

# **ESTUDO DA VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL EM ÁREAS SUSCETÍVEIS A INUNDAÇÕES**

## **UMA APLICAÇÃO PARA PEQUENAS PEQUENAS ÁREAS.**

**Talita de Oliveira Bracher Prates<sup>1</sup>**  
**Raul Reis Amorim<sup>2</sup>**

### **Resumo**

O estilo de vida da sociedade atual, caracterizado pelo uso indiscriminado dos recursos naturais e pela intensa urbanização expõe as comunidades à diversos ameaças ambientais como, por exemplo, a ocorrência de inundações. Na última década, o Brasil apresentou vários eventos de inundações com registros de prejuízos econômicos e sociais. A literatura recente indica que as áreas mais afetadas são habitadas pelos segmentos populacionais de baixa renda e carente de infraestrutura básica. A associação desses fatores intensifica os danos causados pelos riscos ambientais, diminui a capacidade de resposta e a qualidade de vida da população exposta. Neste sentido, o objetivo geral deste artigo é apresentar uma proposta metodológica de estudo da vulnerabilidade socioambiental para áreas expostas a inundações no Brasil, que integre dados socioeconômicos e demográficos do Censo 2010 do IBGE e as áreas de suscetibilidade ambiental para inundações. A unidade territorial utilizada nesta proposta é o setor censitário, ou seja, pretende-se obter um estudo de escala 1:25000 que permite uma análise mais detalhada das regiões suscetíveis à inundação. Neste artigo, serão expostos os resultados analisados para o município de Cardoso Moreira RJ como exemplo da aplicação do método proposto. Espera-se que o indicador proposto possa ser utilizado como ferramenta que subsidie a elaboração de projetos de gestão de riscos que sejam eficientes para a mitigação dos possíveis impactos causados pelas inundações.

Palavras chave: Inundações, Vulnerabilidade Socioambiental, Suscetibilidade.

---

<sup>1</sup> Aluna de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Geociências, UNICAMP, bracher.talita@gmail.com

<sup>2</sup> Professor do Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, UNICAMP, raul\_reis@ige.unicamp.br

# 1 Introdução

A sociedade atual está exposta ao perigo da ocorrência de desastres ambientais que são produzidos, em muitos casos, pelo uso indiscriminado dos recursos naturais, fruto do estilo de vida moderno e da crescente urbanização que, somado a insuficiência de políticas para o gerenciamento de riscos, acarreta o aumento da frequência, da intensidade e do número de vítimas dos desastres ambientais.

Entende-se que o termo perigo expressa uma condição com potencial de causar consequências negativas, ou seja, gerar perdas e danos em um intervalo de tempo. O termo desastre natural aplica-se a situações de ruptura do funcionamento de um contexto socioeconômico, decorrentes de eventos naturais, que acarretam impactos negativos superiores a capacidade da comunidade afetada de se recuperar com recursos próprios (BITAR *et al.* 2014).

Atualmente, não é raro, a disseminação de notícias a respeito de desastres naturais e suas consequências. A sociedade acumula grandes prejuízos econômicos e sociais após eventos como furacões, terremotos, tsunamis, enchentes ou deslizamentos de terra. Por essa realidade os termos vulnerabilidade e risco vem, há alguns anos, ganhando destaque nos estudos acadêmicos (HOGAN, MARANDOLA, 2006).

Um dos maiores problemas enfrentados pelas cidades brasileiras hoje é a ocorrência de inundações ou enchentes, que tem causado grandes prejuízos financeiros e até mesmo perdas de vidas humanas, seja por efeitos imediatos, como afogamentos, ou indiretos, como doenças infectocontagiosas decorrentes do contato com a água contaminada (BOTELHO, 2011:82)

Estudos recentes apontam que, na maioria das vezes, as áreas mais afetadas são habitadas por uma parcela da população de baixa renda e carente de infraestrutura básica (ALMEIDA, 2010; ALVES e TORRES, 2006; FREITAS e CUNHA, 2012). Esses fatos intensificam os danos causados pelos desastres ambientais, diminuindo a capacidade de resposta e a qualidade de vida dessa população (CUTTER, 1996; FREITAS e CUNHA, 2012).

As inundações ou transbordamento dos canais fluviais são fenômenos naturais que ocorrem nas áreas de baixo curso dos rios formando as planícies ou terraços aluviais. A ocupação dessas áreas acontece desde o surgimento dos primeiros núcleos urbanos, quando o homem começa a abandonar a condição de nômade e passa a permanecer em locais fixos podendo utilizar o rio não só para abastecimento de água, mas também, como meio de transporte.

Cabe destacar que o processo de êxodo rural e a desordenada migração para as médias e grandes cidades resultam na intensa urbanização, em um curto espaço de tempo, na impermeabilização de grandes áreas, na inadequação dos sistemas de drenagem e na construção de edificações mal planejadas, localizadas em periferias deficientes de infraestrutura urbana. Todos esses fatores intensificam as ocorrências e as consequências das inundações em áreas urbanas devido a alteração do sistema hidrológico natural.

O adensamento populacional e a alteração da cobertura natural do solo, causados pela implantação dos instrumentos urbanos, desrespeitam as condições de escoamento da água e promovem a formação de ilhas de calor. Tais alterações são suficientes para concentrar as precipitações em algumas áreas, o que intensifica o acúmulo da água da chuva, resultando em inundações – eventos com danos materiais e risco a integridade física da população (ALVES e OJIMA, 2008; TOMINAGA, SANTORO e AMARAL, 2012).

“No início do século passado, apenas cerca de 10% da população mundial estava concentrada em zonas urbanas, mas o crescimento vertiginoso das metrópoles, principalmente por meio da migração das zonas rurais, acelerou o processo de urbanização em níveis extraordinários (GIUDICE e MENDES, 2013: 394)”

A Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, realizada pelo IBGE (2002) apontou que 1235 municípios brasileiros apresentaram problemas de inundações e enchentes.

