



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**

**AVALIAÇÃO DE INDICADORES DE VULNERABILIDADE AOS EVENTOS  
ASSOCIADOS ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS**

**RELATÓRIO PARCIAL 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  
Gustavo Felipe Balué  
Arcoverde.

INPE  
São José dos Campos  
2022



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**

**AVALIAÇÃO DE INDICADORES DE VULNERABILIDADE AOS EVENTOS  
ASSOCIADOS ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS**

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

Silva

Thais Aparecida da

Relatório de Iniciação  
Científica do programa PIBIC,  
orientado pelos Dr. Mariana  
Gutierrez Arteiro da Paz e  
Gustavo Felipe Balué  
Arcoverde

INPE  
São José dos Campos  
2022

## 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. Assim, 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. Este projeto, tem como objetivos realizar análises comparativas teóricas e aplicadas de indicadores de vulnerabilidade e de resiliência comunitária no contexto urbano e de impactos de mudanças climáticas, tendo como área de estudo municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVPLN). Além da revisão crítica da literatura sobre “vulnerabilidade, resiliência e adaptação” no contexto dos impactos socioambientais das mudanças climáticas. Para isso, as etapas metodológicas consideradas foram: Fichamentos para os conceitos de indicadores, vulnerabilidade, adaptação e resiliência; Levantamento de indicadores de vulnerabilidade climática em artigos científicos e plataformas de referência, como AdaptaBrasil; Análise comparativa entre os indicadores de diferentes bases e os conceitos de vulnerabilidade identificados na literatura; Aplicação dos indicadores na RMVPLN com o embasamento teórico. Foi constatado que os indicadores do AdaptaBrasil estão alinhados aos indicadores abordados na literatura especializada, tendo em vista que o referencial conceitual são os mesmos (dimensões de risco do IPCC, Gallopin, Adger). Além de, ser notado a diferença entre os indicadores de vulnerabilidade do AdaptaBrasil e os indicadores de resiliência comunitária considerando a mesma região de estudo, já que se tratam de dimensões distintas. Com isso, foi possível observar o comportamento dos indicadores em termos de respostas esperadas de cada grupo de indicadores, no contexto dos impactos das mudanças climáticas ao ambiente urbano, considerando diferentes perspectivas e aplicabilidades.

Palavras-chave: Mudanças Climáticas, Vulnerabilidade, Resiliência, Adaptação, Indicadores.

## LISTA DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
Figura 1. Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVPLN).....	4
Figura 2. Índice de Capacidade Adaptativa referente aos riscos de impacto em recursos hídricos devido a Seca.....	13
Figura 3. Indicador de resiliência comunitária.....	15

# SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
1.1. Objetivo Geral .....	2
<b>DADOS E METODOLOGIA</b> .....	<b>2</b>
2.2 Estudo de Caso - Paraíba do Sul .....	3
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>6</b>
3.1. Conceitos Teóricos .....	6
3.2. Definições de Alguns Conceitos Trazidos por Gallopín .....	7
<b>4. RESULTADOS</b> .....	<b>8</b>
4.1 Análise comparativa teórica e conceitual entre os conjuntos de indicadores levantados .....	8
4.1.1 Vulnerabilidade - AdaptaBrasil e Adger .....	8
4.1.2 Vulnerabilidade - Adapta e hotspots .....	9
4.1.3 Vulnerabilidade e Resiliência comunitária .....	11
4.2.1 AdaptaBrasil .....	12
4.2.2. Indicadores de Resiliência . .....	13
<b>5. CONCLUSÕES</b> .....	<b>15</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>16</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Este trabalho integra as atividades desenvolvidas no projeto de Iniciação Científica “Avaliação de indicadores de vulnerabilidade aos eventos associados às mudanças climáticas”, iniciado em Setembro de 2021, sob a orientação dos Dr. Mariana Gutierrez Arteiro da Paz (Coordenação CGCT) e Gustavo Felipe Balué Arcoverde (Instituição: DIV-CCST-INPE).

