



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JULIO DE MESQUITA FILHO”
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS
EXATAS



Trabalho de Graduação
Curso de Graduação em Geografia

**INDICADORES SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS
PARA A ANÁLISE DA VULNERABILIDADE
SOCIOAMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE RIO CLARO – SP**

Francielle Calixto Sodelli

Profa. Dra. Maria Isabel Castreghini de Freitas

Rio Claro SP

2015

FRANCIELLE CALIXTO SODELLI

**INDICADORES SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS
PARA A ANÁLISE DA VULNERABILIDADE
SOCIOAMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE RIO CLARO – SP**

Orientador: Profa. Dra. Maria Isabel Castreghini de Freitas

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

333.709 Sodelli, Francielle Calixto
S679i Indicadores socioeconômicos e ambientais para a análise da
 vulnerabilidade socioambiental do município de Rio Claro-SP / Francielle
 Calixto Sodelli. - Rio Claro, 2016
 81 f. : il., figs., gráfs., tabs., 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 física - Aspectos ambientais. 2. Vulnerabilidade
socioambiental. 3. Indicadores socioeconômicos. 4. Sistema de
Informação Geográfica. I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP
Campus de Rio Claro/SP

FRANCIELLE CALIXTO SODELLI

INDICADORES SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS PARA A ANÁLISE DA VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE RIO CLARO – SP

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

Orientador: Profa. Dra. Maria Isabel Castreghini de Freitas

Data da entrega: ___/___/___

MEMBROS COMPONENTES DA BANCA EXAMINADORA:

Presidente e Orientador: Profa. Dra. Maria Isabel Castreghini de Freitas

Membro Titular: Profa. Dra. Andréia Medinilha Pancher

Membro Titular: Prof. Dr. Roberto Braga

Local: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
UNESP - Campus de Rio Claro

DEDICATÓRIA

Em especial dedico primeiramente aos meus pais, Sergio Aparecido Sodelli e Maria das Graças Calixto Sodelli, são um exemplo de vida pra mim, me proporcionaram tudo que preciso para tornar uma pessoa humana, repleta de amor, respeito e educação, agradeço todos os dias por tê-los em minha vida.

Dedico a minha irmã Danielle Calixto Sodelli, sendo minha companheira mais velha, me dando forças e motivos de orgulho para continuar, grata por ser minha metade.

Dedico ao meu amor, Rafael Pereira da Silva, sendo minha luz todos os dias, me dando forças nos bons e nos maus momentos, sou grata pela sorte que tive em ter te encontrado.

Dedico a todos meus amigos e amigas que sempre estarão comigo, Maiara Lieri, Isabela Horta, Alexandre Leme, Daniela Ribeiro, Aline Porto, Carolina Reame, Adriana Moraes, Felipe Marostegan, Leonardo Mendes, Jéssica Marson, Lílias Dias, Lívia Pessoa, Ivan Basotti, Samuel Andrade, grata por todos os momentos eternizados em minha memória, desejo sucesso e uma vida cheia de saúde e felicidade para todos nós.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, pela formação em Geografia, pela oportunidade do acesso a educação fundamental na vida.

Agradeço a Geoplan Júnior, por ter sido luz quando era escuridão, abrindo caminhos e traçando amizades, com crescimento profissional e pessoal, grata por existir projetos de extensões como este.

Agradeço ao Centro de Análise e Planejamento Ambiental pelo aprendizado nestes 2 anos de estágio nos projetos de extensões realizados.

Agraço a Pró Reitoria de Extensão Universitária pelo auxílio da bolsa para proporcionar estudos, projetos e congressos realizados desde 2014.

Agradeço em especial a Professora Doutora Maria Isabel Castreghini de Freitas, que admiro tanto profissionalmente tanto pessoalmente, grata por ter me orientado no trabalho de conclusão de curso.

Agradeço aos companheiros de laboratório Rodrigo Buchianeri Numa de Oliveira e Katia Cristina Bortoletto pela amizade, atenção e trocas de aprendizado desses anos.

Agradeço aos outros laboratórios pela colaboração no acesso a informações e pessoas que necessitava em especial Carlo Burigo e Lucimari Aparecida Franco Garcia Rossetti.

Agradeço a colaboração da equipe da Defesa Civil da cidade de Rio Claro, de bom grado disponibilizaram dados essenciais para esta pesquisa e com muita transparência e boa vontade em ajudar, em especial ao Diretor Danilo de Almeida por nos receber bem.

Agradeço a banca examinadora pela presença na avaliação desse trabalho que se torna um grande marco na minha vida.

EPÍGRAFE

*“É fácil trocar as palavras,
Difícil é interpretar os silêncios!
É fácil caminhar lado a lado,
Difícil é saber como se encontrar!
É fácil beijar o rosto,
Difícil é chegar ao coração!
É fácil apertar as mãos,
Difícil é reter o calor!
É fácil sentir o amor,
Difícil é conter sua torrente!*

*Como é por dentro outra pessoa?
Quem é que o saberá sonhar?
A alma de outrem é outro universo
Com que não há comunicação possível,
Com que não há verdadeiro entendimento.*

*Nada sabemos da alma
Senão da nossa;
As dos outros são olhares,
São gestos, são palavras,
Com a suposição
De qualquer semelhança no fundo”*

Fernando Pessoa

RESUMO

O estudo para a compreensão da vulnerabilidade social e ambiental caracteriza-se pela necessidade de entender os fatores que contribuem para a vulnerabilidade das pessoas, comunidades e sistemas, bem como na sua capacidade de resiliência. O objetivo deste estudo foi a modelagem de indicadores socioeconômicos e ambientais visando o mapeamento da vulnerabilidade às inundações da Área Urbana de Rio Claro SP. Sendo assim, considera-se a exposição das pessoas, definido como Criticidade do lugar, a Capacidade Suporte, frente a situações relacionadas aos riscos de desastres. As variáveis do Censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010) selecionadas são relacionadas às características socioeconômicas e da infraestrutura urbana com agregação para os bairros do município. A partir disto, foi realizada a Análise Fatorial que permitiu agrupar as variáveis pelo método estatístico Análise de Componentes Principais (ACP), por meio do Software SPSS/IBM. Como resultados, apresenta-se a espacialização dos dados com a elaboração de mapas temáticos por meio de Sistema de Informação Geográfica (SIG), integrando-se dados censitários por meio das variáveis socioeconômicas, dados físicos por meio das variáveis ambientais e dados de ocorrências de inundações levantados na Defesa Civil e jornais da cidade. Os resultados alcançados neste trabalho pretendem contribuir com os órgãos de gestão pública no gerenciamento e planejamento das atividades através do aperfeiçoamento metodológico visando uma otimização do mapeamento e caracterização das regiões prioritárias para atuação da administração pública.

Palavras – chave: Vulnerabilidade Socioambiental. Indicadores Socioeconômicos, Sistema de Informação Geográfica.

ABSTRACT

The study for understanding the social and environmental vulnerability is characterized by the need to understand the factors that contribute to the individual's vulnerability, communities and systems, as well as their resilience. The objective of this study is the modeling of socioeconomic and environmental indicators in order to map Rio Claro's (SP) Urban Area vulnerability to flooding. Therefore, it is considered the exposure of people, defined as criticality of place, support capacity, in situations related to disaster risks. The Census selected variables of the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE, 2010) are related to socioeconomic characteristics and urban infrastructure through the adding of the city's neighborhoods. From this, a factorial analysis was performed by grouping the variables using the Principal Component Analysis (PCA) statistical method, through software SPSS / IBM. As a result, it shows the spatial distribution of data through the elaboration of thematic maps using Geographic Information System (GIS) integrating census data through socioeconomic variables, physical data through environmental variables, data raised from the flood occurrences on Civil Defence and from the city's newspapers. The results achieved in this work intend to contribute to the public management bodies in the managing and planning of the activities through methodological improvements aiming the optimization of mapping and characterization of the priority regions for Public Administration acting.

Keywords: Social and Environmental Vulnerability, Socioeconomic Indicators, Geographic Information System (GIS).

