



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

**ANÁLISE COMPARATIVA DE INDICADORES DE VULNERABILIDADE E
DE RESILIÊNCIA COMUNITÁRIA AOS DESASTRES, NO CONTEXTO
URBANO E DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS**

RELATÓRIO FINAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA
(PIBIC/CNPq/INPE)

Thais Aparecida da Silva

Relatório de Iniciação
Científica do programa PIBIC,
orientado pelos Dr. Mariana
Gutierrez Arteiro da Paz e Júlia
Alves Menezes.

INPE
São José dos Campos
2023



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

**ANÁLISE COMPARATIVA DE INDICADORES DE VULNERABILIDADE E
DE RESILIÊNCIA COMUNITÁRIA AOS DESASTRES, NO CONTEXTO
URBANO E DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS**

RELATÓRIO FINAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA
(PIBIC/CNPq/INPE)

Thais Aparecida da Silva

Relatório de Iniciação
Científica do programa PIBIC,
orientado pelos Dr. Mariana
Gutierrez Arteiro da Paz e Júlia
Alves Menezes.

INPE
São José dos Campos
2023

RESUMO

Os eventos extremos relacionados às mudanças climáticas vêm aumentando no Brasil e no mundo, gerando impactos sociais, ambientais e econômicos que afetam de forma desigual diferentes comunidades. Compreender tais impactos é essencial para se pensar estratégias e medidas de mitigação e de adaptação. Assim, trabalhar a resiliência e a vulnerabilidade de cada localidade, é uma forma de auxiliar os gestores locais na equalização dessas diferenças e injustiças socioambientais. Este projeto, desenvolvido juntamente com a equipe do LADIS - Laboratório de Análises e Desenvolvimento de Indicadores para a Sustentabilidade, foca em análises comparativas teóricas e aplicadas de indicadores de vulnerabilidade e de resiliência comunitária no contexto urbano e de impactos de mudanças climáticas. Os objetivos do projeto foram: testar índices de vulnerabilidade e de resiliência comunitária para os principais eventos extremos relacionados às mudanças climáticas, no contexto brasileiro, para avaliar sua capacidade de diagnosticar e comunicar; e contribuir para a compreensão da aplicação e limites de indicadores de vulnerabilidade e de resiliência comunitária, em áreas urbanas, no contexto das mudanças climáticas. Para isso, as etapas metodológicas foram: i) Levantamento dos artigos sobre indicadores de vulnerabilidade; ii) Caracterização da área de estudo e levantamento dos principais eventos extremos ocorridos nessas localidades, na última década; iii) Construção do banco de dados com os indicadores de vulnerabilidade, para a área de estudo, a partir de dimensões temáticas definidas pela busca realizada; iv) Tratamento dos dados (normalização das variáveis e análises espaciais); v) Construção do índice de vulnerabilidade a desastres (IVD); vi) Análise comparativa entre o IVD e o Índice de Resiliência Comunitária a Desastres em processo de refinamento pela equipe do LADIS.

Foi possível segregar os indicadores através das seguintes dimensões: socioeconômicas, capital humano, governança e instituições, ambiente construído, capital natural e serviços ecossistêmicos e, a partir disso, identificar os indicadores mais importantes para a área de estudo. Ao final, a partir da análise do banco de dados foram coletados 32 indicadores agregados por média simples para formar o IVD. A partir da análise do IVD foram elaborados mapas representativos. Além disso, através da comparação do IVD com o índice de resiliência comunitária a desastres, temos que o município de São Luiz do Paraitinga apresentou maior resiliência e, conseqüentemente, menor vulnerabilidade. A partir deste estudo concluído, espera-se que os mapas desenvolvidos com os índices de vulnerabilidade a desastres possibilitem identificar os municípios com maior vulnerabilidade, assim como os pontos positivos e negativos a serem abordados para incremento da resiliência, além de promover uma análise comparativa a partir do mapeamento com base no IVD.

Palavras-chave: Vulnerabilidade, Resiliência comunitária, Mudanças climáticas, Indicadores, Urbano

LISTA DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
Figura 1 Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVPLN).....	4
Figura 2 Índice de Vulnerabilidade Social	10
Figura 3 Índice de Grupos Vulneráveis	11
Figura 4 Índice Ambiente Construído	12
Figura 5 Índice Infraestrutura Insuficiente	13
Figura 6 Índice Política Urbana Insuficiente	14
Figura 7 Índice Governança e Gestão de Riscos de Desastres Geohidrológicos à Desastres	15
Figura 8 Índice de Economia	16
Figura 9 Índice de Vulnerabilidade a Desastres (IVD)	17
Figura 10 Indicador de resiliência comunitária para os municípios Redenção da Serra, São Luiz do Paraitinga e Cunha	18
Figura 11 Indicador de Vulnerabilidade para os municípios Redenção da Serra e São Luiz do Paraitinga	19

LISTA DE TABELAS

	<u>Pág.</u>
Tabela 1 - Dados de cada município da RMVPLN -----	6
Tabela 2- Resultados dos índices de resiliência comunitária-----	18
Tabela 3- Resultados dos indicadores de vulnerabilidade-----	18

SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Objetivo Geral	2
2. DADOS E METODOLOGIA	2
2.1 Dados/ Variáveis/ Indicadores e Construção do Índice	2
2.2 Estudo de Caso - Paraíba do Sul	5
3. REVISÃO DE LITERATURA	8
3.1. Conceitos Teóricos	8
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	9
4.1 Construção do Banco de dados e Índices Considerados.....	9
4.2 Índice de Vulnerabilidade à Desastres (IVD).....	16
4.3 Análise comparativa entre o IVD e o Índice de Resiliência Comunitária a Desastres	17
5. CONCLUSÕES	20
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho integra as atividades desenvolvidas no projeto de Iniciação Científica “Análise Comparativa de Indicadores de Vulnerabilidade e de Resiliência Comunitária aos Desastres no Contexto Urbano e das Mudanças Climáticas”, iniciado em Setembro de 2022, sob a orientação dos Dr. Mariana Gutierrez Arteiro da Paz (Coordenação CGCT) e Júlia Alves Menezes (Instituição: INPE/DIIAV).

Os eventos extremos relacionados às mudanças climáticas vêm aumentando no Brasil e no mundo (COUTINHO e RAMOS, 2018; ETSY, EGBU e MURRAY, 2018; CICCOTTI, 2020). Com a previsão de aumento das mudanças climáticas, têm-se também o aumento dos riscos existentes e a previsão de que novos riscos sejam criados, tanto para os sistemas naturais como humanos (IPCC, 2014). Estes eventos apresentam impactos sociais, ambientais e econômicos, os quais afetam de forma desigual diferentes comunidades (IPCC, 2014).

Na produção dos riscos, a capacidade adaptativa tem influência na probabilidade de o risco se materializar (Oppenheimer et al., 2014; IPCC, 2012). Portanto, trabalhar a resiliência e a capacidade de resposta de cada localidade, é uma forma de auxiliar os gestores locais na equalização dessas diferenças e injustiças socioambientais.

No Brasil, os eventos extremos relacionados a tais mudanças com maior destaque em termos de número de ocorrência são as secas, deslizamentos e inundações (LEMOS, PUGA, JOHNSON et al., 2020; CEMADEN, 2019). Dada a grande diversidade biofísica e social existente no território brasileiro, cada ocorrência faz mais sentido em uma região diferente. E, da mesma forma, a capacidade de resposta e a resiliência de cada localidade, pode ser diferente.