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) realizar a revisão crítica da literatura sobre “vulnerabilidade, resiliência e adaptação” no contexto dos impactos socioambientais urbanos das mudanças climática;
- b) promover análises comparativas teóricas e aplicadas de indicadores de vulnerabilidade e de resiliência comunitária no contexto urbano e de impactos de 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) fichamentos para os conceitos de indicadores, vulnerabilidade, adaptação e resiliência;
- b) levantamento de indicadores de vulnerabilidade climática em artigos científicos, de autores como Adger, Gallopín, IPCC, dentre outros e plataformas de referência, como AdaptaBrasil ;
- c) análise comparativa entre os indicadores de diferentes bases (artigos, plataforma AdaptaBrasil MCTI) e os conceitos de vulnerabilidade identificados na literatura;
- d) análise comparativa dos indicadores de capacidade adaptativa e de resiliência comunitária na RMVPLN com o embasamento teórico.

Tabela 2: Cronograma de Atividades atualizar seguindo os passos acima

Atividades	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago
Planejar e facilitar oficinas internas (grupo de pesquisa LADIS/DIIAV/INPE), sistematizando os principais resultados para: Conceitos-chave da pesquisa; Definição dos indicadores por dimensões.							
Caracterização dos municípios e							
Elaborar o relatório final							

Fonte: Elaborada pelo autor

## 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 em 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
Jambeiro	184,41	34,01	3003	3269	47,88
Monteiro Lobato	332,74	13,5	2000	2491	44,53
Paraibuna	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

Serão trabalhadas as ameaças que provocam mudanças climáticas, considerando o meio urbano. Para isso, serão abordados conceitos relacionados à vulnerabilidade e outras variáveis, como resiliência e capacidade adaptativa.

#### 3.1. Conceitos Teóricos

Serão abordados os conceitos relevantes para a pesquisa, como a vulnerabilidade, resiliência e capacidade adaptativa com foco em eventos extremos em áreas urbanas.

De acordo com o IPCC (2014), as 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.

Ainda, 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.

Já a resiliência, de acordo com o IPCC (2014), é definida como a capacidade dos sistemas sociais, econômicos e ambientais de lidar com um evento perigoso, tendência ou distúrbio, responder ou reorganizar de maneira a manter sua função, identidade e estrutura essenciais, ao mesmo tempo em que mantém a capacidade para adaptação, aprendizado e transformação.

No contexto da capacidade adaptativa, segundo o IPCC (2001), no campo das mudanças climáticas, a capacidade adaptativa é definida como a capacidade de um sistema de se ajustar às mudanças climáticas (incluindo variabilidade climática e extremos) para moderar danos potenciais, para aproveitar oportunidades ou para lidar com as consequências.

Os eventos extremos mais comuns em áreas urbanas são seca, inundações, fome, insegurança alimentar, enchentes, entre outros.

### 3.2. Definições de Alguns Conceitos Trazidos por Gallopín

**Vulnerabilidade:** Na temática das mudanças climáticas, trata-se da suscetibilidade potencial a danos, para uma mudança ou uma transformação do sistema socioecológico em análise, quando confrontado com uma determinada ameaça climática, e não o resultado desse confronto. A vulnerabilidade é considerada como específica para cada ameaça climática que afeta um determinado sistema socioecológico. Em outras palavras, um sistema socioecológico pode ser vulnerável a certos distúrbios e não a outros. Além disso, a vulnerabilidade está vinculada às situações de sensibilidade e capacidade adaptativa do sistema socioecológico em análise (GALLOPÍN, 2006).

**Sensibilidade:** Grau em que um sistema socioecológico é afetado, adversamente ou beneficemente, por efeitos relacionados ao clima, de forma direta ou indireta. A

sensibilidade é uma propriedade inerente a um sistema socioecológico, existente antes da ameaça climática e independente (separada) da exposição (IPCC, 2001; GALLOPÍN, 2003).

Capacidade adaptativa: Habilidade do sistema socioecológico de se preparar e se ajustar às alterações climáticas ou danos climáticos potenciais, visando diminuir os impactos negativos, aproveitar as oportunidades ou responder às suas consequências (GALLOPÍN, 2003, 2006; ADGER, 2006; IPCC, 2014).

## **4. RESULTADOS**

Nesse semestre foram levantados os dados teóricos e as informações sobre a região de estudo, para embasar a seleção dos indicadores de vulnerabilidade, resiliência e adaptação.