O levantamento e a produção de informações sociais, demográficas e econômicas sobre as comunidades residentes em áreas de pobreza e privação social, bem como, o conhecimento a respeito da suscetibilidade de áreas sujeitas a inundações é de grande importância e, contribui para o planejamento do uso e ocupação das terras, controle da expansão urbana, avaliação de cenários potenciais de riscos e, ainda, possibilita o planejamento para a minimização das consequências de acidentes ambientais tanto para a população afetada quanto para os setores produtivos (BITAR *et al*, 2014).

Apesar dos estudos sobre a vulnerabilidade ganharem espaço na ciência, Cutter (2011) aponta que ainda existem poucos esforços sistemáticos para quantificar a vulnerabilidade social de lugares específicos que facilitem a comparação entre unidades geográficas ou administrativas.

Com vistas ao exposto, o objetivo deste trabalho é propor um indicador de vulnerabilidade socioambiental, integrando a suscetibilidade ambiental à inundação e o perfil socioeconômico da comunidade residente, tendo o setor censitário como unidade de análise. Espera-se que o

indicador possa ser utilizado como ferramenta que subsidie o planejamento de políticas públicas de urbanização e saneamento. Adicionalmente, os dados gerados, constituirão insumo básico para a tomada de decisão eficaz, no que se refere ao gerenciamento de riscos com vistas a minimização dos impactos negativos das inundações em todo o país.

## **1.1 Breve revisão sobre os conceitos trabalhados**

Inundações são eventos naturais de diferentes magnitudes e frequência que ocorrem nos corpos d'água. Os fatores que causam as inundações são: intensidade e distribuição da precipitação, taxa de infiltração da água no solo e as características morfométricas e morfológicas da bacia de drenagem. O histórico de urbanização faz com que a magnitude e a frequência das inundações também sejam alteradas pela ocupação de áreas suscetíveis, pela impermeabilização do solo e pela falta de gerenciamento de infraestruturas urbanas. (GUERRA, 2011)

Devido ao exposto acima, é necessário enquadrar as inundações nos conceitos de perigo e risco. Considerando que o perigo expressa uma circunstância que prenuncia um mal para alguém ou alguma coisa, podendo causar dano, perda ou prejuízo ambiental, humano, material ou financeiro ((UN-ISDR, 2004)). O Risco, uma probabilidade (ou frequência) esperada de ocorrência dos danos, perdas ou prejuízo consequentes da consumação do perigo. ((UN-ISDR, 2004)).

Para entender o termo vulnerabilidade nas diversas abordagens científicas é preciso considerar, simultaneamente, o conceito de risco. Isso se deve ao fato de a vulnerabilidade aparecer no contexto dos estudos sobre risco em sua dimensão ambiental, num primeiro momento, e, mais tarde, no contexto socioeconômico (MARANDOLA e HOGAN, 2005).

Segundo Cutter (2011), a vulnerabilidade, numa definição lata, é o potencial para a perda que inclui elementos de exposição ao risco e de propensão. Em outras palavras, o conceito de vulnerabilidade pode ser definido como uma situação em que estão presentes três elementos: exposição ao risco; incapacidade de reação; e dificuldade de adaptação diante da materialização do risco (MOSER, 1998).

Outra linha de análise sobre vulnerabilidade tem origem nos estudos sobre desastres naturais (*natural hazards*) e avaliação de risco (*risk assessment*). Nesta perspectiva, a vulnerabilidade pode ser vista como a interação entre o risco existente em determinado lugar (*hazard of place*) e as características e o grau de exposição da população lá residente (CUTTER, 1994; 1996).

Sendo assim, pode-se dizer que o conceito de vulnerabilidade não trata simplesmente da exposição aos riscos e perturbações, mas também a resiliência, ou seja, a capacidade das pessoas de lidar com estes riscos e de se adaptar às novas circunstâncias.

Os estudos acerca da vulnerabilidade fornecem dados empíricos para elaboração de políticas de redução e gerenciamento de riscos por meio do desenvolvimento de métodos que geram dados de análise e mensuração da vulnerabilidade social aos riscos ambientais e eventos extremos. Nisto reside a importância e a inseparabilidade das dimensões social e ambiental da vulnerabilidade ou, em outras palavras, da vulnerabilidade social e da suscetibilidade ambiental.

De igual importância para os estudos de vulnerabilidade são as interações entre os sistemas sociais e as estruturas artificiais ou equipamentos urbanos, como barragens, diques, redes de drenagem e pavimentação por exemplo. O conhecimento geoespacial dos locais também é de fundamental importância pois, os desastres são locais e as respostas imediatas também são. Por isso o mesmo acontecimento pode produzir impactos diferentes em locais com dinâmicas sociais e ambientais diferentes.