Mais de 60% da população brasileira reside em cidades costeiras, cujos impactos estão mais relacionados à infraestrutura urbana e possível aumento do nível do mar (PBMC, 2016a). Por outro lado, as cidades de uma forma geral vêm se preocupando com disponibilidade hídrica para abastecimento público, em função das modificações dos regimes das chuvas, bem como alterações na distribuição de energia elétrica (PBMC, 2016b), questões que estão sendo mediadas em 2021, com as quais os municípios já estão se deparando. Outros eventos extremos associados às mudanças

climáticas que ocupam as agendas das cidades são deslizamentos e inundações (PBMC, 2016 a e b).

Com o objetivo de avaliar a capacidade de resposta para eventos que ocupam diferentes agendas (áreas urbanas em geral, e cidades costeiras), este projeto foca em municípios paulistas de dois contextos: cidades interioranas (do Vale do Paraíba) e cidades litorâneas (da Bacia Hidrográfica do Litoral Norte).

1.1. Objetivo Geral

Desenvolvido juntamente com a equipe do LADIS - Laboratório de Análises e Desenvolvimento de Indicadores para a Sustentabilidade, este projeto tem como enfoque municípios paulistas da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVPLN). Seus principais objetivos são:

- a) Testar índices de vulnerabilidade e de resiliência comunitária para os principais eventos extremos relacionados às mudanças climáticas, no contexto brasileiro, para avaliar sua capacidade de diagnosticar e comunicar;
- b) Contribuir para a compreensão da aplicação e limites de indicadores de vulnerabilidade e de resiliência comunitária, em áreas urbanas, no contexto das mudanças climáticas.

2. DADOS E METODOLOGIA

2.1 Dados/ Variáveis/ Indicadores e Construção do Índice

Os passos metodológicos desta pesquisa foram baseados nas seguintes atividades

- a) Levantamento dos artigos sobre indicadores de vulnerabilidade;

Foi realizado o levantamento de artigos que falam a respeito dos indicadores de vulnerabilidade para posterior construção do banco de dados, sendo eles: O artigo de Tapia et.al intitulado “Profiling urban vulnerabilities to climate change: An indicator-based vulnerability assessment for European cities”; “Bridging the gap

between will and action on climate change adaptation in large cities in Brazil” de (PREMEBIDA ET AL., 2019) ; “Green and socioeconomic infrastructures in the Brazilian Amazon: implications for a changing climate” (PRASAD, SILVA, 2017); “Operating urban resilience strategies to face climate change and associated risks: some advances from theory to application in Canada and France” (SERRE ET AL., 2020); “Adapting to urban challenges in the Amazon: flood risk and infrastructure deficiencies in Belém, Brazil” (NEWTON ET AL., 2017); “Conceptualizing urban vulnerability to global climate and environmental change” (LANKAO, QIN, 2011); “An index of Brazil’s vulnerability to expected increases in natural flash flooding and landslide disasters in the context of climate change” (RODRIGUES, 2017); “Climate change adaptation strategies and disaster risk reduction in cities: connections, contentions, and synergies” (O’BRIEN, 2011); “Rescaling social dynamics in climate change: The implications of cumulative exposure, climate justice, and community resilience” (Kim, Marcouiller, Woosnamc, 2018).

- b) Caracterização da área de estudo e levantamento dos principais eventos extremos ocorridos nessas localidades, na última década;

Para a caracterização da área de estudo foram considerados dados disponibilizados pelas plataformas Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados - SEADE, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA, IBGE, AdaptaBrasil, dentre outros.

O levantamento dos principais eventos extremos ocorridos nessa localidade foi realizado a partir da análise de dados de séries históricas disponibilizados pelo SIDRA-IBGE, na plataforma foi possível avaliar a ocorrência de eventos extremos, como secas, deslizamentos de terra, enchentes, inundações, assim como obter informações gerais sobre saneamento, quantidade de população, dentre outras.

- c) Construção do banco de dados com os indicadores de vulnerabilidade, para a área de estudo, a partir de dimensões temáticas definidas pela busca realizada;

Para a construção do banco de dados com os indicadores de vulnerabilidade, foram consideradas as 5 dimensões citadas no artigo de Tapia et. al, sendo elas:

condições socioeconômicas, capital humano, governança e instituições, ambiente construído e capital natural e serviços socioeconômicos.

A partir da análise dos indicadores que se encaixavam em cada dimensão, eles foram agrupados por tema, tendo como exemplos: transporte, infraestrutura, condições de habitação, etc.

Além disso, visando compor agregados com a mesma temática, foram utilizados indicadores previamente coletados pela equipe do LADIS. Dessa forma, foram construídos 7 indicadores, sendo eles: Governança e Gestão de Risco de Desastres Geohidrológicos Insuficiente; Política Urbana Insuficiente; Infraestrutura Insuficiente; Grupos Vulneráveis; Vulnerabilidade Social ; Economia.

d) Tratamento dos dados (normalização das variáveis e análises espaciais);

O tratamento dos dados foi realizado visando facilitar a análise dos dados dos indicadores de cada município. Foi feito o método de máximos e mínimos, de forma que os valores ficassem entre 0 e 1.

e) Construção do índice de vulnerabilidade a desastres (IVD);

Para a construção do índice de vulnerabilidade a desastres (IVD), foi realizada a média simples de todos os indicadores para cada município.

f) Análise comparativa entre o IVD e o Índice de Resiliência Comunitária a Desastres

Para a análise comparativa entre o IVD e o Índice de Resiliência Comunitária a Desastres, foi considerado um artigo intitulado “Construção e Avaliação de Índice de Resiliência Comunitária de Municípios do Vale do Paraíba” de Gunther et al, que apresenta o processo de coleta de dados para a construção de índice de resiliência comunitária para três cidades do Vale do Paraíba (São Luiz do Paraitinga, Redenção da Serra e Cunha), nesse artigo são consideradas as seguintes dimensões: Geral, Social, Econômica, Infraestrutura, Ambiental, Institucional e Capital Social.

Foi comparado os resultados dos indicadores de resiliência comunitária dos municípios em cada dimensão com o índice de vulnerabilidade a desastres (IVD).

2.2 Estudo de Caso - Paraíba do Sul

O objeto do estudo é a Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVPLN). Esta região foi, criada pela Lei Complementar 1.166, de 9 de janeiro de 2012, é constituída por 39 municípios, distribuídos em cinco sub-regiões, com sedes em São José dos Campos, Taubaté, Guaratinguetá, Cruzeiro e Caraguatatuba. A situação geográfica da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte – localizada entre os dois maiores centros produtores e consumidores do Brasil – e as facilidades de acesso representados, principal e inicialmente, pela Rodovia Presidente Dutra e, depois, pelas rodovias Ayrton Senna, Governador Carvalho Pinto e Dom Pedro I – foram fatores decisivos para a industrialização e o avanço tecnológico do Vale do Paraíba.

Além disso, essa região é um rico patrimônio ambiental, com presença de várias unidades de conservação de proteção integral e uso sustentável, e outros remanescentes de florestas nativas, prestando relevantes serviços ecossistêmicos de preservação da biodiversidade, produção de água e regulação do clima.

Em relação ao clima da região ele é subtropical quente, com estações bem definidas: quente e úmido durante a primavera e verão e seco e frio durante o outono e inverno.

O Bioma presente na região da bacia do Rio Paraíba do Sul, a Mata Atlântica, vem sofrendo diversos problemas ambientais, tendo em vista que a área ainda sofre com queimadas e desmatamento, os quais refletem no desenvolvimento da região.

Além do abastecimento das cidades, os rios que compõem a bacia hidrográfica do Paraíba do Sul servem de irrigação e geração de energia elétrica. Algumas usinas hidrelétricas estão instaladas na região das quais se destacam: Usina de Paraibuna, Usina de Santa Branca e Usina Funil. A figura 1 representa os municípios presentes na RMVPLN.

