

Trabalho de Conclusão de Curso

Curso de Graduação em Geografia

Sistema de Informação Geográfica no mapeamento de vulnerabilidade e risco a
deslizamentos e inundações em Ubatuba SP

Rodrigo Buchianeri Numa de Oliveira

Profa. Dra. Maria Isabel Castreghini de Freitas (orientadora)

Rio Claro (SP)

2016

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Câmpus de Rio Claro

Rodrigo Buchianeri Numa de Oliveira

Sistema de Informação Geográfica no mapeamento de
vulnerabilidade e risco a deslizamentos e inundações em
Ubatuba SP

Trabalho de Graduação apresentado ao
Instituto de Geociências e Ciências Exatas -
Câmpus de Rio Claro, da Universidade
Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, para
obtenção do grau de Bacharel em Geografia.

Rio Claro - SP
2016

333.709 Oliveira, Rodrigo Buchianeri Numa de
O48s Sistema de informação geográfica no mapeamento de
vulnerabilidade e risco a deslizamentos e inundações em
Ubatuba SP / Rodrigo Buchianeri Numa de Oliveira. - Rio
Claro, 2016

80 f. : il., figs., gráfs., tabs., quadros, fots., mapas

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Geografia)
- Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e
Ciências Exatas

Orientador: Maria Isabel Castreghini de Freitas

1. Geografia ambiental. 2. Vulnerabilidade socioambiental.
3. Defesa civil. I. Título.

RODRIGO BUCHIANERI NUMA DE OLIVEIRA

Sistema de Informação Geográfica no mapeamento de
vulnerabilidade e risco a deslizamentos e inundações em
Ubatuba SP

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas -
Câmpus de Rio Claro, da Universidade
Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, para
obtenção do grau de Bacharel em Geografia.

Comissão Examinadora

_____ (orientadora)

Rio Claro, ____ de _____ de _____.

Assinatura do aluno

assinatura da orientadora

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a meus pais, Vivi e Bepo, por tudo que fizeram ao longo de minha vida para que esse momento pudesse chegar.

À minha orientadora Maria Isabel, que me acompanhou ao longo de três anos de experiências e aprendizados que culminaram neste trabalho.

Ao Centro de Análise e Planejamento Ambiental pelos anos de aprendizado e parceria, em especial para minhas amigas Fran, Katia e Lu, pelas quais fui salvo em diversas ocasiões.

À Defesa Civil de Ubatuba, em especial ao Ballio e à Vera, que foram extremamente prestativos ao ceder os dados usados para esta pesquisa.

À minha família de Carço Bruce, Poeta, Psico, Azeitona, Beig, Colchão, Frida, Tieta, Jorge, Lisa, Bituca, Silvio e Julio, pelas tantas AVENTURAS que marcaram as paredes daquela casa e da memória.

E por último, mas não menos importante, FORA TEMER!

*tenho sangrado demais, tenho chorado pra cachorro
ano passado eu morri mas esse ano eu não morro*

Belchior

RESUMO

Zonas costeiras são mais suscetíveis à ocorrência de eventos climáticos extremos, que podem levar a grandes danos materiais, sociais e ambientais. Fatores como a ocupação de áreas de risco, condições sociais da população, nível de preparação dos órgãos públicos para o enfrentamento de eventos perigosos e desastres, e nível de percepção de risco da população podem ampliar os efeitos de eventos climáticos. Neste contexto, é fundamental buscar maneiras de analisar estes fatores em conjunto e identificar situações de risco. Este trabalho tem o intuito de contribuir com os estudos de vulnerabilidade a eventos relacionados a deslizamentos de terra e inundações na cidade de Ubatuba SP, por meio do mapeamento das ocorrências registradas pela Defesa Civil do município, análise de Vulnerabilidade Socioambiental com base em informações censitárias, e subsequente mapeamento de risco a deslizamentos de terra e inundações. O procedimento metodológico envolveu etapas de levantamentos de dados cartográficos, censitários, e de trabalho de campo, que foram organizados e processados utilizando o *software* estatístico IBM SPSS 20 que permitiu a seleção dos principais componentes relativos à capacidade de suporte e criticidade. Tais componentes foram exportados para o Sistema de Informações Geográficas (SIG) ESRI ArcGIS 10.2, no qual foi realizada a análise da vulnerabilidade socioambiental e análise multicritério. Como resultados, foram apresentados os mapas de Ocorrências da Defesa Civil, Vulnerabilidade Socioambiental, e de Risco a Deslizamentos e Inundações, elaborados a partir da integração destes produtos a informações de declividade, drenagem e uso do solo urbano.

Palavras-chaves: Ubatuba. Risco. Sistema de Informação Geográfica.

ABSTRACT

Coastal areas are more susceptible to the occurrence of extreme weather events, which can lead to major social and environmental damages. Factors such as the occupation of risk areas, social conditions of the population, public agencies level of preparedness for dealing with dangerous events and disasters, and population risk perception level can magnify the effects of extreme weather events. In this context, it is essential to seek ways to analyze these factors together and identify risk situations. This work aims to contribute to the vulnerability studies related to landslides and floods in the city of Ubatuba SP, through the mapping of incidents recorded by the Civil Defense in the municipality, environmental vulnerability analysis based on census information, and subsequent risk mapping to landslides and floods. The methodological procedure involved the gathering of census data, which were organized and processed using the statistical software SPSS 20 that allowed the selection of the main components on the carrying capacity and criticality. Such components have been exported to the Geographic Information System (GIS) ESRI ArcGIS 10.2, which was carried out the analysis of environmental vulnerability and multi-criteria analysis. As a result, the Events maps of Civil Defense were presented, Environmental Vulnerability and Risk to Landslides and floods, drawn from the integration of these products slope information, drainage and urban land use. Palavras-chaves: Ubatuba. Risco. Sistema de Informação Geográfica.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS.....	14
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	16
4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	22
4.1 Aspectos Socioeconômicos.....	23
4.2 Características Físicas e Climáticas.....	23
4.3 A Defesa Civil.....	27
5. METODOLOGIA.....	30
5.1 Indicadores da Vulnerabilidade Socioambiental.....	30
5.1.1 Variáveis de Criticidade para o município de Ubatuba, 2010.....	32
5.1.2 Criticidade – Análise fatorial.....	34
5.1.3 Variáveis de Capacidade de Suporte do município de Ubatuba, 2010.....	36
5.1.4 Capacidade de Suporte – Análise Fatorial.....	39
5.1.5 Classificação dos fatores de Criticidade e Capacidade de Suporte.....	42
5.2 Mapeamento dos aspectos ambientais.....	43
5.2.1 Mapeamento de declividade.....	43
5.2.2 Mapeamento hipsométrico.....	44
5.2.3 Hidrografia.....	45
5.2.4 Mapeamento de vegetação e uso da terra.....	45
5.2.5 Mapeamento da mancha urbana.....	45
5.2.6 Aquisição e mapeamento das ocorrências da Defesa Civil de Ubatuba.....	45
5.2.7 Mapas de Risco de Deslizamentos e Inundações.....	46
6. RESULTADOS.....	50
6.1 Mapa de Declividade.....	50
6.2 Mapa Hipsométrico e Drenagem.....	52

6.3 Mapa de Uso do Solo.....	54
6.4 Mapa da Mancha Urbana.....	56
6.5 Análise da Criticidade.....	58
6.6 Análise da Capacidade de Suporte.....	61
6.7 Análise da Vulnerabilidade Socioambiental.....	64
6.8 Mapas das Ocorrências da Defesa Civil.....	68
6.9 Mapas de Risco.....	71
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	76
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	78

1. INTRODUÇÃO

A ocorrência de eventos climáticos extremos pode levar a grandes danos materiais, sociais e ambientais. Esses danos podem ser de diferentes escalas, e são amplificados ou minimizados conforme o grau de resiliência da população afetada. Dentre alguns fatores que podem ampliar os efeitos de eventos climáticos, podemos citar ocupação de áreas de risco, condições sociais da população, nível de preparação dos órgãos públicos para o enfrentamento de eventos perigosos e desastres, e nível de percepção de risco da população.

No contexto de mudanças climáticas, é fundamental buscar maneiras de analisar estes fatores em conjunto e identificar situações de vulnerabilidade socioambiental, principalmente em zonas costeiras no Brasil, onde residem cerca de 43 milhões de habitantes segundo dados estatísticos da Contagem 2007 (IBGE, 2010). Nestas áreas, mudanças climáticas globais trazem efeitos como o aumento do nível médio dos oceanos e a maior frequência e intensidade de eventos climáticos extremos, podendo causar enchentes, inundações, alagamentos e deslizamentos (MELLO et al, 2010a).

No entanto, políticas de redução de risco ainda são um desafio para o Brasil. Apenas em 2012 foi aprovada a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (LEI Nº 12.608/2012), definindo algumas medidas a serem adotadas pela União, Estados e Municípios para reduzir os riscos e efeitos de desastres. De acordo com o IBGE (2012), apenas 6,2% das cidades brasileiras investem em algum tipo de política de prevenção e redução de desastres, 1% possui algum tipo de mapeamento de risco e apenas 10% registraram gastos com Defesa Civil. Os números se tornam mais alarmantes ao se constatar que, segundo mapeamentos do IBGE (2011), existem no Brasil cerca de cinco milhões de pessoas morando em 800 áreas de risco – cerca 500 relativas a riscos de deslizamentos e 300 relativas às áreas sujeitas a inundações.

Neste contexto, pesquisas envolvendo propostas metodológicas e mapeamentos de áreas de risco e vulnerabilidade socioambiental vêm ganhando expressão, tanto no âmbito acadêmico quanto no governamental. De acordo com

Cutter (1996), uma análise histórica de vulnerabilidade é uma importante ferramenta para fortalecer a resiliência temporal de uma comunidade, por meio de estratégias de educação que envolva preservar, arquivar e disseminar informações a respeito de desastres ocorridos no passado. Desta maneira, a população seria informada sobre o histórico da região, onde estão as áreas de risco, e que eventos climáticos ocorreram para desencadear eventuais desastres. Estudos na área da antropologia sugerem que a temporalidade, quando vista sob a perspectiva etnográfica, com o intuito de identificar a construção e percepção de passado, presente e futuro de uma comunidade, podem revelar vulnerabilidades inerentemente ligadas à gestão de riscos, como alertas prévios, evacuação e mitigação de desastres (CUTTER, 1996).

Portanto, é fundamental que se alie um resgate histórico detalhado a mapeamentos de áreas de risco, adicionando o fator temporalidade à pesquisa e enriquecendo as análises e os resultados. No entanto, no Brasil, as pesquisas baseadas em eventos históricos ainda carecem de uma base de dados sistematizada de desastres naturais, que permita comparar dados de municípios e estados e identificar padrões e tendências (SAITO *et al.*, 2009). Existe ainda uma grande dificuldade em se encontrar uma base de dados detalhando ocorrências de menor escala nos municípios, pois muitas vezes não acarretam em óbitos ou grandes prejuízos para a população. No entanto, o mapeamento de ocorrências menores é fundamental para que se identifiquem áreas suscetíveis a esses eventos, e podem ser usadas para nortear mapeamentos de risco.

Outros fatores importantes para identificação de áreas de risco são o mapeamento de declividade, drenagem, uso do solo, e a análise do perfil socioeconômico e de infraestrutura da população, obtido através de análises de vulnerabilidade social.

Este trabalho tem o intuito de contribuir com os estudos de vulnerabilidade a deslizamentos de terra e inundações na cidade de Ubatuba SP, integrando registros de ocorrências da Defesa Civil, mapeamento de Vulnerabilidade Socioambiental, uso do solo, e aspectos físicos da região, buscando identificar as principais áreas de risco do município.

Este estudo foi desenvolvido nas áreas de Cartografia e Sistemas de Informação Geográfica, com ênfase na linha de pesquisa do Laboratório de Análise Espacial Aplicada às Políticas Públicas do Centro de Análise e Planejamento Ambiental (CEAPLA), UNESP - Campus de Rio Claro.

2. JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS

A cidade de Ubatuba, localizada no litoral norte do estado de São Paulo, é uma das muitas cidades brasileiras sem um planejamento oficial para o enfrentamento e mapeamento de situações de risco. Cardoso (2013) destaca como a geografia local influenciou a urbanização da cidade, que possui uma estreita planície costeira devido à proximidade com a Serra do Mar. Populações situadas em planícies costeiras são mais vulneráveis às mudanças climáticas globais, devido às suas áreas densamente urbanizadas. (MCGRANAHAN *et al.*, 2007).

O município possui 78,4% de seu território em domínio montanhoso e escarpas serranas, com declividade a partir de 25° e chegando a 60° de inclinação (MELLO *et al.*, 2010a). Por conta disso, é a cidade do litoral norte com mais setores e famílias em área de risco. De acordo com estudos do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT, 2010), o município possui 54 áreas de risco a escorregamentos e inundação, totalizando 5.126 domicílios.

Diversos fatores contribuem para uma conjuntura crítica em relação à redução e prevenção de desastres. De acordo com Castro e Bruna (2002), o Plano Diretor do município data de 1984, e, devido às mudanças socioeconômicas e ambientais ocorridas no município desde então, não reflete as atuais necessidades referentes a uma ocupação adequada da região. A fiscalização do uso do solo urbano se torna ainda mais problemática pelo conflito de poderes entre órgãos públicos. Entre os órgãos federais e estaduais, atuam no município o Departamento Estadual de Proteção de Recursos Naturais (DEPRN), o Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Artístico, Arqueológico e Turístico do Estado de São Paulo (CONDEPHAAT), o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e o Instituto Florestal (IF), além da Prefeitura Municipal de Ubatuba (CARSOSO, 2013).

Mesmo com esta quantidade de órgãos atuantes no município, são poucos os registros oficiais de desastres naturais na área. O “Atlas Brasileiro de Desastres Naturais” registra em Ubatuba apenas quatro ocorrências entre os anos de 1991 e 2010, todas elas referentes às inundações. Isso porque os registros são feitos a partir da oficialização da ocorrência do desastre por meio de um Decreto Municipal

exarado pelo Prefeito. Por conta disso, muitas ocorrências menores, que não se caracterizam por situação de emergência ou calamidade pública, acabam não sendo registradas oficialmente, apesar de apresentarem danos físicos, materiais e transtornos para a população local. (SAITO et al, 2009).

Diante deste cenário, este trabalho pretende contribuir com os estudos de vulnerabilidades e riscos que vem sendo desenvolvidos na região, como por exemplo, Tavares (2004), Mello *et al.* (2010a, 2010b, 2014), Bortoletto *et al.* (2014) e Freitas *et al.* (2013), por meio do mapeamento de risco utilizando dados da Defesa Civil em conjunto com análises ambientais, demográficas e de infraestrutura do município.

Objetivos específicos:

- Elaboração de uma base de dados georreferenciada contendo registros de ocorrências da Defesa Civil relativas à deslizamentos de terra e inundações para o município de Ubatuba SP, entre janeiro de 2013 e maio de 2016.
- Elaboração de mapas temáticos distribuindo as ocorrências espacialmente.
- Adotando a metodologia utilizada por Freitas e Cunha (2012) para a análise da vulnerabilidade da região Centro de Portugal e do estado de São Paulo, Brasil, realizar o mapeamento da vulnerabilidade socioambiental de Ubatuba SP, com base no Censo 2010 (IBGE, 2011), para a coleta de informações socioeconômicas, demográficas e de infraestrutura do município.
- Mapeamento dos aspectos físicos do município visando à caracterização do relevo, declividade e drenagem, que permitirão a análise de áreas de risco aos eventos de inundação e deslizamentos.
- Aquisição de mapeamentos referentes ao uso do solo urbano do município, incluindo a evolução da mancha urbana, a partir da década de 1980.
- Integração dos mapeamentos de ocorrências, vulnerabilidade, uso do solo urbano, drenagem e declividade para realizar a análise multicritério, com a finalidade de produzir dois mapas sínteses: um referente à riscos de inundações e outro referente à riscos de deslizamentos.

3. REVISÃO DE LITERATURA

Dentre os trabalhos consultados que oferecem a base conceitual e metodológica para este trabalho, está o estudo de Carmo e Anazawa (2014), onde foram definidas as principais bases de dados existentes sobre mortalidade por desastres ocorridos no Brasil: EM-DAT (Emergency Events Database), Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM, Ministério da Saúde) e o Anuário de Desastres Naturais (Ministério da Integração Nacional). As informações foram coletadas, analisadas e sistematizadas em tabelas para que pudessem ser comparadas.

Sobre a importância de uma base de dados, ressaltam:

“A busca por dados relativos a desastres, seja em termos de suas causas, seja em termos de suas consequências, tornou-se fundamental no período recente. Os tomadores de decisão estão utilizando cada vez mais esses dados, tanto para medidas mitigadoras, quanto para o monitoramento das áreas afetadas”. (CARMO; ANAZAWA, 2014, p.3671).

Como base de dados consolidada, destacam: EM-DAT; Atlas Brasileiro de Desastres Naturais 1991 a 2010, organizado pelo Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres (CEPED), da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC; Diagnóstico do Plano Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres (PNGRD), organizado pela Fundação Getúlio Vargas (FGV); Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID).

Os autores concluem que, no caso do EM-DAT, foram identificadas inconsistências em termos de omissão, quantificação e classificação dos desastres, quando os dados foram comparados com a base de dados do Atlas Brasileiro de Desastres Naturais; O Anuário de Desastres Naturais no Brasil (2011 e 2012) foi considerado um marco na sistematização de dados e bem atualizado em relação ao SIM.

Já o trabalho de Saito *et al.* (2010) propõe uma sistematização dos desastres naturais ocorridos na região Sul do Brasil. Os dados foram coletados de 38 periódicos online dos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Foram então organizados em tabelas, separados por municípios e então classificados com diferentes níveis de intensidade: baixa, média, alta, tendo como

critério a declaração de estado de emergência da Secretaria Nacional de Defesa Civil. Os resultados são especialmente importantes por apresentarem eventos de menor intensidade que não são computados pelos órgãos públicos, mas ainda assim causam transtornos e danos à população.

Os conceitos de desastre, risco e vulnerabilidade trabalhados neste estudo tem como referencial teórico o Glossário de Defesa Civil, Estudos de Risco e Medicina dos Desastres. (CASTRO, 1999). Segundo o autor, desastre pode ser definido como:

“(...)resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um ecossistema vulnerável, causando danos humanos, materiais e ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais.” (CASTRO, 1999, p.7).

Os desastres podem ter diferentes intensidades, variando de acordo com a magnitude do evento e do grau de vulnerabilidade da população afetada. É importante fazer a distinção entre evento adverso e desastre: este não se resume a uma forte chuva, ou deslizamento de terra, mas sim às consequências deste evento para o sistema afetado (CASTRO, 1999). O autor ainda discute a importância de não caracterizarmos os desastres como eventos súbitos, mas sim como um processo construído ao longo do tempo, que envolve baixas condições socioeconômicas da população, falta de infraestrutura, edificações irregulares, falta de planejamento no processo de desenvolvimento urbano, entre outros.

O conceito de vulnerabilidade é compreendido como:

“(...) condição intrínseca ao corpo ou sistema receptor que, em interação com a magnitude do evento ou acidente, define os efeitos adversos, medidos em termos de intensidade dos danos previstos.” (CASTRO, 1999, p. 9).

Desta maneira, a vulnerabilidade varia em grau conforme a intensidade dos danos e magnitude da ameaça. Existem diversas metodologias que buscam agregar indicadores para calcular o grau de vulnerabilidade. Elas devem levar em conta quais as condições que fragilizam uma determinada população, como elas se inter-relacionam, e quais medidas devem ser tomadas para diminuir a vulnerabilidade. É necessário, também, adaptar os fatores em função dos diferentes tipos de ameaças, seja deslizamentos de terra, inundações, ventos fortes ou terremotos.

Os fatores de vulnerabilidade variam conforme a metodologia, e geralmente incluem: características físicas e ambientais, como declividade, drenagem, área desmatada, etc.; características sociais, como idade, gênero, renda, escolaridade da população; e características estruturais, como características dos domicílios, acesso à água tratada, saneamento básico, energia elétrica etc.

Já o risco é considerado, por Castro (1999), a probabilidade de que ocorram eventos adversos, causando perdas materiais e sociais. Geralmente, é expresso segundo a seguinte Fórmula (1):

$$\text{Risco} = \text{Ameaça} \times \text{Vulnerabilidade} \quad (1)$$

Desta maneira, risco é considerado uma relação entre ameaça e vulnerabilidade, conforme ilustrado na Figura 1:



Figura 1: Relação entre risco, ameaça e vulnerabilidade. Fonte: CEPED UFSC (2011)

Observando a imagem, fica aparente que, intervindo na ameaça ou na vulnerabilidade, diminui-se o risco de um determinado local. Ameaças, no entanto, raramente podem ter suas magnitudes minimizadas, uma vez que são compostas pela quantidade de chuvas, velocidade dos ventos, inclinação das encostas etc., portanto, a redução no nível de risco sempre passa pela redução da vulnerabilidade local. No contexto de desastres naturais, a ameaça não é dissociada da vulnerabilidade, pois sem uma população vulnerável não existem danos e prejuízos para a sociedade, não constituindo, portanto, em um desastre (CASTRO, 1999).

