

ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS APLICADA À IDENTIFICAÇÃO DA VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL NA ÁREA URBANA DE LONDRINA/PR

ANALYSIS OF MAIN COMPONENTS APPLIED TO THE IDENTIFICATION OF SOCIO-ENVIRONMENTAL VULNERABILITY IN THE URBAN AREA OF LONDRINA / PR
ANÁLISIS DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES APLICADOS A LA IDENTIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SOCIOAMBIENTAL EN EL ÁREA URBANA DE LONDRINA / PR

<https://doi.org/10.26895/geosaberes.v11i0.963>

PÂMELA DA SILVA GAEDKE ^{1*}
MARCIEL LOHMANN ²
RAFAEL PIETROSKI GALVÃO ³

¹ Discente do Curso de Geografia na Universidade Estadual de Londrina (UEL). Campus Londrina - Bloco CCE - CEP: 86057-970 - Londrina (PR), Brasil, Tel.: (+55 43) 99170.4370, pamelagaedke@hotmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-0925-6972>

* Autora correspondente

² Professor Adjunto do Departamento de Geociência da Universidade Estadual de Londrina (UEL). Campus Londrina - Bloco CCE - CEP: 86057-970 - Londrina (PR), Brasil, Tel.: (+55 43) 99170.4370, marciel@uel.br, <http://orcid.org/0000-0001-9243-5412>

³ Discente do Curso de Geografia na Universidade Estadual de Londrina (UEL). Campus Londrina - Bloco CCE - CEP: 86057-970 - Londrina (PR), Brasil, Tel.: (+55 43) 99170.4370, rafaelpietroskigalvao@hotmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-3061-9782>

Histórico do Artigo:

Recebido em 20 de Abril de 2020.

Aceito em 24 de Novembro de 2020.

Publicado em 24 de Novembro de 2020.

RESUMO

As análises socioambientais buscam a interrelação de aspectos ambientais econômicos e sociais e o equilíbrio entre eles. Portanto, o objetivo deste trabalho é identificar a vulnerabilidade socioambiental da área urbana de Londrina a nível de setor censitário, delimitando a proximidade com os corpos hídricos e a utilização do método estatístico de Análise de Componentes Principais. Foram gerados os mapas de risco social, ambiental e de vulnerabilidade socioambiental, onde constatou-se que setores localizados próximos a corpos hídricos representaram vulnerabilidade alta e muito alta. No entanto muitos desses setores possuíam uma vulnerabilidade social baixa ou muito baixa. Diante da análise, constatou-se que as variáveis que mostraram maior influência para a definição da vulnerabilidade, estão relacionadas principalmente a destinação de lixo, banheiros e abastecimento de água.

Palavras-chave: Dinâmicas Naturais. Desigualdades sociais. Geoprocessamento. Gestão Territorial.

ABSTRACT

Socio-environmental analyzes seek the interrelation of economic, social and environmental aspects and the balance between them. Therefore, the objective of this work is to identify the socio-environmental vulnerability of the urban area of Londrina at the level of the census sector, delimiting the proximity to the water bodies and the use of the statistical method of Principal Component Analysis. Maps of social, environmental risk and socio-environmental vulnerability were generated, where it was found that sectors located near to water bodies represented high and very high vulnerability. However many of these sectors had low or very low social vulnerability. In view of the analysis, it was found that the variables that showed greater influence in the definition of vulnerability, are mainly related to the disposal of garbage, toilets and water supply.

Keywords: Natural Dynamics. Social differences. Geoprocessing. Territorial management.

RESUMEN

Los análisis socioambientales buscan la interrelación de los aspectos económicos, sociales y ambientales y el equilibrio entre ellos. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es identificar la vulnerabilidad socioambiental de la zona urbana de Londrina a nivel del sector censal, delimitando la proximidad a los cuerpos de agua y el uso del método estadístico de Análisis de Componentes Principales. Se generaron mapas de riesgo social, ambiental y socioambiental, donde se descubrió que los sectores ubicados cerca de cuerpos de agua representaban una vulnerabilidad alta y muy alta. Sin embargo, muchos de estos sectores tenían una vulnerabilidad social baja o muy baja. En vista del análisis, se encontró que las variables que mostraron una mayor influencia en la definición de vulnerabilidad están relacionadas principalmente con la eliminación de basura, inodoros y suministro de agua.

Palabras clave: Dinámica natural. Desigualdades sociales. Geoprocusamiento. Gestión Territorial.

INTRODUÇÃO

O enfoque ecológico visualizado na década de 1980 passou a interpretar a sociedade e a natureza como partes de uma interação dialética. O termo socioambiental veio para suprir a complexidade sobre a compreensão da natureza atrelada as mudanças sociais. A questão socioambiental está associada a evolução das discussões políticas, teóricas e estruturais servindo de base para esta nova tendência geográfica, que entende que o conceito de natureza se modifica ao longo do tempo, mesmo que este conceito esteja presente no cerne das questões ambientais, adquire características de uma determinada sociedade (PINTO, 2015).

A questão socioambiental busca a inter-relação entre os aspectos ambientais, econômicos e sociais e o equilíbrio entre eles, onde a natureza e sociedade são colocadas em um mesmo nível e transformadas conjuntamente (MOSCOVICI, 2007, apud PINTO, 2015). Segundo Pinto (2015), a abordagem socioambiental parte de uma premissa em que todos os problemas de degradação dos ambientes são problemas para as sociedades que fazem uso destes, pois o meio ambiente tem a capacidade de se regenerar com a escala de tempo adequada.

Relacionados aos problemas de degradação ambiental, os trabalhos sobre desastres naturais (natural hazards) e avaliação de risco (risk assessment), surgiram na geografia devido a sua capacidade como ciência de estudar o espaço com base em seus componentes naturais e sociais, atribuindo-se a inclusão das influências humanas nos estudos ambientais que leva em consideração a interdependência entre a dinâmica físico-natural da terra e os processos de ocupação do território, sendo o principal responsável pelos danos principalmente as populações mais vulneráveis.

Atrelada a discussão socioambiental, está a ciência da vulnerabilidade, que analisa os fatores que influenciam nas capacidades e preparações locais, para resposta e recuperação de desastres, ajudando a compreender como diferentes eventos impactam de diferentes maneiras uma certa população, determinando as características que influenciam na sua capacidade de resposta e recuperação ao desastre.

Segundo Cutter (1996) a vulnerabilidade deve ser vista como um conceito complexo, pois traz consigo dimensões sociais, econômicas, políticas e culturais, sendo abordada por diferentes ciências. Essas diferentes abordagens do conceito de vulnerabilidade, emprega ao conceito, além da integração, a interdisciplinaridade que advém da complexidade da interação dos sistemas sociais, naturais e artificiais.

Associado ao conceito de vulnerabilidade, está o conceito de risco, que para Almeida (2011), pode ser tomado como categoria de análise atrelada as noções de incerteza, ou seja, a probabilidade de ocorrência de processos não constantes e não determinados e também a maneira como tais processos afetarão a vida humana. O conceito de vulnerabilidade assim como o conceito de risco, indicam uma situação ou estado futuro. Compreender as características de

um determinado grupo ou pessoa, possibilita na definição de suas capacidades de antecipar, sobreviver ou resistir aos riscos e perigos.

Segundo o mesmo autor, a vulnerabilidade é uma segunda vertente da categoria do risco, sendo este a função $R(\text{risco}) = P(\text{perigo}) + V(\text{vulnerabilidade})$. Sendo assim, a vulnerabilidade se torna indissociável do risco, pois o risco está presente em todo e qualquer local que haja a presença humana, podendo ser descrito como uma percepção humana da probabilidade de um evento potencialmente perigoso ou causador de danos que nas áreas urbanas podem se apresentar de diferentes maneiras, onde as mais conhecidas são os riscos naturais e tecnológicos. O perigo é o próprio evento perigoso ou a sua potencialidade de ocorrência. Já a vulnerabilidade, em sua definição mais ampla, é o potencial para a perda, tornando-se um conceito essencial na abordagem dos riscos e perigos.

Em torno de 25% da população mundial vive em áreas de risco ou perigos naturais (ANDERSON, 1995), e a cada ano cerca de 226 milhões de pessoas são afetadas por desastres. Segundo os dados do World Bank, até o ano de 2010 levando em consideração os últimos 40 anos, cerca de 3,3 milhões de óbitos ocorreram por conta dos desastres em países mais pobres (FREITAS et al, 2012). As consequências econômicas que são destinadas aos desastres são elevadas e quase sempre insuficientes devido à perda de bens materiais e vidas humanas.

