

# Vulnerabilidade socioecológica nas áreas ocupadas nos municípios de Caraguatatuba e São Sebastião, litoral norte de São Paulo: medidas e representações

Tathiane Mayumi Anazawa<sup>1\*</sup>  
Flávia da Fonseca Feitosa<sup>2</sup>  
Antônio Miguel Vieira Monteiro<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Biólogo (Universidade Estadual de Ponta Grossa). Mestre em Sensoriamento Remoto (INPE). Doutoranda em Demografia (Unicamp).

<sup>2</sup> Arquiteta e Urbanista (UFSC). Mestre em Sensoriamento Remoto (INPE). Doutora em Geografia (Universidade de Bonn). Professora da UFABC.

<sup>3</sup> Engenheiro Eletricista (UFES). Mestre em Computação Aplicada (INPE). Doutor em Engenharia Eletrônica e Controle/Ciência da Computação (The University of Sussex at Brighton). Professor do INPE.

**Resumo** Este trabalho apresenta uma análise temporal da vulnerabilidade da região litorânea que compreende os municípios de Caraguatatuba e São Sebastião, baseada na metodologia de operacionalização do conceito de Vulnerabilidade Socioecológica apresentada por Anazawa (2012). A abordagem metodológica adotada atualiza e estende a caracterização de perfis de ativos de famílias ou grupos populacionais, para acomodar dimensões inerentes aos territórios em que estes vivem. Desta forma, torna-se possível observar e medir diferenciais intraurbanos para a vulnerabilidade. Os resultados analisados mostraram a heterogeneidade das condições de vulnerabilidade nas distintas regiões dos municípios através dos mapas de superfícies de vulnerabilidade socioecológica, por meio da construção do índice sintético IVSE e seus componentes para os anos de 1991 e 2000, em uma primeira abordagem operacional. No painel de observações, que auxilia na visualização das múltiplas dimensões da vulnerabilidade, foi possível verificar que as representações gráficas e tabulares foram capazes de demonstrar diferenciações do grau de acesso das famílias a cada categoria de capital, evitando assim análises simplificadas baseadas exclusivamente em índices sintéticos.

**Palavras-chave:** perfis de ativos; trajetórias de vulnerabilidade; painel de observações da vulnerabilidade.

## 1. Introdução

Com o aumento da ocorrência de eventos climáticos extremos, associado às complexidades das novas realidades do Brasil urbano (alta densidade de ocupação em encostas e áreas de várzeas, por exemplo), tem sido possível observar como indivíduos em diferentes situações socioeconômicas e localizados em territórios urbanos com diferentes características estão expostos a certos desfechos (perda da vida ou propriedade) em variados graus de intensidade. Neste contexto, identificar, medir e caracterizar a vulnerabilidade de grupos populacionais em seus territórios é essencial para informar o desenho das políticas públicas urbanas dentro dos novos cenários que começam a se estabelecer (ALVES, 2006; OJIMA, 2009).

Nos últimos anos, o termo vulnerabilidade tem sido explorado e utilizado com certa frequência por grupos acadêmicos e entidades governamentais (O'BRIEN et al. 2004; HOGAN; MARADOLA JR., 2005; ADGER, 2006), adquirindo uma posição estratégica aos estudos focados na questão da adaptação de sistemas socioecológicos frente às

mudanças climáticas e ambientais. Apesar das diferenças e diversidades conceituais de vulnerabilidade, não há uma definição de vulnerabilidade mais representativa que outra no campo científico (EAKIN; LUERS, 2006), o que pode potencializar o uso do termo vulnerabilidade como um conceito mediador, capaz de facilitar o diálogo entre profissionais com distintas visões disciplinares e políticas. Nessa direção, este trabalho apresenta uma análise temporal da vulnerabilidade da região litorânea que compreende os municípios de Caraguatatuba e São Sebastião, baseada na metodologia de operacionalização do conceito de Vulnerabilidade Socioecológica apresentada por Anazawa (2012). Esta região localiza-se em uma área de expressiva diversidade ecológica, que abrange praias, a Serra do Mar e a Mata Atlântica (SMA, 2005). O dinamismo econômico da região tem se intensificado com a instalação de infraestruturas para a exploração de petróleo e gás nas reservas litorâneas do Pré-Sal e com a execução de uma série de empreendimentos de grande porte (Carmo et al., 2012), como a instalação da Unidade de Tratamento de Gás de Caraguatatuba – UTGCA, a construção do gasoduto GASTAU para levar o gás natural extraído da bacia de Santos (campos de Mexilhão, Uruguá, Tambaú e no Pré-Sal), e a ampliação do Porto de São Sebastião.

\* tathiane@nepo.unicamp.br

Buscou-se explorar o potencial do Índice de Vulnerabilidade Socioecológica – IVSE (ANAZAWA, 2012), compreendido como um objeto mediador, refinar a seleção das variáveis que compõem o IVSE, considerando a realidade da área de estudo e a disponibilidade de dados, bem como identificar e caracterizar grupos de indivíduos e seus territórios em situação de vulnerabilidade socioecológica nos anos 1991 e 2000. Neste trabalho também foi analisada a evolução das situações de vulnerabilidade socioecológica através da definição de uma Tipologia de Trajetórias.

Nota-se que o presente trabalho não apresenta a construção do IVSE para o ano de 2010, pois os dados de rendimento e educação, agregados por setores censitários, do Censo Demográfico 2010 não foram disponibilizados em tempo hábil em sua versão “resultados definitivos”, até o fechamento das análises deste trabalho, que ocorreu em 2012. A atual versão do IVSE deverá sofrer adaptações para o ano de 2010, substituindo o indicador “educação do chefe de família” por “alfabetização do chefe de família”, uma vez que a forma de coleta deste dado foi modificada. Isso significa que, para fins de comparabilidade entre os anos 1991, 2000 e 2010, haverá a necessidade de modificar as variáveis e cálculos do IVSE.

## 2. Embasamento Teórico

O trabalho de Anazawa (2012) explora e amplia os conceitos de ativos e estrutura de oportunidades (KAZTMAN, 1999; 2000), tipicamente adotados em um contexto sociodemográfico, através da inclusão de uma dimensão ecológica, que incorpora elementos do ambiente físico e natural, cujo acesso (ou a impossibilidade dele), passa a compor a condição de vulnerabilidade de indivíduos, famílias ou grupos. O lugar das pessoas passa a ter uma expressão na composição dos ativos.

Partindo do pensamento que admite “o território como ator e não apenas como um palco, isto é, o território no seu papel ativo” (SANTOS; SILVEIRA, 2001, p.11), há a necessidade de compreender as conexões e relações que se dão na dinâmica cotidiana desses territórios. O território não é mais o mero receptáculo dos processos de constituição das diferenças e desigualdades, e sim constitutivo desses processos e atua na potencialização ou não das diferenças, no aprofundamento ou não das desigualdades. Incorporar a perspectiva territorial na formulação conceitual, na definição das medidas, na operacionalização dos conceitos, no monitoramento, na avaliação e na revisão de políticas públicas implica necessariamente manejar as potencialidades ativas dos territórios na constituição de processos e relações sociais e de poder (KOGA, 2011; KOGA; NAKANO, 2006). Reconsiderar o território, suas dinâmicas e as relações sociais que nele se desenrolam, permite uma releitura do conceito de vulnerabilidade e de sua inserção em uma agenda que postula a observação das cidades em um contexto de Sistemas Socioecológicos (OSTROM, 2007; DU PLESSIS, 2008; GROVE, 2009).

Para Kaztman (1999), *ativos* representam um conjunto de recursos, tangíveis ou intangíveis, que são controlados por indivíduos e famílias, e cuja mobilização permite melhorar

sua situação de bem-estar, evitar a deterioração de suas condições de vida ou diminuir sua vulnerabilidade (KAZTMAN, 2000). As fontes de renovação e acumulação dos ativos necessários para participar plenamente da sociedade são chamadas de *estruturas de oportunidades* (KAZTMAN, 2000; KAZTMAN; FILGUEIRA, 2006). As estruturas de oportunidades mais importantes para o acesso aos ativos são provenientes do funcionamento do mercado (empregos e a condição de estabilidade), da sociedade (as relações sociais), do Estado (acesso aos serviços públicos ou outras formas de proteção social), e até mesmo da própria família (KAZTMAN, 2000). Neste contexto, a ideia de vulnerabilidade está relacionada “às situações que surgem quando as configurações de recursos que controlam e podem movimentar os domicílios não são suficientes para aproveitar as estruturas de oportunidade de acesso ao bem-estar” (KAZTMAN; FILGUEIRA, 2006, p. 294).