Os estudos relacionados ao mapeamento de vulnerabilidade socioambiental na região incluem Tominaga (2007), Freitas *et al.* (2014), Mello *et al.* (2010a, 2010b e 2014) e Tavares (2004). O trabalho de Freitas *et al.* (2015) consiste em uma proposta metodológica para o mapeamento da vulnerabilidade socioambiental de Santos SP. A proposta consistiu em uma análise multicritério utilizando mapeamentos de risco, declividade, vulnerabilidade e uso do solo, resultando em um único mapa de riscos para a área destacada. É uma abordagem relevante, pois o mapeamento histórico de ocorrências pode vir a ser utilizado como uma das variáveis em futuras análises utilizando esta metodologia.

O trabalho de Jannuzzi *et al.* (2009), também destaca o uso da análise multicritério no processo de elaboração de políticas públicas. Segundo a autora, é uma importante ferramenta por permitir que as decisões sejam pautadas por critérios técnicos, objetivos e transparentes. Quanto ao uso da análise multicritério, afirma que:

“Há diferentes técnicas e procedimentos quantitativos para busca da solução multicritério, apresentados e discutidos na literatura internacional (...). A escolha da técnica específica a ser empregada depende do tipo de problema em análise, do contexto em estudo, dos agentes decisores envolvidos, dos procedimentos de comparação das alternativas e do tipo de respostas a que se quer chegar (escolha, ranqueamento etc.) [MoAl06]. Cada técnica simula, de forma específica, um determinado procedimento decisório, um conjunto de passos para chegar a uma solução.” (JANNUZZI *et al.*, 2009, p.72).

Mello *et al.* (2010a) realizou o mapeamento e análise das áreas de maior dos municípios de Caraguatatuba, Ilhabela, São Sebastião e Ubatuba. Para a análise, foram utilizadas variáveis físicas (declividade, altimetria, hidrografia) e sociais (renda, escolaridade, atendimento pela rede de esgotos, rede de água e coleta de resíduos sólidos, além do Índice Paulista de Vulnerabilidade Social). Como produto, obteve-se o mapeamento de vulnerabilidade socioambiental, mostrando que de 13% a 16% dos domicílios estão em situação de alta ou muito alta vulnerabilidade socioambiental. Dentre as 4 cidades do litoral norte, Ubatuba possui a maior quantidade de áreas de risco: 54, ocupando 149 setores e cerca de 5 mil domicílios. O trabalho conclui ainda que a maior parte dos domicílios e da população na

situação de vulnerabilidade em zonas próximas ao limite da costa está nos municípios de Ubatuba e Caraguatatuba.

“(...) em Ubatuba, a região central é aquela com maior proporção de mudanças da vulnerabilidade social, com setores censitários variando de média para alta ou muita alta vulnerabilidade social no período 2000-2010. Os bairros com recorrência de riscos a escorregamentos e riscos pontuais de inundação que tiveram um aumento da vulnerabilidade social foram: Ipiranguinha, Mato Dentro, Horto, Estufa II, Sesmaria, Bela Vista e Marafunda. ” (MELLO *et al.*, 2010a).

Cardoso e Santos (2013) abordam questões como desenvolvimento sustentável, vulnerabilidade e riscos urbanos, tomando como exemplo a cidade de Ubatuba SP.

Destacam como a geografia influenciou a urbanização da cidade, devido à presença da Serra do Mar muito próxima à costa e à pequena planície costeira. Ressalta o conflito de poderes entre os órgãos públicos no controle e fiscalização de uso do solo urbano, incluindo o DEPRN, CONDEPHAAT, IBAMA, IF, e a Prefeitura Municipal.

Quanto ao Plano Diretor de Ubatuba (Lei Municipal n. 711, de 14/02/1984), destacam:

“O Plano Diretor de Ubatuba [...] não reflete as necessidades relacionadas com uma ocupação ordenada para a região. Ou seja, somente viabiliza os aspectos econômicos e desenvolvimentistas, o que deixa a temática ambiental de fora. O meio natural somente é previsto como em áreas verdes para recreação, o que omite aspectos da biodiversidade da região. ” (CARDOSO e SANTOS, 2013, p.10).

Devido à falta de legislação de uso e ocupação do solo urbano, a precária fiscalização pelos diversos órgãos públicos, alguns problemas são levantados pelos autores, dentre os quais se destacam: agentes privados se apropriando de espaços públicos, como praias e acessos, sem que haja legislação prevendo a criação de condomínios fechados; ocupações irregulares e predatórias de biomas em área de proteção ambiental, como restinga e mata atlântica; especulação imobiliária acirrando as relações entre as diferentes classes sociais, obrigando famílias de baixa renda a se mudarem para áreas periféricas, como rios e encostas, com

ocupações irregulares. Sobre o projeto de congelamento da Prefeitura, que visa à inserção de pessoas em áreas irregulares em novas áreas habitacionais, argumentam ser inviável devido à falta de espaço físico e recursos financeiros para um investimento deste porte (CARDOSO e SANTOS, 2013).

4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Ubatuba está localizado no Litoral Norte do Estado de São Paulo, na latitude $23^{\circ} 26' 02''$ e longitude $45^{\circ} 04' 16''$ W. Situa-se a 245 km da cidade de São Paulo e 300 km da cidade do Rio de Janeiro. Segundo o IBGE (2011), o município conta com 78.801 habitantes e possui extensão territorial de 723,883 km², com 83% desta área correspondente a Unidades de Conservação (Parque Estadual da Serra do Mar e Serra da Bocaina) (TOMINAGA, 2007). A densidade populacional é de 110,87 hab/km². Situada na latitude $23^{\circ}26'21,45''$, a cidade é cortada pelo Trópico de Capricórnio, que passa em frente ao aeroporto local.

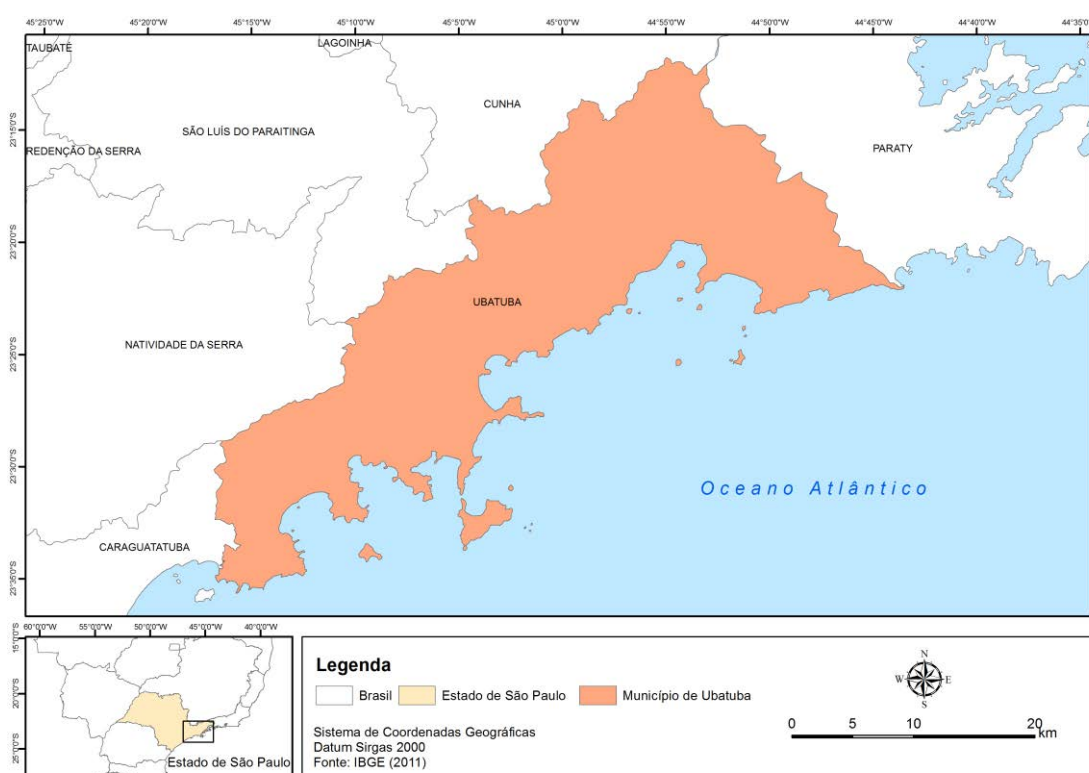


Figura 2: Localização do município de Ubatuba SP.

Ubatuba faz divisa com a cidade de Cunha, a norte; Paraty, a nordeste; Caraguatatuba, a sudeste; Natividade da Serra e São Luiz do Paraitinga, a noroeste, e é limitada pelo oceano atlântico a oeste. A localização da área de estudo é apresentada na Figura 2.

4.1. Aspectos Socioeconômicos

A região de Ubatuba é mencionada pela primeira vez na obra de Hans Staden, no século XVI, quando o local era ocupado pelos índios tupinambás. Após colonização Portuguesa, a então Aldeia de Iperoig foi elevada a Vila Nova da Exaltação à Santa Cruz do Salvador de Ubatuba, em 28 de outubro de 1637, e passou a prosperar economicamente graças à atividade portuária, tendo o mais movimentado porto da Capitania de São Vicente. Ao fim do século XIX, uma série de fatores como o impedimento da construção de uma rodovia e a perda de importância do município em relação aos vizinhos levou Ubatuba à decadência econômica.

Em 1933, com a construção da Rodovia dos Tamoios, Ubatuba passou a se tornar um importante destino turístico. Em 1948, recebe o título de estância balneária, e se torna apta a receber aportes financeiros com o objetivo de incentivar o turismo na cidade.

Atualmente, o turismo continua sendo a principal fonte de renda do município, e emprega cerca de 60% da mão de obra do setor de serviços. Atividades comerciais, industriais e de pesca compõem o restante das atividades econômicas. (IBGE, 2011).

No período de 2010 a 2013, o Produto Interno Bruto (PIB) do município foi de R\$1.098.423,00, sendo R\$869.469,00 correspondentes a serviços, R\$223.319,00 correspondentes à indústria e R\$14.635,00 correspondentes à agropecuária.

O IDH de Ubatuba é de 0,751, abaixo da média do estado de São Paulo, com 0,783, e acima da média brasileira, de 0,727. De acordo com o Censo 2010 (IBGE, 2011), 51% da população recebem até 1 salário mínimo, 44% recebem de 2 a 5 salários mínimos e 5% recebem acima de 5 salários mínimos.

4.2. Características Físicas e Climáticas

O relevo de Ubatuba destaca-se pela Serra do Mar, escarpa frontal da borda do Planalto Atlântico, com elevações que ultrapassam os 1000 metros de altitude. Corresponde a uma região serrana contínua, cercando toda a porção oeste do município, que, à medida que se aproxima da costa, rebaixa-se em espigões

secundários, morros e rampas coluviais até atingir a planície costeira, que possui variadas extensões ao longo do município. (TOMINAGA, 2007).

Devido às condições climáticas e pedológicas, juntamente com o relevo que possui variação altimétrica de mais de 1000m, garantindo uma grande variedade de ambientes, Ubatuba possui rica biodiversidade com uma composição florística variada. A vegetação predominante no município, generalizada como Mata Atlântica, é composta por um complexo conjunto de formações vegetais (SÃO PAULO/SMA, 1996). O Plano de Manejo do Parque Estadual da Serra do Mar (SÃO PAULO/IF, 2006) reconhece 6 unidades fitofisionômicas na região.

Segundo Tavares *et al.* (2005), Ubatuba insere-se no Litoral Norte, região entre as serras de Parati e Juqueriquerê, controlado, segundo Sant'Anna Neto (1990), predominantemente por sistemas equatoriais e tropicais. Destaca-se a alta pluviosidade, que pode chegar a um total anual de 4000mm. A proximidade da Serra do Mar reforça o efeito orográfico, e a presença de vales encaixados provocam chuvas intensas na primavera-verão, sendo o período de novembro a março o mais chuvoso (TOMINAGA, 2007).

A temperatura média anual varia de 20° a 24° C, e a precipitação anual fica entre 1800 e 4000 mm. É frequente a ocorrência de precipitações intensas em 24 horas, ultrapassando os 100mm, representando um alto risco de deslizamentos de terra (TAVARES, 2005).

Ponçano *et al.* (1981) subdividiram os materiais dos depósitos de encosta em três tipos: rampas de colúvios, no sopé das vertentes, correspondendo a materiais finos com espessuras variáveis, podendo atingir uma dezena de metros; depósito de tálus, dos sopés até as partes médias das vertentes, constituídos por grandes quantidades de blocos de rocha em matriz fina, com espessuras variadas e podendo atingir dezenas de metros; e cobertura coluvionar de encostas, correspondendo a materiais predominantemente argilosos, com quantidades variáveis de fragmentos de rochas, em geral com espessuras inferiores a 1 m, localizadas a meia encosta, estando em contínuo processo de rastejo.

Segundo Tominaga (2007), os depósitos de encosta correspondentes a material coluvionar ou corpos de tálus (solo e rocha) são os mais suscetíveis aos

escorregamentos e rastejos, que predominam no relevo escarpado da Serra do Mar. Ocorrem ainda quedas de blocos e rolamentos, quando há remoção do material inconsolidado subjacente.

Nas Figuras 3, 4 e 5 apresentam-se alguns aspectos do relevo do município:



Figura 3: Escorregamentos de solo em Ubatuba. (A) Picinguaba, (B) Maranduba e (C) Várzea paulista. Fonte: Arquivo IG/SMA



Figura 4: Vista das escarpas da Serra do Mar. Fonte: Arquivo IG/SMA



Figura 5: Vista da baía do Itaguá, região central de Ubatuba. Fonte: Arquivo IG/SMA.

HASUI et al. (1994) classificou a região do município como comínio de rochas do embasamento cristalino agrupadas no Completo Costeiro. Segundo Moraes et al. (1999), o complexo costeiro possui cinco conjuntos litológicos: migmatitos com estruturas diversas; granito-gnaisses porfiroclásticos e/ou biotita-hornblenda migmatito; biotita gnaisses gradando para migmatitos estromáticos; quartzitos e gnaisses peraluminosos; gnaisses peraluminosos passando para migmatito, com boudins de calciossilicáticas, quartzitos e anfibolitos (Figura 6):

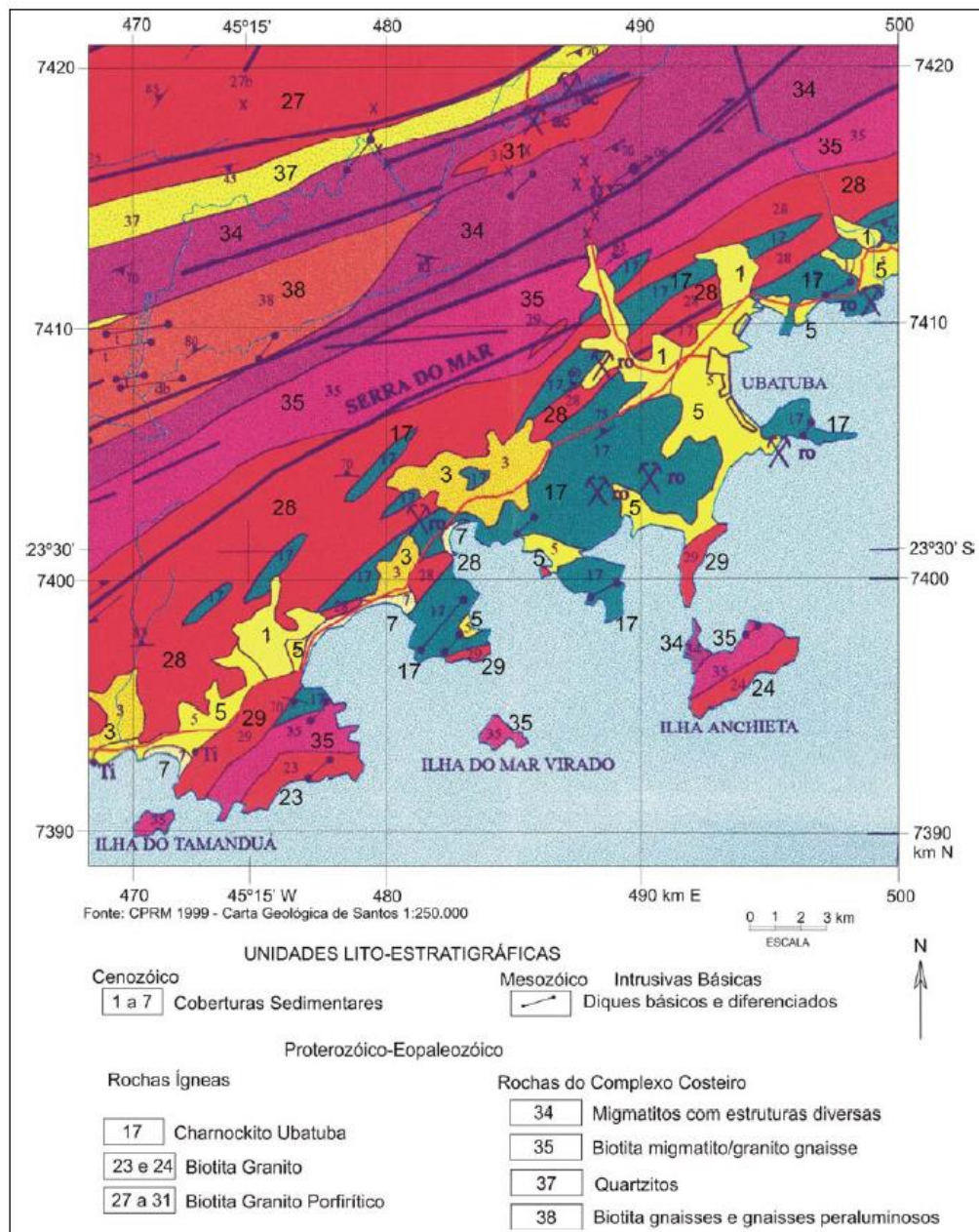


Figura 6: Mapa geológico da região de Ubatuba SP. Fonte: MORAIS et al., 1999.

4.3. A Defesa Civil

A Defesa Civil foi oficializada no Estado de São Paulo a partir do decreto 7.550, de 9 de fevereiro de 1976. Surgiu após uma série de desastres naturais que resultaram em inúmeras mortes nas décadas de 1960 e 1970, entre eles os deslizamentos de terra causados por chuvas intensas em Caraguatatuba (1967), sendo agravados pela falta de coordenação e tempo de resposta dos órgãos públicos.

O órgão se baseia no princípio de integração de órgãos públicos e sociedade civil. Entende-se que nenhum governo, sozinho, é capaz de suprir todas as necessidades dos cidadãos, e cabe aos órgãos públicos informarem e prepararem as comunidades para o enfrentamento de desastres. O estado de São Paulo possui a Coordenadoria Estadual de Defesa Civil (CEDEC) como órgão central. Subordinados a ele, estão as Coordenadorias Regionais de Defesa Civil (REDEC) e as Coordenadorias Municipais de Defesa Civil (COMDEC), presentes em todos os municípios.

A COMDEC de Ubatuba atua segundo a Lei 12.608 (BRASIL, 2012), que institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), onde todos os municípios devem adotar medidas preventivas e mitigadoras de situação de risco. Essas medidas são classificadas, segundo a Defesa Civil, em 5 fases:

- Prevenção: quando medidas são adotadas visando evitar a ocorrência de desastres;
- Preparação: refere-se a capacitação e treinamento dos agentes públicos e da população para atuar frente a eventos inevitáveis;
- Mitigação: que é a busca constante pela minimização de riscos e desastres em todas as demais fases;
- Resposta: que se divide em socorro, quando todo o esforço é feito no sentido de se evitar perdas humanas ou patrimoniais na área atingida por desastres, e assistência, quando são criadas condições de abrigo, alimentação e atenção médica e psicológica às vítimas e desabrigados;
- Recuperação: quando investimentos são feitos objetivando o retorno, no mais curto espaço de tempo possível, das condições de vida comunitária existentes antes do evento e, simultaneamente, prevenindo-se ou procurando minimizar as consequências de futuros desastres.

As instalações da Defesa Civil de Ubatuba, fotografadas durante os trabalhos de campo, podem ser vistas na Figura 7:



Figura 7: Defesa Civil de Ubatuba.

A COMDEC recebe diariamente Boletins Meteorológicos a fim de prevenir ocorrências e antecipar providências de gestão por parte dos municípios. As ocorrências atendidas são registradas no Sistema Integrado de Defesa Civil (SIDEDEC), plataforma de gerenciamento entre os níveis estadual e municipal. As informações no SIDEDEC são georreferenciadas e servem como banco de dados, facilitando os gestores estaduais e municipais nas tomadas de decisão.