Quando mais apto um sistema é de se reestabelecer após um desastre, menos vulnerável ele é considerado, sendo que essas situações remetem as noções de resistência e resiliência. Assim, a humanidade não é um ser passivo diante da natureza, e sua presença impede que ocorra uma situação de “risco zero”, pois os desastres e os riscos são próprios da modernidade e do período em que vive-se hoje.

Em determinados lugares a vulnerabilidade relacionada aos riscos pode ser elevada, no entanto, se a população residente possui fatores econômicos que tornam possível sua recuperação rápida a determinado evento, sua vulnerabilidade social é baixa.

A pobreza é um fator que agrava fortemente a vulnerabilidade, pois reduz a capacidade de resposta e resiliência a determinado perigo, reduzindo os meios de infraestrutura básica e aumentando a capacidade ao risco. A tendência da população é de cada vez mais populações habitarem as áreas urbanas, sendo a cidade já considerada com grande capacidade para ocorrência de riscos, tendo restrições a serviços públicos e infraestrutura urbana.

Com a dificuldade de encontrar áreas adequadas nas proporções econômicas, muitos residem em zonas com dinâmicas naturais intensas, contendo proximidade aos corpos hídricos ou ocupando vertentes íngremes e regeneradas pela especulação imobiliária, tornando-se áreas socialmente segregadas (MEDEIROS & ALMEIDA, 2015).

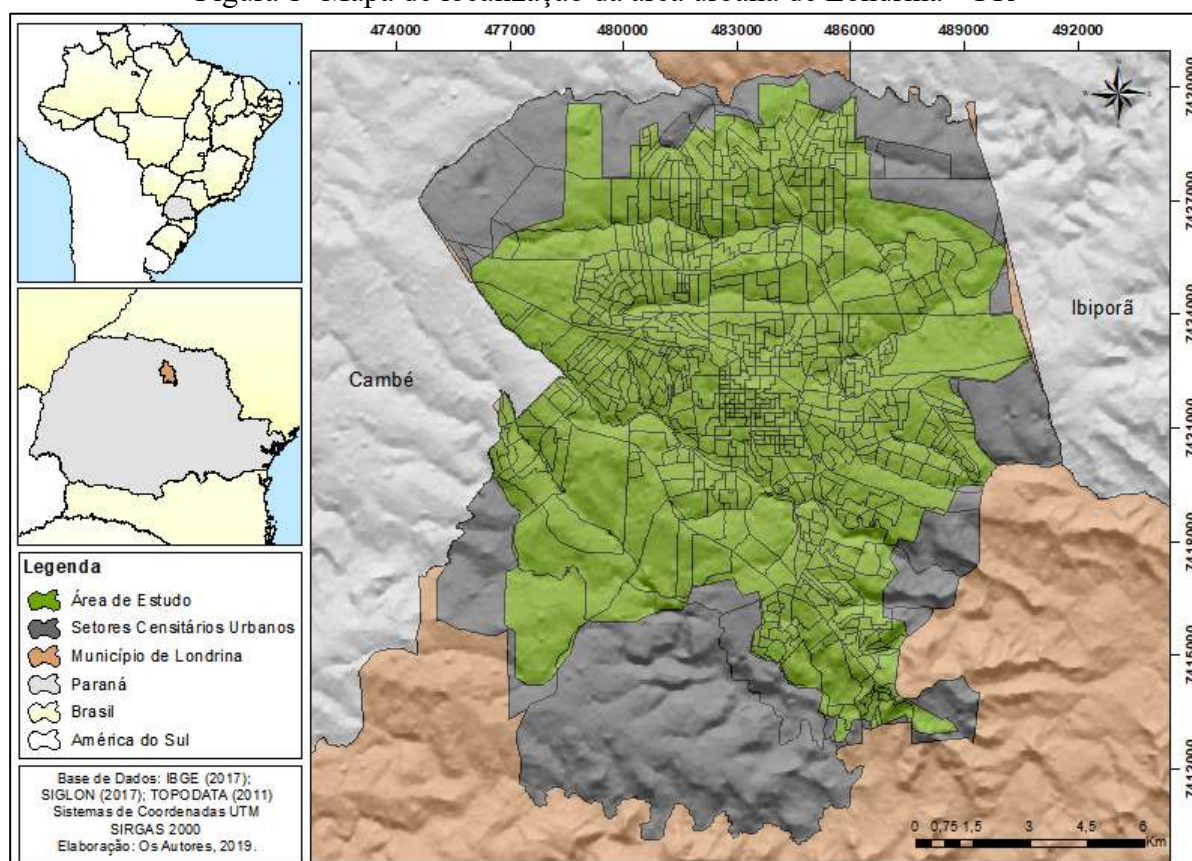
Neste sentido, Alves (2006), comenta que a vulnerabilidade socioambiental expressa os fenômenos de interação e cumulatividade entre situações de risco e degradação ambiental, situações de pobreza e privação social. Sendo assim, a vulnerabilidade socioambiental trabalha com as desigualdades ambientais e sociais onde as áreas de risco ambiental, muitas vezes são as únicas acessíveis as famílias de baixa renda e/ou grupos populacionais marginalizados, interligados a expansão urbana com ausência de planejamento. A vulnerabilidade procura também identificar e analisar os danos sobre os componentes ambientais, avaliar as capacidades de resposta e as percepções sobre as ameaças.

Neste sentido, os Sistemas de Informação Geográfica, são ferramentas extremamente eficientes em cartografar as análises de riscos e vulnerabilidades, ajudando na caracterização e modelação de uma problemática territorial, com a junção de camadas e a integração de grande volume de dados. Juntamente com os dados do Censo Demográfico do IBGE do ano de 2010, buscou-se o auxílio da Análise de Componentes Principais (ACP), utilizada para avaliar o risco social.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi de identificar a vulnerabilidade socioambiental da área urbana de Londrina por meio da análise do risco social e ambiental, tendo como base os setores censitários definidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.

A área de estudo (Figura 1), como já citado, foi a cidade de Londrina localizada ao norte do estado do Paraná. Assim como todo espaço geográfico, possui uma dinâmica própria com aspectos comuns as demais cidades. A especulação imobiliária tem fator determinante nos aspectos desta dinâmica, onde a valorização de determinadas áreas influencia diretamente na dinâmica de outras. O processo de urbanização na maioria das cidades tem ocorrido de maneira intensa e consequentemente desorganizada, portanto o crescimento urbano e não planejado cria os próprios problemas, os quais poderão ser retratados de alguma forma por meio da cartografia da vulnerabilidade socioambiental.

Figura 1- Mapa de localização da área urbana de Londrina – PR



Elaboração: Os autores, 2019

METODOLOGIA

Os procedimentos metodológicos utilizados para a identificação da vulnerabilidade socioambiental da área de estudo, estão baseados nos métodos adotados por Alves e Torres (2006), Alves (2006 e 2007) e Cunico (2013), que tem como fundamento a sobreposição das áreas de risco calculadas tendo como base a malha digital dos setores censitários.

Quanto a escala de detalhamento e análise utilizada para a elaboração dos mapas, os mesmos tiveram como base os setores censitários definidos e delimitados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) no ano de 2010, correspondendo aos dados oficiais do último censo realizado.

A área urbana de Londrina possui 669 setores censitários, no entanto apenas 666 foram utilizados devido ao recorte da área de estudo, que foi definida tendo como critério, abranger

as curvas de nível de 1 em 1 metro disponibilizada apenas para uma parcela da área urbana, proporcionando maior detalhamento principalmente para o mapa de risco ambiental. Sendo assim, a delimitação desta área serviu de base para a análise ambiental, social e socioambiental.

Para a elaboração do mapa de risco ambiental, segundo Alves (2006, 2007), considerou-se áreas próximas a rede de drenagem e com alta declividade. Então, foram delimitadas áreas que possuísem proximidades de 50 metros de nascentes e cursos d'água, caracterizando-se como áreas propensas a inundações e alagamentos. Em seguida foram identificadas as áreas com declividade superior a 30%, sendo estas, mais susceptíveis a processos erosivos, adquirindo maior instabilidade do solo, evento que pode ser intensificado dependendo das diferentes características de uso e ocupação.

Para o mapeamento das áreas citadas, foram utilizadas as seguintes bases cartográficas: Cursos d'água e curvas de nível de 1 em 1 metro – SIGLON 2017; Limite Municipal – IBGE 2017. Em seguida foram importados para ambiente SIG onde se fez uso das ferramentas do software ArcGis 10.3 para a delimitação destas áreas.

