proporcionam meios básicos para subsistência com qualidade de vida.

Quadro 1 - Variáveis de vulnerabilidade social (criticidade)

V1 – Crianças responsáveis por domicílios particulares permanentes	Total
Planilha: <i>Responsavel02_MG.xls</i> V002 – Pessoas Responsáveis com 10 anos de idade. V003 – Pessoas Responsáveis com 11 anos de idade. V004 – Pessoas Responsáveis com 12 anos de idade.	3
V2 – Crianças não alfabetizadas	Total
Planilha: <i>Pessoa13_MG</i> V044 – Pessoas com 10 anos de idade V045 – Pessoas com 11 anos de idade V046 – Pessoas com 12 anos de idade Planilha: <i>Pessoa01_MG</i> V007 – Pessoas alfabetizadas com 10 anos de idade V008 – Pessoas alfabetizadas com 11 anos de idade V009 – Pessoas alfabetizadas com 12 anos de idade	6
V3 – Crianças	Total
Planilha: <i>Pessoa13_MG</i> V022 – Pessoas com menos de 1 ano de idade V035 – Pessoas de 1 ano de idade V036 – Pessoas com 2 anos de idade V037 – Pessoas com 3 anos de idade V038 – Pessoas com 4 anos de idade V039 – Pessoas com 5 anos de idade V040 – Pessoas com 6 anos de idade V041 – Pessoas com 7 anos de idade V042 – Pessoas com 8 anos de idade V043 – Pessoas com 9 anos de idade V044 – Pessoas com 10 anos de idade V045 – Pessoas com 11 anos de idade V046 – Pessoas com 12 anos de idade	13
V4- Responsáveis por domicílios particulares permanentes com rendimento nominal mensal de até 3 salários mínimos	Total
Planilha: <i>ResponsavelRenda_MG.xls</i> V067 – Pessoas responsáveis moradoras em domicílios particulares permanentes com rendimento nominal mensal de até ½ salário mínimo. V068 – Pessoas responsáveis moradoras em domicílios particulares permanentes com rendimento nominal mensal de mais de ½ a 1 salário mínimo. V069 – Pessoas responsáveis moradoras em domicílios particulares permanentes com rendimento nominal mensal de mais de 1 a 2 salários mínimos. V070 – Pessoas responsáveis moradoras em domicílios particulares permanentes com rendimento nominal mensal de mais de 2 a 3 salários mínimos.	4
V-5 – Responsáveis por domicílios particulares permanentes sem rendimento nominal mensal	Total
Planilha: <i>ResponsavelRenda_MG.xls</i> V076 – Pessoas responsáveis moradoras em domicílios particulares permanentes sem rendimento nominal mensal.	1
V6 – Responsáveis por domicílios particulares permanentes não alfabetizados	Total
Planilha <i>Responsavel02_MG.xls</i> V001 – Pessoas Responsáveis. V093 – Pessoas Responsáveis Alfabetizados.	2

(Continuação)

[illegible]

(Continuação)

V9 – Idosos		Total
Planilha: <i>Pessoa13 MG.xls</i>		41
V094 – Pessoas com 60 anos de idade.	V115 – Pessoas com 81 anos de idade.	
V095 – Pessoas com 61 anos de idade.	V116 – Pessoas com 82 anos de idade.	
V096 – Pessoas com 62 anos de idade.	V117 – Pessoas com 83 anos de idade.	
V097 – Pessoas com 63 anos de idade.	V118 – Pessoas com 84 anos de idade.	
V098 – Pessoas com 64 anos de idade.	V119 – Pessoas com 85 anos de idade.	
V099 – Pessoas com 65 anos de idade.	V120 – Pessoas com 86 anos de idade.	
V100 – Pessoas com 66 anos de idade.	V121 – Pessoas com 87 anos de idade.	
V101 – Pessoas com 67 anos de idade.	V122 – Pessoas com 88 anos de idade.	
V102 – Pessoas com 68 anos de idade.	V123 – Pessoas com 89 anos de idade.	
V103 – Pessoas com 69 anos de idade.	V124 – Pessoas com 90 anos de idade.	
V104 – Pessoas com 70 anos de idade.	V125 – Pessoas com 91 anos de idade.	
V105 – Pessoas com 71 anos de idade.	V126 – Pessoas com 92 anos de idade.	
V106 – Pessoas com 72 anos de idade.	V127 – Pessoas com 93 anos de idade.	
V107 – Pessoas com 73 anos de idade.	V128 – Pessoas com 94 anos de idade.	
V108 – Pessoas com 74 anos de idade.	V129 – Pessoas com 95 anos de idade.	
V109 – Pessoas com 75 anos de idade.	V130 – Pessoas com 96 anos de idade.	
V110 – Pessoas com 76 anos de idade.	V131 – Pessoas com 97 anos de idade.	
V111 – Pessoas com 77 anos de idade.	V132 – Pessoas com 98 anos de idade.	
V112 – Pessoas com 78 anos de idade.	V133 – Pessoas com 99 anos de idade.	
V113 – Pessoas com 79 anos de idade.	V134 – Pessoas com 100 anos ou mais de idade.	
V114 – Pessoas com 80 anos de idade.		
V10 – Idosos não alfabetizados		Total
Planilha: <i>Pessoa13 MG.xls</i>		62
V094 – Pessoas com 60 anos de idade.	V115 – Pessoas com 81 anos de idade.	
V095 – Pessoas com 61 anos de idade.	V116 – Pessoas com 82 anos de idade.	
V096 – Pessoas com 62 anos de idade.	V117 – Pessoas com 83 anos de idade.	
V097 – Pessoas com 63 anos de idade.	V118 – Pessoas com 84 anos de idade.	
V098 – Pessoas com 64 anos de idade.	V119 – Pessoas com 85 anos de idade.	
V099 – Pessoas com 65 anos de idade.	V120 – Pessoas com 86 anos de idade.	
V100 – Pessoas com 66 anos de idade.	V121 – Pessoas com 87 anos de idade.	
V101 – Pessoas com 67 anos de idade.	V122 – Pessoas com 88 anos de idade.	
V102 – Pessoas com 68 anos de idade.	V123 – Pessoas com 89 anos de idade.	
V103 – Pessoas com 69 anos de idade.	V124 – Pessoas com 90 anos de idade.	
V104 – Pessoas com 70 anos de idade.	V125 – Pessoas com 91 anos de idade.	
V105 – Pessoas com 71 anos de idade.	V126 – Pessoas com 92 anos de idade.	
V106 – Pessoas com 72 anos de idade.	V127 – Pessoas com 93 anos de idade.	
V107 – Pessoas com 73 anos de idade.	V128 – Pessoas com 94 anos de idade.	
V108 – Pessoas com 74 anos de idade.	V129 – Pessoas com 95 anos de idade.	
V109 – Pessoas com 75 anos de idade.	V130 – Pessoas com 96 anos de idade.	
V110 – Pessoas com 76 anos de idade.	V131 – Pessoas com 97 anos de idade.	
V111 – Pessoas com 77 anos de idade.	V132 – Pessoas com 98 anos de idade.	
V112 – Pessoas com 78 anos de idade.	V133 – Pessoas com 99 anos de idade.	
V113 – Pessoas com 79 anos de idade.	V134 – Pessoas com 100 anos ou mais de idade.	
V114 – Pessoas com 80 anos de idade.		
Planilha: <i>Pessoa01 MG.xls</i>		
V057 – Pessoas alfabetizadas com 60 anos de idade	V068 – Pessoas alfabetizadas com 71 anos de idade.	
V058 – Pessoas alfabetizadas com 61 anos de idade	V069 – Pessoas alfabetizadas com 72 anos de idade.	
V059 – Pessoas alfabetizadas com 62 anos de idade	V070 – Pessoas alfabetizadas com 73 anos de idade.	
V060 – Pessoas alfabetizadas com 63 anos de idade	V071 – Pessoas alfabetizadas com 74 anos de idade.	
V061 – Pessoas alfabetizadas com 64 anos de idade	V072 – Pessoas alfabetizadas com 75 anos de idade.	
V062 – Pessoas alfabetizadas com 65 anos de idade	V073 – Pessoas alfabetizadas com 76 anos de idade.	
V063 – Pessoas alfabetizadas com 66 anos de idade	V074 – Pessoas alfabetizadas com 77 anos de idade.	
V064 – Pessoas alfabetizadas com 67 anos de idade	V075 – Pessoas alfabetizadas com 78 anos de idade.	
V065 – Pessoas alfabetizadas com 68 anos de idade	V076 – Pessoas alfabetizadas com 79 anos de idade.	
V066 – Pessoas alfabetizadas com 69 anos de idade	V077 – Pessoas alfabetizadas com 80 anos ou mais de idade.	
V067 – Pessoas alfabetizadas com 70 anos de idade		

(Continuação)

V11 - Mulheres responsáveis por domicílios particulares permanentes com 10 a 19 anos de idade.	Total
Planilha: <i>Responsável01 MG</i> V002 - Pessoas responsáveis com 10 anos de idade, do sexo feminino. V003 - Pessoas responsáveis com 11 anos de idade, do sexo feminino. V004 - Pessoas responsáveis com 12 anos de idade, do sexo feminino. V005 - Pessoas responsáveis com 13 anos de idade, do sexo feminino. V006 - Pessoas responsáveis com 14 anos de idade, do sexo feminino. V007 - Pessoas responsáveis com 15 anos de idade, do sexo feminino. V008 - Pessoas responsáveis com 16 anos de idade, do sexo feminino. V009 - Pessoas responsáveis com 17 anos de idade, do sexo feminino. V010 - Pessoas responsáveis com 18 anos de idade, do sexo feminino. V011 - Pessoas responsáveis com 19 anos de idade, do sexo feminino.	10
V12 - Mulheres responsáveis por domicílios particulares permanentes com mais de 60 anos de idade.	Total
Planilha: <i>Responsável01 MG</i> V052 Pessoas responsáveis com 60 anos de idade, do sexo feminino V053 Pessoas responsáveis com 61 anos de idade, do sexo feminino V054 Pessoas responsáveis com 62 anos de idade, do sexo feminino V055 Pessoas responsáveis com 63 anos de idade, do sexo feminino V056 Pessoas responsáveis com 64 anos de idade, do sexo feminino V057 - Pessoas responsáveis com 65 anos de idade, do sexo feminino. V058 - Pessoas responsáveis com 66 anos de idade, do sexo feminino. V059 - Pessoas responsáveis com 67 anos de idade, do sexo feminino. V060 - Pessoas responsáveis com 68 anos de idade, do sexo feminino. V061 - Pessoas responsáveis com 69 anos de idade, do sexo feminino. V062 - Pessoas responsáveis com 70 anos de idade, do sexo feminino. V063 - Pessoas responsáveis com 71 anos de idade, do sexo feminino. V064 - Pessoas responsáveis com 72 anos de idade, do sexo feminino. V065 - Pessoas responsáveis com 73 anos de idade, do sexo feminino. V066 - Pessoas responsáveis com 74 anos de idade, do sexo feminino. V067 - Pessoas responsáveis com 75 anos de idade, do sexo feminino. V068 - Pessoas responsáveis com 76 anos de idade, do sexo feminino. V069 - Pessoas responsáveis com 77 anos de idade, do sexo feminino. V070 - Pessoas responsáveis com 78 anos de idade, do sexo feminino. V071 - Pessoas responsáveis com 79 anos de idade, do sexo feminino. V072 - Pessoas responsáveis com 80 anos de idade, do sexo feminino. V073 - Pessoas responsáveis com 81 anos de idade, do sexo feminino. V074 - Pessoas responsáveis com 82 anos de idade, do sexo feminino. V075 - Pessoas responsáveis com 83 anos de idade, do sexo feminino. V076 - Pessoas responsáveis com 84 anos de idade, do sexo feminino. V077 - Pessoas responsáveis com 85 anos de idade, do sexo feminino. V078 - Pessoas responsáveis com 86 anos de idade, do sexo feminino. V079 - Pessoas responsáveis com 87 anos de idade, do sexo feminino. V080 - Pessoas responsáveis com 88 anos de idade, do sexo feminino. V081 - Pessoas responsáveis com 89 anos de idade, do sexo feminino. V082 - Pessoas responsáveis com 90 anos de idade, do sexo feminino. V083 - Pessoas responsáveis com 91 anos de idade, do sexo feminino. V084 - Pessoas responsáveis com 92 anos de idade, do sexo feminino. V085 - Pessoas responsáveis com 93 anos de idade, do sexo feminino. V086 - Pessoas responsáveis com 94 anos de idade, do sexo feminino. V087 - Pessoas responsáveis com 95 anos de idade, do sexo feminino. V088 - Pessoas responsáveis com 96 anos de idade, do sexo feminino. V089 - Pessoas responsáveis com 97 anos de idade, do sexo feminino. V090 - Pessoas responsáveis com 98 anos de idade, do sexo feminino. V091 - Pessoas responsáveis com 99 anos de idade, do sexo feminino. V092 - Pessoas responsáveis com 100 ou mais anos de idade, do sexo feminino.	40

(Continuação)

V13 - Mulheres não alfabetizadas responsáveis por domicílios particulares permanentes.	Total
Planilha: <i>Responsável01_MG</i>	2
V001 - Pessoas responsáveis, do sexo feminino. V093 - Pessoas alfabetizadas responsáveis, do sexo feminino.	
V14 - Pobreza extrema*	Total
* De acordo com o Ministério do Desenvolvimento Social e Combate a Fome (OSÓRIO; SOUZA, 2012) (IPEA, 2015).	
Planilha: <i>DomicilioRenda_MG</i>	3
V005 - Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de até 1/8 salário mínimo V006 - Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de mais de 1/8 a 1/4 salário mínimo V014 - Domicílios particulares sem rendimento nominal mensal domiciliar per capita	

Fonte: IBGE (2010)

Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2015)

Salienta-se que neste trabalho, idosos, crianças e pessoas com pobreza extrema foram selecionados com base no Estatuto do Idoso (2003), Estatuto da Criança (1990) e Ministério do Desenvolvimento Social e Combate a Fome (OSÓRIO; SOUZA, 2012) (IPEA, 2015), respectivamente.

Embora seja uma realidade na qual a tendência aponta para novos caminhos, as mulheres atuam em setores no mercado de trabalho em empregos específicos para elas, muitas vezes com baixos salários e remunerações injustas. Além do mais, recai sobre elas uma maior responsabilidade perante os cuidados com os filhos, o lar e a família de modo geral (ALMEIDA, 2010). Desse modo, possuem períodos de maiores dificuldades em relação aos homens, e no que tange ao estresse térmico, elas, conforme apontado pela OMS (2014) são mais vulneráveis, principalmente nos meses de gestação. A partir de uma construção social a realidade mostra que as mulheres têm maior sobrecarga de trabalho externo, e trabalhos internos em suas respectivas casas.

As faixas etárias de idosos e crianças foram selecionadas, pois além de serem, segundo a OMS (2014), vulneráveis ao estresse térmico, e por isso susceptíveis ao desconforto térmico, correspondem a grupos socialmente vulneráveis. Isso, pois as idades, quando extremas, podem dificultar evacuações em momentos perigosos, devido a baixa mobilidade dos idosos ou a grande dependência das crianças. Existir moradores com essas faixas etárias nos setores estudados podem auferir vulnerabilidade alta, principalmente do ponto de vista social (ALMEIDA, 2010; CUTTER, 1996).

Optou-se por selecionar as variáveis relacionadas à alfabetização de pessoas responsáveis pelos domicílios, pelas crianças que deveriam estar alfabetizadas, e por idosos não alfabetizados. Esses grupos foram selecionados devido a vulnerabilidade já citada anteriormente, e do mesmo modo, pela dimensão da educação. Entende-se que a educação está relacionada aos aspectos socioeconômico, no qual, pouca educação pode limitar a habilidade de compreender avisos, acessar informações, e está estritamente relacionada com a expectativa de vida, que aponta a premissa de que maior tempo de vida está relacionado com maior tempo de estudo (ALMEIDA, 2010; DIAS, 2013; GAMBA, 2011).

Por ser uma tendência encontrada nos estudos de vulnerabilidade, como os de Gamba (2011), Dias (2013), Almeida (2010), Alves (2013), Alcântara (2012). Rezende (2016) e outros, selecionou-se variáveis que apontam a dependência econômica dos moradores. Entende-se que a resiliência são forças/meios necessários para vencer/superar algum obstáculo. Todas as variáveis supracitadas visam identificar a resiliência, no entanto, as variáveis que mensuram a renda da população ou do domicílio, apontam que a renda familiar está diretamente ligada a capacidade ou não de absorver perdas e recuperar depois do evento perigoso (ALMEIDA, 2010).

Por exemplo, uma pessoa com melhores condições de vida pode ter seguros de imóveis, de carros, casas menos vulneráveis, meios de transportes aperfeiçoados, acesso a saúde, educação e serviços básicos. Em relação ao estresse térmico, a renda pode permitir uma melhor capacidade de se recuperar ou atenuar os efeitos das altas temperaturas, seja pela climatização de automóveis e casas, local de trabalho climatizado, não precisa utilizar transporte público precários, os materiais da casa pode ser de melhores qualidades e por isso atenua os efeitos do desconforto térmico, a própria organização da casa pode ter sido pensada para facilitar a ventilação e a climatização, entre outros. Previamente, foram selecionadas 14 variáveis de vulnerabilidade social do campo da criticidade, e posteriormente elas foram submetidas à análise estatística exploratória. As variáveis relacionadas a capacidade de suporte (QUADRO 2) tiveram a finalidade de identificar os domicílios vulneráveis, por não possuírem infra estrutura básica como serviço de abastecimento de água encanada, sem coleta de lixo adequada ou descarte de lixo impróprio, e casas ocupadas de forma precárias, sem banheiro ou energia elétrica. Atentou-se também para selecionar os domicílios sem pavimentação nas calçadas, sem iluminação pública, sem rede de esgoto adequada, com esgoto a céu aberto, e casas com lixos acumulados nas calçadas.

Quadro 2 - Variáveis de vulnerabilidade social (capacidade de suporte)

V1 - Densidade Demográfica	Total
Planilha: <i>Básico_MG</i> V002 – Moradores em domicílios particulares permanentes ou população residente em domicílios particulares permanentes Área do setor	2
V2 - Domicílios sem arborização	Total
Planilha: <i>Entorno 01_MG</i> V045 Domicílios particulares permanentes próprios – Não existe arborização V047 Domicílios particulares permanentes alugados – Não existe arborização V049 Domicílios particulares permanentes cedidos – Não existe arborização	3
V3 - Domicílios sem abastecimento de água da rede geral.	Total
Planilha: <i>Domicilio01_MG</i> V107 – Domicílios particulares permanentes do tipo casa com abastecimento de água de poço ou nascente na propriedade. V108 – Domicílios particulares permanentes do tipo casa com abastecimento de água da chuva armazenada em cisterna. V109 – Domicílios particulares permanentes do tipo casa com outra forma de abastecimento de água.	3
V4 – Índice de Árvores por Habitantes	Total
Planilha: <i>Entorno01_MG</i> V044 Domicílios particulares permanentes próprios – Existe arborização V046 Domicílios particulares permanentes alugados – Existe arborização V048 Domicílios particulares permanentes cedidos – Existe arborização Planilha: <i>Basico_MG</i> V002 Moradores em domicílios particulares permanentes ou população residente em domicílios particulares permanentes	4
V5 - Domicílios particulares permanentes com lixo não coletado	Total
Planilha: <i>Domicilio01_MG</i> V127 – Domicílios particulares permanentes do tipo casa com lixo queimado na propriedade. V128 – Domicílios particulares permanentes do tipo casa com lixo enterrado na propriedade. V129 – Domicílios particulares permanentes do tipo casa com lixo jogado em terreno baldio ou logradouro. V130 – Domicílios particulares permanentes do tipo casa com lixo jogado em rio, lago ou mar V131 – Domicílios particulares permanentes do tipo casa com outro destino do lixo	5
V6 - Domicílios particulares permanentes precários	Total
Planilha: <i>Domicilio01_MG</i> V011 – Domicílios particulares permanentes em outra condição de ocupação (não são próprios, alugados, nem cedidos) V023 Domicílios particulares permanentes sem banheiro de uso exclusivo dos moradores e nem sanitário V046 Domicílios particulares permanentes sem energia elétrica	3

(Continuação)

V7 - Domicílios particulares permanentes com banheiro ou sanitário sem esgotamento sanitário via rede geral de esgoto, pluvial ou fossa séptica	Total
Planilha: <i>Domicilio01_MG</i>	4
V113 – Domicílios particulares permanentes do tipo casa com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via fossa rudimentar. V114 – Domicílios particulares permanentes do tipo casa com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via vala. V115 – Domicílios particulares permanentes do tipo casa com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via rio, lago ou mar. V116 – Domicílios particulares permanentes do tipo casa com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via outro escoadouro.	
V8 - Domicílios particulares permanentes sem pavimentação, sem calçada e sem meiofio/guia	Total
Planilha: <i>Entorno 01_MG</i>	9
V015 Domicílios particulares permanentes próprios – Não existe pavimentação V017 Domicílios particulares permanentes alugados – Não existe pavimentação V019 Domicílios particulares permanentes cedidos – Não existe pavimentação V021 Domicílios particulares permanentes próprios – Não existe calçada V023 Domicílios particulares permanentes alugados – Não existe calçada V025 Domicílios particulares permanentes cedidos – Não existe calçada V027 Domicílios particulares permanentes próprios – Não existe meiofio/guia V029 Domicílios particulares permanentes alugados – Não existe meiofio/guia V031 Domicílios particulares permanentes cedidos – Não existe meiofio/guia	
V9 - Domicílios particulares permanentes sem iluminação pública	Total
Planilha: <i>Entorno 01_MG</i>	3
V009 Domicílios particulares permanentes próprios – Não existe iluminação pública V011 Domicílios particulares permanentes alugados – Não existe iluminação pública V013 Domicílios particulares permanentes cedidos – Não existe iluminação pública	
V10 - Domicílios particulares permanentes com esgoto a céu aberto	Total
Planilha: <i>Entorno 01_MG</i>	3
V050 Domicílios particulares permanentes próprios – Existe esgoto a céu aberto V052 Domicílios particulares permanentes alugados – Existe esgoto a céu aberto V054 Domicílios particulares permanentes cedidos – Existe esgoto a céu aberto	
V11 - Domicílios particulares permanentes com lixo acumulado nos logradouros	Total
Planilha: <i>Entorno 01_MG</i>	3
V056 Domicílios particulares permanentes próprios – Existe lixo acumulado nos logradouros V058 Domicílios particulares permanentes alugados – Existe lixo acumulado nos logradouros V060 Domicílios particulares permanentes cedidos – Existe lixo acumulado nos logradouros	

Fonte: IBGE (2010)

Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2015)

Entende-se que em áreas mais populosas, o impacto ambiental e social é maior do que em áreas com densidade demográfica baixa (NASCIMENTO, 2011), e por esse motivo a

variável densidade demográfica foi selecionada. Optou-se por adicionar as variáveis relacionadas a arborização, tendo em vista que elas impactam diretamente na vulnerabilidade social ao desconforto térmico, na qual a ausência de árvores pode contribuir para o risco de estresse térmico. Elas atenuam as temperaturas, absorvem gás carbônico, e liberam oxigênio, melhorando a qualidade do ar (LABAKI et al, 2011; ALVAREZ, 2004). Em relação das árvores das residências, optou por criar um índice de árvores por habitantes. No próximo tópico será explicado como esse índice foi gerado.

Salienta-se que as variáveis relacionadas às árvores foram adicionadas na vulnerabilidade social porquanto elas correspondem aos resultados obtidos pelo Censo Demográfico de 2010, e não do mapeamento de árvores realizados nessa pesquisa, que será detalhado no item “3.2 – ÍNDICE DE VULNERABILIDADE AMBIENTAL”. Por serem dados estatísticos recenseados, optou por adicioná-los na capacidade de suporte, e posteriormente submetê-los a análise fatorial para assim poder ponderar o quanto essas variáveis influenciam na vulnerabilidade social. E do mesmo modo, sabe-se que, do ponto de vista territorial, a quantidade de árvores podem auferir maior ou menos vulnerabilidade ao desconforto térmico.

Almeida (2010) entende que nas condições de infraestrutura, variáveis como presença ou não de rede de esgoto, água encanada, estabelece peso definido sobre os moradores. Os domicílios que possuem esgoto a céu aberto tornam os moradores mais vulneráveis a diversos tipos de doenças como, por exemplo, a leptospirose, além de propiciar a proliferação de vírus e bactérias dos diversos tipos. A falta de água tratada e encanada afeta aos moradores baixa resiliência aos diversos perigos, pois ficam susceptíveis a doenças ocasionadas pela ingestão de água insalubre. É comum nos estudos de vulnerabilidade usar variáveis que mencionam a falta de saneamento básico da população, como é visto nos estudos de Nascimento (2011), Gamba (2011), Almeida (2010) Dias (2013) e outros.

As variáveis que mensuram a falta de coleta adequada de lixo, ou seja, as residências com lixo queimado, enterrado, jogado em terreno baldio ou em rios, tornam do ponto de vista da capacidade de suporte, tornam as pessoas vulneráveis, pois elas possuem baixa capacidade de reagir perante um evento perigoso. Pereira (1991) atenta para o descarte incorreto do lixo doméstico. As pessoas compram produtos, usam, e o que não é considerado útil, é descartado no meio ambiente. O acúmulo indevido de lixo no ambiente pode causar susceptibilidades àquela área, mas para a população, pode acoplar distintos níveis de vulnerabilidade.

O IBGE (2005) afirma que mais de 76% do lixo residencial não recebe tratamento adequado, e muitas vezes são descartadas em leitos de rios, valas, terrenos baldios, enterrado em propriedades, queimado, ou outros. Ele pode contaminar o ar, os cursos de água, enfim, impactar negativamente na relação sociedade e natureza.

Lixos enterrados em propriedades podem causar impactos ambientais e sociais, principalmente quando combinados com outros fatores. Por exemplo, quando chove em locais onde exista lixo enterrado, a água da chuva percola através dos resíduos misturados com solo, e carrega substâncias tanto orgânicas quanto inorgânicas. Esse chorume pode infiltrar no solo e atingir o nível freático, ou aflorar no solo em uma parte mais baixa, ou ser carregada para rios próximos (SISINNO; MOREIRA, 1996).

Em relação ao desconforto térmico, a variável lixo queimado pode impactar na qualidade do ar local, impactando diretamente na temperatura. Quando queimado, o lixo libera gás carbônico na atmosfera, o que aumenta a poluição e a temperatura do ar. Não é uma variável fácil de ser mensurada, pois os movimentos atmosféricos, segundo Motta e Mendes (1995), alteram a concentração e a duração de poluentes. O lixo queimado pode também aguçar os problemas respiratórios da população, alergias, dificuldades de respiração.

Os procedimentos utilizados para construir os índices de vulnerabilidade social adotados foram baseados na leitura de trabalhos de diversos autores, como Bartoletto e Freitas (2015), Deschamps (2004), Rezende (2016), Almeida (2010), Alcântara (2012), e nos estudos estatísticos de Field (2009). O estudo compreendeu o perímetro urbano de Ituiutaba (MG), a nível de setores censitários, totalizando 141 setores urbanos.

Por cálculos simples como adição, subtração e divisão, as variáveis de origem foram agrupadas em variáveis finais. Foram 14 variáveis de vulnerabilidade social relacionadas à criticidade (QUADRO 3). Nele está relacionado o nome das variáveis finais (VF), e a quantidade de variáveis de origem que foram necessárias para a criação de cada VF.

Quadro 3 - Variáveis finais de vulnerabilidade social (criticidade)

Variáveis (V) Finais (F)	V (Origem) (quantidade)
V1 – Crianças responsáveis por domicílios particulares permanentes	3
V2 – Crianças não alfabetizadas	6
V3 – Crianças	13
V4- Responsáveis por domicílios particulares permanentes com rendimento nominal mensal de até 3 salários mínimos.	4
V-5 – Responsáveis por domicílios particulares permanentes sem rendimento nominal mensal.	1
V6 – Responsáveis por domicílios particulares permanentes não alfabetizados.	2
V7 – Idosos responsáveis por domicílios particulares permanentes	41
V8 – Idosos responsáveis por domicílios particulares permanentes não alfabetizados	46
V9 – Idosos	41
V10 – Idosos não alfabetizados	62
V11 - Mulheres responsáveis por domicílios particulares permanentes com 10 a 19 anos de idade.	10
V12 - Mulheres responsáveis por domicílios particulares permanentes com mais de 60 anos de idade.	40
V13 - Mulheres não alfabetizadas responsáveis por domicílios particulares permanentes.	2
V14 - Pobreza extrema	3
Total	274

Fonte: IBGE (2010).

Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2015)

Com exceção da variável 4, índice de árvores por habitantes, as variáveis de vulnerabilidade social relacionadas à capacidade de suporte (QUADRO 4) foram agrupadas do mesmo modo: por cálculos simples. Somando as variáveis de origem da criticidade com as da capacidade de suporte, o total corresponde a 316 variáveis. As variáveis finais de vulnerabilidade social corresponderam a 25 variáveis.

Quadro 4 - Variáveis finais de vulnerabilidade social (capacidade de suporte)

Variáveis (V) Finais	V (Origem) (quantidade)
V1 - Densidade Demográfica	2
V2 - Domicílios sem arborização	3
V3 - Domicílios sem abastecimento de água da rede geral.	3
V4 – Índice de Árvores por Habitantes	4
V5 - Domicílios particulares permanentes com lixo não coletado	5
V6 - Domicílios particulares permanentes precários	3
V7 - Domicílios particulares permanentes com banheiro ou sanitário sem esgotamento sanitário via rede geral de esgoto, pluvial ou fossa séptica	4
V8 - Domicílios particulares permanentes sem pavimentação, sem calçada e sem meiofio/guia	9
V9 - Domicílios particulares permanentes sem iluminação pública	3
V10 - Domicílios particulares permanentes com esgoto a céu aberto	3
V11 - Domicílios particulares permanentes com lixo acumulado nos logradouros	3
Total	42

Fonte: IBGE (2010)

Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2015)

Para criar o índice de árvores por habitantes, também foi utilizado os dados do Censo Demográfico do IBGE de 2010. O critério que o IBGE (2011) utilizou para identificar a presença de árvores nos domicílios encontra-se no arquivo "Base de informações do Censo Demográfico 2010: Resultados do Universo por setor censitário", e está descrito a seguir:

Foi pesquisado se na face ou na sua face confrontante ou no canteiro central, existia arborização, ou seja, existia árvore ao longo do calçada/passeio e/ou em canteiro que divida pistas de um mesmo logradouro, mesmo que apenas em parte. Considerou-se também a arborização quando existente em logradouros sem pavimentação e/ou sem calçada/passeio. (IBGE, 2011, np).

O Índice de Árvores por Habitantes (IAH) foi feito com base no índice de verde por habitantes (ALVAREZ, 2004), no entanto, foi levantado a quantidade de árvores por setor censitário, e esse resultado foi dividido pelo número total de habitantes por setor censitário:

Figura 4 - Cálculo para obtenção do índice de árvores por habitantes

$$IAH = V1/V2$$

Índice de árvores por habitantes (IAH)
Quantidade de árvores (V1)
Total habitantes (V2)

Adaptado de Alvarez (2004)

Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2015)

A princípio, cada vez maior o valor do IAH, melhor o resultado, e menor a vulnerabilidade social desconforto térmico. Em outras palavras, IAH alto indica maior quantidade de árvores por habitantes, sendo um valor positivo. Todavia, como está sendo trabalhado na vulnerabilidade social com variáveis nas quais a sua presença aumenta a vulnerabilidade social, teve-se que aplicar uma fórmula, conforme os estudos de Gamba (2011), para que os maiores valores das variáveis aumentem a vulnerabilidade social:

Figura 5 - Cálculo para inversão do índice de árvores por habitantes

$$I = (Vs - V_{\max}) / (V_{\min} - V_{\max})$$

I = índice
Vs = valor no setor censitário
Vmin = valor mínimo do indicador em todos os setores censitários
Vmax = valor máximo do indicador em todos os setores censitários

Adaptado de Gamba (2011)

Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2015)

Com a finalidade de reduzir as variáveis finais, foi aplicada a técnica de análise fatorial. Alcântara (2012) entende que a análise fatorial possibilita verificar padrões ou relacionamentos quando se tem três ou mais variáveis, reduzindo um grande número de variáveis em fatores menores. Esses fatores são dimensões não observadas anteriormente, mas que após a análise, devem ser interpretadas. Essa análise evidencia as covariâncias entre muitas variáveis.

Segundo Miranda et al (2014), existem dois tipos de análise fatorial: a exploratória e a confirmatória. A análise fatorial exploratória é a mais utilizada em trabalhos acadêmicos, sendo aplicada principalmente em estágios iniciais da pesquisa. Busca-se com ela identificar padrões de correlações, relacionando um conjunto de variáveis. Com ela é possível criar variáveis independentes, que posteriormente podem ser aplicadas em modelos de regressão. Pode-se portanto reduzir e resumir dados.

A análise fatorial confirmatória, por sua vez, é usada quando se tem uma hipótese e quer testá-la. A teoria serve para direcionar o pesquisador no teste das variáveis. Aplicada também na validação de conjunto de dados ou estruturação. Ela foi criada, prioritariamente, para testar teorias, examinando relações entre as variáveis ou itens, e relações entre as observações e pessoas observadas. Com ela pode-se estabelecer novos fatores nas dimensões observadas (MIRANDA et al, 2014). Alcântara (2012) descreve como o modelo de análise fatorial se comporta diante dos resultados apresentados.

Foi realizada a análise fatorial exploratória no software SPSS. Com ela é possível reduzir as 25 variáveis finais em fatores (DIAS, 2013). Adotou o método de Análise de Componentes Principais (ACP) por ser um dos mais utilizados nos estudos de vulnerabilidade e pela suposição de normalidade entre as variáveis não ser pressuposto que impede a realização da análise fatorial exploratória (REZENDE, 2016; MINGOTI, 2005).

Para seguir os procedimentos adotados por Bortoletto e Freitas (2015), que visa realizar a análise fatorial exploratória utilizando o método ACP, submeteu-se ambos os grupos de variáveis finais (críticidade e capacidade de suporte) à análise no programa estatístico SPSS. A priori, a análise foi feita separada para verificar a comunalidade, pois, conforme aponta Deschamps (2004) à "comunalidade identifica a contribuição dos fatores comuns para explicar a variância de cada variável". Bartoletto e Freitas (2015) entende que a comunalidade precisa possuir valores acima de 0,5 para que a variável permaneça na análise.