5. METODOLOGIA

Nesse capítulo são apresentados os procedimentos metodológicos para o desenvolvimento da pesquisa, conforme ilustra a Figura 8, iniciando-se pelos indicadores da vulnerabilidade socioambiental, relativos à criticidade e capacidade de suporte, seguidos do mapeamento em SIG para a elaboração do mapa de vulnerabilidade socioambiental.

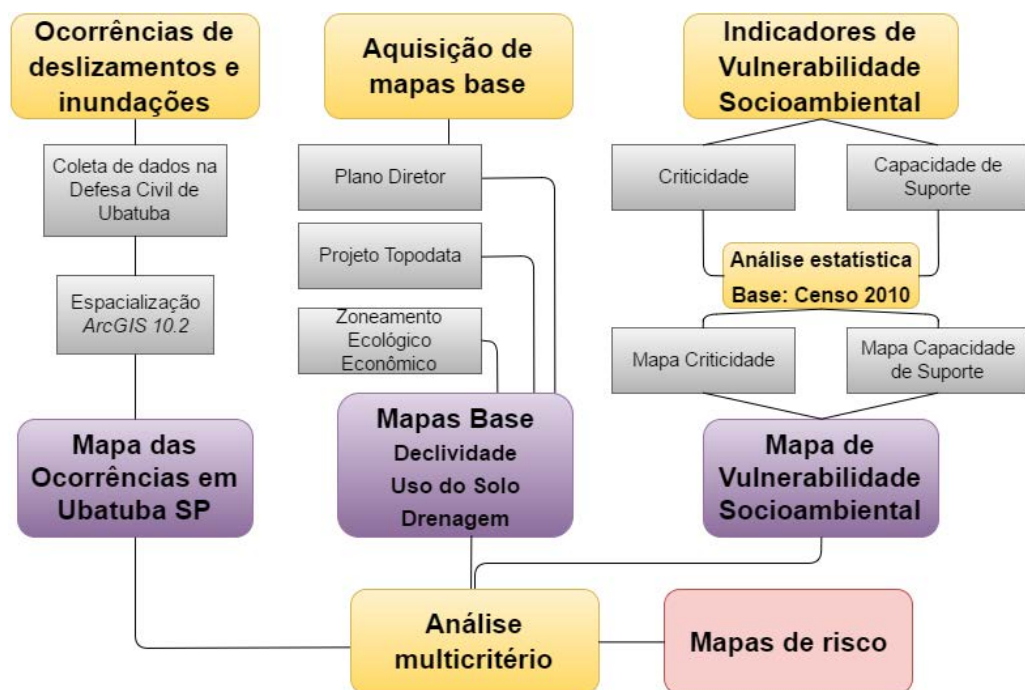


Figura 8: Procedimentos metodológicos.

Na sequência, são descritas as etapas para o mapeamento dos aspectos ambientais de vulnerabilidade à inundação e deslizamentos, incluindo-se os mapas de declividade, hipsometria, rede de drenagem, vegetação e uso do solo da área urbana. Também foram incluídos no estudo os mapas das ocorrências da Defesa Civil para os anos de 2013 a 2016.

5.1. Indicadores da Vulnerabilidade Socioambiental

Para realizara análise da Vulnerabilidade Socioambiental do município de Ubatuba, foi adotada a metodologia desenvolvida por Cutter (1996) pesquisadora do

conceito de vulnerabilidades, cuja metodologia aplicada para o EUA foi adaptada por Mendes et al. (2009) para Portugal e por Freitas e Cunha (2012) e por Bortoletto et al. (2014) para o Brasil. O processo envolve a coleta de indicadores socioeconômicos e de infraestrutura para a realização de análises estatísticas, com a representação dos resultados feita por meio de Sistema de Informação Geográfica (SIG).

Os indicadores são coletados no nível municipal, tendo como unidade os setores censitários, que posteriormente foram agrupados para a unidade Bairros e divididos em duas categorias: Criticidade e Capacidade de Suporte. Para o estudo, foram selecionados apenas os bairros que compõem a área urbana do município. O conceito de Criticidade refere-se às características sociais e demográficas dos indivíduos, que podem agravar ou reduzir a vulnerabilidade da população diante do risco de desastres. São relativos principalmente à renda, faixa etária, educação e densidade demográfica. O conceito de Capacidade de Suporte se refere às características físicas e de infraestrutura do lugar, como instalações físicas, serviços de saúde, emergência, acessibilidade e segurança. Os principais indicadores utilizados são as condições de ocupação, tais como número de moradores por domicílio, tipo de domicílio, acesso à serviços como saneamento básico, abastecimento de água e energia, e infraestrutura do bairro, tais como iluminação pública, acessibilidade para pessoas com deficiência ou limitação de mobilidade, arborização e identificação de logradouro para moradias inadequadas.

Depois de selecionadas as componentes de Criticidade e Capacidade de Suporte, na forma de variáveis, elas foram submetidas à análise fatorial baseada na Análise de Componentes Principais (ACP), utilizando o programa estatístico *IBM SPSS 20*. A análise de componentes principais se caracteriza por determinar que componentes lineares existem dentro dos dados e como uma variável pode contribuir com aquele componente (FIELD, 2009, p.565). O método de rotação adotado é o ortogonal Varimax, também chamado de matriz dos fatores ou componentes rotacionados, que busca aglomerar variáveis que possuem uma alta correlação de fatores, resultando em fatores interpretáveis.

Utilizou-se o método de normalização Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), que varia entre 1 e 0, sendo valores que se aproximam a 1 mais desejáveis, por mostrarem

que os padrões de correlações são compactos, com fatores distintos e confiáveis. No teste de esfericidade de Bartlett, buscaram-se valores que se aproximam a 0, sendo que os valores aceitáveis devem chegar no máximo até 0,05, o que indica que a matriz de correlações original (R) é uma matriz de identidade (FIELD, 2009).

Após a realização da análise fatorial, e a verificação de que os resultados se adequam aos critérios descritos, obtém-se a Vulnerabilidade Socioambiental, que é entendida como o produto dos fatores de Criticidade e Capacidade de Suporte, de acordo com Mendes et al. (2009), Freitas e Cunha (2012), e Bortoletto (2014).

5.1.1. Variáveis de Criticidade para o município de Ubatuba, 2010

A fim de caracterizar a Criticidade do município de Ubatuba, foram selecionadas 6 variáveis, referentes às características demográficas e sociais da população. Os dados foram retirados do Censo Demográfico 2010 (IBGE, 2011), disponibilizadas em forma de planilhas no formato *Excel*. De acordo com o IBGE (2011), na publicação *Base de Informações do Censo Demográfico 2010: Resultados do Universo por setor censitário*, as variáveis utilizadas para a análise de Criticidade possuem as características descritas no Quadro 1. Houve a necessidade de normalização das variáveis, para a obtenção de valores relativos e não absolutos, o que garante o bom desempenho do algoritmo de ACP aplicado nas análises.

Definições das variáveis de Criticidade contempladas na pesquisa	
Características socioeconômicas e demográficas da população	População residente: constituída pelos moradores em domicílios na data de referência. Morador: pessoa que tinha o domicílio como local habitual de residência e que, na data de referência, estava presente ou ausente por período não superior a 12 meses em relação àquela data, por um dos seguintes motivos: viagens: a passeio, a serviço, a negócio, de estudos etc.; internação em estabelecimento de ensino ou hospedagem em outro domicílio, pensionato, república de estudantes, visando a facilitar a frequência à escola durante o ano letivo; detenção sem sentença definitiva declarada; internação temporária em hospital ou estabelecimento similar; ou embarque a serviço (militares, petroleiros etc.). Pessoa responsável pelo domicílio: pessoa (homem ou mulher), de 10 anos ou mais de idade, reconhecida pelos moradores como responsável pela unidade domiciliar. Mulher responsável pelo domicílio: pessoa (mulher), de 10 anos ou mais de idade, reconhecida pelos moradores como responsável pela unidade domiciliar. Pessoa alfabetizada: pessoa capaz de ler e escrever um bilhete simples no idioma que conhecesse. Idade das pessoas: a idade foi calculada em relação à data de referência. Para as pessoas que não sabiam o mês e o ano de nascimento, foi investigada a idade na data da referida pesquisa em anos completos ou em meses completos para as crianças com menos de 1 ano. Rendimento mensal familiar: soma dos rendimentos mensais dos componentes da família, exclusive os das pessoas cuja condição na família fosse pensionista, empregado doméstico ou parente do empregado doméstico. Rendimento per capita: relação entre o rendimento total dos moradores ou das pessoas de família dividido pelo número de pessoas do domicílio ou da família.

Quadro 1: Definições das variáveis de Criticidade. Adaptado de Censo 2010 (IBGE, 2011, p.20-27).

Com isso, o Quadro 2 apresenta as Variáveis de Criticidade (VC) selecionadas para a análise:

Variáveis de Criticidade
VC1 – Densidade populacional (hab/km ²)
VC2 – Moradores por domicílio (hab/dpp)
VC3 – Total de mulheres responsáveis pelo dpp (%)
VC4 – Total de pessoas alfabetizadas > 5 anos de idade (%)
VC5 – Renda per capita dos dpp (reais)
VC6 – Total de crianças e idosos (%)

Quadro 2: Variáveis de Criticidade – Ubatuba SP, 2010.

Para a VC1, foram coletados os dados referente ao total de moradores para cada bairro do município, e posteriormente divididos pela área total do bairro, obtida através do cálculo de área utilizando o SIG *ArcGIS 10.2*, com base no *shapefile* da malha censitária do Estado de São Paulo (IBGE, 2011).

A VC6 foi obtida coletando os dados referentes ao total de moradores com 0 a 14 anos de idade, somado ao total de moradores com 60 anos ou mais, e posteriormente dividida pelo número total de moradores por bairro.

Os bairros praia da Fazenda e Praia do Félix foram excluídos da análise, por não possuírem dados censitários suficientes para as variáveis selecionadas.

Após a obtenção das variáveis e organização em planilhas do *Microsoft Excel*, procedeu-se a análise estatística para a obtenção dos fatores de Criticidade.

5.1.2. Criticidade – Análise fatorial

A Análise Estatística, utilizando o método de Análise de Componentes Principais (ACP) escolhido para este estudo, foi realizada no programa *IBM SPSS 20*.

Após 3 execuções, obteve-se o valor de 0,667 para o teste de KMO (Kaiser-Meyer-Olkin), considerado aceitável segundo Field (2009). O teste de *Bartlett* apresentou valor de 0,00, considerado adequado, visto que é menor que o valor de referência 0,05.

Na análise ACP, as 6 variáveis selecionadas geraram 3 fatores, que explicam 70,97% da variância acumulada. A variância rotacionada acumulada do Fator 1 foi de 36,23%, do Fator 2 17,97%, e do fator 3 16,76%.

As comunalidades de todos os fatores se mantiveram acima de 0,5, portantoos aceitáveis para a análise.

Ao analisar os fatores resultantes da análise fatorial, apresentados na Tabela 1, observa-se que as variáveis que apresentaram maior contribuição ao modelo foram a renda per capita do domicílio (0,849) que configurou como a de maior contribuição para o Fator 1, seguida do total de crianças e idosos (0,914), que teve

maior influência no Fator 2 e a densidade populacional, com 0,972 de influência no Fator 3:

Variáveis de Criticidade	Fator 1	Fator 2	Fator 3
VC5 – Renda per capita dos dpp (reais)	0,849		
VC2 – Moradores por domicílio (hab/dpp)	-0,738		
VC3 – Total de mulheres responsáveis pelo dpp (%)	0,550	-0,439	
VC6 – Total de crianças e idosos (%)		0,914	
VC4 – Total de pessoas alfabetizadas > 5 anos de idade (%)	0,486	-0,496	
VC1 – Densidade populacional (hab/km ²)			0,972

Tabela 1: Composição dos fatores de Criticidade – Ubatuba SP, 2010.

No fator 1, as variáveis que apresentaram maior influência são referentes à: renda per capita dos domicílios (VC5), com correlação de 0,849, e moradores por domicílio (VC2), com correlação de -0,738. Isso indica que bairros com valores mais altos neste fator tendem a possuir renda elevada e poucos moradores por domicílio. Dessa maneira, o fator 1 recebeu sinal negativo para o cálculo de Criticidade, por se entender que estes indicadores tendem a baixar a criticidade do lugar. Os autores Freitas e Cunha (2012) esclarecem que a variação dos sinais (positivo ou negativo) está diretamente associada ao significado das principais variáveis que definem cada fator. Leva-se em conta que a maior criticidade diz respeito à maior probabilidade de ruptura do Sistema e de maior vulnerabilidade com respeito à variável ali explicitada.

Para o fator 2, a variável que mais apresentou influência foi o total de crianças e idosos (VC6), com correlação de 0,914. Os bairros que possuem alto valor no fator 2 tendem a ter mais crianças e idosos, portanto, este fator recebeu sinal positivo, pois se entende que essas características contribuem para a criticidade do lugar.

No fator 3, a maior influência veio por parte da variável densidade populacional (VC1), com correlação de 0,972, indicando que bairros com valores maiores deste fator apresentam um maior número de moradores por quilômetro quadrado, aumentando a criticidade. Portanto, foi atribuído a este fator o sinal positivo.

Desta maneira, a Criticidade foi calculada com base nestes 3 fatores, de acordo com a expressão (2):

$$\text{Criticidade} = (-F1) + F2 + F3 \quad (2)$$

Sendo: F_n = Fatores resultantes da análise, $n = 1$ a 3.

5.1.3 Variáveis de Capacidade de Suporte do município de Ubatuba, 2010

A fim de caracterizar a Capacidade de Suporte do município de Ubatuba, foram selecionadas 19 variáveis, referentes à infraestrutura do lugar, contemplando instalações físicas, condições de moradia e acesso a serviços. Os dados foram retirados do Censo Demográfico 2010 (IBGE, 2011), disponibilizadas em forma de planilhas no formato *Excel*. De acordo com o IBGE (2011), as variáveis utilizadas para a análise de Capacidade de Suporte possuem as seguintes características ilustradas no Quadro 3:

Definições das variáveis de Capacidade de Suporte contempladas na pesquisa	
Características dos domicílios	Domicílio: local estruturalmente separado e independente que se destina a servir de habitação a uma ou mais pessoas, ou que estejam sendo utilizado como tal. Domicílio particular: domicílio onde o relacionamento entre seus ocupantes é ditado por laços de parentesco, de dependência doméstica ou por normas de convivência. Domicílio particular permanente: domicílio construído para servir, exclusivamente, à habitação e, na data de referência, tinha a finalidade de servir de moradia a uma ou mais pessoas.
Tipo de domicílio	Casa: quando localizado em uma edificação de um ou mais pavimentos, desde que ocupada integralmente por um único domicílio, com acesso direto a um logradouro (arruamento, vila, avenida, caminho etc.), legalizado ou não, independentemente do material utilizado em sua construção. Apartamento: quando localizado em edifício de um ou mais andares, com mais de um domicílio, servidos por espaços comuns (hall de entrada, escadas, corredores, portaria ou outras dependências); de dois ou mais andares em que as demais unidades eram não residenciais; e de dois ou mais pavimentos com entradas independentes para os andares. Casa de vila ou em condomínio: quando localizado em edificação que fazia parte de um grupo de casas com acesso único a um logradouro.

Condição de ocupação	Próprio já quitado: quando o domicílio era de propriedade, total ou parcial, de um ou mais moradores, estando integralmente pago. Alugado: quando o domicílio era alugado e o aluguel era pago por um ou mais moradores. Considerou-se também como alugado o domicílio em que o empregador (de qualquer um dos moradores) pagava, como parte integrante do salário, uma parcela em dinheiro para o pagamento do aluguel. Cedido por empregador: quando o domicílio era cedido por empregador (público ou privado) de qualquer um dos moradores, ainda que mediante uma taxa de ocupação ou conservação (condomínio, gás, luz, etc.). Incluiu-se, neste caso, o domicílio cujo aluguel era pago diretamente pelo empregador de um dos moradores do domicílio. Cedido de outra forma: quando o domicílio era cedido gratuitamente por pessoa que não era moradora ou por instituição que não era empregadora de algum dos moradores, ainda que mediante uma taxa de ocupação (impostos, condomínio etc.) ou de conservação. Incluiu-se, neste caso, o domicílio cujo aluguel integral era pago, direta ou indiretamente, por não morador ou por instituição que não era empregadora de algum morador. Outra condição: quando o domicílio era ocupado de forma diferente das anteriormente relacionadas. Incluíram-se neste caso: o domicílio cujo aluguel, pago por morador, referia-se à unidade domiciliar em conjunto com unidade não residencial (oficina, loja, etc.); o domicílio localizado em estabelecimento agropecuário arrendado; e, também, o domicílio ocupado por invasão.
Tipo de esgotamento sanitário do banheiro ou sanitário	Rede geral de esgoto ou pluvial: quando a canalização das águas servidas e dos dejetos, proveniente do banheiro ou sanitário, estava ligada a um sistema de coleta que os conduzia a um desaguadouro geral da área, região ou município, mesmo que o sistema não dispusesse de estação de tratamento da matéria esgotada.
Forma de abastecimento de água	Rede geral de distribuição: quando o domicílio ou o terreno, ou a propriedade onde estava localizado, estava ligado a uma rede geral de distribuição de água.
Destino do lixo	Coletado diretamente por serviço de limpeza: quando o lixo do domicílio era coletado diretamente por serviço de empresa pública ou privada.
Energia elétrica	Com energia elétrica: de companhia distribuidora ou de outra fonte (eólica, solar, gerador etc.).
Lixo	Coletado: Diretamente por serviço de limpeza - quando o lixo do domicílio era coletado diretamente por serviço de empresa pública ou privada; ou em caçamba de serviço de limpeza - quando o lixo do domicílio era depositado em uma caçamba, tanque ou depósito, fora do domicílio, para depois ser coletado por serviço de empresa pública ou privada.
Entorno	Iluminação Pública: foi pesquisado se na face em trabalho ou na sua face confrontante, existia pelo menos um ponto fixo (poste) de iluminação pública. Arborização: foi pesquisado se na face ou na sua face confrontante ou no canteiro central, existia arborização, ou seja, existia árvore ao longo da calçada/passeio e/ou em canteiro que dividia pistas de um mesmo logradouro, mesmo que apenas em parte. Considerou-se também a arborização quando existente em logradouros sem pavimentação e/ou sem calçada/passeio. Rampa para cadeirante: foi pesquisado se, somente na calçada da face, existia rampa, ou seja, rebaixamento da calçada ou meio-fio/guia, geralmente nas proximidades das esquinas, destinado especificamente para dar acesso a pessoas que utilizam cadeira de rodas. Não foram consideradas rampas para acesso de veículos.

Quadro 3: Definições das variáveis de Capacidade de Suporte. Adaptado de Censo 2010 (IBGE, 2011, p.20-27).

Analisando-se tais dados censitários foi possível selecionar variáveis para a análise de Capacidade de Suporte (VS) que melhor refletissem a infraestrutura local, com vistas a melhor enfrentar situações de risco. Após a normalização das variáveis, transformando os dados em valores relativos, foram definidas 19 variáveis de Capacidade de Suporte de acordo com o Quadro 4.

Variáveis de Capacidade de Suporte
VS1 – Densidade domiciliar (dpp/km ²)
VS2 – Domicílios tipo casa (%)
VS3 – Domicílios tipo casa de vila ou condomínios (%)
VS4 – Domicílios tipo apartamento (%)
VS5 – Domicílios cedidos (%)
VS6 – Domicílios alugados (%)
VS7 – Domicílios com água da rede geral (%)
VS8 – Domicílios ligados à rede geral de esgoto ou pluvial (%)
VS9 – Domicílios com lixo coletado (%)
VS10 – Domicílios com energia elétrica (%)
VS11 – Domicílios com energia elétrica de outras fontes (%)
VS12 – Domicílios sem energia elétrica (%)
VS13 – Domicílios com 1 morador (%)
VS14 – Domicílios com 2 a 4 moradores (%)
VS15 – Domicílios com 5 a 9 moradores (%)
VS16 – Domicílios com 10 ou mais moradores (%)
VS17 – Domicílios que possuem iluminação pública (%)
VS18 – Domicílios que possuem rampa para cadeirante no entorno (%)
VS19 – Domicílios com arborização no entorno (%)

Quadro 4: Variáveis de Capacidade de Suporte – Ubatuba SP, 2010.

Para a VS1, foram coletados os dados do total de domicílios do Censo 2010 (IBGE, 2011) para cada bairro do município, e posteriormente divididos pela área total do bairro. O cálculo de área foi realizado utilizando o SIG *ArcGIS 10.2*, com base no *shapefile* da malha censitária do Estado de São Paulo (IBGE, 2011).

A normalização do restante das variáveis foi calculada conforme o valor total de domicílios que se enquadram na respectiva variável, e dividido pelo total de domicílios no bairro.