Para identificar a declividade foi gerado o MDT (Modelo Digital do Terreno), que representa a altitude do relevo, por meio da ferramenta *Topo To Raster*, com resolução de 1 metro, proporcionando maior detalhamento da área e em seguida a ferramenta *Slope*, que gerou a declividade do terreno, cujos intervalos foram equivalentes a: < 3%; 3 a 8%; 8 a 15%; 15 a 25%; 25 a 30%; e > 30%. Posteriormente foi selecionada a classe correspondente a declividade superior a 30%.

Em seguida foi utilizada a ferramenta *Buffer* para delimitar as áreas com raio de 50 metros ao redor dos corpos d'água. Para realizar o cruzamento do risco ambiental e dos setores censitários, foi realizada intersecção geométrica com auxílio da ferramenta *Intersect* que sobrepõe o risco à camada dos setores censitários usado para calcular a área de risco ambiental dentro dos setores.

Para a classificação dos riscos foi utilizado o método “quantil”, que ordena os dados em cinco classes sendo posteriormente classificados como “muito baixo”, “baixo”, “médio”, “alto” e “muito alto”.

Para a identificação do risco social foram utilizados os dados do censo demográfico realizado pelo IBGE no ano de 2010. A partir da documentação proveniente dos resultados do Universo por setor censitário, foram pré-definidas 39 variáveis representadas na Tabela 1. As variáveis advêm das seguintes tabelas de dados: Domicílio, Características gerais; Responsável pelo domicílio, mulheres; Responsável pelo domicílio, total e homens; Cor ou Raça, idade e gênero; Registro Civil; e Básico.

Diante da grande diversidade de variáveis que foram consideradas relevantes para a geração do risco social foi utilizado um método estatístico para selecionar o menor número de variáveis que correspondam a maior porcentagem de representatividade em cada setor censitário.

O software estatístico utilizado para realizar a seleção das variáveis foi o XLstat, um agregado do Excel e que funciona conjuntamente a este. Neste programa foi utilizado o método de Análise de Componentes Principais – ACP ou PCA (*Principal Component Analysis*) que tem por finalidade a análise dos dados visando sua redução, eliminação de sobreposições e a escolha das formas mais representativas de dados a partir de combinações lineares das variáveis originais, tornando possível a separação de informações importante da aleatória e redundante (VICINI, 2005).

GAEDKE, P. S.; LOHMANN, M. GALVÃO, R. P.
ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS APLICADA À IDENTIFICAÇÃO DA VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL
NA ÁREA URBANA DE LONDRINA/PR

Tabela 1 - Variáveis selecionadas do censo demográfico de 2010

Planilhas	Variável	Descrição da variável	Soma	Média
Básico	V005	Valor do rendimento nominal médio mensal das pessoas responsáveis por domicílios particulares permanentes	1158253,35	1806,947504
	V006	Domicílios particulares permanentes próprios e quitados	86472	134,9017161
	V007	Domicílios particulares permanentes próprios em aquisição	19438	30,32449298
	V008	Domicílios particulares permanentes alugados	40330	62,91731669
	V011	Domicílios particulares permanentes em outra condição de ocupação (não são próprios, alugados nem cedidos)	983	1,533541342
	V012	Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água de rede geral	154130	240,4524181
	V013	Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água de poço ou nascente na propriedade	2984	4,655226209
	V014	Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água da chuva armazenada em cisterna	3	0,004680187
	V015	Domicílios particulares permanentes com outra forma de abastecimento de água	376	0,586583463
	V016	Domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário	157394	245,5444618
	V017	Domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via rede geral de esgoto ou	127798	199,3728549
	V018	Domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via fossa séptica	13298	20,74570983
	V019	Domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via fossa rudimentar	16048	25,03588144
	V020	Domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via vala	32	0,049921997
	V021	Domicílios particulares permanentes, com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via rio, lago ou mar	119	0,185647426
	V022	Domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via outro escoadouro	99	0,154446178
	V023	Domicílios particulares permanentes sem banheiro de uso exclusivo dos moradores nem sanitário	99	0,154446178
Domicílios	V024	Domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores	156921	244,8065523
	V034	Domicílios particulares permanentes sem banheiro de uso exclusivo dos moradores	572	0,892355694
	V035	Domicílios particulares permanentes com lixo coletado	156747	244,5351014
	V038	Domicílios particulares permanentes com lixo queimado na propriedade	563	0,878315133
	V039	Domicílios particulares permanentes com lixo enterrado na propriedade	49	0,076443058
	V040	Domicílios particulares permanentes com lixo jogado em terreno baldio ou logradouro	82	0,127925117
	V041	Domicílios particulares permanentes com lixo jogado em rio, lago ou mar	4	0,00624025
	V042	Domicílios particulares permanentes com outro destino do lixo	48	0,074882995
	V043	Domicílios particulares permanentes com energia elétrica	157382	245,525741
	V046	Domicílios particulares permanentes sem energia elétrica	111	0,173166927
Responsável (Mulheres)	V001	Pessoas responsáveis, do sexo feminino	62419	97,3775351
	V093	Pessoas alfabetizadas responsáveis, do sexo feminino	57537	89,76131045
	V500	Pessoas responsáveis não alfabetizadas do sexo feminino	4659	7
Responsável (Homens)	V109	Pessoas responsáveis, do sexo masculino	95388	148,8112324
	V201	Pessoas alfabetizadas responsáveis, do sexo masculino	92408	144,1622465
	V600	Pessoas responsáveis não alfabetizadas do sexo masculino	2980	5
Residentes	V001	Pessoas residentes	484246	755,4539782
	V002	Pessoas residentes e cor ou raça - branca	340257	530,8221529
	V003	Pessoas residentes e cor ou raça - preta	20694	32,28393136
	V004	Pessoas residentes e cor ou raça - amarela	16937	26,42277691
	V005	Pessoas residentes e cor ou raça - parda	102955	160,6162246
	V006	Pessoas residentes e cor ou raça - indígena	577	0,900156006
Registro Civil	V002	Total de pessoas de até 10 anos de idade que não tinham registro de nascimento	81	0,126365055
	V003	Total de pessoas de até 10 anos de idade que não sabiam se tinham registro de nascimento (inclusive sem declaração)	206	0,321372855

Elaboração: Os autores (2019).

A criação dos fatores está relacionada a contribuição das variáveis por meio das cargas fatoriais, ou seja, o quanto cada variável contribuiu para a elaboração de cada fator. Quanto

mais próximo de 1 ou -1 uma variável estiver, maior será sua contribuição, e quanto mais próximo de 0 menor será a contribuição.

A Tabela 2 ilustra as cargas fatoriais dos fatores gerados, tornando possível determinar a influência de cada variável para cada fator. Em vermelho estão destacados os valores de cada variável que apresentaram maior contribuição para os dez fatores selecionados, sendo relacionadas ao fator 1 que corresponde a maior descrição dos setores com 26,3 % (Tabela 3). E em verde estão destacados os valores que apresentaram menor contribuição. Quanto mais próximo do fator 10, maior a quantidade de valores com pouca contribuição. Sendo assim o fator 1, que representa maior descrição das variáveis, se encontra com os maiores valores de contribuição, reduzindo a cada fator, tornando viável a eliminação dos fatores seguintes ao fator 10.