Rezende (2016) aponta que a tabela de comunalidade pode ser usada para decidir se as variáveis devem ou não ser removidas da pesquisa. A autora também entende que valores acima de 0,5 demonstram que as variáveis possuem relação com os fatores retidos. Para Field (2009) a proporção da variância comum dentro da variável é entendida como comunalidade, e ela, igualmente, auxilia na decisão de quantos fatores serão extraídos. Deste modo, a "quantidade de variância em cada variável que pode ser explicada pelos valores retidos é representada pelas comunalidades depois da extração" (FIELD, 2009, p.582). Para

Deschamps (2004), variáveis com comunalidade abaixo de 0,6 não estão sendo explicadas pelo conjunto de fatores comuns, e por isso, seguindo os parâmetros desse autor, as que possuem valores abaixo de 0,6 devem ser excluídas.

Nesse trabalho adotou-se o valor de comunalidade de 0,5 proposto por Rezende (2016), Bartoletto e Freitas (2015) e Field (2009), no qual valores abaixo de 0,5 indica que menos da metade da variância associada possui uma variância compartilhada ou comum a outras. Os resultados são vistos a seguir:

Tabela 1 - Resultado do teste de comunalidade da criticidade e capacidade de suporte

Communalities (Criticidade)			Communalities (Capacidade de Suporte)		
	Initial	Extraction		Initial	Extraction
v1	1	0,642	v1	1	0,692
v2	1	0,463	v2	1	0,825
v3	1	0,823	v3	1	0,756
v4	1	0,896	v4	1	0,804
v5	1	0,76	v5	1	0,627
v6	1	0,934	v6	1	0,513
v7	1	0,98	v7	1	0,767
v8	1	0,894	v8	1	0,782
v9	1	0,976	v9	1	0,559
v10	1	0,879	v10	1	0,698
v11	1	0,815	v11	1	0,677
v12	1	0,943	Extraction Method: Principal Component Analysis.		
v13	1	0,824			
v14	1	0,643			

Extraction Method: Principal
Component Analysis.

Fonte: Dados da Pesquisa.

Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2016)

Os valores indicam que existem uma comunalidade aceitável das variáveis relacionadas à capacidade de suporte. Demonstra que a variável 2 (v2) relacionada a criticidade não possui comunalidade acima de 50%, e por este motivo, foi removida da pesquisa. Apenas pela análise da comunalidade não podemos certificar o prosseguimento da análise fatorial. Faz-se necessário realizar o teste de esfericidade de Barlett e o de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO).

Field (2009, p.573) afirma que o teste de Barlett verifica "se a matriz de correlação da população se parece com uma matriz de identidade (isto é, ela testa se os componentes fora da

diagonal são zero)", se "a matriz de correlação da população se parece com a matriz de identidade, isso significa que cada variável se correlaciona pessimamente com todas as outras variáveis", e deste modo, estarão próximos de zero todos os coeficientes de correlação (FIELD, 2009, p.573).

Em outras palavras, o teste de Barlett precisa ter valores abaixo de 0,05 de significância (.sig) para demonstrar que existe relacionamentos entre as variáveis. O valor sendo menor que 0,05 é aceita a hipótese alternativa, e é rejeitada a hipótese nula que diria que as variáveis não estão correlacionadas.

O teste de Kaise-Meyer-Olkin (KMO) apresenta quais são os valores da variância. O ideal é que os resultados estejam acima de 0,7, visto que são considerados como "bons" (FIELD, 2009). A análise demonstrou (TABELA 2) que a significância de ambos os testes deram 0,000, considerado portanto adequado ao estudo. Por outro lado, o teste de KMO apresentou na criticidade um valor considerado “bom” para Field (2009, p.571), todavia, na capacidade de suporte o valor foi 0,663, considerado “mediocre” para Field (2009, p.571), demonstrando fraca correlação entre as variáveis.

Tabela 2 - Teste de esfericidade de Bartlett e KMO

KMO and Bartlett's Test (Criticidade)		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,731
Approx. Chi-Square		2880,992
Bartlett's Test of Sphericity	df	78
	Sig.	,000
KMO and Bartlett's Test (Capacidade de Suporte)		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,663
Approx. Chi-Square		562,538
Bartlett's Test of Sphericity	df	55
	Sig.	,000

Fonte: Dados da Pesquisa.

Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2016)

Depois de vários testes, foram encontrados valores aceitáveis para o teste de KMO, com comunalidade baixa em algumas variáveis. Ao retirar as variáveis, a comunalidade subiu, mas o KMO por sua vez, tornou-se impróprio. Por esse motivo, preferiu-se aplicar a análise fatorial exploratória em todas as variáveis relacionadas a vulnerabilidade social, de acordo com os estudos de Deschamps (2004), Rezende (2016), Almeida (2010) e Alcântara (2012).

Deste modo, ao realizar a análise fatorial com as 14 variáveis da criticidade e as 11 da capacidade de suporte, obteve-se valor KMO de 0,746 considerado adequado, entretanto, a variável 9 da capacidade de suporte (v9_cs) obteve comunalidade de 0,474, valor abaixo do

aceitável. A v9_cs foi retirada da análise fatorial, e novamente foi executado o teste, com os seguintes valores:

Tabela 3 - Teste de comunalidade das variáveis de vulnerabilidade social

Communalities		
	Initial	Extraction
v1_c	1	0,768
v2_c	1	0,558
v3_c	1	0,843
v4_c	1	0,905
v5_c	1	0,820
v6_c	1	0,931
v7_c	1	0,976
v8_c	1	0,903
v9_c	1	0,971
v10_c	1	0,889
v11_c	1	0,849
v12_c	1	0,929
v13_c	1	0,849
v14_c	1	0,785
v1_cs	1	0,630
v2_cs	1	0,726
v3_cs	1	0,716
v4_cs	1	0,606
v5_cs	1	0,673
v6_cs	1	0,508
v7_cs	1	0,674
v8_cs	1	0,766
v10_cs	1	0,690
v11_cs	1	0,682

Extraction Method: Principal
Component Analysis.

Fonte: Dados da Pesquisa.

Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2016)

Conforme pode ser verificado na TABELA 4, os valores da comunalidade de todas as variáveis mostraram-se adequados. Posteriormente foi feito o teste de KMO, que também apresentou resultado positivo ao estudo, com valor de 0,742, e significância de 0,000. Por isso, conforme aponta Rezende (2016, p.88) “há indícios de correlação significativa entre as variáveis, o que nos indica que podemos continuar a análise fatorial, bem como utilizar seus fatores para outras análises”.

Tabela 4 - Teste de esfericidade de Bartlett e KMO das variáveis de vulnerabilidade social

KMO and Bartlett's Test		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,742
Approx. Chi-Square		3776,208
Bartlett's Test of Sphericity	df	276
	Sig.	,000

Fonte: Dados da Pesquisa.
Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2016)

Quando se faz a Análise Fatorial (AF), espera-se como resultado a correlação das variáveis de um fator, e a não correlação entre os fatores finais. A matriz de correlação (TABELA 5) permite verificar se as variáveis correlacionam, e o grau de correlação. Os valores devem ser maiores que 0,30 e possuir uma quantidade significativa, e do mesmo modo, correlações acima de 0,9 indicam variáveis altamente correlacionadas (REZENDE, 2016; FIELD, 2009).

Ressalte-se que não há obrigatoriedade de todas as variáveis estarem correlacionadas entre si, entretanto, para que a variável permaneça na AF é necessário que haja correlação com pelo menos uma variável. Caso a variável não tenha correlação com nenhuma outra, deve-se removê-la da AF e analisá-la individualmente. (REZENDE, 2016, p.87).

A variável deve portanto correlacionar com no mínimo uma variável, e deve-se atentar para valores acima de 0,9 pois denotam variáveis com correção alta, na qual seu uso deve ser averiguado. A variável, evidentemente, deve possuir correlação 1,0 com ela mesma, tendo em vista que esse é o valor máximo. Pela análise da matriz de correlação verificou que todas as variáveis correlacionam totalmente com elas mesmas, com valor de 1,000, e correlacionam com pelo menos outra variável com valor superior a 0,3. Constataram também valores acima de 0,9 para as variáveis v12_c, v10_c, v9_c, v8_c, v7_c, v6_c, v4_c, v3_c, demonstrando alta correlação.

Tabela 5 - Matriz de correlação (correlation matrix)

		v1_c	v2_c	v3_c	v4_c	v5_c	v6_c	v7_c	v8_c	v9_c	v10_c	v11_c	v12_c	v13_c	v14_c	v1_cs	v2_cs	v3_cs	v4_cs	v5_cs	v6_cs	v7_cs	v8_cs	v10_cs	v11_cs
Correlation	v1_c	1,000	,060	,052	-,016	,385	,022	-,078	-,003	-,038	,031	,762	-,029	,091	,183	-,045	,085	,214	,083	,250	,170	,006	,038	-,035	,033
	v2_c	,060	1,000	,578	,485	,327	,568	,097	,501	,081	,521	,146	,004	,477	,478	,094	,222	,089	-,087	,265	,374	,251	,531	-,030	,335
	v3_c	,052	,578	1,000	,901	,406	,813	,344	,751	,341	,763	,216	,242	,775	,597	,397	,225	-,029	-,274	,039	,395	,039	,520	,024	,191
	v4_c	-,016	,485	,901	1,000	,239	,791	,574	,812	,559	,821	,092	,473	,757	,425	,471	,189	-,061	-,405	-,011	,372	-,005	,395	,087	,231
	v5_c	,385	,327	,406	,239	1,000	,289	,116	,260	,150	,289	,625	,187	,414	,842	,141	,100	-,011	-,093	,031	,064	-,010	,160	-,008	,109
	v6_c	,022	,568	,813	,791	,289	1,000	,179	,936	,150	,902	,159	,085	,882	,528	,400	,123	,008	-,175	,165	,397	,133	,564	,022	,158
	v7_c	-,078	,097	,344	,574	,116	,179	1,000	,315	,988	,337	,004	,935	,234	,111	,327	,165	-,168	-,501	-,202	,015	-,213	-,071	,193	,142
	v8_c	-,003	,501	,751	,812	,260	,936	,315	1,000	,284	,965	,093	,216	,857	,438	,458	,061	-,032	-,263	,098	,320	,083	,445	,072	,220
	v9_c	-,038	,081	,341	,559	,150	,150	,988	,284	1,000	,333	,049	,928	,223	,116	,308	,156	-,157	-,496	-,200	,010	-,219	-,096	,193	,161
	v10_c	,031	,521	,763	,821	,289	,902	,337	,965	,333	1,000	,129	,230	,832	,447	,455	,053	-,041	-,288	,079	,310	,068	,397	,070	,253
	v11_c	,762	,146	,216	,092	,625	,159	,004	,093	,049	,129	1,000	,092	,289	,374	,069	,134	,162	,036	,177	,158	,007	,133	-,013	-,001
Sig. (1-tailed)	v12_c	-,029	,004	,242	,473	,187	,085	,935	,216	,928	,230	,092	1,000	,233	,111	,331	,076	-,184	-,488	-,239	-,064	-,247	-,192	,171	,056
	v13_c	,091	,477	,775	,757	,414	,882	,234	,857	,223	,832	,289	,233	1,000	,524	,462	,008	-,037	-,256	,056	,333	,048	,357	,040	,072
	v14_c	,183	,478	,597	,425	,842	,528	,111	,438	,116	,447	,374	,111	,524	1,000	,204	,186	-,015	-,086	,089	,200	,092	,406	-,050	,086
	v1_cs	-,045	,094	,397	,471	,141	,400	,327	,458	,308	,455	,069	,331	,462	,204	1,000	-,201	-,356	-,525	-,377	-,111	-,332	-,068	,138	-,008
	v2_cs	,085	,222	,225	,189	,100	,123	,165	,061	,156	,053	,134	,076	,008	,186	-,201	1,000	,171	,327	,163	,164	,219	,529	,156	,145
	v3_cs	,214	,089	-,029	-,061	-,011	,008	-,168	-,032	-,157	-,041	,162	-,184	-,037	-,015	-,356	,171	1,000	,388	,507	,248	,797	,282	-,010	,063
	v4_cs	,083	-,087	-,274	-,405	-,093	-,175	-,501	-,263	-,496	-,288	,036	-,488	-,256	-,086	-,525	,327	,388	1,000	,543	,063	,297	,159	-,013	-,083
	v5_cs	,250	,265	,039	-,011	,031	,165	-,202	,098	-,200	,079	,177	-,239	,056	,089	-,377	,163	,507	,543	1,000	,474	,497	,412	-,061	,187
	v6_cs	,170	,374	,395	,372	,064	,397	,015	,320	,010	,310	,158	-,064	,333	,200	-,111	,164	,248	,063	,474	1,000	,319	,413	-,064	,039
	v7_cs	,006	,251	,039	-,005	-,010	,133	-,213	,083	-,219	,068	,007	-,247	,048	,092	-,332	,219	,797	,297	,497	,319	1,000	,478	-,063	,131
	v8_cs	,038	,531	,520	,395	,160	,564	-,071	,445	-,096	,397	,133	-,192	,357	,406	-,068	,529	,282	,159	,412	,413	,478	1,000	-,071	,215
	v10_cs	-,035	-,030	,024	,087	-,008	,022	,193	,072	,193	,070	-,013	,171	,040	-,050	,138	,156	-,010	-,013	-,061	-,064	-,063	-,071	1,000	,354
	v11_cs	,033	,335	,191	,231	,109	,158	,142	,220	,161	,253	-,001	,056	,072	,086	-,008	,145	,063	-,083	,187	,039	,131	,215	,354	1,000

a. Determinant = 1,601E-013

Fonte: Dados da Pesquisa. Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2016)

As variáveis com correlação acima de 0,9 correspondem as referentes à criticidade, ou seja, são dados relacionados às características dos moradores. Notou-se correlação alta nas seguintes variáveis: v3_c com v4_c, valor 0,901; V6_c com v8_c, valor 0,936; v7_c com v9_c, valor 0,988; v7_c com v12_c, valor 0,935; v8_c com v10_c, valor 0,965; v9_c com v12_c, valor 0,928. O quadro a seguir foi elaborado com base nos valores supracitados:

Quadro 5 - Relação de variáveis com alta correlação segundo análise no SPSS

Variáveis com alta correlação		Valor
V3 – Crianças	V4 - Responsáveis por domicílios particulares permanentes com rendimento nominal mensal de até 3 salários mínimos.	0,901
V6 – Responsáveis por domicílios particulares permanentes não alfabetizados.	V8 – Idosos responsáveis por domicílios particulares permanentes não alfabetizados	0,936
V7 – Idosos responsáveis por domicílios particulares permanentes	V9 – Idosos	0,988
V7 – Idosos responsáveis por domicílios particulares permanentes	V12 - Mulheres responsáveis por domicílios particulares permanentes com mais de 60 anos de idade.	0,935
V8 – Idosos responsáveis por domicílios particulares permanentes não alfabetizados	V10 – Idosos não alfabetizados	0,965
V9 – Idosos	V12 - Mulheres responsáveis por domicílios particulares permanentes com mais de 60 anos de idade.	0,928

Fonte: Dados da Pesquisa.

Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2016)

De acordo com a correlação, quanto mais próximo de 1 maior a correlação. No QUADRO 5, verifica-se que as variáveis são diretamente proporcionais, e estão associadas para explicar um determinado fenômeno (LIMA FILHO, 2016). Crianças e responsáveis por residências com renda de no máximo 3 salários mínimos, de alguma forma, possuem relação. Assim, nos setores com maior quantidade de crianças existem também maior quantidade de pessoas responsáveis com renda de até 3 salários mínimos. Em análise geral, percebe-se que as relações identificadas no quadro acima sugerem setores com idosos, mulheres, responsáveis e mulheres idosas, possuem alta correlação, correspondendo a locais que possuem duas ou mais características negativas do ponto de vista da vulnerabilidade social.

A matriz de anti-imagem gera duas matrizes: uma de correlação e outra de covariância. Para Field (2009), com elas é possível identificar a adequação de amostra para cada variável. No mais, embora possuam resultados similares, é recomendado que a análise seja feita principalmente na matriz de correlação (FIELD, 2009). Devido às recomendações do autor, nessa pesquisa não foi utilizada a matriz de covariância. Na matriz de anti-imagem de correlação, Field (2009) afirma que os valores na diagonal devem ser maiores que 0,5. Valores abaixo podem indicar que a variável se explica sozinha, e por isso, não é necessário. De acordo com a TABELA 6, todos os valores das variáveis atendem as recomendações, e por isso permanecem no estudo.

Tabela 6 - Matriz de anti-imagem

		v1_c	v2_c	v3_c	v4_c	v5_c	v6_c	v7_c	v8_c	v9_c	v10_c	v11_c	v12_c	v13_c	v14_c	v1_cs	v2_cs	v3_cs	v4_cs	v5_cs	v6_cs	v7_cs	v8_cs	v10_cs	v11_cs
Anti-image Correlation	v1_c	,579 ^a	-,004	,065	-,069	,119	,141	,005	-,093	,013	-,011	-,651	,069	,061	-,124	,050	-,132	-,196	,173	-,183	-,047	,204	,135	,048	-,033
	v2_c	-,004	,855 ^a	-,154	,112	-,076	-,068	-,271	,250	,277	-,273	,051	,024	-,076	,002	,041	-,053	,037	,102	-,112	-,090	-,053	-,088	,097	-,262
	v3_c	,065	-,154	,841 ^a	-,782	-,168	-,124	,012	,177	-,079	,038	-,032	,323	-,200	-,055	-,020	,098	-,046	-,110	,123	,025	,115	-,223	-,012	,063
	v4_c	-,069	,112	-,782	,854 ^a	,196	-,014	-,028	-,085	,036	-,128	,096	-,288	,031	-,016	-,077	-,159	-,096	,138	-,017	-,205	,035	,103	,085	-,167
	v5_c	,119	-,076	-,168	,196	,583 ^a	,388	,146	-,282	-,123	,077	-,531	-,111	-,133	-,867	,165	-,039	-,017	,058	,022	,074	,029	,192	,016	-,171
	v6_c	,141	-,068	-,124	-,014	,388	,870 ^a	-,076	-,372	,092	-,055	-,251	,109	-,389	-,400	,068	-,018	-,040	,036	-,088	,017	,112	-,147	-,034	,062
	v7_c	,005	-,271	,012	-,028	,146	-,076	,633 ^a	-,552	-,927	,567	,053	-,333	,285	-,094	-,065	-,117	,059	,061	-,004	-,002	-,049	,094	-,041	,152
	v8_c	-,093	,250	,177	-,085	-,282	-,372	-,552	,737 ^a	,562	-,797	,225	,027	-,220	,243	-,048	,103	-,077	-,055	,009	-,011	,080	-,238	-,009	-,103
	v9_c	,013	,277	-,079	,036	-,123	,092	-,927	,562	,633 ^a	-,655	-,039	,003	-,154	,090	,096	,031	-,107	,025	-,033	-,024	,105	-,081	,018	-,161
	v10_c	-,011	-,273	,038	-,128	,077	-,055	,567	-,797	-,655	,758 ^a	-,075	,136	,134	-,069	-,043	-,013	,145	-,025	,026	,070	-,169	,240	,027	,038
	v11_c	-,651	,051	-,032	,096	-,531	-,251	,053	,225	-,039	-,075	,561 ^a	-,122	-,097	,421	-,176	-,038	-,078	-,030	-,002	-,074	,060	-,198	-,008	,081
v12_c	,069	,024	,323	-,288	-,111	,109	-,333	,027	,003	,136	-,122	,831 ^a	-,398	-,004	-,032	,076	,071	-,037	-,038	,155	-,067	,044	,010	,074	
v13_c	,061	-,076	-,200	,031	-,133	-,389	,285	-,220	-,154	,134	-,097	-,398	,875 ^a	,145	-,048	,033	,079	,007	,025	-,078	-,132	,202	-,079	,167	
v14_c	-,124	,002	-,055	-,016	-,867	-,400	-,094	,243	,090	-,069	,421	-,004	,145	,693 ^a	-,153	,022	,087	-,063	-,012	-,040	-,098	-,168	,008	,149	
v1_cs	,050	,041	-,020	-,077	,165	,068	-,065	-,048	,096	-,043	-,176	-,032	-,048	-,153	,901 ^a	,083	,046	,198	,050	,200	,065	,048	-,171	,082	
v2_cs	-,132	-,053	,098	-,159	-,039	-,018	-,117	,103	,031	-,013	-,038	,076	,033	,022	,083	,510 ^a	,127	-,547	,372	-,034	-,095	-,508	-,176	-,013	
v3_cs	-,196	,037	-,046	-,096	-,017	-,040	,059	-,077	-,107	,145	-,078	,071	,079	,087	,046	,127	,639 ^a	-,221	-,048	,102	-,794	,116	-,087	,089	
v4_cs	,173	,102	-,110	,138	,058	,036	,061	-,055	,025	-,025	-,030	-,037	,007	-,063	,198	-,547	-,221	,697 ^a	-,574	,170	,197	,232	-,080	,157	
v5_cs	-,183	-,112	,123	-,017	,022	-,088	-,004	,009	-,033	,026	-,002	-,038	,025	-,012	,050	,372	-,048	-,574	,684 ^a	-,371	-,085	-,251	,071	-,231	
v6_cs	-,047	-,090	,025	-,205	,074	,017	-,002	-,011	-,024	,070	-,074	,155	-,078	-,040	,200	-,034	,102	,170	-,371	,806 ^a	-,117	,053	-,077	,214	
v7_cs	,204	-,053	,115	,035	,029	,112	-,049	,080	,105	-,169	,060	-,067	-,132	-,098	,065	-,095	-,794	,197	-,085	-,117	,649 ^a	-,274	,048	-,066	
v8_cs	,135	-,088	-,223	,103	,192	-,147	,094	-,238	-,081	,240	-,198	,044	,202	-,168	,048	-,508	,116	,232	-,251	,053	-,274	,761 ^a	,130	-,063	
v10_cs	,048	,097	-,012	,085	,016	-,034	-,041	-,009	,018	,027	-,008	,010	-,079	,008	-,171	-,176	-,087	-,080	,071	-,077	,048	,130	,507 ^a	-,414	
v11_cs	-,033	-,262	,063	-,167	-,171	,062	,152	-,103	-,161	,038	,081	,074	,167	,149	-,082	-,013	,089	,157	-,231	,214	-,066	-,063	-,414	,538 ^a	

a. Measures of Sampling Adequacy(MSA)

Fonte: Dados da Pesquisa. Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2016)

Para determinar a quantidade de fatores deve-se analisar o resultado da variância total explicada, presente na TABELA 7. Esse critério é conhecido como o de raiz latente. Quando se extrai fatores usando o método de componentes principais, é mais usual usar o critério de raiz latente, tendo em vista que ele seleciona os autovalores acima de 1, pois são os mais significantes. Pode-se conferir o número de fatores usando os valores da variância (REZENDE, 2016).

O componente 1 explica 27,141% da variância total; o componente 2 explica 41,310%; o componente 3, 54,231%; o componente 4, 64,613; o componente 5, 71,812; e o componente 6, 77,704%. A análise extraiu os valores com autovetores acima de 1. Verifica-se ainda que na coluna que indica as somas extraídas das cargas ao quadrado (Extraction Sums of Squared Loadings), os valores são os mesmos mostrados na coluna que apresenta os autovetores iniciais (Initial Eigenvalues) sem os fatores referentes aos outros componentes.

Tabela 7 - Variância total explicada (total variance explained)

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	7,458	31,074	31,074	7,458	31,074	31,074	6,514	27,141	27,141
2	4,345	18,103	49,177	4,345	18,103	49,177	3,401	14,170	41,310
3	2,223	9,263	58,440	2,223	9,263	58,440	3,101	12,921	54,231
4	2,142	8,923	67,363	2,142	8,923	67,363	2,492	10,381	64,613
5	1,305	5,437	72,800	1,305	5,437	72,800	1,728	7,199	71,812
6	1,177	4,904	77,704	1,177	4,904	77,704	1,414	5,892	77,704
7	,956	3,983	81,687						
8	,866	3,609	85,296						
9	,702	2,926	88,222						
10	,612	2,550	90,772						
11	,424	1,765	92,537						
12	,392	1,631	94,169						
13	,317	1,320	95,489						
14	,258	1,074	96,563						
15	,238	,992	97,555						
16	,144	,601	98,157						
17	,119	,495	98,652						
18	,111	,464	99,116						
19	,071	,296	99,411						
20	,054	,223	99,634						
21	,037	,155	99,789						
22	,026	,109	99,898						
23	,020	,085	99,983						
24	,004	,017	100,000						

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Fonte: Dados da Pesquisa.

Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2016)

De acordo com a TABELA 7, nesse estudo teremos 6 fatores (componentes) capazes de justificar 77,704% da variância dos dados originais, ou seja, 6 componentes que

representarão a vulnerabilidade social. A respeito das somas extraídas que representam as carga ao quadrado, evidentemente, o fator 1 possui 31,074 % de variância e nele terão mais variáveis do que no fator 6, que possui 4,904% da variância.

O próximo resultado a ser analisado é a matriz de rotação de fatores/componentes (TABELA 8). Dias (2013, p.210) afirma que essa matriz possui a finalidade de determinar quais são as dimensões que as variáveis estão associadas "levando em consideração a carga fatorial e seus maiores pesos que são associados às variáveis". A rotação de fator permite uma interpretação adequada para explicar a variabilidade dos dados (ALMEIDA, 2010).

O método de rotação utilizado foi o varimax. Field (2009) entende que esse método facilita a interpretação dos dados. Para Alcântara (2012), ele é o “método mais utilizado, pois produz resultados simples e de fácil interpretação. Busca simplificar as colunas da matriz fatorial e tem como objetivo maximizar a soma das variâncias das cargas exigidas da matriz fatorial”. Alcântara (2012) afirma que as cargas fatoriais do modelo rotacionado pelo método varimax permite que cada variável tenha uma correlação alta com apenas um dos fatores (componentes), e valores próximos a zero com outros, o que facilita a interpretação.

Tabela 8 - Matriz de rotação de componentes (rotated component matrix^a)

	Component					
	1	2	3	4	5	6
v1_c	-,044	-,008	,240	,826	-,159	,044
v2_c	,616	-,051	,168	,098	,354	,113
v3_c	,854	,201	-,007	,132	,234	-,008
v4_c	,833	,448	,012	-,013	,086	,055
v5_c	,294	,039	-,179	,773	,319	-,022
v6_c	,958	-,004	,083	,046	,060	,019
v7_c	,187	,956	-,115	-,030	,067	,092
v8_c	,935	,128	,042	-,001	-,045	,098
v9_c	,164	,957	-,113	,021	,058	,105
v10_c	,919	,159	,028	,041	-,052	,118
v11_c	,091	,043	,122	,908	-,007	-,009
v12_c	,093	,940	-,169	,083	-,004	,038
v13_c	,890	,094	-,011	,206	-,069	-,027
v14_c	,530	-,026	-,136	,510	,463	-,101
v1_cs	,501	,209	-,483	,051	-,307	,071
v2_cs	,008	,161	,232	,027	,790	,145
v3_cs	-,064	-,047	,835	,106	,000	,038
v4_cs	-,307	-,461	,453	,032	,303	,026
v5_cs	,085	-,184	,773	,141	,091	,077
v6_cs	,410	,035	,558	,062	,033	-,151
v7_cs	,098	-,147	,782	-,073	,160	,011
v8_cs	,515	-,167	,399	-,021	,559	,008
v10_cs	-,016	,133	-,074	-,005	-,014	,816
v11_cs	,185	,034	,103	,003	,139	,785

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

a. Rotation converged in 6 iterations.

Fonte: Dados da Pesquisa.

Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2016)

Sobre as variáveis e fatores, Deschamps (2004, p.124) pondera que as “cargas fatoriais, quando a análise fatorial parte de uma matriz de correlação, são coeficientes de correlação entre as variáveis e os fatores, expressando o quanto uma variável observada está carregada em um fator”. Rezende (2016, p.93) afirma que para "separar as variáveis que compõem cada fator é necessário avaliar a carga fatorial de cada uma delas". A autora recomenda verificar a carga fatorial de cada variável em cada fator, identificar o maior valor, independente de sinais positivos ou negativos, e assim, separar as variáveis por fator. Em outras palavras, a variável pertencerá ao fator no qual ela tiver maior valor, sem considerar o sinal.

A matriz de rotação de componentes apresenta que as variáveis v2_c, v3_c, v4_c, v6_c, v8_c, v10_c, v13_c, v14_c, e v1_cs correspondem ao Fator 1; variáveis v7_c, v9_c, v12_c, v4_cs ao Fator 2; variáveis v3_cs, v5_cs, v6_cs, v7_cs ao Fator 3; v1_c, v5_c, v11_c ao Fator 4; v2_cs, v8_cs ao Fator 5; v10_cs, v11_cs ao Fator 6. A relação de variáveis de origem com os fatores podem ser vistas no quadro a seguir:

Quadro 6 - Relação de variáveis de origem e fatores

Fator 1: Educação e renda		
Carga fatorial	Variável finais	
,616	V2_c	Crianças não alfabetizadas
,854	V3_c	Crianças
,833	V4_c	Responsáveis por domicílios particulares permanentes com rendimento nominal mensal de até 3 salários mínimos
,958	V6_c	Responsáveis por domicílios particulares permanentes não alfabetizados
,935	V8_c	Idosos responsáveis por domicílios particulares permanentes não alfabetizados
,919	V10_c	Idosos não alfabetizados
,890	V13_c	Mulheres não alfabetizadas responsáveis por domicílios particulares permanentes
,530	V14_c	Pobreza extrema
,501	V1_cs	Densidade Demográfica
Fator 2: Presença de idosos		
Carga fatorial	Variável finais	
,956	V7_c	Idosos responsáveis por domicílios particulares permanentes
,957	V9_c	Idosos
,940	V12_c	Mulheres responsáveis por domicílios particulares permanentes com mais de 60 anos de idade
-,461	V4_cs	Índice de Árvores por Habitantes
Fator 3: Domicílios sem saneamento básico		
Carga fatorial	Variável finais	
,835	V3_cs	Domicílios sem abastecimento de água da rede geral.
,773	V5_cs	Domicílios particulares permanentes com lixo não coletado
,558	V6_cs	Domicílios particulares permanentes precários
,782	V7_cs	Domicílios particulares permanentes com banheiro ou sanitário sem esgotamento sanitário via rede geral de esgoto, pluvial ou fossa séptica

(Continuação)

Fator 4: Responsáveis pelos domicílios		
Carga fatorial	Variável finais	
,826	V1_c	Crianças responsáveis por domicílios particulares permanentes
,773	V5_c	Responsáveis por domicílios particulares permanentes sem rendimento nominal mensal
,908	V11_c	Mulheres responsáveis por domicílios particulares permanentes com 10 a 19 anos de idade
Fator 5: Domicílios sem arborização		
Carga fatorial	Variável finais	
,790	V2_cs	Domicílios sem arborização
,559	V8_cs	Domicílios particulares permanentes sem pavimentação, sem calçada e sem meiofio/guia
Fator 6: Domicílios com resíduos líquidos e sólidos expostos		
Carga fatorial	Variável finais	
,816	V10_cs	Domicílios particulares permanentes com esgoto a céu aberto
,785	V11_cs	Domicílios particulares permanentes com lixo acumulado nos logradouros

Fonte: Dados da pesquisa.

Elaboração: DUTRA JÚNIOR, 2016.

Os nomes dos fatores foram atribuídos com base nos nomes das variáveis que compõem cada fator, e nas cargas das variáveis mais significativas em cada fator, conforme foi adotado nos estudos de Dias (2013), Almeida (2010) e Rezende (2016). Os fatores extraídos correspondem a Fator 1 Educação e renda, Fator 2 Presença de idosos, Fator 3 Domicílios sem saneamento básico, Fator 4 Responsáveis pelos domicílios, Fator 5 Domicílios sem arborização, e Fator 6 Domicílios com resíduos líquidos e sólidos expostos.

A matriz de transformação de fatores ou matriz de transformação dos componentes (TABELA 9), estabelece a carga fatorial para cada fator nas diagonais. Ela demonstra os ângulos nos quais foram girados os eixos, e os graus que os fatores foram rotacionados. Para a obtenção dos fatores finais (QUADRO 6), os valores da diagonal da matriz de transformação de componentes foram usados para equalizar os valores dos dados (DIAS, 2013; FIELD, 2009; REZENDE, 2016).

Tabela 9 - Matriz de transformação de componentes (component transformation matrix)

Component	1	2	3	4	5	6
1	,904	,331	,015	,206	,155	,085
2	,113	-,586	,721	,185	,297	-,029
3	-,263	,130	-,123	,943	,060	-,078
4	-,310	,658	,497	-,104	,309	,342
5	-,031	-,304	-,399	,014	,445	,741
6	,062	-,061	,241	,153	-,769	,566

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

Fonte: Dados da pesquisa.

Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2016)

Na TABELA 10 é possível verificar o coeficiente de correlação de Pearson entre os fatores. Vale ressaltar a aplicabilidade do coeficiente de Pearson, tendo em vista que:

O valor desse coeficiente varia entre -1 e 1. Um coeficiente mais próximo de 1, indica que há um relacionamento linear positivo, em outras palavras, se os valores de uma variável aumentar então os valores da outra também aumentam. Quando o coeficiente está mais próximo de -1 significa que há um relacionamento linear negativo, isto significa que quando os valores de uma variável aumentam, os da outra variável diminuem. E quando o coeficiente é nulo, indica que não há relacionamento linear entre as variáveis. (ALCÂNTARA, 2012, p.48).

Os valores devem ser independentes para constatar a eficiência do método usado. Os valores na diagonal devem ser 1, e os outros devem ser 0. Assim, os fatores não podem estar correlacionados (REZENDE, 2016). Frente aos resultados destacados na TABELA 10, constatou-se eficácia no método utilizado.

Tabela 10 - Matriz de correlação dos componentes (component score covariance matrix)

Component	1	2	3	4	5	6
1	1,000	,000	,000	,000	,000	,000
2	,000	1,000	,000	,000	,000	,000
3	,000	,000	1,000	,000	,000	,000
4	,000	,000	,000	1,000	,000	,000
5	,000	,000	,000	,000	1,000	,000
6	,000	,000	,000	,000	,000	1,000

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

Fonte: Dados da pesquisa.

Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2016)

Os dados apresentados na TABELA 11 foram aplicados em todos os setores censitários utilizados nessa pesquisa, ou seja, 141 setores de Ituiutaba (MG). Ele apresenta os cálculos feitos na mensuração da média ponderada para cada fator. Para identificar a média ponderada das variáveis para cada um dos fatores, considerou o valor da variável em cada setor censitário, multiplicou-se pelo valor da sua carga fatorial. Esse procedimento foi feito com todas as variáveis de cada fator, e depois dividiu-se a soma dessas multiplicações pela soma das cargas fatoriais de cada fator (DIAS, 2013). Nesses cálculos não se considera os sinais positivos nem negativos. Esse mesmo procedimento foi adotado nos estudos de Rezende (2016).