Os bairros praia da Fazenda e Praia do Félix foram excluídos da análise, por não possuírem dados censitários suficientes para as variáveis selecionadas.

Após a obtenção das variáveis e organização em planilhas do *Microsoft Excel*, procedeu-se a análise estatística para a obtenção dos fatores de Capacidade de Suporte.

5.1.4. Capacidade de Suporte – Análise Fatorial

A Análise Estatística, utilizando o método de Análise de Componentes Principais (ACP) escolhido para este estudo, foi realizada no programa IBM SPSS 20.

Após 4 execuções, foram retiradas algumas variáveis por não atingirem níveis aceitáveis de comunalidades (abaixo de 0,5). Ao final, foram retiradas da análise estatística as variáveis: VS3 – Domicílios tipo casa de vila ou condomínios, VS11 – Domicílios com energia elétrica de outras fontes, VS12 – Domicílios sem energia elétrica, e VS16 – Domicílios com 10 ou mais moradores. Portanto, ao total foram inseridas 15 variáveis para a análise fatorial.

Obteve-se o valor de 0,604 para o teste de KMO (Kaiser-Meyer-Olkin), considerado aceitável segundo Field (2009). O teste de Bartlett apresentou valor de 0,00, considerado adequado.

Na análise ACP, as 15 variáveis selecionadas geraram 5 fatores, que explicam 81,60% da variância acumulada. A variância rotacionada acumulada de 31,04% para o fator 1, 20,09% para o fator 2, 14,20% para o fator 3, 9,56% para o

fator 4 e 6,69% para o fator 5. As comunalidades de todos os fatores se mantiveram acima de 0,5, portanto aceitáveis para a análise.

Ao analisar a Tabela 2 que mostra os fatores resultantes da análise fatorial, observa-se que as variáveis que apresentaram maior contribuição ao modelo e que lideraram os fatores de 1 a 2 foram a domicílios com lixo coletado (Fator 2), domicílios com energia elétrica (Fator 2) e domicílios que possuem iluminação pública no entorno (Fator 1).

Variáveis de Criticidade	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5
VS17 – Domicílios que possuem iluminação pública (%)	0,916				
VS19 – Domicílios com arborização no entorno (%)	0,888				
VS7 – Domicílios com água da rede geral (%)	0,792				
VS9 – Domicílios com lixo coletado (%)		0,937			
VS10 – Domicílios com energia elétrica (%)		0,904			
VS2 – Domicílios tipo casa (%)		0,829			
VS14 – Domicílios com 2 a 4 moradores (%)		0,723			
VS18 – Domicílios que possuem rampa para cadeirante no entorno (%)			0,808		
VS8 – Domicílios ligados à rede geral de esgoto ou pluvial (%)			0,741		
VS6 – Domicílios alugados (%)			0,589		
VS1 – Densidade domiciliar (dpp/km ²)			0,563		
VS4 – Domicílios tipo apartamento (%)			0,522		
VS5 – Domicílios cedidos (%)				0,867	
VS15 – Domicílios com 5 a 9 moradores (%)				-0,780	
VS13 – Domicílios com 1 morador (%)					0,887

Tabela 2: Composição dos fatores de Capacidade de Suporte – Ubatuba SP, 2010.

Realizando uma análise detalhada dos fatores apresentados na Tabela 2, nota-se que o fator 1, possui como variáveis de maior influência: domicílios com iluminação pública no entorno (VS17), com arborização no entorno (VS19), e domicílios com água da rede geral (VS7). Isso indica que bairros com valores mais altos neste fator tendem a possuir boa infraestrutura, com arborização, iluminação e abastecimento de água. Dessa maneira, o fator 1 recebeu sinal positivo para o cálculo de Capacidade de Suporte, por se entender que estes indicadores tendem a aumentar a capacidade de suporte do lugar.

Para o fator 2, as variáveis que mais apresentaram influência foram domicílios com lixo coletado (VS9), energia elétrica (VS10), domicílios tipo casa (VS2), e domicílios com 2 a 4 moradores (VS14). Estas variáveis são vistas de forma positiva em se tratando de capacidade de suporte, tanto pelos serviços disponíveis (água e coleta de lixo) quando pelo número de moradores, que está na média do município (3,1 moradores).

No fator 3, as variáveis domicílios com rampa para cadeirantes no entorno (VS18) e domicílios que possuem ligação com a rede de esgoto (VS8) obtiveram as maiores correlações, indicando também boa infraestrutura.

O fator 4 foi influenciado pelas variáveis domicílios cedidos (VS5) e domicílios com 5 a 9 moradores (VS15) – este com uma correlação negativa (-0,780), indicando ausência de domicílios com esta característica nos bairros. O fator 5 se compõe de apenas uma variável – domicílios com 1 morador (VS13), indicativo também de boa infraestrutura, pois se considera que, via de regra, quanto maior é o número de moradores numa habitação, mais limitações existem no que concerne a capacidade de suporte.

Com base na análise da relação entre variáveis e fatores, foi atribuído a todos os fatores de Capacidade de Suporte o sinal positivo, por representarem bons indicadores de infraestrutura e condições de moradia.

Desta maneira, a Capacidade de Suporte foi calculada com base nestes 5 fatores, de acordo com a expressão (3):

$$\text{Críticidade} = F1 + F2 + F3 + F4 + F5$$

Sendo: (3)

F_n = Fatores resultantes da análise, $F_n = 1, 2, 3, 4$ e 5

5.1.5 Classificação dos fatores de Críticidade e Capacidade de Suporte

Após a realização dos cálculos (2) e (3), resultantes de ACP, procedeu-se a integração dos fatores a um Sistema de Informações Geográficas (SIG), utilizando o programa *ESRI ArcGIS 10.2*, tendo como base a malha de setores censitários do município de Ubatuba SP, disponibilizados pelo IBGE (2011), em escala 1:10.000 e projeção cartográfica Universal Transversa de Mercator (UTM) com o datum Sirgas 2000. Em ambiente SIG, o arquivo vetorial (*shapefile*) foi convertido para a projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), e os setores censitários agrupados em bairros.

Após a espacialização dos fatores, por meio de mapas de Críticidade e Capacidade de Suporte, houve a sua organização em classes, utilizando o método de classificação *Natural Breaks (Jenks)*. O método foi utilizado por buscar a melhor distribuição dos valores em diferentes classes, tendo como objetivo minimizar a variância dos valores dentro de cada classe, e maximizar a variância entre as diferentes classes (JENKS, 1967). Desta maneira, os mapas ilustrativos dos fatores de Críticidade e Capacidade de Suporte foram separados em 5 classes: 1, 2, 3, 4 e 5.

A escala de cores adotada respeita a rosa cromática, das cores frias (verdes) para as cores quentes (vermelho), indicando intensidade do fenômeno que se pretende representar.

No caso da Críticidade, o valor 1 corresponde à Baixa Críticidade, e foi ilustrado por meio da cor verde. Conforme tal valor aumenta, a escala de cores varia do verde, passando pelo amarelo e laranja, até se chegar ao vermelho, que indica Alta Críticidade (valor 5). No caso da Capacidade de suporte a escala é inversa, ou seja, para alta capacidade de suporte (valor 5) adotou-se a cor verde e, conforme a

capacidade de suporte diminui as cores variam passando do verde para amarelo, deste para o laranja, até o vermelho, que ilustra baixa capacidade de suporte (valor 1).

A Vulnerabilidade Socioambiental foi obtida por meio do produto entre Criticidade e Capacidade de Suporte, conforme a expressão (3).

$$VS = C \times CS \quad (3)$$

Sendo que VS = Vulnerabilidade Socioambiental, C = Criticidade e CS = Capacidade de Suporte.

A partir dos resultados, as classes de Vulnerabilidade Socioambiental foram determinadas conforme a Tabela 3:

Classes de VS	Descrição	Intervalo Classe	Legenda
1	Muito Baixa	1 a 3	
2	Baixa	4 a 6	
3	Média	8 a 10	
4	Alta	12 a 16	
5	Muito Alta	20 a 25	

		Criticidade				
		1	2	3	4	5
Capacidade de Suporte	1	1	2	3	4	5
	2	2	4	6	8	10
	3	3	6	9	12	15
	4	4	8	12	16	20
	5	5	10	15	20	25

Tabela 3: Classificação dos valores da Vulnerabilidade Socioambiental. Fonte: Freitas *et al.* (2012)

5.2. Mapeamento dos aspectos ambientais

5.2.1. Mapeamento de declividade

Para o mapeamento da declividade de Ubatuba, foram utilizadas cartas de Modelo Digital de Elevação (MDE), disponibilizadas pelo INPE através do projeto Topodata. As imagens foram geradas a partir de dados SRTM disponibilizados pela USGS (United States Geological Survey), em resolução de 90m, e convertida para uma resolução de 30m (VALERIANO, M. M., 2008).

O documento elaborado, com resolução de 30 metros, é compatível para mapeamento na escala aproximada de 1:50.000, de acordo com o Padrão de Exatidão Cartográfica adotado no Brasil.

Foram adquiridas as cartas “23S465” e “23S45_” relativas à altitude do terreno, em formato *raster*. Em ambiente SIG, foi utilizada a ferramenta *surface slope* para obter os valores de declividade, em porcentagem, que foram subsequentemente divididos em 6 classes: “0 – 2%”, “2 – 5%”, “5 – 12%”, “12 – 30%”, “30 – 45%” e “> 45%”.

A divisão de classes teve como referencial teórico o autor Biasi (1992) que apresenta limites adequados para os objetivos pretendidos nesse estudo. Segundo o autor, a classe até 2% é o marco do limite urbanoindustrial utilizado internacionalmente principalmente em assuntos que tangem planejamento urbano e, é o adotado pelos institutos de pesquisa do Estado de São Paulo e pela EMPLASA. A Classe 2 a 5% é a representação do limite máximo do emprego da mecanização da agricultura. A porcentagem de 12 a 30%, segundo autor, é indicada pela Lei Lehmann (BRASIL. Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979), a qual define o limite máximo para urbanização sem restrições. De 30 a 45% de declividade se encontra o limite máximo de corte raso da vegetação, sendo que a exploração só será permitida se corresponder às coberturas florestais do tipo reflorestamento. Nos valores acima de 45% não é permitida a derrubada de florestas, sejam naturais ou reflorestamentos.

5.2.2. Mapeamento hipsométrico

Para representação da elevação do terreno no município, optou-se pela produção de um mapa hipsométrico, dividido em 6 classes: “0 – 50m”, “50 – 100m”, “100 – 300m”, “300 – 800m”, “800 – 1200m” e “> 1200m”. O mapa foi gerado com base nas cartas de Modelo Digital de Elevação (MDE), disponibilizadas pelo INPE através do projeto Topodata.

Da mesma forma que indicado no item anterior, tal documento, com resolução de 30 metros, é compatível para mapeamento na escala aproximada de 1:50.000, de acordo com o Padrão de Exatidão Cartográfica adotado no Brasil.

5.2.3. Hidrografia

O mapeamento de hidrografia utilizado foi adquirido junto à Secretaria Municipal de Habitação e Planejamento Urbano de Ubatuba. O documento foi produzido em 2002, em escala 1:50.000, tem como base na lei nº711/84 do Plano Diretor de Ubatuba.

Utilizando o SIG *ArcGIS 10.2*, foi realizado um buffer de 30m para delimitar as regiões próximas a cursos d'água, e consequentemente mais vulneráveis a inundações. A medida de 30m foi adotada por se caracterizar como Área de Proteção Permanente (APP), segundo o Código Florestal (BRASIL. Lei 12651, 2012).

5.2.4. Mapeamento de vegetação e uso da terra

O mapeamento da vegetação e do uso da terra foi adquirido através da Secretaria do Meio Ambiente (SMA) e Coordenadoria de Planejamento Ambiental (CPLA) do estado de São Paulo. Faz parte do Zoneamento Ecológico Econômico – ZEE do Litoral Norte (Decreto Estadual nº 49.215/04). Foi produzido a partir de cartas topográficas em escala 1:50.000 e 1:100.000.

5.2.5. Mapeamento da mancha urbana

Juntamente com o mapeamento de vegetação e uso da terra foram adquiridos junto à SMA os mapeamentos de mancha urbana do litoral norte do estado de São Paulo. São quatro mapeamentos usados no trabalho, referentes aos anos de 1979, 1991, 2000 e 2011, produzidos com base em ortofotos da Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S.A (EMPLASA).

5.2.6. Aquisição e mapeamento das ocorrências da Defesa Civil de Ubatuba

Para a obtenção dos dados de ocorrências registradas em Ubatuba, foi feito contato com os responsáveis pela Defesa Civil da cidade. Foram realizados dois trabalhos de campo, ocorridos entre junho e julho de 2016, para a obtenção de dados referentes às ocorrências envolvendo deslizamentos de terra e inundações. Devido à falta de dados disponíveis para ocorrências anteriores a 2013, o recorte

para o período compreendido de janeiro de 2013 a maio de 2016. Este recorte temporal foi escolhido

Os dados foram estruturados em planilhas no Microsoft Excel, e classificados por ano, tipo de ocorrência e bairro afetado. Para a base cartográfica, foi utilizada a malha censitária na escala 1:10.000 do Censo 2010 (IBGE, 2011), obtida no site oficial desse órgão governamental.

Após o tratamento da base cartográfica, aglutinando os setores censitários em bairros, as ocorrências foram integradas por meio do Sistema de Informação Geográfica *ArcGIS 10.2*, utilizando as tabelas de ocorrências produzidas em trabalho de campo.

Devido ao fato de que a maioria das ocorrências não possuía um endereço específico ou coordenadas geográficas, foi utilizada a unidade bairro, disponível na base censitária do IBGE, para realizar o georreferenciamento e vincular o número de ocorrências. Assim, a cada bairro foi associado ao número de ocorrências de inundação e deslizamentos registrados no período coletado. Para a elaboração de mapas temáticos, essas informações foram sobrepostas à hipsometria e hidrografia do município, a fim de melhor caracterizar os locais mais suscetíveis a desastres.

5.2.7. Mapas de Risco de Deslizamentos e Inundações

Os mapas de Risco de Inundações e Risco de Deslizamentos foram gerados utilizando a análise multicritério, que permite a produção de um mapa síntese a partir da sobreposição de diversos mapeamentos com classes distintas para uma mesma área. Foram utilizados os mapas de Declividade, Uso do Solo, Vulnerabilidade Socioambiental, Ocorrências de Deslizamento da Defesa Civil e Drenagem. Em ambiente SIG, utilizando o *software ArcGIS 10.2*, estes mapas foram convertidos de formato vetorial para raster para que pudessem ser analisados. As áreas que não foram analisadas durante o cálculo de vulnerabilidade socioambiental, ou seja, áreas rurais e os bairros Praia da Fazenda e Praia do Félix, foram excluídas da análise.

Na análise multicritério, é dado um valor de influência a cada mapa utilizado, representado em porcentagem, e subsequentemente um peso para cada classe

representada, variando de 1 a 5. Esses pesos representam o fator risco, assim áreas de peso mais alto, quando sobrepostas, indicam um maior risco no local.

Os pesos utilizados para o mapa de risco de deslizamentos são apresentados no Quadro 5:

Uso do Solo	Influência: 25%	Declividade	Influência: 25%
Classe	Peso	Classe	Peso
Ocupação Rural	3	0 – 2%	1
Ocupação Rarefeita	4	2 – 5%	1
Área Disponível	2	5 – 12%	3
Praia	1	12 – 30%	4
Ocupação em Consolidação	5	30 – 45%	5
Ocupação Consolidada	5	Acima de 45%	5
Área Legalmente Protegida	1		
Área Degradada	4		
Vulnerabilidade SA	Influência: 25%	Ocorrências Defesa Civil	Influência: 25%
Classe	Peso	Nº de Ocorrências	Peso
Muito Baixa	1	0	1
Baixa	1	1 - 4	2
Média	3	4 - 7	4
Alta	5	7 - 13	5
Muito Alta	5	13 - 23	5

Quadro 5: Peso e influência utilizados na análise multicritério – deslizamentos.

Optou-se por manter a mesma influência, de 25%, para todos os mapas. Por abordar risco de deslizamentos, as classes de declividade mais baixas receberam valores próximos a 1, por não apresentarem risco, enquanto as classes acima de 30% receberam peso 5, por se tratarem de áreas de ocupação restritas. Para o uso

do solo, a classe Área Legalmente Protegida recebeu peso 1 por não possuir ocupações humanas. A classe Áreas Degradadas, que compreende locais de desmatamento e mineração, recebeu peso 4, por não possuírem cobertura vegetal. Ao restante das classes foi dado peso crescente conforme o grau de ocupação humana. O mapa de ocorrências foi classificado conforme o número total de casos registrados para deslizamentos, por bairro.

O mapa de Risco de Inundações foi gerado a partir dos pesos apresentados no Quadro 6:

Uso do Solo	Influência: 20%	Declividade	Influência: 20%
Classe	Peso	Classe	Peso
Ocupação Rural	3	0 – 2%	5
Ocupação Rarefeita	4	2 – 5%	4
Área Disponível	2	5 – 12%	2
Praia	3	12 – 30%	1
Ocupação em Consolidação	5	30 – 45%	1
Ocupação Consolidada	5	Acima de 45%	1
Área Legalmente Protegida	1	Vulnerabilidade SA	Influência: 20%
Área Degradada	4	Classe	Peso
Ocorrências Defesa Civil	Influência: 20%	Muito Baixa e Baixa	1
Nº de Ocorrências	Peso	Média	3
0	1	Alta e Muito Alta	5
0 - 1	2	Drenagem	Influência: 20%
1 - 5	4	Classe	Peso
5 - 14	5	Fora de APP	2
		Dentro de APP	4

Quadro 6: Peso e influência utilizados na análise multicritério – inundações.

Para a geração do mapa de Risco de Inundações, foi adicionado o raster correspondente à Drenagem, que representa as áreas de APP no município. Desta maneira, foi atribuída influência de 20% para todos os mapas. Foi atribuído peso 4 para áreas de APP, ou seja, a até 30 metros de cursos d'água, por serem mais suscetíveis a inundações. Os pesos das classes de Declividade foram alterados para se adequar ao mapeamento, pois as áreas mais planas estão sob risco maior de serem inundadas. A classe Praia teve seu peso alterado para 3, por conta da existência de comércio e residências na orla marítima. As classes representando o número de ocorrências de inundações passaram para 4, por abranger um número menor de casos em relação aos casos de deslizamentos.

6. RESULTADOS

Como resultados da pesquisa, apresentam-se os mapeamentos de Criticidade, Capacidade de Suporte e Vulnerabilidade Socioambiental para o ano de 2010 no município de Ubatuba SP. A partir dos dados coletados junto à Defesa Civil, será apresentado o mapeamento das ocorrências de deslizamentos e inundações entre os anos de 2013 – 2016, e a análise multicritério, realizada a partir dos mapeamentos de Vulnerabilidade Socioambiental, declividade, ocorrências da Defesa Civil, hidrografia e uso do solo urbano.

6.1. Mapa de Declividade

A partir das cartas de Modelo Digital de Elevação (MDE), adquiridas pelo projeto Topodata (Valeriano, 2008), apresenta-se o mapa de declividade para o município de Ubatuba SP (Figura 9).

Representadas em porcentagem, a divisão de classes teve como referencial teórico o autor Biasi (1992). Observando a Figura 2, é possível notar que Ubatuba se caracteriza pelo terreno acidentado, com mudanças abruptas de declividade, com os limites entre planície costeira e montanhas bem definidos. As classes com declividade superior a 30% ocupam a maior parte do município, correspondendo, em maior parte, à Serra do Mar. Essa região está acima do limite máximo para urbanização sem restrições, de acordo com a Lei Lehmann (BRASIL. Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979).

Localizadas na estreita planície entre o Oceano Atlântico e a Serra do Mar, estão localizadas as áreas que apresentam declividade de 0 a 12%, e é onde a maior parte da área urbana se localiza. As áreas com 12 a 30% de declividade, em sua maioria, estão nos limites entre planície e Serra do Mar. Por este motivo, é onde se localizam a maior parte das áreas de risco de deslizamento.