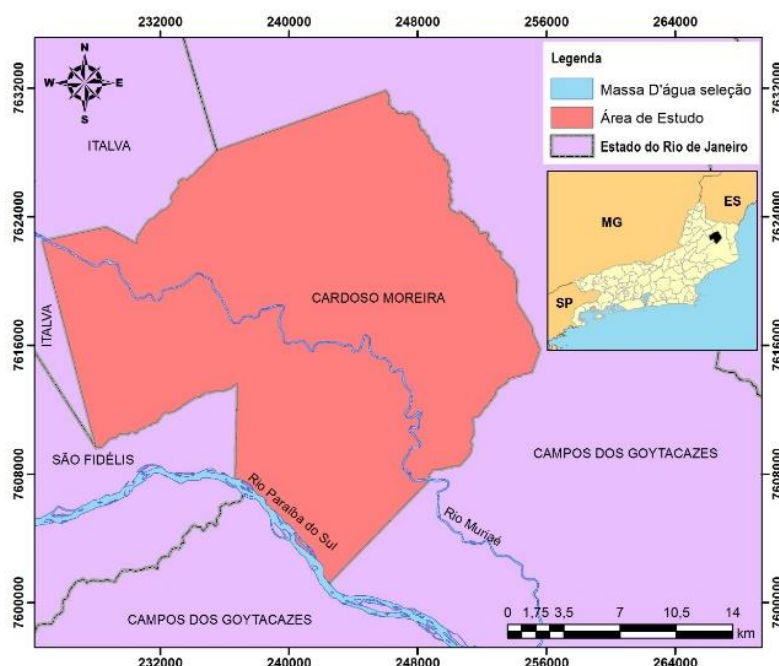
Cutter (2011) aponta que as condições naturais ou ambientais que ajudam a compreender a exposição ao risco têm, por base, informações provenientes das ciências naturais. No âmbito das geociências aplicadas, a aceção do termo suscetibilidade (*susceptibility*, em língua inglesa) pode ser sintetizada como a predisposição ou propensão dos terrenos ao desenvolvimento de um fenômeno ou processo do meio físico (FELL et al., 2008; JULIÃO et al., 2009; SOBREIRA e SOUZA, 2012; DINIZ, 2012; COUTINHO, 2013; BRESSANI e COSTA, 2013; MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2013 *apud* Bittar et al 2015).

Para obter a suscetibilidade de uma área é necessário cartografar a exposição ao risco. As áreas, naturalmente propensas à inundação, são delineadas com a utilização dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) com a aplicação de um modelo que possibilite a análise e a delimitação das áreas suscetíveis em qualquer escala. A suscetibilidade é representada por linhas ou polígonos no mapa da área de estudo. Para efeito de comparação, as áreas suscetíveis podem ser agrupadas em unidades políticas ou administrativas (CUTTER, 2011).

## 2 Descrição da área de estudo

Cardoso Moreira situa-se no Estado do Rio de Janeiro, na Região Norte Fluminense, no baixo curso do rio Muriaé, um dos principais afluentes do Rio Paraíba do Sul. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o município possui um território de aproximadamente 524.631 Km<sup>2</sup> e 12.600 habitantes segundo o Censo de 2010 (**FIGURA 1**).

No que diz respeito à geomorfologia da região, a área pode ser dividida em dois domínios morfoestruturais: O **Cinturão Orogênico do Atlântico**, que é formado por rochas datadas do Meso/Neoproterozóico e do Neoproterozóico/Cambriano, que sofreram metamorfismo ao longo do Ciclo Brasileiro, onde esculpem-se colinas baixas, morros e morrotes nas porções mais dissecadas. Nas porções mais elevadas, situam-se as Serras Alinhadas Isoladas, que coincidem com as áreas de extração de mármore e calcário (AMORIM, REIS e FERREIRA *et al*, 2017). Também são encontrados Depósitos Sedimentares Quaternários, relacionados à deposição do Rio Muriaé e do Rio Paraíba do Sul (AMORIM, REIS e FERREIRA, 2017), cuja planície deposicional atinge cota altimétrica inferior a 40m, o que faz com que esta seja uma localidade preferencial de inundação (PRADO *et al.*, 2005).



**Figura 1:** Localização e divisão territorial do município de Cardoso Moreira – RJ

### 2.1 Histórico de inundações em Cardoso Moreira.

O município de Cardoso Moreira já sofreu com diversos episódios de inundação considerando os dados do Sistema Integrado de Desastres - S2ID da Defesa Civil. Em 2002 houve um evento

em que foram atingidas 60 residências com um total de 300 pessoas desalojadas devido a este episódio de inundação.

Em 2005 (04/03/2005) o aumento gradual do nível do Rio Muriaé e seus afluentes, que afetou um total de 8751 pessoas sendo destas, 1336 desalojadas, 324 desabrigadas, 15 deslocadas, 106 levemente feridas, 2 gravemente feridas e 293 enfermas. Este episódio também acarretou danos a infraestrutura pública com cerca de R\$ 5.079.673,00 em prejuízos. O setor agrícola também foi atingido com perda de 42 t em produtos relacionados a horticultura e aos grãos, cereais e leguminosas que somaram um prejuízo de R\$ 30.000,00.

No ano de 2007 (04/01/2007), outro episódio de elevação do nível do rio Muriaé atingiram diversos pontos da zona rural e urbana de Cardoso Moreira com um total de 5000 pessoas afetadas e prejuízos no setor agrícola e na infraestrutura urbana. Em 2008 o houve outra cheia do rio Muriaé que chegou a alcançar uma cota pluviométrica de 3,80 m acima da cota de transbordo. Este evento afetou 7500 pessoas e deixou prejuízo no valor de R\$ 6.381.200,00 devido aos danos na infraestrutura pública.

Em 2011 (15/01/2011) outro evento de inundação em Cardoso Moreira afetou um total de 6000 pessoas e gerou um prejuízo econômico, calculados em 2011, de R\$ 1.300.000,00 em relação a danos na infraestrutura pública.

Em 2012 (03/01/2012) ocorreu a elevação do nível do Rio Muriaé proporcionando o transbordo do mesmo que ultrapassou em 1,70 m a sua cota de transbordo. Neste evento, 5975 pessoas no total foram atingidas pela inundação destas, 4007 ficaram desalojadas, 1935 desabrigadas e outras 33 foram levemente feridas, quanto a danos na infraestrutura pública o prejuízo ficou estabelecido, no ano de 2012, em R\$ 2.596.000,00.

### **3 O indicador de vulnerabilidade socioambiental (IVSA)**

O índice de vulnerabilidade socioambiental (IVSA) foi desenhado para expressar a natureza multidimensional da vulnerabilidade social combinada com a suscetibilidade natural para a inundação.

Foram selecionadas, entre os dados disponíveis no universo do Censo 2010, variáveis que de maneira direta ou indireta relacionam-se com a vulnerabilidade social às inundações. A escolha

dessas variáveis foi pautada em trabalhos publicados sobre vulnerabilidade e desastres naturais, como os de Cutter (2003).