Tabela 11 - Média ponderada das variáveis para cada fator

FATOR 1	$\frac{((V2_c * 0,616) + (V3_c * 0,854) + (V4_c * 0,833) + (V6_c * 0,958) + (V8_c * 0,935) + (V10_c * 0,919) + (V13_c * 0,89) + (V14_c * 0,53) + (V1_cs * 0,501))}{(0,616 + 0,854 + 0,833 + 0,958 + 0,935 + 0,919 + 0,89 + 0,53 + 0,501)}$
FATOR 2	$\frac{((V7_c * 0,956) + (V9_c * 0,957) + (V12_c * 0,94) + (V4_cs * 0,461))}{(0,956 + 0,957 + 0,94 + 0,461)}$
FATOR 3	$\frac{((V3_cs * 0,835) + (V5_cs * 0,773) + (V6_cs * 0,558) + (V7_cs * 0,782))}{(0,835 + 0,773 + 0,558 + 0,782)}$
FATOR 4	$\frac{((V1_c * 0,826) + (V5_c * 0,773) + (V11_c * 0,908))}{(0,826 + 0,773 + 0,908)}$
FATOR 5	$\frac{((V2_cs * 0,79) + (V8_cs * 0,559))}{(0,79 + 0,559)}$
FATOR 6	$\frac{((V10_cs * 0,816) + (V11_cs * 0,785))}{(0,816 + 0,785)}$

Fonte: Dados da Pesquisa. Adaptado de DIAS, 2013.

Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2016)

Após a identificação de cada fator em cada setor censitário, foi necessário equalizar os dados para melhor representá-los (DIAS, 2013). Assim, para tornar os dados distribuídos de forma mais uniforme, multiplicou o resultado da média ponderada de cada fator (TABELA 11) pela carga fatorial de cada fator, conforme pode ser visto na tabela a seguir:

Tabela 12 - Cálculo para obtenção dos fatores finais

Média ponderada Fator 1 * Carga do fator (0,904)	Fator 1
Média ponderada Fator 2 * Carga do fator (0,586)	Fator 2
Média ponderada Fator 3 * Carga do fator (0,123)	Fator 3
Média ponderada Fator 4 * Carga do fator (0,104)	Fator 4
Média ponderada Fator 5 * Carga do fator (0,445)	Fator 5
Média ponderada Fator 6 * Carga do fator (0,566)	Fator 6

Fonte: Dados da Pesquisa. Adaptado de DIAS, 2013.

Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2016)

Para obter o Índice de Vulnerabilidade social (IVS), que nessa pesquisa corresponde ao Fator 1 Educação e renda, Fator 2 Presença de idosos, Fator 3 Domicílios sem saneamento básico, Fator 4 Responsáveis pelos domicílios, Fator 5 Domicílios sem arborização e Fator 6 Domicílios com resíduos líquidos e sólidos expostos, depois de vários testes, optou-se pelo procedimento utilizado por Gamba (2011): fez-se a média simples do resultado de cada fator para chegar ao IVS.

Baseando-se em Almeida (2010) e Dias (2013), optou-se por usar o método de quebras naturais para representar as classes de vulnerabilidades nos mapas, pois ele cria faixas com base na homogeneidade dos setores, ressaltando as classes semelhantes. Ele utiliza o algoritmo *Jenks Optimization*, e “funciona bem com dados que não são uniformemente distribuídos e não muito desviados para uma das extremidades da distribuição” (DIAS, 2013, p.114).

Com o intuito de validar os apontamentos de Rezende (2016, p.99) quando ela afirma que “o pesquisador deve levar em consideração o resultado apresentado por cada fator na área de estudo e não o grau de importância atribuída a esse fator em literaturas ou no senso comum”, depois de realizado alguns testes, percebeu que a melhor forma de representação da vulnerabilidade com o método de quebras naturais seria em 5 classes. Assim, foram criadas 5 faixas de vulnerabilidade: muito baixa, baixa, média, alta e muito alta.

Para tornar as variáveis comparáveis com os dados de vulnerabilidade ambiental, aplicou-se o índice proposto por Morato (2008) (FIGURA 6), no qual “o valor de cada índice é igual ao quociente entre: a diferença entre o valor observado e o mínimo possível; e a diferença entre os limites máximos e mínimos possíveis” (MORATO, 2008, p.54).

Figura 6 - Cálculos para aplicação do índice de Morato (2008)

$$I = \frac{(V_s - V_{\min})}{(V_{\max} - V_{\min})}$$

I = índice
Vs = valor no setor censitário
Vmin = valor mínimo do indicador em todos os setores censitários
Vmax = valor máximo do indicador em todos os setores censitários

Adaptado de Gamba (2011)

Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2016)

Deste modo, os fatores foram transformados para uma escala que varia de 0 a 1, e estando mais próximo de 1, maior a vulnerabilidade. Ressalta-se o índice de correlação de Pearson foi testado em ambos os resultados que corresponderam a média simples dos fatores, comparando os valores antes da aplicação do índice de Morato (2008) e depois da aplicação na média final. O resultado foi 1, indicando total correlação. Isso demonstrou que o índice de Morato (2008) não teve a capacidade de alterar os resultados finais, ele apenas padronizou os valores para se ter classes de vulnerabilidade social que variam de 0 a 1, facilitando a interpretação e adequando as classes na área de estudo.

3.2 – ÍNDICE DE VULNERABILIDADE AMBIENTAL

Para criar o Índice de Vulnerabilidade Ambiental (IVA), foram utilizados os seguintes recursos: malha dos setores censitários do IBGE; base cartográfica municipal de bairros; planilhas eletrônicas do Censo de 2010 do IBGE; software LibreOffice Calc; software IBS SPSS; software Qgis; software Google Earth; imagem do satélite Landsat 8. No tópico anterior já foram descritos quais foram os procedimentos utilizados para conseguir a malha dos setores censitários do IBGE, a base cartográfica municipal de bairros, as planilhas eletrônicas do Censo de 2010 e os softwares LibreOffice Calc, IBS SPSS e Qgis. A versão usada nessa pesquisa do programa Google Earth corresponde a sem custo, disponível para download ⁵ gratuitamente. A obtenção da imagem de satélite será descrita a seguir.

Imagens do satélite Landsat 8

A NASA (National Aeronautics and Space Administration), agência espacial do Governo Federal dos Estados Unidos da América, desenvolveu os satélites da série Landsat para permitir a obtenção de dados espaciais, temporais e espectrais da superfície terrestre. O primeiro satélites do grupo Landsat foram lançados inicialmente em 1972, conhecido como Landsat 1; em 1975 Landsat 2; 1978 Landsat 3; 1982 Landsat 4; 1984 Landsat 5; 1993 Landsat 6; e 1999 Landsat 7 (ROSA, 2009). O Landsat 8 foi lançado em 2013, e o Landsat 9 está previamente marcado para ser lançado em 2020 (USGS, 2016).

A família de satélites Landsat “deslocam-se do norte para o sul em órbita geocêntrica, circular, quase polar e heliossíncrona, isto é, o ângulo Sol-Terra-satélite permanece constante, o que garante condições semelhantes de iluminação ao longo do ano, na área imageada” (ROSA, 2009, p.98).

Dos satélites disponíveis, houve a necessidade de escolher qual satélite utilizaríamos nesta pesquisa que melhor calculasse a temperatura superficial. Os satélites Landsat 7 e Landsat 8 possuem “bandas que operam na região do infravermelho termal, e permite estimar valores de temperatura de superfície de alvos sobre a superfície terrestre” (PIRES; FERREIRA Jr, 2015, p.7421). Ambos satélites possuem, portanto, imagens disponíveis gratuitamente para análise de temperatura superficial.

⁵ <https://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>

Em seus estudos Pires e Ferreira Jr (2015) fizeram um mapeamento de temperatura de superfície usando imagens termais dos satélites Landsat 7 e Landsat 8. Os autores propuseram comparar o uso de imagens de ambos satélites para verificar qual possuía a melhor eficácia. Como resultado,

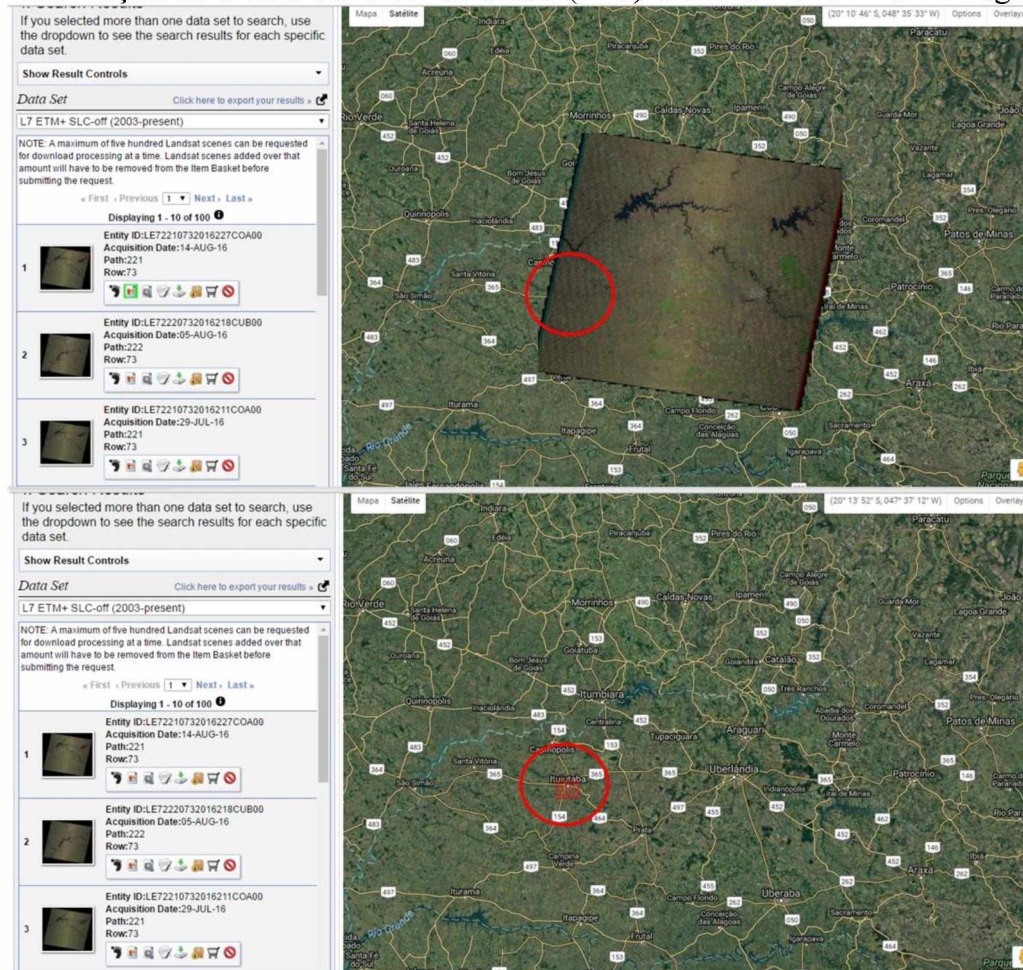
[...] observa-se que as imagens TST do Landsat 7 apresentaram uma representação mais detalhada da variação de temperatura dos alvos, enquanto que as imagens TST do Landsat 8 apresentaram uma maior generalização dos valores de temperatura dos alvos. Isso possivelmente deve estar associado a banda 6 do Landsat 7 possuir uma melhor resolução espacial (60m), do que a banda 10 do Landsat 8 (100m). (PIRES; FERREIRA Jr, 2015, p.7425).

Assim sendo, os resultados mostraram que a imagem termal do Landsat 7 possuía, a priori, melhor capacidade para representar a superfície por ter uma banda com melhor resolução espacial. Deste modo, inicialmente optamos por usar as imagens do satélite Landsat 7 para o mapeamento da temperatura superficial.

No entanto, de acordo com os apontamentos de Pires e Ferreira Jr (2015) e no site do USRS (2016), foi entendido que existiram problemas mecânicos que ocorreram no Landsat 7 decorrem do defeito no SLC (Scan Line Correction). Ele é necessário para compensar o deslocamento do satélite em relação com o movimento de rotação da Terra, e estando defeituoso, passou a gerar imagens a partir de 2003 com diversos ruídos/linhas, principalmente em suas bordas.

E embora nem todas as imagens tenham sido afetadas radiometricamente pelo problema na SLC, pois é possível obter dados de imagens úteis com o SLC desligado, principalmente na parte central da cena (USGS, 2016; PIRES & FERREIRA JR, 2015), verificou-se que os erros são maiores nas bordas e gradualmente em direção ao centro, conforme pode ser visto a seguir:

Figura 7 - Localização da área urbana de Ituiutaba (MG) e erro SLC-OFF em imagem Landsat 7



Fonte: Earth Explorer (USGS, 2016).

Verificou-se, depois de várias buscas, que as imagens disponíveis para a área urbana de Ituiutaba (MG) (destacada com círculo vermelho) estão localizadas na borda da área imageada (FIGURA 7) com erro no SLC-OFF, uma vez que, conforme já apontado anteriormente, o erro SLC-OFF é maior nas bordas das imagens e vai reduzindo gradativamente da borda para o centro. Todavia, decidiu-se propor uma correção para as imagens que possuem este erro, para posterior utilizá-las, conforme o estudo de Boggione (2004). Boggione (2004) apresentou uma avaliação do desempenho do sensor ETM+ para resolução espacial, e aplicou técnica de geoprocessamento para implementar filtros de restauração de imagens Landsat 7 ETM SLC OFF. O autor entendeu que a técnica de uso do filtro de restauração apresenta resultados melhores do que o método de Convolução Cúbica. A princípio, a correção de imagens mostrou-se adequado para essa pesquisa, pois o autor obteve resultados nos quais em alguns momentos ele até melhorou a qualidade das imagens. No entanto, o autor não propõe estudo de avaliação das imagens da banda 6 (termal), sendo esta de fundamental importância para esta pesquisa. O método de Boggione (2004) restringe-se as bandas 1, 2, 3, 4, 5, 7 e PAN.

Diante disso, e considerando que o Landsat 7 foi lançado em 1999 pela NASA e em 2003 foram diagnosticados problemas mecânicos que ocasionaram imagens com ruídos nas bordas e vazios (PIRES; FERREIRA JR, 2015) após essa data, foi entendido que esse erro SLC-OFF impossibilitaria o uso de imagens recentes do satélite Landsat 7 nessa pesquisa. Deste modo, optou-se por não usar imagens Landsat 7 e utilizar imagem mais recente do Landsat 8. O satélite Landsat 8 possibilita gerar imagens com composição colorida de até 15 metros de resolução espacial. As cenas básicas possuem 170,0 x 183,0 km, a revisita da imagem é de 16 dias (QUADRO 7). Ele possui dois instrumentos imageadores: o Operational Land Imager (OLI) e Thermal Infrared Sensor (TIRS) (ENGESAT, 2016; USGS, 2016).

Quadro 7 - Características das imagens digitais Landsat 8

Sensores	Operational Land Imager (OLI) para bandas 1 a 9 Thermal Infrared Sensor (TIRS) para bandas 10 e 11
Largura da faixa	170km ao norte e sul por 183 km a leste e oeste (aproximado)
Resolução radiométrica	16 bits
Projeção	UTM
Datum	WGS 1984
Revisita	16 dias
Órbita	Heliossíncrona
Altitude	705 km

Fonte: USGS (2016).

Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2016)

Ele possui 11 bandas de resoluções espectrais distintas (QUADRO 8). As bandas possuem características singulares, com aplicabilidades diferentes. Em muitos estudos elas podem ser combinadas, como por exemplo, para se obter uma imagem colorida é necessário combinar as bandas 2, 3 e 4.

Quadro 8 - Faixas espectrais do Landsat 8

Banda	Intervalo espectral (μm)	Resolução (em metros)	Informações
1	0.43 – 0.45	30	Ultra-azul: é útil para estudos costeiros e aerosol
2	0.45 – 0.51	30	Azul
3	0.53 – 0.59	30	Verde
4	0.64 – 0.67	30	Vermelho
5	0.85 – 0.88	30	Infravermelho próximo
6	1.57 – 1.65	30	SWIR 1
7	2.11 – 2.29	30	SWIR 2
8	0.50 – 0.68	15	Pancromática
9	1.36 – 1.38	30	Cirrus: é útil para a detecção de nuvens
10	10.60 – 11.19	100 * 30	Fornecimento de temperaturas de superfície
11	11.50 – 12.51	100 * 30	Fornecimento de temperaturas de superfície

*As bandas TIRS são adquiridas com resolução de 100 metros, mas são redefinidos e entregues com 30 metros

Fonte: USGS (2016) e NASA (2016).

Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2016)

Destaca-se as características das bandas 10 e 11, tendo em vista que “Bands 10 and 11 are in the thermal infrared, or TIR – they see heat. Instead of measuring the temperature of the air, like weather stations do, they report on the ground itself, which is often much hotter” (NASA, 2016). Elas estão no infravermelho termal e possibilita mensurar a temperatura da superfície da terra. Para utilizá-la, é necessário fazer o *download* das imagens com o TIRS.

As imagens do Landsat 8 estão disponíveis no site⁶ *Earth Explorer*. Para obter-se as imagens de satélite, usamos o banco de dados do *United States Geological Survey* (USGS). Ele foi criado em 1879 com o objetivo de incentivar o progresso da tecnologia e da ciência. Possui grande acervo de imagens de satélite que pode ser utilizado em vários estudos das ciências naturais. Dentre sua visão geral de abordagem, permeia estudos de clima e uso da terra, ecossistemas, energias e mineração, saúde ambiental, recursos hídricos e riscos naturais (USGS, 2016). As imagens de satélite foram obtidas gratuitamente no site *Earth Explorer* do Serviço Geológico dos Estados Unidos (*United States Geological Survey*).

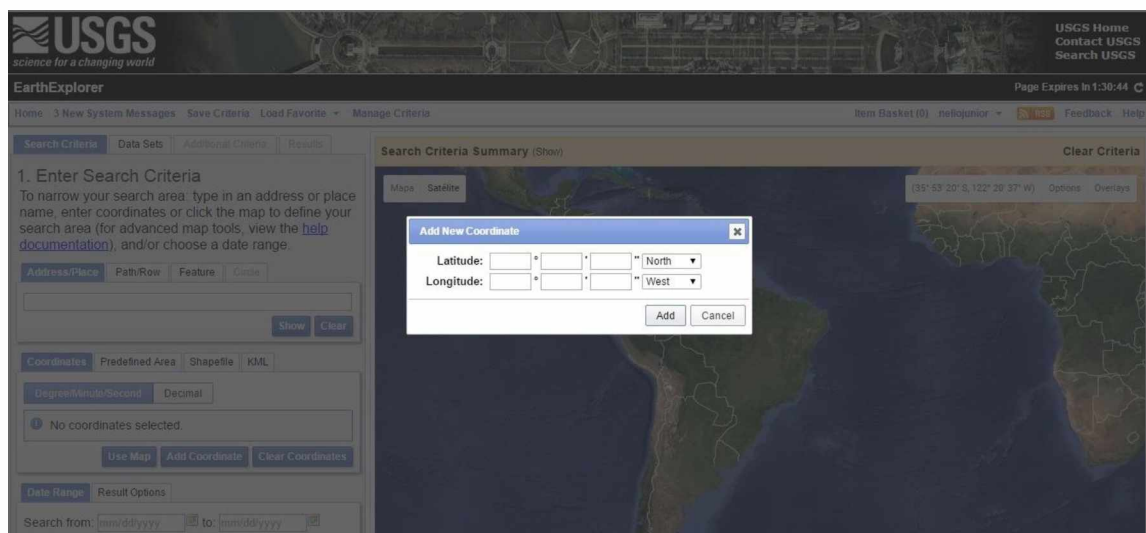
⁶ <http://earthexplorer.usgs.gov/>

The USGS EarthExplorer (EE) tool provides users the ability to query, search, and order satellite images, aerial photographs, and cartographic products from several sources. In addition to data from the Landsat missions and a variety of other data providers, EE now provides access to MODIS land data products from the NASA Terra and Aqua missions, and ASTER level-1B data products over the U.S. and Territories from the NASA ASTER mission. Registered users of EE have access to more features than guest users (USGS, 2016).

O Earth Explorer é uma ferramenta que permite aos usuários navegar e fazer *download* de imagens de satélite, fotografias aérea e outros produtos cartográficos oriundos de diversas fontes. Mesmo possuindo diversos produtos como os supracitados, para este trabalho, essa ferramenta é essencial pois permite a obtenção de imagens Landsat 8 de modo gratuito por áreas e/ou regiões.

Com ela é possível fazer o *download* de imagens colocando as coordenadas (FIGURA 8) ou mesmo navegando pelo painel interativo (FIGURA 9) e buscando a localidade.

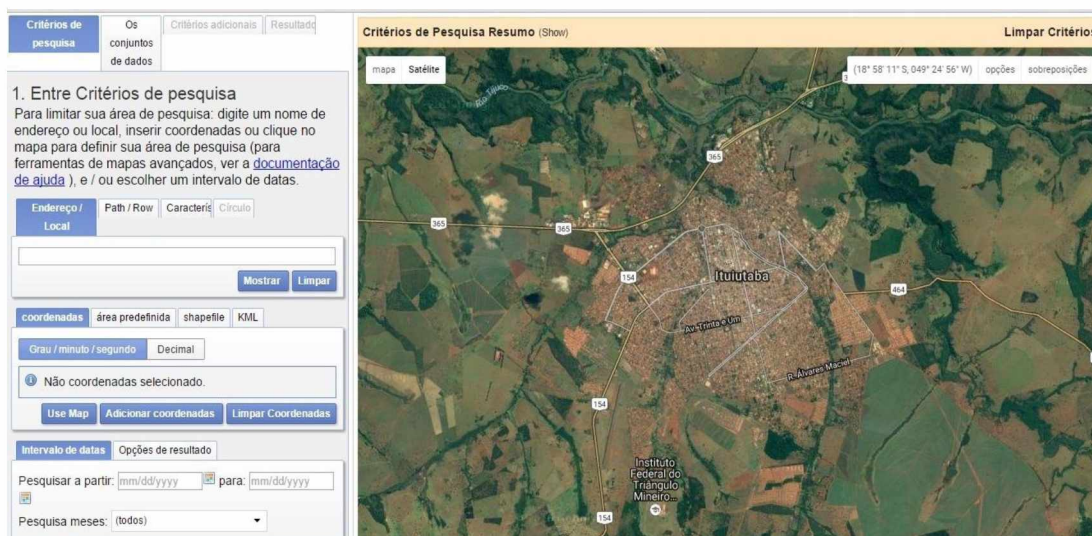
Figura 8 - Uso do critério de coordenadas para definição da área de pesquisa



Fonte: Earth Explorer (USGS, 2016).

Utilizou-se o painel interativo apresentado na FIGURA 9. Com o uso desse painel foi localizada a área urbana de Ituiutaba (MG). Preferiu-se usar o recurso automático para escolher as coordenadas com base no mapa. Para isso, em "1. Enter Search Criteria", no campo "Coordinates", selecionou-se a opção "Use Map".

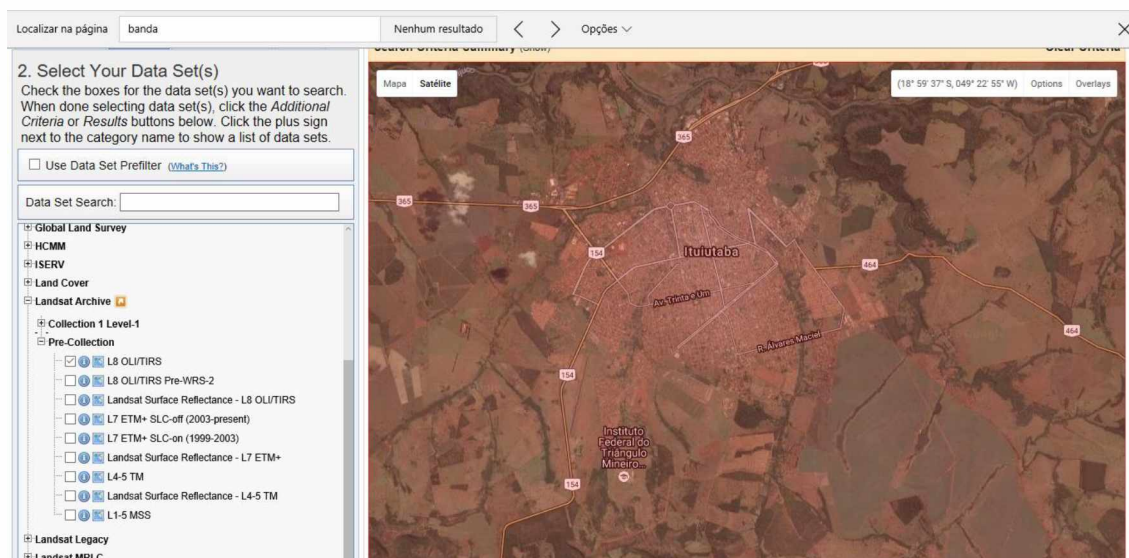
Figura 9 - Uso do critério de navegação para definição da área de pesquisa



Fonte: Earth Explorer (USGS, 2016).

Em seguida opção "Data Sets" foi selecionada. Em "2. Select Your Data Set(s)", os links foram selecionados nessa ordem: "Landsat Archive", "Pre-Collection", "L8 OLI/TIRS" (FIGURA 10). Deste modo, selecionou-se as imagens Landsat 8 com os sensores OLI e TIRS. Após marcar essa opção, selecionou-se a opção "Results".

Figura 10 - Seleção de imagens Landsat 8 OLI e TIRS



Fonte: Earth Explorer (USGS, 2016).

Em "4. Search Results" buscou-se a imagem de satélite entre os meses de julho e agosto de 2016, pois em Ituiutaba (MG) esses são meses mais secos, com menor cobertura de nuvens e menor probabilidade de chuva. A imagem selecionada possui as seguintes

características: Identidade da imagem : LC82220732016210LGN00; coordenadas: -18.78722, -50.12439; data de aquisição: 28-JUL-16; Path:222 e Row:73; e horário central 13:21h.

Variáveis de mensuração da vulnerabilidade ambiental

As variáveis de mensuração da vulnerabilidade ambiental ao desconforto térmico visam localizar em Ituiutaba (MG) as características ambientais que podem aumentar o calor em virtude de sua presença. Assim sendo, é necessário discorrer, brevemente, sobre o conforto térmico, para deste modo, poder verificar quais são as variáveis necessárias para esta pesquisa.

Para identificar o conforto térmico, encontra-se na literatura, Araújo (2014, p.87) e Oliveira Júnior (2015, p.156) por exemplo, a sugestão de uso do Índice de Temperatura Efetiva (ITE) proposto por E. C. Thom. Ele é comumente chamado de índice de conforto térmico, ou desconforto térmico, e é utilizado por planejadores urbanos, e em estudos relacionados ao agravamento da saúde, e em trabalhos de desconforto e conforto térmico de modo geral. É importante salientar que o ITE usa as informações obtidas pelo bulbo seco e bulbo úmido, correlacionando ambas.

Oliveira Júnior (2015) também comenta sobre o índice de conforto térmico, destacando suas principais características:

O índice de desconforto é um método que pode ser aplicado em avaliações de conforto térmico, mais comum em ambientes de trabalho humano, porém, pode ser aplicado em instalações de produção animal, nas quais os parâmetros devem ser ajustados de acordo com o animal a ser avaliado. Este índice, criado por Thom em 1959, utiliza como variáveis meteorológicas a temperatura do ar e a umidade relativa. (OLIVEIRA JÚNIOR, 2015, p.156).

Esses índices tem a finalidade de medir o grau de desconforto térmico presente nas localidades. Para tanto eles usam variáveis como temperatura e umidade relativa do ar. Vale ressaltar que o índice de (des) conforto térmico, ou temperatura efetiva, é habitualmente utilizado em ambientes menores, como por exemplo instalações animais e ambientes de trabalho como indústrias. No entanto, como essa pesquisa tem o objetivo de avaliar a vulnerabilidade socioambiental ao desconforto térmico na cidade de Ituiutaba (MG), na escolha das variáveis ambientais, levou-se em consideração o Índice de Temperatura Efetiva (ITE) adaptando-o para a escala urbana. Considerou-se, também, os trabalhos de Frota e Schiffer (2006) na escolha das variáveis de desconforto térmico.

A vulnerabilidade ambiental neste trabalho corresponde as características naturais e ambientais do espaço geográfico, nas quais a sua presença aumenta a probabilidade de existir desconforto térmico em determinadas áreas, pela existência de temperaturas mais altas. Para tanto, entende que o organismo reage ao calor de forma negativa, quando exposto a temperaturas mais altas e constantes:

Quando as perdas de calor são inferiores às necessárias para a manutenção de sua temperatura interna constante, o organismo reage por meio de seus mecanismos automáticos — sistema nervoso simpático —, proporcionando condições de troca de calor mais intensa entre o organismo e o ambiente e reduzindo as combustões internas.

O incremento das perdas de calor para o ambiente ocorre por meio da vasodilatação e da exsudação.

A redução das combustões internas — termólise — se faz através do sistema glandular endócrino. (FROTA e SCHIFFER, 2006, p.20).

O ser humano é um animal homeotérmico, pois seu organismo possui temperatura constante em torno de 37° equilibrada pelo metabolismo interno. No frio, o organismo reage buscando diminuir a perda de calor com o aumento automático das combustões internas. Quando exposto a temperaturas altas, ocorre efeito contrário: o organismo tende a reduzir as combustões internas para diminuir o calor (FROTA e SCHIFFER, 2006).

Nesse sentido, a vulnerabilidade ambiental foi mensurada considerando os aspectos estritamente naturais relevantes para a diminuição da temperatura do ambiente, sendo presença de árvores, temperatura superficial e umidade; somando-se ao uso solo e ocupação do espaço urbano, considerando para isso a densidade demográfica. As variáveis ambientais corresponderam as seguintes:

Quadro 9 - Variáveis de vulnerabilidade ambiental aplicadas ao desconforto térmico

Índices Sintético	Variáveis
Densidade demográfica	Planilha: <i>Básico_MG</i> V002 - Moradores em domicílios particulares permanentes ou população residente em domicílios particulares permanentes Área do setor
Arborização urbana	Árvores presentes na malha urbana Área do setor
Proximidade de cursos de água/lagos	Setores próximos até 100 metros cursos de água/lagos urbanos Área do setor
Temperatura superficial por setor censitário	Temperatura superficial da área de estudo utilizando imagens do LandSat 8 Área do setor

Fonte: IBGE (2010)

Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2016)

A vulnerabilidade natural, conforme já discutido anteriormente, pode ser entendida de acordo com a proposta de Cutter (1996) quando ele discutiu a "*biophysical vulnerability*". No entanto, almeja-se usar os fatores humanos (uso e ocupação do solo) e os naturais, para deste modo auferir a vulnerabilidade ambiental (LIMA e AMARAL, 2013).

Para chegar-se as ações da natureza relacionadas as ações antrópicas, deve-se verificar a capacidade humana de responder ao meio natural, ou a capacidade do meio natural em responder a ação antrópica. Deste modo, a vulnerabilidade ambiental impacta na qualidade ambiental e também na (des) estabilidade do meio ambiente (ZANELLA, DANTAS e OLÍMPIO, 2011).

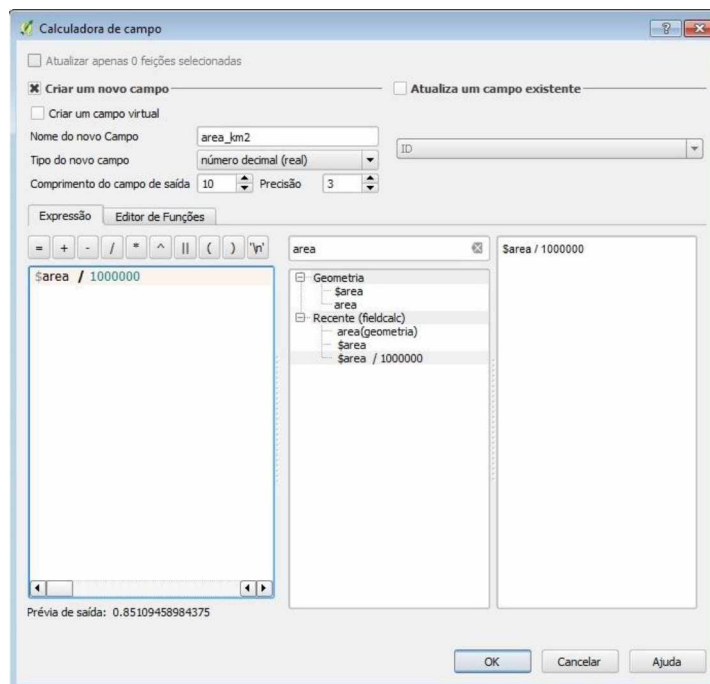
O uso e ocupação do solo deve ser considerado para determinar a vulnerabilidade ambiental de uma localidade (ZANELLA, DANTAS & OLÍMPIO, 2011; LIMA e AMARAL, 2013). Para Nascimento (2011) o uso da terra permite considerar no estudo as relações de produção com o espaço geográfico, e resulta na densidade demográfica dos municípios.

A densidade demográfica ou densidade populacional permite mensurar a distribuição de uma determinada população em um determinado local ou área. Ela é mensurada pelo cálculo da área de uma determinada localidade, e a população absoluta. Adaptando os procedimentos metodológicos de Nascimento (2011, p.210) e Dutra Júnior (2015) que utilizam a variável "Densidade Demográfica" em suas análises de vulnerabilidades. Esta variável foi empregada na identificação da vulnerabilidade ambiental, pois considera-se que em áreas mais populosas o impacto ambiental seja maior, além do que, estas áreas são mais propensas ao calor tendo em vista a densidade maior de impacto ambiental na atmosfera.

A densidade demográfica pode ser avaliada usando ferramentas de geoprocessamento para calcular a área do setor, e usar dados dos Censos Demográficos para saber o número de habitantes (NASCIMENTO, 2011). Assim, para criar a variável "Densidade Demográfica", utilizou-se a variável "V002" presente no arquivo "*Básico_MG*" do IBGE que corresponde aos "Moradores em domicílios particulares permanentes ou população residente em domicílios particulares permanentes" e informações referentes a área de cada setor, obtidas por meio de técnica de geoprocessamento (FIGURA 11).

Para mensurar o a área dos setores censitários, o cálculo da área do setor foi feito na calculadora de campo do software *QGis*. Teve a finalidade de apresentar as informações em km² para usá-lo posteriormente (ver TABELA 13). O procedimento adotado na calculadora de campo foi o seguinte:

Figura 11 - Cálculo da área do setor censitário na calculadora de campo do QGis



Fonte: QGis, 2016.