Figura 1. Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVPLN)



Fonte: SEADE (2022)

Além disso, a população da RMVPLN, possui 2,5 milhões de habitantes (SEADE, 2020), e seu PIB, de R\$ 136 bilhões (SEADE, 2018, em reais de 2020), representando 5,6% das médias estaduais. Seu Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é de 0,781, logo, está próximo da média estadual que é de 0,783, considerado alto (IPEA/PNUD, 2014).

Tabela 1 - Dados de cada município da RMVPLN

Localidades	Área (Em km2)	Densidade Demográfica (Habitantes/km2)	População Urbana	População Rural	Grau de Urbanização (Em %)
Caçapava	368,99	248,37	78416	13230	85,56
Igaratá	292,95	31,93	8055	1299	86,11
Jacareí	464,27	493,6	225998	3165	98,62
Jambuí	184,41	34,01	3003	3269	47,88
Monteiro Lobato	332,74	13,5	2000	2491	44,53
Paraitinga	809,58	22,61	5518	12786	30,15
Santa Branca	272,24	52,2	12536	1676	88,21
São José dos Campos	1099,41	651,88	702108	14580	97,97
Campos do Jordão	290,52	173,16	49993	314	99,38
Lagoinha	255,47	18,87	3450	1371	71,56
Natividade da Serra	833,37	8,04	2851	3852	42,53
Pindamonhangaba	730	225,69	160348	4405	97,33

Redenção da Serra	309,44	12,39	2821	1013	73,58
Santo Antônio do Pinhal	133,01	49,94	4705	1938	70,83
São Bento do Sapucaí	252,58	41,73	5477	5062	51,97
São Luiz do Paraitinga	617,32	17,15	6351	4233	60,01
Taubaté	625	495,17	303179	6304	97,96
Tremembé	191,09	242,63	43230	3134	93,24
Aparecida	121,08	295,21	35224	520	98,55
Cachoeira Paulista	287,99	112,44	27088	5293	83,65
Canas	53,26	96,13	4933	187	96,35
Cunha	1407,25	15,39	13744	7916	63,45
Guaratinguetá	752,64	157,77	113258	5483	95,38
Lorena	414,16	209,95	84852	2100	97,58
Piquete	176	77,39	12782	839	93,84
Potim	44,47	468,07	15784	5031	75,83
Roseira	130,65	82,07	10303	420	96,08
Arapeí	156,9	15,74	1924	545	77,93
Areias	305,23	12,65	2588	1272	67,05
Bananal	616,43	17,34	9071	1620	84,85
Cruzeiro	305,7	262,11	78323	1805	97,75
Lavrinhas	167,07	43,2	6802	416	94,24
Queluz	249,4	51,06	10445	2290	82,02
São José do Barreiro	570,69	7,14	3250	823	79,79
Silveiras	414,78	15,04	3384	2856	54,23
Caraguatatuba	484,95	241,45	112783	4307	96,32
Ilhabela	346,39	97,64	33588	233	99,31
São Sebastião	402,4	219,08	87163	993	98,87
Ubatuba	708,11	126,79	87694	2088	97,67

Fonte: SEADE, IMP (2022)

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Conceitos Teóricos

Serão abordados os conceitos relevantes para a pesquisa, como os impactos das mudanças climáticas, a adaptação climática e a resiliência a desastres com foco em eventos extremos em áreas urbanas.

a) Impactos das mudanças climáticas e cidades

De acordo com o IPCC (2014), às mudanças climáticas são caracterizadas como uma mudança no estado do clima que pode ser identificada (por exemplo, usando testes estatísticos) por mudanças na média e/ou na variabilidade de suas propriedades, e que persiste por um longo período, tipicamente décadas ou mais. A mudança climática pode ser devido a processos internos naturais ou forças externas, como modulações dos ciclos solares, fenômenos vulcânicos, erupções e mudanças antrópicas persistentes na composição da atmosfera ou no uso da terra.

Segundo o IPCC, as mudanças climáticas terão grandes impactos sobre o vasto espectro das funções, infraestruturas, serviços e edificações urbanas (IPCC,2014a). A vulnerabilidade desses sistemas às mudanças climáticas variam com base no grau de desenvolvimento, resiliência e adaptabilidade (IPCC, 2007). Deste modo, as alterações do clima podem agravar pressões já existentes, principalmente nos países em desenvolvimento como o Brasil, onde a maioria da população ainda carece de serviços básicos de saneamento, o tráfego das vias urbanas é caótico e a segurança energética está constantemente em discussão (IPCC, 2014a).

b) Vulnerabilidade

Segundo o IPCC (McCarthy et al., 2001), a vulnerabilidade é definida como o grau a qual um sistema é suscetível ou incapaz de reagir a efeitos adversos provenientes de mudanças climáticas. A vulnerabilidade também possui alguns parâmetros, como o estresse ao qual um sistema está exposto, sua sensibilidade e sua capacidade adaptativa. Sendo que, a exposição é a natureza e o grau em que um sistema passa por estresse ambiental ou sociopolítico. A sensibilidade é o grau em que um sistema é modificado

ou afetado por perturbações. Enquanto que, a capacidade adaptativa é a habilidade de um sistema de evoluir para acomodar riscos ambientais e para expandir a gama de variabilidade com a qual pode lidar.

b) Resiliência a desastres

A resiliência representa a capacidade de um sistema, comunidade ou sociedade, exposta a riscos, de resistir, absorver, acomodar e se recuperar a partir dos efeitos de um perigo, num prazo adequado e de forma eficiente, com a preservação e restauração de suas estruturas básicas essenciais e funções (UNISDR, 2010, p. 13).

De acordo com o Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil (Ceped), a Resiliência a Desastres é definida como a capacidade determinada pela forma como governo e sociedade civil compreendem os riscos que enfrentam e são capazes de se auto-organizar. Essa auto-organização foca no aumento da capacidade de adaptação, aprendendo com experiências passadas, planejando o futuro com investimentos em proteção e defesa civil, e realizando ações de boa governança visando o alcance de uma melhor proteção futura, centrada em medidas de redução de riscos de desastres (UFSC CEPED, 2020).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Construção do Banco de dados e Índices Considerados

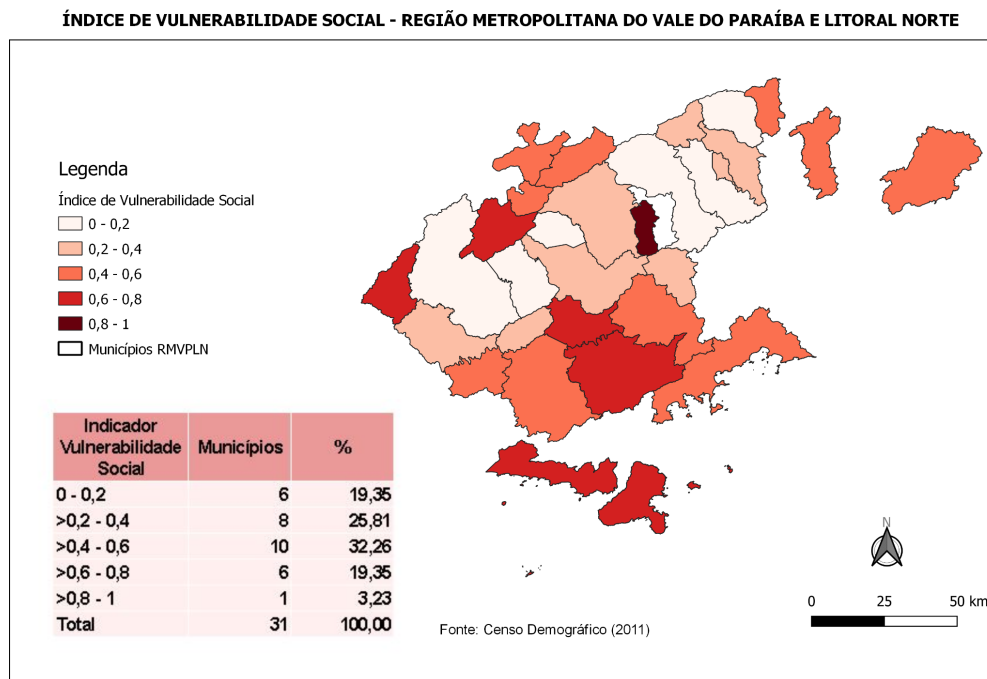
Foi realizada a segregação dos indicadores através das seguintes dimensões: socioeconômicas, capital humano, governança e instituições, ambiente construído, capital natural e serviços ecossistêmicos e, a partir disso, identificar os indicadores mais importantes para a área de estudo.