Kaztman et al. (1999) adotam a seguinte divisão dos ativos: capital físico, capital humano e capital social. Dado o enfoque estritamente socioeconômico desta divisão de ativos, buscou-se, para a construção de um conjunto de representações que operacionalizem o conceito de vulnerabilidade socioecológica, considerar o território de maneira explícita, incluindo a localização relativa de feições naturais e construídas pelo homem e sua relação com a localização dos grupos nos territórios e a localização relativa entre os lugares de moradia dos grupos populacionais (uma noção de *vizinhança*) como variáveis de composição da vulnerabilidade. Para tanto, uma quarta categoria de ativos é adicionada à divisão analítica já apresentada: o capital físico-natural. Segue abaixo a descrição de cada um dos tipos de ativos considerados nesta abordagem:

- a. *Capital Financeiro*: Equivale ao que Kaztman (2000) chama de capital físico. Compreende a disponibilidade de recursos de alta liquidez, como salários, proventos em geral e acesso a créditos, assim como de bens materiais de menor liquidez, como imóveis, meios próprios de transporte, dentre outros (DFID, 1999; KAZTMAN, 2000; LAMPIS, 2010);
- b. *Capital Humano*: Representa as habilidades, conhecimentos, capacidade de trabalho e boa saúde que, juntos, permitem que os indivíduos aumentem suas possibilidades de produção e de bem-estar pessoal, social e econômico (DFID, 1999; KAZTMAN, 2000; LAMPIS, 2010). O trabalho é um dos mais críticos ativos ligado aos investimentos em capital humano (MOSER; SHRADER, 1999). Investimentos estes que envolvem, entre outros aspectos, a experiência dos indivíduos, bem como seus níveis de educação e condições de saúde. Do ponto de vista das famílias, o capital humano diz respeito ainda a quantidade de trabalho potencial (por exemplo, pessoas em idade economicamente ativa), a qualidade desta mão-de-obra, bem como a capacidade de mobilização e articulação entre membros da família (KAZTMAN, 2000);
- c. *Capital Social*: Compreende as habilidades desenvolvidas para a garantia de benefícios através de associações em redes de relações sociais ou outras estruturas sociais (COLEMAN, 1988; PUTNAM et al.,

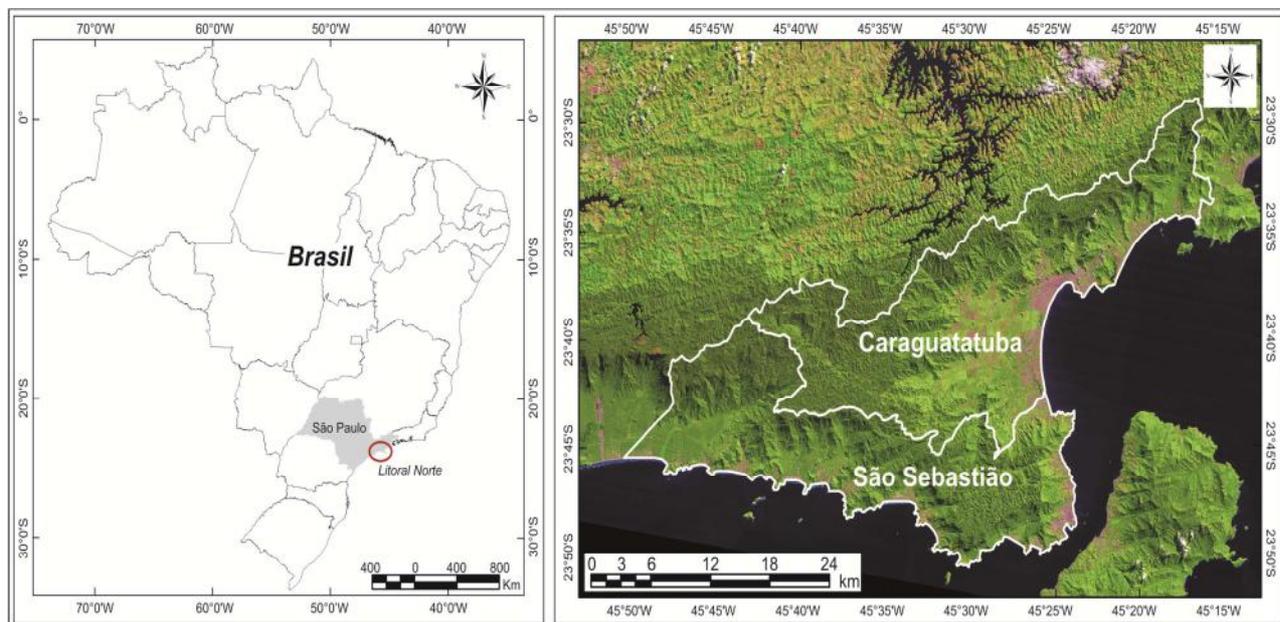
1993; PORTES, 1998). Envolve relações verticais (patrão/cliente) ou horizontais (entre indivíduos de interesses comuns, como por exemplo, a organização familiar e a comunidade), onde a confiança das pessoas pode aumentar a capacidade de trabalhar juntos e expandir seus acessos a instituições, como órgãos políticos ou civis (DFID, 1999; KAZTMAN, 2000; LAMPIS, 2010). Para Bilac (2006), é o ativo de entendimento mais ambíguo, passível de ser produzido de formas diversas, em todas as camadas sociais, a partir da mobilização de sociabilidade forte e de redes sociais;

- d. *Capital Físico-Natural*: Compreende os estoques de recursos relativos à “natureza da cidade”, aqui entendida como uma produção histórica na qual a distinção entre objetos naturais e objetos fabricados torna-se impossível (SANTOS, 2002). Trata-se de recursos comuns e indivisíveis, vinculados à localização residencial, que são relevantes para a manutenção da segurança e bem-estar das famílias. Exemplos incluem as condições locais de acesso, serviços e infraestrutura, qualidade do ar, características geotécnicas do terreno, ou mesmo a distância de elementos que possam representar alguma ameaça (indústrias de alta periculosidade, rios e córregos, barragens, áreas contaminadas, dentre outros).

A construção de índices multidimensionais envolve uma complicação adicional: tornar comparáveis dados de diferentes fontes, produzidos com base em escalas distintas, com cobertura e distribuição espacial e temporal diversas, levando à busca de formas alternativas e aproximadas para imputar dados faltantes e a construção de aproximações adequadas e representativas de informações inexistentes partindo de outros dados relacionados. Para acomodar estas necessidades é fundamental a utilização de geotecnologias diversas: Sistemas de Informações Geográficas (SIG), Técnicas de Análise Espaço-Temporal, Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto Orbital, como instrumentos para o tratamento de dados da paisagem físico-natural e de dados socioeconômicos desagregados territorialmente, permitindo a realização de análises integradas mais complexas.

### 3. Área de estudo

Caraguatatuba e São Sebastião são municípios localizados no Litoral Norte do Estado de São Paulo (Figura 1). Caraguatatuba apresenta uma área de 485,3 km<sup>2</sup> e população de 100.840 habitantes (IBGE, 2010). Já São Sebastião possui área de 400,3 km<sup>2</sup> e população de 73.942 habitantes (IBGE, 2010). Suas densidades demográficas são 207,7 e 184,6 habitantes/km<sup>2</sup>, respectivamente.



**Figura 1:** Localização da área de estudo.

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IBGE (2000) e INPE (2011).

Fonte de dados	Tipos de dados
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE	Malha censitária e dados estatísticos (IBGE, 1991; 2000)
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE	Imagem TM Landsat 5 (INPE, 2011) Dados topográficos - Forma do terreno (Topodata – Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil) (VALERIANO, 2008).
Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo - DAEE	Dados topográficos e hidrográficos

**Tabela 1:** Fontes e tipos de dados utilizados na construção do IVSE.  
Fonte: Elaboração própria.

Indicador	Fonte dos dados	Capital	Índice Final
Chefe de família mulher sem instrução	IBGE	Social	<b>IVSE</b> <b>Índice de Vulnerabilidade</b> <b>Socioecológica</b>
Índice de isolamento a pobreza	IBGE		
Escolaridade do chefe de família	IBGE	Humano	
Alfabetização dos filhos	IBGE		
Razão de dependência	IBGE		
Rendimento do chefe de família	IBGE	Financeiro	
Domicílios próprios	IBGE		
Cobertura de rede de abastecimento de água	IBGE	Físico-Natural	
Cobertura de esgotamento sanitário	IBGE		
Cobertura de coleta de lixo	IBGE		
Declividade	DAEE		
Forma do terreno	INPE		
Proximidade à rede de drenagem	DAEE		
Proximidade ao mar	INPE		
Risco tecnológico	INPE		

**Tabela 2:** Indicadores utilizados para a composição do IVSE.  
Fonte: Elaboração própria.

#### 4. Construção do Índice de Vulnerabilidade Socioecológica (IVSE)

Considerando as características dessa região litorânea e o arcabouço conceitual apresentado, a composição do Índice de Vulnerabilidade Socioecológica (IVSE) considerou os dados apresentados na TAB. 1. Os indicadores descritos na TAL 2 foram utilizados para representar o estado de cada categoria de capital nos anos 1991 e 2000.