Desse modo, o IVSA é constituído de três dimensões, sete componentes. As dimensões são: a) Suscetibilidade Ambiental; b) Resiliência; e c) Infraestrutura. A figura 2 mostra a estrutura básica do IVSA. Adiante, será apresentado o detalhamento de cada dimensão e suas variáveis.

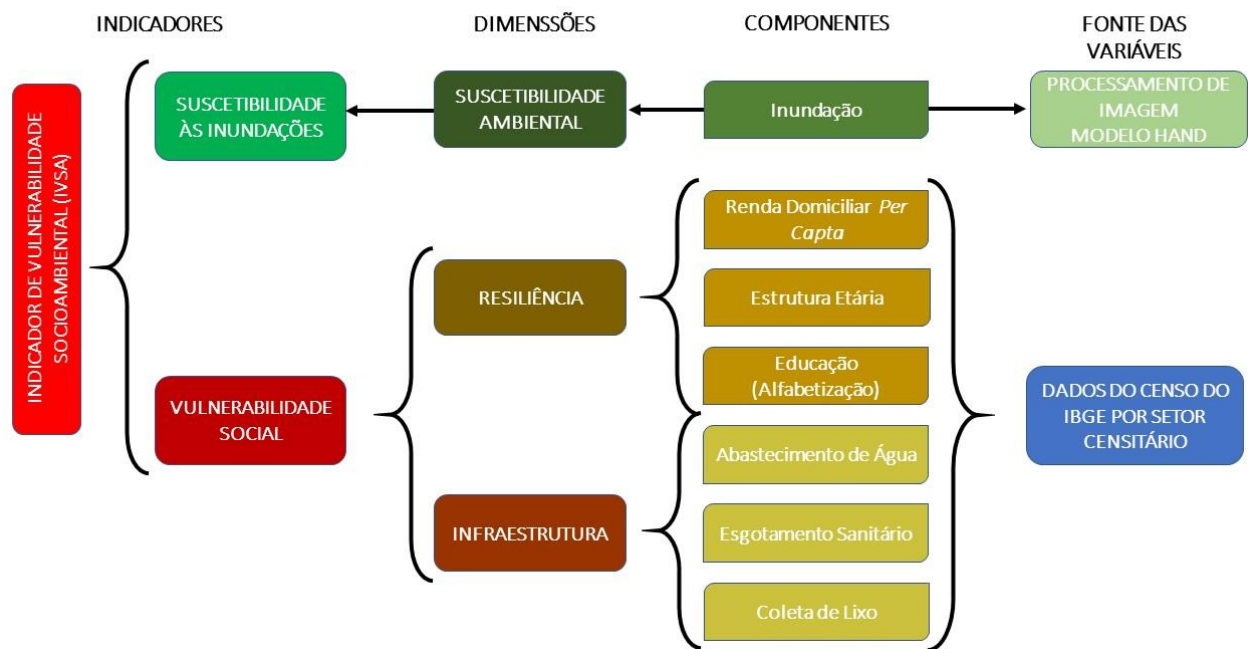


Figura. 2 - Fluxograma do indicador de vulnerabilidade socioambiental

### 3.1 Suscetibilidade ambiental

Referente a espacialização dos graus de suscetibilidade a inundações, definida a partir da aplicação do modelo HAND (Height Above Nearest Drainage – Altura Acima da Drenagem mais próxima) (Rennó *et al.* 2008).

O HAND mede a diferença altimétrica entre qualquer ponto da grade do Modelo Digital de Elevação - MDE e o ponto de escoamento na drenagem mais próxima. O resultado representa a normalização do MDE em relação à drenagem e indica a área onde uma cheia pode se desenvolver (PIRES e BORMA, 2013).

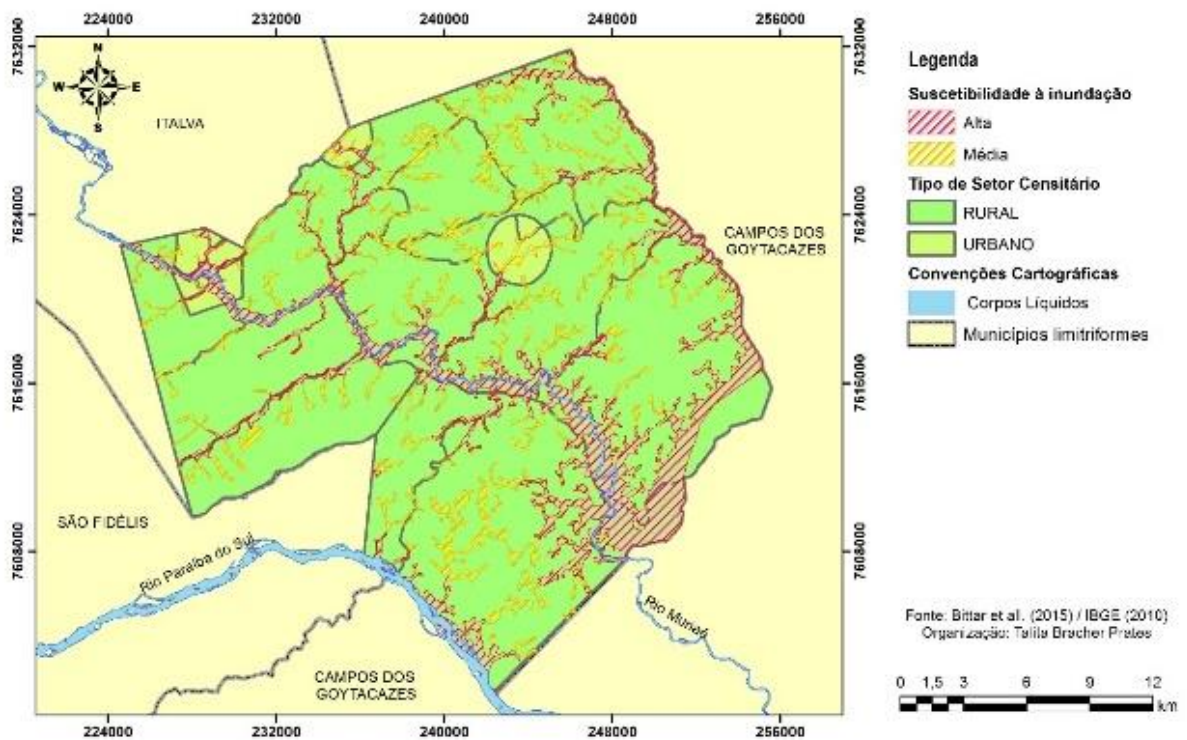
O Serviço geológico do Brasil (CPRM), em atenção a diretrizes da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC) estabelecida pela Lei Federal 12.608/2012, disponibiliza