a) Índice de Vulnerabilidade Social

Para o índice de vulnerabilidade social, 10 municípios apresentaram valores na faixa de 0,4 a 0,6, enquanto que 8 municípios apresentaram valores na faixa de 0,2 a 0,4. 6 municípios apresentaram valores na faixa de 0,6 a 0,8 e o mesmo número de municípios na faixa de 0 a 0,2. E, por fim, apenas 1 município está na faixa de 0,8 a 1.

Indicando um impacto considerável da vulnerabilidade social sobre os municípios, representados pela figura 2.

Figura 2: Índice de Vulnerabilidade Social



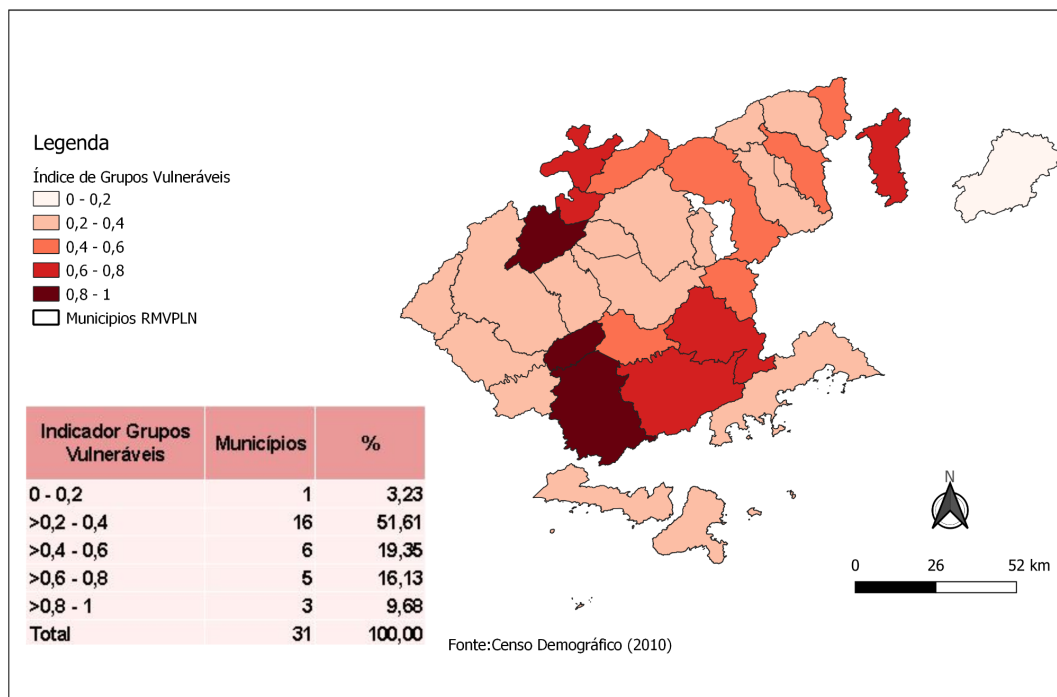
Fonte: Elaborada pelo autor

b) Índice de Grupos Vulneráveis

Para o índice de grupos vulneráveis, 16 municípios apresentaram valores na faixa de 0,2 a 0,4, enquanto que 6 municípios apresentaram valores na faixa de 0,4 a 0,6, 5 municípios apresentaram valores na faixa de 0,6 a 0,8, 3 municípios na faixa de 0,8 a 1. E, por fim, apenas 1 município está na faixa de 0 a 0,2. Apontando impacto considerável da vulnerabilidade sobre os municípios, representados pela figura 3.

Figura 3: Índice de Grupos Vulneráveis

ÍNDICE DE GRUPOS VULNERÁVEIS - REGIÃO METROPOLITANA DO VALE DO PARAÍBA E LITORAL NORTE



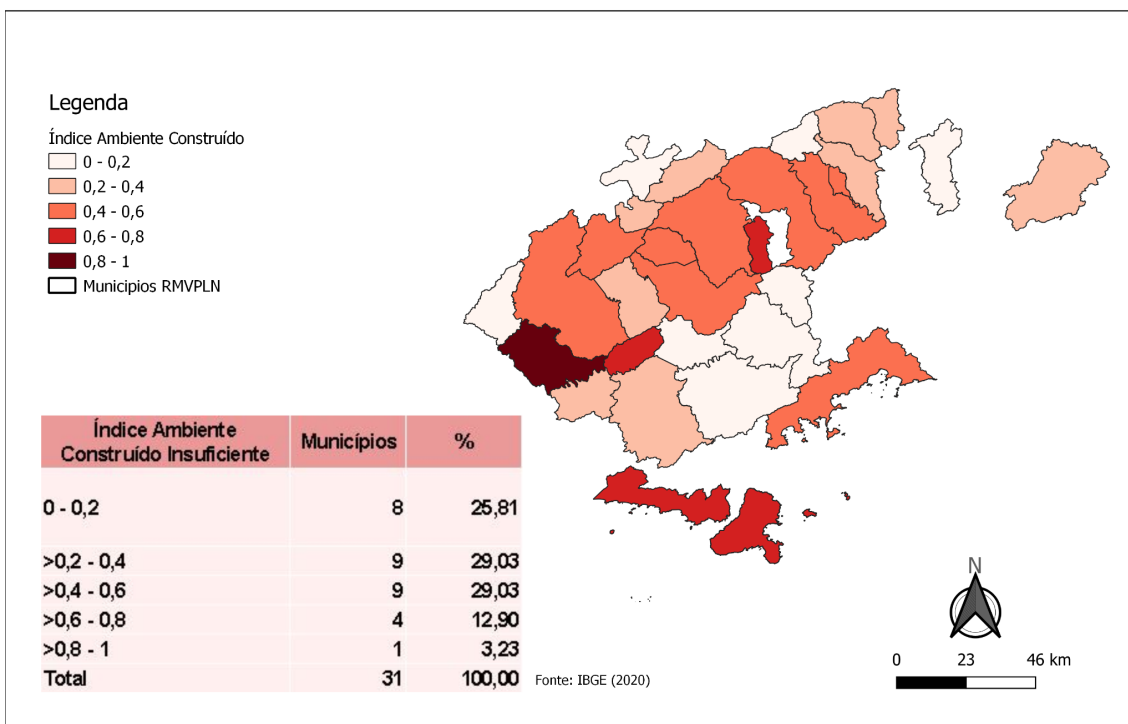
Fonte: Elaborada pelo autor

c) Índice Ambiente Construído

Para o índice ambiente construído, 8 municípios apresentaram valores na faixa de 0 a 0,2, enquanto que 9 municípios apresentaram valores nas faixas de 0,2 a 0,4 e 0,4 a 0,6, além disso, 4 municípios apresentaram valores na faixa de 0,6 a 0,8 e, por fim, apenas 1 município está na faixa de 0,8 a 1. Apontando impacto considerável desse índice sobre os municípios, representados pela figura 4.