As variáveis selecionadas como *proxies* dos capitais financeiro e humano foram obtidas com base em dados censitários. No caso do capital financeiro, os indicadores refletem os níveis de renda do chefe de família e as condições de propriedade do domicílio. Já as variáveis que representam o capital humano estão relacionadas ao nível de

escolaridade do chefe de família, alfabetização dos filhos, bem como o grau de dependência econômica.

Os indicadores do capital físico-natural, que buscam considerar a natureza da cidade, envolvem aspectos locais relacionados à ocorrência de desastres crônicos, como condições de saneamento básico que podem facilitar a proliferação de doenças, ou catastrófico, como a localização em áreas passíveis de inundação ou escorregamento (PELLING, 2003). Assim, as variáveis selecionadas refletem a qualidade da infraestrutura domiciliar e do bairro, as condições geotécnicas dos terrenos, e a proximidade de elementos que possam representar algum tipo de ameaça, como os corpos d'água passíveis de transbordamento ou os tanques de armazenamento de petróleo localizados em São Sebastião. Para a composição desta categoria de ativo foram utilizados dados censitários e dados obtidos através de

sensoriamento remoto, o que demandou a integração de informações de diferentes fontes e escalas.

Por envolver uma maior complexidade de representação e captura das relações, o capital social impõe dificuldades de operacionalização com base nos dados do Censo, como Cunha et al (2004) relataram. Embora cientes das limitações desta abordagem, buscou-se avançar na representação deste capital através da seleção de algumas variáveis censitárias que descrevem características familiares que podem atuar como *proxies* de relações familiares e entre conjuntos de indivíduos. Para a representação desta categoria de ativo, foi computado ainda um indicador indireto com características relacionais, o Índice Espacial de Isolamento de Famílias de Baixa Renda (FEITOSA et al., 2007), uma medida de segregação que analisa a concentração da pobreza nas distintas vizinhanças da cidade.

## 5. Procedimentos Metodológicos

Para uma melhor descrição dos procedimentos metodológicos, foram definidas seis etapas de trabalho, descritas a seguir:

(1) *Compatibilização dos setores censitários do ano de 1991* – Com a inexistência da malha de setores censitários do ano de 1991, a reconstrução da malha de setores censitários de 1991 foi realizada com base nas tabelas de comparabilidade entre os setores censitários de 1991 e 2000, disponibilizadas pelo IBGE;

(2) *Delimitação da área ocupada com base em dados de sensoriamento remoto* – Esta etapa foi necessária uma vez que os setores censitários são delimitações exclusivamente operacionais, que não necessariamente consideram a maneira como a população se distribui espacialmente. Para uma melhor compatibilização dos dados censitários à distribuição espacial da população, as áreas ocupadas foram delimitadas através de uma classificação supervisionada pelo método de Bhattacharya. Foram utilizadas imagens do satélite LANDSAT 5 TM, cena 218/76 de 09 de julho de 1990 e 218/76 de 29 de abril de 1999 (bandas 1, 2 e 3), datas próximas a coleta de dados censitários. A utilização da imagem de 1990 e 1999 foi necessária em virtude da presença de nuvens nas imagens adquiridas nos anos de 1991 e 2000. Uma fase de pós-processamento para edição matricial do mapa temático foi também realizada. Estas operações foram executadas no sistema Spring 5.1 (CAMARA et al., 1996);

(3) *Construção de base celular para a integração dos dados provenientes de diversas fontes* - O presente trabalho adota o espaço celular como unidade espacial de análise. Estas células, associadas a um banco de dados geográficos, estabelecem uma nova base para a distribuição dos indicadores considerados. As ideias sobre o mundo celular (COUCLELIS, 1985; 1991; 1997) e uma geografia celular (TOBLER, 1979) apoiam o debate teórico sobre as perspectivas de representação de espaços geográficos;

Dados censitários e dados obtidos através do Sensoriamento Remoto foram integrados com base em um banco de dados geográficos no Terraview (TERRAVIEW, 2011) e redistribuídos em um espaço celular constituído por células regulares com dimensões de 100 X 100m. Cada célula foi preenchida com as variáveis indicadoras

selecionadas através de operadores de síntese, conforme metodologia apresentada em Aguiar et al (2008);

(4) *Cômputo do IVSE* - O cômputo do IVSE utiliza os indicadores simples apresentados na TAB. 2, sobre os quais são aplicados transformações lineares para a geração de escalas que variam de 0 a 1. A transformação linear produz índices adimensionais que permitem espacializar e observar a vulnerabilidade socioecológica através de uma escala de representação de natureza relacional, onde o “1” descreve a localização (célula) na qual as famílias residentes apresentam o melhor acesso ao ativo em questão. A transposição dos indicadores para estas escalas de representação utiliza como suporte matemático uma transformação linear ( $y = ax + b$ ). Esta equação da reta tem como denominador a amplitude dos dados, ou seja, o valor máximo observado menos o valor mínimo observado referente aos percentuais de cada índice.

Enquanto para a maioria dos índices esta transformação é aplicada diretamente, os indicadores estratificados, como os de escolaridade e renda dos chefes de família, demandam um procedimento prévio adicional. No caso do indicador escolaridade do chefe de família (Tabela 6), por exemplo, esta estratificação é constituída por seis agrupamentos que conformam um conjunto de dados complementares que indicam a proporção dos chefes com os seguintes níveis de escolaridade: (1) sem instrução ou com menos de 1 ano de estudo; (2) com 1 a 3 anos de estudo; (3) com 4 a 7 anos de estudo; (4) com 8 a 10 anos de estudo; (5) com 11 a 14 anos de estudo e; (6) com 15 ou mais anos de estudo. Considerando que as famílias cujos chefes possuem melhores níveis de escolaridade potencializam o seu posicionamento na estrutura de oportunidades oferecidas na cidade, adotou-se uma escala evolutiva para ponderar matematicamente cada agrupamento (TAB. 3).

Em seguida, os valores ponderados obtidos para cada grupo são somados e escalonados entre 0 e 1. Assim, o indicador “escolaridade dos chefes de família” apresentará números mais elevados - ou seja, que representam um melhor acesso ao ativo em questão - naqueles locais onde há uma porcentagem maior de famílias pertencentes aos agrupamentos caracterizados pela presença de chefes de famílias mais escolarizados, e vice-versa. A mesma lógica é aplicada ao cômputo do indicador “renda dos chefes de família”. Após as devidas transformações sobre os indicadores simples, estes são somados e escalonados para construir índices compostos que representam cada uma das quatro categorias de ativos (capital humano, financeiro, social e físico-natural). Estes índices compostos, por sua vez, são também somados e escalonados para dar origem a um índice sintético final, o IVSE.

(5) *Caracterização de perfis de ativos e superfícies de vulnerabilidade socioecológica* - A fim de viabilizar uma visão mais integrada do conceito de vulnerabilidade socioecológica, foi proposto ainda a associação do IVSE a algumas formas de representação gráfica. Uma destas formas são os mapas de superfícies de vulnerabilidade socioecológica, construídos com base na espacialização do IVSE e dos índices que o compõem. Esta representação é constituída por uma série de figuras que mostram diferenciais intraurbanos no acesso a cada categoria de capital, bem como por um mapa sintético que agrega

informações contidas neste conjunto de mapas. Outra técnica de representação adotada foi o estabelecimento de polígonos que descrevem os perfis de ativos associados a cada célula, no qual cada vértice representa o grau de acesso das famílias ali localizadas à alguma categoria de ativos. Esta estratégia de representação é complementar à leitura dos mapas de vulnerabilidade sintéticos, permitindo, por exemplo, verificar como células que possuem graus semelhantes de vulnerabilidade diferem em termos do perfil de ativos das famílias que lá vivem.