Tabela 2 - Cargas Fatoriais geradas na aplicação da ACP

Variáveis	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
B_V005	0,223	-0,349	-0,049	0,595	-0,066	0,065	-0,066	0,101	-0,019	0,100
D01_V006	0,823	0,331	-0,083	0,087	-0,036	0,012	-0,084	0,192	0,005	-0,111
D01_V007	0,411	0,059	-0,144	-0,195	-0,048	-0,054	0,326	-0,297	-0,111	0,176
D01_V008	0,783	-0,154	-0,095	0,147	-0,072	0,161	-0,124	0,008	0,029	-0,025
D01_V011	0,054	0,144	-0,001	-0,010	0,298	-0,362	-0,094	-0,380	0,129	0,387
D01_V012	0,974	-0,014	-0,139	-0,070	0,033	0,037	-0,041	0,009	-0,013	0,005
D01_V013	-0,360	0,607	0,056	0,291	-0,362	-0,133	0,084	-0,001	0,046	-0,023
D01_V014	0,030	0,020	-0,029	0,082	0,001	-0,031	-0,084	0,411	-0,309	0,677
D01_V015	-0,278	0,558	0,055	0,165	-0,023	0,075	0,135	0,044	0,028	0,001
D01_V016	0,952	0,244	-0,134	0,034	-0,087	0,008	0,000	0,016	0,006	0,001
D01_V017	0,732	-0,237	-0,056	0,386	0,072	0,054	-0,036	-0,123	0,025	0,022
D01_V018	0,217	0,178	-0,079	-0,136	0,047	-0,319	0,541	0,367	-0,368	-0,121
D01_V019	0,065	0,488	-0,053	-0,416	-0,321	0,226	-0,257	-0,062	0,196	0,065
D01_V020	0,027	0,278	0,013	-0,012	0,307	-0,387	-0,100	-0,066	-0,057	0,148
D01_V021	0,106	0,096	0,019	-0,084	0,322	-0,384	-0,188	0,356	0,213	-0,230
D01_V022	-0,053	0,361	0,057	0,105	0,066	-0,105	-0,055	-0,127	-0,151	-0,158
D01_V023	-0,099	0,579	0,076	0,135	0,411	0,233	-0,006	0,036	-0,130	-0,073
D01_V024	0,960	0,187	-0,140	0,017	-0,105	0,000	0,011	0,027	0,021	0,006
D01_V034	-0,122	0,730	0,090	0,204	0,284	0,127	-0,112	-0,108	-0,190	-0,072
D01_V035	0,981	0,007	-0,139	-0,050	0,013	0,029	-0,024	0,020	-0,022	-0,002
D01_V038	-0,448	0,707	0,077	0,252	-0,201	0,003	0,057	-0,025	0,023	-0,012
D01_V039	-0,334	0,524	0,048	0,230	-0,384	-0,127	0,074	-0,028	0,124	-0,001
D01_V040	-0,176	0,422	0,039	0,123	0,063	-0,160	-0,126	-0,056	0,082	0,170
D01_V041	-0,018	0,144	0,034	0,054	0,184	-0,233	-0,321	0,371	0,268	-0,009
D01_V042	-0,211	0,292	0,001	0,158	-0,338	-0,216	0,180	0,049	0,241	0,050
D01_V043	0,953	0,235	-0,135	0,029	-0,093	0,003	0,003	0,022	0,010	-0,001
D01_V046	-0,097	0,533	0,086	0,180	0,347	0,226	-0,071	-0,137	-0,166	0,005
R01_V001	0,520	-0,195	0,645	0,148	0,096	-0,098	0,078	-0,095	0,086	-0,039
R01_V093	0,524	-0,221	0,582	0,220	0,115	-0,129	0,103	-0,119	0,097	-0,052
R01_V500	0,165	0,088	0,612	-0,385	-0,083	0,155	-0,120	0,112	-0,035	0,063
R02_V109	0,450	-0,037	0,746	0,052	-0,093	-0,045	0,050	0,000	-0,037	0,015
R02_V201	0,474	-0,073	0,706	0,103	-0,073	-0,072	0,070	-0,021	-0,022	0,003
R02_600	-0,074	0,281	0,536	-0,402	-0,190	0,209	-0,150	0,178	-0,134	0,100
P03_V001	0,924	0,323	-0,119	-0,031	-0,035	-0,018	0,032	0,011	0,005	-0,001
P03_V002	0,890	0,202	-0,125	0,187	-0,112	-0,045	0,018	0,062	-0,029	-0,019
P03_V003	0,541	0,236	-0,058	-0,338	0,063	-0,068	0,057	-0,199	0,041	0,042
P03_V004	0,337	-0,069	-0,055	0,416	-0,105	0,218	-0,206	0,011	0,013	0,083
P03_V005	0,594	0,414	-0,068	-0,458	0,053	-0,055	-0,008	-0,091	0,031	0,010
P03_V006	-0,011	0,174	0,033	0,077	0,391	0,457	0,370	0,161	0,185	0,043
P10_V002	0,101	0,164	-0,015	-0,115	0,179	0,090	0,085	0,083	0,320	-0,146
P10_V003	0,025	0,031	0,016	-0,024	0,147	0,178	0,346	0,114	0,489	0,353

Elaboração: Os autores (2019).

Após a obtenção dos resultados gerados via ACP, foram analisadas a porcentagem acumulada dos fatores nos autovalores representados na Tabela 3. O software gerou 34 Fatores, no entanto observou-se que os dez primeiros fatores obtinham uma porcentagem correspondente a mais de 60% e a partir dos fatores seguintes a variabilidade passou a ser muito

baixa tendo pouca influência para descrição dos setores. Sendo assim foram considerados os fatores de um ao dez que juntos somaram uma porcentagem acumulada de 66,543 %.

Tabela 3 - Autovalores gerados na aplicação da ACP

Fatores	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
Variabilidade	26,371	10,919	6,592	5,137	3,907	3,237	2,769	2,671	2,502	2,438
% acumulada	26,371	37,290	43,882	49,020	52,927	56,164	58,932	61,603	64,105	66,543

Elaboração: Os autores (2019).

A ACP também gerou as coordenadas dos fatores respectivos a cada setor, que foram utilizados em ambiente SIG para geração do mapa de risco social, que foi definido por meio da média ponderada, utilizando a variabilidade atribuída ao respectivo fator por meio da multiplicação. O *Quantil* também foi utilizado para classificar o mapa de risco social atribuindo a eles cinco classes, ou seja, “muito baixo”, “baixo”, “médio”, “alto” e “muito alto”.

O mapa final representa a vulnerabilidade socioambiental. A classificação realizada para ambos os mapas que consiste nas classes de 1 a 5 foram relacionadas e a partir disto gerada a média das mesmas, que foram utilizadas para representar a vulnerabilidade socioambiental da área de estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da geração dos mapas e classificação dos riscos e vulnerabilidade, foi possível identificar a quantidade de setores que pertenciam a cada classe e a partir disto calcular a porcentagem que as mesmas ocupam em relação ao número total dos setores. Tais resultados estão ilustrados na Tabela 4.

Tabela 4 - Quantidade e área ocupada por cada classe de risco/vulnerabilidade

Risco	Social		Ambiental		Socioambiental	
	Nº de setores	Área de risco	Nº de setores	Área de risco	Nº de setores	Área de risco
Muito Baixo	73	11%	357	54%	35	5%
Baixo	112	17%	75	11%	196	29%
Médio	180	27%	76	11%	264	40%
Alto	190	29%	73	11%	118	18%
Muito Alto	86	13%	61	9%	28	4%
Ausência de Informação	25	4%	25	4%	25	4%
Total	666	100%	666	100%	666	100%

Elaboração: Os autores (2019).

A ausência de informação faz referência aos setores nos quais não foram identificados dados, correspondendo a 4% do total de setores, ou seja, 25 setores.

Com relação ao mapa de risco social (Figura 5), destacou-se o risco considerado alto com 190 setores nesta classe, seguidos pelo risco médio que ocupa 180 setores. O risco muito baixo obteve o menor número de setores, com apenas 73.