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS E JUSTIFICATIVAS	12
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1. Geografia no contexto vulnerabilidade, risco e perigo.....	15
3.2. Vulnerabilidade às inundações.....	17
3.3. Indicadores no contexto da Vulnerabilidade baseados em programas estatísticos e Sistema de Informação Geográfica (SIG)	22
4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	26
4.1 Área Urbana de Rio Claro.....	26
4.2. Aspectos Socioeconômicos.....	28
4.3. Aspectos Físicos.....	29
4.4. Clima.....	30
4.5. Hidrografia.....	33
5 MATERIAIS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	35
5.1 Material.....	35
5.2 Procedimentos Metodológicos.....	35
5.2.1. Levantamento de dados bibliográficos.....	35
5.2.2 Levantamento dos dados da Estação Meteorológica de Rio Claro SP (CEAPLA/IGCE/UNESP)	36
5.2.3 Levantamento de Dados de ocorrências de inundações aa Defesa Civil e de Jornais.....	39
5.2.4. Indicadores da Vulnerabilidade Socioambiental.....	44
5.2.5. Seleção de variáveis socioeconômicas.....	45
5.2.6 Normalização das variáveis fazendo uso de Análise Fatorial.....	47
5.3 Mapeamentos dos aspectos ambientais da vulnerabilidade à inundaçã.....	51

5.3.1 Mapa de declividade.....	51
5.3.2 Mapa Geotécnico.....	52
5.2.3 Mapeamento da Vulnerabilidade Socioambiental integrada com a vulnerabilidade à inundaçã.....	53
6 RESULTADOS.....	54
6.1 Análises da Criticidade.....	54
6.2 Mapa da Criticidade.....	54
6.3 Análise da Capacidade de Suporte.....	57
6.4 Mapa Capacidade de Suporte.....	59
6.5 Mapa Vulnerabilidade Socioambiental.....	61
6.6 Vulnerabilidade à inundaçã.....	63
6.6.1 Mapa de declividade.....	63
6.6.2 Mapa Geotécnico.....	65
6.6.3 Mapa de ocorrências de inundações integrando Defesa Civil e Jornais.....	67
6.7 Mapa síntese da Vulnerabilidade Socioambiental integrada com a vulnerabilidade à inundaçã.....	70
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	74
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76

1 INTRODUÇÃO

A sociedade vive em constante exposição a riscos e desastres naturais por conta de uma série de fatores, como aumento desenfreado da população nas cidades, não ordenamento territorial, falta de prioridades nas administrações públicas relativas a ações preventivas, mas, sobretudo, a desenfreada expansão da urbanização e a falta de planejamento.

A dicotomia existente na integração de fatores antrópicos e naturais no espaço urbano se configura como um complexo socioespacial, constituído por alguns espaços mais vulneráveis, em razão do uso e ocupação irregular do solo, usualmente em áreas com infraestrutura precária, atrelado às desigualdades sociais no território, que se caracterizam como espaços com alta vulnerabilidade socioambiental.

O processo de urbanização na maioria das cidades tem ocorrido de forma intensa e desorganizada. De maneira geral, o crescimento populacional nas cidades impulsiona a expansão urbana para novos espaços, que por sua vez impulsiona a ocupação de áreas que apresentam restrições ou são inadequadas, comprometendo seriamente o equilíbrio natural do meio, bem como a permanência da população nestes lugares. Como um ciclo vicioso, uma consequência leva a outra, e desta forma, o resultado é o caos, sobretudo em dias de chuva.

Este estudo pretendeu compreender os processos da vulnerabilidade socioambiental da população da cidade de Rio Claro SP. O crescimento populacional nas cidades influencia a ocupação de áreas que são inadequadas, uma vez que estas oferecem algum tipo de risco a população. A ocupação inadequada leva a quebra do ciclo natural do sistema, pois com a impermeabilização do solo por exemplo há alteração no regime das chuvas, no processo de infiltração das águas no solo, ocasionando transtorno a população, como é o caso dos eventos de inundação e enchentes. A intensa impermeabilização do solo, com pavimentação nas ruas e adensamento populacional mal planejado, substituindo as áreas verdes são intervenções antrópicas que acarretam consequências na dinâmica natural em uma bacia hidrográfica.

Com isso, muitas cidades retratam os reflexos deste processo intenso de urbanização, principalmente referentes às inundações, que resultam em grandes perdas materiais e humanas da população. O planejamento e gerenciamento urbano por parte do poder público local se torna fundamental para este problema, na elaboração de políticas públicas que conduzam à segurança e preservação socioambiental. Atreladas a isto, obras de drenagens urbanas são utilizadas para controlar o problema, entretanto, do ponto de vista natural, são extremamente agressivas e, na maioria das vezes, pouco eficientes.

No âmbito científico e acadêmico, os especialistas da área de Geografia vêm desempenhando importante papel nessa temática, contribuindo com os estudos de riscos e perigos, ao atuarem na compreensão das transformações socioespaciais, da ocupação dos territórios e do meio ambiente.

2. OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA

Como objetivo geral deste estudo, foi efetuar a modelagem de indicadores socioeconômicos e ambientais visando o mapeamento da vulnerabilidade socioambiental da área urbana de Rio Claro SP relativo ao ano de 2010, para situações relacionadas aos riscos de desastres, no caso inundações. Realizou a espacialização de ocorrências de eventos perigosos registrados pela defesa civil integrada às notícias veiculadas pela mídia, com vistas a uma análise integrada da vulnerabilidade às ocorrências de inundações.

Para os objetivos específicos:

- I. Modelagem de indicadores socioeconômicos e ambientais com base em dados censitários, aplicando o modelo de vulnerabilidade social adotado para a região Centro de Portugal e para setor do estado de São Paulo de acordo com Freitas e Cunha (2012), que permitiram o mapeamento da vulnerabilidade socioambiental da Área Urbana de Rio Claro SP relativos ao ano de 2010.
- II. Mapeamento dos aspectos físicos da cidade visando à caracterização do relevo, declividade, exposição das vertentes, uso da terra, hidrografia, dados climatológicos que permitem a análise de áreas de risco aos eventos de inundação.
- III. Integração dos mapeamentos socioambientais e físicos com as ocorrências registradas pela defesa civil e notícias veiculadas pela mídia, visando a caracterização socioambiental e espacialização das áreas de vulnerabilidade a inundações da cidade.

No caso do Brasil, o Ministério da Integração Nacional possui a Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil, que trata das questões relativas à gestão de riscos. Dentre os programas instituídos encontra-se o Programa 2040 - Gestão de Riscos e Respostas a Desastres, que visa o mapeamento da suscetibilidade geológica aos fenômenos de deslizamentos, inundações e enxurradas; o mapeamento de riscos nas áreas ocupadas e a definição de diretrizes e monitoramento da ocupação urbana, assim como fiscalização e controle de ocupação de áreas com fragilidade ambiental. (BRASIL, 2012).

De acordo com o documento:

Os desastres naturais mais recorrentes registrados no Brasil são os decorrentes de inundações, alagamentos, enxurradas, deslizamentos, estiagens, secas e vendavais. Nos ambientes urbanos, que abrigam a grande maioria da população brasileira, as inundações, às enxurradas e os deslizamentos de solo ou rocha constituem-se nos eventos que causam os maiores impactos. (BRASIL, 2012, p.1).

Embora o Programa 2040 de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres não aponte o montante dos prejuízos financeiros decorrentes dos desastres ocorridos no Brasil, apresenta dados relativos ao investimento do Governo Federal para o período de 2004 a 2010, que variou de R\$ 130 milhões para R\$ 3 bilhões. Isto implica que há um aumento exponencial dos recursos destinados às ações de resposta e de reconstrução devido a desastres. (BRASIL, 2012).

A cidade de Rio Claro, que se configura como área de estudo deste projeto, passou a integrar o grupo de municípios brasileiros classificados pela Organização das Nações Unidas (ONU) como Cidades Resilientes. Tratam-se dos municípios que têm a capacidade de resistir, absorver e se recuperar de forma eficiente dos efeitos de um desastre e, de maneira organizada, prevenir que vidas e bens sejam perdidos. A ação é uma iniciativa da Estratégia Internacional para Redução de Desastres (EIRD), da Secretaria Nacional de Defesa Civil e do Ministério da Integração Nacional. (RIO CLARO, 2013).