Figura 4: Índice de Ambiente Construído

ÍNDICE AMBIENTE CONSTRUÍDO - REGIÃO METROPOLITANA DO VALE DO PARAÍBA E LITORAL NORTE



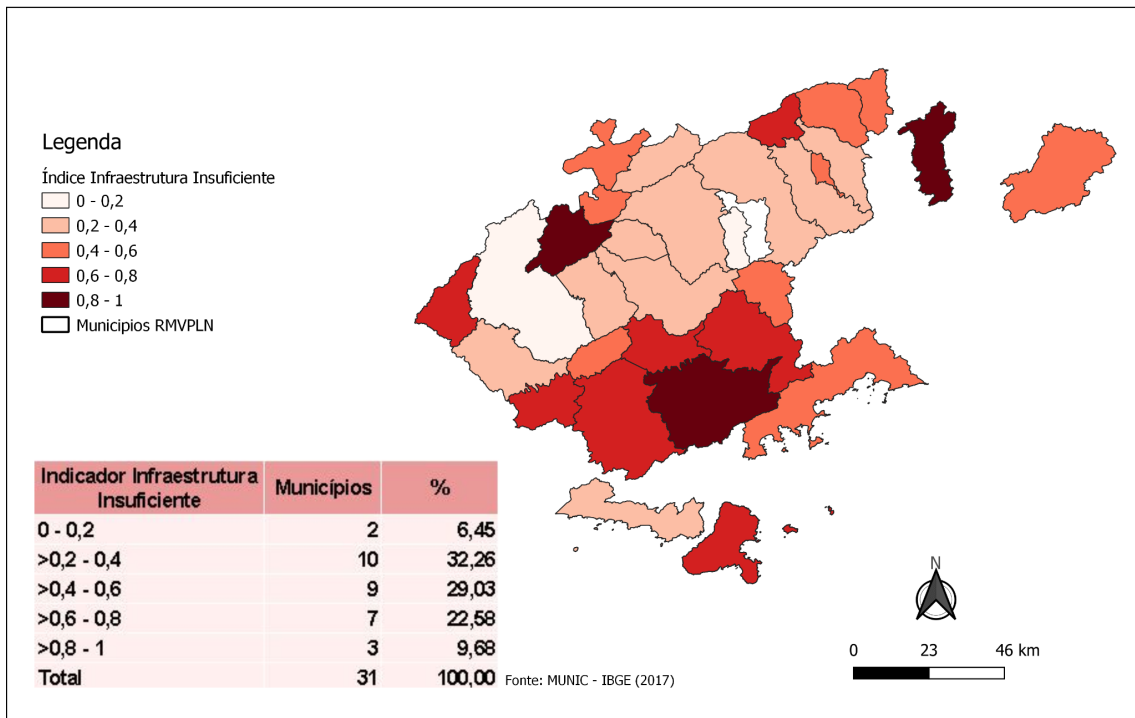
Fonte: Elaborada pelo autor

d) Índice Infraestrutura Insuficiente

Para o índice infraestrutura insuficiente, 2 municípios apresentaram valores na faixa de 0 a 0,2, enquanto que 10 municípios apresentaram valores nas faixa de 0,2 a 0,4, além disso, 9 municípios apresentaram valores na faixa de 0,4 a 0,6 e 7 municípios estão na faixa de 0,6 a 0,8. Por fim, apenas 3 municípios estão na faixa de 0,8 a 1, representados pela figura 5.

Figura 5: Índice de Infraestrutura Insuficiente

ÍNDICE DE INFRAESTUTURA INSUFICIENTE - REGIÃO METROPOLITANA DO VALE DO PARÁIBA E LITORAL NORTE



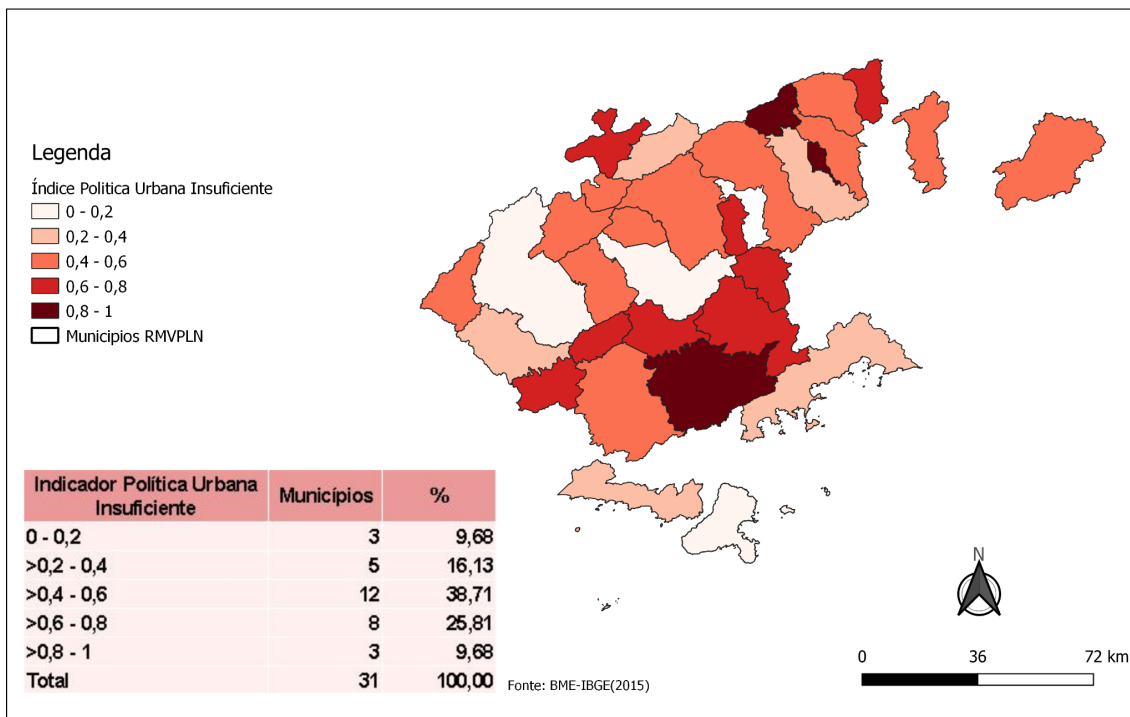
Fonte: Elaborada pelo autor

e) Índice Política Urbana Insuficiente

Para o índice política urbana insuficiente, 3 municípios apresentaram valores na faixa de 0 a 0,2, enquanto que 5 municípios apresentaram valores nas faixa de 0,2 a 0,4, além disso, 12 municípios apresentaram valores na faixa de 0,4 a 0,6 e 8 municípios estão na faixa de 0,6 a 0,8. Por fim, apenas 3 municípios estão na faixa de 0,8 a 1, representados pela figura 6.