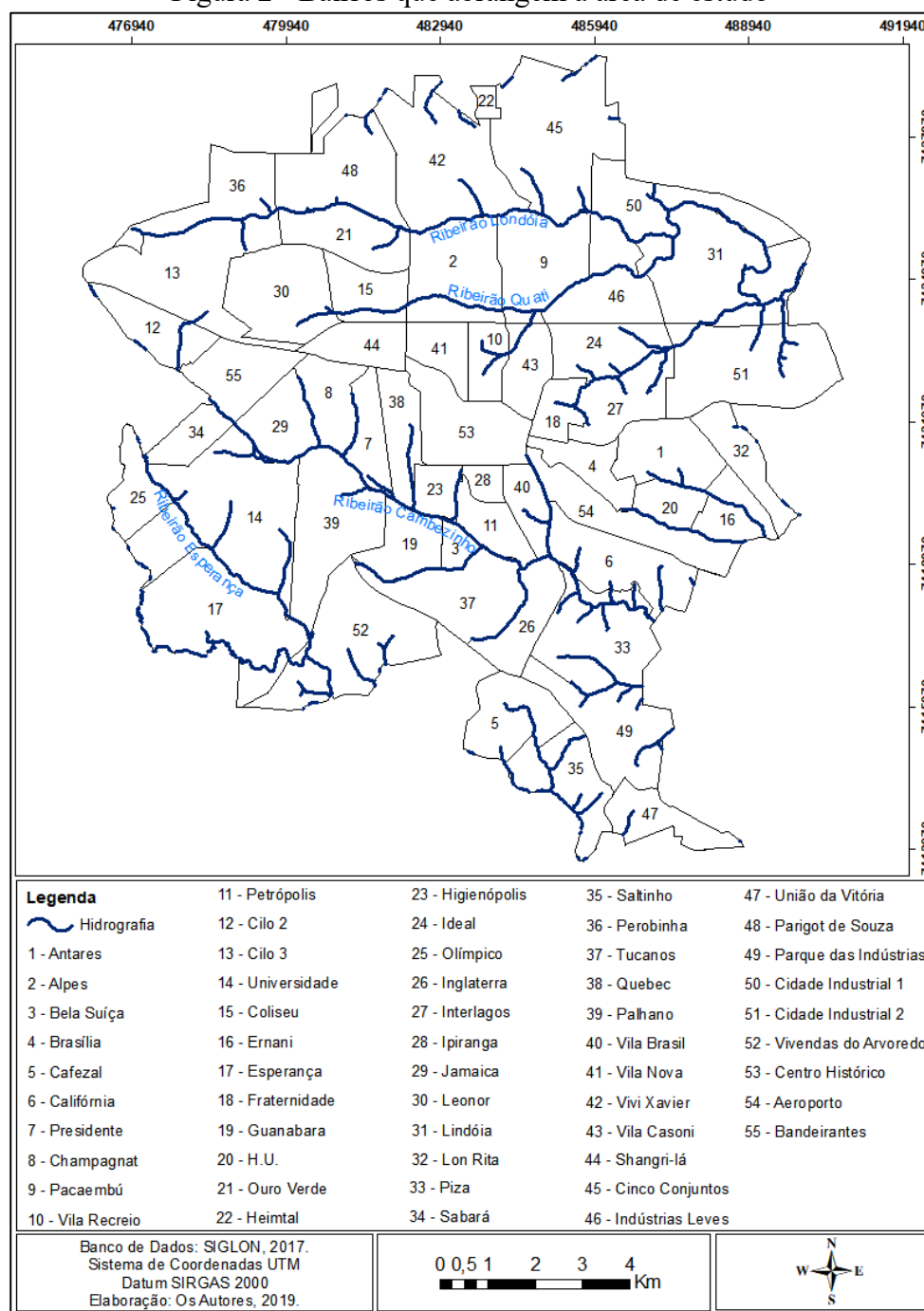
Já o mapa de risco ambiental (Figura 3) obteve resultados inversos, pois o risco muito baixo foi identificado em 357 setores. As demais classificações obtiveram 11% cada uma do total de setores com exceção do risco muito alto que obteve um valor menor que os demais, sendo identificado em 61 setores e correspondendo a 9% do total de setores.

No mapa de vulnerabilidade socioambiental (Figura 6), as classes de risco muito baixo e muito alto representaram uma quantidade muito pequena de setores com 35 setores classificados como muito baixo e 28 como muito alto, representando 5% e 4% do total de

setores respectivamente. Se destacou o risco médio com 264 setores, seguido pelo baixo e alto, com 40%, 29% e 18% respectivamente.

A Figura 2 ilustra os bairros da área de estudo com uma escala em menor detalhamento em comparação com os setores censitários, no entanto se faz importante para uma análise que condiz com as terminologias utilizadas de conhecimento referente a menor unidade de urbanização. Tendo como referência a área de estudo, foram considerados 55 bairros.

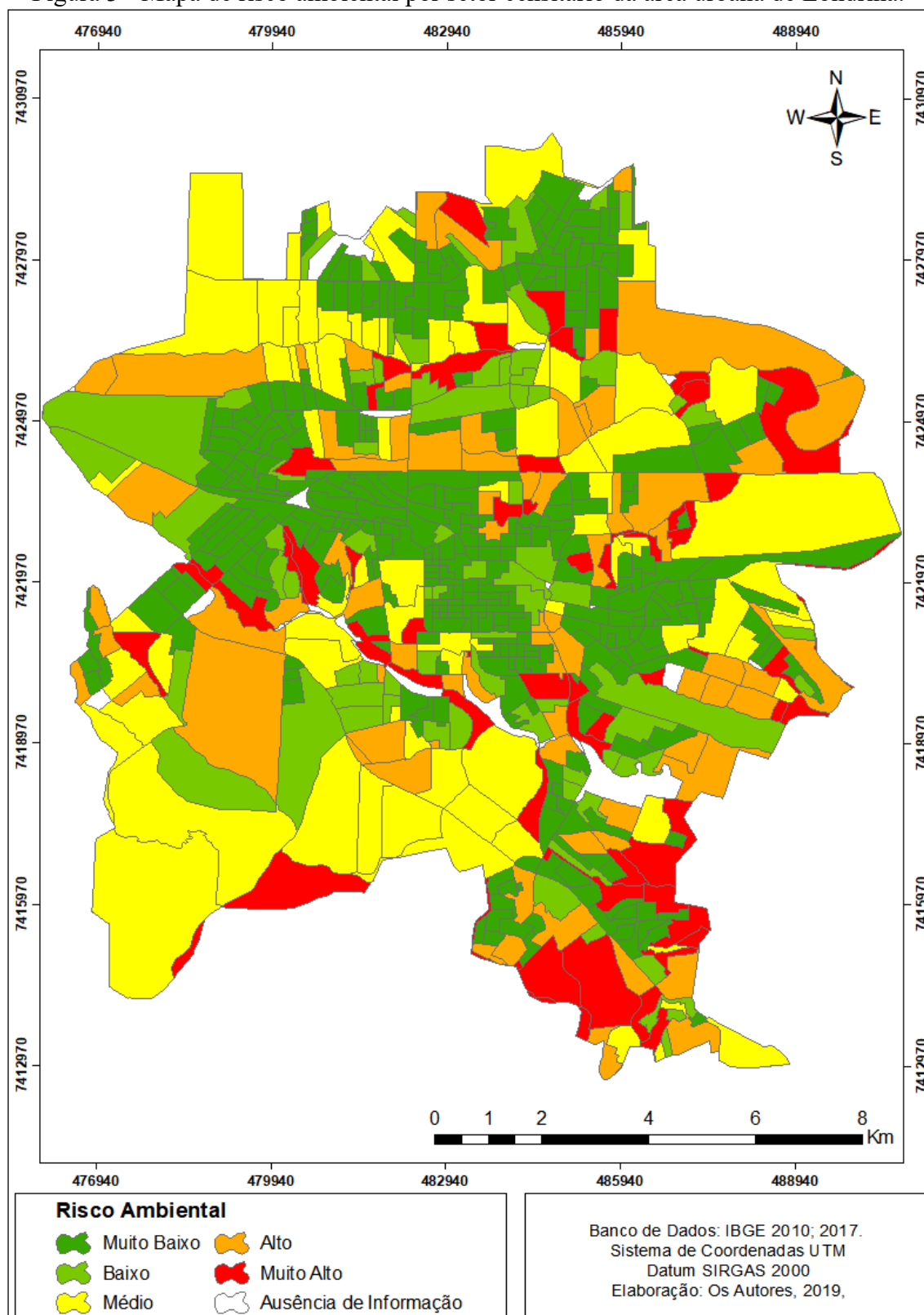
Figura 2 - Bairros que abrangem a área de estudo



Elaboração: Os autores (2019).

A Figura 3 ilustra a espacialização do risco ambiental. Cabe observar que grande quantidade dos setores que possuem ausência de informação se localizam próximos aos corpos hídricos.

Figura 3 - Mapa de risco ambiental por setor censitário da área urbana de Londrina.



Elaboração: Os autores, 2019.

O risco ambiental mostra uma quantidade de setores, da classe muito alta, localizados próximo a rede de drenagem, entre eles os mais extensos que fazem parte dos bairros Bandeirantes até o bairro Califórnia, junto ao Ribeirão Cambezinho e o bairro Ouro Verde até o Cinco Conjuntos na porção central da bacia do Ribeirão Lindóia.

A porção sudeste do mapa demonstra maior concentração de riscos considerados muito alto, abrangendo grande parte dos bairros Saltinho, Piza, Parque das Indústrias e a área oeste do bairro União da Vitória.