Com a segunda etapa, espera-se contribuir para o desenvolvimento científico do candidato, passando por todas as etapas do processo de pesquisa. Ainda, espera-se gerar, como produto, a construção de um conjunto de indicadores para permitir a avaliação e monitoramento da vulnerabilidade de municípios às mudanças climáticas, considerando sua resiliência e capacidade de adaptação. Por fim, os resultados irão dialogar com as pesquisas em curso na DIIAV/CGCT, das quais os orientadores fazem parte, em especial no âmbito do AdaptaBrasil MCTI e no projeto “Recursos Hídricos na bacia do Paraíba do Sul: Integrando aspectos naturais e antrópicos”, com recursos da CAPES e ANA.

### **4.1 Análise comparativa teórica e conceitual entre os conjuntos de indicadores levantados**

#### **4.1.1 Vulnerabilidade - AdaptaBrasil e Adger**

O autor (Adger, 2006), em seu artigo nomeado como “Vulnerability”, e a plataforma AdaptaBrasil MCTI apresentam como setor estratégico para análise de

indicadores, a Segurança Alimentar. Segundo a AdaptaBrasil, a Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) consiste na realização do direito de todos ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente, sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais, tendo como base práticas alimentares promotoras de saúde, que respeitem a diversidade cultural e que sejam ambiental, cultural, econômica e socialmente sustentáveis (BRASIL, 2006). Em relação aos indicadores, ambos trazem a insegurança alimentar e nutricional, baixa produção de alimentos básicos e o analfabetismo do responsável pelo estabelecimento agropecuário, no artigo é descrito como a falta de segurança no abastecimento, causando deficiências na produção de alimentos por causa de secas, enchentes ou pragas, e disponibilidade de alimentos e as diferenças sociais.

A respeito da dimensão capacidade adaptativa, o AdaptaBrasil trouxe maiores detalhes, como Capacidade de armazenamento dos armazéns, Nível de insegurança alimentar e nutricional, Eficiência na armazenagem dos alimentos e Acessibilidade da população (categoria Logística da produção e abastecimento); Instrumentos de planejamento e gestão da segurança alimentar, Investimento per capita em políticas de adaptação e infraestrutura para proteção ambiental, Programa Cidades Resilientes, Abrangência do Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) (categoria Planejamento e gestão da segurança alimentar e nutricional); Acesso ao Programa Garantia Safra, Nível de atendimento à população das unidades receptoras do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA), Acesso ao Programa Cisternas, Produtividade agrícola de alimentos básicos (categoria Manutenção da produção agropecuária); Renda domiciliar não comprometida pelas alterações de preço da cesta básica, Nível de formalidade na economia, Abrangência do Programa Bolsa Família (categoria Capacidade socioeconômica familiar); Agropecuária em pastagens degradadas, Áreas agropecuárias com baixo potencial agrícola, Zonas de risco bioclimático para cultivos alimentares (categoria Agropecuária e fatores biofísicos); Densidade populacional, Densidade de estabelecimentos agropecuários (categoria População exposta e estrutura fundiária).

Enquanto Adger discute sobre a demanda efetiva de alimentos e nos meios sociais e econômicos para obtê-los, diversidade e a especialização dos meios de

subsistência, investimento na agricultura irrigada comercial de alto rendimento, como indicadores de capacidade adaptativa.

#### 4.1.2 Vulnerabilidade - Adapta e hotspots

Assim como a plataforma do AdaptaBrasil ambos os artigos apresentam como dimensão a sensibilidade e a capacidade adaptativa, em “Hotspots sócio-climáticos no Brasil” os autores definem como indicadores temáticos para a sensibilidade o saneamento/saúde, tendo como indicadores simples as enchentes, epidemias, inundações e disponibilidade limitada de água para consumo humano; a riqueza econômica, tendo como indicadores simples a pobreza generalizada e a desigualdade social, associada a alfabetização; vulnerabilidade epidemiológica, sendo seus indicadores simples a morbidade, a mortalidade e os custos de saúde; urbanização com indicadores simples como deslizamentos de terra, ondas de calor, inundações, suscetibilidade e a disponibilidade de água . Já para a capacidade adaptativa, temos como indicadores temáticos o Índice Regional de Mudanças Climáticas (eventos climáticos extremos), tendo como indicadores simples: mudança de temperatura em uma região específica, mudança na precipitação regional média, mudança na variabilidade interanual da temperatura, fornecimento de alimentos básicos; o Índice de Vulnerabilidade Sócio-Climática, tendo como indicadores básicos: recursos hídricos, vulnerabilidades agrícolas, densidade demográfica, inverso do Índice de Desenvolvimento Humano; as Energias Renováveis e Agricultura Familiar.