Figura 6: Índice de Política Urbana Insuficiente

ÍNDICE DE POLÍTICA URBANA INSUFICIENTE - REGIÃO METROPOLITANA DO VALE DO PARAÍBA E LITORAL NORTE



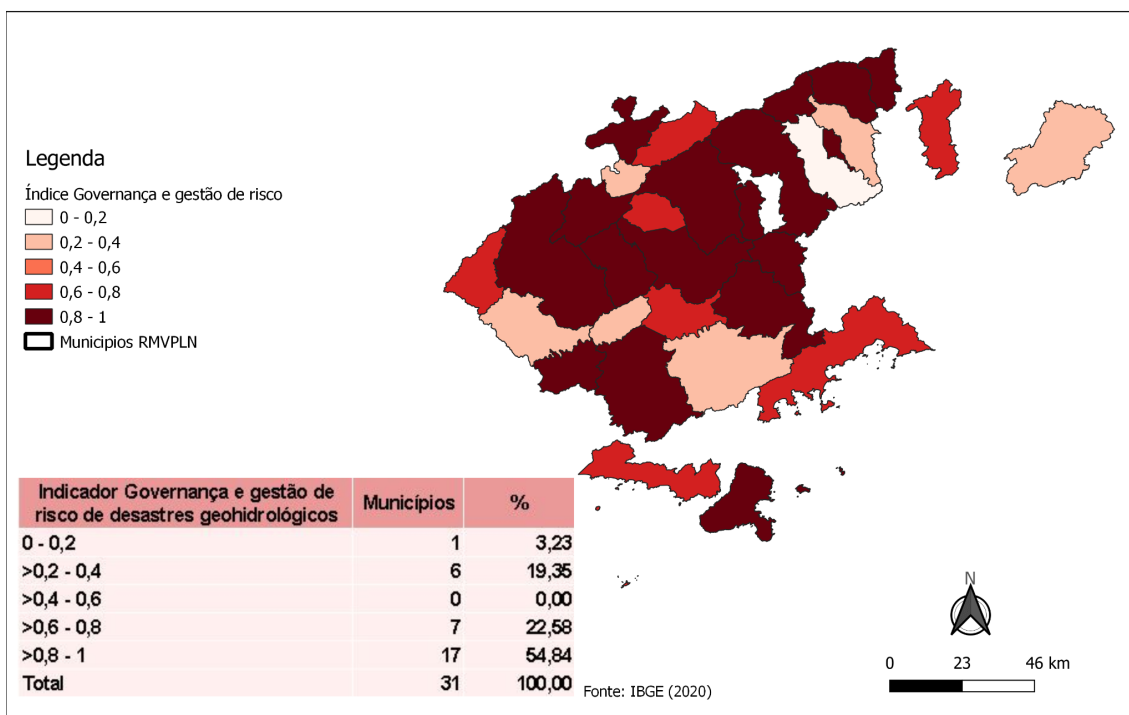
Fonte: Elaborada pelo autor

f) Índice Governança e Gestão de Riscos de Desastres Geo hidrológicos à Desastres

Para o índice de governança e gestão de riscos de desastres geo hidrológicos a desastres, boa parte dos municípios (17) se concentram na faixa de 0,8 a 1, o que representa que esse índice possui forte influência sobre a vulnerabilidade a desastres dos municípios, representados pela figura 7.

Figura 7: Índice de Governança e Gestão de Riscos de Desastres Geohidrológicos à Desastres

ÍNDICE DE GOVERNANÇA E GESTÃO DE RISCO DE DESASTRES GEOHIDROLÓGICOS - REGIÃO METROPOLITANA DO VALE DO PARAÍBA E LITORAL NORTE



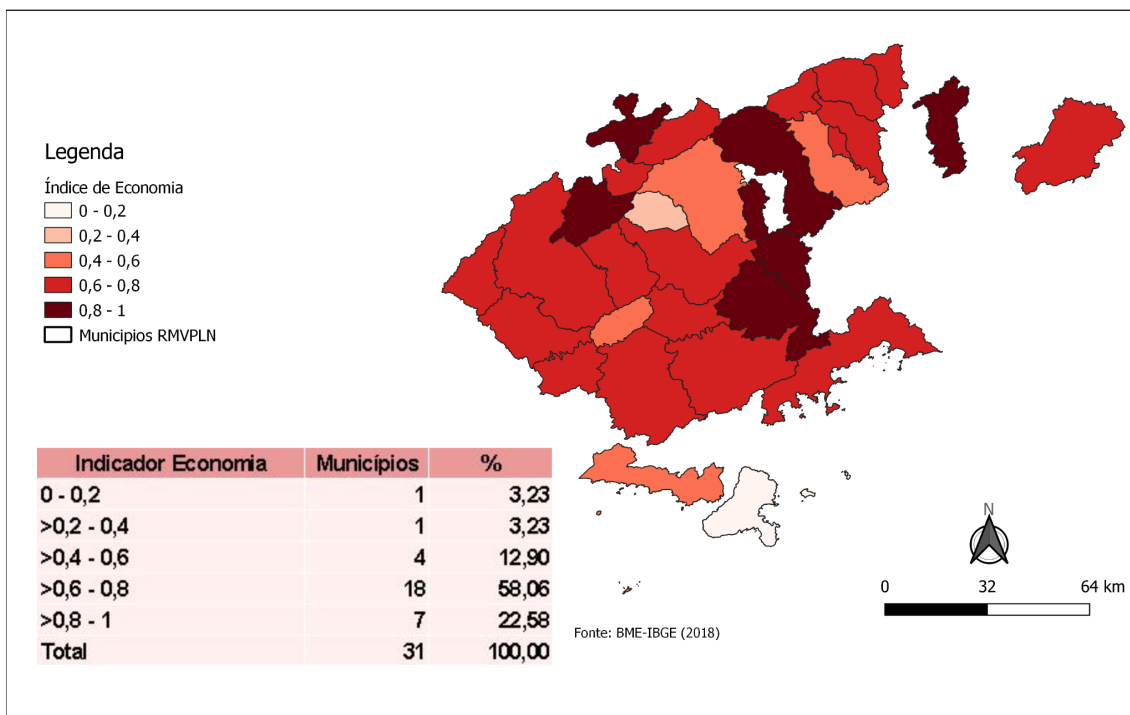
Fonte: Elaborada pelo autor

g) Índice de Economia

Para o índice de economia, a maioria dos municípios se encontram na faixa de 0,6 a 0,8, o que indica que esse índice apresenta uma grande influência sobre os municípios da área de estudo, sendo 7 municípios na faixa de 0,8 a 1. Logo, esse índice apresenta grande influência sobre os municípios, representados pela figura 8.

Figura 8: Índice de Economia

ÍNDICE DE ECONOMIA - REGIÃO METROPOLITANA DO VALE DO PARAÍBA E LITORAL NORTE



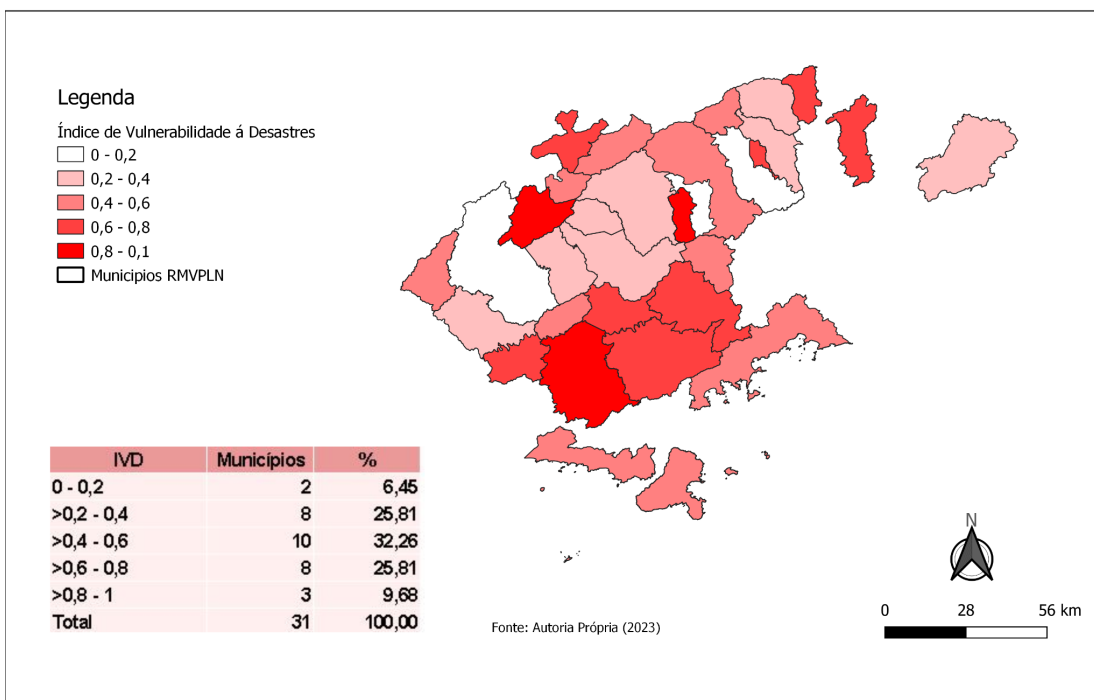
Fonte: Elaborada pelo autor

4.2 Índice de Vulnerabilidade à Desastres (IVD)