6) *Definição de Tipologias de Trajetórias de Vulnerabilidade Socioecológica* – Essa etapa foi baseada na condição inicial de vulnerabilidade socioecológica das células, ou seja, sua condição de vulnerabilidade em 1991 e a diferença dos níveis de vulnerabilidade observados em cada célula no ano de 1991 e ano 2000, denominadas de trajetórias. Para o cálculo das trajetórias do IVSE e dos

capitais, foram utilizados os valores dos índices do ano 2000 subtraindo-se estes pelos valores do ano base, 1991. A expressão dessa diferença foi visualizada em mapa de trajetórias, dando origem a uma nova escala, com valores distribuídos entre -1 e 1. Com base nessa nova escala, foram estabelecidos intervalos que determinaram as trajetórias de vulnerabilidade (TAB. 4), tanto do IVSE síntese, como dos capitais. Também foram estabelecidas três classes de vulnerabilidade socioecológica para a região litorânea de estudo (maior vulnerabilidade, vulnerabilidade intermediária e menor vulnerabilidade), cujos intervalos foram apresentados em quantis.

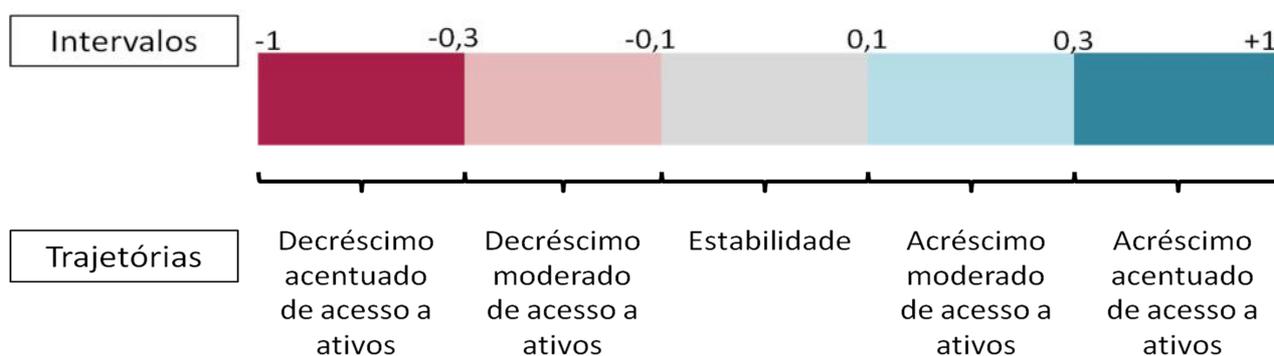
Analisando a etapa anterior com base na relação da condição inicial de vulnerabilidade em 1991 e a quantidade de células contidas em cada trajetória, foram definidas seis tipologias de trajetórias de vulnerabilidade socioecológica mais expressivas (TAB. 5), descritas a seguir.

Grupo	Variáveis	Fator de evolução	Indicador
1	CF* sem instrução ou com menos de 1 ano de estudo	1	Escolaridade do Chefe de Família
2	CF com 1 a 3 anos de estudo	2	
3	CF com 4 a 7 anos de estudo	3	
4	CF com 8 a 10 anos de estudo	4	
5	CF com 11 a 14 anos de estudo	5	
6	CF com 15 ou mais anos de estudo	6	

**Tabela 3:** Descrição da estrutura evolutiva do indicador escolaridade do chefe de família.

Fonte: Elaboração Própria.

\*CF: Proporção de chefes de família.



**Figura 2:** Intervalos e trajetórias de vulnerabilidade.

Fonte: Elaboração Própria.

<b>Trajatória</b>	<b>Descrição</b>
Declínio acentuado de acesso a ativos	Células que apresentaram uma piora acentuada das condições de vulnerabilidade no período 1991-2000
Declínio moderado de acesso a ativos	Células que apresentaram uma piora moderada das condições de vulnerabilidade no período 1991-2000
Estabilidade	Células que não sofreram variabilidade significativa das condições de vulnerabilidade ao longo dos anos
Ascensão moderada de acesso a ativos	Células que apresentaram uma melhora moderada das condições de vulnerabilidade no período 1991-2000
Ascensão acentuada de acesso a ativos	Células que apresentaram uma melhora acentuada das condições de vulnerabilidade no período 1991-2000

**Tabela 4:** Definição das trajetórias de vulnerabilidade.  
Fonte: Elaboração Própria.

<b>Tipologia de trajetória</b>		<b>Descrição</b>
Tipologia 1 (T1)	<i>Estabilidade</i>	Células que apresentaram uma trajetória das condições de vulnerabilidade sem alterações significativas, ou seja, a trajetória estável.
Tipologia 2 (T2)	<i>Declínio dos que apresentam menor vulnerabilidade</i>	Células que apresentavam condições iniciais de baixa vulnerabilidade e que apresentaram ao longo deste intervalo de tempo um declínio moderado ou acentuado em suas condições de vulnerabilidade.
Tipologia 3 (T3)	<i>Declínio dos que apresentam vulnerabilidade intermediária</i>	Células que apresentavam condições iniciais de vulnerabilidade intermediária e que possuem as trajetórias declínio acentuado e moderado de acesso a ativos.
Tipologia 4 (T4)	<i>Ascensão dos que apresentam menor vulnerabilidade ou vulnerabilidade intermediária</i>	Células que apresentavam condições iniciais de vulnerabilidade intermediária e baixa, que possuem as trajetórias ascensão acentuado e moderado de acesso a ativos.
Tipologia 5 (T5)	<i>Declínio dos que apresentam maior vulnerabilidade</i>	Células que apresentavam condições iniciais de maior vulnerabilidade, que possuem as trajetórias declínio acentuado e moderado de acesso a ativos.
Tipologia 6 (T6)	<i>Ascensão dos que apresentam maior vulnerabilidade</i>	Células que apresentavam condições iniciais de alta vulnerabilidade, que possuem as trajetórias ascensão acentuada e moderada de acesso a ativos.

**Tabela 5:** Definição das tipologias de trajetórias de vulnerabilidade.  
Fonte: Elaboração Própria.

## 6. Resultados e Discussões

Os municípios analisados, embora constituam uma área conurbada, apresentam diferenças que resultam da localização geográfica de cada um deles. São Sebastião (SÃO PAULO, 1996). Caraguatatuba, por sua vez, apresenta áreas de planície extensas e, conseqüentemente, um padrão mais contínuo de ocupação urbana.

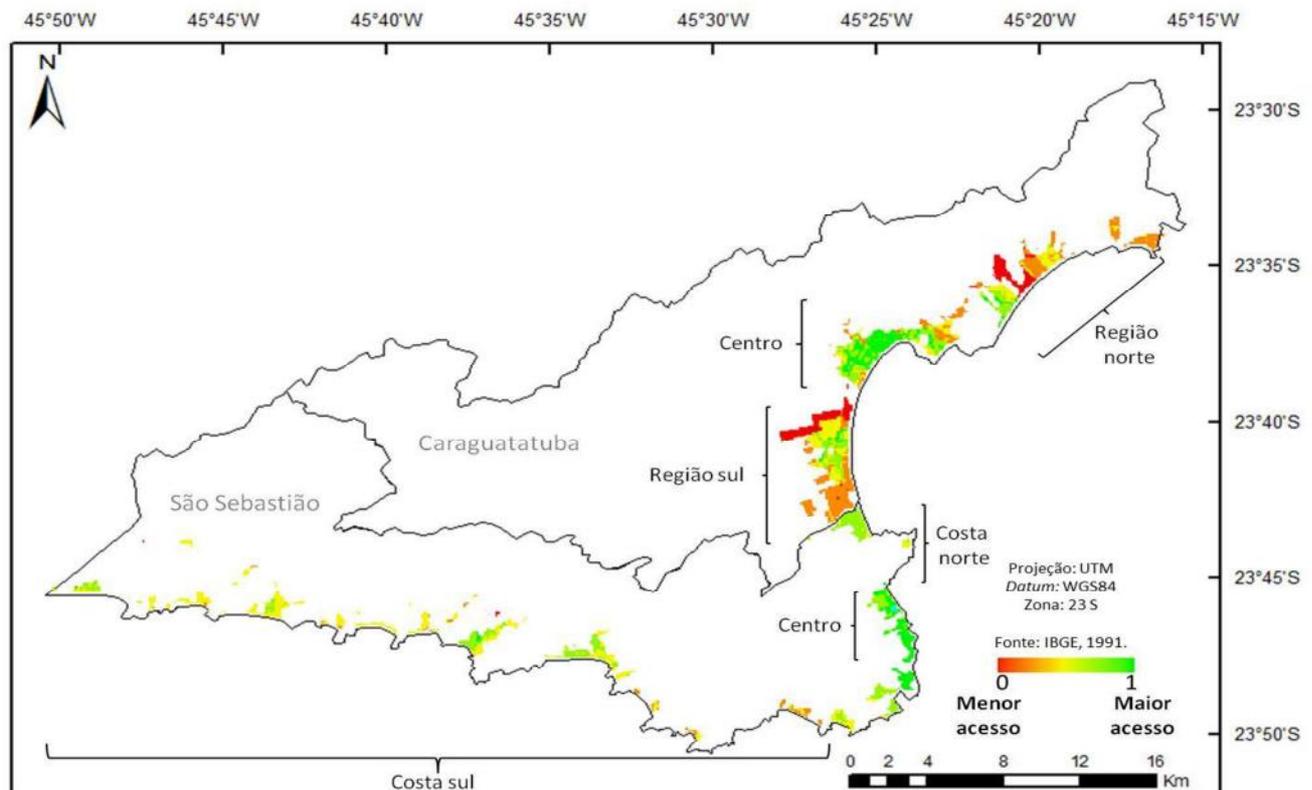
Com a construção de superfícies de vulnerabilidade socioecológica, a partir do índice sintético IVSE para os anos de 1991 e 2000, foi possível observar a heterogeneidade das condições de vulnerabilidade nas distintas regiões dos municípios (FIG. 2 e 3). A região Centro de ambos os municípios foi identificada como menos vulnerável. Já os extremos sul e norte de Caraguatatuba, bem como a costa sul de São Sebastião, foram identificadas como áreas de maior variabilidade quanto ao acesso da população às várias categorias de ativos.