No artigo “Hotspots socioclimáticos no Brasil: como as mudanças impulsionadas pelo novo conjunto de projeções climáticas do IPCC afetam sua relevância para as políticas?” os autores definem como indicadores temáticos a Produção de alimentos, tendo indicador simples as commodities; a Energia com o acesso à eletricidade como indicador simples; a Seca severa, tendo como indicador simples a disponibilidade de água; Índices e indicadores de vulnerabilidade (SCVI/RCCI), tendo como indicadores simples tendo como indicador simples grupos vulneráveis; medidas de adaptação; o investimento no

desenvolvimento humano no nível familiar, tendo como indicadores simples a educação, saúde e renda, obras públicas/infraestrutura, migração planejada; a áreas onde as pessoas estão mais ou menos expostas e/ou são mais sensíveis/suscetíveis às mudanças climáticas e têm dificuldade em lidar ou se adaptar às mudanças climáticas, tendo como indicadores simples as desigualdades sociais, podendo provocar enchentes e surtos de doenças infecciosas; densidade populacional; mudança na temperatura em uma determinada região específica em relação à mudança na temperatura média global; mudança na precipitação média, tendo como indicador simples a sensibilidade à seca.

Dessa forma, conclui-se que o AdaptaBrasil possui indicadores que se relacionam com os indicadores definidos pelos artigos no que diz respeito à segurança alimentar e recursos hídricos e , na plataforma, eles são expostos de maneira mais detalhada.

#### 4.1.3 Vulnerabilidade e Resiliência comunitária

No artigo “Construção de Indicadores de Resiliência Comunitária aos Desastres do Brasil: Uma abordagem Participativa” são abordados os indicadores de resiliência a desastres e a definição das dimensões. Foram consideradas as seguintes dimensões adotadas por CUTTER et al. (2008, 2010): Ambiental; Social, Econômica; Institucional; Infraestrutura e Capital Social. Na dimensão Ambiental, é considerado a interação da comunidade com o território, composto por recursos naturais e ambiente construído, compreendendo a forma de ocupação e uso do solo e dos recursos ambientais para o desenvolvimento das atividades humanas, tendo como exemplos de indicadores a disponibilidade hídrica superior a 2.500 m<sup>3</sup>/hab/ano, % da população que não vive em áreas de risco de inundação, % da população que não reside em área sujeita a seca Institucional, % do território com superfície permeável, % do território que não possui solo exposto, % da população que não vive em áreas de risco tecnológico, dentre outros. Esses indicadores se assemelham com os indicadores temáticos do setor estratégico dos Recursos Hídricos indicados pelo AdaptaBrasil, tendo em vista que eles abordam sobre questões, como Oferta e demanda dos recursos hídricos, Acesso limitado e ineficiência de uso de recursos hídricos, Riscos à saúde ambiental, Capacidade de abastecimento e reservação de água, Exposição da população ao ambiente natural e População exposta.

Já a dimensão Social, apresenta indicadores que podem ser relacionados com os indicadores do setor estratégico: Impactos para Segurança Alimentar, haja vista que o artigo também aborda essa temática, através dos seguintes indicadores: % de domicílios particulares em situação de segurança alimentar, % dos domicílios com cobertura do Programa de Saúde da Família, Existência de Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional, % da população sem algum tipo de deficiência, Índice de Desenvolvimento Humano Municipal, Cobertura vacinal de crianças com até 4 anos de idade, dentre outros. A plataforma AdaptaBrasil traz, ainda, indicadores como a Logística da produção e abastecimento, estando relacionada ao Nível de insegurança alimentar e nutricional e Acessibilidade da população; em Planejamento e gestão da segurança alimentar e nutricional ela traz os Instrumentos de planejamento e gestão da segurança alimentar e nutricional como indicador simples, além da Abrangência do Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE); Manutenção da produção agropecuária; Capacidade socioeconômica familiar; Agropecuária e fatores biofísicos; População exposta e estrutura fundiária.