Para a construção do Índice de Vulnerabilidade à Desastres (IVD), foi realizada uma análise do bancos de dados, construído com base nas dimensões socioeconômicas, capital humano, governança e instituições, ambiente construído, capital natural e serviços ecossistêmicos e, em seguida, a partir da média simples dos indicadores agregados foi construído o IVD, representado pela figura 9.

Figura 9: Índice de Vulnerabilidade à Desastres (IVD)

ÍNDICE DE VULNERABILIDADE À DESASTRES (IVD) - REGIÃO METROPOLITANA DO VALE DO PARAÍBA E LITORAL NORTE



Fonte: Elaborada pelo autor

4.3 Análise comparativa entre o IVD e o Índice de Resiliência Comunitária a Desastres

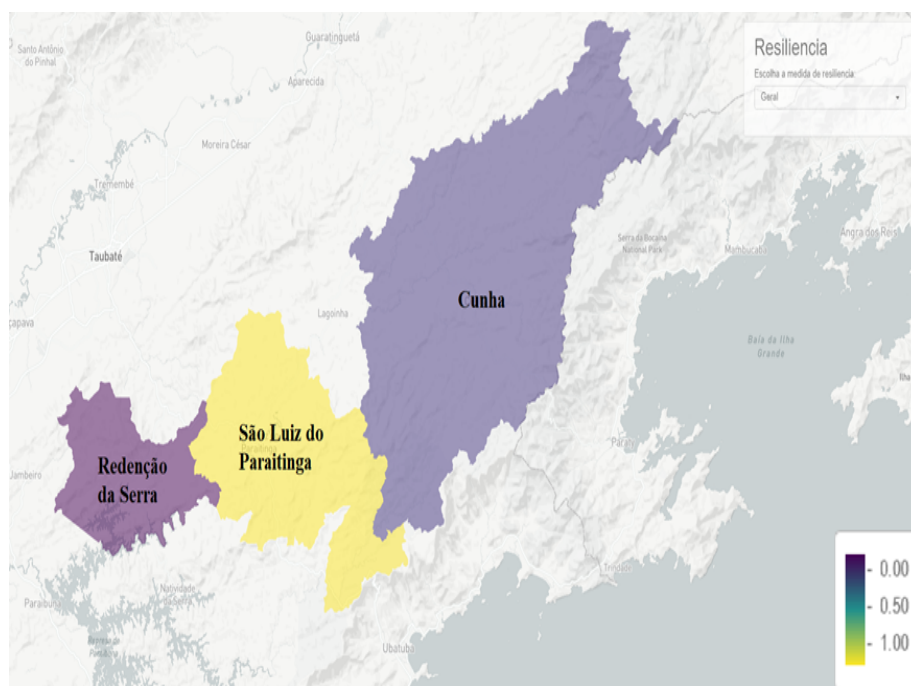
A avaliação do grau de resiliência de uma comunidade é fundamental para a preparação e recuperação de desastres (FRAZIER et al., 2013), além de fornecer métricas para definir prioridades, medir o progresso e auxiliar na tomada de decisões (CUTTER, 2010). Dessa maneira, o indicador busca avaliar três municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte, com histórico de ocorrência de desastres, sendo eles São Luiz do Paraitinga por alagamento e inundação, Redenção da Serra pela seca, e Cunha pelos deslizamentos.

O mapa abaixo (figura 3) representa os resultados dos indicadores de resiliência geral, o município de São Luiz do Paraitinga apresenta o maior indicador de resiliência comunitária a desastres, isso se deve ao fato de a região ter apresentado bons resultados em todas as 6 dimensões, pois o município se adaptou bem à mudanças causadas pelas enchentes, o município era pequeno (densidade demográfica 17,15 Habitantes/km²) e a população se uniu para reerguer a região. O segundo maior indicador de resiliência

comunitária é o município de Cunha por apresentar melhor resiliência econômica, infraestrutura e capital social e, por último, Redenção da Serra, município de menor resiliência nas dimensões econômica, infraestrutura, e capital social, representado pela tabela 3.

Essa resiliência comunitária foi observada na reconstrução do município após as inundações ocorridas em 2010, cujos componentes social e cultural desempenharam papel definitivo para o desenvolvimento da cidade pós-desastre (MARCHEZINI, SARTORI e GONÇALVES, 2017).

Figura 10: Indicador de resiliência comunitária para os municípios Redenção da Serra, São Luiz do Paraitinga e Cunha

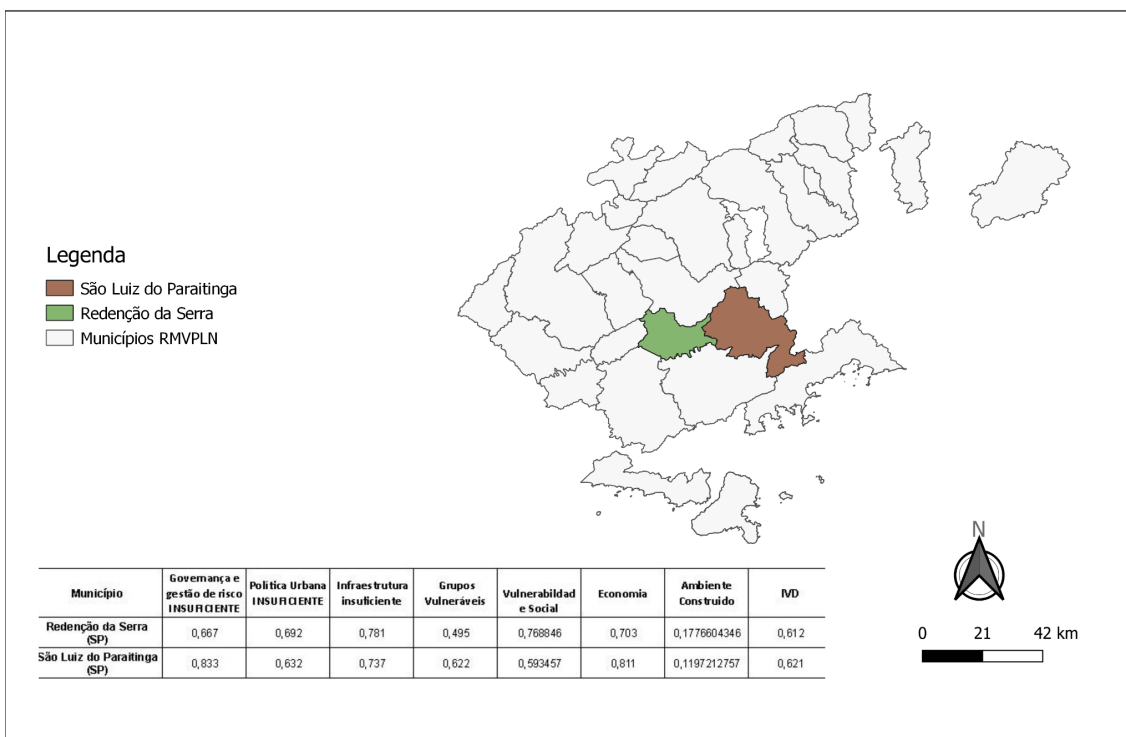


Fonte: (Tomasiello *et.al*)

A título de comparação com os indicadores de resiliência comunitária, foram considerados os indicadores de vulnerabilidade, representados na tabela 3 e na figura 11, para os municípios de São Luiz do Paraitinga e Redenção da Serra, a partir da análise dos resultados, notou-se que o município de São Luiz do Paraitinga apresentou maior resiliência geral (1,00) e em contrapartida apresentou menor vulnerabilidade (0,612), demonstrando que um município que apresenta maior resiliência, consequentemente, apresentará menor vulnerabilidade.