É importante ressaltar, no entanto, que o mapa síntese do IVSE não permite distinguir os diferenciais de acesso a cada tipo de ativo separadamente. Assim, um olhar direcionado ao painel de observações apresentado nas figuras 4 e 5, que apresentam os mapas dos indicadores compostos para cada categoria de capital dos anos 1991 e 2000, auxilia na obtenção de um diagnóstico mais apurado sobre as condições de vulnerabilidade da região.

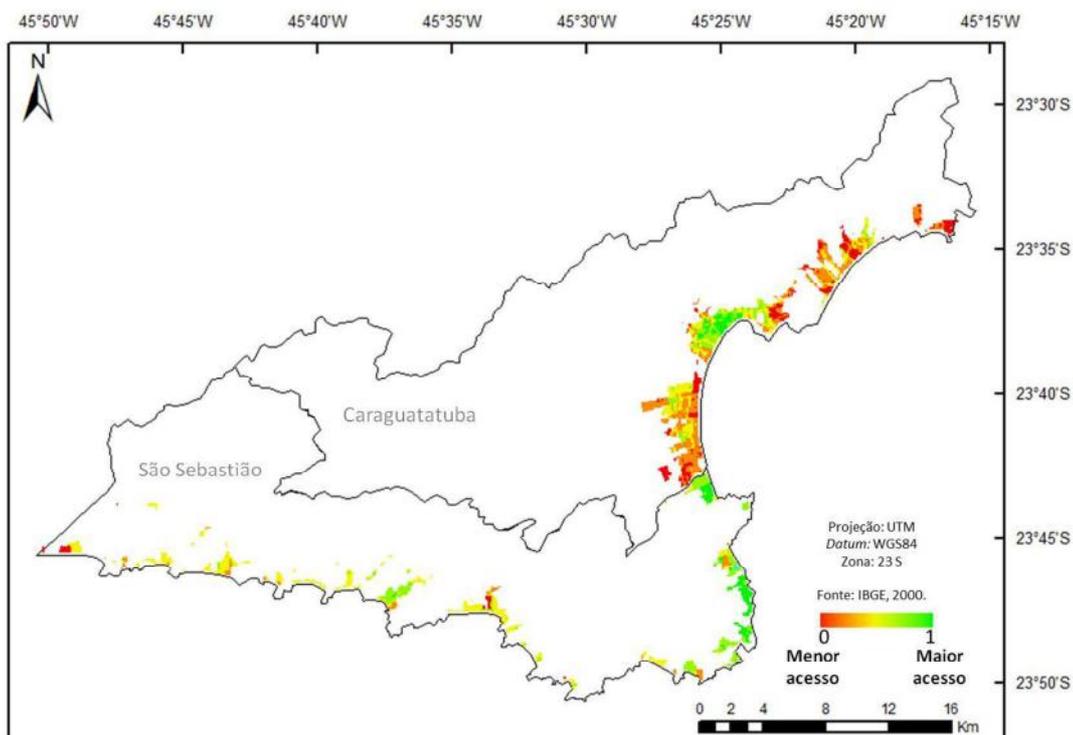
Um segundo olhar, mais focado, revela que as regiões da costa norte e do centro de São Sebastião são mais consolidadas e apresentam condições de menor

encontra-se em uma região de relevo acidentado, onde as áreas passíveis de ocupação humana são formadas por um conjunto descontínuo de planícies que influenciam a organização da população em bairros distantes e isolados

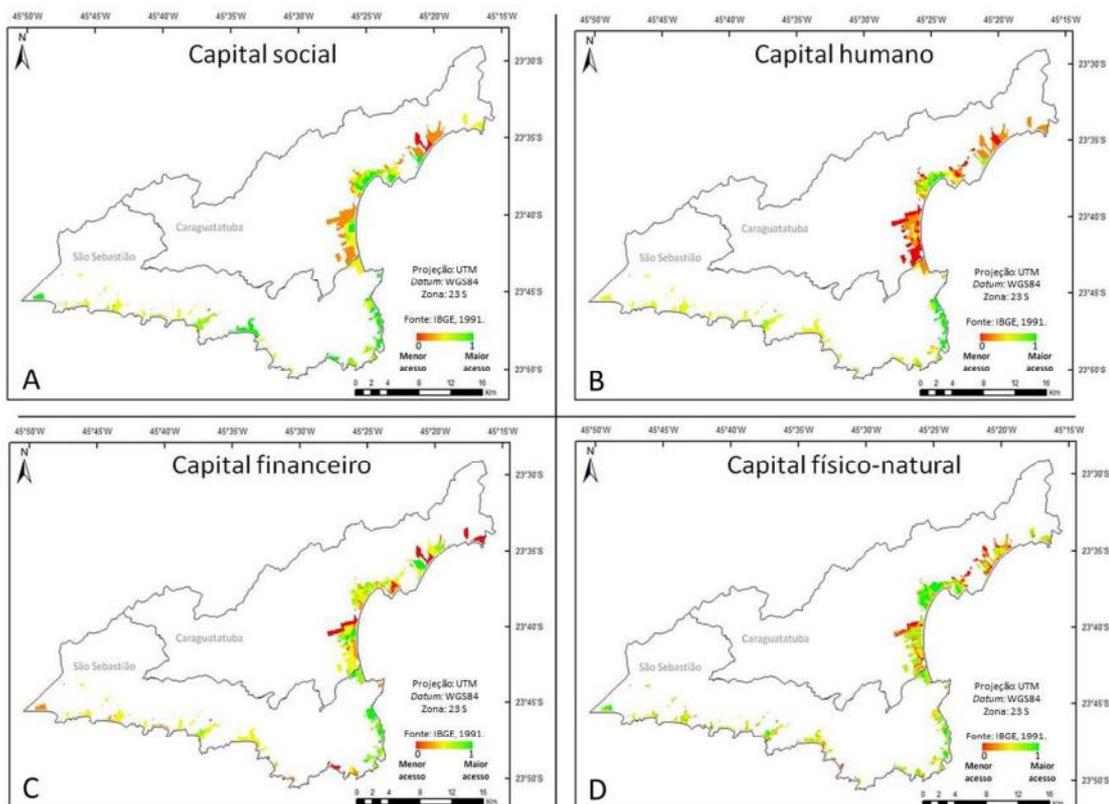
vulnerabilidade, sendo caracterizadas por ocupações de médio e alto padrão com condições adequadas de infraestrutura. Essa situação também ocorre com a região central do município de Caraguatatuba. Porém, enquanto o mapa sintético as apresentam como regiões muito similares em relação à vulnerabilidade, o mapa do capital físico-natural (FIG. 5D e 6D), por exemplo, revela a existência de diferenças entre elas quanto ao acesso a este capital. Na região da costa norte de São Sebastião, onde a planície litorânea é estreita, alguns domicílios localizam-se nas encostas da Serra do Mar, em áreas de risco de deslizamento e desmoronamento, o que revela uma redução do acesso ao capital físico-natural. Já o centro de São Sebastião, embora com condições superiores quanto ao capital físico-natural, também apresenta alguns problemas. Por exemplo, a existência de algumas ocupações muito próximas à linha marítima e áreas expostas a riscos tecnológicos proporcionados pela proximidade aos tanques de armazenamento do terminal petrolífero TEBAR (Terminal Marítimo Almirante Barroso). A região central de Caraguatatuba apresenta um maior acesso ao capital físico-natural, pois a população deste local está concentrada em uma planície litorânea extensa, com total acesso às infraestruturas de saneamento básico.