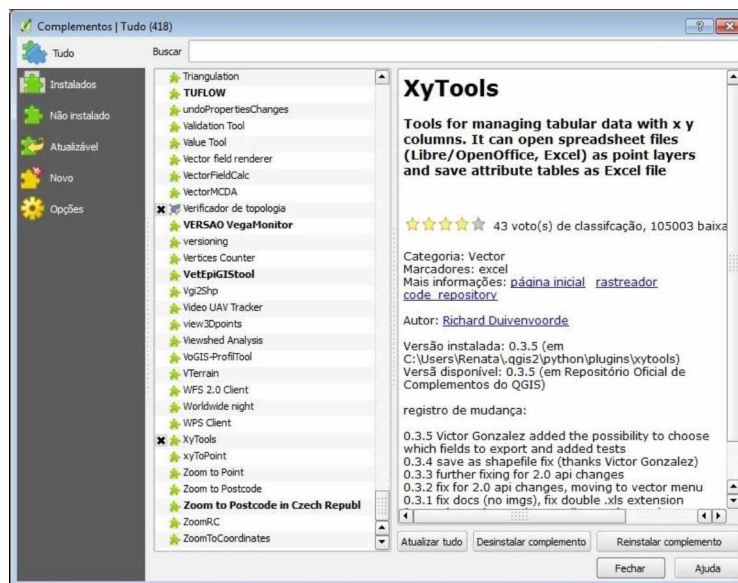
Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2016)

Essa informação referente a área do setor, após ter sido obtida no Qgis pelo procedimento supracitado, foi exportada para planilha do software LibreOffice Calc, para ser trabalhada com a variável “V002”.

A variável “V002” presente no arquivo "*Básico_MG*" identifica os moradores dos domicílios. Essa informação será considerada como população absoluta/população total. É pertinente destacar que, para o IBGE (2011, np) os moradores são as pessoas que possuem no domicílio o local habitual de residência. Ele considera as pessoas presentes no dia da pesquisa, ou as ausentes por tempo inferior a 12 meses que estavam afastados devido a embarques a serviço, internação em hospital ou similar, detentos com sentença definida, pessoas hospedadas em outro domicílio com objetivo de estudo, ou que estava viajando a passeios, negócios, estudos, serviços, ou outros.

Os dados foram exportados do Qgis para o LibreOffice Calc pelo complemento XyTools, conforme figura a seguir:

Figura 12 - Uso do complemento xytools no Qgis



Fonte: QGIS, 2016.

Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2016)

O cálculo para mensurar a densidade demográfica está descrito na FIGURA 13. Ele foi feito no software Calc do LibreOffice, conforme já descrito.

Figura 13 - Cálculo para obtenção da densidade demográfica

$$DD = PA/A$$

Densidade demográfica (DD)
 População absoluta (PA) – V002
 Área do setor (A) – Mensurada pelo Qgis

Adaptado de NASCIMENTO (2011).

Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2016)

Para dimensionar a densidade demográfica no âmbito da vulnerabilidade ambiental, usou-se os estudos de Nascimento (2011) e de Becker e Egler (1997), conforme TABELA 13. Com base nos autores supracitados, para a densidade demográfica ficou definido que mais próximo de 1 maior a vulnerabilidade ambiental à densidade demográfica, e quanto mais próximo de 0 maior a estabilidade e menor a vulnerabilidade ambiental.

Tabela 13 - Valores para dimensionar a densidade demográfica

Densidade	Valores
0 a 100 hab/Km ²	0
100 a 1000 hab/Km ²	0,1
1000 a 2000 hab/Km ²	0,2
2000 a 3000 hab/Km ²	0,3
3000 a 4000 hab/Km ²	0,4
4000 a 5000 hab/Km ²	0,5
5000 a 6000 hab/Km ²	0,6
6000 a 7000 hab/Km ²	0,7
7000 a 8000 hab/Km ²	0,8
8000 a 9000 hab/Km ²	0,9
9000 hab/Km ² ou mais	1,0

Adaptado de Nascimento (2011) e Becker e Egler (1997)
Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2016)

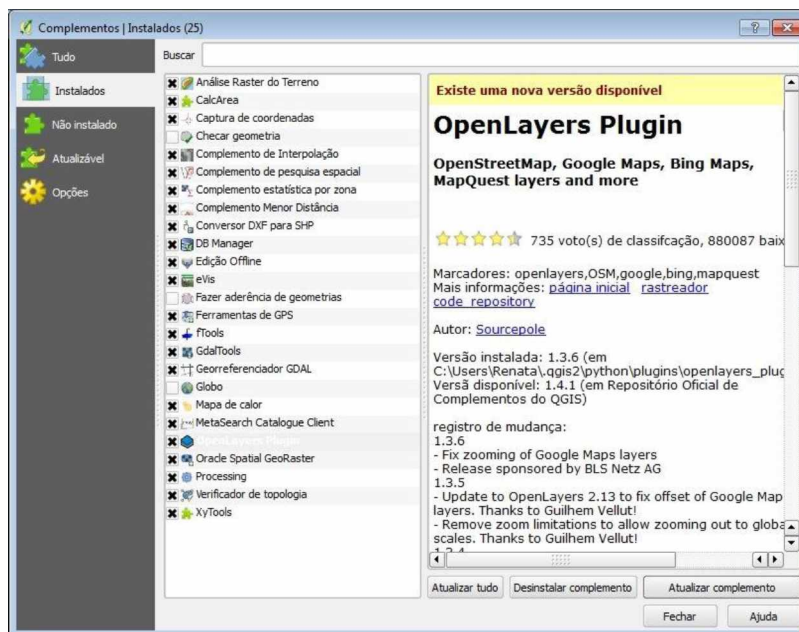
Destaca-se que os procedimentos usados por Nascimento (2011) e Becker e Egler (1997) foram adaptados para os resultados da localidade em estudo, levando em consideração que a densidade demográfica na área urbana de Ituiutaba (MG), de acordo com a metodologia empregada, varia de 2,04 a 12033 habitantes por Km². Com isso, teve-se a finalidade de quantificar os dados gerados ponderando os resultados encontrados na pesquisa.

A próxima variável a ser empregada para avaliar a vulnerabilidade ambiental ao desconforto térmico foi a presença de árvores. A importância das árvores impactam de forma positiva na qualidade do ar e no sombreamento. Existem diversos estudos que comprovam a eficácia da arborização para a melhoria da qualidade de vida do espaço urbano, como por exemplo os apontamentos de Labaki et al (2011) e Alvarez (2004).

As árvores são responsáveis também por declinar a temperatura porquanto, sua absorção de calor aumenta o conforto térmico, diminui a quantidade de CO², melhora a circulação do ar, e aumenta a disponibilidade de oxigênio na atmosfera (LABAKI et al, 2011; Alvarez, 2004).

O índice de arborização urbana por área foi mensurado utilizando técnica de geoprocessamento e análise estatística simples. Para tanto, utilizou-se o software Qgis e o LibreOffice Calc. Inicialmente, foi instalado o complemento *Openlayer Plugin*, conforme FIGURA 14. A versão utilizada foi a 1.3.6. Com esse complemento é possível vincular as imagens de satélite do Google Earth ao software Qgis de forma automática.

Figura 14 – Uso do complemento Openlayers Plugin



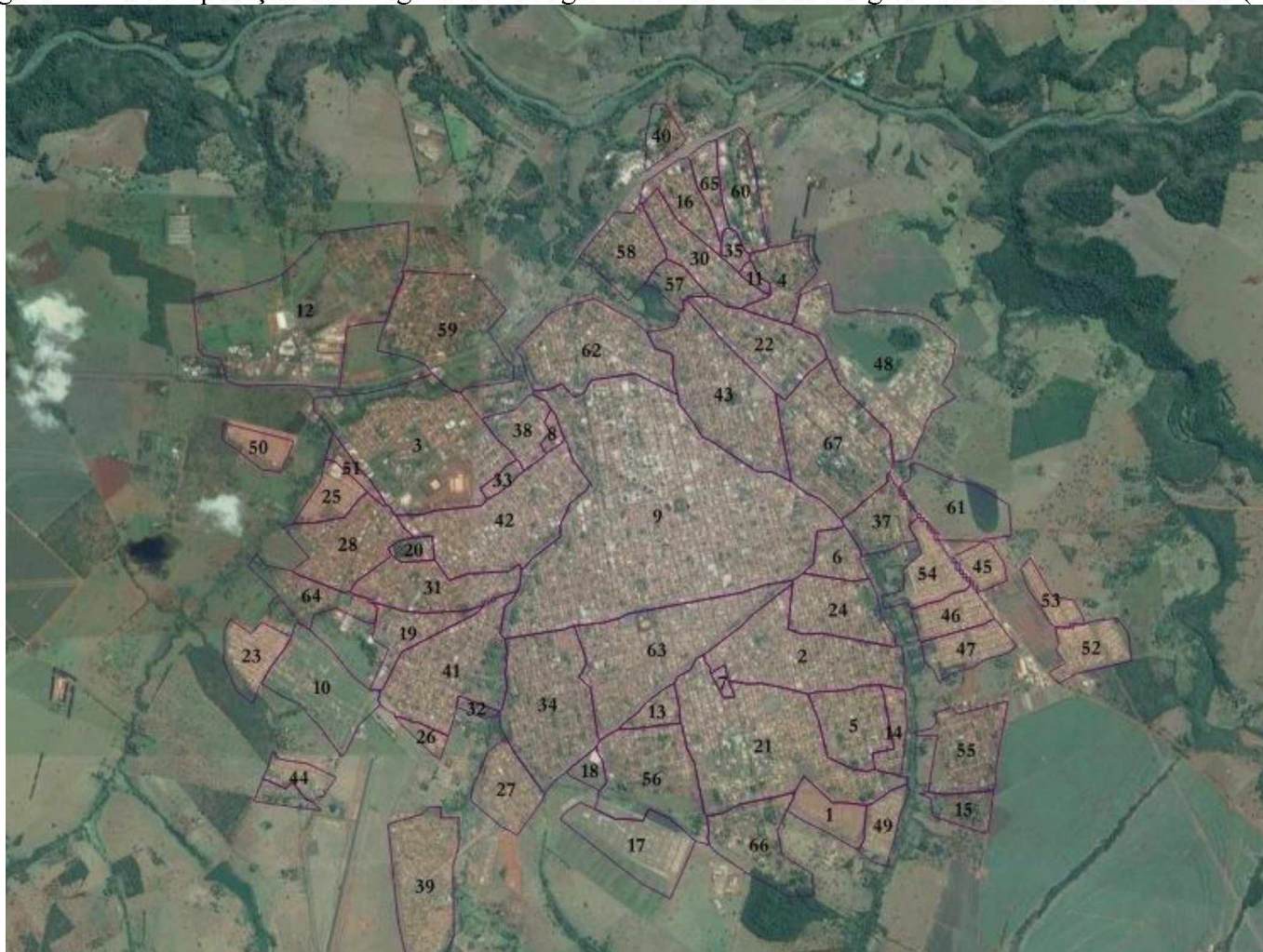
Fonte: QGis, 2016.

Elaborado por: DUTRA JUNIOR, N.P.S. (2016)

Foi feita a sobreposição das imagens do Google Earth com a base digital de bairros de Ituiutaba (MG). Desse modo foi possível utilizar as imagens com alta resolução disponíveis gratuitamente pelo Google Earth para a maior parte da cidade. Em algumas localidades onde as imagens geraram dúvidas sobre o item mapeado, foi utilizado também imagem do Landsat 8 para comparação com as do Google Earth, e assim atingir os resultados de forma mais satisfatória.

Conforme pode ser visto na FIGURA 15, utilizou-se também como referência a base cartográfica dos bairros, uma vez que, sabendo qual bairro estava sendo mapeado e levando em consideração o conhecimento empírico sobre a cidade, foi possível atestar com melhor efetividade os resultados. Na prática, foram poucas localidades que geraram dúvidas, e elas foram elucidadas com base nas imagens do Google Earth, Landsat 8, base de bairro e conhecimento empírico sobre a cidade.

Figura 15 - Sobreposição de imagens do Google Earth com a base digital de bairros de Ituiutaba (MG)



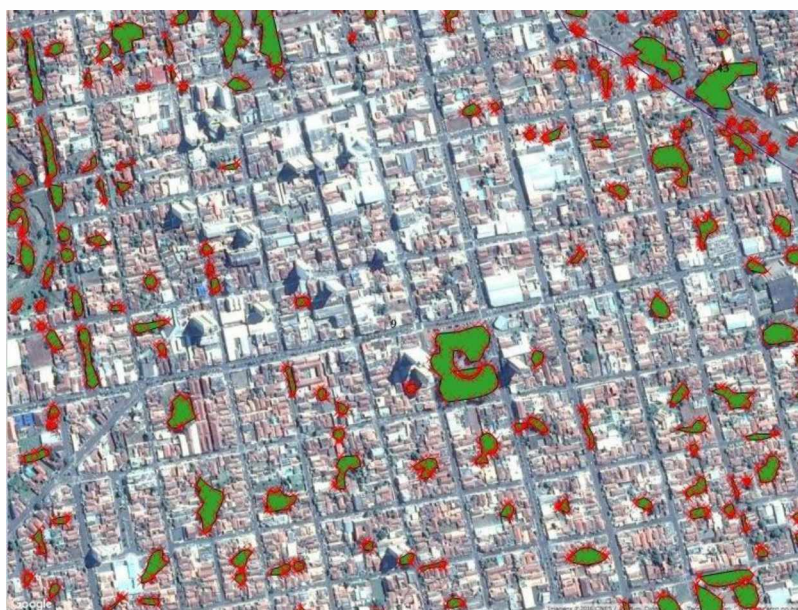
Fonte: QGis, 2016.

Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2016)

As áreas com árvores foram mapeadas em forma de polígono, conforme pode ser visualizado na FIGURA 16. Esses polígonos automaticamente tiveram valores atribuídos pela área de abrangência.

O mapeamento da arborização urbana foi feita em toda a malha urbana de Ituiutaba (MG), levando em consideração os limites dos bairros e dos setores censitários. Ele foi elaborado majoritariamente na escala de 1:7.291.

Figura 16 - Localização da arborização a partir das imagens do Google Earth

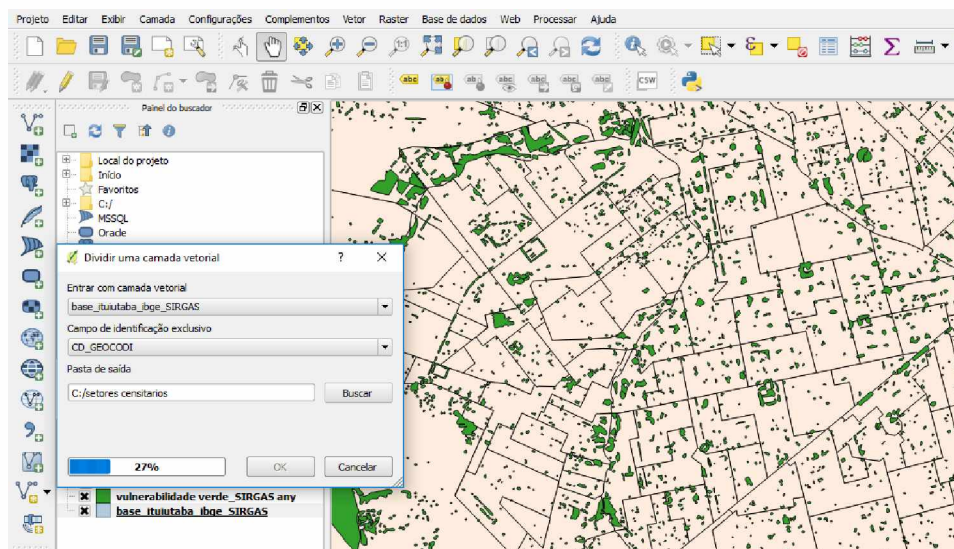


Fonte: QGis, 2016.
Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2016)

Em seguida, usando o procedimento demonstrado na FIGURA 11, foi calculado a área para cada um desses polígonos. Obtendo os valores das áreas nas quais existem arborização, foi necessário cortar esses dados na escala de setor censitário. Para fazer isso, levando em conta que os polígonos cortadores (polígonos que irão cortar outros polígonos) correspondem a cada um dos setores censitários, inicialmente teve-se que separar cada uma das camadas correspondentes aos setores. Para isso, no Qgis, selecionou-se as opções na seguinte ordem: “vetor”, “gerenciar dados”, “dividir uma camada vetorial”.

Após selecionar as opções acima, na janela “Dividir uma camada vetorial” (FIGURA 17), no campo “Entrar com uma camada vetorial” selecionou a base correspondente aos setores censitários no “Campos de identificação exclusivo” selecionou a coluna “CD_GEOCODI”.

Figura 17 - Divisão de camada vetorial no QGis

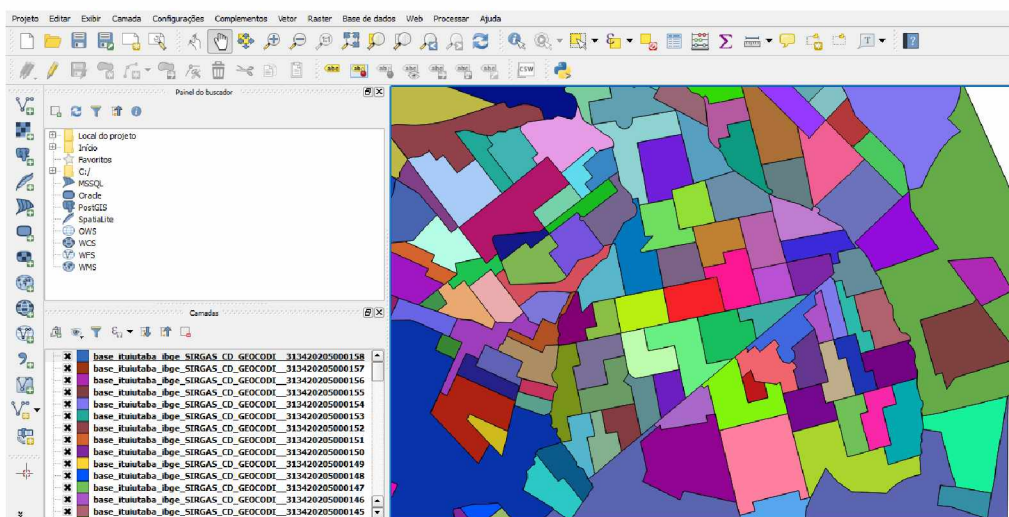


Fonte: QGis, 2016.

Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2016)

Assim, as camadas vetoriais dos setores censitários foram divididas em arquivos separados e renomeados automaticamente com base na coluna selecionada, conforme pode ser visualizado na FIGURA 18. Destaca-se que as cores foram atribuídas automaticamente pelo software, mas posteriormente elas foram alteradas.

Figura 18 - Camadas vetoriais dos setores censitários após a divisão

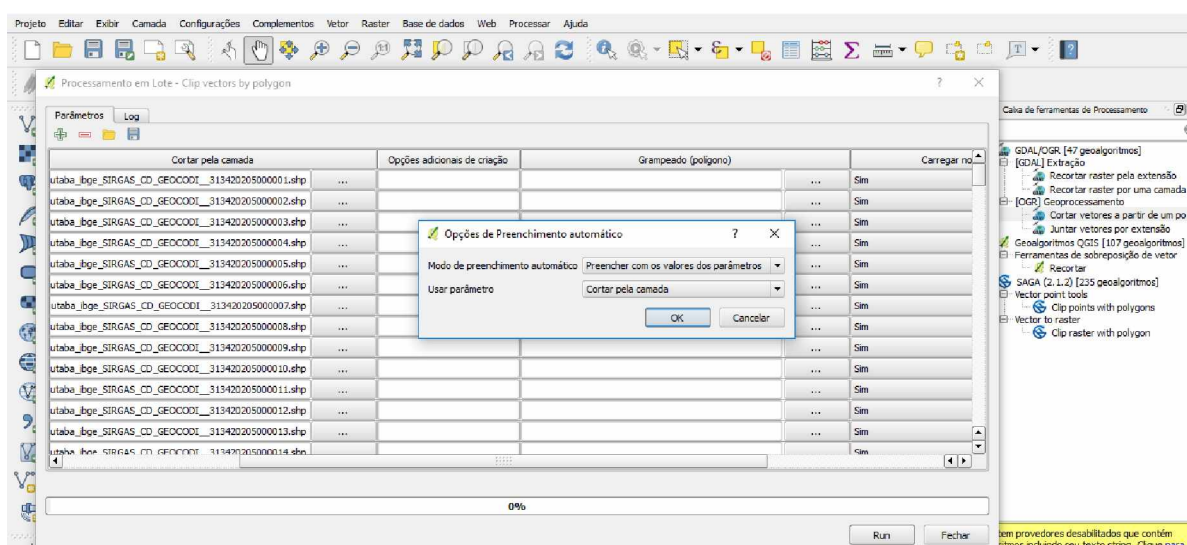


Fonte: QGis, 2016.

Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2016)

Após, em “Processar”, abriu-se a “Caixa de Ferramentas”, e selecionou-se “Cortar vetores a partir de um polígono” com a opção “executar um processo em lote” selecionada. Em “Camada de entrada” foi adicionada a camada correspondente a arborização, e em “Cortar pela camada” foram adicionadas as referentes aos setores censitários. Em “Opções de preenchimento automático” decidiu-se que os novos arquivos deveriam ser nomeados de acordo com a base de setores do IBGE (FIGURA 19), pois isso facilitaria a identificação posteriormente.

Figura 19 - Uso da ferramenta cortar vetores a partir de um polígono com processamento em lote ativo

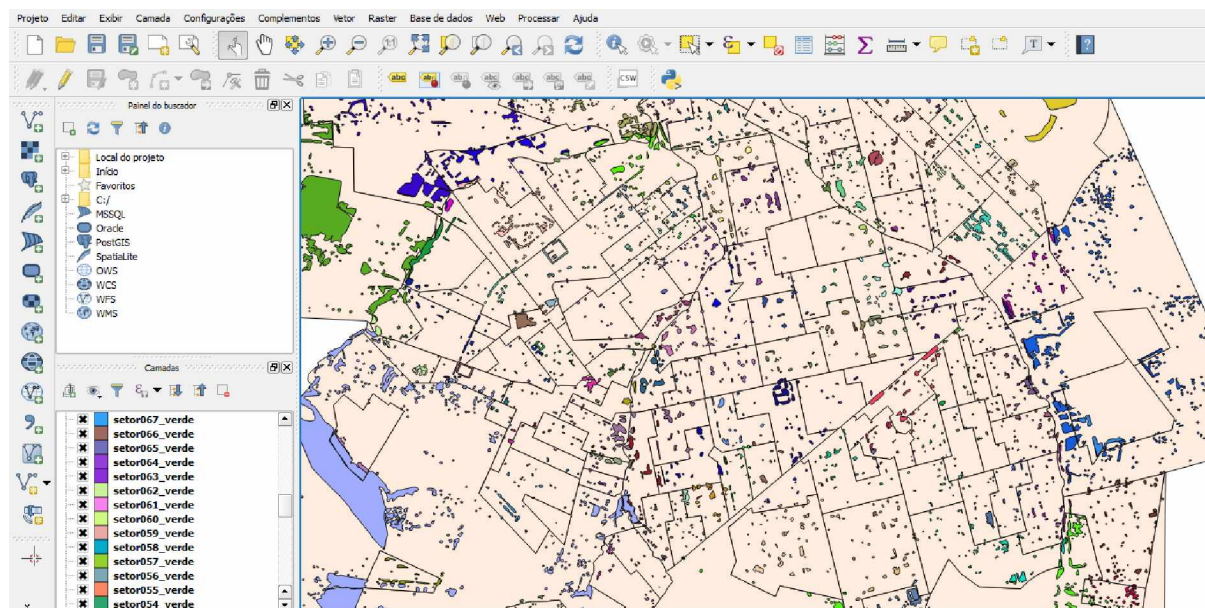


Fonte: QGIS, 2016.

Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2016)

Em seguida, selecionou-se “Run” para iniciar o processo. Todos os polígonos correspondentes a arborização foram cortados de acordo com a extensão das camadas dos setores censitários. Após o processo em lote ter sido concluído, teve-se como resultado polígonos correspondentes a arborização fragmentados por setores censitários, conforme FIGURA 20:

Figura 20 - Polígonos referentes a arborização separados por setor censitário



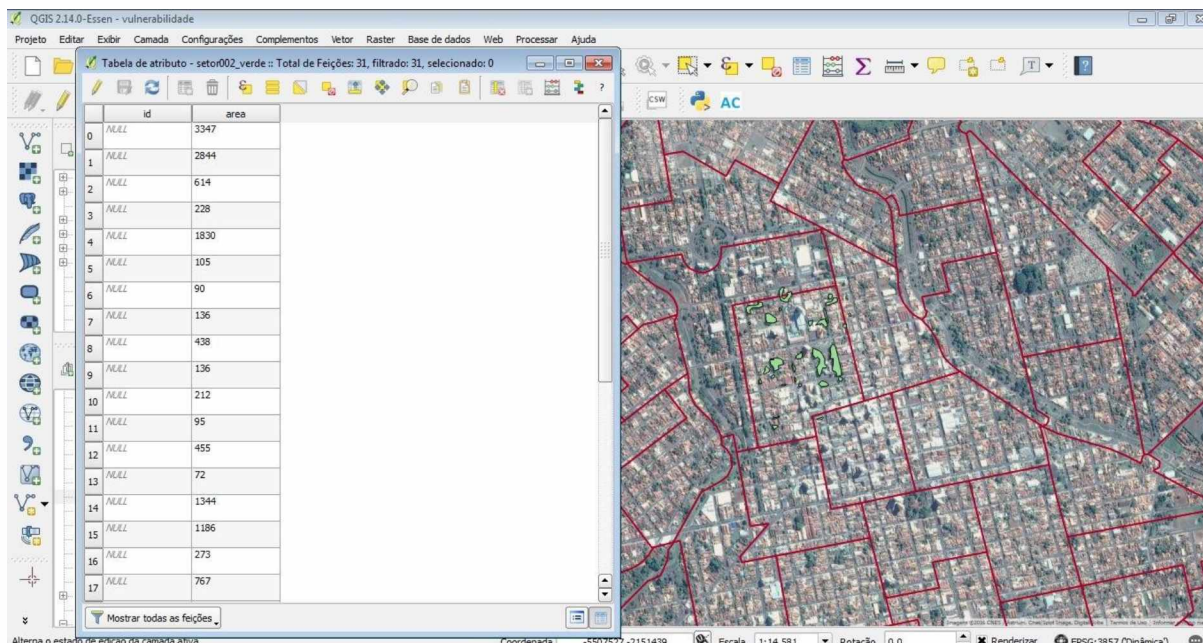
Fonte: QGis, 2016.

Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2016)

Em seguida, usando procedimento descrito na FIGURA 11, foi calculado a área para cada um desses polígonos. Deste modo, foi possível mensurar a quantidade de área arborizada por setor censitário, conforme pode ser visto na FIGURA 21.

Na FIGURA 21 pode-se verificar que cada grupo de setores (setor067_verde, setor066_verde, setor065_verde...) correspondem a um conjunto de polígonos referentes a arborização. No entanto, as feições de cada um deles está fragmentada. Nele, a arborização total corresponde a 31 feições, cada uma delas separadas por linhas.

Figura 21 - Polígonos agrupados por setor censitário



Fonte: QGis, 2016.

Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2016)

Ainda utilizando o setor supracitado como exemplo, para mensurar a área total da arborização, foi necessário exportar a tabela com o uso do complemento xytools (FIGURA 12) para o software Libre Office Calc. No software Calc, as áreas correspondentes as 31 feições foram somadas por cálculo simples. Esse procedimento foi feito, um a um, para cada um dos 141 setores censitários estudados nessa pesquisa. Assim, foi possível obter a área total de arborização por setor censitário.

Para obter o índice de arborização urbana, utilizou-se o seguinte cálculo:

Figura 22 - Cálculo para obtenção do índice de arborização urbana

$$IAU = AA/A$$

Índice de arborização urbana (IAU)
 Área arborizada por setor (AA)
 Área do setor (A) – Mensurada pelo Qgis

Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2016)

Para padronizar os dados, transformando-os em uma escala de 0 a 1, aplicou-se novamente o índice de Morato (2008) conforme FIGURA 6. Em seguida, com o intuito de inverter o índice de arborização urbana, ou seja, estando mais próximo de 1 maior a vulnerabilidade e estando mais próximo de 0 menor, aplicou-se também e mais uma vez, o

índice (FIGURA 5) adaptado de Gamba (2011). Assim, as áreas com maior presença de arborização urbana por área, gradativamente, possuirão valores mais próximos de 0.

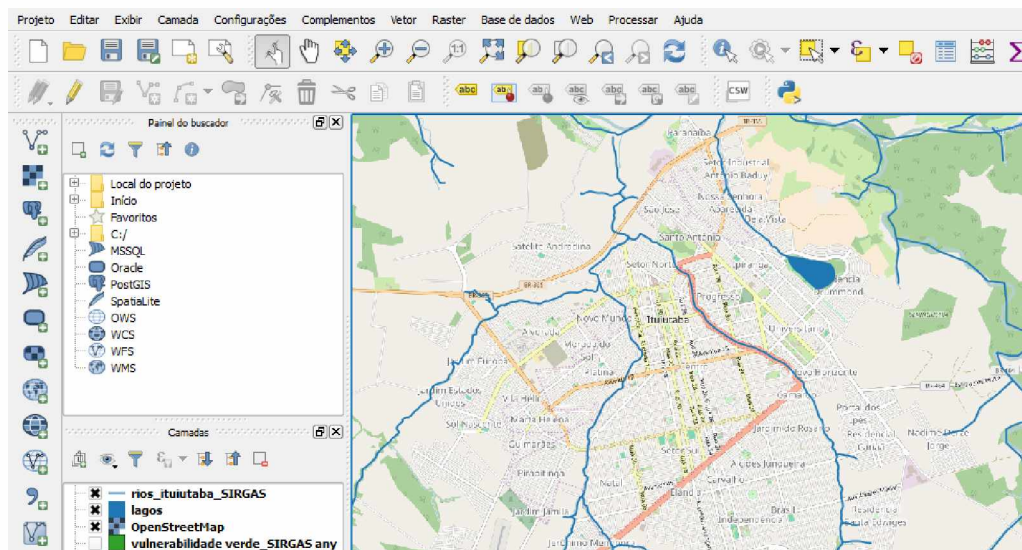
A próxima variável a ser usada foi a “Proximidade de cursos de água”. O seu uso foi feito com base nos estudos de Dutra Júnior (2015) e Alves (2013, p.355). No entanto, na presente pesquisa, essa variável influenciará positivamente para a diminuição do desconforto térmico.

Essa variável foi selecionada pois entende-se que quanto mais próximo de cursos de água ou lagos urbanos, maior a umidade relativa do ar, e por consequência, menor a temperatura. Nesse sentido, estando próximo a cursos de água, a vulnerabilidade ambiental ao desconforto térmico tende a diminuir. Em outras palavras, estando próximo a córregos urbanos a vulnerabilidade ao desconforto térmico é menor por conta da umidade relativa do ar alta.

Para criar e identificar a hidrografia e os córregos urbanos, criaram-se dois arquivos *shapefiles*. Para tanto, inicialmente sobrepôs à base cartográfica de bairros obtida na Prefeitura Municipal de Ituiutaba (MG). Essa base, além de ter a divisa de bairros, também possui a hidrografia da malha urbana de Ituiutaba (MG).

Em seguida, com o intuito de comparar e atualizar os dados, também foi usado o complemento Open Layers Plugin (FIGURA 14). Com ele foi possível utilizar o Open Street Map, e deste modo, atualizar os dados referentes a hidrografia e lagos urbanos de Ituiutaba (MG), conforme pode ser visto na FIGURA 23.

Figura 23 - Uso do Open Street Map na criação dos shapefiles correspondentes a hidrografia e lagos urbanos

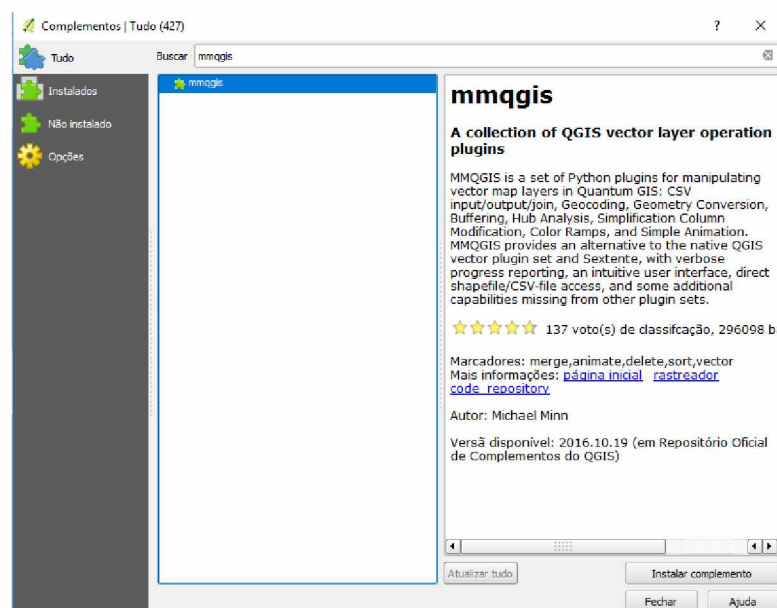


Fonte: QGIS, 2016.

Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2016)

A seguir, visou localizar os setores que estão próximos a cursos de água e lagos urbanos. Para isso, não foi utilizada a ferramenta padrão buffer do Qgis, pois com ela, o sistema de referência do mapa interfere na unidade utilizada para o buffer. Instalou-se o complemento MMQGIS (FIGURA 24).

Figura 24 - Uso do complemento mmqgis

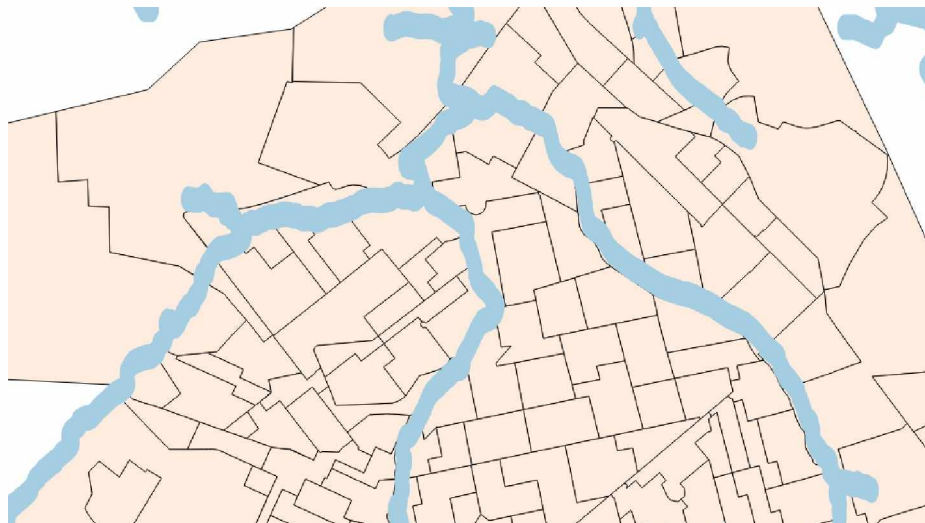


Fonte: QGIS, 2016.

Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2016)

Em MMGGIS, selecionou-se “Create” e depois “Create buffers”. Para escolher a distância na qual se aplicaria o buffer, a baseou-se nos estudos de Dias (2013) e em Dutra Júnior (2015). A distância escolhida foi de 100 metros. O resultado foi o seguinte:

Figura 25 - Hidrografia após aplicação da ferramenta buffer

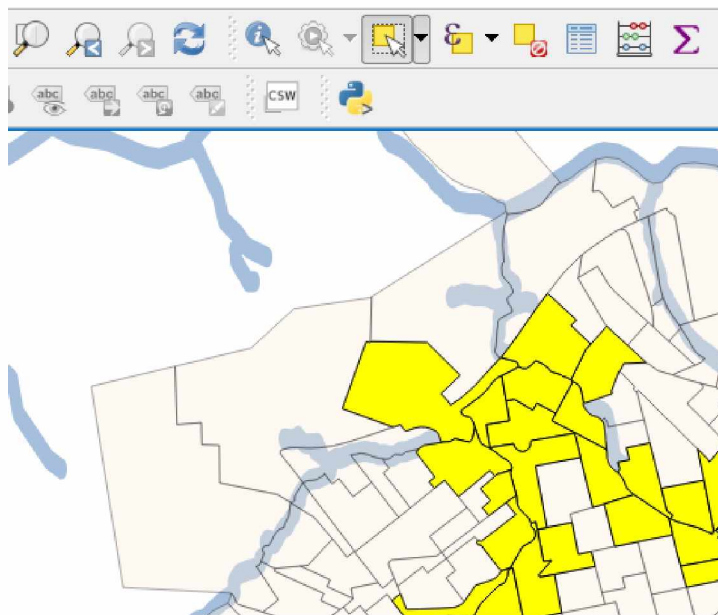


Fonte: QGis, 2016.

Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2016)

Embora a FIGURA 25 não apresenta o uso da ferramenta buffer nos lagos urbanos, essa técnica foi aplicada tanto na base referente aos rios quanto na base correspondente aos lagos urbanos. Sobrepos-se a base referente aos setores censitários sob as bases correspondente ao buffer dos rios e lagos. Com o uso da ferramenta “Feições” (FIGURA 26) foram selecionados os setores censitários nos quais a hidrografia e os lagos urbanos estavam presentes.

Figura 26 - Uso da ferramenta “Feições” no Qgis



Fonte: QGis, 2016.

Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2016)

Em seguida, na tabela de atributos, foram identificados o código de cada setor selecionado. Assim, foi possível identificar os setores censitários que próximos até 100 metros de cursos de água e/ou lagos urbanos. Para os setores com presença de hidrografia/lagos urbanos, foi atribuído valor 1, para o restante, valor 0. Para obter o índice de proximidade de cursos de água/lagos, foi feito o seguinte cálculo:

Figura 27 - Cálculo para obtenção do índice de proximidade de cursos de água/lagos

$$IPC = V/A$$

Índice de proximidade de cursos de água/lagos (IPC)
 Valor atribuído ao setor (V), podendo ser 0 ou 1
 Área do setor (A) – Mensurada pelo Qgis

Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2016)

Do mesmo modo que foi feito com o índice de arborização urbana, aplicou-se o índice de Morato (2008) (FIGURA 6) e em seguida o índice de Gamba (2011) (FIGURA 5), pois dessa forma, valores mais próximos de 1 indicam alta vulnerabilidade ao estresse térmico em razão da ausência de cursos de água/lagos, e valores próximos de 0 indicam baixa vulnerabilidade.

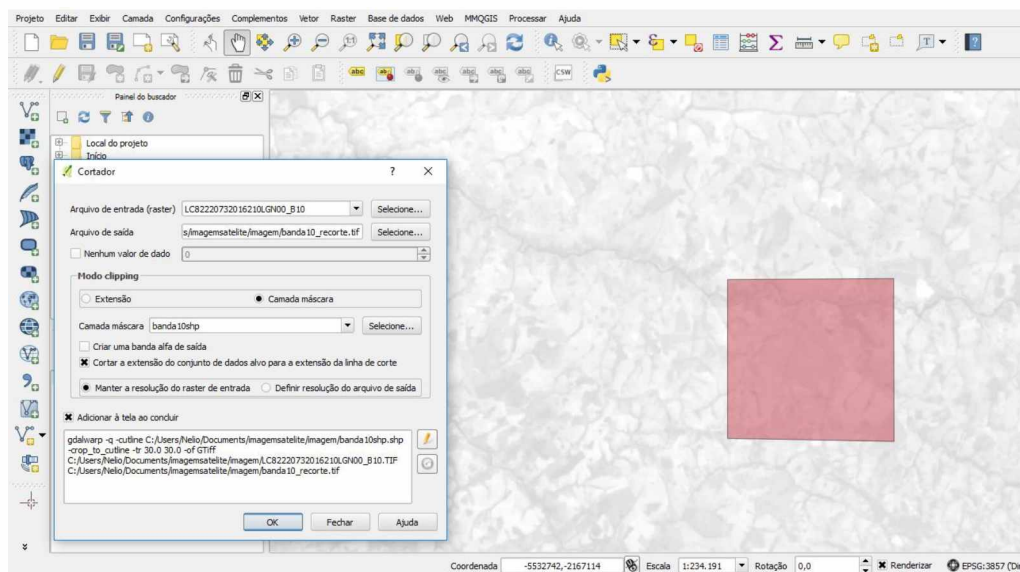
A “Dimensão 4 – Temperatura” é a principal variável de análise de vulnerabilidade ambiental, pois ela mensura a temperatura superficial da área de estudo utilizando as bandas termais dos satélites. Salienta-se que o uso do geoprocessamento na análise de vulnerabilidade ambiental pauta-se nos estudos de Karenia (2011), Pires e Ferreira Jr (2015), Coelho, Ramos e Bergamaschi (2015) e Rosa (2009).

Em seus estudos Pires e Ferreira Jr (2015) destaca que uma “das vantagens do sensoriamento remoto termal, é de proporcionar em tempo sincronizado uma densa rede de dados de temperatura de áreas sobre a superfície terrestre, além de permitir o monitoramento e o estudo multitemporal das mesmas”. Ele permite monitorar a temperatura superficial dos locais imageados, e a partir das informações obtidas, promover estudos com a finalidade de analisar os dados e relacioná-los, sobretudo os estudos de vulnerabilidade socioambiental.

Para tanto, inicialmente abriu-se no Qgis a imagem raster Landsat 8 correspondente a banda 10, com intervalo espectral de 10.60 a 11.19 μm , com resolução de 100 metros mas redefinida para 30 metros. Criou-se um arquivo shapefile de formato retangular, como intuito de abranger a área urbana de Ituiutaba (MG). Ele foi configurado na mesma projeção da imagem de satélite Landsat 8: EPSGS: 32622, WGS 84, UTM zone 22N, reprojetado para 22 sul. Abriu-se a ferramenta “Raster”, “Extrair” e “Recorte”.

As opções foram selecionadas de acordo com a FIGURA 28. Nota-se que em "arquivo de entrada" a imagem correspondente a banda 10 foi escolhida, e em "camada máscara" selecionou-se a camada "banda10shp" que corresponde ao retângulo usado como máscara para recortar o raster.

Figura 28 - Uso da ferramenta “Recorte” no Qgis



Fonte: QGis, 2016.

Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2016)

A imagem de satélite foi recortada respeitando os limites dispostos no retângulo vermelho da FIGURA 28. É importante recortar a imagem antes de começar os cálculos, pois deste modo, não exige-se muito dos componentes de hardware da máquina computadora. Em outras palavras, trabalhar com imagens menores dinamiza o uso dos softwares.

Para gerar a imagem de Temperatura de Superfície (TST), utilizou-se imagem recortada. Com o intuito de organizar os dados raster, realizou-se o cálculo da temperatura de superfície sem correção atmosférica, com base no estudo de Pires e Ferreira Jr (2015), pois de acordo com os resultados dos autores, as "imagens TST sem correção apresentaram valores mais próximos a temperatura do ar, com diferença de até 0,4°C, enquanto que as imagens TST com correção apresentaram uma diferença de até 7°C" (PIRES e FERREIRA JR, 2015, p.7427). Para realizar o procedimento, inicialmente, abriu-se a calculadora raster e aplicou o seguinte cálculo:

Figura 29 - Cálculo para obtenção da temperatura superficial com imagens do Landsat8

$$L_{\lambda} = M_L Q_{cal} + A_L$$

L_{λ} = Radiância espectral (W/ m²·sr·μm) (Watts/ (m² * srad * μm))

M_L = Fator multiplicativo de redimensionamento da banda 10 (3.3420E-04) (RADIANCE_MULT_BAND_10)

Q_{cal} = Valor quantizado e calibrado do pixel em nível de cinza (DN)

A_L = Fator de redimensionamento aditivo específico da banda 10 (0.10000) (RADIANCE_ADD_BAND_10)

Fonte: Pires e Ferreira Jr (2015); Coelho, Ramos e Bergamaschi (2015)

Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2016)

Com o cálculo descrito na FIGURA 29, foi possível converter os níveis de cinza da banda 10 em radiância espectral (TOA). Destaca-se que os valores do fator multiplicativo de redimensionamento da banda e o fator de redimensionamento aditivo específico foram conseguidos no arquivo metadados, formato em texto, que vem disponível quando se faz o download da imagem de satélite. Em seguida, com a finalidade de converter a radiância espectral em temperatura Kelvin, aplicou-se o seguinte cálculo:

Figura 30 - Cálculo para conversão da radiância espectral em temperatura

$$T_{sc} = \frac{k_2}{\ln \left(\frac{k_1}{L_\lambda} + 1 \right)}$$

T_{sc} = Temperatura sem correção atmosférica (Kelvin)
 k_1 = Constante de calibração 1 - 774.89 (K)
 k_2 = Constante de calibração 2 - 1.321.08 (K)
 L_λ = Radiância espectral (W/ m²·sr·μm) (Watts/ (m² * srad * μm))

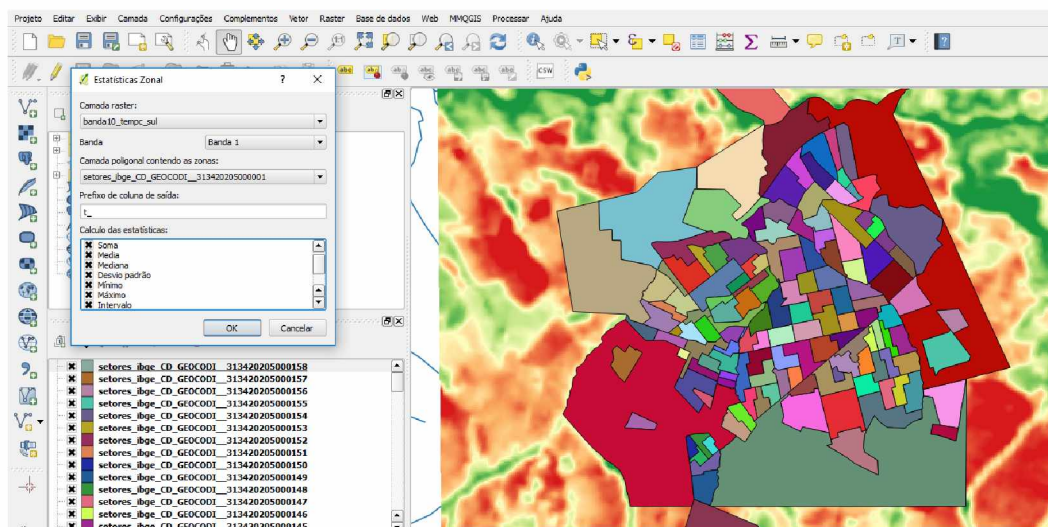
Fonte: Pires e Ferreira Jr (2015); Coelho, Ramos e Bergamaschi (2015)

Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2016)

Posteriormente, na calculadora raster, converteu-se a temperatura de Kelvin para Celcius (°C) subtraindo o valor 273,15k (zero absoluto), que corresponde a temperatura do ponto de congelamento da água quando ela está no nível do mar (PIRES; FERREIRA JR, p.7425). A seguir, com o uso da ferramenta “reprojetar”, o raster final foi reprojetado para o sistema de referência de coordenadas Sirgas 2000.

Para calcular a temperatura por setor censitário, baseando-se em Rezende (2016), utilizou-se a ferramenta "Estatística por Zonas" do Qgis, com a finalidade de "extrair valores estatísticos de uma camada raster a partir da sobreposição de uma camada de polígonos vetoriais" (REZENDE, 2016, p.50). Com ela é possível gerar uma tabela de atributos em cada camada vetorial com informações estatísticas do raster. Permite calcular a soma, média, mediana, desvio padrão, mínimo, máximo, intervalo, minoria, maioria e variabilidade, conforme pode ser visto a seguir:

Figura 31 - Uso da ferramenta "estatística zonal" no Qgis



Fonte: QGIS, 2016.

Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2016)

O processo demonstrado na FIGURA 31 foi feito para todas as camadas vetoriais dos setores censitários que já haviam sido divididas conforme procedimento apresentado na FIGURA 18. O resultado de cada camada vetorial (setor censitário) foi transferido para a planilha eletrônica do LibreOffice Calc usando novamente o complemento "XY Tools" (FIGURA 12). Para dimensionar a temperatura por setor censitário, e transformar os valores em uma escala de 0 a 1, utilizou-se a média de temperatura por setor censitário para criar 11 classes de temperaturas. Para tanto, aplicou-se o método de quebras naturais no software Qgis. As classes de temperatura foram as seguintes:

Tabela 14 - Classes de temperatura

Classes	Temperatura média por setor censitário	Valor
Classe 1	0.00 - 27.14	0,0
Classe 2	27.14 - 27.73	0,1
Classe 3	27.73 - 28.29	0,2
Classe 4	28.29 - 28.53	0,3
Classe 5	28.53 - 28.76	0,4
Classe 6	28.76 - 29.08	0,5
Classe 7	29.08 - 29.33	0,6
Classe 8	29.33 - 29.59	0,7
Classe 9	29.59 - 29.83	0,8
Classe 10	29.83 - 30.11	0,9
Classe 11	30.11 - 30.44	1

Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2016)

Com esse método é possível identificar as quebras das classes baseando-se na fórmula estatística de Otimização de Jenk, que assegura a heterogeneidade entre as classes e a formação de grupos internos homogêneos (DECANINI, 2003). Estando mais próximo de 1 maior a vulnerabilidade a temperatura superficial, e estando mais próximo de 0, menor.

Depois de vários testes, optou-se utilizar o método de quebras naturais com 5 classes para representar cada um dos mapas de vulnerabilidade ambiental ao desconforto térmico. O mapa síntese de vulnerabilidade ambiental ao desconforto térmico consistiu-se na média simples dos índices de densidade demográfica, arborização urbana, proximidade de cursos de água/lagos e temperatura superficial por setor censitário.

O mapa final de vulnerabilidade socioambiental ao desconforto térmico foi gerado pela média entre o índice de vulnerabilidade social e o índice de vulnerabilidade ambiental ao desconforto térmico. Igualmente, foram realizados testes para averiguar quantas classes melhor representaria este mapa. Após os testes, verificou-se que o mapa de vulnerabilidade socioambiental ficou melhor representado em 6 classes de vulnerabilidade. Portanto, baseando-se em Almeida (2010) foram criadas as seguintes classes: “Muito baixa”; “Baixa”; “Média a Baixa”; “Média a Alta”; “Alta”; e “Muito alta”.

4 – DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 – VULNERABILIDADE SOCIAL

A vulnerabilidade social foi apresentada inicialmente em seis mapas, correspondendo cada um deles a um fator, sendo os seguintes: MAPA 2 - ITUIUTABA (MG): VULNERABILIDADE SOCIAL AO FATOR "EDUCAÇÃO E RENDA" (2010); MAPA 3 - ITUIUTABA (MG): VULNERABILIDADE SOCIAL AO FATOR "PRESENÇA DE IDOSOS" (2010); MAPA 4 - ITUIUTABA (MG): VULNERABILIDADE SOCIAL AO FATOR "DOMICÍLIOS SEM SANEAMENTO BÁSICO" (2010); MAPA 5 - ITUIUTABA (MG): VULNERABILIDADE SOCIAL AO FATOR "RESPONSÁVEIS PELOS DOMICÍLIOS" (2010); MAPA 6 - ITUIUTABA (MG): VULNERABILIDADE SOCIAL AO FATOR "DOMICÍLIOS SEM ARBORIZAÇÃO" (2010); E MAPA 7 - ITUIUTABA (MG): VULNERABILIDADE SOCIAL AO FATOR "DOMICÍLIOS COM RESÍDUOS LÍQUIDOS E SÓLIDOS EXPOSTOS" (2010). O MAPA 8 - ITUIUTABA (MG): VULNERABILIDADE SOCIAL (2010) identifica a síntese dos mapas anteriores.

Vale ressaltar que para o Censo Demográfico de 2010 não existem dados para os bairros Jardim Copacabana/Camilo Chaves (23), Residencial Buritis (45), Residencial Canaã I (46) e Residencial Canaã II (47), pois na época do recenseamento, esses bairros estavam apenas delimitados, sem população residente.

A área descrita como “Bairro sem identificação” (1) corresponde a uma localidade não entendida como bairro pela Prefeitura Municipal, no entanto na base cartográfica dos bairros ela já está delimitada. Com o uso de imagens de satélite do Google Earth e visita em campo, foi possível perceber que nessa área não existe população residente, muito embora possua quadras e ruas delimitadas.

No MAPA 2 corresponde ao produto da análise fatorial das variáveis referentes a presença de crianças, crianças não alfabetizadas, responsáveis pelos domicílios com rendimento de até 3 salários mínimos, responsáveis pelos domicílios não alfabetizados, idosos não alfabetizados responsáveis pelos domicílios, idosos não alfabetizados, mulheres não alfabetizadas responsáveis pelo domicílio, pobreza extrema e densidade demográfica.

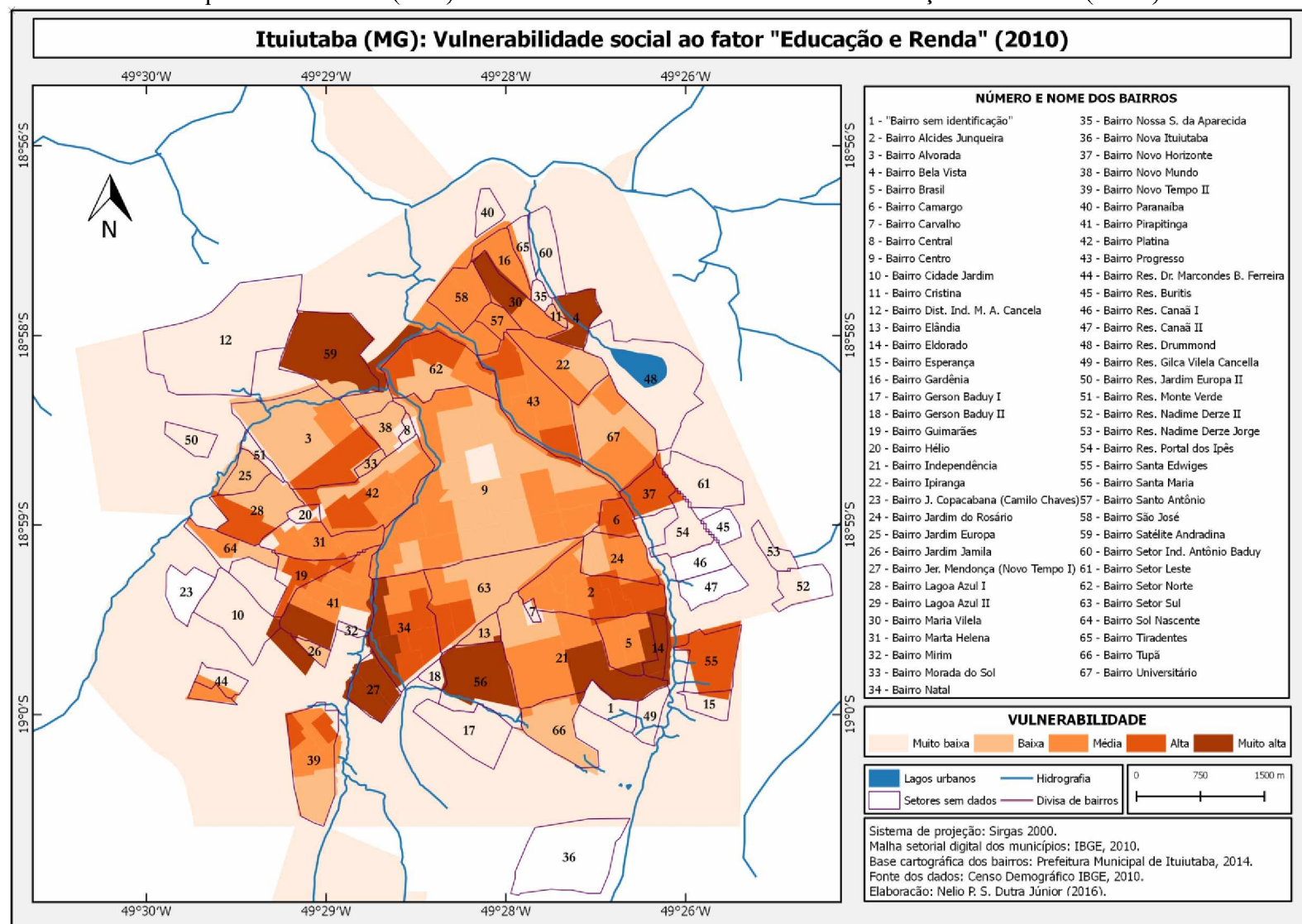
Percebe maior vulnerabilidade nos bairros ao norte e ao sul da cidade, principalmente nas zonas mais extremas. Vale ressaltar que o IBGE geralmente divide os setores censitários de acordo com o número de domicílios. Quanto maior o número de domicílios, menor a área

do setor censitário. Assim, as áreas dos setores são maiores quando eles estão localizadas no perímetros periurbano, pois são áreas mais afastadas da parte central da cidade, e por isso, geralmente, possuem menor quantidade de domicílios. Por serem áreas maiores, mas com menor número de população, é perceptível grande homogeneização de dados nessas áreas. Também, por serem áreas mais afastadas e pouco povoadas, possuem vulnerabilidade baixa.

Os bairros com vulnerabilidade alta e muito alta ao fator “Educação e Renda”, principalmente, demandam investimentos do Poder Público Municipal no sentido de amenizar as desigualdades sociais, oferecendo acesso a educação de qualidade e renda suficiente para atender a demanda familiar. Por possuírem baixa renda e estarem mais afastados da área central, provavelmente a maior parte dos moradores desses bairros necessitam de transporte público para chegar aos seus respectivos locais de trabalho ou até mesmo para lazer; precisam de escolas que consigam oferecer ensino que formem alunos capazes de competir com o mercado de trabalho e/ou entrar na universidade, entre outras demandas fundamentais.

De acordo com o banco de dados utilizado nessa pesquisa (IBGE, 2010), existem em Ituiutaba (MG) 3227 pessoas que além de serem responsáveis pelos seus domicílios, podendo oferecer à eles única ou a maior renda, eles não são nem ao menos alfabetizados. Existem também mais de 1900 idosos responsáveis pelos domicílios, também não alfabetizados. Mais de 1200 mulheres não são alfabetizadas e são as principais responsáveis pelas suas casas.

Mapa 2 - Ituiutaba (MG): Vulnerabilidade social ao fator "Educação e Renda" (2010)



Fonte: IBGE (2010). Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2016).

Outro dado alarmante corresponde é o de pobreza extrema, tendo em vista que contempla domicílios que possuem rendimento nominal mensal de no máximo 1/4 salários mínimos. Ituiutaba (MG) possui 1759 domicílios nessa situação. A existência de setores censitários com a combinação de inúmeros fatores negativos como a pobreza extrema e pessoas não alfabetizadas, denota extrema ineficiência não apenas do Poder Público, mas de modo geral ao modelo de vida capitalista adotado pela sociedade atual, sustentado pela exploração das classes trabalhadoras, opressão do pobre e reprodução das desigualdades sociais.

O bairro Santa Maria (36) possui vulnerabilidade muito alta ao fator “Educação e Renda”. Em trabalho de campo realizado em 2015 foi possível identificar casas, conforme demonstrado na FIGURA 32, com padrões de construções precárias, oferecendo baixa qualidade de vida. É um bairro com baixa infraestrutura atrelado a baixa mobilidade em razão da falta de asfalto, calçadas e meiofio.

Figura 32 - Residência no bairro Santa Maria (2015)



Fonte: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2015).

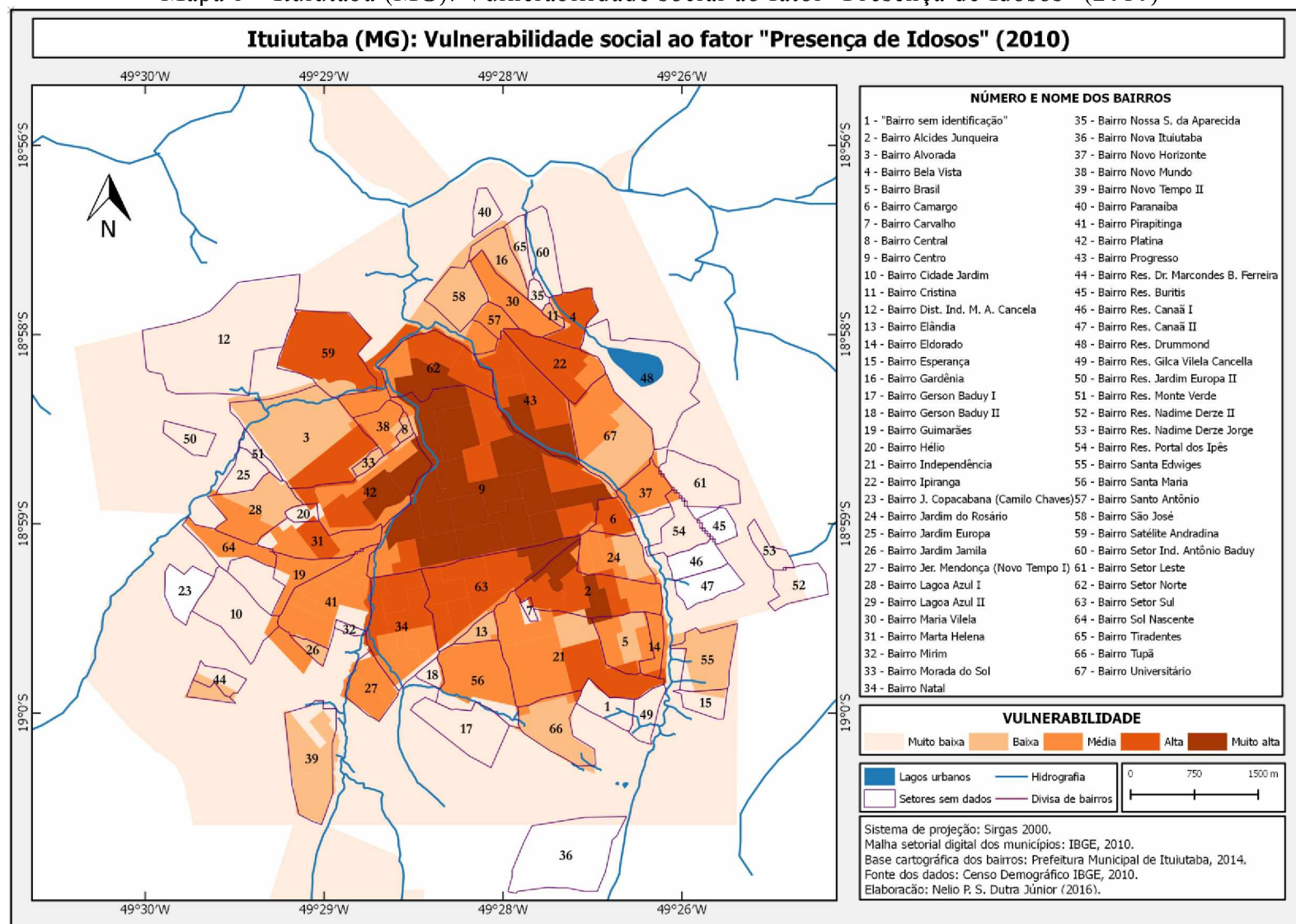
A FIGURA 32 mostra uma residência com baixa segurança, localizada em uma rua sem asfalto e com iluminação pública precária. Como esse bairro, existem outros em Ituiutaba (MG) com característica similares, como por exemplo o bairro Satélite Andradina (59) e Bela Vista (4), e ambos também possuem vulnerabilidade muito alta ao fator "Educação e Renda".

No MAPA 3 a vulnerabilidade apresenta uma progressiva espacialização do centro da cidade para as zonas periféricas. Quanto mais próximo do centro, maior a vulnerabilidade. Em Almeida (2010) é visto que os idosos têm maior vulnerabilidade pois podem possuir

dependência para realizar atividades rotineiras como locomoção, ou demandam de maior disponibilidade de serviços médicos em razão da idade.

Rezende (2016) entende que a mobilidade e a acessibilidade denotam riscos aos idosos, mesmo quando eles estão presentes em áreas com condições socioeconômica melhores. Chama-se atenção para as faixas de pedestres, calçadas, degraus e obstáculos existentes em calçadas, e do mesmo modo para os pontos de ônibus sem infraestruturas adequadas, obrigando os pedestres a esperarem o transporte sob a cobertura de lojas próximas aos pontos. Em Ituiutaba (MG) essa realidade também existe, principalmente na área central do bairro Centro (9), localidade essa com faixas de vulnerabilidade alta e muito alta ao fator “Presença de Idosos”.

Mapa 3 - Ituiutaba (MG): Vulnerabilidade social ao fator "Presença de Idosos" (2010)



Fonte: IBGE (2010). Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2016).

Em Ituiutaba (MG) existem mais de 13 mil idosos, dos quais, mais de 8 mil são os principais responsáveis pelos seus domicílios. Desses responsáveis, mais de 3700 são mulheres (IBGE, 2010). O MAPA 3 mostra que a maioria deles estão no bairro Centro (9), Platina (42) e sul do Setor Norte (62). Isso é facilmente explicado pois esses bairros são considerados tradicionais de Ituiutaba (MG), pois foram um dos primeiros a serem ocupados. Demandam do Poder Público Municipal investimentos em locomoção, em pontos de ônibus com infraestruturas adequadas, melhor sinalização de ruas, e fiscalização constante de calçadas, pois é comum a presença de obstáculos que impedem a passagem, oferecendo riscos, pois o idoso necessita ir para a rua para continuar o trajeto.

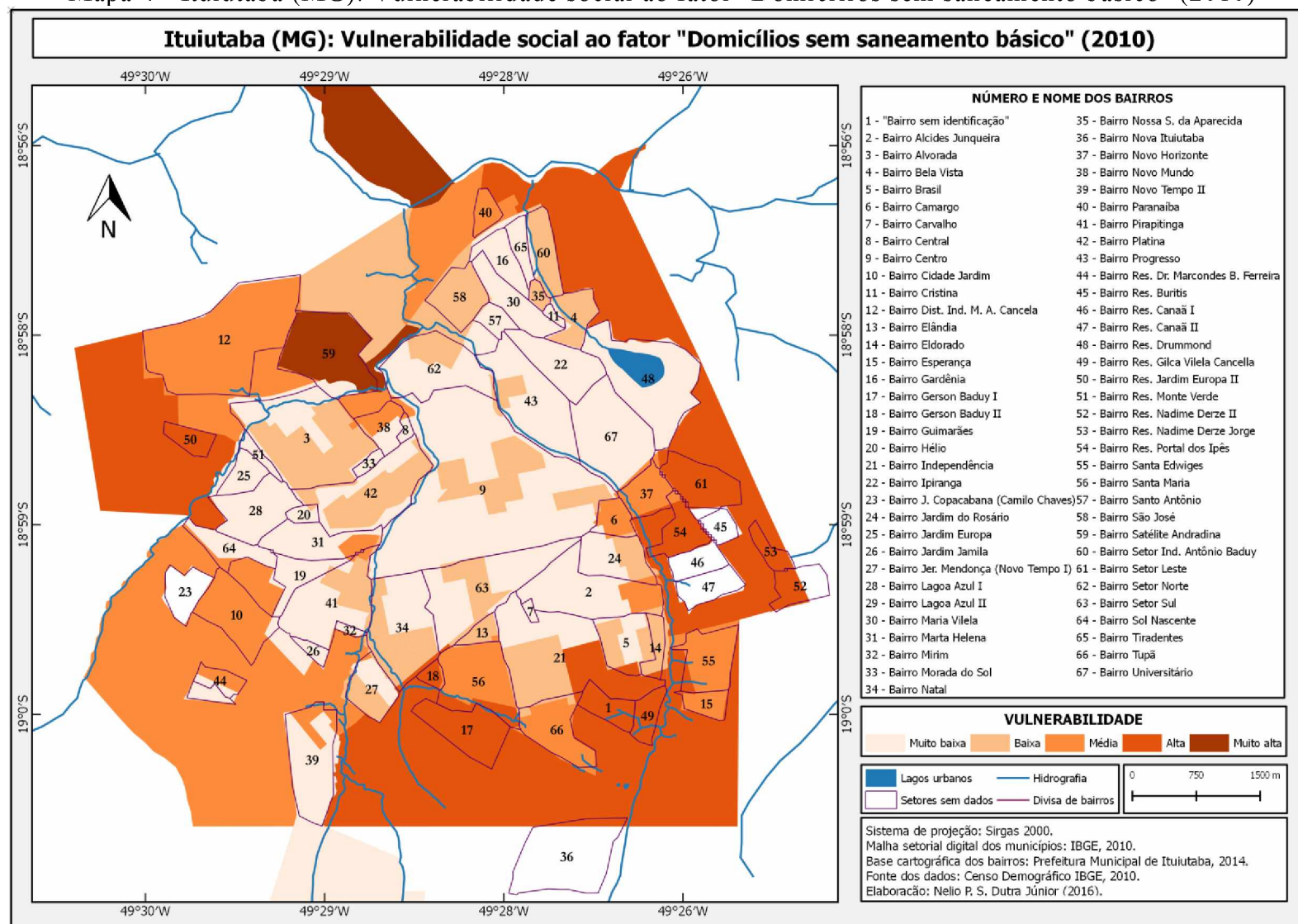
O MAPA 4 apresenta os domicílios sem abastecimento de água da rede geral, domicílios com lixo não coletado, domicílios com banheiro ou sanitário sem esgotamento sanitário via rede geral de esgoto/pluvial/fossa séptica, e domicílios precários. Os domicílios precários são os que se encontram com outra forma de ocupação, não sendo próprios, nem alugados nem cedidos. Casas sem energia elétrica e casas sem banheiro e nem sanitário também correspondem a domicílios precários.