cartas cartográficas de suscetibilidade à inundação para grande parte do território brasileiro. Estas cartas podem ser utilizadas para a obtenção do indicador de suscetibilidade à inundação.

A suscetibilidade é uma variável categórica obtida pela média ponderada da porcentagem da área de cada classe de suscetibilidade, obtida pelo cálculo do HAND, em cada setor censitário por meio da sobreposição espacial das cartografias de suscetibilidade à malha digital dos setores censitários do Censo 2010 do IBGE.

A figura 3 mostra a sobreposição da cartografia de suscetibilidade à inundação do município de Cardoso Moreira à malha digital dos setores censitários do IBGE (2010). A figura 4 mostra o indicador de suscetibilidade calculado por meio da média ponderada das áreas suscetíveis, como explicitado acima.



**Figura 3:** Sobreposição espacial das cartografias suscetibilidade ambiental

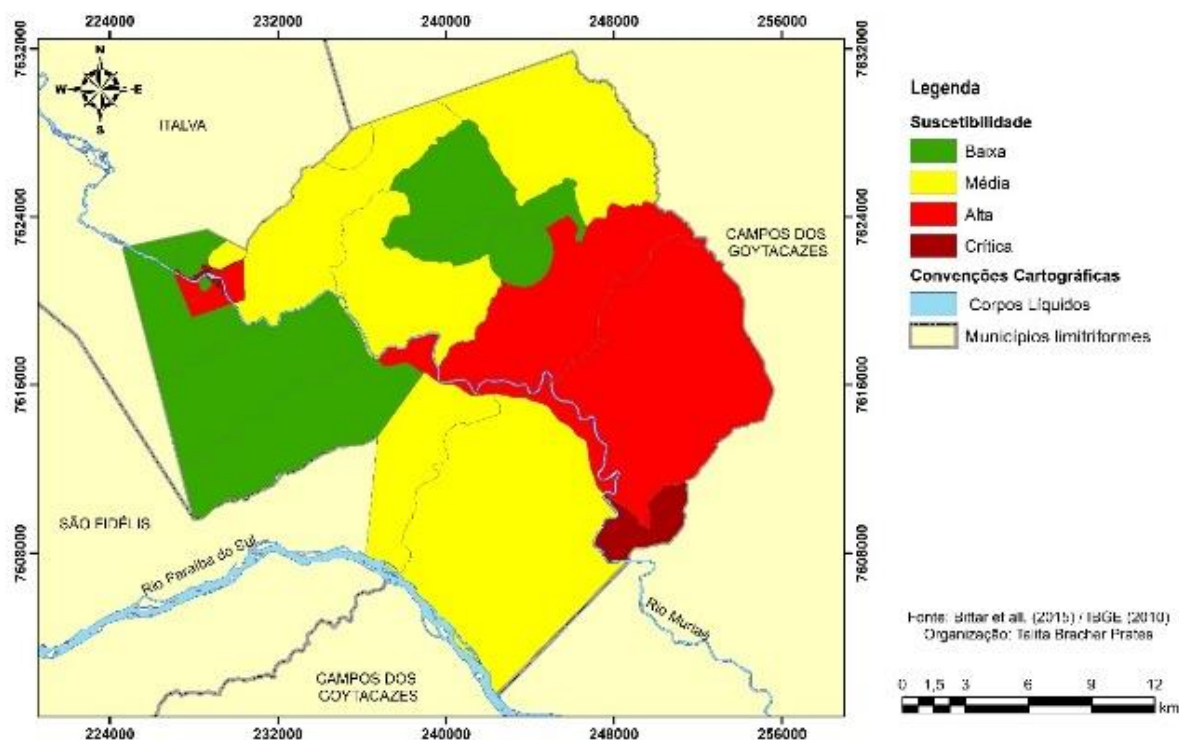


Figura 4: Suscetibilidade à Inundação no município de Cardoso Moreira (RJ)

### 3.2 Vulnerabilidade Social

Para a construção do indicador de vulnerabilidade social foram coletados dados secundários obtidos no Censo 2010 associados que influenciam o nível de resiliência e o acesso a infraestruturas de saneamento e serviços urbanos de uma comunidade. Ambas dimensões estruturais do indicador.

Desta forma, compreende-se a natureza multidimensional da vulnerabilidade social. Por exemplo, a renda ou o acesso ao esgotamento sanitário por si só não indicam necessariamente uma comunidade vulnerável, mas quando combinadas a outros componentes como: estrutura etária, educações e coleta de lixo apresentam melhor o grau de sensibilidade ao risco ou, em outras palavras, o grau de vulnerabilidade social da comunidade em estudo.

É possível admitir que cada dimensão (Resiliência e Infraestrutura) também se comporta como indicador, uma vez que, podem ser calculados e analisados separadamente.