## 4.2 Análise comparativa da aplicação dos indicadores com o embasamento teórico

### 4.2.1 AdaptaBrasil

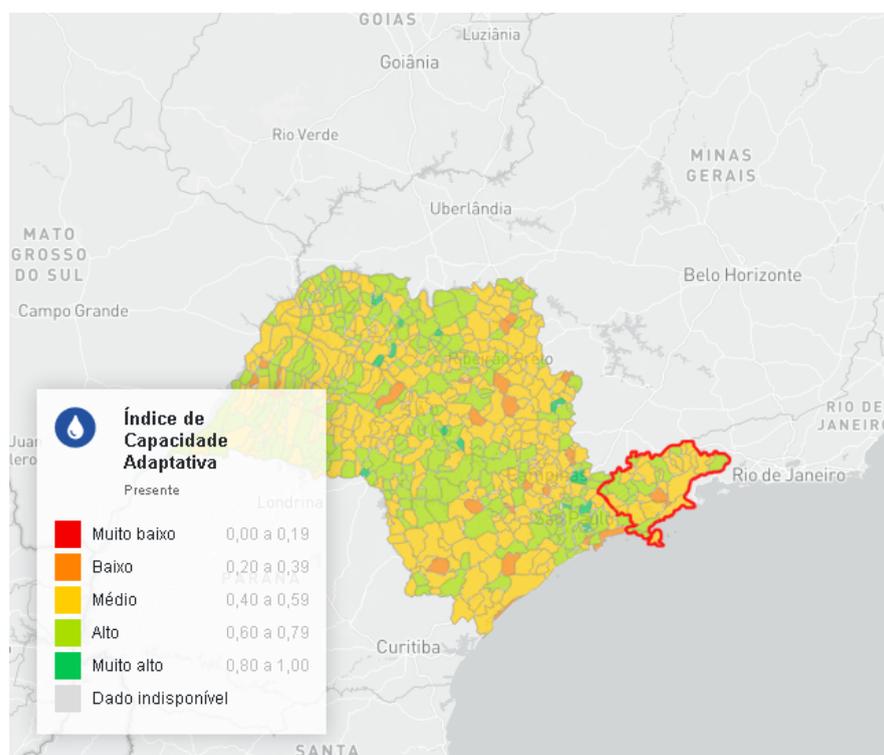
Foram realizadas análises comparativas dos indicadores do AdaptaBrasil para a Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVPLN), considerando que, como visto anteriormente, a capacidade adaptativa é definida como a habilidade do sistema socioecológico de se preparar e se ajustar às alterações climáticas ou danos climáticos potenciais, visando diminuir os impactos negativos, aproveitar as oportunidades ou responder às suas consequências (GALLOPÍN, 2003, 2006; ADGER, 2006; IPCC, 2014). O Índice de Capacidade Adaptativa foi escolhido por ser um indicador que apresenta maiores políticas públicas e com o intuito de avaliar a capacidade de resposta de cada município da região em relação aos impactos para os recursos hídricos.

Através da plataforma AdaptaBrasil MCTI foram encontrados os dados que

representavam através de um mapa os níveis para o Índice de Capacidade Adaptativa, sendo eles: Muito Baixo, Baixo, Médio, Alto e Muito Alto. Na figura 2 é possível visualizar como esses níveis estão distribuídos na RMVPLN, destacada em vermelho, onde nota-se que boa parte dos municípios apresentam índice médio, tendo como exemplo, os municípios de Cunha, Lorena, Redenção da Serra, Ubatuba, Jacareí que apresentam grau de urbanização considerável, 63,75%; 97,58%; 73,58%; 97,67%, respectivamente, como apresentado na tabela 1, o que justifica eles terem capacidade satisfatória de se adaptar aos impactos climáticos. Vale ressaltar que essas regiões apresentam densidade demográfica relativamente baixa.

Foi verificado que há municípios com alto índice de capacidade adaptativa, como São José dos Campos, Taubaté, Bananal e São Sebastião, apresentando alto grau de urbanização 97,97% para São José dos Campos, 97,96% para Taubaté, 84,85% para Bananal e 98,87% para São Sebastião, além da maior da população ser urbana e uma pequena parcela da população ser rural nessas regiões. Tais fatores contribuem para que esses municípios estejam mais preparados para eventos climáticos adversos e seus impactos no ambiente e na sociedade.

Figura 2: Índice de Capacidade Adaptativa referente aos riscos de impacto em recursos hídricos devido a Seca



#### 4.2.2. Indicadores de Resiliência

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).