Os riscos a saúde são evidentes. Quando o esgoto de origem humana não são despejados em locais adequados, eles podem poluir rios e solos. Se uma comunidade depende da água do nível freático ou se usa água de um rio para banhos ou uso comum, e esses são locais de descarte de dejetos humanos, o risco de contração de doenças é alto.

Do mesmo modo, nos setores onde existem “lixos não coletados”, entende-se que eles não são recolhidos pelo serviço de coleta de lixo municipal e/ou são descartados de forma incorreta, sendo queimados, enterrados ou até mesmo depositados sobre o solo. Motta e Mendes (1995) afirmam que lixos queimados liberam gás carbônico na atmosfera. Assim, se existem áreas na quais isso ocorre com frequência, a população vulnerável destes locais estão susceptíveis a riscos de ter ou aguçar doenças respiratórias diversas e/ou alergias.

Por outro lado, vulnerabilidade ao fator “Domicílios sem saneamento básico” segue um padrão diferente do fator “Presença de Idosos”, conforme pode ser visto no MAPA 4. Quanto mais próximo do centro, menor a vulnerabilidade. Quanto mais próximo das áreas periféricas, maior a vulnerabilidade.

Mapa 4 - Ituiutaba (MG): Vulnerabilidade social ao fator "Domicílios sem saneamento básico" (2010)



Fonte: IBGE (2010). Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2016).

Existem em Ituiutaba (MG) 256 domicílios com lixo não coletados, 221 em situações precárias, mais de 450 casas com banheiro ou sanitário sem esgoto da rede geral, e 456 domicílios sem abastecimento de água da rede geral (IBGE, 2010). Deve-se atentar para as regiões periféricas de Ituiutaba (MG), principalmente, para as que existem ocupações de locais sem infraestrutura básica, principalmente saneamento básico. A vulnerabilidade muito alta é vista no bairro Satélite Andradina (59). A FIGURA 33 mostra entulhos e lixos descartados de forma indevida em um terreno baldio nesse bairro.

Figura 33 - Descarte incorreto de lixo/entulho no bairro Satélite Andradina (2015)



Fonte: OLIVEIRA, Marcos da Costa (2015).
Disponível em: DUTRA JÚNIOR (2015).

A vulnerabilidade muito alta também foi encontrada na Vila Miisa, localizado ao norte de Ituiutaba (MG). Popularmente é conhecida como um local criado pelos frigoríficos que ali já se instalaram para servir de moradia aos trabalhadores. Atualmente está instalado o frigorífico JBS S/A, e embora não seja reconhecida como bairro, o que pode justificar a ausência de saneamento básico ofertada pela prefeitura, essa área possui 67 domicílios sem abastecimento de água da rede geral, e 67 domicílios com banheiro ou sanitário sem esgotamento sanitário via rede geral de esgoto, pluvial ou fossa séptica (IBGE,2010).

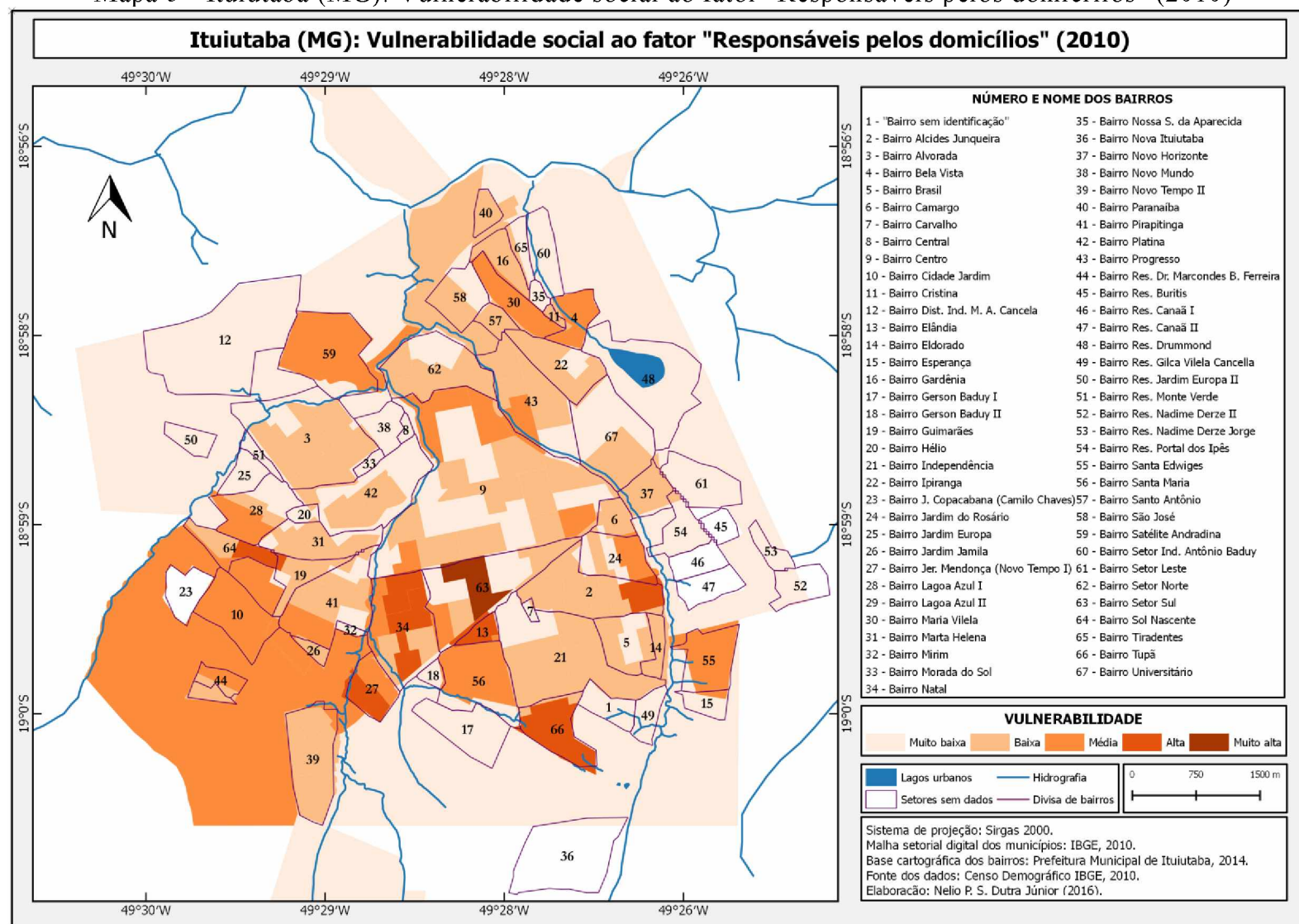
Do mesmo modo, a análise fatorial mostrou que os locais onde existem ausência de saneamento básico possuem correlação com as localidades nas quais tem casas sem energia elétrica. Isso reitera que esses bairros/setores normalmente são ocupados de forma irregular, pela falta de planejamento urbano que vise atender as demandas básicas da população mais carente, denotando situações conforme as apresentadas na figura e mapa supracitados.

O próximo fator a ser discutido está especializado no MAPA 5. Ele evidencia as classes de vulnerabilidade, com base na presença de pessoas vulneráveis que são responsáveis pelos domicílios.

Em relação a vulnerabilidade ao fator “Responsáveis pelos domicílios”, percebe-se situações mais preocupantes, com faixas de vulnerabilidade que variam entre média, alta e muito alta vulnerabilidade, em uma parte do bairro Setor Sul (63), no bairro Elândia (13), Natal (34), leste do Sol Nascente (64), Tupã (66), leste do bairro Junqueira (2) e sul do Novo Tempo I (27). A porção sudoeste de Ituiutaba (MG) possui, de modo geral, vulnerabilidades mais altas a este fator.

Crianças de 10 a 12 anos responsáveis pelos seus domicílios, pessoas que não possuem renda mas que também são os principais responsáveis pelas suas casas, como também mulheres de 10 a 19 anos responsáveis pelos domicílios, são as variáveis representadas nesse fator. Em Ituiutaba (MG) existem 2311 famílias nas quais o responsável pelo domicílio não possui renda e 133 domicílios com mulheres de 10 a 19 anos responsáveis. Deste modo, a maior parte dos bairros que possuem alta vulnerabilidade ao fator "responsáveis pelo domicílio" pode estar associado ao desemprego.

Mapa 5 - Ituiutaba (MG): Vulnerabilidade social ao fator "Responsáveis pelos domicílios" (2010)



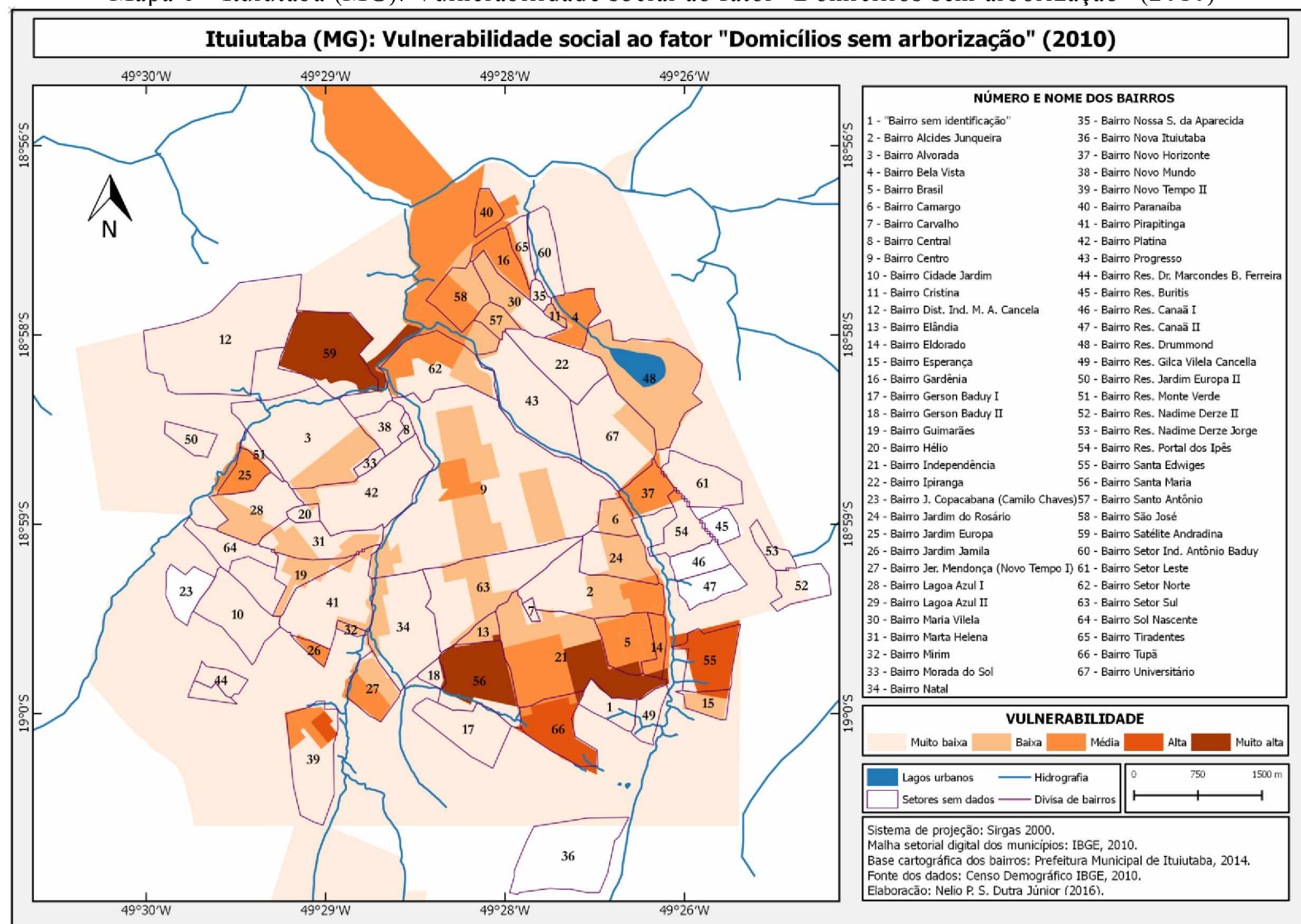
Fonte: IBGE (2010). Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2016).

Quando Rezende (2016, p.149) analisa a vulnerabilidade social referente aos responsáveis pelos domicílios, afirma que “Pode-se afirmar que na maioria das cidades, por não terem renda suficiente e nem um emprego que oportunize conciliar estudo e trabalho, grande parte da população acaba abandonando a escola para se responsabilizar pela família”.

O IBGE (2011, p.24) entende “Pessoa responsável pelo domicílio - para a pessoa (homem ou mulher), de 10 anos ou mais de idade, reconhecida pelos moradores como responsável pela unidade domiciliar”. Em Ituiutaba (MG), a porção do bairro Setor Sul (63) tem vulnerabilidade muito alta ao fator "Responsáveis pelos domicílios" e possui também vulnerabilidade alta ao fator "Presença de idosos". Isso pode revelar a presença de pessoas que mesmo com idades avançadas, são as principais responsáveis pelos seus domicílios e não possuem renda própria e/ou suficiente para mantê-los.

Por outro lado, a pessoa por ser mais velha, por cuidar a mais tempo da casa, ela pode se ver como a responsável pela família mesmo não possuindo renda, ou mesmo que sua renda não seja a maior e/ou principal. As vezes depende da renda de filhos ou de outros, mas, embora ela não seja a que sustente financeiramente a família, ela e os outros membros da casa podem vê-la como a principal responsável pelo domicílio. É uma visão tradicional de formação de um grupo familiar, mas que perpetua nos dias atuais.

Mapa 6 - Ituiutaba (MG): Vulnerabilidade social ao fator "Domicílios sem arborização" (2010)



Fonte: IBGE (2010). Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2016).

O MAPA 6 é resultado das variáveis que apontam os domicílios sem arborização e sem pavimentação, calçada, meiofio/guia. A análise fatorial permitiu alinhar essas variáveis, pois entendeu que a falta de arborização esta espacialmente relacionada com a falta de pavimentação/calçadas/meiofio/guia. Evidencia, no entanto, que o fator arborização possui maior carga fatorial.

Embora a variável relacionada a arborização será explorada na análise ambiental por meio de uma metodologia diferente da utilizada do IBGE, o fator arborização permite identificar as árvores próximas as residências que auferem a população melhor capacidade de resistir a um fenômeno de calor extremo. E do mesmo modo, avaliar, por meio da análise fatorial, qual o impacto desse fator no estudo geral.

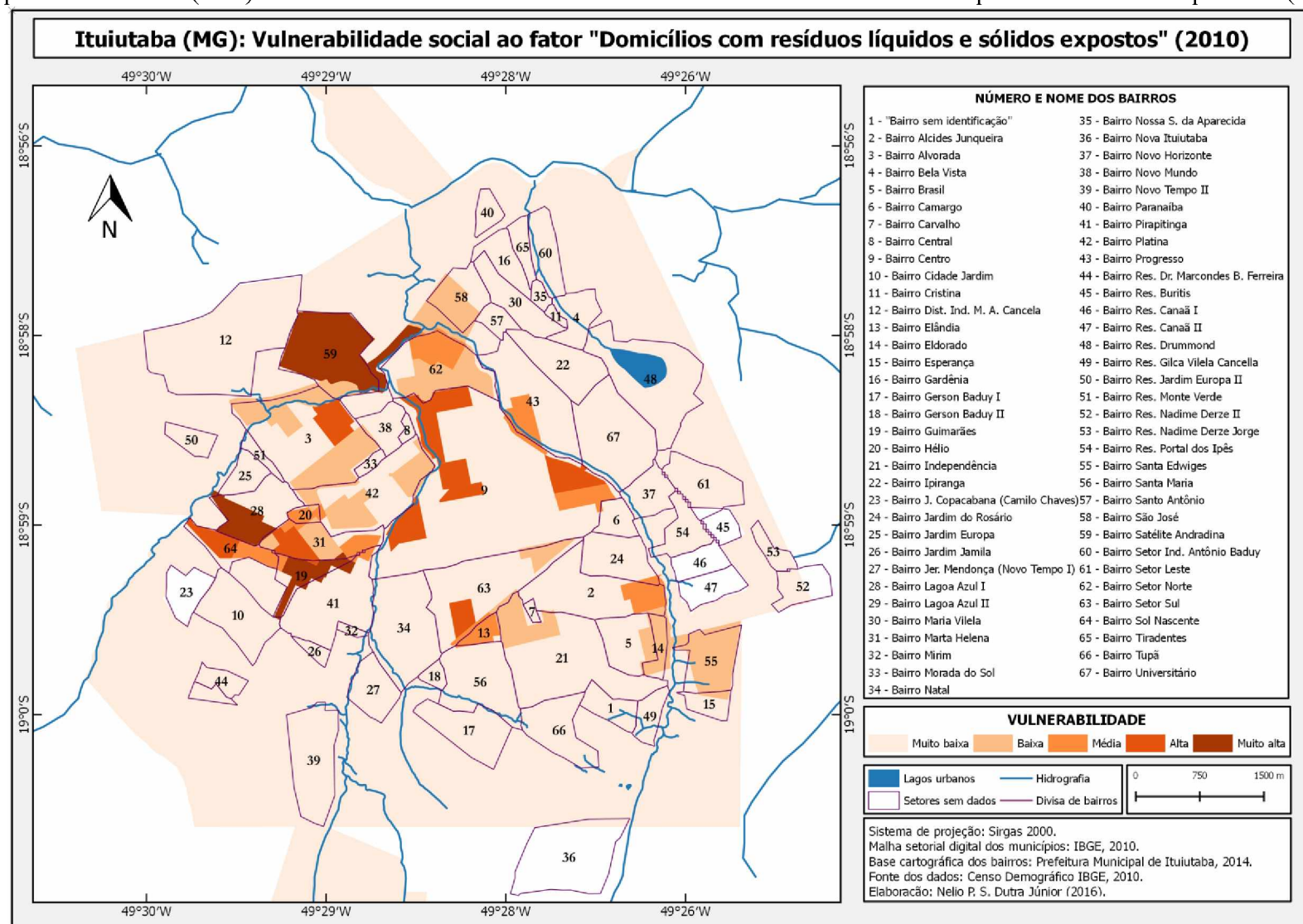
Do ponto de vista espacial, o fator "Domicílios sem arborização" possui vulnerabilidades maiores nas porções sul e norte de Ituiutaba (MG). A espacialização é similar ao do fator "Educação e Renda". Assim, muitos locais com maior presença de pessoas sem alfabetização e renda baixa, também são localidades vulneráveis ao fator "Domicílios sem arborização".

O MAPA 7 apresenta domicílios com esgoto a céu aberto e/ou com lixo acumulado nos logradouros. São locais onde existiam depósito e/ou acúmulo de lixo.

Para identificar os locais com esgoto a céu aberto, o IBGE (2016, p.28) pesquisou o entorno dos domicílios para verificar "se na face ou na sua face confrontante, existia vala, córrego ou corpo d'água onde habitualmente ocorria lançamento de esgoto doméstico; ou valeta, por onde escorria, na superfície, o esgoto doméstico a céu aberto".

Verifica-se que a vulnerabilidade a este fator atinge níveis mais alarmantes na porção oeste da cidade, atingindo faixas de vulnerabilidade muito alta nos bairros Lagoa Azul I (28), Guimarães (19) e mais ao norte no bairro Satélite Andradina (69). Algumas partes do bairro Centro (9) possui vulnerabilidade alta, principalmente na zona periférica central.

Mapa 7 - Ituiutaba (MG): Vulnerabilidade social ao fator "Domicílios com resíduos líquidos e sólidos expostos" (2010)



Fonte: IBGE (2010). Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2016).

Muitas dessas localidades com vulnerabilidade alta estão próximas a cursos de água urbano, conforme pode ser visto na FIGURA 34. Isso leva a entender que muitos domicílios ainda despejam esgoto em córregos, aumentando o risco de contração de diversas doenças transmissíveis pela água não potável. A proximidade com o córrego e a baixa infraestrutura dos domicílios também oferece riscos de solapamento e/ou erosão.

Figura 34 - Proximidade de residências com córrego urbano no leste do bairro Alcides Junqueira (2015)

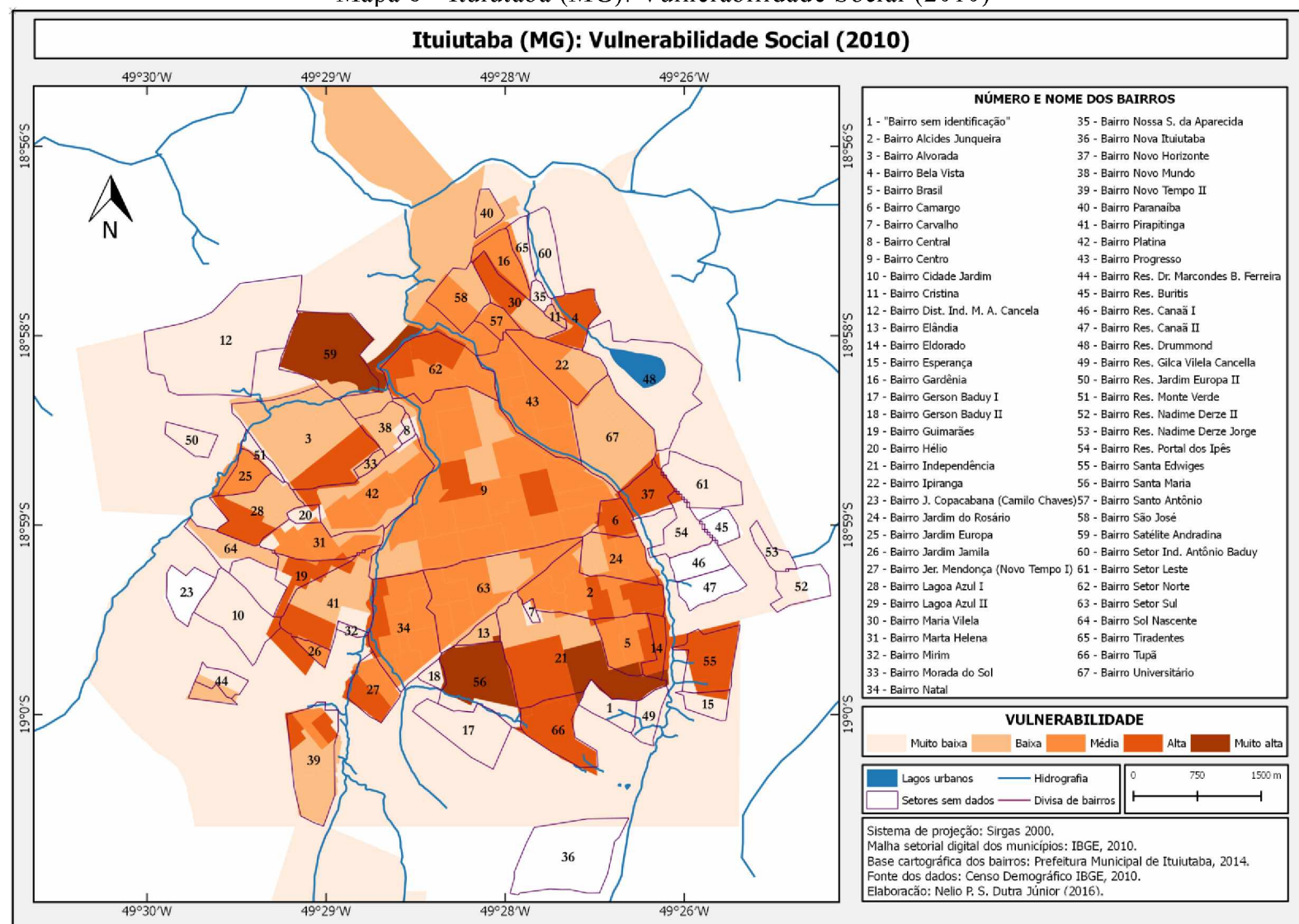


Fonte: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2015).

O MAPA 8 é produto da síntese dos fatores "Educação e Renda", "Presença de idosos", "Domicílios sem saneamento básico", "Responsáveis pelos domicílios", "Domicílios sem arborização" e "Domicílios com resíduos líquidos e sólidos expostos".

Ele corresponde a congruência de informações demográficas de cunho social que visa identificar a desvantagem da sociedade frente a diversos riscos que podem surgir. O mapa de vulnerabilidade social pode ser utilizado para planejadores urbanos, prefeituras, e subsidiar outras análises do espaço urbano.

Mapa 8 - Ituiutaba (MG): Vulnerabilidade Social (2010)



Fonte: IBGE (2010). Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2016).

De acordo com o mapa, quase 20 bairros possuem vulnerabilidade alta em pelo menos uma parte de sua área. Vulnerabilidade média é vista principalmente nas áreas adjacentes a vulnerabilidade alta. Destaque para o bairro Centro (9), que possui vulnerabilidade alta em algumas porções mais centrais, e vulnerabilidade média em praticamente toda sua área. Nos bairros Satélite Andradina (59), Santa Maria (56) e porção leste do Independência (21) foram encontradas faixas de vulnerabilidade muito alta. O que chama a atenção nesses bairros é a distância que eles estão da área central.

A TABELA 15 corresponde a quantidade de setores censitários nos quais encontraram cada uma das faixas de vulnerabilidade social. É a simples soma do quantitativo de setores apresentados no MAPA 8, separados por faixas de vulnerabilidade.

Tabela 15 - Quantidade de setores censitários por faixa de vulnerabilidade social (2010)

Vulnerabilidade (faixas)	Quantidade de Setores Censitários	Quantidade de Setores Censitários (%)
Muito baixa	19	13,48
Baixa	43	30,50
Média	53	37,59
Alta	23	16,30
Muito alta	3	2,13
Total	141	100,00

Fonte: Dados da Pesquisa.

Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2016)

A TABELA 15 é relevante pois demonstra a vulnerabilidade social pelo quantitativo de setores censitários, e não por área. Deste modo, é possível verificar que em 2,13 % dos setores de Ituiutaba (MG) possuem vulnerabilidade social muito alta, 16,30% alta, 37,59% média, 30,50% baixa, 13,48% muito baixa. Isso corresponde a 56,02% dos setores com vulnerabilidade social variando entre média, alta e muito alta, e 43,98% variando de muito baixa para baixa.

Assim, os bairros Satélite Andradina (59), Santa Maria (56) e leste do Independência (21) possuem vulnerabilidade social muito alta, e em proporção, com maiores situações de vulnerabilidade muito alta do que os bairros Residencial Portal dos Ipês (54) e Setor Leste (61) com vulnerabilidade muito baixa. Embora sejam vulnerabilidades extremas (muito alta e muito baixa), a muito alta possui maior número de situações e a muito baixa, maior número de setores censitários.

Entendendo que a maior parte da cidade, em numero de setores censitários, possui vulnerabilidade média/alta/muito alta, isso denota ao Estado um número relevante no intuito

de planejar o espaço urbano de Ituiutaba (MG) com a finalidade de oferecer saneamento básico, arborização adequada, políticas públicas voltadas a permanência do jovem na escola, acesso a educação de qualidade e trabalho.

Em quase 20% dos setores censitários foi diagnosticado vulnerabilidade social alta e muito alta. São valores preocupantes, que devem ser analisados com cautela pelos gestores públicos, pois podem indicar a presença de crianças que deveriam estar alfabetizadas mas não estão; idosos com baixa renda mas responsáveis pela manutenção de seus domicílios; locais com pobreza extrema, ou responsáveis com renda insuficiente para manter as despesas mínimas da residência; alta densidade demográfica; baixa presença de arborização, o que acentua a vulnerabilidade social e ambiental.

Podem corresponder também a áreas sem pavimentação; com falta de coleta de lixo; esgoto jogado a céu aberto; casas sem abastecimento de água; entre outras situações que além de auferir a essas localidades vulnerabilidade social alta/muito alta, podem contribuir para a baixa qualidade de vida da população residente.

4.2 – VULNERABILIDADE AMBIENTAL AO DESCONFORTO TÉRMICO

A vulnerabilidade ambiental ao desconforto térmico foi apresentada em quatro mapas, sendo os seguintes: MAPA 9 - ITUIUTABA (MG) - VULNERABILIDADE AMBIENTAL: DENSIDADE DEMOGRÁFICA (2010), MAPA 10 - ITUIUTABA (MG) - VULNERABILIDADE AMBIENTAL: ÍNDICE DE ARBORIZAÇÃO URBANA (2016), MAPA 11 - ITUIUTABA (MG) - VULNERABILIDADE AMBIENTAL: ÍNDICE DE PROXIMIDADE DE CURSOS DE ÁGUA/LAGOS (2016), MAPA 12 - ITUIUTABA (MG) - VULNERABILIDADE AMBIENTAL: ÍNDICE DE TEMPERATURA SUPERFICIAL POR SETOR CENSITÁRIO (2016) e a síntese MAPA 13 - ITUIUTABA (MG) - VULNERABILIDADE AMBIENTAL AO DESCONFORTO TÉRMICO (2016).

O MAPA 9 demonstra a densidade demográfica em Ituiutaba (MG) no âmbito da vulnerabilidade. Para tanto, utilizou-se a área do setor e a quantidade de moradores por domicílios. Assim, quanto maior a densidade demográfica, maior é a vulnerabilidade do setor.

Verifica-se que a população tende a se concentrar nos bairros localizados entre o centro e a zona periférica. Entre o limite da área urbana para com a área rural tem-se o perímetro periurbano. Nele é evidenciado vulnerabilidade "muito baixa".

No bairro Centro (9) a vulnerabilidade ambiental aplicada a densidade demográfica gradua de "baixa" para "alta" em sentido centro para zona periférica central. A maior parte do comércio da cidade concentra-se na área com vulnerabilidade "baixa", isso explica a baixa vulnerabilidade encontrada na porção central desse bairro.

Do mesmo modo, os setores com vulnerabilidade "muito baixa" referem-se a bairros que na época do recenseamento do IBGE em 2010 estava em construção, com baixa quantidade populacional, ou até mesmo sem dados pela ausência de população.

Um adentro aos os bairros Carvalho (7) e Mirim (32): embora sejam bairros habitados na época do Censo 2010, eles possuem uma das menores extensões territoriais de Ituiutaba (MG), e justamente neles existe vulnerabilidade "baixa" a densidade demográfica. Quando comparados com vulnerabilidade social (ver MAPA 8), percebe-se que em ambas localidades ela é "muito baixa".

Isso demonstra a presença de setores com baixa vulnerabilidade social e densidade demográfica, mas com população residente. Esses setores/áreas devem ser estudados com

maior profundidade para entender o processo de ocupação histórico-social, pois revelam locais na área urbana que podem ser modelos para auxiliar no planejamento de outras áreas.

Deve-se ressaltar também os bairros Novo Tempo I (27) e Natal (34), que além de possuírem alta densidade demográfica, também são bairros muito vulneráveis ao fator "Educação e Renda" (ver MAPA 2).

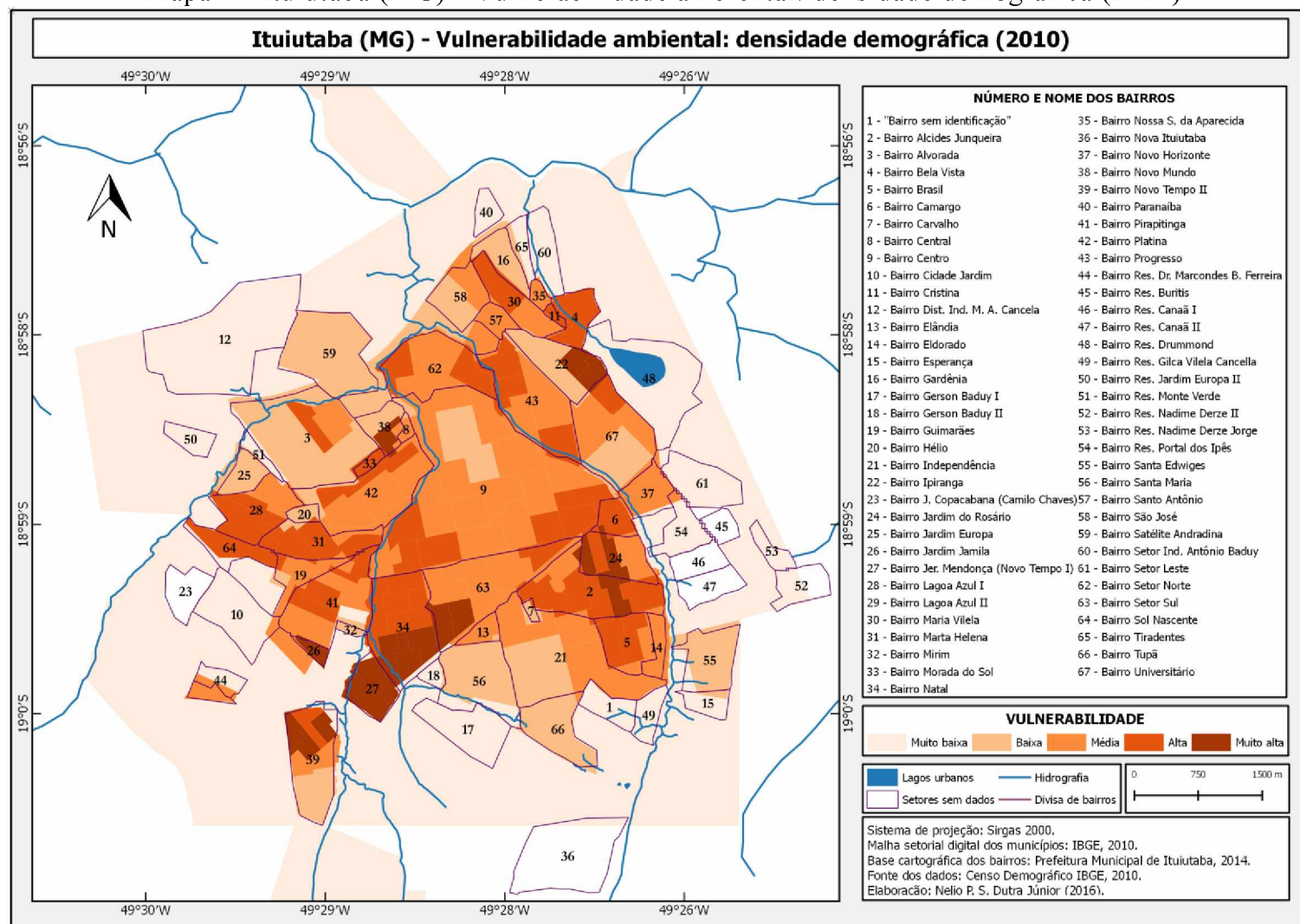
O MAPA 10 representa a vulnerabilidade ambiental em razão da ausência de arborização urbana. Quanto maior a vulnerabilidade, menor a quantidade de árvores/arborização por setor censitário.