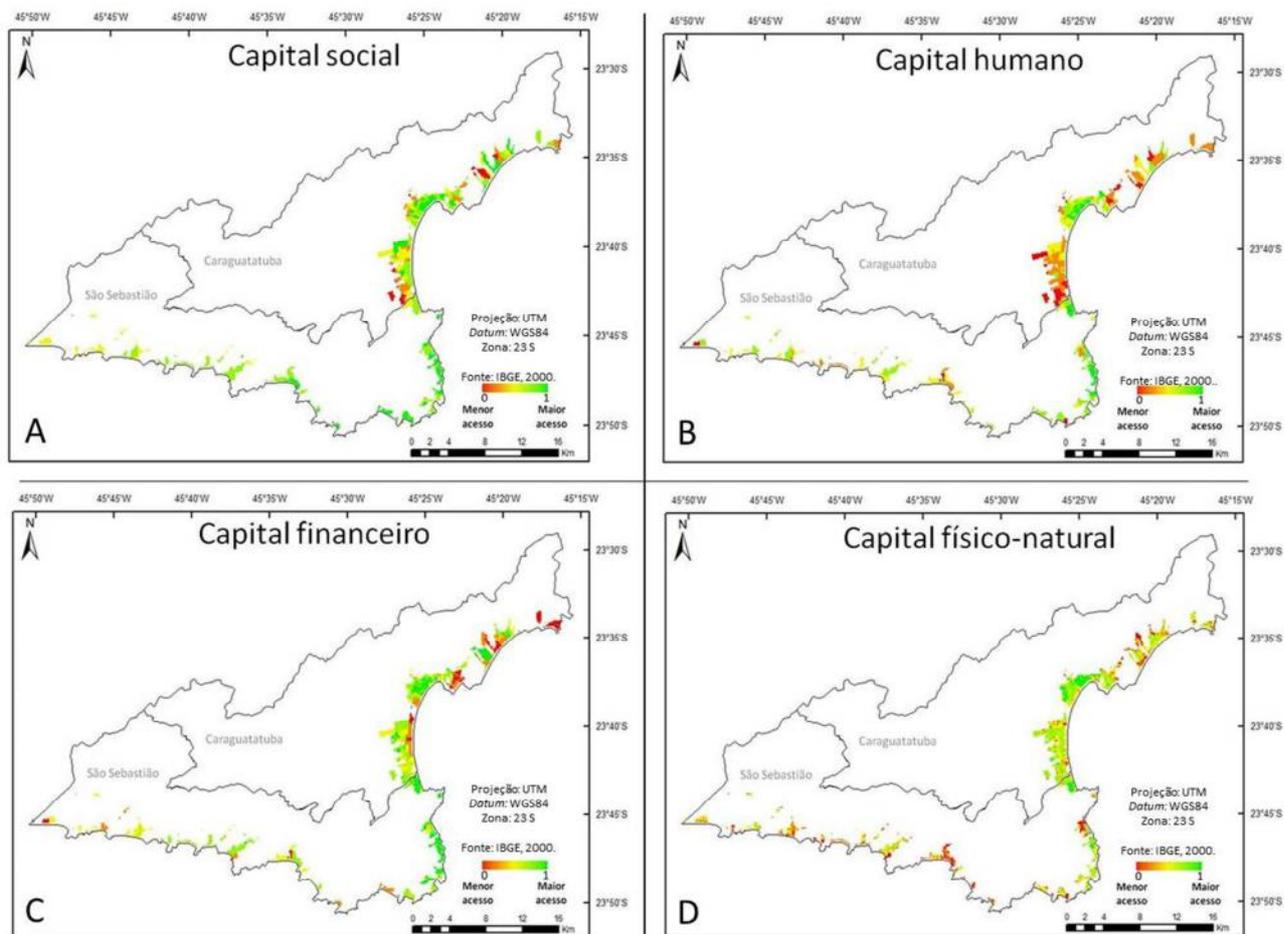
**Figura 3:** Espacialização do IVSE sintético para o ano 1991.  
Fonte: Elaboração própria.



**Figura 4:** Espacialização do IVSE sintético para o ano 2000.  
 Fonte: Elaboração própria.



**Figura 5:** Painel de observação dos capitais do ano 1991.  
 Fonte: Elaboração própria.



**Figura 6:** Painel de observação dos capitais do ano 2000.

Fonte: Elaboração própria

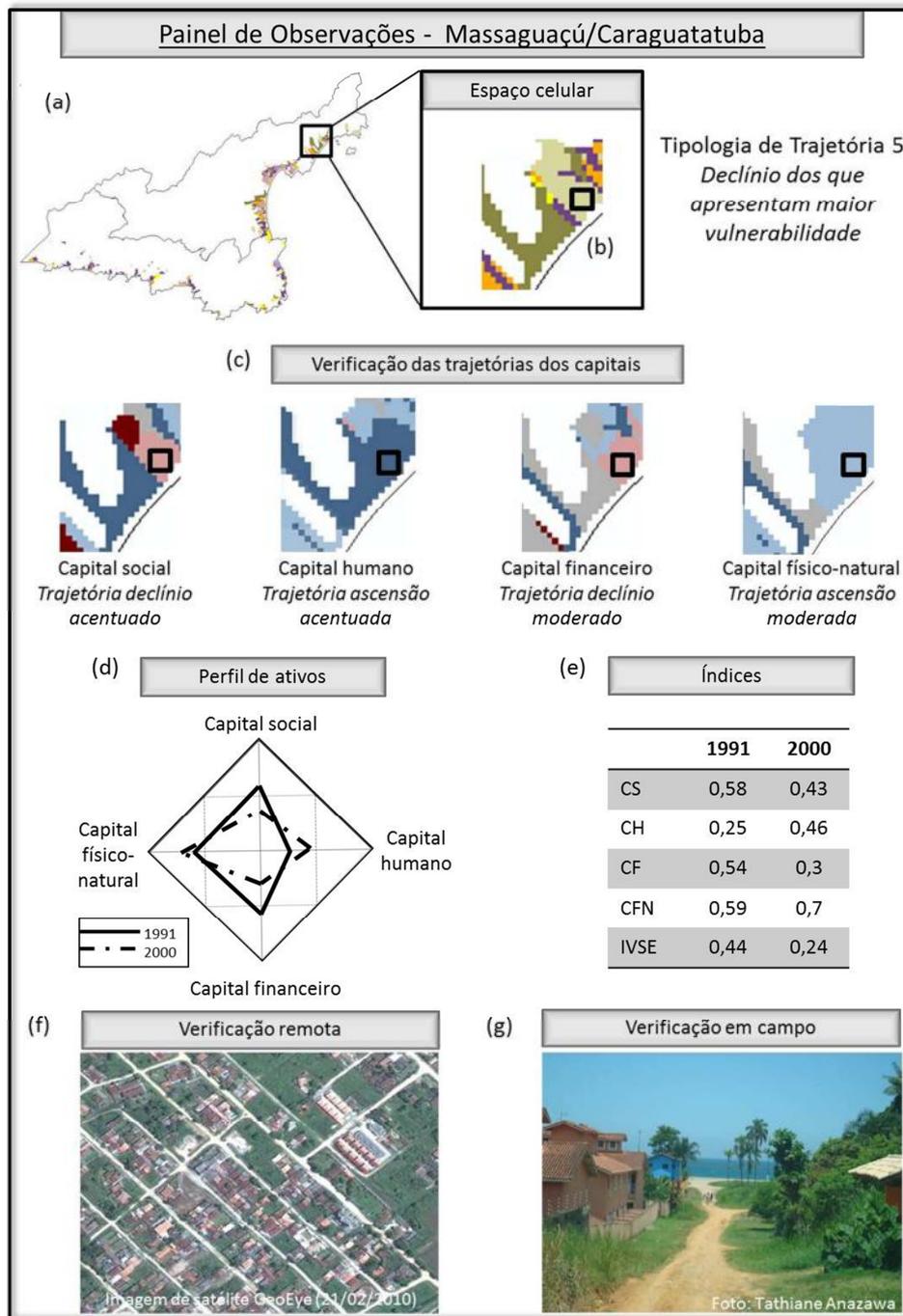
Um conceito que envolve múltiplas dimensões, como o conceito de vulnerabilidade socioecológica proposto, também necessita de novas formas de visualização. Neste artigo foi proposta a associação do IVSE a um conjunto de formas de representação gráfica (imagens, esquemas, fotos e figuras) e tabular, constituindo o que neste trabalho é chamado de Painel de Observações. Esse painel é constituído por *perfis de ativos*, representados por um losango onde cada aresta representa o acesso a uma categoria de ativo. Através deles é possível visualizar diferenciações do grau de acesso das famílias à cada tipo de capital, evitando assim simplificações inerentes às análises baseadas exclusivamente em índices sintéticos. Estão incluídos também os mapas de superfícies de vulnerabilidade, da tipologia de trajetória de vulnerabilidade e de trajetórias dos capitais, além das verificações remota e em campo, como exemplificado na situação abaixo.