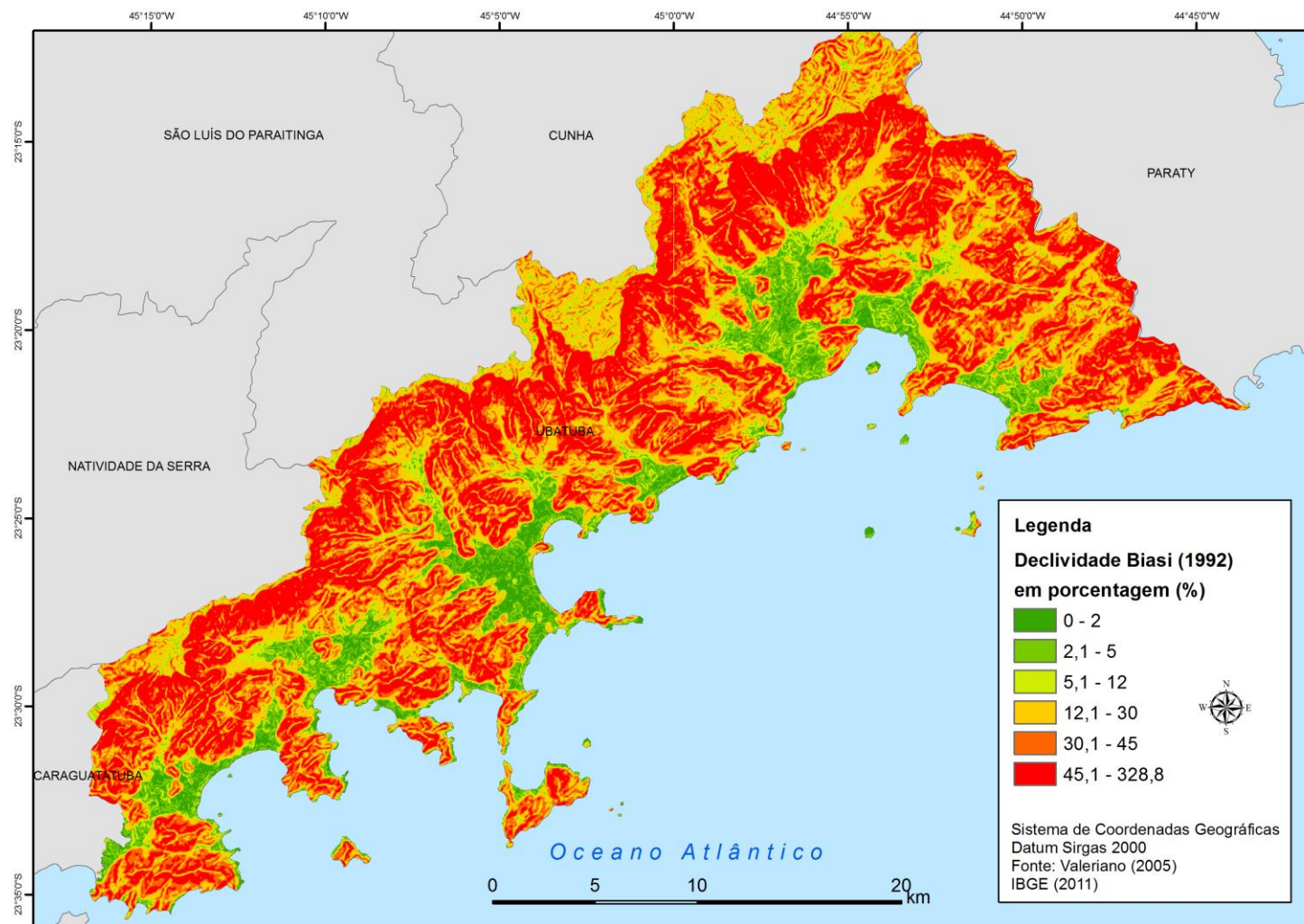


Figura 9: Mapa de declividade do município de Ubatuba, 2005.

6.2. Mapa de Hipsométrico e de Drenagem

A partir das cartas de Modelo Digital de Elevação (MDE), disponibilizadas pelo projeto Topodata (Valeriano, 2005), foi gerado o mapa hipsométrico de Ubatuba SP (Figura 10). A drenagem foi obtida junto à Secretaria Municipal de Habitação e Planejamento Urbano do município.

Observando a figura, é possível perceber a dimensão da Serra do Mar, que ocupa a maior parte do município, responsável pela grande variação altimétrica da região, que pode chegar a mais de 1600 metros de altitude. É também responsável pela extensa rede de drenagem. Ao contrário de muitos municípios brasileiros, Ubatuba não possui um rio principal cortando a cidade. Ao invés disso, a drenagem do município corresponde a diversas sub-bacias, que tem origem na Serra do Mar e desaguam no Oceano Atlântico. Estas sub-bacias são responsáveis pelo abastecimento de água dos bairros afastados do centro, muitas vezes com captação realizada por associação de moradores, e sem vínculo com a prefeitura.

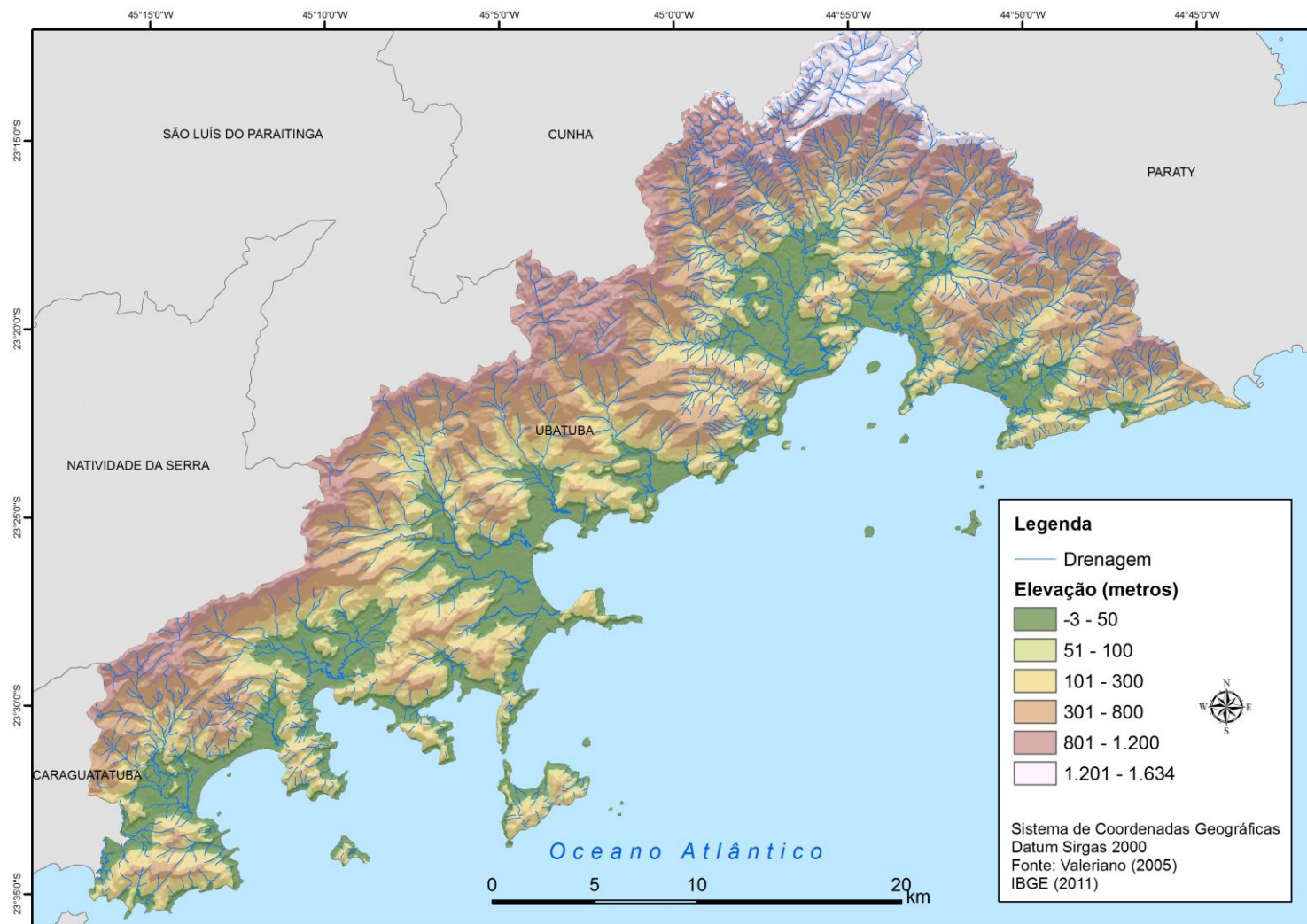


Figura 10: Mapa hipsométrico de Ubatuba SP, 2005

6.3. Mapa de uso do solo

O mapeamento de uso do solo, adquirido através da Secretaria do Meio Ambiente (SMA) e Coordenadoria de Planejamento Ambiental (CPLA), faz parte do Zoneamento Ecológico Econômico – ZEE do Litoral Norte (Decreto Estadual nº 49.215/04).

Analisando a Figura 11, é possível visualizar o padrão de urbanização de Ubatuba, e fica evidente em como a geografia acidentada da região marca os limites de expansão da mancha urbana no município.

As áreas sem classificação não foram levadas em consideração durante a construção do ZEE, por pertencerem ao Parque Estadual da Serra do Mar, e, portanto, não serem passíveis de ocupação. Já as áreas legalmente protegidas correspondem a unidades de conservação de proteção integral, como parques e estações ecológicas, e terras indígenas.

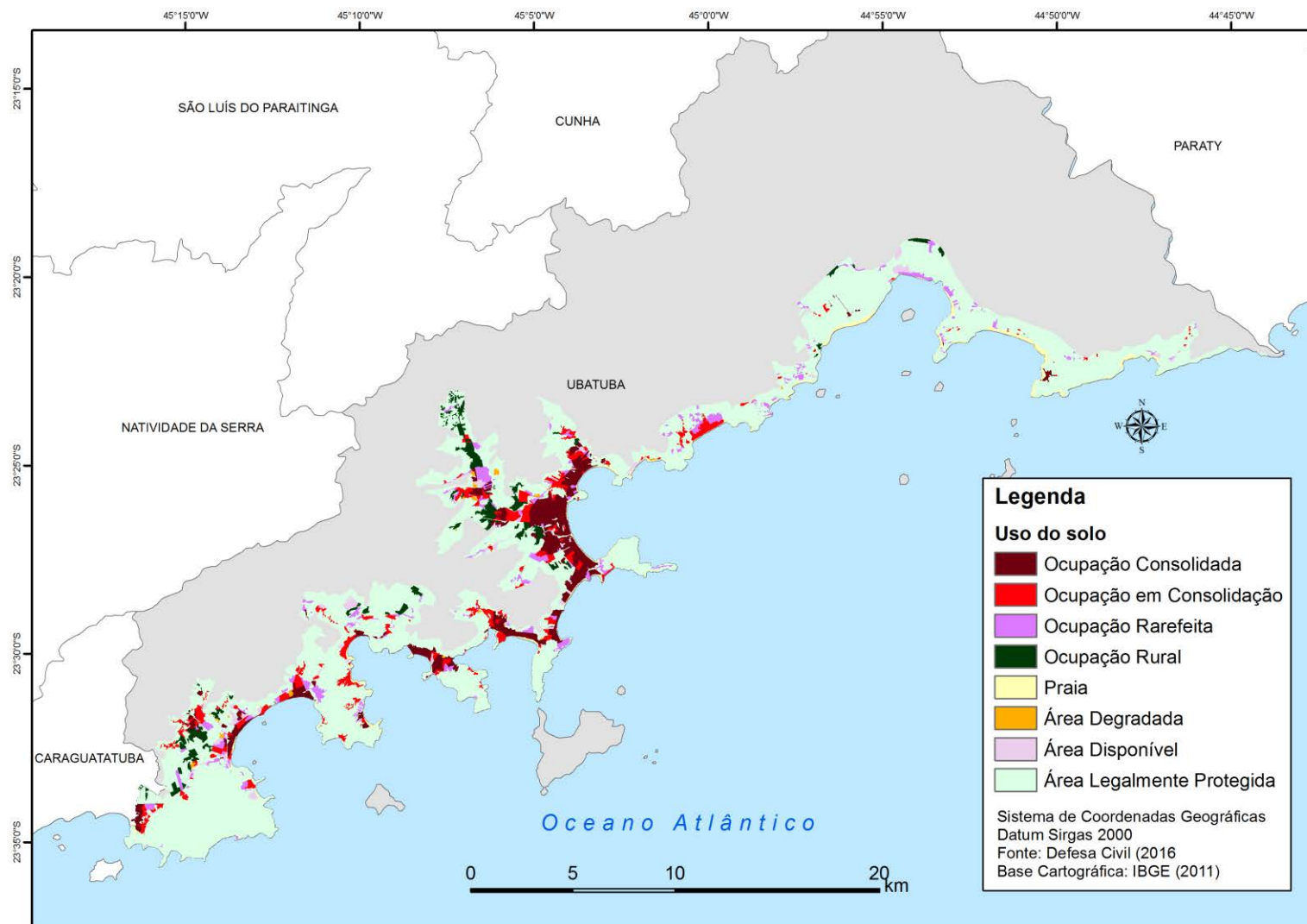


Figura 11: Mapa de uso do solo de Ubatuba SP, 2005.

6.4. Mapa da mancha urbana

A Figura 12 apresenta o mapa da evolução da mancha urbana, a partir da década de 1980 até o ano de 2011. Sua elaboração se deu a partir de arquivos vetoriais adquiridos junto a Secretaria do Meio Ambiente.

Observando a figura, é possível observar o processo de expansão do município, que deixa de ser predominantemente costeiro a partir de 1992, quando a expansão urbana começa a adentrar para o interior da planície litorânea. É importante notar que a expansão urbana para o interior do município vem consequentemente acompanhada de ocupações em áreas de encosta, dado a proximidade da Serra do Mar. Isso ocorre principalmente a partir de 2000, e se agrava em 2011.

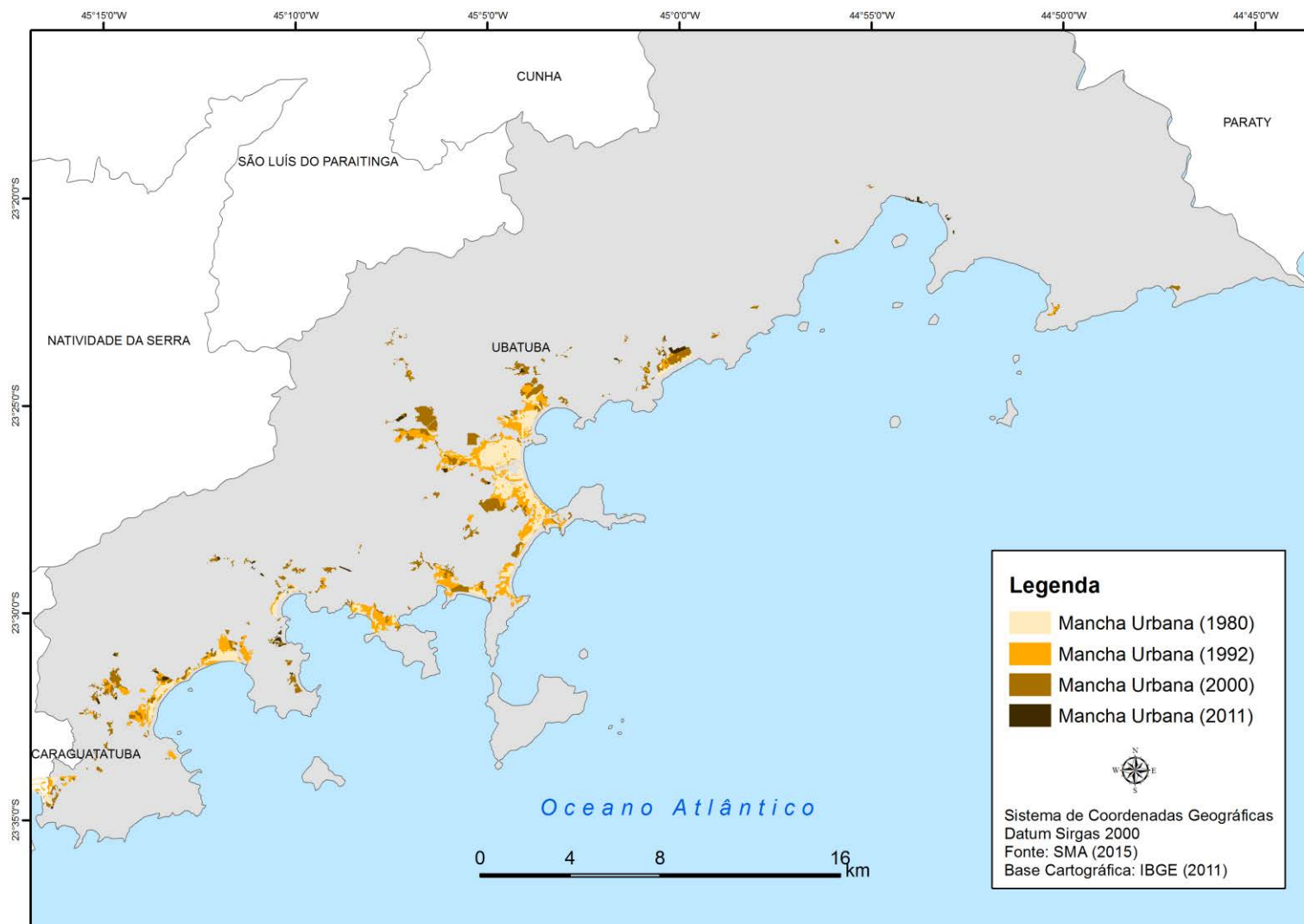


Figura 12: Expansão da mancha urbana de Ubatuba SP entre 1980 e 2011.

6.5. Análise da Criticidade

Como resultado da análise de Criticidade, apresenta-se na Figura 6 o mapa de Criticidade dos bairros urbanos município de Ubatuba. Os setores rurais e bairros com dados insuficientes (Praia da Fazenda e Praia do Félix) foram retirados da análise.

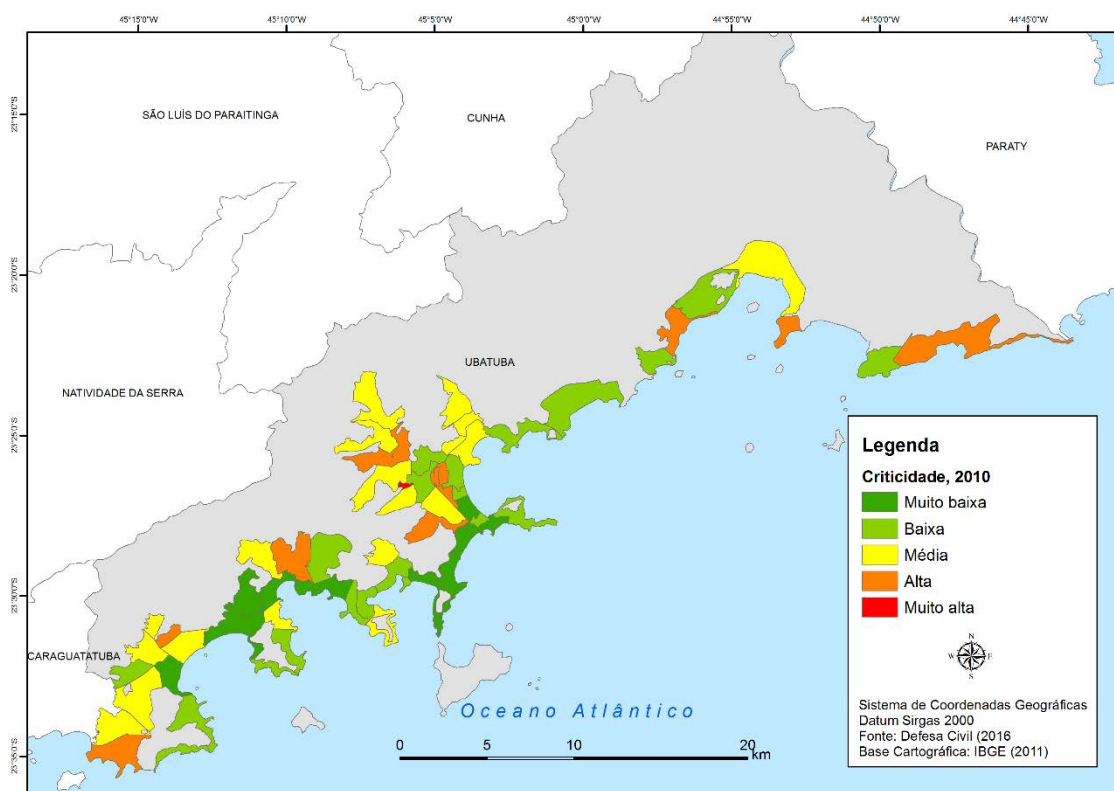


Figura 13: Mapa de Criticidade de Ubatuba SP, 2010.

Ao observar o mapa de Criticidade, é possível notar que os bairros localizados na costa, e mais próximos da região central, obtiveram níveis mais baixos de Criticidade, devido ao fato de serem regiões mais valorizadas, consequentemente ocupadas por residentes de maior poder aquisitivo. Conforme se avança para o norte do município, alguns bairros costeiros apresentam Criticidade mais elevada, por se tratarem de praias com distantes do centro, e, portanto, menos valorizadas.

Os bairros localizados mais para o interior do município, em direção a serra do mar, também tendem a ter maiores valores de Criticidade. Muitos destes bairros

se caracterizam por possuir um elevado número de ocupações irregulares em encosta.