Diante das ocorrências de desastres, a Prefeitura Municipal vem investindo em obras para melhoria do problema principal da cidade que são as enchentes. Como por exemplo, dentre as notícias veiculadas em jornal local destaca-se que na região do bairro Jardim Inocoop houve obras com investimento de R\$ 19 milhões, financiadas pelo Ministério das Cidades, considerada uma das mais importantes obras contra enchentes registradas em Rio Claro dos anos recentes. (JORNAL CIDADE, 2013).

Diante deste cenário, de alto investimento do poder público seja em nível nacional quanto internacional, justifica-se a importância do emprego de geotecnologias para o diagnóstico e a definição de cenários que se apoiem em Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Tais estudos para estudos da vulnerabilidade socioambiental, são sustentados pelo uso de software estatístico,

baseados em dados censitários, notícias de mídias locais e dados de ocorrências de eventos perigosos registrados pela defesa civil.

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) e do Laboratório de geotecnologias e Cartografia (GEOCARTO) da UNESP - Câmpus de Rio Claro e com base nos autores aqui apresentados, esse trabalho propôs elaborar a análise Vulnerabilidade Socioambiental relacionada ao potencial de inundações fazendo uso de geotecnologias para área urbana de Rio Claro SP.

Por meio dos resultados alcançados neste trabalho, pretende-se contribuir com os órgãos de gestão pública local como a secretaria de planejamento, segurança pública, mobilidade urbana, saúde e defesa civil, metodologias de estudos prévios para minimizar a ocorrências de inundações e dessa forma diminuir os impactos causados por elas. Para isso, tomando por base os resultados apresentados na forma de representações cartográficas, gráficos e tabelas, que ilustram aspectos da vulnerabilidade socioambiental e das ocorrências inundações, visa a elaboração estudos e ações preventivas na cidade de Rio Claro SP.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Geografia no contexto risco e perigo

O interesse dos geógrafos está relacionado com as preocupações pelas populações em situações de risco, em que passaram a estudar e compreender tais situações de risco referentes a enchentes e inundações, entre outras situações em que o ambiente, conjugado a fatores socioeconômicos, expõe as populações a riscos, como é o caso das cidades em uma escala municipal.

Geografia como sendo uma das pioneiras em trabalhar os conceitos risco e vulnerabilidade em sua dimensão ambiental, se alinha às abordagens com forte orientação empírica, com preocupações diretas sobre espaços-tempos específicos e problemáticos relacionados ao planejamento e à gestão.

Nesse contexto, o estudo dos perigos vem sempre atrelado ao planejamento, para que haja áreas específicas de foco e redução de perdas humanas, materiais e econômicas. O estudo de prognóstico da probabilidade daqueles fenômenos ocorrerem sempre esteve embutido da preocupação de entender a extensão e o dano que os perigos causariam àquelas populações, por esta razão, o estudo se torna fundamental.

É nesse quadro que se coloca a ampla gama de propostas de intervenção, planejamento e gestão, bem como as políticas públicas que têm como objetivo diminuir as perdas, tanto materiais quanto humanas, e aumentar a segurança. São igualmente importantes aqui as ações coletivas e individuais no âmbito das comunidades, da família e de outros círculos não governamentais, mas que também agem para aumentar o ajuste ao perigo, diminuindo assim o risco e sua própria vulnerabilidade.

Segundo Marandola (2004), o termo vulnerabilidade não pode ser estudado sem considerar, simultaneamente o conceito de risco, pois a vulnerabilidade fica no contexto acerca de riscos, abordando aspectos de dimensão ambiental e posteriormente aborda contexto socioeconômico. O autor estuda a proximidade da Geografia e Demografia, esclarecendo que a primeira toma o risco em dimensão ambiental, focando simultaneamente aspectos da dinâmica social e natural, já a segunda recentemente incorporou dimensão ambiental. É interesse de ambas as áreas a preocupação acerca das populações em situações de risco, em que

estudam enchentes e deslizamentos relacionados ao ambiente conjugado a fatores socioeconômicos, expondo populações a riscos principalmente nas cidades. Incita também que a vulnerabilidade se configura como um conceito complementar ao de risco.

De acordo com Marandola (2004):

Não se trata de definir o risco ou a vulnerabilidade a priori, como uma condição in natura. O risco é resultado da relação perigo–vulnerabilidade, sendo cada um deles proveniente de outras equações que incluem as várias dimensões envolvidas na geração, enfrentamento e impacto do fenômeno. Nesse sentido, não é possível, numa perspectiva abrangente, tratar de aspectos isolados como, por exemplo, os fatores ambientais stricto sensu. (MARANDOLA, 2004, p. 46-47)

O contexto geográfico e a produção social dos perigos, bem como os sistemas de proteção e insegurança que estão na base da configuração da vulnerabilidade, são diversos e apresentam um quadro bastante complexo de variáveis, condições e indeterminações que nos induzem a procurar formas de incluir os determinantes sociodemográficos juntamente com os espaços ambientais, numa perspectiva histórica e geográfica suficientemente ampla para abarcar a variedade dos processos envolvidos.

A partir do entendimento do autor acerca de perigo, infere-se que são considerados perigos uma vez há o fenômeno natural, em uma situação extrema, causa danos e expõe as populações ao perigo, ou seja, perigo é um evento que provoca danos, ele está intimamente relacionado ao risco, sobretudo relacionado à eventos extremos como é o caso de enchentes.

Os geógrafos estão entre os primeiros a se dedicarem esse tema, com trabalhos que envolvem o estudo dos “natural hazards”, ou perigos naturais. Sendo que:

[...] os trabalhos dos geógrafos sobre os natural hazards (perigos naturais) – talvez entre os primeiros a estudar esses conceitos – os diferentes enfoques historicamente utilizados no estudo do risco (percepção do risco, risco e cultura, análise de risco, eventos e sistemas ambientais) em perspectiva com as discussões recentes acerca da Sociedade de Risco e os dois principais horizontes de estudo da vulnerabilidade hoje (pobreza e desigualdade, de um lado, e a sua dimensão ambiental nas várias escalas, de outro) (MARANDOLA; HOGAN, 2004c, p.30)

Os Geógrafos estão inseridos neste cenário principalmente no que tange o contexto de planejamento, visto que há áreas específicas em foco de perdas humanas, materiais e econômicas iminentes, onde estes estudos não são apenas para o entendimento do fenômeno, mas sim para mensurar os danos que os perigos podem causar às populações. (MARANDOLA, 2004).

O desenvolvimento desses conceitos foi impulsionado em grande parte a partir do marco crucial que foi a discussão Sociedade de Risco, esclarece os autores, inaugurada pela sociologia em meados da década de 1980, onde estudiosos deslocaram o debate de um local circunscrito no tempo e no espaço para o âmbito das macrotransformações sociais.

Marandola (2004) apresenta que o termo vulnerabilidade diante de uma abordagem científica, necessita ser considerada simultaneamente ao conceito de risco, pois primeiramente a vulnerabilidade aparece no contexto dos estudos sobre risco em dimensão ambiental, num primeiro momento, e só mais tarde no contexto socioeconômico.

3.2. Vulnerabilidade às inundações

O contexto sobre os riscos se direciona aos geógrafos que foram os primeiros a trazer a vulnerabilidade para o debate ambiental e risco a população, embora os geógrafos sempre tenham focado a dimensão humana simultaneamente à física, pois os perigos só existiam a partir do momento que houvesse populações atingidas, essas novas preocupações davam uma atenção mais direta a processos socioeconômicos e a problemas eminentemente sociais.

O conhecimento das diferentes vulnerabilidades pode contribuir para dar respostas mais adequadas aos perigos, melhorando assim sua perspectiva e qualidade de vida.

O termo vulnerabilidade é referência de uma das importantes sistematizadores do assunto, Dr. Susan Cutter, Professora de Geografia pela Universidade da Carolina do Sul, principal base para fundamentação teórica metodológica deste estudo.

A autora em seus trabalhos define vulnerabilidade como sendo potencial a perda, sendo que esta inclui elementos de exposição ao risco, ou seja, circunstâncias que colocam pessoas e localidades em risco perante a um determinado perigo. (CUTTER, 2011)

Comenta ainda que a ciência da vulnerabilidade consiste na integração multidisciplinar das ciências sociais, naturais e da engenharia na compreensão das circunstâncias que colocam as populações e os locais em risco, e dos fatores que aumentam ou reduzem a capacidade de resposta e de recuperação das populações e das infraestruturas em relação às situações de perigo.