A classe de risco muito baixa chama a atenção no risco ambiental por representar mais de 50% da área de estudo. O bairro Vila Nova e Shangri-lá se destacam por serem inteiramente classificados com risco muito baixo e o Centro Histórico por ser classificado com risco baixo e muito baixo. De modo geral, a porção central da área de estudos apresentou menor risco em comparação com as áreas periféricas, com exceção de uma porção da área ao norte. A porção sudoeste e noroeste apresentaram grande quantidade de setores com risco médio. Explica-se tais fatos basicamente em função da proximidade da rede de drenagem, ou seja, nas porções mais distantes dos cursos d'água o risco é muito baixo e quanto mais próximo a eles, o risco aumenta. Ainda, explica-se que a área central da cidade está localizada em um sítio onde se tem maior ausência de fatores condicionantes ao risco ambiental, ou seja, menos áreas com declive acima de 30% e próximas aos corpos hídricos

Em relação ao mapa de risco social (Figura 4), como já citado na metodologia, os fatores gerados a partir da ACP proporcionaram uma diversidade de dados que separados ilustram variedades distintas de informações. Com o auxílio da Tabela 2 que ilustra as cargas fatoriais, é possível visualizar a dinâmica gerada pela correlação dos fatores e identificar quais fatores tiveram maior contribuição das variáveis para o resultado obtido em cada um deles.

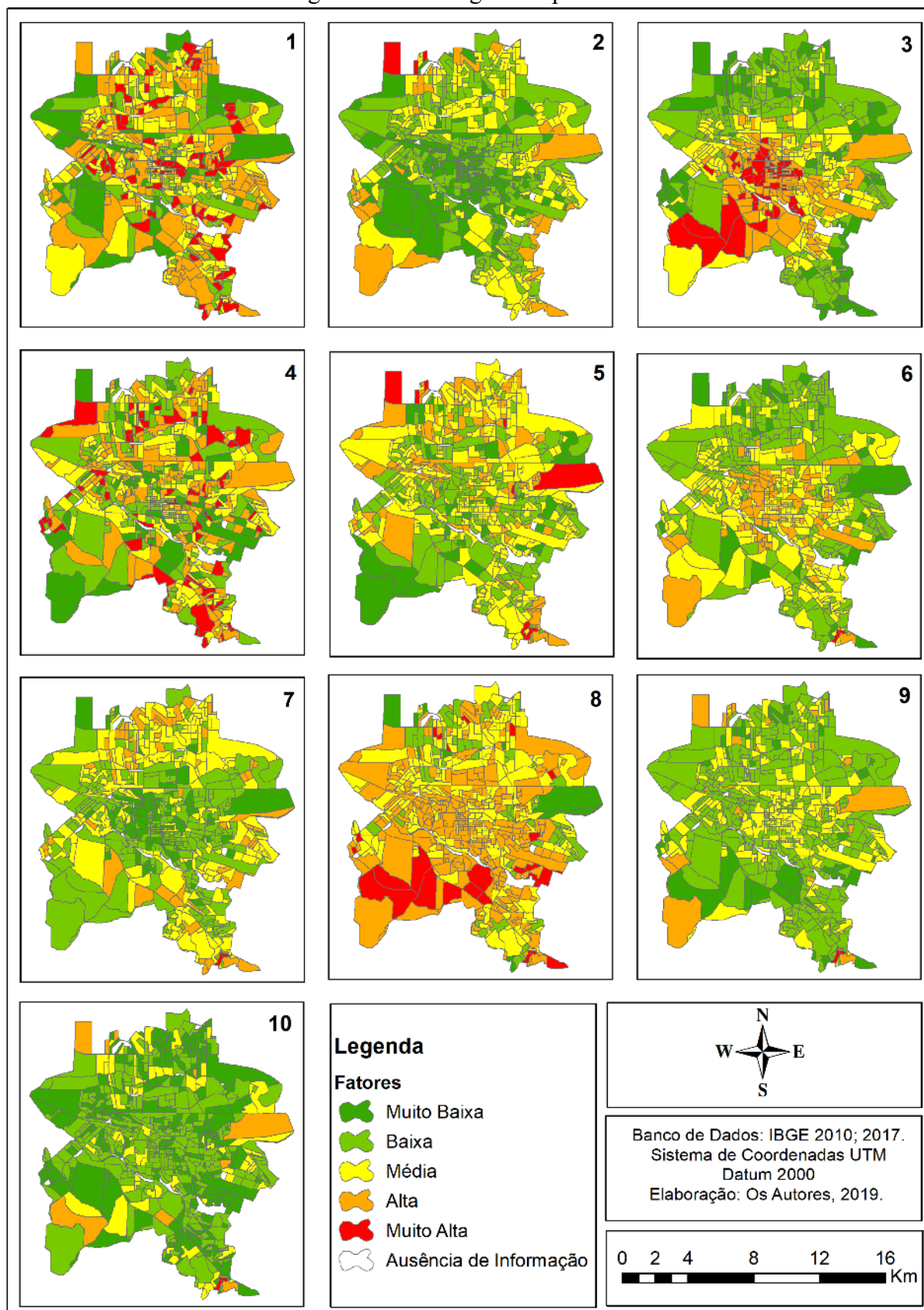
Dentre os dez fatores que foram selecionados para gerar o risco social, o fator 1 mostrou 69 setores classificados com classe muito alta e 179 setores com classificação alta. Este fator teve maior influência das variáveis de Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água da rede geral (V012), com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário (V016), com lixo coletado (V035), com energia elétrica (V043), Pessoas residentes (V001) e residentes de cor ou raça branca (V002).

O fator 3 mostrou um comportamento de aglomeração da classe muito alta na porção sudoeste sentido centro e grande quantidade de classe alta na porção central da área. Este fator teve maior influência das variáveis, Pessoas responsáveis do sexo feminino (V001), e não alfabetizadas (V500), pessoas responsáveis do sexo masculino (V109), e alfabetizadas responsáveis (V201). A classe muito alta foi constatada em 69 setores e a classe alta em 173 setores.

O fator que apresentou maior quantidade de setores com classificação alta foi o fator 8, sendo 299 setores com essa classificação, tendo maior influência das variáveis Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água da chuva armazenada em cisterna (V014), com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via fossa séptica (V018), com lixo jogado em rio lago ou mar (V041) e com energia elétrica (V043). Os setores com classificação muito alta, em sua maioria se concentram na porção sul e os setores com classificação baixa e muito baixa se localizam nas porções periféricas em menor quantidade.

O fator 2 apresentou uma concentração de classe baixa e muito baixa na porção central da área de estudos apresentando 209 setores com classe muito baixa e 230 setores com classe baixa. Essa dinâmica teve maior influência das variáveis Domicílio particulares permanentes com abastecimento de água de poço ou nascente na propriedade (V013), sem banheiro de uso exclusivo dos moradores (V34) e com lixo queimado na propriedade (V038). Apenas um setor obteve classe muito alta, localizado no extremo norte na área de estudos, apesar de parecerem setores distintos devido ao recorte.

Figura 4 - Fatores gerados pela ACP



Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

O fator 10 foi o que apresentou maior quantidade das classes muito baixa e baixa, tendo 233 setores classificados como muito baixa e 328 setores com classificação baixa. As variáveis que mais influenciaram este resultado foram, Domicílios particulares permanentes com abastecimento da água da chuva armazenado em cisterna (V014), com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via rio, lago ou mar (V021) e Total de pessoas de até dez anos de idade que não sabiam que tinham registro de nascimento (inclusive sem declaração) (V003). Apenas dois setores obtiveram classe muito alta, localizados no bairro União da Vitória a sudeste da área de estudos. A classe alta apesar de estar em poucos setores, se destacou na figura ocupando setores de grande extensão em diferentes áreas da cidade.

Por meio da média ponderada realizada com a junção dos fatores e com o auxílio da variabilidade de cada fator, foi possível realizar o mapa de risco social representado na Figura 5.

As classes de risco muito alto ocorrem de maneira dispersa na área de estudo, com poucos aglomerados. Estes, se encontram na porção noroeste, leste e sudeste da área, ocupando grande extensão do bairro Cinco Conjuntos, Fraternidade, Interlagos e União da Vitória.

A classe de risco alto aparece em grande parte dos setores, ocupando 29% do total de setores, se destacando na porção sudeste, nos bairros Saltinho e Cafezal, este último sendo o único bairro que apresenta setores apenas com risco alto e muito alto.

Em seguida a classe de risco alto, o risco médio tem a segunda maior representatividade ocupando 27% do total de setores, estando mais presente no bairro da Cidade Industrial 2, Vila Brasil, Vila Casoni e Sabará, este último sendo totalmente representados por setores com risco médio.

A classe de risco muito baixo foi a que teve menor representatividade, representando 11% do total de setores. Os bairros Bela Suíça, Parque Industrial 1 e Heimtal são os únicos bairros que apresentam de maneira integral riscos baixo e muito baixo.