Foram 12 os bairros de Criticidade muito baixa: Itaguá, Praia Grande, Tenório (Praia Vermelha), Toninhas (Praias Godói, Xanda e Fora), Enseada, Pedra Verde (Domingos Dias), Praia Dura, Lagoinha, Sertão do Engenho Velho e Maranduba. Em relação às variáveis utilizadas, estes bairros apresentaram bons indicadores em relação ao restante do município. Em média, estes bairros apresentam 2,7 moradores por domicílio, 30,7% de crianças e idosos, e densidade populacional de 157 hab/km², números abaixo da média em relação ao município. As mulheres responsáveis pelo domicílio somam 17,6%, o total de pessoas alfabetizadas é de 89,5%, e a renda média dos domicílios foi de R\$2284,20, todos valores acima da média em relação aos outros bairros.

Já a classe de Criticidade baixa foi composta por 20 bairros: Centro, Barra da Lagoa, Mato Dentro (Carolina, Trevo, Samambá), Ressaca, Barra Seca (Praias Vermelha e Alto), Praia do Itamambuca, Acaraú, Promirim, Ponta Grossa, Santa Rita, Pereque-Mirim, Saco da Ribeira (Praia do Lambert), Lázaro (Praia Domingos Dias), Rio Escuro, Praia da Fortaleza, Praia Grande do Bonete (Praia Deserto), Sertão do Arariba, Praia da Caçandoca (Pulso e Raposa), Picinguaba e Puruba.

Considerando as variáveis, estes bairros obtiveram uma média um pouco melhor que a média do município: densidade populacional de 182 hab/km², 3 moradores por domicílio, 13,9% de mulheres responsáveis, 87,2% de pessoas alfabetizadas, 34,4% de crianças e idosos, e uma renda média de R\$2186,10.

Os bairros que compuseram a classe média de Criticidade foram: Pereque-Açu, Pedreira, Marafunda, Estufa II, Taquaral, Sumidouro, Monte Valério, Horto (Morro das Moças), Figueira (Pé da Serra), Sertão do Pereque-Mirim, Flamengo/Praias: Ribeira e Sete Fortes, Praia Vermelha, Corcovado, Praia do Sapê, Sertão do Meio, Sertão da Quina, Rio da Prata, Tabatinga e Ubatumirim.

Nas variáveis selecionadas, estes bairros possuem médias semelhantes ao do município: densidade populacional de 214 hab/km², 3,3 moradores por domicílio, 10,9% de mulheres responsáveis, 86,1% de pessoas alfabetizadas, 35,7% de crianças e idosos e uma renda média de R\$1608,70 por domicílio.

A classe alta de Criticidade foi composta por 12 bairros: Umuarama, Estufa I, Silop, Sumaré, Ipiranguinha, Sesmaria, Praia do Puruba, Folha Seca, Sertão do Ingá, Praia da Porta (Lag, Fig, Galheta), Camburi e Almada.

Analisando as variáveis selecionadas para estes bairros, é possível destacar a densidade populacional como a variável mais crítica: em média, são 739 hab/km², sendo que dois bairros apresentaram mais de 2000hab/km²: Umuarama, com 2093 hab/km², e Silop, com 2505 hab/km². Em relação às outras variáveis, estes bairros registraram em média 3,3 moradores por domicílio, 9,7% de mulheres responsáveis, 83% de pessoas alfabetizadas, 37,5% de crianças e idosos e renda de R\$1506,50 por domicílio. Aqui, é importante destacar o bairro Camburi, que registrou uma renda média de R\$668,30 por domicílio, e o bairro Sertão do Ingá, com média de R\$994,90 por domicílio.

A classe muito alta de Criticidade foi composta apenas pelo bairro Bela Vista. Este apresentou densidade populacional de 2884 hab/km², média de 3,6 moradores por domicílio, 9,6% de mulheres responsáveis, 81,7% de pessoas alfabetizadas, 34,8% de idosos e renda de R\$1137,30 por domicílio. Este bairro se destacou na análise por possuir a mais elevada densidade populacional do município, variável que teve a maior influência na geração de fatores durante a Análise de Componentes Principais. Possui também valores abaixo da média em variáveis importantes como renda, mulheres responsáveis e pessoas alfabetizadas, além de possuir um alto número de moradores por domicílio.

A fim de comparar os dados aqui apresentados com a média do município, apresenta-se a média do município para as variáveis de Criticidade na Tabela 4:

Variáveis de Criticidade	Média dos bairros analisados
VC1 – Densidade populacional (hab/km ²)	331,8 hab/km ²
VC2 – Moradores por domicílio (hab/dpp)	3,1 moradores
VC3 – Total de mulheres responsáveis pelo dpp (%)	12,8%
VC4 – Total de pessoas alfabetizadas > 5 anos de idade (%)	86,3%
VC5 – Renda per capita dos dpp (reais)	R\$1880,20
VC6 – Total de crianças e idosos (%)	34,8%

Quadro 4: Média dos bairros analisados por variável de Criticidade, 2010.

6.6. Análise da Capacidade de Suporte

Os resultados da análise de Capacidade de Suporte dos bairros urbanos do município de Ubatuba são apresentados na Figura 7:

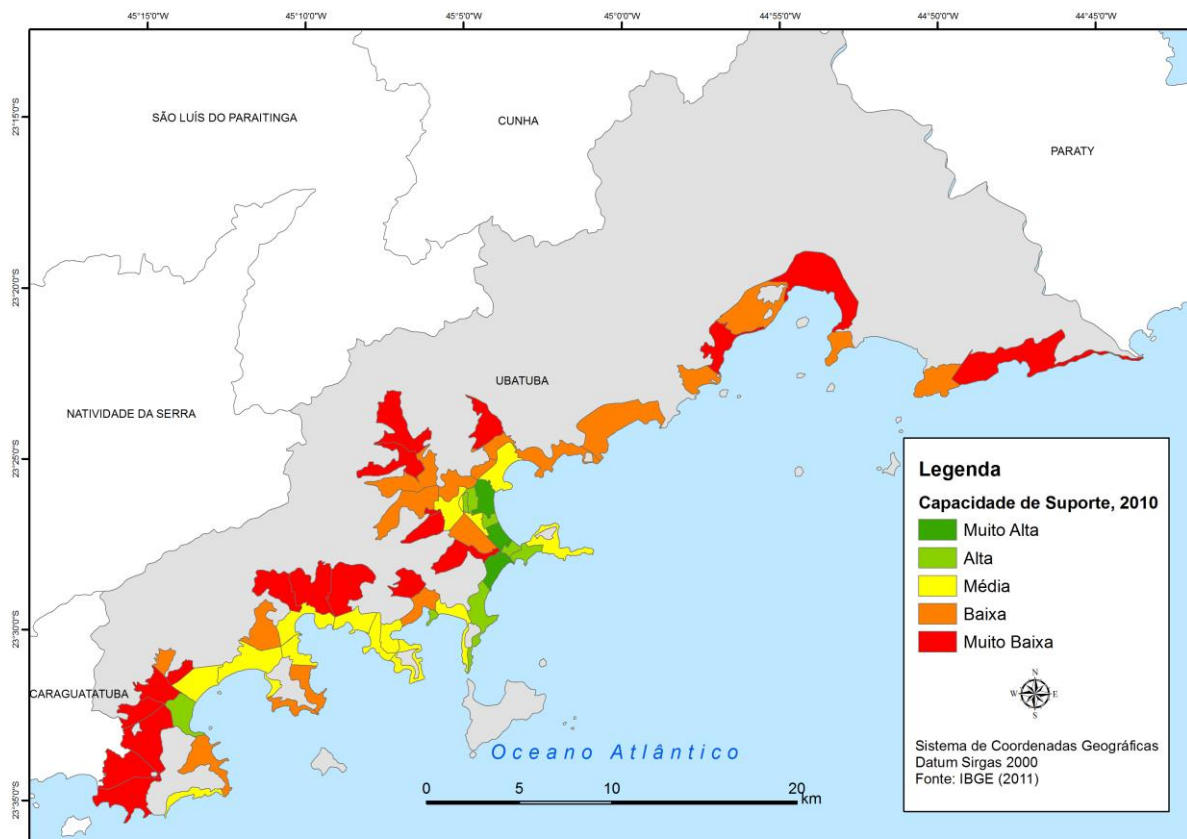


Figura 7: Mapa de Capacidade de Suporte do município de Ubatuba SP, 2010.

Analisando o mapa de Capacidade de Suporte do município o principal destaque é a quantidade de bairros classificados como baixa e muito baixa: foram 37 no total, mais da metade dos bairros analisados (63). Assim como no mapa de Criticidade, os bairros que apresentaram piores classificações de Capacidade de Suporte se localizam, em geral, no interior e norte do município. Apenas alguns bairros da região costeira próximas à região sul e central obtiveram bons indicadores de Capacidade de Suporte. Ao total, 3 bairros compõe a classe de vulnerabilidade muito alta: Centro, Itaguá e Praia Grande.

Analisando a média das variáveis de Capacidade de Suporte para estes bairros, observa-se que a maior diferença para o restante do município é o padrão de habitação: 62,1% dos domicílios são casas e 35,6% são apartamentos, valores bem acima da média do município – 90,5% e 3,7% respectivamente. Além disso,

possui em média 19,8% de domicílios com 1 morador, 70,3% com 2 a 4 moradores, 8,7% com 5 a 9 moradores. Em relação à infraestrutura, apresenta 98,4% de domicílios com abastecimento de água, 82,2% com esgotamento sanitário, 99% com lixo coletado, e 92,4% com iluminação pública no entorno – valor muito superior à média do município, de 45,3%.

A classe de Capacidade de Suporte alta contém 8 bairros: Umarama, Barra da Lagoa, Silop, Acaraú, Tenório (Praia Vermelha), Toninhas (Praias Godói, Xanda e Fora), Santa Rita e Maranduba. Estes bairros possuem bons indicadores de infraestrutura e habitação, e o maior destaque fica para os domicílios com arborização no entorno: 75,3%, maior média entre as classes de capacidade de suporte – a média do município é de 42,4%.

Na classe de média Capacidade de Suporte, aparecem 14 bairros: Pereque-Açu, Estufa I, Sumaré, Mato Dentro (Carolina, Trevo, Samambá), Ponta Grossa, Enseada, Flamengo/Praias: Ribeira e Sete Fortes, Saco da Ribeira (Praia do Lambert), Lázaro (Praia Domingos Dias), Pedra Verde (Domingos Dias), Praia Dura, Praia Vermelha, Lagoinha e Praia do Sapê.

As características destes bairros diferem dos bairros das classes alta e muito alta, e se aproximam mais de bairros nas classes baixa e muito baixa: o padrão de habitação muda, passando a conter majoritariamente domicílios do tipo casa, com 93,5%, e apenas 2,7% de apartamentos. O número de moradores por domicílio fica próximo à média do município, com 2 a 4 moradores em 74% dos domicílios. Em relação à infraestrutura, as variáveis mais críticas são em relação ao abastecimento de água, com média de 65,4%, e esgotamento sanitário, com média de 12,2%.

A classe de baixa Capacidade de Suporte é composta por 18 bairros: Ressaca, Pedreira, Marafunda, Estufa II, Ipiranguinha, Sumidouro, Barra Seca (Praias Vermelha e Alto), Praia do Itamambuca, Promirim, Pereque-Mirim, Praia da Fortaleza, Praia Grande do Bonete (Praia Deserto), Sertão do Engenho Velho, Sertão do Meio, Praia da Caçandoca (Pulso e Raposa), Picinguaba, Almada e Puruba.

Observando as variáveis coletadas para a análise, é possível destacar alguns indicadores negativos apresentados nesta classe: 37,5% dos domicílios constam com abastecimento de água, e 6,9% é ligado à rede geral de esgoto. Em relação ao número de moradores por domicílio, 16,4% dos domicílios são ocupados por 5 a 9 moradores, 66,4% por 2 a 4 moradores, e 16,4% com apenas 1 morador. Os indicadores referentes ao lixo coletado e abastecimento de energia elétrica são bons: 97,7% e 94,7%, respectivamente. O caso mais extremo é da praia do Bonete, onde apenas 63% dos domicílios contam com energia elétrica.

Os 19 bairros que compuseram a classe de muito baixa Capacidade de Suporte foram; Taquaral, Sesmaria, Monte Valério, Bela Vista, Horto (Morro das Moças), Figueira (Pé da Serra), Praia do Puruba, Sertão do Pereque-Mirim, Rio Escuro, Folha Seca, Corcovado, Sertão do Ingá, Sertão da Quina, Sertão do Arariba, Rio da Prata, Praia da Porta (Lag, Fig, Galheta), Tabatinga, Camburi e Ubatumirim.

Estes bairros se caracterizam pela predominância de domicílios tipo casa (97,5%) e alto número de moradores por domicílio (23,3% constam com 5 a 9 moradores, 62,7% com 2 a 4 moradores, e 13% com 1 morador). Em relação à infraestrutura, apenas 2,1% possuem esgotamento sanitário, 18,5% possuem abastecimento de água, e 94,8% possuem energia elétrica (o caso mais extremo é do bairro Praia da Porta, onde este número é de 54,5%). Quanto ao entorno dos domicílios, apenas 11,4% possuem iluminação pública e 12,6% possuem arborização.

Com isso, é possível estabelecer um padrão para as classes resultantes de Capacidade de Suporte. As classes mais altas de Capacidade de Suporte apresentaram menos moradores por domicílio, e um alto número de apartamentos, com mais acesso à água, esgoto, energia elétrica, assim como arborização e iluminação pública no entorno. Em contrapartida, as classes mais baixas apresentaram um predomínio de casas, em sua maioria sem abastecimento de água da rede geral, esgotamento sanitário, arborização e iluminação pública no entorno. A fim de comparação, a Tabela 5 apresenta a média do município para as variáveis utilizadas:

Variáveis de Capacidade de Suporte	Média dos bairros analisados
VS1 – Densidade domiciliar (dpp/km ²)	328 dom/km ²
VS2 – Domicílios tipo casa (%)	90,5%
VS3 – Domicílios tipo casa de vila ou condomínios (%)	1,9%
VS4 – Domicílios tipo apartamento (%)	3,7%
VS5 – Domicílios cedidos (%)	22,7%
VS6 – Domicílios alugados (%)	12,2%
VS7 – Domicílios com água da rede geral (%)	47,1%
VS8 – Domicílios ligados à rede geral de esgoto ou pluvial (%)	14,5%
VS9 – Domicílios com lixo coletado (%)	94,9%
VS10 – Domicílios com energia elétrica (%)	93,1%
VS11 – Domicílios com energia elétrica de outras fontes (%)	0,7%
VS12 – Domicílios sem energia elétrica (%)	2,6%
VS13 – Domicílios com 1 morador (%)	14,5%
VS14 – Domicílios com 2 a 4 moradores (%)	66%
VS15 – Domicílios com 5 a 9 moradores (%)	15,3%
VS16 – Domicílios com 10 ou mais moradores (%)	0,5%
VS17 – Domicílios que possuem iluminação pública (%)	45,3%
VS18 – Domicílios que possuem rampa para cadeirante no entorno (%)	0,4%
VS19 – Domicílios com arborização no entorno (%)	42,4%

Quadro 5: Média dos bairros analisados por variável de Capacidade de Suporte, 2010.

6.7. Análise da Vulnerabilidade Socioambiental

Como produto dos mapeamentos de Criticidade e Capacidade de Suporte, apresenta-se o mapa de Vulnerabilidade Socioambiental de Ubatuba SP, 2010 (Figura 14).

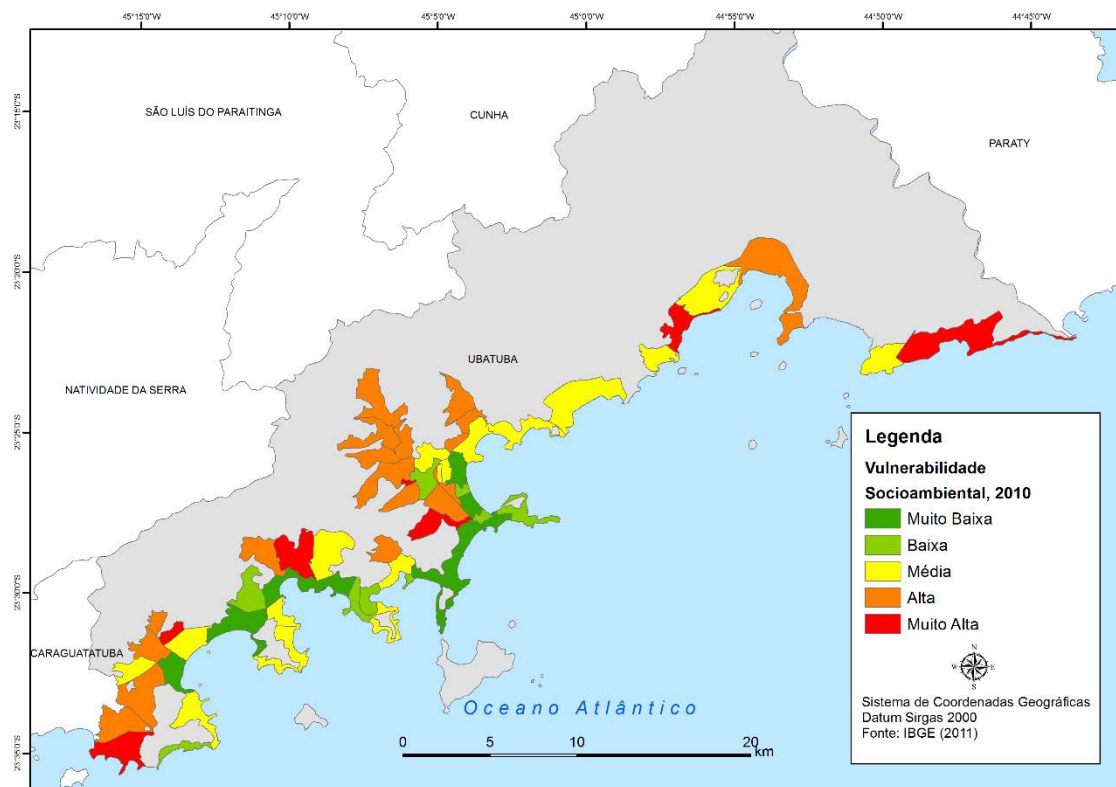


Figura 14: Mapa de Vulnerabilidade Socioambiental do município de Ubatuba SP, 2010.

Ao observar o mapa de Vulnerabilidade Socioambiental, na Figura 8, é possível perceber que as áreas mais vulneráveis do município estão localizadas no interior, principalmente na região central. Apenas ao avançar para o extremo norte e sul, é possível notar a presença de bairros de alta e muito alta vulnerabilidade em região costeira. Isso indica que, durante o processo de urbanização do município, uma parte da população mais vulnerável foi afastada das praias mais valorizadas da região central, acabando por residir próximos a Serra do Mar, agravando ainda mais os riscos de deslizamento. Já nos bairros afastados do centro, como Praia da Porta e Praia da Fazenda, a alta vulnerabilidade se dá principalmente à falta de infraestrutura fornecida pelo município e à baixa renda da população.

A relação de bairros por classe de vulnerabilidade pode ser observada na Tabela 6:

Vulnerabilidade Socioambiental	Bairros	Total
Muito baixa	Centro, Itaguá, Praia Grande, Tenório (Praia Vermelha), Toninhas (Praias Godói, Xanda e Fora), Enseada, Pedra Verde (Domingos Dias), Praia Dura, Lagoinha, Maranduba.	10
Baixa	Barra da Lagoa, Mato Dentro (Carolina, Trevo, Samambá), Acaraú, Ponta Grossa, Santa Rita, Saco da Ribeira (Praia do Lambert), Lázaro (Praia Domingos Dias), Sertão do Engenho Velho, Praia do Frade (Saco das Bananas).	9
Média	Ubatumirim, Umuarama, Pereque-Açu, Silop, Ressaca, Barra Seca (Praias Vermelha e Alto), Praia do Itamambuca, Promirim, Pereque-Mirim, Flamengo (Ribeira e Sete Fortes), Rio Escuro, Praia da Fortaleza, Praia Grande do Bonete (Praia Deserto), Praia, Vermelha, Praia do Sapê, Sertão do Arariba, Praia da Caçandoca (Pulso e Raposa), Picinguaba, Puruba.	18
Alta	Estufa I, Sumaré, Pedreira, Marafunda, Estufa II, Ipiranguinha, Taquaral, Sumidouro, Monte Valério, Horto (Morro das Moças), Figueira (Pé da Serra), Sertão do Pereque-Mirim, Corcovado, Sertão do Meio, Sertão da Quina, Rio da Prata, Tabatinga, Almada.	19
Muito Alta	Sesmaria, Bela Vista, Praia do Puruba, Folha Seca, Sertão do Ingá, Praia da Porta, Camburi.	7

Tabela 6: Total de bairros por classe de Vulnerabilidade Socioambiental.