De acordo com Cutter:

[...] a ciência da vulnerabilidade fornece a base empírica para a elaboração de políticas de redução de riscos por meio de métodos e métricas desenvolvidos para analisar a vulnerabilidade social frente aos riscos ambientais e aos eventos extremos, ajudando a compreender como um evento de equivalente intensidade produz impactos muito diferentes em locais distintos. (CUTTER, 2011, p. 60)

Conforme a autora, o procedimento metodológico de análise de vulnerabilidade possibilita a compreensão das relações entre os sistemas sociais, naturais e artificiais utilizando dados referentes à infraestrutura territoriais e socioeconômicos, os quais podem ser analisados e especializados por meio de tecnologias como os Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

A compreensão de vulnerabilidade aparece agora em três contextos social, tecnológico e ambiental, segundo precursora deste assunto Cutter (1996).

Para Cutter (1996):

[...] há três princípios fundamentais na pesquisa acerca de vulnerabilidades: a identificação das condições que tornam as pessoas ou lugares vulneráveis aos eventos naturais extremos, pelo modelo de exposição (BURTON; KATES; WHITE, 1993; ANDERSON, 2000); o pressuposto de que a vulnerabilidade é uma condição social, uma medida da resistência da sociedade ou a resistência aos perigos (BLAIKIEET, 1994; HEWITT, 1997) e a integração das exposições e potencial de resiliência com um foco em lugares ou regiões específicas. (CUTTER, 1996, p. 242-243)

A autora considera que aspectos do local, como sua situação em relação às situações de riscos ou a sua proximidade a locais potencialmente perigosos bem como a situação socioeconômica de sua população implicam em um maior ou menor potencial de risco.

A autora argumenta:

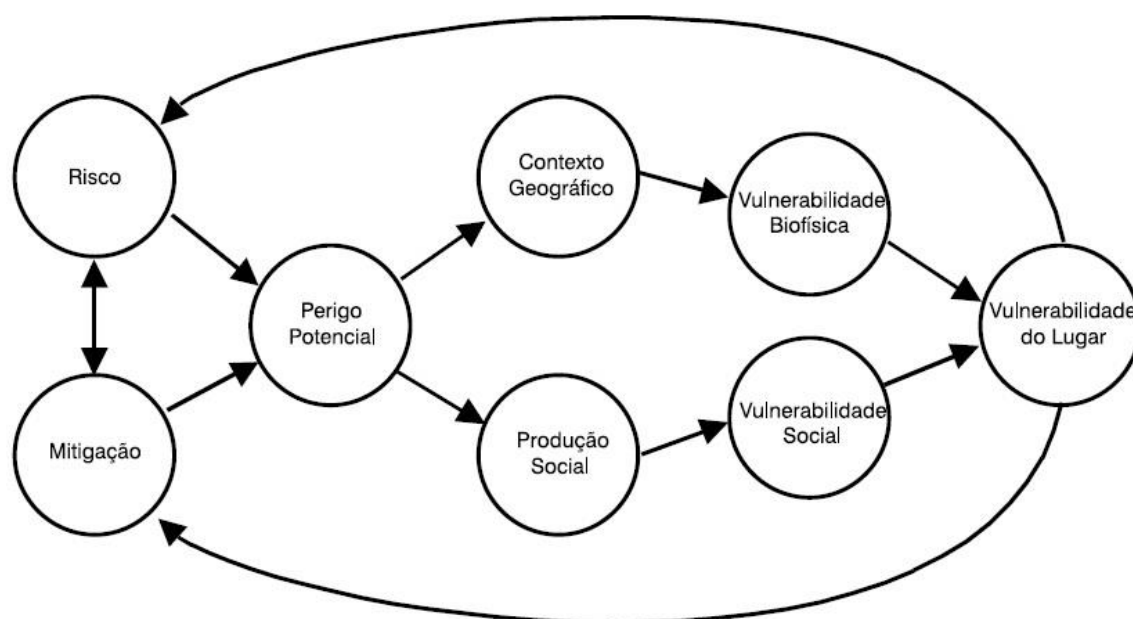
O tecido social inclui a experiência da comunidade com perigos, e capacidade da comunidade para responder, lidar com, recuperar, e adaptar-se a perigos, que por sua vez são influenciadas por fatores econômicos, características demográficas, e habitação. (CUTTER, 1996, p. 246)

Existem fatores que influenciam a vulnerabilidade social dentre os quais se destacam a falta de acesso à educação em termos de conhecimento e tecnologia, bem como a limitada representatividade política e social dentre outros que podem comprometer a capacidade de resposta de uma população a um evento perigoso.

Cutter (1996) elabora uma figura em que aparece claramente sua ideia do que seria o estudo da vulnerabilidade por uma perspectiva centrada no lugar, ilustrado na Figura 1. Esse modelo mostra as relações existentes entre o risco, as ações de mitigação (respostas e ajustamentos) e a vulnerabilidade do lugar, havendo a definição destes elementos nos termos da relação estabelecida entre eles. Ou seja, o aumento das ações mitigadoras poderá significar a diminuição do risco e, conseqüentemente, implicará a redução da vulnerabilidade do lugar.

Por outro lado, o risco poderá aumentar se houver alterações no contexto geográfico ou na produção social, que poderão incorrer no aumento da vulnerabilidade biofísica e social (respectivamente) e da vulnerabilidade do lugar. Tal processo poderá ser iniciado também pelo aumento do perigo potencial, que tanto pode ser resultado quanto condicionante do aumento ou da diminuição da vulnerabilidade.

Figura 1 - Modelo “perigos do lugar” da vulnerabilidade (hazards of place model of vulnerability)



Fonte: CUTTER (1996, p. 536)

Já o uso de SIG para os estudos de vulnerabilidade tem início no final da década de 1980, com destaque para Blaikie et al. (1994) e Cutter (1996), que se dedicaram ao uso da análise fatorial de diferentes variáveis e indicadores considerando as dimensões sociais, econômicas, políticas e culturais.

A vulnerabilidade sociodemográfica também esteve presente por se entender, como os geógrafos, a vulnerabilidade não apenas numa perspectiva ambiental, considerando elementos biofísicos, mas por se relacionar à capacidade socioeconômica das respectivas populações em dar resposta ao perigo.

As populações vulneráveis a pobreza e a degradação da saúde, bem como baixos níveis de educação, diferença de sexos, carência de acesso a recursos e serviços e localização geográfica desfavorável.

Podemos dizer, portanto, que nossa tendência é antropocêntrica no sentido de focarmos o risco/vulnerabilidade das pessoas/ famílias, entendendo, porém, que para esta delimitação os fatores de diferentes dimensões são fundamentais; entre eles, o lugar, ou seja, o espaço (e todas as suas implicações) onde aquela pessoa/família vive.

Os estudos de Mendes et al. (2009) e Cunha et al. (2011) propõem um índice de vulnerabilidade social aos perigos naturais e tecnológicos para Portugal que apresenta a exposição e vulnerabilidade biofísica, bem como capacidade de sua

infraestrutura. Nesses estudos foram feitas avaliações preliminares da vulnerabilidade social para municípios de Portugal e uma avaliação no nível da freguesia em Conselhos da Região Centro, apoiando-se no Sistema de Informação Geográfica ArcGIS. Para a obtenção da vulnerabilidade também se basearam em Análise Fatorial considerando duas dimensões: a vulnerabilidade dos indivíduos e comunidades (Críticidade) e a vulnerabilidade territorial (Capacidade de Suporte). A experiência de análise em escala para todo território português e realizada área amostral na Região Centro de Portugal no nível da freguesia, levou-os a concluir o modelo global revelou-se consistente em diferentes escalas, permitindo a definição de estratégias de mitigação do risco e medidas de proteção civil para os locais em estudo (MENDES et al., 2009).

Para Barcellos e Oliveira (2008), a vulnerabilidade social não é distribuída aleatoriamente no espaço geográfico entre os grupos sociais. Ela é consequência de uma estrutura de desigualdades sociais, na qual as populações menos favorecidas habitam os territórios de maior vulnerabilidade ambiental.