Os limites das variáveis dos componentes de resiliência e infraestrutura foram estabelecidos por meio da comparação entre a distribuição da frequência do Brasil como um todo e os setores censitários para cada uma das variáveis, tendo por base os dados do Censo Demográfico de 2010. Importante ressaltar a distribuição de frequência das variáveis para o Brasil é a referência

para categorizar as variáveis em cada um dos setores. Ou seja, o pressuposto, nesse caso, é que ser estar em melhores ou piores condições que a média brasileira indica a categoria de vulnerabilidade social em que se encontra o setor censitário em análise. Dessa forma, não está sendo atribuído a representação de uma condição ideal de vulnerabilidade, mas sim, o fato de que o setor censitário se encontra em uma situação melhor, igual ou pior que a média brasileira.

A escolha por estabelecer os limites das variáveis comparando com as médias do Brasil deve-se a intenção de que o indicador proposto possa ser utilizado em todo o território nacional.

### 3.2.1 Resiliência

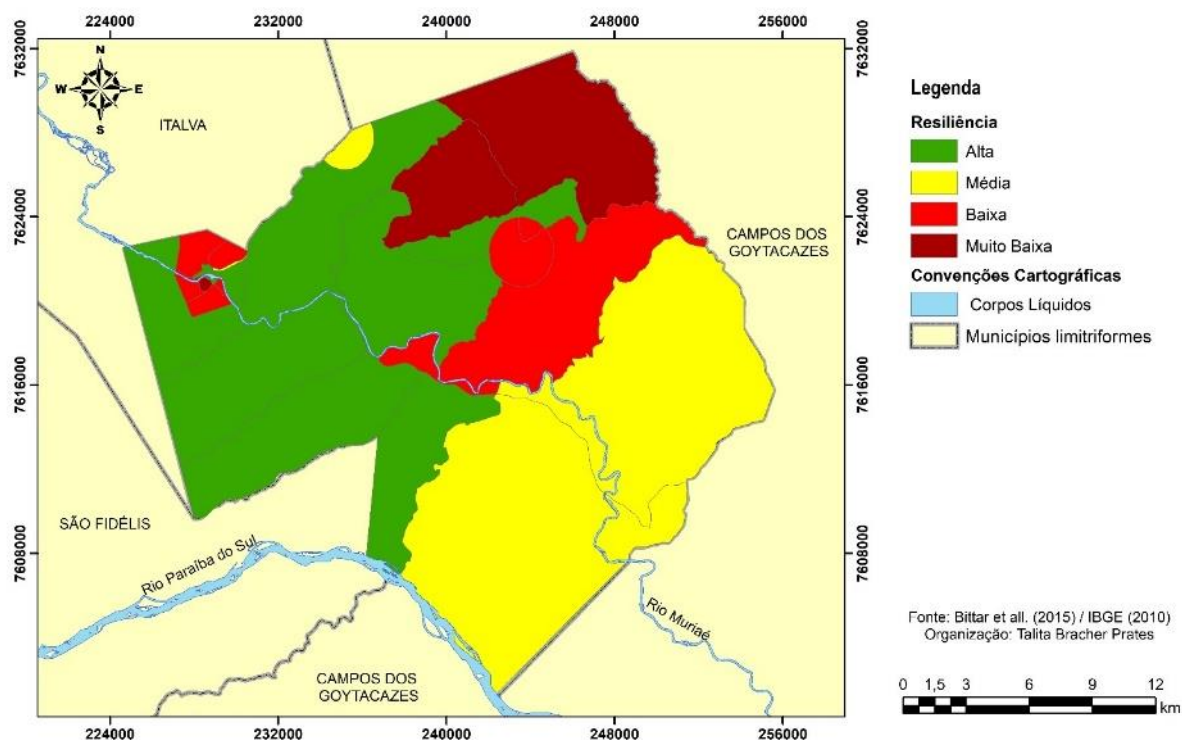
A dimensão que expressa a resiliência possui três componentes, conforme quadro 1. Cada componente possui peso 1 e a dimensão possui peso 3. Importante ressaltar que as variáveis do componente “renda” foram consideradas de maneira distinta para áreas urbanas e áreas rurais.

**Quadro 1:** Componentes e variáveis da dimensão de resiliência

<b>Dimensão: Resiliência</b>	
<b>Componentes</b>	<b>Variáveis</b>
Renda	<b>Indigente</b> – Proporção de domicílios com renda <i>per capita</i> de até $\frac{1}{8}$ do salário mínimo*
	<b>Pobre</b> – Proporção de domicílios com a renda <i>per capita</i> de $\frac{1}{8}$ a $\frac{1}{4}$ do salário mínimo* para áreas rurais; e de $\frac{1}{8}$ a $\frac{1}{2}$ salário mínimo* para áreas urbanas
	<b>Não pobre</b> – Proporção de domicílios com renda <i>per capita</i> acima de $\frac{1}{4}$ de salário mínimo* para áreas rurais e $\frac{1}{2}$ salário mínimo* para áreas urbanas
Estrutura etária	<b>Criança</b> – Proporção de pessoas de 0 a 14 anos
	<b>Jovens</b> - Proporção de pessoas entre 15 a 30 anos
	<b>Adultos</b> – Proporção de pessoas entre 31 a 60 anos
	<b>Idoso</b> – Proporção de pessoas acima de 61 anos
Alfabetização	<b>Alfabetizados</b> – Proporção de pessoas alfabetizadas
	<b>Não alfabetizados</b> – Proporção de pessoas não alfabetizadas

\*Considera-se o valor do salário mínimo de 2010

A Figura 5 demonstra a espacialização da resiliência após a análise e o cálculo de seus componentes. A resiliência apresenta-se como uma variável categórica de cinco níveis.