A tabela mostra que a maioria dos bairros do município está nas classes de média e alta vulnerabilidade. Ao total, 37 dos 63 bairros analisados compõem estas classes. Na Figura 15, apresenta-se a área total ocupada por cada classe de vulnerabilidade, em quilômetros quadrados. A porcentagem é relativa à área total dos bairros analisados, portanto excluíram-se áreas rurais e os bairros que não fizeram parte da análise.

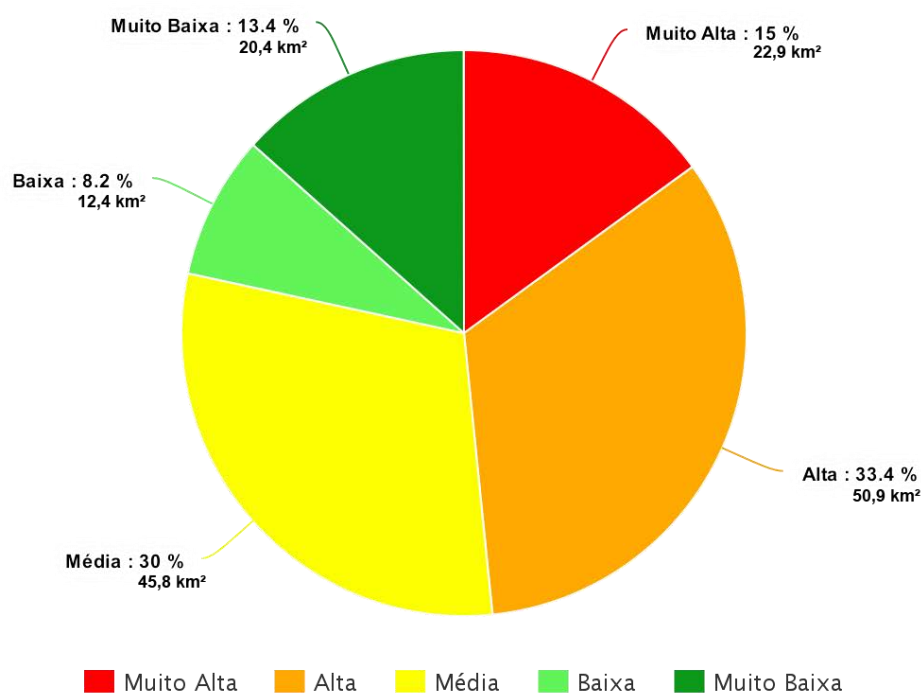


Figura 15: Total de área ocupada por classe de Vulnerabilidade Socioambiental.

Observando a Figura 15, é possível notar que as classes de média e alta vulnerabilidade ocupam a maior parte da área dos bairros analisados. É importante ressaltar que a classe de muito alta vulnerabilidade, composta por 7 bairros, ocupa 15% da área total, valor maior do que a classe muito baixa, com 10 bairros, e baixa, com 9 bairros. Isso indica que os bairros menores, e principalmente, localizados na região central, tendem a ser menos vulneráveis do que os bairros afastados e de maior extensão territorial.

Observando os resultados das análises de Capacidade de Suporte, Criticidade e Vulnerabilidade, é possível concluir que, em geral, bairros mais vulneráveis tendem ser ocupados predominantemente por casas, possuem alta densidade demográfica, maior número de moradores por domicílio, menor acesso a serviços de infraestrutura, menor renda e menor índice de alfabetização. Além disso, tendem a se localizar próximos a encostas, no caso da região central, ou distantes do centro, no caso dos extremos norte e sul do município.

6.8. Mapas das ocorrências da Defesa Civil

Como resultado do mapeamento das ocorrências registradas pela Defesa Civil de Ubatuba entre os anos de 2013 e 2016, apresentam-se os mapas de Ocorrências de Inundações (Figura 16) e Ocorrências de Deslizamentos (Figura 17).

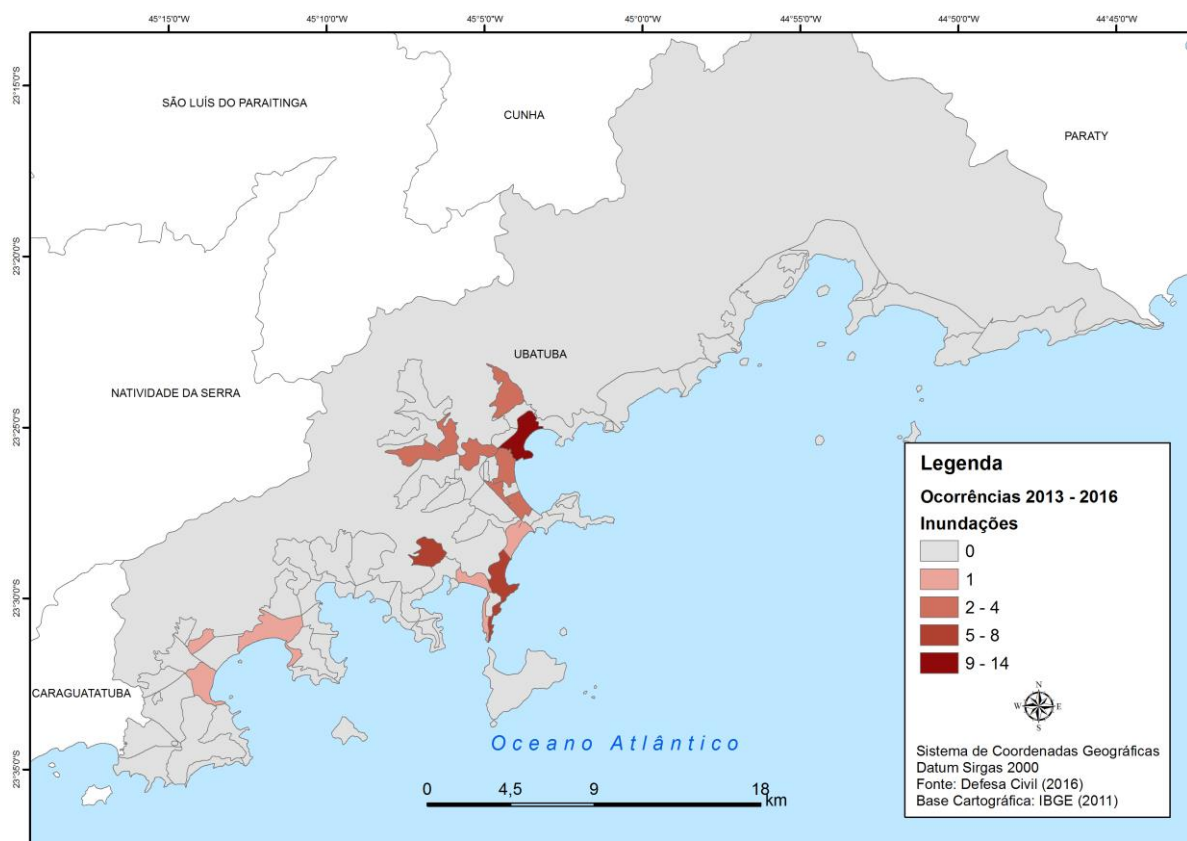


Figura 16: Ocorrências de Inundações em Ubatuba SP, 2013 – 2016.

A Figura 16 demonstra que a maior parte das ocorrências de inundações e alagamentos ocorrem na região central, sendo que os bairros mais afetados se localizam próximos a orla, em regiões de planície. Os bairros que apresentaram o maior número de ocorrências foram o Perequê-Açu, com 14, e o bairro das Toninhas, com 8 ocorrências, ambos localizados na orla.

Analizando o mapa dos deslizamentos, na Figura 17, nota-se que existem áreas suscetíveis a deslizamento por toda a extensão do município, devido às altas variações altimétricas e de declividade que permeiam o perímetro urbano. É possível

notar uma maior concentração de ocorrências na região central, próximas à cadeia de montanhas da Serra do Mar. É nesta área que se encontra o bairro Ipiranguinha, que registrou o maior número de ocorrências (23).

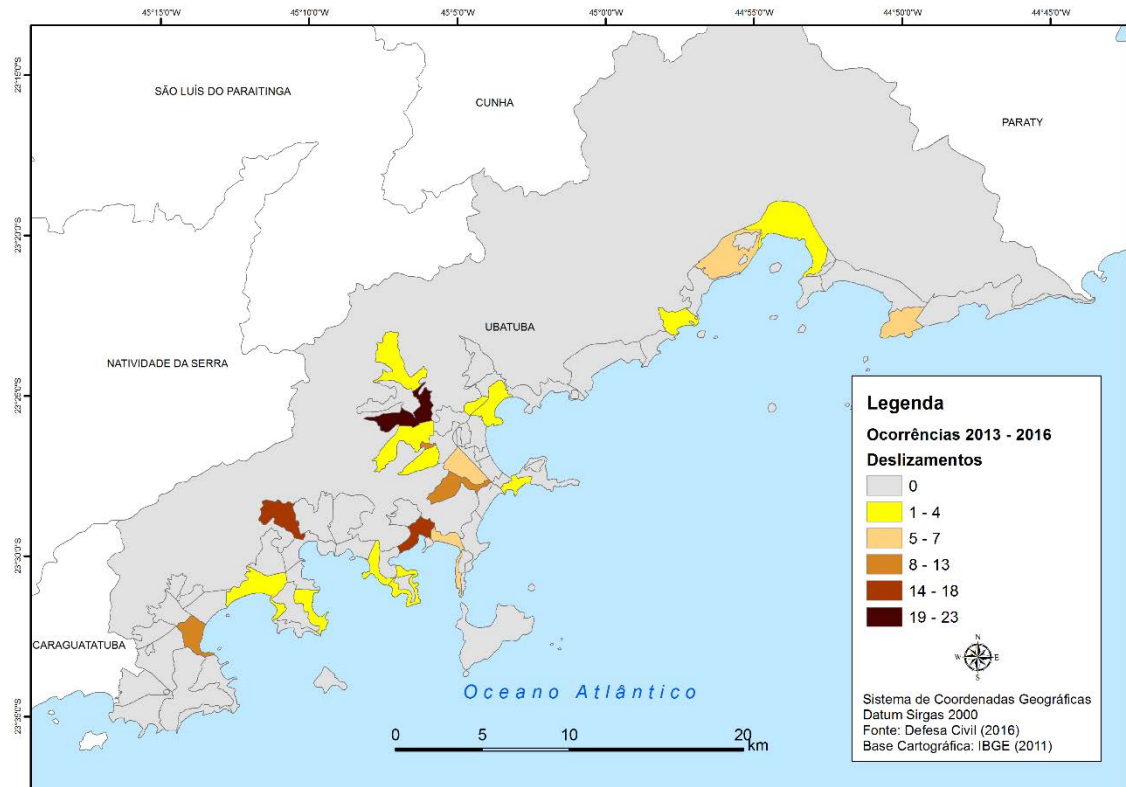


Figura 17: Ocorrências de deslizamentos em Ubatuba SP, 2013 – 2016.

Ao observar as Figuras 16 e 17, que demonstra o total de ocorrências registradas no período, tanto para deslizamentos quanto para inundações, é possível aferir que boa parte dos bairros sofreram danos causados por eventos climáticos entre 2013 e 2016, afetando toda a extensão do município. Dos 63 bairros analisados, 31 apresentam ao menos uma ocorrência neste período. Destes, 18 apresentaram menos de 5 casos, 7 apresentaram de 5 a 10 casos, e 6 apresentaram de 12 a 25 casos. Os valores exatos são representados na Tabela 7.

Bairro	Deslizamentos	Inundações e alagamentos
Bela Vista	12	0
Centro	0	2
Corcovado	18	0
Enseada	7	1
Estufa I	0	4
Estufa II	7	0
Flamengo/Praias: Ribeira e Sete Fortes	1	0
Figueira (Pé da Serra)	1	0
Ipiranguinha	23	2
Itaguá	0	2
Lagoinha	1	1
Lázaro (Praia Domingos Dias)	4	0
Marafunda	1	0
Maranduba	13	1
Monte Valério	1	0
Pedreira	2	0
Pereque-Açu	2	14
Pereque-Mirim	16	0
Picinguaba	7	0
Praia da Fortaleza	4	0
Praia Grande	0	1
Promirim	1	0
Puruba	7	0
Ressaca	0	2
Sertão do Inga	0	1
Sertão do Pereque-Mirim	0	5
Sesmaria	10	0
Tenório (Praia Vermelha)	1	0
Taquaral	0	2
Toninhas (Praias Godói, Xanda e Fora)	0	8
Ubatumirim	3	0

Tabela 7: Ocorrências de deslizamento e inundações registradas pela Defesa Civil em Ubatuba SP, de 2013 a 2016.

É importante constatar que, em geral, os bairros sofrem ou com deslizamentos de massa ou com inundações e alagamentos. São poucos os bairros que são afetados com ocorrências de ambas as naturezas. Quando existem

registros dos dois tipos, um deles sempre acaba sendo predominante. Isso ocorre por conta da geografia do município. Em geral, bairros afetados por inundações se localizam na planície costeira, longe de encostas. Em contrapartida, os bairros afetados por deslizamentos se encontram em terrenos mais acidentados, longe de pontos de alagamento.

6.9. Análise Multicritério

Discutidos os mapeamentos coletados e produzidos que compõe este estudo, apresenta-se o mapeamento de risco realizado por meio da análise multicritério.

Utilizando os mapeamentos de declividade, uso do solo, vulnerabilidade socioambiental e ocorrências da Defesa Civil, foi realizada a análise multicritério a fim de caracterizar o risco de deslizamentos de terra no município, ilustrado na Figura 18.

O risco de deslizamentos separado em cinco classes: muito baixo, baixo, médio, alto, muito alto. Os bairros que apresentaram áreas de risco muito alto foram: Ipiranguinha, Bela Vista, Perequê-Mirim, Corcovado e Sesmaria.

No recorte A da Figura 18, encontra-se a maior concentração de áreas de risco de deslizamento do município, e é onde se encontram os bairros do Ipiranguinha, Bela Vista e Sesmaria. A região é ocupada majoritariamente por ocupações consolidadas e ocupações em consolidação, muitas das localizadas em áreas de encosta. Os três bairros supracitados se enquadram na classe de alta vulnerabilidade socioambiental, portanto carecem de infraestrutura adequada. Possuem um alto número de casas, moradores por domicílio, e a população em geral possui baixa renda e escolaridade. O bairro do Ipiranguinha foi o que mais apresentou ocorrências de deslizamentos, com 23 registros.

No recorte B, destaca-se os bairros do Corcovado e Perequê-Mirim, que também apresentaram áreas de risco classificadas como muito alta, indicando alta vulnerabilidade e declividade nas áreas ocupadas. O bairro do Corcovado, à esquerda, registrou 18 ocorrências de deslizamento, sendo o segundo mais afetado.

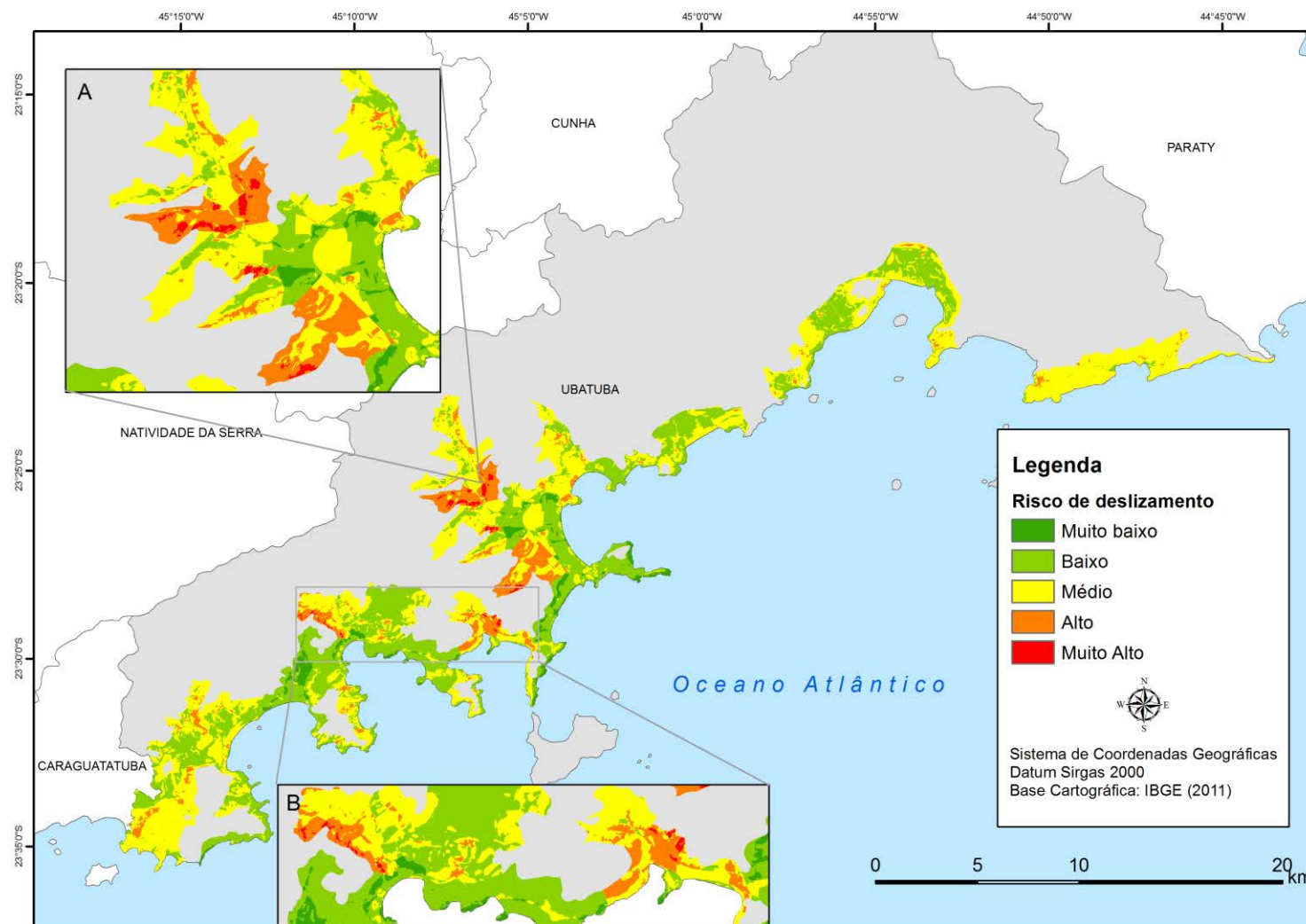


Figura 18: Mapa de risco de deslizamentos de terra em Ubatuba SP.

Observando a Figura 19, que mostra o total de área ocupada por classe de risco, observa-se que a maior parte do município está em zonas de risco muito baixo, baixo, e médio, somando 90,6% do total analisado. Nestas classes predominam regiões da planície costeira e áreas de encosta sem indícios de ocupações humanas. As áreas de risco alto e muito alto somam apenas 9,4% do total, indicando que a análise multicritério é eficiente em restringir e pontuar as áreas mais críticas, correspondentes a regiões onde os maiores fatores de risco se sobrepõe: alta declividade, alta vulnerabilidade, ocupação urbana e histórico de ocorrências no local.

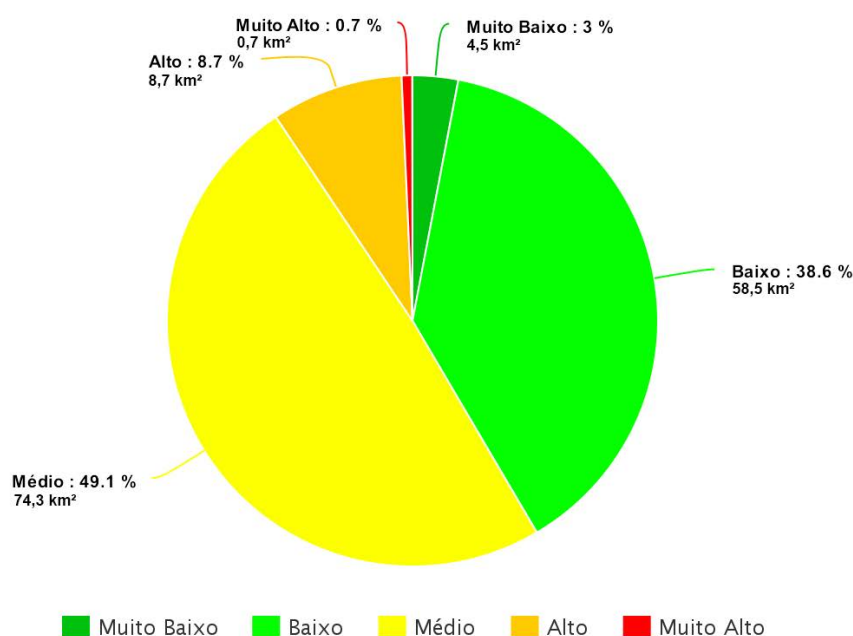


Figura 19: Total de área ocupada por classe de risco de deslizamento.