Nesse contexto, este trabalho aborda a vulnerabilidade pela conjugação de fatores sociais e ambientais, sobretudo para o estudo da susceptibilidade da população e infraestrutura urbana frente às situações de risco, no caso, as inundações.

Atualmente vivemos um cenário de mudanças ambientais principalmente dentro das cidades, resultado da interação de atividades humanas interferindo na dinâmica natural. Almeida (2010) em seu contexto de trabalho comenta que isto por sua vez provoca o surgimento de ocorrências referentes a desastres naturais, resultante de uma expansão urbana desordenada em que não se respeita os limites que se pode interferir na paisagem natural da dinâmica da bacia hidrográfica, ou seja, prejudicando dessa forma a dinâmica fluvial. (ALMEIDA, 2010)

Nesse contexto surgem as inundações, que segundo Almeida (2010) é definida quando há o transbordamento d'água para além do leito de cheia e há ocupação do leito maior ou planície fluvial, conforme a Figura 2 ilustra:

Figura 2 – Tipos de leitos fluviais



Fonte: Chistofolletti (1981, apud Almeida 2010)

A autora esclarece que é preciso fazer a distinção deste conceito com enchente, muitas vezes utilizada da mesma maneira. Enchente segundo ela é o fenômeno quando há o aumento do nível de água de um rio decorrente de forte precipitação periódica, mas que não há o transbordamento do leito menor. Dessa forma, compreende-se planície inundável como sendo o resultado da integração histórica do lugar atrelado a componentes ambientais e da produção social da cidade.

Cunha (2009) em seu trabalho compreende a inundação como:

Em geral, as causas estão associadas à expansão urbana desordenada, alheia às características do meio físico, gerando graves consequências para a rede hidrográfica do município, para a população e para a administração pública. Para a solução deste problema, um diagnóstico adequado é imprescindível para a avaliação dos impactos da urbanização e proposição de alternativas compatíveis com as realidades locais. (CUNHA, p.88, 2009)

3.3. Indicadores no contexto da Vulnerabilidade baseados em programas estatísticos e Sistema de Informação Geográfica (SIG)

O Sistema de informação Geográfica (SIG) é uma importante ferramenta para analisar sistemas urbanos e recursos hídricos, proporcionando subsídios para o planejamento e a gestão pública.

O planejamento urbano necessita estar relacionado à previsão de oportunidades e problemas futuros, contemplando aspectos do espaço físico, do panorama social, político, ambiental, cultural e econômico. Através da utilização do SIG, os mapas temáticos são resultados que proporcionam informações correlacionadas aos gestores urbanos, que, dessa forma, conseguem enxergar simultaneamente a interação entre estes vários aspectos. (ZONENSEIN, 2007)

Para o embasamento teórico metodológico utiliza-se importante sistematizadora do conceito de vulnerabilidade, Susan Cutter (1996), adaptada por Mendes et al. (2009). Como principais bases metodológicas para referência desse estudo utiliza-se os trabalhos realizados de Freitas (2013) e Bortoletto et al. (2014), que adotam os parâmetros da Criticidade e da Capacidade de Suporte na análise da Vulnerabilidade Socioambiental.

Cutter (2011) propõe instrumentos e os métodos para medir e cartografar a exposição ao risco (vulnerabilidade física), a medição e a cartografia da propensão das populações para os riscos (vulnerabilidade social) e a intersecção dos dois para criar as análises baseadas nos locais. Para fins metodológicos, são utilizados recursos das tecnologias geoespaciais para a integração das diversas perspectivas requeridas das análises baseadas nos locais. Para cartografar a exposição ao risco a referida autora comenta que a maioria dos estudos relacionados com os perigos concentra-se na cartografia dos sistemas físicos e em delinear o risco associado aos perigos e verifica os recursos dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para cartografar planícies aluviais (e o perigo de inundação), zonas de inundação costeira, perigos de deslizamento de terras, áreas sísmicas, etc. Considerando a vulnerabilidade social, para medir a propensão ao risco identifica as características da população que aumentam ou diminuem a sua capacidade de preparação para resposta e recuperação de um acontecimento perigoso ou de um desastre, também contribui para a compreensão da distribuição dos riscos e das perdas potenciais, ou seja, a relação existente entre as populações vulneráveis e os ambientes naturais vulneráveis. Cutter compreende que a ciência da vulnerabilidade fornece a base para a construção de métricas para a vulnerabilidade, que incluem o cálculo de índices para medição da vulnerabilidade social, assim como modelos geoespaciais para a intersecção dos processos sociais e físicos.

A metodologia da autora, portanto, baseia-se na utilização de um Sistema de Informação Geográfica (SIG), em que se sobrepõe a cartografia da rede hidrográfica à malha dos setores censitários do município de São Paulo conforme Censo 2000 (IBGE). A autora finaliza elucidando que esta metodologia irá avançar nossa compreensão acerca da ciência da vulnerabilidade nas escalas locais, regionais e nacionais, uma vez que ela cita:

Usando este índice em conjunto com dados de risco biofísicos, significa que os esforços de mitigação pode ser alvo para os grupos mais vulneráveis ou municípios. O desenvolvimento e integração de social, meio ambiente, construído e riscos naturais indicadores irão melhorar nossas avaliações de riscos e justificar o direcionamento seletivo das comunidades para mitigação com base em boa ciência social, e não apenas capricho político. (CUTTER, 2003, p.258)

No estudo de Freitas e Cunha (2013) foi realizada a análise da vulnerabilidade socioambiental aos riscos naturais apoiada em algoritmos estatísticos e na representação de seus resultados por meio de Sistema de Informação Geográfica (SIG). O estudo foi realizado com base em informações socioeconômicas de 20 municípios do estado de São Paulo – Brasil e 17 concelhos da Região Centro de Portugal, em que os resultados dos componentes Criticidade e Capacidade de Suporte, bem como a Vulnerabilidade Socioambiental foram classificados e espacializados por meio de mapas temáticos elaborados no SIG ArcGIS. Os resultados obtidos para a área de estudo de Portugal indicam como principais fatores de vulnerabilidade socioambiental o baixo dinamismo econômico, a queda da população infanto-juvenil e o êxodo rural. No caso dos municípios brasileiros, os principais fatores de vulnerabilidade estão associados ao menor desenvolvimento econômico e às condições de infraestrutura e do ambiente urbano, ou seja, populações ou territórios providos de baixas condições para o enfrentamento e recuperação face aos eventos perigosos ou desastres.

Segundo Freitas (2013):

[...] as geotecnologias e, particularmente, os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) são fundamentais, não apenas como importantes instrumentos de produção cartográfica, mas, sobretudo, por sua capacidade de cruzamento da informação e

de modelagem dos diferentes componentes do risco
(FREITAS, M.I.C.; CUNHA, L., 2013)