Sabe-se que as árvores colaboram para a absorção dos gases causadores do efeito estufa. Elas contribuem para o baixo desconforto térmico em relação a altas temperaturas, pois além de absorverem CO₂, suas copas fazem sombras capazes de amenizar as temperaturas.

A quantidade de área arborizada existentes configura "média" para "muito alta" vulnerabilidade em praticamente toda a cidade. Deste modo, quando se compara a área total do setor com a área arborizada e gera-se o índice de arborização urbana, relativamente, a arborização corresponde a uma área total bem menor que as áreas do setor.

Destaca-se o bairro "Centro" (9) com valores discrepantes. Na maior parte tem-se "alta" ou "muito alta" vulnerabilidade, no entanto na porção central, possui uma pequena área com vulnerabilidade "muito baixa".

Mapa 9 - Ituiutaba (MG) - Vulnerabilidade ambiental: densidade demográfica (2010)



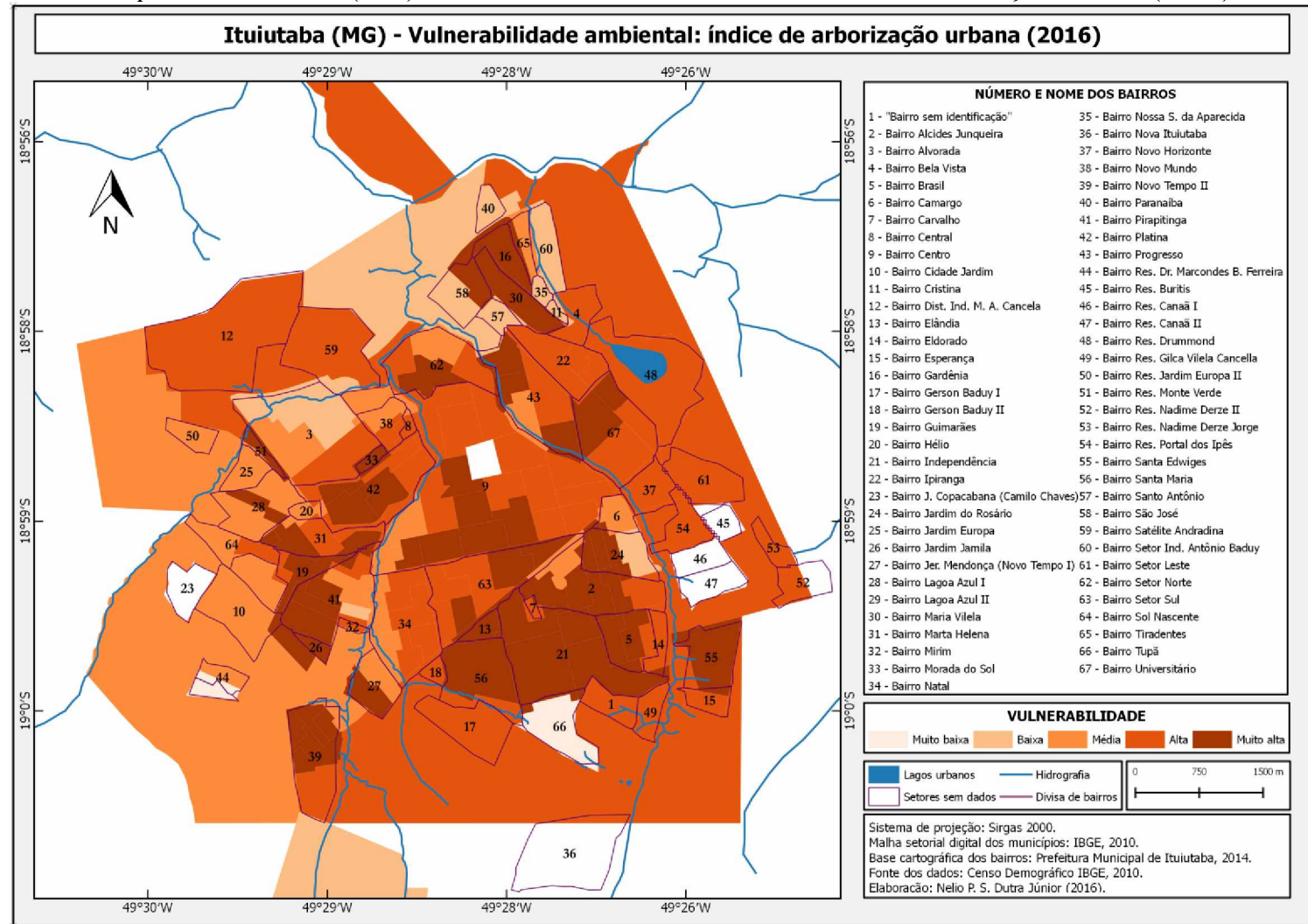
Fonte: IBGE (2010) e dados da pesquisa (2016). Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2016).

Essa área possui baixa densidade demográfica (ver MAPA 9) e vulnerabilidade “alta” ao fator presença de idosos (ver MAPA 3). Assim sendo, mesmo existindo idosos, que corresponde a uma faixa etária de maior vulnerável ao estresse térmico, essa localidade possui boa arborização em comparação com os outros setores da cidade. Isso ocorre, principalmente, em razão da presença da arborização da praça Conego Ângelo, onde está localizada a Prefeitura Municipal de Ituiutaba nas proximidades da Igreja Catedral Diocesana São José.

Os setores localizados no perímetro periurbano possuem vulnerabilidade "média" a oeste e "alta" a leste. Por serem setores com extensão territorial maior do que os outros, isso superestima os valores encontrados. Assim, embora a vulnerabilidade ao índice de arborização urbana seja preocupante nessas localidades, a densidade demográfica (ver MAPA 9) é baixa, indicando baixa presença de população residente.

Os bairros Residencial Marcondes Ferreira (44) e Tupã (66) também possuem "muito baixa" vulnerabilidade a presença de arborização, e portanto são bairros bem arborizados em comparação com os outros bairros da cidade. O que chama a atenção é que o bairro Tupã possui alta presença de arborização e "baixa" vulnerabilidade ao índice de temperatura superficial (ver MAPA 12), mas por outro lado, o bairro Residencial Marcondes Ferreira tem "alta" vulnerabilidade em razão da temperatura (ver MAPA 12). Isso leva a questionar que, embora seja um bairro relativamente arborizado, ele possui temperaturas altas atribuídas a outros fatores além da falta de arborização, como por exemplo ausência de rios próximos.

Mapa 10 - Ituiutaba (MG) - Vulnerabilidade ambiental: índice de arborização urbana (2016)



Fonte: IBGE (2010) e dados da pesquisa (2016). Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2016).

O MAPA 11 representa a vulnerabilidade ambiental calculada a partir do índice de proximidades de cursos de água/lagos. Para tanto, foi considerado se o setor possui algum córrego ou lago urbano em sua área, e a extensão territorial da área do setor.

A maior parte da cidade possui vulnerabilidade "muito alta" a esse índice. É de questionar que setores localizados no perímetro periurbano possuem vulnerabilidade "alta" e/ou "muito alta", mesmo existindo cursos de água ou lago. Mas isso se dá pois esses setores são os que têm as maiores áreas territoriais, e ao calcular o índice, o tamanho da área influencia no resultado final.

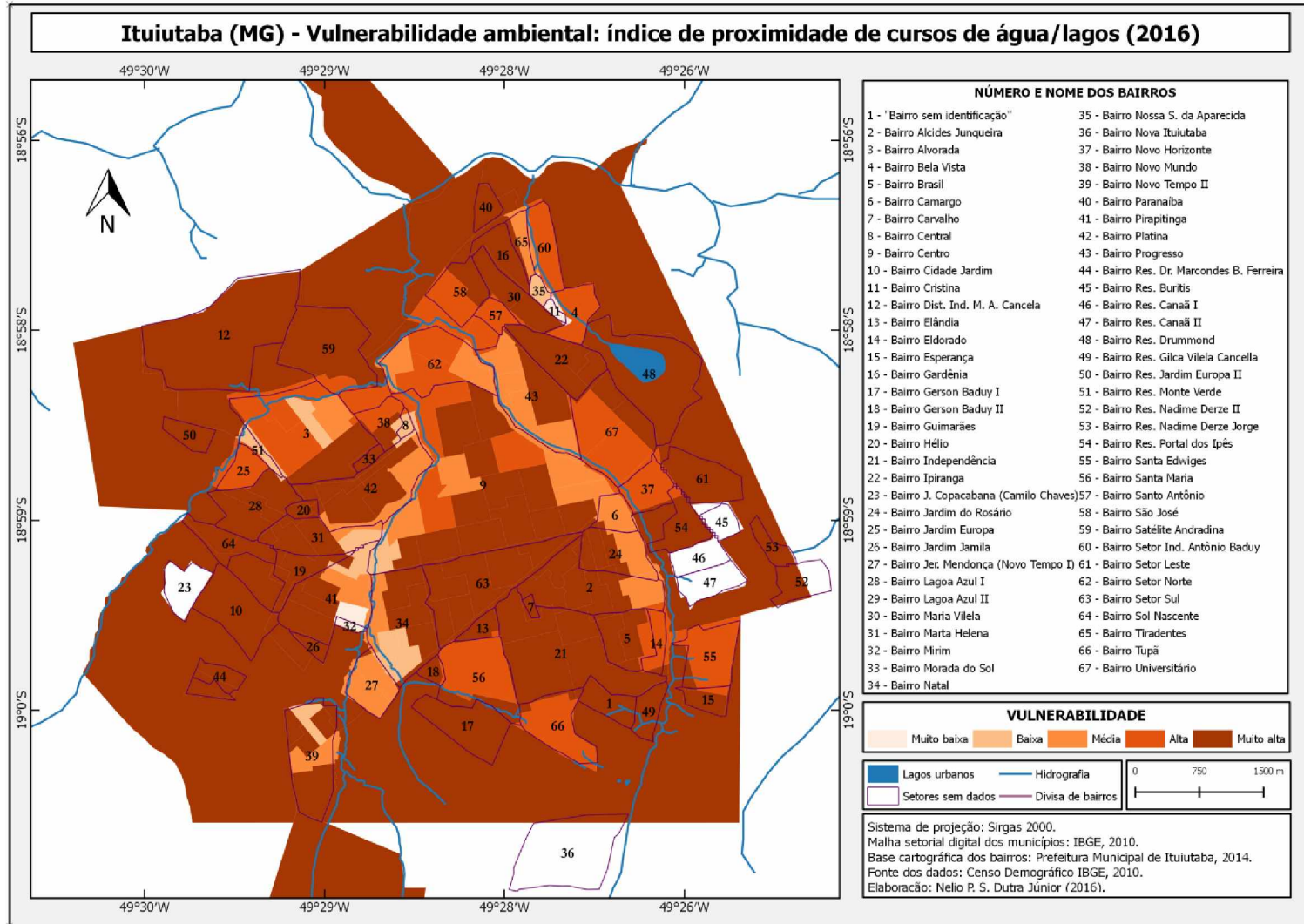
Estando próximo a rios urbanos, as temperaturas tendem a ser mais amenas pois as águas são capazes de estabilizar a temperatura que nelas incidem. Do mesmo modo, a umidade nessas proximidades, atrelada a presença de mata ciliar, favorece o conforto térmico. Deve-se investir em preservação de rios urbanos e de sua mata ciliar, para assim reduzir a vulnerabilidade ao desconforto térmico das áreas urbanas.

Observa-se que os setores com a presença de rios/lagos que possuem as menores áreas são os que tem vulnerabilidade “muito baixa” e “baixa”. Neles a presença da hidrografia impacta substancialmente no índice final. São áreas que precisam ser estudadas com maior rigor, pois qualquer alteração no canal fluvial como por exemplo canalização/impermeabilização, pode impactar diretamente nos índices finais que estudam o desconforto térmico.

Destaca-se a baixa vulnerabilidade encontrada nos bairros Novo Tempo I (27) e em praticamente toda a extensão do bairro Camargo (6). Igualmente, a vulnerabilidade "média" atinge praticamente toda a área do bairro Setor Industrial Antônio Baduy (60), Bela Vista (4), Novo Horizonte (37), Santa Edwiges (55), Tupã (66), Santa Maria (56), em quase todo o Universitário (67) e no Jardim Europa (25).

Os bairros com valores preocupantes (vulnerabilidade “muito alta”) ficam localizados próximos aos divisores de águas, e embora a altitude tende a influenciar na temperatura, pois os divisores estão localizados nas partes mais altas do relevo, a falta de rios urbanos impacta de forma direta no conforto térmico pelas razões já mencionadas.

Mapa 11 - Ituiutaba (MG) - Vulnerabilidade ambiental: índice de proximidade de cursos de água/lagos (2016)



Fonte: IBGE (2010) e dados da pesquisa (2016). Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2016).

A temperatura superficial baseia-se na quantidade emitida por um corpo, ou seja, sua radiação. Entendendo que a emissão é proporcionalmente igual a absorção, quando uma área emite valores altos, pode-se conjecturar que estando nessas localidades, evidentemente, o desconforto térmico será maior.

A vulnerabilidade ambiental ao índice de temperatura superficial (MAPA 12) apresenta valores preocupantes no perímetro periurbano, com valores que variam de vulnerabilidade "alta" a "muito alta". Isso ocorre porquanto a falta de cobertura vegetal e solo exposto favorece a absorção de temperatura, e o aumento da temperatura superficial.

As áreas quais foram encontrados os maiores valores de temperatura superficial, atingindo valores alarmantes de 36,5 °C (ver Figura), são locais com remoção de cobertura vegetal para expansão urbana e/ou áreas naturalmente sem arborização.

Do mesmo modo, os menores valores foram encontrados nos lagos urbanos, rios, nas áreas com presença de arborização em praças, e nos locais adjacentes aos citados. Isso demonstra que o incentivo a praças arborizadas favorecem o conforto térmico.

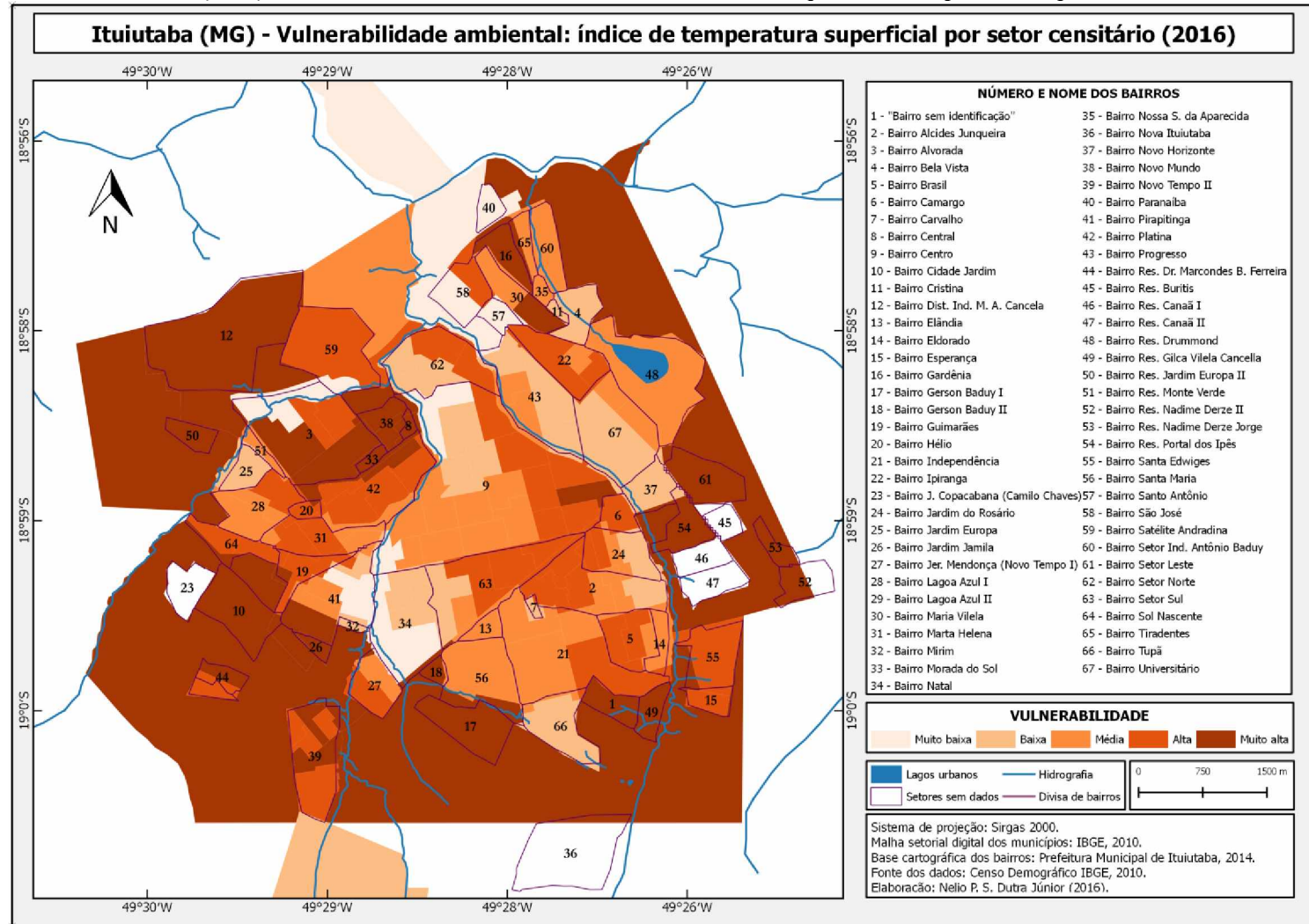
No bairro Centro (9), em sua área central, encontra-se vulnerabilidade "baixa" mesmo sendo majoritariamente ocupada pelo comércio. Como já foi dito, isso ocorre em razão da presença dessa localidade a praças arborizadas.

Alguns bairros possuem toda sua área em setores com vulnerabilidade "muito alta" a temperatura superficial. São os seguintes: Novo Mundo (38), Central (8), Morada do Sol (33) e Gardênia (16). Ressalta-se também a "muito baixa" vulnerabilidade a esse índice, de parte do bairro Natal (34), norte do Alvorada (3), norte do Centro (9), parte do São José (58) e Santo Antônio (57).

Algumas localidades necessitam de atenção, por exemplo: comparando o mapa de vulnerabilidade a presença de idosos (ver MAPA 3) com a temperatura superficial por setor (MAPA 12), atesta que praticamente em todo o bairro Centro (9) tem-se grande presença de idosos, e do mesmo modo, vulnerabilidade "média" para "alta" à temperatura superficial nessas mesmas localidades.

Igualmente, tem-se na região “centro-sul” do bairro Centro (9) "muito alta" vulnerabilidade a arborização urbana (ver MAPA 10) e praticamente em quase todo o restante de área, "alta" vulnerabilidade ao índice de arborização. É uma localidade que necessita de investimentos em arborização de calçadas e manutenção de praças arborizadas, porquanto existe a presença de uma população muito vulnerável ao desconforto térmico.

Mapa 12 - Ituiutaba (MG) - Vulnerabilidade ambiental: índice de temperatura superficial por setor censitário (2016)



Fonte: IBGE (2010) e dados da pesquisa (2016). Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2016).

A vulnerabilidade ambiental ao desconforto térmico corresponde a síntese dos índices densidade demográfica, arborização urbana, proximidade de cursos de água/lagos e temperatura superficial por setor censitário. Ela está sendo representada espacialmente no MAPA 13: quanto mais alto os valores negativos que favorecem o desconforto térmico em razão de altas temperaturas, maior a vulnerabilidade.

Os valores extremos não possuem distribuição espacial setorizada. Tem-se vulnerabilidade ambiental ao desconforto térmico em bairros localizados desde ao norte de Ituiutaba (MG), bem como ao sul, leste e oeste. Os maiores valores, no entanto, não estão presentes no perímetro periurbano.

Alguns bairros destacam-se, uma vez que possuem vulnerabilidade "alta" e/ou "muito alta". São os seguintes: Maria Vilela (30), Gardênia (16), Alcides Junqueira (2), parte sudeste do Ipiranga (22), Morada do Sol (33), sul do Alvorada (3), grande parte do Platina (42), Marta Helena (31), Guimarães (19), Sol Nascente (64), centro e sul do Novo Tempo II (39), leste do Independência (21), Brasil (21) e sul do Novo Tempo I (27).

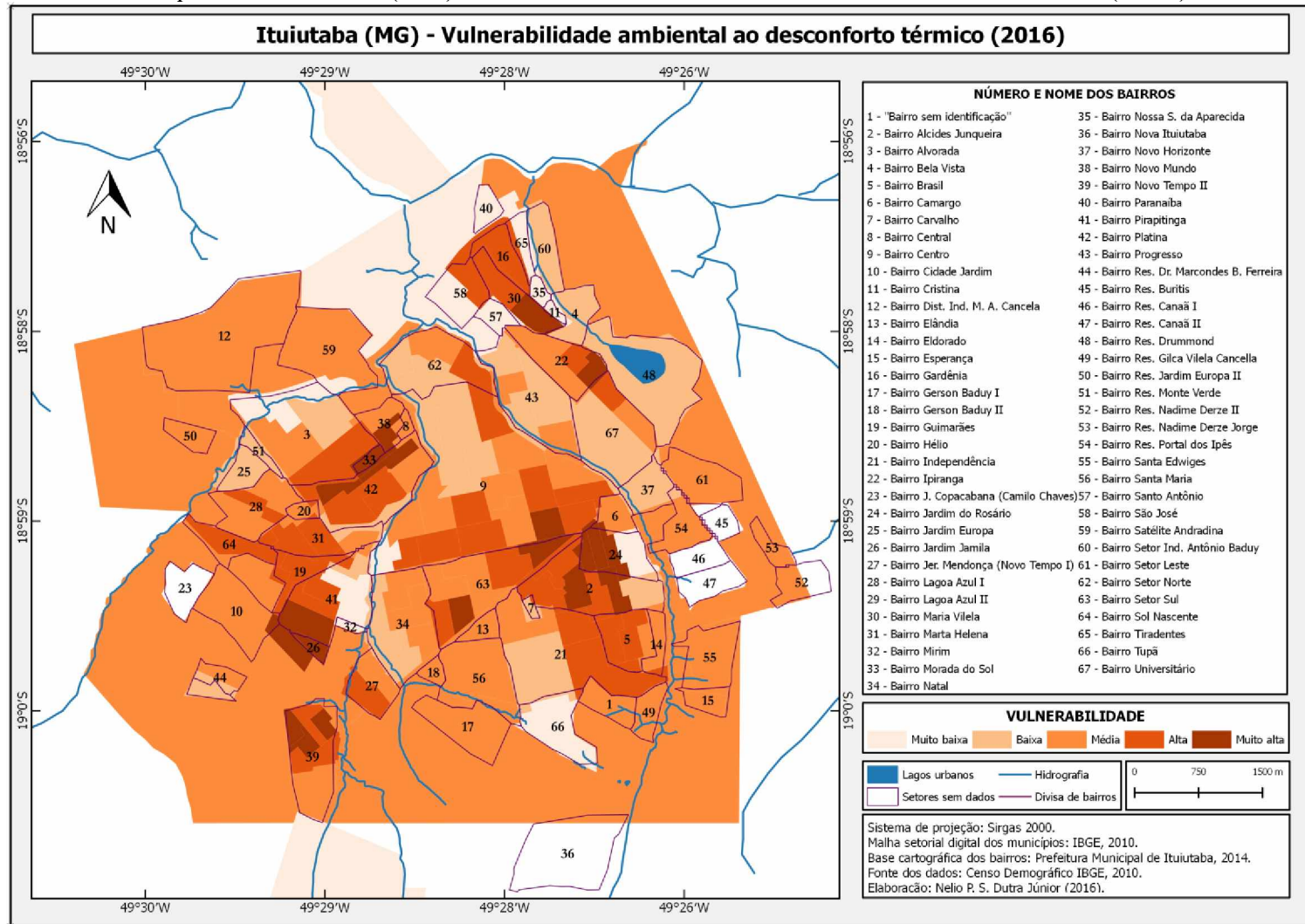
Com vulnerabilidade "muito baixa" destaca-se o bairro Tupã (66), Santo Antônio (57), Tiradentes (65), Nossa Senhora da Aparecida (35), Cristina (11), Mirim (32), leste do Pirapiranga (41), norte do Alvorada (3) e leste do Jardim do Rosário (24).

Entender a vulnerabilidade ambiental em Ituiutaba (MG) na conjuntura do desconforto térmico possui relevância, quando considera-se que Ituiutaba (MG) possui uma das maiores temperaturas no pontal do Triângulo Mineiro em razão de suas características físico geográficas.

Os bairros com vulnerabilidade "baixa" e "muito baixa" devem ser analisados com maior afinco, porquanto representam locais em Ituiutaba (MG) pouco vulneráveis ao desconforto térmico quando comparados com as outras áreas da cidade. Isso pode favorecer no desenvolvimento de políticas públicas para auxiliar na diminuição da vulnerabilidade ambiental, e no aumento do conforto térmico nas áreas vulneráveis.

As áreas com vulnerabilidade "média", "alta" e "muito alta" correspondem a maior parte da cidade. Isso denota a necessidade de viabilização de ações em boa parte da área urbana de Ituiutaba (MG), no sentido de diminuir a vulnerabilidade ambiental ao desconforto térmico.

Mapa 13 - Ituiutaba (MG) - Vulnerabilidade ambiental ao desconforto térmico (2016)



Fonte: IBGE (2010) e dados da pesquisa (2016). Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2016).

Ao comparar o mapa de vulnerabilidade ambiental ao desconforto térmico (MAPA 13) com o mapa de vulnerabilidade social (MAPA 8), visualmente é percebido que os valores não possuem correlação. Todavia, para atestar os resultados, aplicou-se o coeficiente de correlação linear de Person e foi diagnosticado praticamente ausência de correlação, com resultado 0,1 (fraca positiva).

Isso não indica causalidade, ou seja, não afirma que um fenômeno é causa de outro. No entanto, demonstra, por exemplo, que nos locais onde são encontrados valores de vulnerabilidade ambiental alta, não necessariamente haverá vulnerabilidade social alta. Igualmente, faz-se relevante entender que essa ausência de correlação justifica o estudo da vulnerabilidade ambiental em conjunto com a social, porquanto, estudar uma localidade apenas por um viés não permitirá análises integradas de vulnerabilidade na conjuntura socioespacial.

4.3 – VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL AO DESCONFORTO TÉRMICO EM ITUIUTABA

O mapa de vulnerabilidade socioambiental permite analisar uma localidade pelo viés social e ambiental, e deste modo, entender de forma melhor a dinâmica socioespacial das cidades. É um instrumento capaz de auxiliar no planejamento público, sobretudo, em planos diretores e no aporte ao uso e ocupação do solo.

O mapa de vulnerabilidade socioambiental ao desconforto térmico (MAPA 14) é resultado da combinação dos mapas de vulnerabilidade social e vulnerabilidade ambiental. Em Ituiutaba (MG) existem áreas com convenção de elementos socioambientais extremos, para mais ou para menos, que precisam ser analisados em conjunto para favorecer a tomada de decisão, e reduzir o desconforto térmico da população vulnerável.

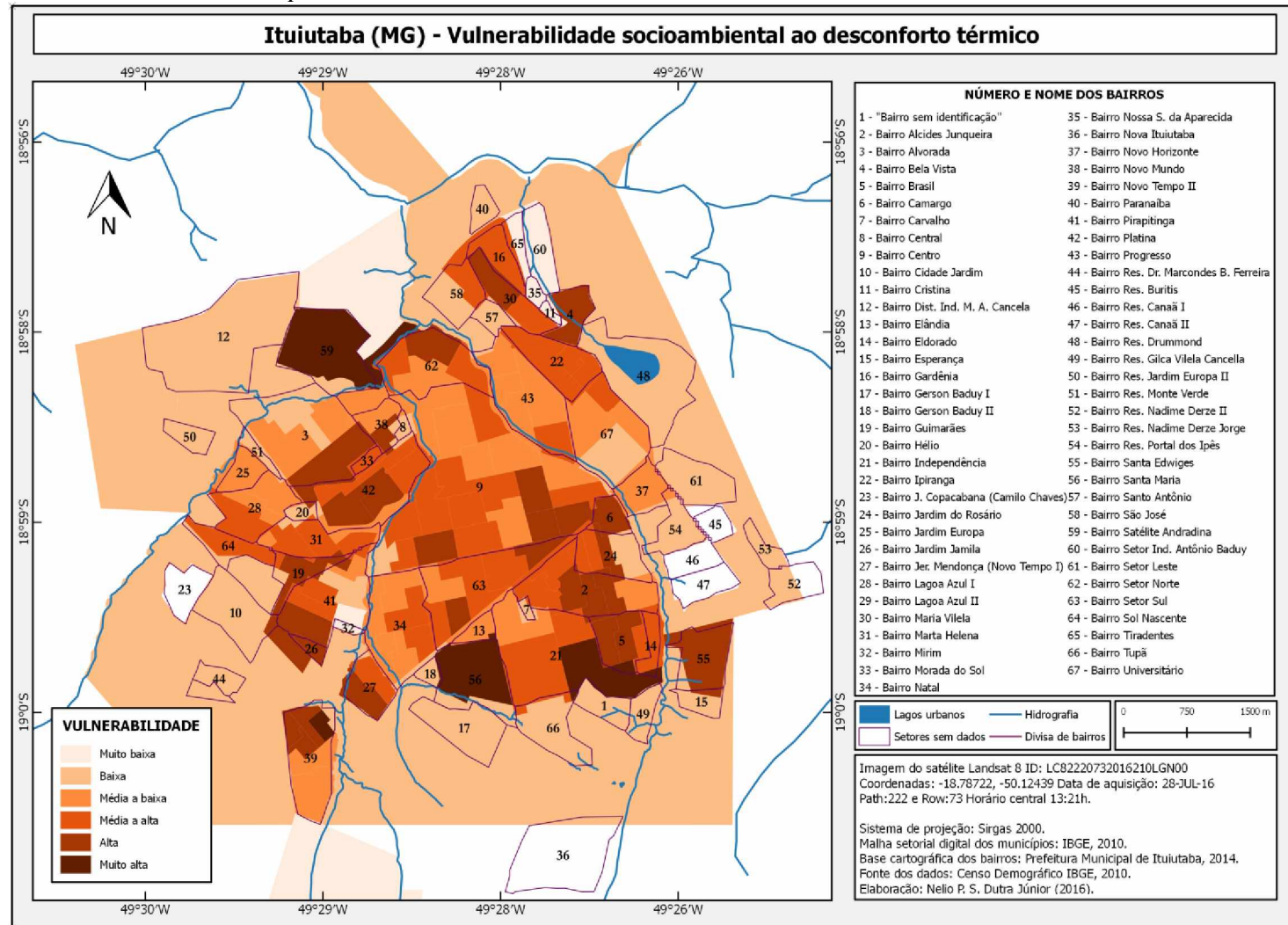
O mapa de vulnerabilidade socioambiental foi representado em 6 classes sendo as seguintes: "muito baixa", "baixa", "média a baixa", "média a alta", "alta" e "muito alta".

Os bairros Cristina (11), Nossa Senhora da Aparecida (35), Tiradentes (65), Setor Industrial Antônio Baduy (60) e Mirim (32) possuem vulnerabilidade "muito baixa". Como já foi dito, essas localidades possuem mais de 10 anos de existência, e por isso são bairros que já estão com população residente. Neles, a conjuntura socioespacial deve ser analisada na perspectiva de entender o processo histórico de ocupação, para assim, talvez, auxiliar no planejamento de áreas mais vulneráveis.

Do mesmo modo, a vulnerabilidade "muito baixa" foi encontrada em praticamente todos os setores do perímetro periurbano. Por outro lado, as maiores temperaturas superficiais (MAPA 15) também estão localizadas nessas áreas. Na maior parte desses setores existem bairros que estão em construção, ou com venda de lotes e casas para construção futura.

Logo, se atualmente tem-se temperatura superficial alta, caso não seja feito um planejamento adequado das futuras habitações para favorecer o conforto térmico, como também o plantio de árvores nos calçamentos, provavelmente em pouco tempo ter-se-á vulnerabilidade alta ao desconforto térmico em várias áreas que hoje correspondem ao perímetro periurbano.

Mapa 14 - Vulnerabilidade socioambiental ao desconforto térmico



Fonte: IBGE (2010) e dados da pesquisa (2016). Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2016).

Verificou-se vulnerabilidade "alta" nos seguintes bairros: alguns locais do Centro (9); parte do Platina (42); sul do Alvorada (3); Guimarães (19); Jardim Jamila (26); norte do Novo Tempo II (39); parte do Novo Tempo I (27); Camargo (6); área central do Alcides Junqueira (2); Brasil (5); Santa Edwiges (55); Bela Vista (4); norte do Maria Vilela (30); sul do Pirapitinga (41); e em algumas partes do Setor Sul (63).

Os bairros Santa Maria (56), leste do Independência (21) e Satélite Andradina (59) possuem valores preocupantes com vulnerabilidade "muito alta". São localidades que além de possuírem infraestrutura precária, falta de rede de esgoto adequada e arborização, tem também concentração de população de baixa renda. Os dados da pesquisa (IBGE, 2010) indicaram que no bairro Satélite Andradina existem 260 crianças com menos de 1 ano até 12 anos de idade, 389 pessoas responsáveis por domicílios com rendimento mensal de até 3 salários mínimos e pelo menos 28 pessoas responsáveis pelo domicílio sem rendimento mensal.

Desses responsáveis, 91 pessoas declararam não ser alfabetizadas, e 99 são idosos com 60 anos de idade ou mais. Desses idosos, pelo menos 56, além de ser os responsáveis pelos domicílios, também não são alfabetizados. Cita-se também que nesse bairro possuem 28 mulheres com mais de 60 anos responsáveis por seus domicílios, e dessas, 22 não são alfabetizadas. No total, no Satélite Andradina existem 145 idosos de 60 anos ou mais.

Além disso, foram constatados 36 casos de pobreza extrema (OSÓRIO; SOUZA, 2012; IPEA, 2015). Outrossim, foi verificado a existência de 126 domicílios sem arborização, 21 sem abastecimento de água da rede geral e 24 domicílios com lixo não coletado. Em vista disso, se o lixo não é coletado, evidentemente ele será despejado em locais inadequados como rios, enterrado, ou até mesmo queimado.