A resiliência comunitária é definida como a capacidade de um sistema, comunidade ou sociedade exposta a perigos de resistir, absorver, acomodar, adaptar-se, transformar e recuperar-se dos efeitos de um perigo de forma oportuna e eficiente, incluindo a preservação e restauração das suas estruturas e funções básicas e essenciais através da gestão do risco. Dessa maneira, esse indicador busca avaliar três municípios do Vale do Paraíba 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.

Comparando os indicadores de resiliência comunitária com o indicador de capacidade adaptativa do AdaptaBrasil é possível notar que eles apresentam semelhanças em suas definições, tendo em vista que ambos buscam avaliar a capacidade de um sistema socioecológico de se adaptar a impactos em seu meio. O que difere eles são as dimensões e categorias a serem consideradas, no caso da Resiliência Comunitária existem seis dimensões adotadas por CUTTER et al. (2008, 2010): Ambiental; Social, Econômica; Institucional; Infraestrutura e Capital social.

Ambiental: capturar a capacidade de enfrentamento e recuperação dos impactos de desastres, por meio da associação com características sociodemográficas; Econômica: refletir a capacidade e vitalidade econômica da comunidade, por meio de atributos que tenham influência na viabilização de medidas estruturais para prevenção, minimização, redução de danos e aceleração do processo de reconstrução; Institucional: representa aspectos relacionados às políticas, projetos e programas que contribuem com a capacidade de planejamento, preparação e recuperação da comunidade frente aos desastres e seus impactos; Infraestrutura: representa os elementos do ambiente construído e os serviços existentes na comunidade que contribuem com a prevenção, mitigação, resposta e recuperação de desastres; Capital social: relaciona-se às normas e

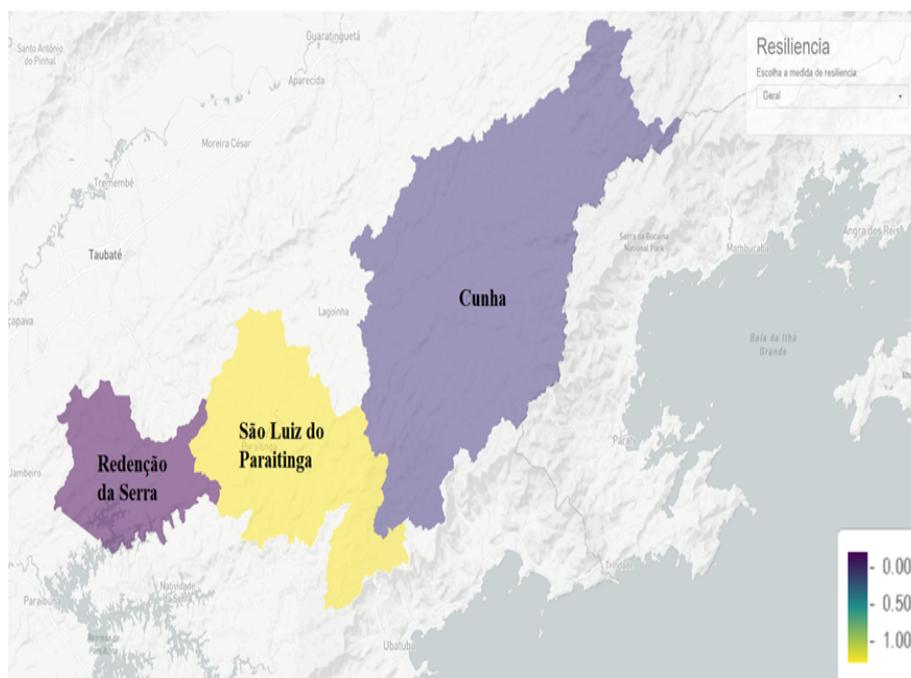
redes sociais que facilitam a ação coletiva e a solidariedade no caso de ocorrência de desastres.

Enquanto que a plataforma AdaptaBrasil traz a vulnerabilidade como índice e a partir dela existem as categorias de sensibilidade e capacidade adaptativa para os impactos aos recursos hídricos. Com isso, nota-se que a resiliência comunitária e o AdaptaBrasil trazem informações diferentes em sua composição a respeito da RMVPLN.

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/km<sup>2</sup>) 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.