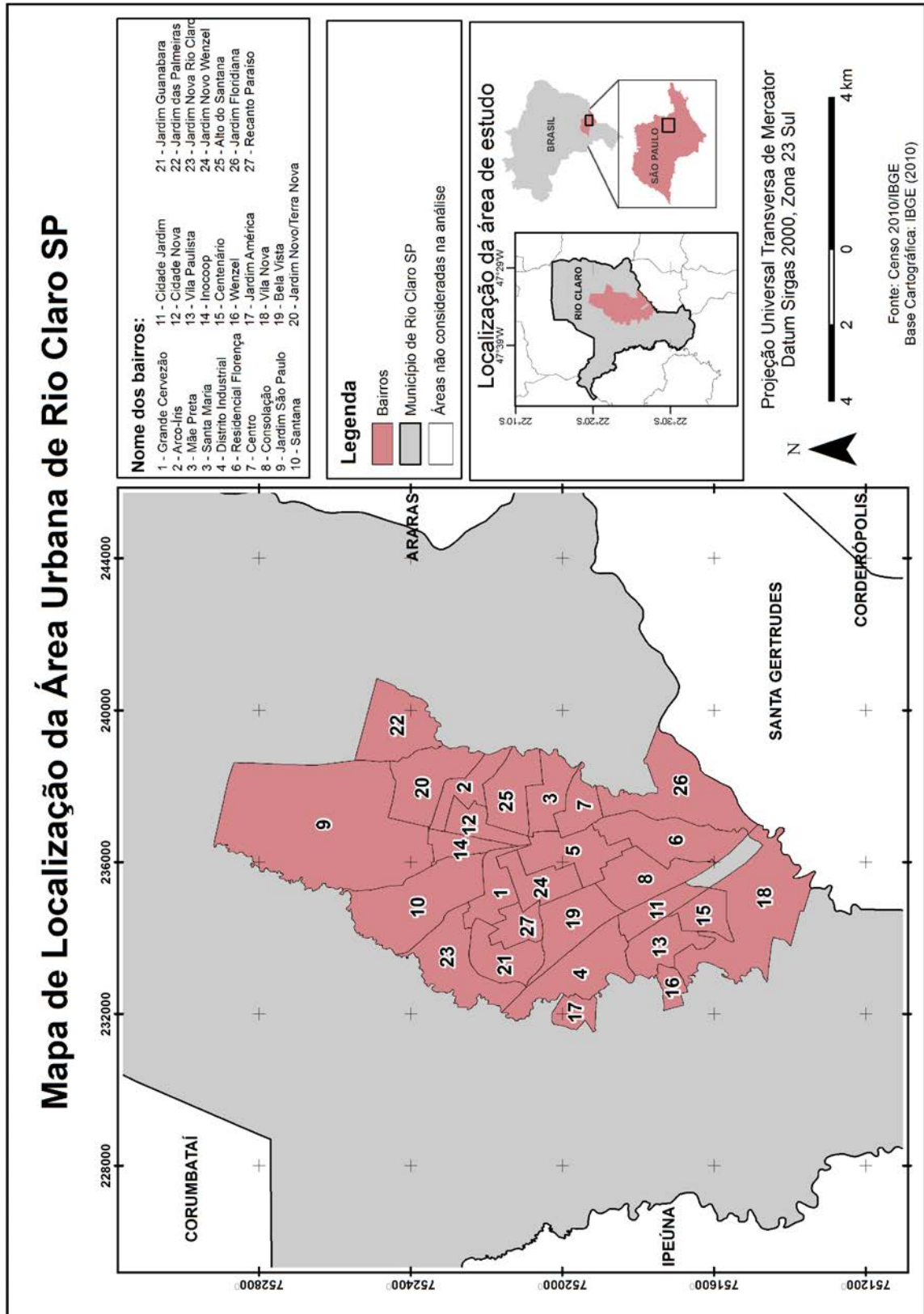
Com base nas metodologias envolvidas neste estudo, espera-se assim, que possa também contribuir metodologicamente para o diagnóstico e compreensão das vulnerabilidades e riscos socioambientais apoiadas por meio das geotecnologias e que atinjam o poder público local a fim de que seja uma ferramenta auxiliar no gerenciamento e planejamento dos eventos perigosos registrados na cidade.

4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

4.1. Área Urbana de Rio Claro SP

O município de Rio Claro localiza-se no interior do estado de São Paulo, há 175 km da capital, situado no centro leste do estado, entre as coordenadas geográficas 22°10'S e 22°33'S de latitude e 47°27'W e 47°50'W de longitude, conforme indica a Figura 3. O município abriga uma população de 186.253 habitantes em uma área territorial de 499,9 km² (IBGE, 2010); faz divisa com os seguintes municípios: Corumbataí e Leme - (Norte), Piracicaba - (Sul), Araras e Santa Gertrudes - (Leste), Ipeúna e Itirapina- (Oeste). (Figura 3)

Figura 3 - Mapa de Localização área de estudo

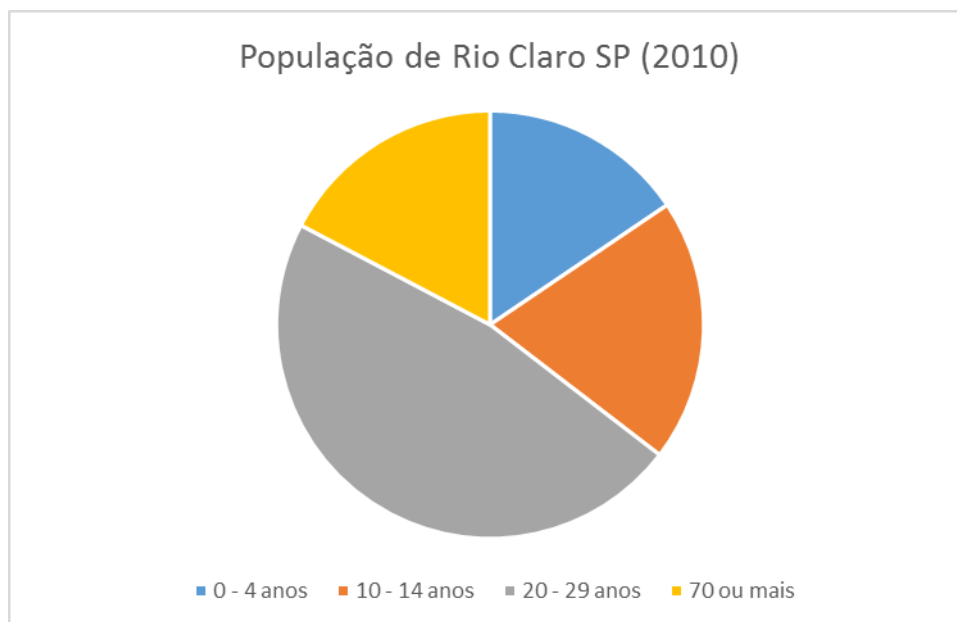


Fonte: Elaborado por Francielle Calixto Sodelli (2015).

4.2. Aspectos Socioeconômicos

O município integra a Região Administrativa de Campinas, importante polo industrial do estado, compondo uma microrregião bastante desenvolvida e em constante expansão econômica. O relevo é predominantemente plano, está situada a uma altitude média de 613 m e abriga uma população de 186.253 habitantes, sendo 181.720 residentes na área urbana, com densidade demográfica de 373,69 hab/km², conforme a estimativa do Censo 2010 do IBGE (IBGE, 2010).

Gráfico 1 - População Rio Claro SP (2010)

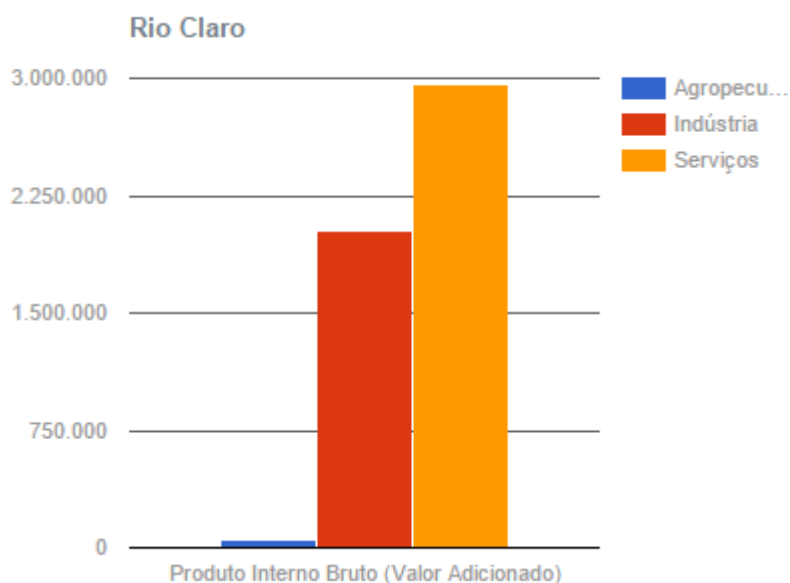


Fonte: Censo Demográfico IBGE (2010)

A economia local está atualmente vinculada à agricultura da cana-de-açúcar e ao setor industrial de transformação, com destaque para a agroindústria sucroalcooleira, em que o parque industrial possui destilarias de álcool e usinas de açúcar, indústrias de alimentos e de bens de capital, bem como a indústria cerâmica de acabamento, fazendo de Rio Claro um importante polo de produção nacional no setor. Sendo assim, o setor industrial tem sido o maior empregador de mão de obra e suas atividades agregam valores superiores aos bens e serviços. Por outro lado, levando-se em consideração o produto interno bruto, ou seja, levando-se em

consideração o valor acionado, o setor de serviços destaca-se como superior conforme ilustra o Gráfico 2:

Gráfico 2 - Produto Interno Bruto (Valor Acionado)

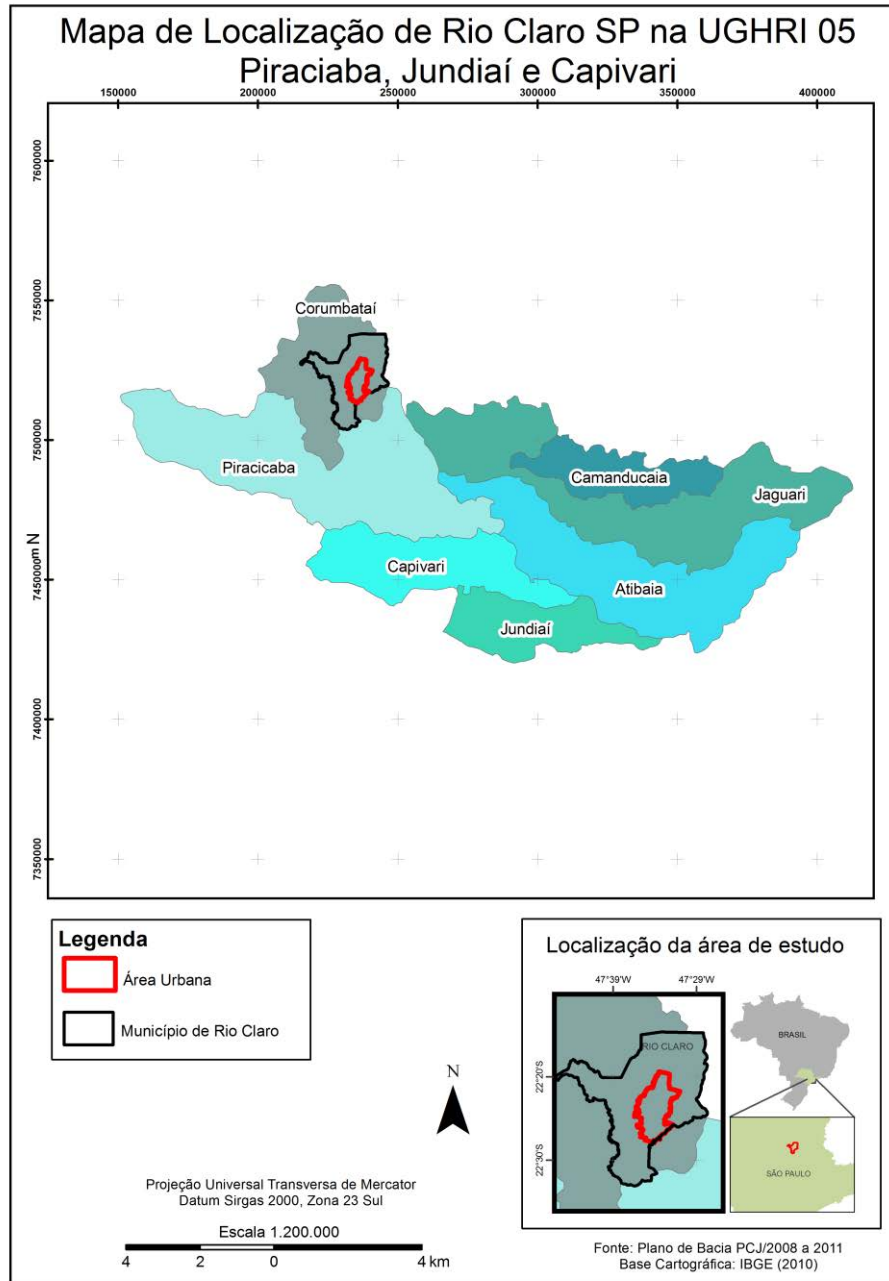


Fonte: IBGE (2010)

4.3. Aspectos Físicos

Há a presença de áreas naturais de cerrado com remanescentes de Mata Atlântica e relevo predominantemente plano com vertentes escarpadas no contato com as Cuestas Arenítico-Basálticas. A maior parte da área da cidade pertence à sub-bacia do rio Corumbataí, afluente da margem direita do rio Piracicaba, o qual deságua no rio Tietê. Esta está localizada na Depressão Periférica Paulista, zona de interflúvio entre o rio Corumbataí e o Ribeirão Claro. Além de Rio Claro, pertence a esta sub-bacia os municípios de Analândia, Charqueada, Cordeirópolis, Corumbataí, Ipeúna, Iracemópolis, Itirapina, Piracicaba, Santa Gertrudes e São Pedro (RIO CLARO, 2014), conforme ilustra a Figura 4, que foi elaborada a partir do Plano de Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (2008-2011).

Figura 4 – Mapa Localização de Rio Claro no UGHRI 05 Piracicaba, Jundiá e Capivari



Fonte: Elaborado por Francielle Calixto Sodelli (2015)

4.4. Clima

Quanto às características climáticas, a cidade de Rio Claro SP apresenta classificação climática de Koeppen Cwa (clima é temperado úmido com Inverno seco)

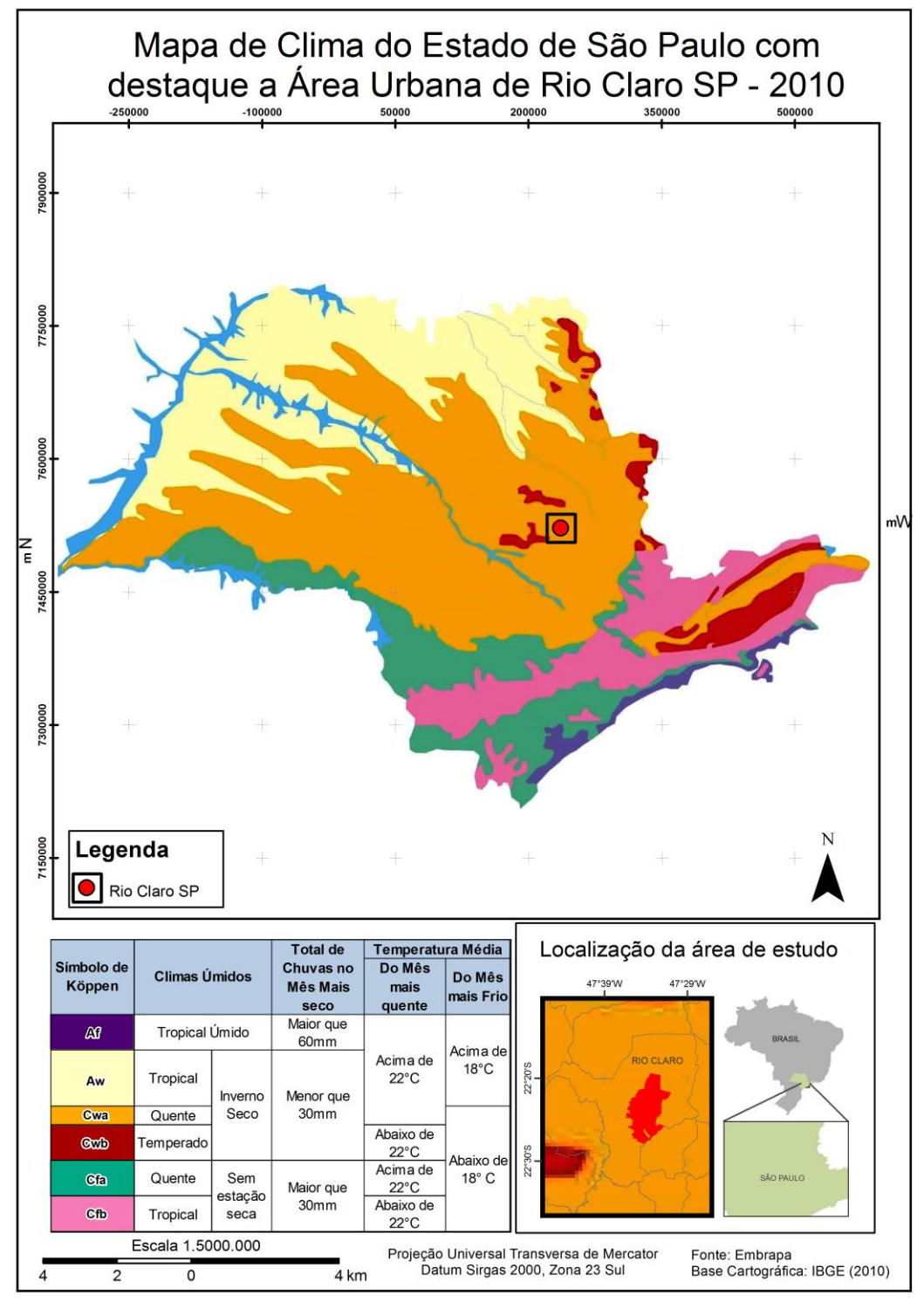
e Verão quente), que de acordo com Troppmair (2000) “[...] é caracterizado pela ação das massas tropicais, acusando a temperatura média anual 21°C, a média das máximas 30°C e a das mínimas 12°C”(TROPPMAIR, 2000, p.59).