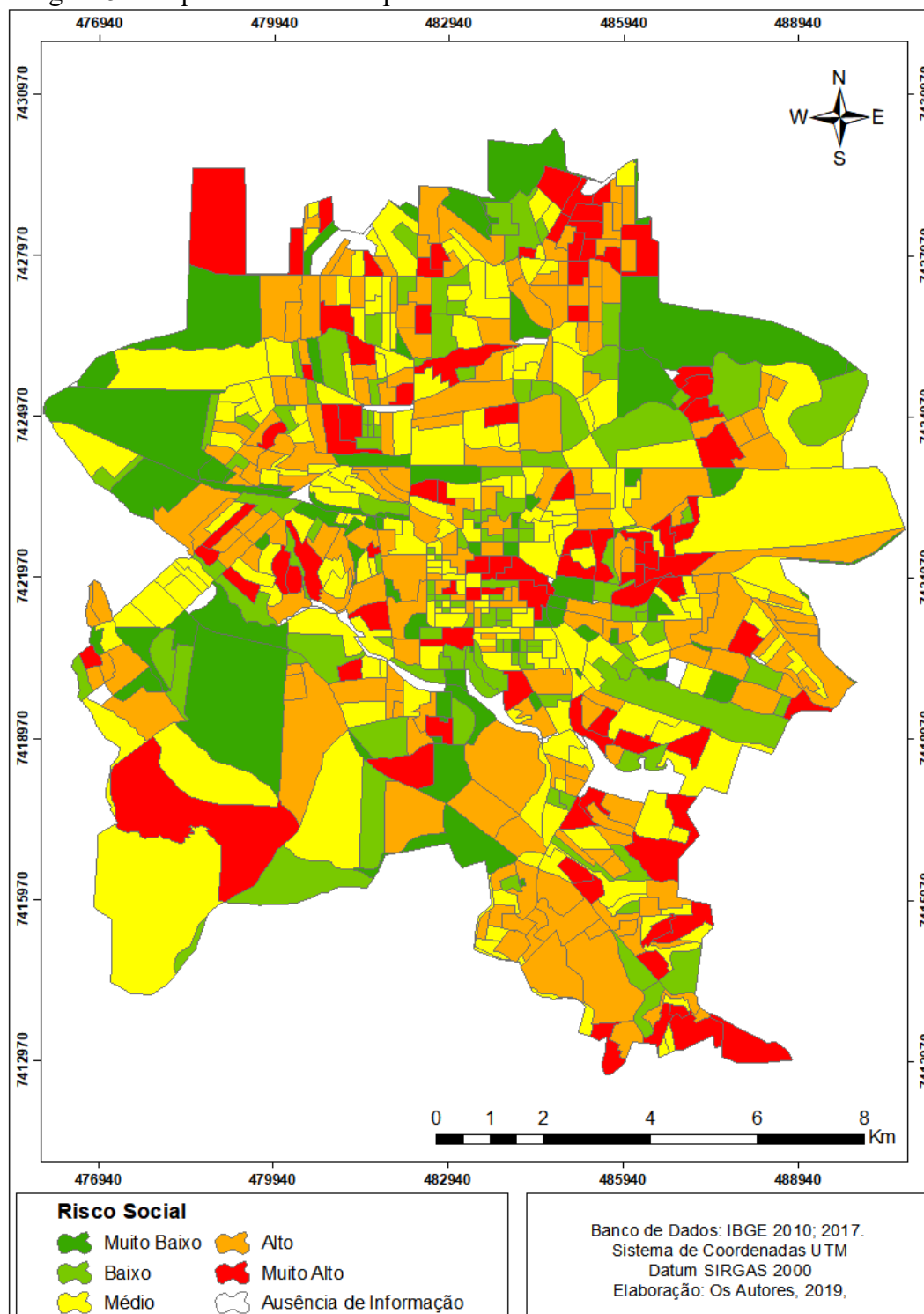
Tais dados se manifestam devido ao fator de contribuição das variáveis, estando relacionados as informações referentes a destinação do lixo, banheiros e esgotamento, abastecimento de água, condições de ocupação do imóvel, energia elétrica, pessoas responsáveis, alfabetização, registro civil e pessoas residentes.

De posse dos mapas de risco social e ambiental foi possível gerar o produto final que foi a vulnerabilidade socioambiental ilustrado na Figura 6. A vulnerabilidade socioambiental apresentou em menor quantidade a classe de vulnerabilidade muito alta, equivalente a 4% dos setores, localizados em maior quantidade na porção sudeste da área, nos bairros Saltinho e União da Vitória, Piza e Parque das Indústrias, seguida pela classe muito baixo com 5%, localizados em maior quantidade de setores nos bairros Shangri-lá, Aeroporto, Centro Histórico, Ipiranga e Vila Nova. Apesar de ter uma pequena representatividade no mapa, se localiza mais concentrada na porção central da área urbana.

Já a classe de vulnerabilidade média está presente em todos os bairros, sendo a de maior representatividade, ocupando 40% dos setores. O bairro Cidade Industrial 2 e Cilo 2 foram os únicos bairros em que todos os setores foram representados por esta classe, no entanto esteve em grandes proporções dos bairros Palhano, Bandeirantes, Indústrias Leves e Universidade.

Foram identificados aglomerados de classes de vulnerabilidade baixa e muito baixa nas regiões norte e oeste da cidade, bem como também na região sul, da mesma maneira em que foram identificados setores classificados de risco “alto” e “muito alto” em diversas porções da cidade e não somente nas áreas periféricas.

Figura 5 - Mapa de risco social por setor censitário da área urbana de Londrina

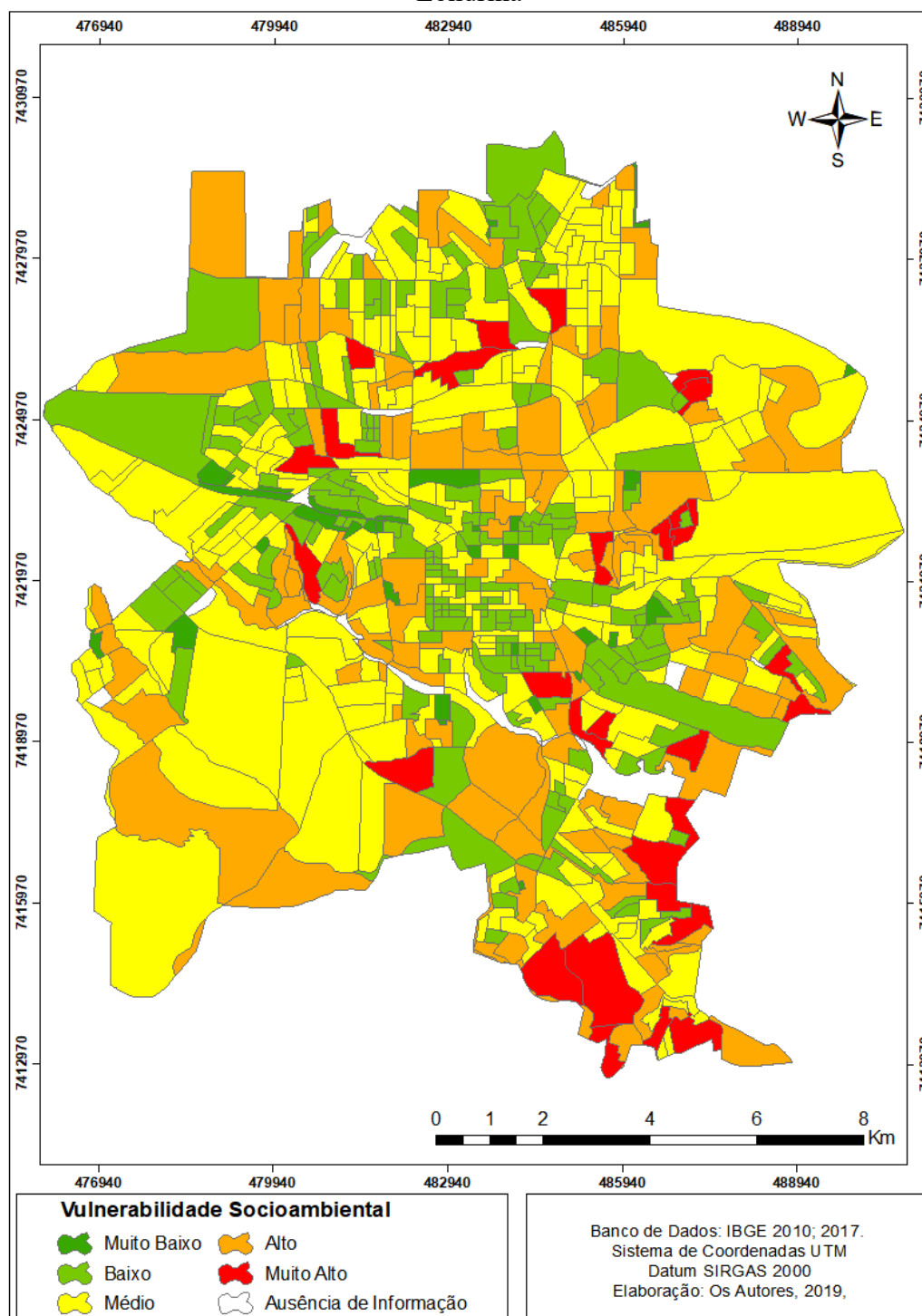


Elaboração: Os autores (2019).