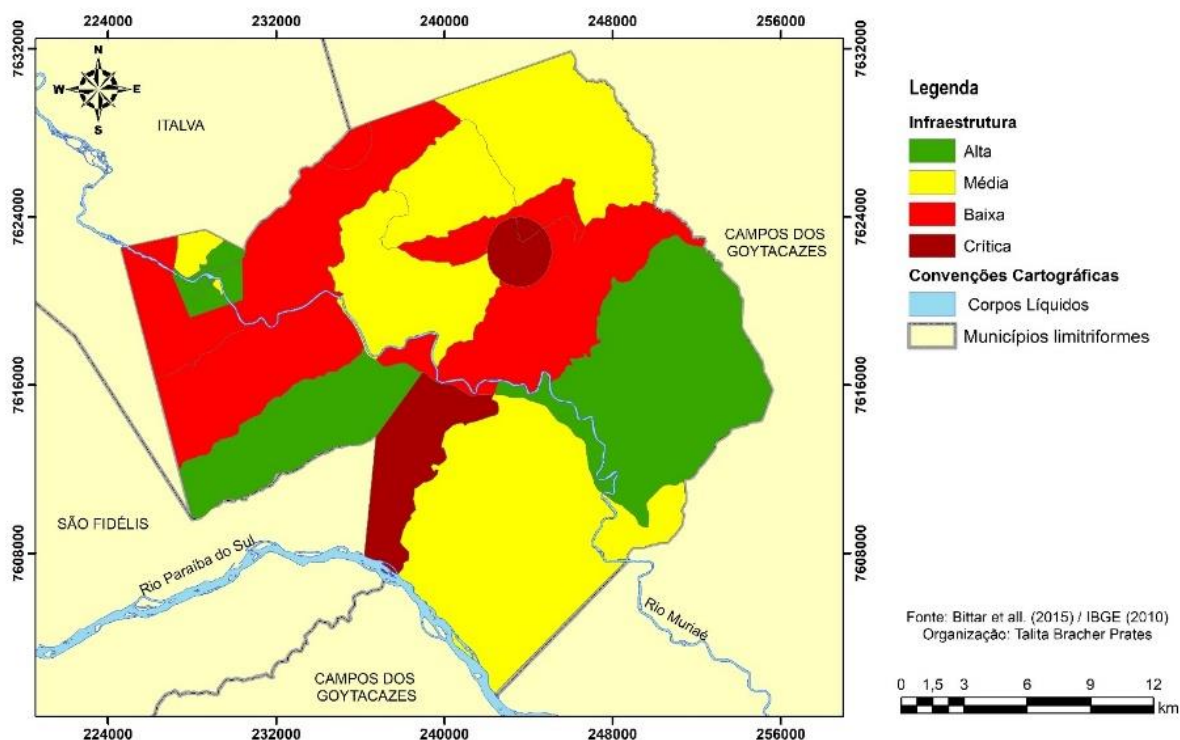
**Figura 5:** Espacialização da dimensão de resiliência

### 3.2.2 Infraestrutura

A dimensão que expressa a resiliência possui três componentes, conforme quadro 1. Cada componente possui peso 1 e a dimensão possui peso 3. Resultando, após cálculo em uma análise categórica de cinco níveis (**QUADRO 2; FIGURA 6**)

**Quadro 2:** Componentes e variáveis da dimensão de infraestrutura

<b>Dimensão: Infraestrutura</b>	
<b>Componentes</b>	<b>Variáveis</b>
Abastecimento de água	<b>Rede Geral</b> – Proporção de domicílios com abastecimento de água por rede geral
	<b>Poço ou Nascente</b> – Proporção de domicílios com abastecimento de água por poço ou nascente
	<b>Outros</b> – Proporção de domicílios com abastecimento de água por outros métodos
Esgotamento sanitário	Rede Geral ou Pluvial
	Fossa Séptica
	Outros
Coleta de lixo	Coleta regular
	Sem Coleta regular

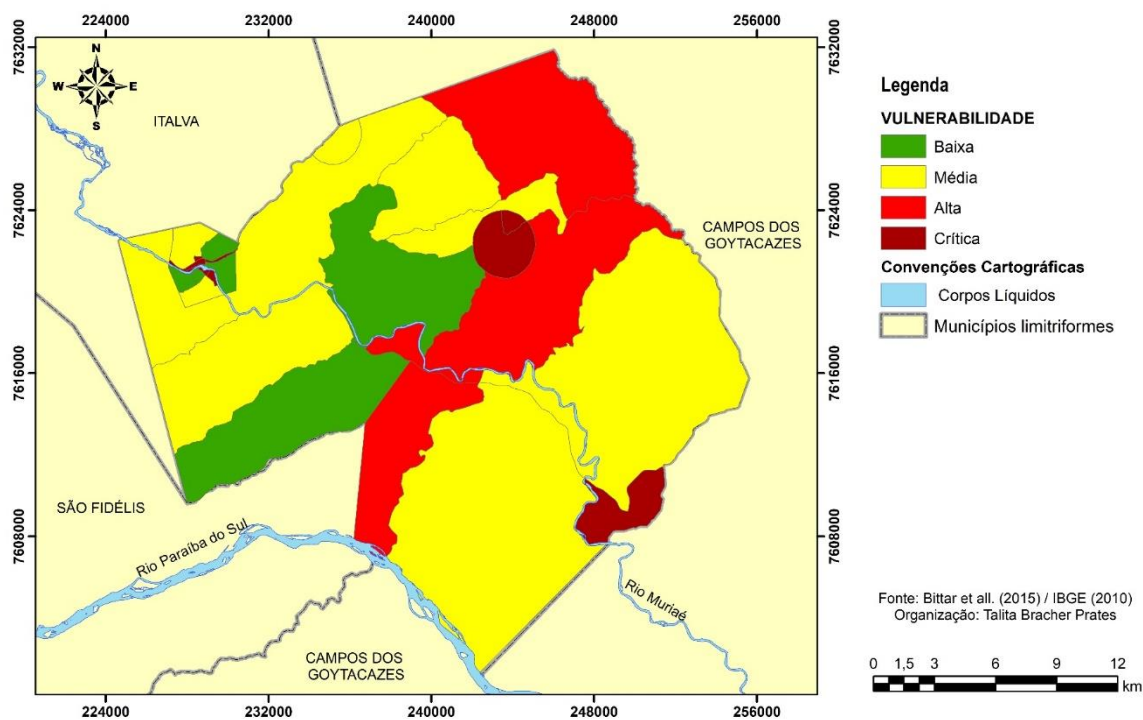


**Figura 6:** Distribuição das categorias de infraestrutura à malha de setores censitários

### 3.3 Vulnerabilidade socioambiental

A expressão geográfica da vulnerabilidade socioambiental para a inundação considera todas as dimensões do indicador proposto. A soma dos pesos atribuídos a cada dimensão, resulta em uma variável quantitativa contínua e, por meio da quebra normal de seus valores obtém-se quatro categorias de vulnerabilidade (**FIGURA 7**).