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 3: Indicador de resiliência comunitária



Fonte: (Tomasiello *et.al*)

## 5. CONCLUSÕES

Através da revisão crítica da literatura para Vulnerabilidade, Resiliência e Capacidade Adaptativa, foi possível observar como os indicadores se comportam em termos de respostas esperados de cada grupo de indicadores, no contexto dos impactos das mudanças climáticas ao ambiente urbano. Portanto, ambas as dimensões são relevantes para utilizar os tomadores de decisão, com vistas a subsidiar políticas públicas para lidar com os impactos socioambientais das mudanças climáticas.

Além disso, as análises comparativas teóricas e aplicadas para indicadores de vulnerabilidade e de resiliência comunitária, permitiu maior conhecimento sobre os indicadores em diferentes perspectivas e aplicabilidades.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADGER, W. N. Vulnerability. **Global Environmental Change**, v. 16, n. 3, p. 268–281, ago. 2006.

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, Larissa; CASSIA RODRIGUES, Angela; EUGENIA GIMENEZ BOSCOV, Maria; *et al.* **CONSTRUÇÃO DE INDICADORES DE RESILIÊNCIA COMUNITÁRIA AOS DESASTRES NO BRASIL: UMA ABORDAGEM PARTICIPATIVA** 1. v. 23, p. 1231, 2020. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/asoc/a/b3mhGHX5bvVH5zCnmncg6nn/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em: 27 jul. 2022.

CICCOTTI, L.; 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**. Ambiente & Sociedade, 23. 2020.

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 desastres**. São Paulo: IEE-USP, 2018, p. 40-47.

CUTTER, S. L; BARNES, L.; BERRY, M.; BURTON, C.; EVANS, E.; TATE, E.; WEBB, J. A place-based model for understanding community resilience to natural disasters. *Global Environmental Change*, 18, n.4, p. 598-606, 2008.

CUTTER S. L.; BURTON, C. G.; EMRICH, C. T.; Disaster resilience indicators for benchmarking baseline conditions. *J Homeland Secur Emerg Manag* 7, n.1, p.1–22, 2010.

Darela Filho *et al.* Socio-climatic hotspots in Brazil: how do changes driven by the new set of IPCC climatic projections. 2016

ETINAY, N.; EGBU, C.; MURRAY, V. Building Urban Resilience for Disaster Risk Management and Disaster Risk Reduction, **Procedia Engineering**, Vol. 212, Pages 575-582, 2018.

FRAZIER, T. G.; THOMPSON, C. M.; DEZZANI, R. J.; BUTSICK, D.; Spatial and temporal quantification of resilience at the community scale. *Applied Geography*, v. 42, p. 95-107, 2013.

GALLOPÍN, G. C. Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity. **Global Environmental Change**, v. 16, n. 3, 2006.

**IMP - Informações dos Municípios Paulistas**. Seade.gov.br. Disponível em: <<http://www.imp.seade.gov.br/frontend/#/tabelas>>. Acesso em: 16 Fev. 2022.

Início | AdaptaBrasil MCTI. Mcti.gov.br. Disponível em: <<https://adaptabrasil.mcti.gov.br/>>. Acesso em: 10 maio. 2022.

**Intergovernmental Panel on Climate Change** [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C.

Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L.White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1039-1099.

IPCC, 2014. **Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp

IPCC, 2021: Summary for Policymakers. In: **Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [Masson-Delmotte, V., et al. (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.

LEMOS, M.C., PUGA, B.P., FORMIGA-JOHNSSON, 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).

Marchezini, V., Sartori, J., Gonçalves, J.C. Desenvolvimento, desastres e reconstrução: o caso de São Luiz do Paraitinga/SP, Brasil. In: G&DR, v. 13, n. 2, p. 202-226, mai-ago/2017.

PBMC, 2016<sup>a</sup>. **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.

PBMC, 2016<sup>b</sup>. **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.

**Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVPLN) - PDUI - RMVPLN (Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte)**. Disponível em: <[https://rmvpln.pdui.sp.gov.br/?page\\_id=127](https://rmvpln.pdui.sp.gov.br/?page_id=127)>. Acesso em: 16 fev. 2022.

TORRES, R. R. et al. Socio-climatic hotspots in Brazil. **Climatic Change**, v. 115, n. 3–4, p. 597-609, 2012.