Situação 1: A célula escolhida apresentou a Tipologia de Trajetória 5, de declínio dos mais vulneráveis. No entanto, como estas tipologias construídas sobre o índice sintético IVSE não nos permite afirmar se os diferentes tipos de capitais apresentaram melhoras de forma igualitária, foram incluídas ainda informações sobre as trajetórias de cada capital. Através da observação destas trajetórias, é possível

verificar que os capitais físico-natural e humano foram os capitais que apresentaram melhoras de acesso, incluindo, por exemplo, maior acesso a educação, como foi observado através do perfil de ativos da célula escolhida.

O capital financeiro apresentou a trajetória declínio moderado, e o capital social obteve um declínio maior de acesso a ativos, como observado no perfil de ativos e índices da célula analisada. Este declínio acentuado ocorreu principalmente, devido ao aumento da proporção do chefe de família mulher sem instrução. Já o capital físico-natural apresentou uma trajetória de ascensão moderada. A partir das verificações remota e em campo, foi possível observar, no entanto, que o acesso a este capital permanece baixo pois a área localiza-se próxima ao oceano e apresenta baixos níveis de acesso a saneamento básico.

Painel de observações: localização do bairro Massaguacú, em Caraguatatuba (a); localização da célula escolhida e sua Tipologia de Trajetória (b); verificações das trajetórias dos capitais (c); composição dos perfis de ativos da célula escolhida (d); valores dos capitais e do IVSE em 1991 e 2000, da célula escolhida, onde: CS – Capital Social; CH – Capital Humano; CF – Capital Financeiro e CFN – Capital Físico-Natural (e); verificação remota (f); e verificação em campo (g).



**Figura 7:** Painel de observação Massaguaçu / Caraguatatuba.  
Fonte: Elaboração própria.

## 7. Considerações Finais

O presente trabalho busca construir uma representação multifacetada da vulnerabilidade com base em uma caracterização estendida dos perfis de ativos das famílias, que incorpora uma dimensão territorial explícita e uma dimensão relacional. O índice IVSE proposto por Anazawa (2012), aprimorado neste trabalho, bem como objetos para sua representação, que incluem um conjunto de representações, tais como mapas de superfície de vulnerabilidade, histogramas e gráficos de perfis de ativos, permitiram observar e medir diferenciais intraurbanos de vulnerabilidade, introduzindo um olhar sistêmico, integrador e mediador, onde a cidade é vista como inserida em um sistema urbano que pode ser modelado como um

sistema socioecológico. Por envolver o tratamento de dados da paisagem físico-natural e de dados socioeconômicos desagregados territorialmente, a construção destas representações demandou a utilização de geotecnologias diversas.

Este trabalho demonstra como a construção de medidas de vulnerabilidade depende da seleção de um conjunto de variáveis que pode ser alterado de acordo com as particularidades da região analisada e dos perigos e riscos aos quais está submetida. Assim sendo, o Índice de Vulnerabilidade Socioecológica revelou-se como uma ferramenta complementar para a análise multidimensional das condições das famílias e dos territórios onde vivem, permitindo a identificação de perfis de ativos. A construção de tipologias de trajetórias de vulnerabilidade enfatizou a

dimensão temporal das análises, possibilitando a verificação das trajetórias de vulnerabilidade socioecológica, bem como as trajetórias dos capitais.

Os índices propostos apresentaram um modelo de cálculo flexível, que pode ser reproduzido para outros locais. É importante ressaltar que este trabalho inclui a ideia de adaptação das variáveis que compõem os índices de vulnerabilidade para cada região, dependendo das particularidades das áreas e da disponibilidade de dados. O presente trabalho não apresentou as cartografias de vulnerabilidade para o ano de 2010. Para trabalhos futuros, em andamento, haverá a necessidade de atualizar esta metodologia para acomodar os dados censitários de 2010 e tornar os índices comparáveis em relação aos construídos para os anos de 1991 e 2000.

A proposta de uma abordagem conceitual, sua operacionalização e análises, revelam o esforço analítico de uma ferramenta que traz embutida em seus cálculos a busca por uma captura da dinâmica da realidade e o não conformismo com as cartografias paradas no tempo e no espaço. Evidenciam ainda, a necessidade de trabalhos que tratem da vulnerabilidade em um contexto de perigos de múltiplas naturezas e que são constitutivos de riscos diferenciados, evitando a redução de sua complexidade e orientação da ação política para observar apenas a resposta a um perigo particular e imediato.

---

## REFERÊNCIAS

- [1] ADGER, W. N. Vulnerability. **Global Environmental Change**, v. 16, n. 3, p. 268-281, 2006.
- [2] AGUIAR, A. P.; ANDRADE, P. R.; FERRARI, P. G. **2008. Preenchimento de Células**. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/terraview/docs/tutorial/Aula15.pdf>. Acesso junho de 2010.
- [3] ALVES, H. P. F. Vulnerabilidade socioambiental na metrópole paulistana: uma análise sociodemográfica das situações de sobreposição espacial de problemas e riscos sociais e ambientais. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 23, n. 1, p. 43-59, 2006.
- [4] ANAZAWA, T. M. **Vulnerabilidade e território no litoral norte de São Paulo**: indicadores, perfis de ativos e trajetórias. 2012. 218 p. (sid.inpe.br/mte-m19/2012/07.23.17.40-TDI). Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 2012. Disponível em: <<http://urlib.net/8JMKD3MGP7W/3CB8UHH>>. Acesso em dezembro de 2013.
- [5] BILAC, E. D. Gênero, vulnerabilidade das famílias e capital social: Algumas reflexões. In: CUNHA, J. M. P. (Ed.) **Novas Metrópoles Paulistas: População, Vulnerabilidade e Segregação**. Campinas: NEPO/Unicamp, 2006.
- [6] CAMARA, G.; SOUZA R. C. M.; FREITAS U. M.; GARRIDO J. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **Computers & Graphics**, v. 20, n. 3, p. 395-403, 1996.
- [7] CARMO, R. L.; MARQUES, C.; MIRANDA, Z. A. I. **Dinâmica demográfica, economia e ambiente na zona costeira de São Paulo**. Campinas: Textos Nepo, 2012.
- [8] COLEMAN, J. Social capital in the creation of human capital. **American Journal of Sociology**, v. 94, n. 1, p. 95-120, 1988.
- [9] COUCLELIS, H. Cellular Worlds: A Framework for Modelling Micro-Macro Dynamics. **Environment and Planning A**, v. 17, n. 1, p. 585-596, 1985.
- [10] \_\_\_\_\_. Requirements for planning-relevant GIS: a spatial perspective. **Papers in Regional Science**, v. 70, n. 1, p. 9-19, 1991.
- [11] \_\_\_\_\_. From cellular automata to urban models: new principles for model development and implementation. **Environment and Planning B**, v. 24, n. 1, p. 165-174, 1997.
- [12] CUNHA, J. M. P.; JAKOBI, A. A. E.; HOGAN, D. J.; CARMO, R. L. A vulnerabilidade social no contexto metropolitano: o caso de Campinas. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 14, 2004, Caxambu. **Anais...** Campinas: ABEP, 2004.
- [13] DFID, D. F. I. D. **Sustainable Livelihoods Guidance Sheets**. London: DFID, 1999. <Disponível em: <http://www.dfid.gov.uk>>. Acesso em junho de 2011.
- [14] DU PLESSIS, C. Understanding Cities as Social-Ecological Systems. In: **World Sustainable Building Conference - SB'08**, 2008. Melbourne, Australia. 21-25 September.
- [15] EAKIN, H.; LUERS, A. L. Assessing the vulnerability of social-environmental systems. **Annu. Rev. Environ. Resour.**, v. 31,n.1, p. 365-94, 2006.
- [16] FEITOSA, F. F.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V.; KOSCHITZKI, T.; SILVA, M. P. S. Global and local spatial indices of urban segregation. **International Journal of Geographical Information Science**, v.21, n.3-4, p. 299-323, 2007.
- [17] FEITOSA, F. F.; MONTEIRO, A. M. V. Compartilhando ideias frente a um futuro climático incerto: Vulnerabilidade e modelos de simulação como estratégias mediadoras. **Revista Geografia** (no prelo), 2012.
- [18] GROVE, J. M. Cities: Managing densely settled social-ecological systems. In: CHAPIN, F. S.; KOFINAS, G. P.; FOLKE, C. **Principles of ecosystem stewardship**. Resilience-based natural resource management in a changing world. New York, NY: Springer, 2009.
- [19] HOGAN, D. J.; MARANDOLA JR., E. Towards an Interdisciplinary Conceptualization of Vulnerability. **Population, Space and Place**, v. 11, n.1,p. 455-471, 2005.
- [20] IBGE. **Censo demográfico 1991: resultados do universo**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991.