O cruzamento entre a suscetibilidade à inundação e a vulnerabilidade social permite identificar os principais fatores que determinam a vulnerabilidade socioambiental e resultam no mapeamento das áreas prioritárias para a implantação de programas de gerenciamento de risco e a implantação de ações preventivas para minimização de impactos negativos das inundações.



**Figura 7:** Resultado do índice de vulnerabilidade

### 3. Considerações Finais

A construção de indicadores socioambientais, por meio de metodologias de geoprocessamento e análise espacial, possibilita identificar as áreas do município que necessitam de atenção e de gestão específica. Com isso, o presente trabalho traz uma importante contribuição metodológica às discussões já existentes no que tange a análise de vulnerabilidade socioambiental em escala intraurbana, ao realizar a integração de fontes censitárias de dados sociodemográficos com cartografias ambientais. Cabe ressaltar que esta metodologia poderá ser replicada para outras áreas urbanas e metropolitanas do Brasil, uma vez que utilizam a malha digital de setores censitários do Censo 2010.

### 4. Agradecimentos

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo financiamento da pesquisa (Processo nº. 2016/00007) e a Fundação de Desenvolvimento da UNICAMP (FUNCAMP) pela bolsa de mestrado.

## 5. Referências bibliográficas

ALMEIDA, L. Q. **Vulnerabilidades socioambientais de rios urbanos: bacia hidrográfica do rio Maranguapinho. Região metropolitana de Fortaleza, Ceará.** 2010. 278 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2010.

ALVES, H. P. F. Análise da Vulnerabilidade Socioambiental em Cubatão-SP por meio da integração de dados socioeconômicos e ambientais em escala intraurbana. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v.30, n.22, p. 349-366, jul/dez 2013.

ALVES, H. P. F.; TORRES, H. G. Vulnerabilidade socioambiental na cidade de São Paulo: uma análise de famílias e domicílios em situação de pobreza e risco ambiental. **São Paulo em Perspectiva**, v.20, n.1, p. 44-60, 2006.

ALVES, H. P. D. F.; OJIMA, R. Vulnerabilidade às mudanças climáticas nas áreas urbanas do estado de São Paulo: Mudança no regime de chuvas e características socioeconômicas e demográficas da população. **Agriculture**, p. 19, 2008.

AMORIM, R. R.; REIS, C. H.; FERREIRA, C. Mapeamento dos geossistemas e dos sistemas antrópicos como subsídio ao estudo de áreas com risco a inundações no baixo curso da Bacia Hidrográfica do Rio Muriaé (Rio de Janeiro – Brasil). **Territorium**. n. 24, p. 89-114. 2017.

BITTAR, O. Y. (coord.) **Cartas de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações : 1:25.000: nota técnica explicativa.** São Paulo : IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo ; Brasília, DF : CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2014.

BOTELHO, R. G. M. Bacias Hidrográficas Urbanas. In: GUERRA, A. J. T. Geomorfologia Urbana. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. 71.

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

CUTTER, S.L. (Ed.). **Environmental risks and hazards.** London: Prentice-Hall, 1994.

FREITAS, M. I. C.; CUNHA, L. Modelagem de Dados Socioambientais Vvisando 78 Estudos de Vulnerabilidade : O Caso de 17 Concelhos do Centro de Portugal. **Geonorte**, v. 1, p. 816-829, 2012.

MARANDOLA, E; HOGAN, D. J. Vulnerabilidades e Riscos: Entre a Geografia e a Demografia. **Revista Brasileira de Estatística e População**, São Paulo. v. 22, n. 1, p.29-53,jan/jun 2005.

MOSER, C. The asset vulnerability framework: Reassessing Urban Poverty Reduction Strategies. **World Development**, v.26, n.1, p.1-19,1998.

UN-ISDR – United Nations International Strategy for Disaster Reduction – Living with Risk. A Global Review of Disaster Reduction Initiatives. United Nations. Geneva, Suíça. 2002. Disponível em [http://www.unisdr.org/eng/about\\_isdr/bd-lwr-2004-eng.htm](http://www.unisdr.org/eng/about_isdr/bd-lwr-2004-eng.htm)

PIRES, E. G; BORBA, L. S. Utilização do modelo HAND para o mapeamento de bacias hidrografias em ambiente de Cerrado. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, XVI Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR. Foz do Iguaçu: IMPE, 2013. 5568 e 5575.

PRADO, R.B. *et al.* **Diagnóstico do meio físico da bacia hidrográfica do Rio Muriaé.** Rio de Janeiro: Embrapa, 2005.

REIS, C. H.; AMORIM, R. R.; FERREIRA, C. Caracterização do uso e ocupação das terras de áreas com risco à inundação em Cardoso Moreira e Italva, Rio de Janeiro. **Caminhos de Geografia**, v. 16, n. 55, 2015, 1-17p.

RENNÓ, C. D. *et al.* HAND, a new terrain descriptor using SRTM-DEM; Mapping terra-firme rainforest environments in Amazonia. **Remote Sensing of Environment**, v. 112, p. 3469-3481, 2008.

TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. D. **Desastres Naturais: conhecer para prevenir**. 2. ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2012.