Acrescente-se que, ainda no Satélite Andradina, foram encontrados 47 domicílios com esgoto via fossa rudimentar, esgotamento via vala, rio, ou lago, ou destinação de esgoto via outro escoadouro. Do mesmo modo, em 68 domicílios foi verificado lixo acumulado nos logradouros. Inclusive, pelo menos 1023 casas não tem pavimentação/calçada e/ou meiofio.

No bairro Santa Maria, os resultados também foram alarmantes. Foram identificados 161 domicílios sem arborização e 726 domicílios particulares permanentes sem pavimentação, sem calçada e sem meiofio/guia.

Não apenas, existem no Santa Maria 304 crianças com menos de 1 ano até 12 anos de idade, 373 responsáveis por domicílios com rendimento nominal de até 3 salários mínimos e 28 responsáveis sem rendimento mensal. Desses responsáveis, 74 não são alfabetizados.

Existem, inclusive, 71 idosos responsáveis pelos domicílios, e desses, 31 não são alfabetizados. Ao todo existe nesse bairro 104 idosos com mais de 60 anos de idade, e do total de idosos, 49 não são alfabetizados. Esse bairro denota a existência de pelo menos 20 mulheres responsáveis por domicílios com 60 anos de idade ou mais, e 31 casos de pobreza extrema.

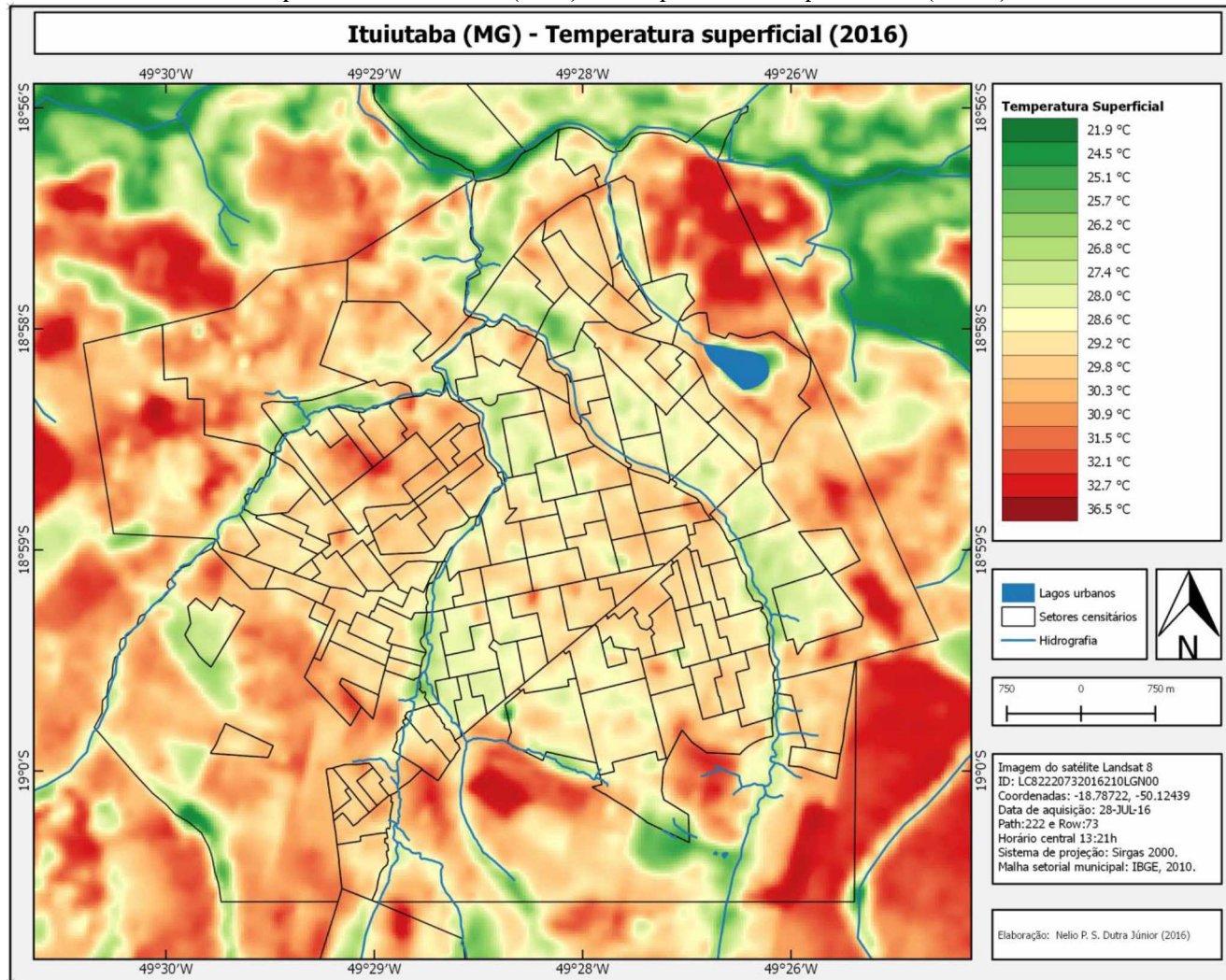
Por fim, cita-se também os resultados encontrados no leste do bairro Independência, tendo em vista que nele também foi encontrado vulnerabilidade socioambiental "muito alta" ao desconforto térmico. Nele existem 294 crianças com menos de 1 ano até 12 anos de idade e 350 responsáveis por domicílios que recebem até 3 salários mínimos. Não apenas, foi verificado a existência de 17 responsáveis por domicílios que não possuem rendimento mensal.

Ademais, no leste do bairro Independência existem 50 responsáveis por domicílios particulares permanentes não alfabetizados, 74 idosos responsáveis pelos domicílios, e desses idosos, 24 não são alfabetizados. Nesse setor moram no total 121 idosos, e desses, 36 não são alfabetizados. Do total de idosos responsáveis por domicílios, 29 são mulheres. Desse total de mulheres responsáveis, 20 não são alfabetizadas. E finalmente, foram diagnosticados 29 domicílios em situação de pobreza extrema.

Além disso, no leste do bairro Independência verificou a existência de 75 domicílios sem arborização, 23 domicílios sem abastecimento de água da rede geral e desses, 8 domicílios são casas com abastecimento de água em poço ou nascente na propriedade. Nele, existem 21 casas com lixo não coletado.

Verificou-se também a existência de 15 domicílios permanentes precários, isto é, domicílios sem energia elétrica, sem banheiro e/ou com outra condição de ocupação. Foram identificados 24 domicílios sem iluminação pública, e desses, 12 são próprios, 4 são alugados e 8 são cedidos. Inclusive, apenas no leste do bairro Independência existem pelo menos 28 domicílios particulares permanentes com banheiro ou sanitário sem esgotamento sanitário via rede geral de esgoto, pluvial ou fossa séptica e 750 domicílios sem pavimentação, sem calçada e/ou sem meiofio/guia.

Mapa 15 - Ituiutaba (MG): Temperatura superficial (2016)



Elaborado por: DUTRA JÚNIOR, N.P.S. (2016).

Além do exposto, pode ser verificado que nos bairros Satélite Andradina, Santa Maria e leste do Junqueira existem locais que atingiram a temperatura superficial de até 32,7 °C, conforme MAPA 15. Deve-se considerar, ainda, que na data de passagem do satélite em 28 de julho de 2016, a temperatura superficial em Ituiutaba (MG) predominou praticamente de 29 °C a 33 °C (MAPA 15). Salienta-se, ainda, que existiram setores que chegaram a 36,5 °C.

De acordo com dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2016), no dia 28 de julho de 2016, às 14h, horário aproximado da passagem do satélite, a temperatura mínima na estação Ituiutaba-A512 era de 27,6 °C e a máxima 30,5 °C. Verificou-se também a máxima do dia às 18h, com 33,3 °C. Foi verificado ausência de precipitação. Isso indica que as temperaturas superficiais mensuradas pelo satélite corroboram com os dados meteorológicos da estação Ituiutaba-A512.

Com efeito, o MAPA 15 comprova que áreas nas quais estão localizadas lagos e cursos de água, realmente possuem temperaturas menores quando comparadas a outras existentes, chegando em alguns locais a 21,9 °C. Além disso, verifica-se temperaturas menores que 25 °C nos locais onde existem parques e praças com árvores, atestando a importância de preservação de áreas verdes.

E por fim, quando compara-se o mapa de vulnerabilidade socioambiental ao desconforto térmico (MAPA 14) com o mapa de temperatura superficial (MAPA 15), percebe-se que os dados mais preocupantes de vulnerabilidade, "média alta", "alta" e "muito alta", convergem em maior parte com os locais com temperatura superficial superior a 30 °C.

5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A temperatura superficial na área urbana de Ituiutaba (MG) predominou dos 29 °C aos 33 °C. Foi constatado a existência de áreas com temperatura superficial de até 36,5 °C.

Valores preocupantes foram verificados em 20 bairros com vulnerabilidade social alta em pelo menos uma parte de suas respectivas áreas.

Deve-se propor novos estudos urbanos, ambientais, geográficos e demográficos com a finalidade de criar medidas socioambientais direcionadas aos bairros Satélite Andradina, Santa Maria e leste do Independência, tendo em vista que foi verificado vulnerabilidade "muito alta" nessas localidades.

A vulnerabilidade ambiental ao desconforto térmico atingiu a classe "alta" e "muito alta" em vários setores censitários correspondentes a 14 bairros. Foram identificadas áreas com praticamente nenhuma arborização, e outras, principalmente no perímetro periurbano, com valores de temperatura superficial acima de 33 °C.

Os objetivos propostos nessa pesquisa foram alcançados conforme planejado. A bibliografia possibilitou entender abordagens distintas dos conceitos de risco, vulnerabilidade, vulnerabilidade ambiental, vulnerabilidade social e vulnerabilidade natural.

O trabalho permitiu corroborar a hipótese apontada, tendo em vista que foram localizadas setores nos quais os impactos ambientais e os sociais convergiram para identificar a vulnerabilidade socioambiental ao desconforto térmico.

Evidentemente, foi possível compreender a espacialização da temperatura superficial da área urbana de Ituiutaba (MG), a (des) concentração de árvores na malha urbana, quais são os setores mais próximos dos cursos de água, bem como as áreas com maior densidade demográfica.

Por conseguinte, os 6 fatores de vulnerabilidade social possibilitou comparar diferentes dados sociodemográficos e econômicos por meio de mapas sintéticos.

Os mapas gerados podem auxiliar no planejamento urbano de Ituiutaba (MG), ou subsidiar outras pesquisas acadêmicas que visam compreender as relações socioambientais na cidade em estudo.

A metodologia empregada apresentou-se adequada para essa escala de análise, contudo, para trabalhos que visam estudar cidades maiores que Ituiutaba (MG), ou várias cidades de uma microrregião, aconselha-se o uso de outras técnicas para identificar as áreas

com vegetação/arborização, como por exemplo o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), tendo em vista que, dependendo da dimensão do trabalho, torna-se inviável e trabalhoso localizar manualmente as árvores presentes na área urbana.

Para próximos estudos, recomenda-se testar o uso de Modelo Digital de Elevação (MDE) com mapas de temperatura superficial. Ademais, para estudos aprofundados de temperatura superficial, indica-se a comparação de imagens de diferentes meses do ano para gerar um mapa síntese ou até mesmo comparar a variação de temperatura no decorrer dos meses.

A resolução espacial da imagem do Landsat 8 apresentou adequada para esta pesquisa. No entanto, para as áreas de estudo de temperatura superficial localizadas na parte central da cena das imagens Landsat 7 que não foram comprometidas radiometricamente pelo erro SLC-OFF, aconselha-se comparar os resultados das imagens do Landsat 7 com as imagens do Landsat 8 para averiguar qual atende melhor a pesquisa.

Esta pesquisa tem a pretensão de colaborar nos estudos de vulnerabilidades social e ambiental, e do mesmo modo, espera-se que os resultados aqui gerados possam, sobretudo, auxiliar no entendimento da espacialização do desconforto térmico percebido em Ituiutaba (MG).

6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMOVAY, Mírian et al. Juventude, violência e Vulnerabilidade Social na América Latina: Desafios para políticas públicas. UNESCO: Brasília, 2002. 192p.

ALCÂNTARA, V. da S. de. **Vulnerabilidade socioambiental na macrorregião da Costa Verde**. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Ciências Estatísticas do IBGE, 2012. 127p.

ALMEIDA, L. Q. **Vulnerabilidades socioambientais de rios urbanos**: bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, região metropolitana de Fortaleza, Ceará. Tese Doutorado. Rio Claro-SP: [s.n.], 2010.

ALVAREZ, I. A. Qualidade do espaço verde urbano: uma proposta de índice de avaliação. Tese - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo. São Paulo-SP, 2004, 187p.

ALVES, H. P. da F. Análise da vulnerabilidade socioambiental em Cubatão-SP por meio da integração de dados sociodemográficos e ambientais em escala intraurbana. *Revista Brasileira de Estudos de População*, Rio de Janeiro, v.30, n.2, p.349-366, jul/dez. 2013.

ARAÚJO, R. R. **Clima e vulnerabilidade socioespacial**: uma avaliação dos fatores de risco na saúde da população urbana do município de São Luís (MA). Tese Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Geografia da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista, campus de Presidente Prudente. Presidente Prudente-SP, 2014, 289f.

BOGGIONE, G. de A. **Restauração de imagens do satélite Landsat-7**. Dissertação de Mestrado. São José dos Campos: INPE, 2004, 160p.

BOHLE, H-G. "Vulnerability and Criticality: Perspectives from social geography." Newsletter of the International Human dimensions programme on global environmental change, Fevereiro de 2001: 1 – 7. Disponível em: <<http://ipcc-wg2.gov/SREX/report/njlite?chapter=&page=4>>. Acesso: 22 jun. 2016.

BORTOLETTO, K. C. FREITAS, M. I. C. de. Análise fatorial na seleção de indicadores para análise de vulnerabilidade socioambiental: estudo de caso para dois municípios do litoral paulista. Anais - Encontro Internacional de Vulnerabilidades e Riscos Socioambientais. Rio Claro (SP), 2015.

BRAGA, T. M.; OLIVEIRA, E. L.; GIVISIEZ, G. H. N. Avaliação de metodologias de mensuração de risco e vulnerabilidade social a desastres naturais associados à mudança climática. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo: Fundação SEADE, v.20, n.1, p.81-95, jan./mar. 2006. Disponível em: <http://www.abep.nepo.unicamp.br/encontro2006/docspdf/ABEP2006_204.pdf>. Acesso em: 13 jul. 2015.

BRASIL. Lei nº 10.741, de 1º de outubro de 2003. Dispõe sobre o Estatuto do Idoso e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/L10.741.htm>. Acesso: 9 out. 2015.

BRASIL. Lei nº 8.069, de 13 de julho de 1990. Dispõe sobre o Estatuto da Criança e do Adolescente e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8069.htm>. Acesso: 9 out. 2015.

CANADA. Health Canada. **Extreme Heat Events Guidelines**: Technical Guide for Health Care Workers. 2011. Disponível em: <<http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/climat/workers-guide-travailleurs/index-eng.php#a2.2>>. Acesso: 22 out. 2015.

CANNON, T., TWIGG, J., ROWELL, J. Social Vulnerability. Sustainable livelihoods and disasters. Em, Report to DFID Conflict and Humanitarian Assistance Department (CHAD) and Sustainable Livelihoods Support Office, 2003. Disponível em: <http://ipcc-wg2.gov/njlite_download.php?id=6377>. Acesso: 23 jun. 2016.

CARDONA, O.D. Evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo. Em Maskrey, A.ed., Los desastres no son naturales, La red. Bogotá: Tecer Mundo Editores, 1993. Disponível em: <<http://www.desenredando.org/public/libros/1993/ldnsn/html/cap3.htm>>. Acesso: 20 jun. 2016.

CASTRO, M.; PEIXOTO, M. N. O.; PIRES DO RIO, G. A. Riscos ambientais e geografia: conceituações, abordagens e escalas. **Anuário do Instituto de Geociências**, Rio de Janeiro: UFRJ, v.28, n.2, p.11-30, 2005.

CHAVES, L. D. **Produção do espaço urbano e mercado imobiliário**: um estudo de caso de Ituiutaba (MG). Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Geografia) - Faculdade de Ciências Integradas do Pontal, Universidade Federal de Uberlândia. Ituiutaba, 2014, 76p.

CHAVES, S. V. V. **A vulnerabilidade socioambiental em Teresina, Piauí**. Dissertação de Mestrado. Teresina: Universidade Federal do Piauí, 2009. 176p.

COELHO, A. L. N; RAMOS, A. L. D; BERGAMASCHI, R. B. **Aplicação dos Produtos Landsat-8/TIRS/OLI e Aster/GDEM na Avaliação do Comportamento Termal de Superfície, Usos e Topografia**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, XVII, 2015 João Pessoa (PB), Anais, Centro de Congressos de João Pessoa, 2015.

CONFALONIERI, U. E. C. Variabilidade climática, vulnerabilidade social e saúde no Brasil. Revista Terra Livre, São Paulo, ano 19, v.1, n.20, jan./jul, p.193-204, 2003. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd68/UConfalonieri2.pdf>>. Acesso: 23 jun. 2016.

CUNHA, J. M. P. da. Um sentido para a vulnerabilidade sociodemográfica nas metrópoles paulistas. Revista Brasileira de Estudos Populacionais, Campinas, v.21, n.2, jul-dez, 2004. Disponível em: < http://www.rebep.org.br/index.php/revista/article/viewFile/276/pdf_257 >. Acesso: 23 jun. 2016.

CUNHA, L et al. Construção de modelos de avaliação de vulnerabilidade social a riscos naturais e tecnológicos: o desafio das escalas. In: SANTOS, N., CUNHA, L. Trunfos de uma

Geografia ativa: desenvolvimento local, ambiente, ordenamento e tecnologia. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2011b. p.627-37.

CUNHA, L.; RAMOS, A. M. Riscos Naturais em Portugal: Alguns problemas, perspectivas e tendências no estudo dos riscos geomorfológicos. In: LOMBARDO, M. A.; FREITAS, M. I. C. de. (Org.). Riscos e vulnerabilidades: teoria e prática no contexto luso-brasileiro. 1ed. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2013. p.19-43

Cutter, S. L. Vulnerability in Environmental Hazards. **Progress in Human Geography**. 20, 4, p.529-539. 1996. Disponível em: <http://webra.cas.sc.edu/hvri/docs/Progress_Human_Geography.pdf>. Acesso: 27 mai. 2016.

DAMASCENO, I. A.; MOURA, G. G. Ituiutaba (MG): As condições sociais e habitação urbana na reestruturação da cidade. **IX Encontro Interno e XIII Seminário de Iniciação Científica**. Uberlândia, p. 1-8, 2009.

DECANINI, M. M. S. **Cartografia temática: métodos de classificação dos dados geográficos quantitativos**. Departamento de Cartografia - FCT, Unesp. Presidente Prudente-SP, 2003. Disponível em: <http://www.georeferencial.com.br/old/material_didatico/cartografia_tematica_monica.pdf>. Acesso: 7 out. 2016.

DESCHAMPS, M. V. **Vulnerabilidade socioambiental na Região Metropolitana de Curitiba**. Tese de Doutorado – Programa de Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento, da Universidade Federal do Paraná. Curitiba-PR, 2004, 154p

DIAS, G. H. **Identificação da vulnerabilidade socioambiental na área urbana de Mossoró-RN, a partir do uso de técnicas de análises espaciais**. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. Mossoró-RN, 2013, 165p.

DOWNING, T., AERTS, J., SOUSSAN, J., BHARWANI, S., IONESCU, C., HINKEL, J., KLEIN, R., MATA, L., MATIN, N., MOSS, S., PURKEY, D., ZIERVOGEL, G. Integration social vulnerability in to water management. Mudanças Climáticas, 2006. Disponível em: <https://www.pik-potsdam.de/research/projects/projects-archive/favaia/pubs/downing_etal_2005.pdf>. Acesso: 24 jun. 2016.

DUTRA JÚNIOR, N. P. S. **Vulnerabilidade socioambiental em Ituiutaba-MG**. Monografia. Ituiutaba-MG: Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Ciências Integradas do Pontal. 2015. 92p.

ENGESAT. Landsat 8. Disponível em: <<http://www.engesat.com.br/imagens-de-satelite/landsat-8/>>. Acesso: 26 out. 2016.

ESTEVES, C. J. de O. Risco e vulnerabilidade socioambiental: aspectos conceituais. Caderno IPARDES, Curitiba, v.1, n.2, p.-62-79, jul./dez. 2011.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de conforto térmico: arquitetura e urbanismo**. 7. ed. São Paulo: Studio Nobel, 2006. Disponível em: <<http://resgatebrasiliavirtual.com.br/moodle/file.php/1/E->

book/Ebooks_para_download/Higiene_Industrial_e_Meio_Ambiente/Manual_de_Conforto_Termico.pdf>. Acesso: 07 set. 2016.

FIELD, A. **Descobrimos a estatística usando o SPSS**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009. 688p.

FILGUEIRA, C. H. Estructura de oportunidades y vulnerabilidad social: aproximaciones conceptuales recientes. In: CEPAL. Seminario Vulnerabilidad. Santiago de Chile : CEPAL, 2001.

FUSHIMI, M. Vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares nas áreas rurais do município de Presidente Prudente-SP. Dissertação. Universidade Estadual Paulista. Presidente Prudente, 2012. Disponível em: <http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/96735/fushimi_m_me_prud.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso: 24 jun. 2016.

GAMBA, C. **Avaliação da Vulnerabilidade Socioambiental dos Distritos do Município de São Paulo ao Processo de Escorregamento**. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Geografia Humana do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. São Paulo-SP, 2011, 294p.

GRIGIO, A. M. Aplicação de sensoriamento remoto e sistema de informação geográfica na determinação da vulnerabilidade natural e ambiental do Município de Guamaré (RN): simulação de risco às atividades da indústria petrolífera. 2003. 253 f. Dissertação (Mestrado em Geodinâmica e Geofísica) - Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2003. Disponível em: <<https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/18766/1/AlfredoMG.pdf>>. Acesso: 28 jun. 2016.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2010. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?uf=31&dados=29>>. Acesso: 11 out. 2015.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Base de informações do Censo Demográfico 2010: Resultados do Universo por setor censitário. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2010/Resultados_do_Universo/Agregados_por_Setores_Censitarios/>. Acesso: 11 out. 2015.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, responsável pelo censo populacional no país. 2005. Disponível: <<http://www.sober.org.br/palestra/6/832.pdf%3E>>. Acesso: 10 de jun. 2015.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/>. Acesso: 13 out. 2016.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Divisão de Geração de Imagens**. Disponível em :<http://www.dgi.inpe.br/Suporte/files/Cameras-LANDSAT57_PT.php>. Acesso: 03 jul. 2016.

IPEA. **Políticas sociais:** acompanhamento e análise, n. 23, v.1. Brasília: IPEA, 2015. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/politicas_sociais/bps_23_14072015.pdf>. Acesso: 19 mai. 2016.

JULIÃO, P. R. et al. Guia metodológico para a produção de cartografia municipal de risco e para a criação de sistemas de informação geográfica (SIG) de base municipal, Lisboa, 2009.

KARENIA, C. Geotecnología espacial aplicada al estudio del clima urbano: Análisis térmico superficial en la ciudad de Caracas-Venezuela. *Revista Geográfica Venezolana*, Mérida (Venezuela), vol.52, n.2, p.31-46, mar. 2011.

KATZMAN R. Notas sobre la medición de La vulnerabilidad social. México: BID-BIRF – CEPAL, 2000. Disponível em: <<http://www.cepal.org/deype/mecovi/docs/taller5/24.pdf>>. Acesso: 22 jun. 2016.

KATZMAN, R.; FIGUEIRA, C. Capítulo 1 Notas sobre el marco conceptual. In: Activos y estructuras de oportunidades. Estudios sobre las raíces de La vulnerabilidad social em El Uruguay. Montevideo: oficina Del Programa de las Naciones Unidas para El desarrollo (PNUD) y Oficina de La CEPAL em Montevideo, LC/MVD, 1999. Disponível em: <<http://www.cepal.org/cgi-bin/getProd.asp?xml=/publicaciones/xml/2/10772/P10772.xml>>. Acesso: 21 jun. 2016.

KATZMAN, R., BECCARIA, L., FIGUEIRA, F.; GOLBERT, L. e KESSLER, G. **Vulnerabilidad, activos y exclusión social en Argentina y Uruguay**. Santiago de Chile: OIT, 1999 [Documento de Trabajo, 107].

LABAKI et al. Vegetação e conforto térmico em espaços urbanos abertos. Fórum Patrimônio: Mudanças climáticas e o impacto das cidades, Belo Horizonte, v. 4, n. 1, p.23-42, fev. 2011.

LIMA FILHO, L. M. de A. Correlação e Regressão. Universidade Federal da Paraíba. Departamento de Estatística. Disponível em: <<http://www.de.ufpb.br/~luiz/AED/Aula9.pdf>>. Acesso: 13 jun. 2016.

LIMA; E. Q. de.; AMARAL, Ricardo Farias do. Vulnerabilidade da zona costeira de Pititinga/RN, Brasil. *Mercator*, v.12, n.28, mai./ago., 2013. Disponível em: <<http://www.mercator.ufc.br/index.php/mercator/article/view/733/489>>. Acesso: 20 jun. 2016.

MANYENA, S. B. The Concept of Resilience Revisited, 2006. P.434 - 450. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.0361-3666.2006.00331.x/pdf>>. Acesso: 02 set. 2015.

MARANDOLA Jr, E.; HOGAN, D. J. Vulnerabilidade e riscos: entre a geografia e a demografia. *Revista Brasileira de Estudos Populacionais*, v. 22, n.1, p. 29-53, jan/jun. 2005. Disponível em: <http://www.abep.nepo.unicamp.br/docs/rev_inf/vol22_n1_2005/vol22_n1_2005_4artigo_p29a54.pdf>. Acesso: 24 jun. 2016.

MENDES, J. M et al. Vulnerabilidade Social aos perigos naturais e tecnológicos em Portugal. *Revista Crítica de Ciências Sociais*, 2011. p. 95-128 Disponível em: <http://www.ces.uc.pt/myces/UserFiles/livros/1097_rccs-90-93-a-vulnerabilidade-social-aos-perigos-naturais-e-tecnologicos-em-portugal.pdf>. Acesso: 01 set. 2015.

MENDONÇA, F. A. Riscos, vulnerabilidade e abordagem socioambiental urbana: uma reflexão a partir da RMC e de Curitiba. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba: Ed. da UFPR, n.10, p.139-148, jul./dez. 2004.

MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada**: uma abordagem prática. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.

MIRANDA et al. Aplicação da análise fatorial como metodologia de pesquisa. *Revista Repensar*. v.3, n.1, jul. 2014.

MORATO, R. G. **Análise Espacial e Desigualdade Ambiental no Município de São Paulo**. Tese de Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Geografia Humana do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008, 154p.

MOTTA, R. S. da.; MENDES, A. P. F. Custos de saúde associados à poluição do ar no Brasil. *Pesquisa e Planejamento Econômico*. V.25, n.1, p.165-198, abr. 1995.

NASCIMENTO, J. A. S. do. **Vulnerabilidade a eventos climáticos extremos na Amazônia Ocidental**: uma visão integrada na Bacia do Rio Acre. Tese de Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Planejamento Energético, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro-RJ, 2011, 285p.

NASCIMENTO, P. A. G. do; MELO, N. A. de. Ituiutaba (MG): Identificação dos principais agentes econômicos, 2009. **IX Encontro Interno e XIII Seminário de Iniciação Científica**. Uberlândia, p. 1-9, 2009.

NASA (National Aeronautics and Space Administration). Landsat Science. Disponível em: <http://landsat.gsfc.nasa.gov/?page_id=5377>. Acesso: 26 out. 2016.

OLIVEIRA JÚNIOR, A. J. de. *Revista Energia na Agricultura*, Botucatu, vol. 30, n.2, p.155-163, abril-junho, 2015. Disponível em: <http://energia.fca.unesp.br/index.php/energia/article/download/1799/pdf_32>. Acesso: 21 abr. 2016.

OLIVEIRA, B. S. de. **Ituiutaba na rede urbana tijucana**: (re) configurações sócioespaciais de 1950 a 2003. 208f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2003.

OLIVEIRA, H. C. M de. **Urbanização e cidades**: análises da microrregião de Ituiutaba (MG). Tese de Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia-MG, 2013, 431p.

Organização Mundial de Saúde (OMS). Proteger a saúde frente à mudança climática: avaliação da vulnerabilidade e adaptação. All Type Assessoria editorial Ltda: Brasília, 2014.

OSÓRIO, R. G.; SOUZA, P. H. **O Bolsa Família depois do Brasil Carinhoso**: uma análise do potencial de redução da pobreza extrema. Brasília: Ipea, 2012. (Nota Técnica, n. 14). Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/politicas_sociais/bps_23_14072015.pdf. Acesso: 19 out. 2016.

PEDRO MIYAZAKI, L. C. Dinâmicas de apropriação e ocupação em diferentes formas de relevo: impactos e vulnerabilidades em ambientes urbanos. 2014. 265 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2014. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/132172>>. Acesso: 28 jun. 2016.

PENNA, N. A.; FERREIRA, Ignez Barbosa. Desigualdades socioespaciais e áreas de vulnerabilidades nas cidades. Mercator, v.13, n.3, set./dez., 2014. Disponível em: <<http://www.mercator.ufc.br/index.php/mercator/article/view/1331/558>>. Acesso: 20 jun. 2016.

PEREIRA, N. S. 1991. **Terra Planeta Poluído**, 1. Sagra, Porto Alegre.

PHILIP, D., RAYHAN, M. I. Vulnerability and poverty: what are the causes and how are they related? Bonn: ZEF, 2004. Disponível em: <http://www.zef.de/fileadmin/downloads/forum/docprog/Termpapers/2004_3a_Philip_Rayan.pdf>. Acesso: 23 jun. 2016.

PIRES, E. G.; FERREIRA JR, L. G. **Mapeamento da temperatura de superfície a partir de imagens termais dos satélites Landsat 7 e Landsat 8**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, XVII, 2015 João Pessoa (PB), Anais, Centro de Congressos de João Pessoa, 2015.

QUEIROZ, A. R.; COSTA, R. A. Caracterização e variabilidade climática em séries de tempetarua, umidade relativa do ar e precipitação em Ituiutaba-MG. *Revista Caminhos de Geografia*, Uberlândia, v. 13, n. 43, out.2012, p.346-357, 2012. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/viewFile/19555/10537>>. Acesso: 03 de out. 2016.

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

ROMERO, Á. F. Mapa de vulnerabilidade ambiental ao óleo e cartas SAO: trecho Praia Grande - Ilha Comprida, litoral paulista. 2009. 2 v. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2009. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/102863>>. Acesso: 28 jun. 2016.

ROSA, R. **Introdução ao sensoriamento remoto**. 7ed. Uberlândia: EDUFU, 2009. 264p.

SANTOS, J. de O. Relações entre fragilidade ambiental e vulnerabilidade social na susceptibilidade aos riscos. Mercator, v.14, n.2, mai./ago., 2015. Disponível em: <<http://www.mercator.ufc.br/index.php/mercator/article/view/1650/587>>. Acesso: 20 jun. 2016.

SISINNO, C. L. S.; MOREIRA, J. C. Avaliação da contaminação e poluição ambiental na área de influência do aterro controlado do Morro do Céu, Niterói, Brasil. *Caderno de Saúde Pública*. P. 515-523, out-dez, 1996. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/csp/v12n4/0243.pdf>>. Acesso: 16 jun. 2015.

SOUTO, T. S.; SILVA, G. M. A dinâmica do uso e apropriação do solo e os seus reflexos no espaço urbano. **Egal– Encontro de Geógrafos de América Latina**, Perú, 2013.

TAGLIANI, C. R. A. Técnicas para avaliação da vulnerabilidade ambiental de ambientes costeiros utilizando um sistema geográfico de informações. In: Anais do Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 11, Belo Horizonte. Belo Horizonte: INPE, 2003. p. 1657-1664.

TRICART, J. Ecodinâmica. Rio de Janeiro: IBGE, 1977. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20-%20RJ/ecodinamica.pdf>>. Acesso: 27 jun. 2016.

USGS (United States Geological Survey). Using Landsat 7 Data. Disponível em: <http://landsat.usgs.gov/using_Landsat_7_data.php>. Acesso: 16 ago. 2016.

_____. Disponível em: <<https://www.usgs.gov>>. Acesso: 16 ago. 2016.

_____. Earth Explorer. Disponível em: <<http://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso: 16 ago. 2016.

_____. Missões Landsat: Imagens da Terra desde 1972. Disponível em: <http://landsat.usgs.gov/about_mission_history.php>. Acesso: 18 ago. 2016.

_____. Landsat8. Disponível em: <<http://landsat.usgs.gov/landsat8.php>>. Acesso: 26 out. 2016.

_____. Frequently Asked Questions about the Landsat Missions. Disponível em: <http://landsat.usgs.gov/band_designations_landsat_satellites.php>. Acesso: 26 out. 2016.

_____. Landsat 8 Thermal Infrared Sensor (TIRS) Update. Disponível em: <http://landsat.usgs.gov/about_LU_Vol_8_Issue_2.php#2a>. Acesso em: 03 jul. 2016.

VIGNOLI, J. R. Poblacion, medio ambiente y desarrollo en America Latina y el Caribe. P. 19-76. In: Dos articulos sobre poblacion, medio ambiente y desarrollo en America Latina y el Caribe. Santiago-Chile. CELADE, 1995. Disponível em: <<http://repositorio.cepal.org/handle/11362/30367>>. Acesso: 21 jun. 2016.

_____. Vulnerabilidad demográfica: una faceta de las desventajas sociales. Santiago do Chile: Nações Unidas, 2000. Disponível em: <<http://archivo.cepal.org/pdfs/2000/S2000937.pdf>>. Acesso: 21 jun. 2016.

_____. *Vulnerabilidad e grupos vulnerables: un marco de referencia conceptual mirando a los jóvenes*. Santiago do Chile: Nações Unidas, 2001.

WISNER, B. Disaster vulnerability: scale, power and day life. Agosto, 1993. Disponível em: <https://www.academia.edu/4016583/Disaster_vulnerability_Scale_power_and_daily_lifeauto=download>. Acesso: 21 jun. 2016.

ZANELLA, M. E.; DANTAS, E, W, C.; OLÍMPIO, J. L. S. A vulnerabilidade natural e ambiental do município de Fortaleza/CE. Boletim Goiano de Geografia. Goiânia, v.31, n.2, p.13-27, jul./dez. 2011. Disponível em: <<https://revistas.ufg.br/bgg/article/view/16842/10250>>. Acesso: 27 jul. 2016.