- [21] IBGE. **Censo demográfico 2000: agregado por Setores censitários dos resultados do universo**. Rio de Janeiro: IBGE, 2002.
- [22] IBGE. **Resultados do Universo 2010**. 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010>. Acesso em junho de 2011.
- [23] INPE. **Catálogo de Imagens**. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>. Acesso junho de 2011.
- [24] KAZTMAN, R. **Notas sobre la medición de la vulnerabilidad social**. Borrador para discusión. 5 Taller regional, la medición de la pobreza, métodos y aplicaciones. BID-BIRF-CEPAL. Mexico, 2000. Disponível em: <http://www.eclac.cl/deype/mecovi/docs/TALLER5/24.pdf>. Acesso em junho de 2011.
- [25] KAZTMAN, R.; FILGUEIRA, F. As normas como bem público e privado: reflexões nas fronteiras do enfoque “ativos, vulnerabilidades e estrutura de oportunidades” (Aveo). In: CUNHA, J. M. P. (Ed.) **Novas Metrôpoles Paulistas: População, Vulnerabilidade e Segregação**. Campinas: NEPO/Unicamp, 2006.
- [26] KAZTMAN, R. et al. **Vulnerabilidad, activos y exclusión social en Argentina y Uruguay**. Oficina Internacional del Trabajo. Santiago de Chile:1999.
- [27] KOGA, D. **Medidas de cidades: entre territórios de vida e territórios vividos**. São Paulo: Cortez, 2ªed, 2011.
- [28] KOGA, D.; NAKANO, K. Perspectivas territoriais e regionais para políticas públicas brasileiras. **Revista Serviço Social e Sociedade**, v. 27, n. 85, 2006.
- [29] LAMPIS, A. **Pobreza y riesgo medioambiental: Un problema de vulnerabilidad y desarrollo**. 2010. Disponível em: [http://www.desenredando.org/public/varios/2010/2010-08-30\\_Lampis\\_2010\\_Pobreza\\_y\\_Riesgo\\_Medio\\_Ambient\\_al\\_Un\\_Problema\\_de\\_Desarrollo.pdf](http://www.desenredando.org/public/varios/2010/2010-08-30_Lampis_2010_Pobreza_y_Riesgo_Medio_Ambient_al_Un_Problema_de_Desarrollo.pdf). Acesso em junho de 2011.
- [30] MOSER, C.; SHRADER, E. A **Conceptual Framework for Violence Reduction**. Latin America and Caribbean Region (LCR) Sustainable Development Working Paper n. 2 Urban Peace Program Series. The World Bank, Washington, D.C, 1999.
- [31] O'BRIEN, K. et al. **What's in a word? Conflicting interpretations of vulnerability in climate change research**. Oslo: Center for International Climate and Environmental Research (CICERO), 2004.
- [32] OJIMA, R. **Perspectivas para a adaptação frente às mudanças ambientais globais no contexto da urbanização brasileira: cenários para os estudos de população**. In: HOGAN, D. J.; MARANDOLA Jr, E. (Org.) **População e mudanças climáticas. Dimensões humanas das mudanças ambientais globais**. Campinas: Núcleo de Estudos de População-NEPO/Unicamp; Brasília: UNFPA, 2009.
- [33] OSTROM, E. A diagnostic approach for going beyond panaceas. **PNAS**, v. 104, n. 39, p. 15181-15187, 2007.
- [34] PELLING, M. **The Vulnerability of Cities**. London: Earthscan, 2003.
- [35] PORTES, A. Social capital: its origin and applications in modern sociology. **Annual Review of Sociology**, v. 24, n. 1, p. 1-24, 1998.
- [36] PUTNAM, R. D.; LEONARDI, R.; NANNETTI, R. Y. **Making democracy work: Civic traditions in modern Italy**. Princeton: Princeton University Press, 1993.
- [37] SANTOS, M. A **Natureza do Espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2002. 384 p.
- [38] SANTOS, M.; SILVEIRA, M. L. **O Brasil: território e sociedade no início do século XXI**. Rio de Janeiro: Record, 2001.
- [39] SÃO PAULO (ESTADO). **Secretaria do Meio Ambiente. Macro-zoneamento do Litoral Norte: plano de gerenciamento costeiro**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 2 ed, 1996.
- [40] SMA – Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. **Zoneamento Ecológico-Econômico - Litoral Norte de São Paulo**. São Paulo: SMA/CPLEA, 2005.
- [41] TERRAVIEW 4.1.0. **São José dos Campos, SP**: INPE, 2011. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/terraview>. Acesso em junho de 2011.
- [42] TOBLER, W. R. Cellular geography. In: GALE, S.; OLSSON, G. (Ed.) **Philosophy in Geography**. Dordrecht, Holland: Reidel Publishing Company, p. 379-386, 1979.
- [43] VALERIANO, M. M. TOPODATA. **São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)**. 2008. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/topodata/>. Acesso em junho de 2011.

# Socio-ecological vulnerability in the occupied areas of municipalities of Caraguatatuba and São Sebastião, northern coast of São Paulo: measures and representations

Tathiane Mayumi Anazawa<sup>1</sup>  
Flávia da Fonseca Feitosa<sup>2</sup>  
Antônio Miguel Vieira Monteiro<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Biologist (State University of Ponta Grossa). Master in Remote Sensing (INPE). Ph.D. in Demography (Unicamp).

<sup>2</sup> Architect and Urbanist (UFSC). Master in Remote Sensing (INPE). Ph.D in Geography (University of Bonn). Professor at UFABC.

<sup>3</sup> Electrical Engineer (UFES). Master in Applied Computing (INPE). PhD in Electronics and Control Engineering/Computer Science (University of Sussex). Professor at INPE.

---

**Abstract** This paper presents a temporal analysis of the vulnerability in the coastal region comprising the municipalities of Caraguatatuba and São Sebastião, based on the methodology to operationalize the concept of socio-ecological vulnerability presented by Anazawa (2012). The methodological approach updates and extends the characterization of the assets profiles of families or population groups to accommodate dimensions inherent to the places where they live. Thus, it becomes possible to observe and measure intra-urban differentials in vulnerability. The results demonstrate the heterogeneity in the vulnerability conditions among different regions of the municipalities through surface maps of the socio-ecological vulnerability index (SEVI) and its components for the years 1991 and 2000. In the observation panel, which helps to visualize the multiple dimensions of vulnerability, we demonstrate how graphic and tabular representations were able to show differences in the degree of families' access to each category of assets, avoiding simplified analyzes based on a synthetic index.

**Keywords:** assets profiles; trajectories of vulnerability; observation panel for vulnerability.

---

## Informações sobre os autores

### Tathiane Mayumi Anazawa (NEPO/Unicamp)

Endereço para correspondência: Cidade Universitária Zeferino Vaz, Av. Albert Einstein, 1300. Cx. Postal 6166, CEP 13081-970, Campinas - SP

E-mail: [tathiane@nepo.unicamp.br](mailto:tathiane@nepo.unicamp.br)

Link para o currículo lattes: <http://lattes.cnpq.br/3625362781546332>

### Flávia da Fonseca Feitosa (UFABC)

Endereço para correspondência: Rua Arcturus, São Paulo, 09606-070 - SP

E-mail: [flavia.feitosa@ufabc.edu.br](mailto:flavia.feitosa@ufabc.edu.br)

Link para o currículo lattes: <http://lattes.cnpq.br/5350911984549256>

### Antônio Miguel Vieira Monteiro (INPE)

Endereço para correspondência: Avenida dos Astronautas, 1.758, Jd. da Granja, São José dos Campos - SP, 12227-010

E-mail: [miguel@dpi.inpe.br](mailto:miguel@dpi.inpe.br)

Link para o currículo lattes: <http://lattes.cnpq.br/0654596992211296>

**Artigo Recebido em:** 13-01-2014

**Artigo Aprovado em:** 04-04-2014