De acordo com Alves, (2016), há uma tendência de pessoas e famílias de baixa renda ocuparem lugares de alto risco ambiental, pois estas áreas são as únicas acessíveis a essa população. No entanto, na cidade de Londrina as áreas próximas aos corpos d'água não estão diretamente associadas a esta população, bairros inseridos na bacia do Ribeirão Cambezinho, por exemplo, são considerados com um padrão de risco social baixo e médio, contrapondo o

mapa de risco ambiental onde foram consideradas com alto risco. Tais áreas obtiveram uma vulnerabilidade socioambiental de média a alta, devido a sua capacidade econômica de responder a determinado risco ou desastre ambiental.

Figura 6 - Mapa de vulnerabilidade Socioambiental por setor censitário da área urbana de Londrina



Elaboração: Os autores (2019).

No entanto as áreas periféricas que foram classificadas com alto risco ambiental ficaram sujeitas a uma vulnerabilidade socioambiental de alta a muito alta, pois sua capacidade econômica de responder a um desastre ou risco ambiental seria inversamente contrária aos

bairros próximos ao Ribeirão Cambezinho como o Bela Suíça, Higienópolis, Quebec e Inglaterra.

A vulnerabilidade socioambiental identificada mostrou uma dinâmica comum a algumas cidades devido a consistência de vulnerabilidades mais baixas em áreas próximas ao centro da cidade e vulnerabilidades mais altas nas áreas periféricas. Essa dinâmica na cidade mostrou suas exceções, no entanto, bairros que de fato são considerados de baixa renda, na porção sudeste e na porção mais ao norte da área de estudo, apresentaram vulnerabilidades alta e muito alta, corroborando hipóteses previamente inferidas.

Por mais que o número total de setores classificados como de vulnerabilidade média seja maior, este pode ser visto como um bom indicador capaz de especificar melhor a situação dos setores censitários que estão em uma condição intermediária de vulnerabilidade. Assim, em situações de crise econômica por exemplo, tais setores serão levados para situação de vulnerabilidade alta ou muito alta, agravando a situação de inúmeros setores que no período analisado encontravam-se em situação intermediária.

Assim, tais setores podem ser considerados orientadores na tomada de decisões e elaboração de políticas públicas de modo a norteá-las deixando claro quais áreas e setores devem ser atendidos pelas políticas públicas futuramente elaboradas.

CONCLUSÃO

A geração dos dados de vulnerabilidade proporcionou maior compreensão da dinâmica da área urbana da cidade de Londrina, a fim de possibilitar uma análise que pudesse amparar estudos ambientais e de gestão territorial.

O uso da ACP auxiliou na identificação das variáveis que correspondessem a maior relevância dos dados, possibilitando a identificação das variáveis que de fato obtenham maior descrição dos setores censitários. Dentre elas, as que mais obtiveram importância na descrição dos setores foi a tabela de Domicílios Particulares Permanentes fazendo referência ao abastecimento de água, banheiros e destinação do lixo.

Diante das análises ambiental, social e socioambiental, foi possível constatar que setores inseridos em bairros que historicamente apresentaram padrões de vida baixos, não necessariamente obtiveram vulnerabilidade ambiental elevada. Já setores pertencentes a bairros com padrão de vida elevado foram categorizados com vulnerabilidade ambiental alta ou muito alta devido principalmente a proximidade com corpos hídricos.

É necessário lembrar ainda, como salienta Cunico (2014), que os sistemas urbanos se apresentam socialmente complexos e repletos de tensões ambientais, intensificando os conflitos entre o ambiente e a população, que, na escala da cidade, atinge diretamente a população. Portanto, os centros urbanos, segregadores e excludentes, devem sofrer ações de planejamento estratégico intensas, incluindo estudos que antecipem as mudanças tanto no contexto ambiental quanto no socioeconômico, priorizando a equidade de acesso aos serviços básicos urbanos.

Para concluir, é importante salientar a necessidade de criação de um tripé que envolva o planejamento territorial, a organização institucional e a participação da comunidade, pois assim, pode-se capacitar a população para as situações de enfrentamento de riscos e até mesmo de desastres, objetivando o restabelecimento das condições de normalidade, já que a capacidade adaptativa acertada auxilia diretamente a minimização da condição de vulnerabilidade.

Ainda, a partir da síntese dos riscos ambientais e sociais e da vulnerabilidade socioambiental, esta pesquisa constitui material de embasamento técnico científico capaz de fomentar tomadas de decisões e elaboração de políticas públicas destinadas às áreas identificadas como de maior vulnerabilidade socioambiental.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, M. B. Vulnerability to disaster and sustainable development: a general framework for assessing vulnerability. **Disaster Prevention for Sustainable Development**. 1995.

ALMEIDA, L. Q. Por uma ciência dos riscos e vulnerabilidades na geografia. **Mercator**, Fortaleza, v. 10, n. 23, p. 83-99, set./dez. 2011.

ALVES, H. P. F. Desigualdade ambiental no município de São Paulo: análise da exposição diferenciada de grupos sociais a situações de risco ambiental através do uso de metodologias de geoprocessamento. **Revista Brasileira de Estudos da População**, São Paulo, v. 24, n.2, p. 301-316, jul./dez., 2007.

ALVES, H. P. F. Vulnerabilidade socioambiental na metrópole paulistana: uma análise sociodemográfica das situações de sobreposição espacial de problemas e riscos sociais e ambientais. **Revista Brasileira de Estudos da População**, São Paulo, v. 23, n.1, p. 43-59, jan./jun,2006.

ALVES, H. P. F.; TORRES, H. G. Vulnerabilidade socioambiental na cidade de São Paulo: uma análise de famílias e domicílios em situação de pobreza e risco ambiental. In: **São Paulo em Perspectiva**. v. 20, n. 1. São Paulo: Fundação Seade, 2006.

CUNICO, Camila. Do risco à adaptação: a identificação da vulnerabilidade socioambiental de Curitiba – PR. 2013. 269 f. Geografia (Doutorado em Geografia) - **Universidade Federal do Paraná**, Curitiba, 2013.

CUNICO, Camila; OKA-FIORI, Chisat. O estado de normalidade e o estado de exceção diante da importância das categorias de “vulnerabilidade”, “risco” e “resiliência”. **Caminhos de Geografia**. Uberlândia. V.15, n 52. P. 01-20.

CUTTER, S. L. Vulnerability to environmental hazards. **Progress in Human Geography**, v. 20, n. 4, p. 529-539, 1996.

FREITAS, C. M. et al. Vulnerabilidade socioambiental, redução de riscos de desastres e construção da resiliência – lições do terremoto no Haiti e das chuvas fortes na Região Serrana, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**. 17(6):1577-1586, 2012.

MARCORI, S. J. Geografia em escala local: um estudo de caso do município de Londrina. **PDE – Programa de desenvolvimento educacional**. Londrina. p. 78-92. 2008

MEDEIROS, M. D.; ALMEIDA, L. Q. Vulnerabilidade Socioambiental no município de Natal, RN, BR. **REDE – Revista eletrônica do PRODEMA** Fortaleza, Brasil, v. 9, n. 2, p. 65-79, jul./dez. 2015.

MOSCOVICI, S. Natureza – Para pensar a ecologia. Rio de Janeiro: **MAUAD X** – Instituto GAIA, 2007. (Coleção EICOS). 254p.

PINTO, L. R. A abordagem socioambiental na geografia brasileira: particularidades e tendências. Tese (doutorado) - **Universidade Federal do Paraná**, Curitiba-PR, 2015.

VICINI, Lorena. Análise multivariada da teoria à prática / Lorena Vicini; orientador Adriano Mendonça Souza. - Santa Maria: **UFSM**, CCNE, 2005.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPq pelo financiamento da pesquisa.