O mapa de risco de inundações foi elaborado utilizando os mapeamentos de declividade, uso do solo, vulnerabilidade socioambiental, ocorrências da Defesa Civil, e drenagem, e é apresentado na Figura 20. Foram geradas cinco classes de risco, e o total de área ocupada por cada classe é apresentada na Figura 21.

Os bairros que apresentaram maiores áreas de risco alto foram Perequê-Açu, Estufa I, Estufa II, Ipiranguinha, Ressaca, Sumaré, Bela Vista, Marafunda e Taquaral, destacados no recorte A.

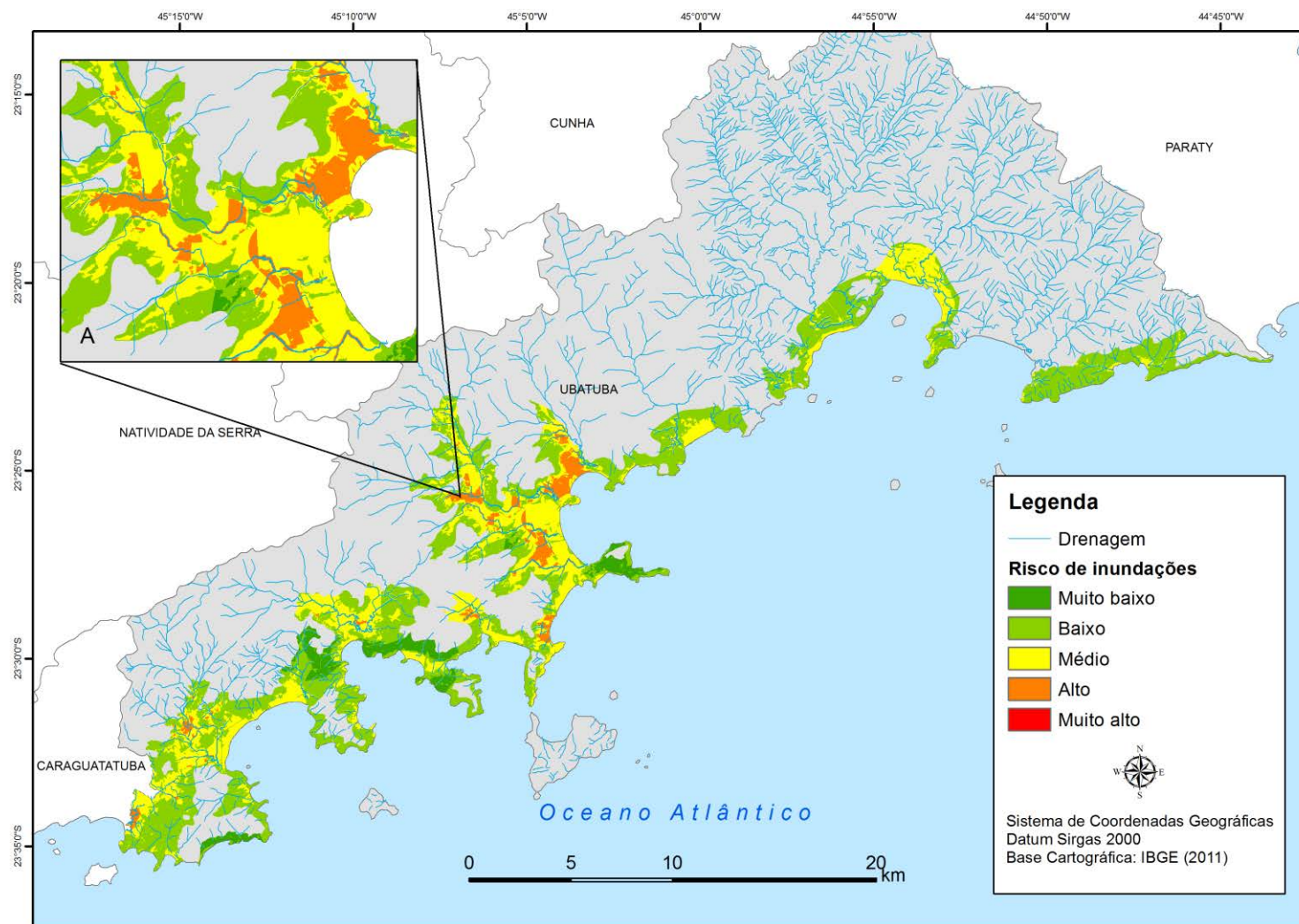


Figura 20: Mapa de risco de inundações em Ubatuba SP.

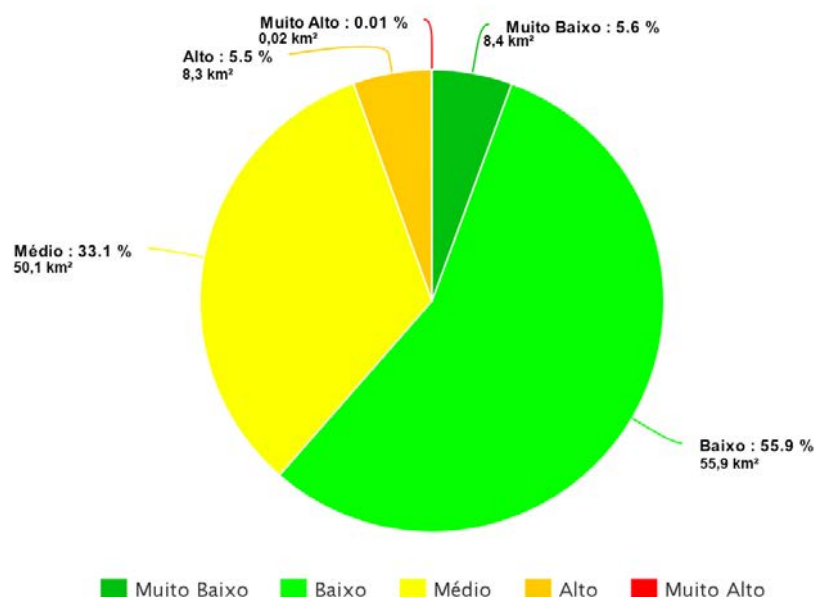


Figura 21: Total de área ocupada por classe de risco de inundação.

Observando o mapa, é possível aferir que a região da planície central é a mais ameaçada por possíveis inundações, devido à baixa declividade e alta concentração populacional. Os bairros distantes do centro apresentam, em geral, risco baixo e muito baixo, com algumas áreas de risco médio próximo às praias.

A Figura 21 indica que as áreas de risco baixo e muito baixo ocupam 61,5% do município, 33,1% é ocupada por áreas de risco médio, e apenas 5,5% consistem em áreas de risco alto e muito alto.

Os bairros que apresentaram maior área de risco foram o Perequê-Açu, Ipiranguinha, Marafunda, Ressaca, Sertão do Perequê-Mirim, Estufa I, Estufa II, Sumaré, Sumidouro, Toninhas e Taquaral.

7. CONCLUSÕES

Este trabalho teve como principal objetivo utilizar Sistemas de Informações Geográficas para o desenvolvimento de metodologias que permitam a identificação de áreas de risco, podendo vir a auxiliar órgãos públicos no processo de planejamento de elaboração de estratégias de prevenção e mitigação de desastres naturais, em especial enchentes e deslizamentos de terra.

Os resultados dessa pesquisa indicam que a metodologia adotada para o mapeamento das ocorrências da Defesa Civil auxilia na observação da distribuição espacial desses eventos, o que é vital para um estudo completo que vise avaliar as áreas de riscos a deslizamento e inundação da região. O georreferenciamento das ocorrências permite uma análise completa do município ao relacionar o local de desastres com a infraestrutura, legislação e Geografia presente em seu entorno.

A análise de vulnerabilidade socioambiental a partir de informações censitárias, incluindo dados socioeconômicos e de infraestrutura, permite identificar as populações mais vulneráveis, ou seja, que seriam afetadas no caso de eventuais desastres naturais. Assim, dialoga diretamente com o conceito que fundamenta a Defesa Civil no Brasil, de que a melhor maneira de enfrentar desastres naturais é a prevenção.

Em Ubatuba, o estudo aponta que os bairros mais vulneráveis se destacam pela baixa renda e escolaridade, alta densidade populacional, e falta de infraestrutura municipal. A metodologia adotada utilizou a unidade bairro para agregar informações, no entanto, ela pode ser adaptada conforme a escala do estudo, podendo utilizar a unidade setor censitário, no caso de estudos locais, até a unidade município, no caso de estudos regionais.

Buscando aprofundar a análise de risco, foram utilizados mapas relativos ao uso do solo, declividade e drenagem do município. Ao realizar a sobreposição destes aos mapas de Vulnerabilidade Socioambiental e Ocorrências da Defesa Civil, foi possível a produção dos mapas de Risco de Deslizamento e Risco de Inundações, onde as áreas destacadas possuem uma precisão maior, por destacarem apenas áreas que atendem os pré-requisitos estabelecidos na

metodologia. Desta maneira as áreas de risco alto e muito alto se aproximam mais da realidade do local, por pontuar áreas onde uma série de fatores de risco se sobrepõe geograficamente.

As geotecnologias são vitais para estudos de planejamento territorial, podendo ser usadas como instrumento de organização territorial, garantindo um eficiente uso e manejo do solo urbano e gestão ambiental. No entanto, o uso dessa ferramenta ainda é pouco disseminado no Brasil. Ao longo do trabalho, foi discutido a carência de uma base de dados georreferenciados, o que dificulta e muitas vezes impossibilita estudos utilizando Sistemas de Informações Geográficas.

No caso deste estudo é necessário destacar as dificuldades de se trabalhar com uma base de dados que não possui referências geográficas ou endereços precisos. Devido à grande quantidade de endereços incompletos, portanto impossíveis de serem precisamente localizados, as ocorrências foram aglomeradas em bairros, delimitados pelo IBGE (2011). Este tipo de generalização acaba prejudicando a interpretação dos eventos pois impede sua localização precisa. Porém, optou-se por manter os dados no nível do bairro a fim de tornar possível a realização das análises, adequando a metodologia à real disponibilidade dos dados. Este trabalho foi desenvolvido em parceria com a Defesa Civil de Ubatuba, portanto essas questões foram abordadas e discutidas em parceria com sua equipe, a fim de melhorar a precisão de coleta de dados no futuro. Os resultados serão disponibilizados para a Defesa Civil de Ubatuba, para auxiliar os gestores públicos no processo de tomada de decisões relativas a planejamentos de risco no município.

BIBLIOGRAFIA

BIASI, D. M., A carta clinográfica: Os métodos de representação e sua confecção. Departamento de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 45-53, 1992.

BLAIKIE, P.; CANNON, T., DAVIS, I. y WISNER, B. At Risk. Natural hazards, people's vulnerability and disasters. Londres, Routledge. 1994.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional, Programa 2040 - Gestão de Riscos e Resposta a Desastres, São Paulo, 2012. Disponível em: <http://www.integracao.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=e008bc1e-64bb-4eab-ac09-50451032c336&groupId=10157>. Acesso em 28Set2015.

BRASIL. Lei nº12.608, 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12608.htm>

BORTOLETTO, K.C.; FREITAS, MIC.; ROSSETTI, L.A.F.; OLIVEIRA, R.B.N; LEITE, A. (2014) Indicadores Socioeconômicos e Ambientais para a Análise da Vulnerabilidade Socioambiental do Município de Santos – SP. In: Congresso Brasileiro de Cartografia (CBC), 26. Proceedings... Gramado RS, 1:001–016

Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres (CEPED). Atlas Brasileiro de Desastres Naturais 1991 a 2010: volume Brasil. Florianópolis: UFSC; 2012.

CÂMARA MUNICIPAL DE UBATUBA. Lei orgânica do município de Ubatuba. Até 2005. Disponível em < <http://www.camaraubatuba.sp.gov.br/>>

CARMO, R. L.; ANAZAWA, T. M. Mortalidade por desastres no Brasil: o que mostram os dados. Ciência e Saúde Coletiva (Impresso), v. 19, p. 3669-3681, 2014.

CARDOSO, L.; SANTOS, L. Ocupações Irregulares E Vulnerabilidade No Município De Ubatuba (Sp). In: 11/2013, SIMPURB 13 - XIII Simpósio Nacional de Geografia Urbana - Ciência e Ação Política: Por Uma Abordagem Crítica., Vol. 1, pp.1-13, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2013

CASTRO, A. L. C. Glossário de Defesa Civil: estudos de riscos e medicina de desastres. Brasília: MPO, 1999. 283 p.

CASTRO, A. L. C. Manual de planejamento em defesa civil. Brasília: Ministério da Integração Nacional, Secretaria de Defesa Civil, 1999.

Castro, D. M. D. L. D., & Bruna, G. C. (2002). Políticas públicas de ocupação do solo e desenvolvimento sustentável: o caso do município de Ubatuba. In *Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental*, 28(pp. 1-7). FEMISCA.

CEPED. UFSC. Capacitação básica em defesa civil: livro texto para educação à distância. Florianópolis: CEPED UFSC, 2011.

CUTTER, S.L. Vulnerability to environmental hazards. Progress in Human Geography, vol. 20, nº 4, 1996. p. 529-539.

CUTTER, S.L. et al. Social Vulnerability to Environmental Hazards. *Social Science Quarterly*, vol. 84, nº 2, 2003. p. 242-261.

CUTTER, S. L. A ciência da vulnerabilidade: Modelos, métodos e indicadores. *Revista Crítica de Ciências Sociais*, 93, 2011, p. 59-69.

FIELD, A. Descobrimos a estatística usando o SPSS. 2 Ed. Artmed. Porto Alegre: Bookman. 2009.

FREITAS, M.I.C. ; ROSSETTI, L. A. F. ; OLIVEIRA, R. B. N. . Risk Mapping in Urban Areas:Methodological Essay for Sample Area of Santos, São Paulo Brazil. *RBC. Revista Brasileira de Cartografia (Online)*, v. 67, p. 1-16, 2015.

FREITAS, M. I C.; CUNHA, L. Cartografia da Vulnerabilidade socioambiental: convergências e divergências a partir de algumas experiências em Portugal e no Brasil. *Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, v.5, n.1, p.15-31, jan/jun.2013.

FREITAS, M. I. C.; CUNHA, L. Modelagem de dados socioambientais visando estudos de vulnerabilidade: o caso de 17 concelhos do centro de Portugal. *Revista Geonorte. Edição Especial*, v.1, n.4. p.816-829. 2012. <http://www.revistageonorte.ufam.edu.br>. Acessado em: 10 ago. 2012.

HASUI, Y.; MIOTO, J.A.; MORALES, N. 1994. Geologia do Pré – Cambriano. In: FALCONI, F.F.; NEGRO JR., A. (eds). *Solos do Litoral Norte de São Paulo*. São Paulo, ABMS. p.41-68.

IG-SP – INSTITUTO GEOLÓGICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Mapeamento das áreas de riscos associados a escorregamentos e inundações no município de Ubatuba, SP. Relatório Técnico. São Paulo, 2006c. 423 p.

IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Mapeamento de risco 2010 - Caraguatatuba. Parecer Técnico no 18578/301. São Paulo, 2010.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Demográfico 2010. Disponível em: . Acesso em: 05 mai. 2016.

IBGE. "Perfil dos municípios Brasileiros." Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2012).

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Mapas. Bases cartográficas. Malhas digitais de setores censitários 2000 e 2010. Disponível em: <http://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais>.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades@.Histórico do município. Disponível em:

<<http://cidades.ibge.gov.br/painel/historico.php>>. Acesso em: jun 2016.

IF. INSTITUTO FLORESTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Plano de manejo do Parque Estadual da Serra do Mar. 2013. P. 438. Disponível em:<http://iflorestal.sp.gov.br/files/2013/03/Plano_de_Manejo_Pe_Serra_do_Mar.pdf>.

JANNUZZI, P. de M., WL de MIRANDA, e DSG da Silva. "Análise multicritério e tomada de decisão em políticas públicas: aspectos metodológicos, aplicativo operacional e aplicações." *Revista Informática Pública* 11.1 (2009): 69-87.

JENKS, George F. 1967. "The Data Model Concept in Statistical Mapping", *International Yearbook of Cartography* 7: 186–190.

MCGRANAHAN, G.; BALK, D.; ANDERSON, B. The rising tide: assessing the risks of climate change and human settlements in low elevation coastal zones. *Environment and Urbanization*, Vol. 19, n. 1, p. 17-37, 2007.

MORAIS, S. M.; RODRIGUES, J. B.; SACHSI, L. L. B.; DEHLER, N. M. 1999. Integração Geológica da Folha de Santos 1:250.000 (SF-23-Y-D). Estado de São Paulo. Brasil. Ministério de Minas e Energia. CPRM – Serviço Geológico do Brasil. 1v e Mapa.

MELLO, A. Y. I., ALVES, H. P. F., D'ANTONA, A. O. e CARMO, R. L. Vulnerabilidade socioambiental nos municípios do litoral paulista no contexto das mudanças climáticas. In: Associação Brasileira de Estudos Populacionais, 2010a, Caxambu – MG. XVII Encontro Nacional de Estudos Populacionais. Caxambu.

MELLO, A. Y. I., D'ANTONA, A. O., ALVES, H. P. F. e CARMO, R. L. Análise da Vulnerabilidade Socioambiental nas Áreas Urbanas do Litoral Norte de São Paulo. In: Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade – ANPPAS, 2010b, Florianópolis - SC. V ENANPPAS. Florianópolis-SC, 2010b.

MELLO, A.Y.I. Riscos e Vulnerabilidades às Mudanças Climáticas e Ambientais: Análise Multiescalar na Zona Costeira de São Paulo-Brasil. 2014.

MELLO, A.Y.I. Riscos e Vulnerabilidades às Mudanças Climáticas e Ambientais: Análise Multiescalar na Zona Costeira de São Paulo-Brasil. 2014. 311p. Tese (Doutorado em Ambiente e Sociedade) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2014.

POÇANO, V. L.; CARNEIRO, C. D. R.; BISTRICHI, C. A.; ALMEIDA, F. F. M. \$ PRANDINI, F. L. 1981. Mapa geológico do Estado de São Paulo (escala 1:1.000.000). São Paulo, 2v. Monografias, IPT/DMGA.

SAITO, S. M.; FERREIRA, C. C.; SAUSEN, T. M.; HANSEN, M. A. F.; MARCELINO, I. O. P. V. 21 2009. Sistematização de ocorrências de desastres naturais na região Sul do Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14, Natal, Brasil, 2009. Anais... INPE, p. 2333-2339.

SANT'ANNA NETO, J.L. 1990. Ritmo climático e a gênese das chuvas na zona costeira paulista. Dissertação de Mestrado. São Paulo: Departamento de Geografia/FFLCH/USP, 156p.

SÃO PAULO/SMA. 1996. Atlas das unidades de Conservação Ambiental do Estado de São Paulo. Parte I – Litoral. São Paulo. SMA, 1996.

SÃO PAULO/INSTITUTO FLORESTAL (IF) 2006. Parque Estadual da Serra do Mar – Plano de Manejo (diagnóstico e Avaliação do Meio Físico). Em CDROM

TAVARES, R., SANT'ANNA NETO, J.L., TOMMASELLI, J.T.G., PRESSINOTTI, M.M.N., SANTORO, J. 2004. Análise da variabilidade temporal e espacial das chuvas associadas aos movimentos de massa no litoral norte paulista. In Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais, 1, 2004, Florianópolis. Anais do I SIBRADEN. Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004. p.680- 696. (CD-ROM).

TAVARES, R.; ARMANI, G.; BRIGATTI, N. ROCHA, B. N. 2005. Hidroclimatologia. In: FERREIRA, C.J. (coord) 2005. Diretrizes para a regeneração sócio-ambiental de áreas degradadas por mineração de saibro (caixas de empréstimo), Ubatuba. 2º Relatório Técnico Parcial, Instituto geológico, São Paulo, 2005. FAPESP (Processo 03/07182-5).

TOMINAGA, L. K. Avaliação de metodologias de análise de risco a escorregamentos: aplicação de um ensaio em Ubatuba, SP. 2007. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

UBATUBA. Lei Municipal n. 711, 14 de fevereiro de 1984. Disponível em < <http://www.camaraubatuba.sp.gov.br/documentos/leis/1984/711.pdf>>.

UNESP – UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – RIO CLARO. Elaboração de Plano de Redução de Riscos da Estância Balneária de Caraguatatuba (SP). Relatório Técnico. FUNEP, 2006. 108 p.

VALERIANO, M. M. TOPODATA: guia para utilização de dados geomorfológicos locais. Do projeto de Produtividade em Pesquisa “Modelagem de dados topográficos SRTM”, CNPq, processo nº 306021/2004-8 (NV). MCTI. INPE. São José dos Campos. SP. 2008.