Figura 11: Indicador de Vulnerabilidade para os municípios Redenção da Serra e São Luiz do Paraitinga

ANÁLISE COMPARATIVA DE MUNÍCIPIOS DA REGIÃO METROPOLITANA DO VALE DO PARAÍBA E LITORAL NORTE



Fonte: Elaborada pelo autor

Tabela 2:- Resultados dos índices de resiliência comunitária

Município/Dimensão	Geral	Social	Econômica	Infraestrutura	Ambiental	Institucional	Capital Social
São Luiz do Paraitinga	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00
Redenção da Serra	0,00	0,00	0,00	0,05	1,00	0,00	0,00
Cunha	0,15	0,56	0,08	0,00	0,78	0,00	0,14

Fonte:

Tabela 3: Resultados dos indicadores de vulnerabilidade

Município/Dimensão	Governança e gestão de risco Insuficiente	Política Urbana Insuficiente	Infraestrutura insuficiente	Grupos Vulneráveis	Vulnerabilidade Social	Economia	IVD
São Luiz do Paraitinga	0,667	0,692	0,781	0,495	0,769	0,703	0,612
Redenção da Serra	0,833	0,632	0,737	0,622	0,593	0,811	0,621

5. CONCLUSÕES

A partir deste estudo concluído, foram desenvolvidos mapas com os índices de vulnerabilidade a desastres, sendo possível identificar os municípios com maior vulnerabilidade, assim como os pontos positivos e negativos a serem abordados para incremento da resiliência, além de promover uma análise comparativa entre o IVD e a resiliência comunitária.

Os municípios que se destacaram com maior vulnerabilidade, dos indicadores temáticos apresentados foram: Monteiro Lobato, Paraibuna e Roseira.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CEMADEN. **Anuário da sala de situação do CEMADEN, 2017** / Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais. - Vol.1, n.1 (2019). São José dos Campos: CEMADEN, 2019.

CICCOTTI, L.; RODRIGUES, A. C.; BOSCOV, M. E. G.; GÜNTHER, W. M. R. Construção de indicadores de resiliência comunitária aos desastres no Brasil: uma abordagem participativa. **Ambiente e Sociedade**. Vol. 23, 2020. 2020;23:e01231

COUTINHO, S.; RAMOS, R. R. Desafio presente: Mudanças climáticas e desastres naturais. In: Samia, N. S. e Jacobi, P. R. (orgs). **Melhor prevenir: olhares e saberes para a redução de risco de desastre**. São Paulo: IEE-USP, 2018, p. 40-47.

CUTTER, S. L.; BORUFF, B. J.; SHIRLEY, W. L. Social Vulnerability to Environmental Hazards. **Social Science Quarterly**, v. 84, n. 2, pp. 242–261, 2003. <https://doi.org/10.1111/1540-6237.8402002>

GUNTHER, W.M.R., PAZ, M.G.A., TOMASIELLO, D.B., BOSCOV, M.E.G., MENEZES, J.A., Arcoverde, G.F.B. Resiliência comunitária a desastres em dois contextos socioambientais brasileiros. **XX Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, Portugal, 2022. (no prelo)

IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Annex I: Glossary. In: MASSON-DELMOTTE, V. et al. (Org.). **Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the**

context of strengthening the global response to the threat of climate change. [S. I.]: IPCC, 2018. p. 541–562.

_____. 2022: Summary for Policymakers. PÖRTNER, H. et al. (Eds.). In: **Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.** PÖRTNER, H. et al. (Eds.). Cambridge: Cambridge University Press, 2022. CUTTER; BORUFF; SHIRLEY, 2003;

_____. **Technical Summary Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.** 2021. Cambridge, UK and New York: Cambridge University Press, 2021. pp. 33–144.

LEMOS, M.C., PUGA, B.P., FORMIGA-JOHNSON, R.M. et al. Building on adaptive capacity to extreme events in Brazil: water reform, participation, and climate information across four river basins. *Reg Environ Change* 20, 53 (2020). <https://doi.org/10.1007/s10113-020-01636-3>

Paz, M.G.A., Menezes, J.A., Albiach, E.B., Maglio, I.C., Arcoverde, G.B., Ometto, J.P. Cidades brasileiras: reflexões sobre a vulnerabilidade e adaptação às mudanças climáticas. In: **Coletânea Interfaces Ambiente, Saúde e Sustentabilidade.** São Paulo: Portal de Livros Abertos da USP, 2022 (n o prelo)

Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas - PBMC, 2016^a. Impacto, vulnerabilidade e adaptação das cidades costeiras brasileiras às mudanças climáticas: **Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas** [Marengo, J.A., Scarano, F.R. (Eds.)]. PBMC, COPPE - UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil. 184 p. ISBN: 978-85-285-0345-6.

_____, 2016b. **Mudanças Climáticas e Cidades. Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas** [Ribeiro, S.K., Santos, A.S. (Eds.)]. PBMC, COPPE – UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil. 98p. ISBN: 978-85-285-0344-9.

TOMASIELLO, D.B., PAZ, M.G.A., BOSCOV, M.E.G., GÜNTHER, W.M.R. Construção e avaliação de índice de resiliência comunitária de municípios do Vale do Paraíba. In: **X Simpósio da Pós-graduação em Ciência do Sistema Terrestre.** São José dos Campos: INPE, 2021.

PBMC, 2016: Mudanças Climáticas e Cidades. Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas [Ribeiro, S.K., Santos, A.S. (Eds.)]. PBMC, COPPE – UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil. 98p. ISBN: 978-85-285-0344-9

Resiliência e risco de desastres: um guia para atuação municipal/ Banco Mundial. Fundação de Amparo à Pesquisa e Extensão Universitária. Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil. Global Facility for Disaster Reduction and Recovery. - Florianópolis: FAPEU, 2020.

DEBORTOLI, Nathan S; IVO, Pedro; MARENGO, Jose A; *et al.* An index of Brazil's vulnerability to expected increases in natural flash flooding and landslide disasters... ResearchGate. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/312046432_An_index_of_Brazil%27s_vulnerability_to_expected_increases_in_natural_flash_flooding_and_landslide_disasters_in_the_context_of_climate_change>. Acesso em: 1 nov. 2022.

GABRIELA DI GIULIO; ROGER RODRIGUES TORRES; LAPOLA, David; *et al.* Bridging the gap between will and action on climate change adaptation in large cities in Brazil. ResearchGate. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/336978714_Bridging_the_gap_between_will_and_action_on_climate_change_adaptation_in_large_cities_in_Brazil>. Acesso em: 1 nov. 2022.

ROMERO LANKAO, Patricia ; QIN, Hua. Conceptualizing urban vulnerability to global climate and environmental change. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, v. 3, n. 3, p. 142–149, 2011.