De acordo com Troppmair:

A precipitação soma 1100 a 1200mm/ano em 80 dias de chuva caindo aproximadamente 1000mm em 60 dias no verão e, 200mm em 15 dias, no inverno. [...] Apesar de chuvas abundantes, o solo extremamente arenoso é, responsável por uma rede de drenagem de densidade baixa a média tipo subdendrítica e subretangular. Os vales erodidos em arenitos são bem abertos e, em muitos trechos, encontramos planícies aluviais. Em áreas de morrotes alongados, os vales devido ao material mais resistente, apresentam-se mais fechados. (TROPPMAIR, 2000, p.59-60).

Para caracterização do clima da cidade de Rio Claro SP, foi elaborado um Mapa de Clima (Figura 5) com dados levantados a partir da EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) para classificação do clima a partir dos parâmetros de Koppen, com uma tabela simplificada elaborada por SETZER (1966) com a base cartográfica do IBGE (2010).

Figura 5 - Mapa de Clima



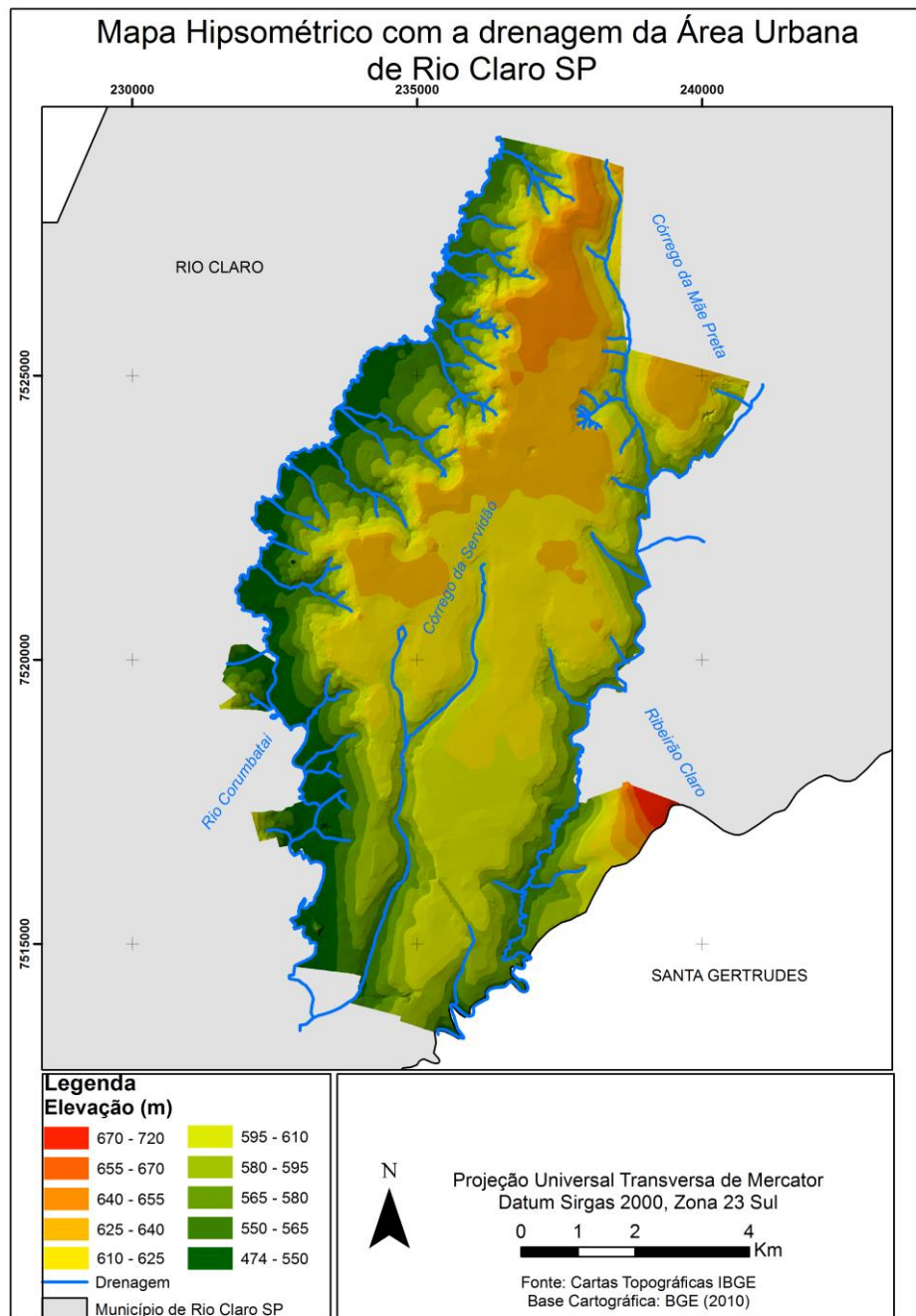
Fonte: Elaborado por Francielle Calixto Sodelli (2015).

4.5. Hidrografia

Nos últimos anos houve um aumento considerável da ocupação na orla do interflúvio entre o rio Corumbataí e o Ribeirão Claro, o que provoca erosões, voçorocamentos, em virtude do processo de urbanização. Essas características dos aspectos físicos e ambientais mencionados proporcionam maiores dificuldades de escoamento das águas pluviais, provocando as inundações. Estes fatos estão relacionados também à baixa declividade do sítio urbano e as características da rede hidrográfica, a qual apresenta diversos canais de drenagem, atualmente, envolvidos pela urbanização. Convém destacar ainda que o processo de urbanização é responsável pela canalização de vários afluentes do Ribeirão Claro, como o Córrego Lavapés que hoje se encontra sob a Avenida Ulisses Guimarães, e afluentes do rio Corumbataí, como o Córrego da Servidão, atualmente sob a Avenida Visconde do Rio Claro. (CUNHA, 2009).

Para uma melhor avaliação do comportamento do relevo, o Mapa Hipsométrico (Figura 6) foi utilizado para compreender o relevo em integração com a drenagem da cidade de Rio Claro SP. A elaboração foi a partir da utilização da estrutura de grade triangular (TIN), sendo que, dessa forma, se trata de uma estrutura do tipo vetorial que possibilita a representação da superfície por meio de um conjunto de faces triangulares interligadas. (COELHO, 2007). A partir dos procedimentos de elaboração do TIN, na aba “Layer Properties” em “Symbology” a opção utilizada é “Elevation” com método de classificação manual.

Figura 6 - Mapa Hipsométrico SP



Fonte: Elaborado por Francielle Calixto Sodelli (2015).

O mapa de hipsometria possibilita um melhor nível de detalhamento suavizado para avaliação do comportamento do relevo, as altitudes variam de 474 a 720 metros, com predomínio de ondulações do tipo plana a quase plana em grande parte da região central da cidade.

5. MATERIAIS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

5.1. Materiais

Os materiais utilizados no estudo foram os programas Microsoft Word e Excel para compilação das informações. Os documentos cartográficos bem como as variáveis censitárias utilizadas neste estudo foram obtidos por meio do site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010). Para o mapeamento o SIG adotado foi o ArcGIS 10.2, produzido pela Esri (Environmental Systems Research Institute) e para rotação dos dados estatísticos o Software Estatístico SPSS (Statistical Package for Social Science), produzido por Norman H. Nie, C. Hadlai (Tex) Hull e Dale H. Bent.

Dados de ocorrências de inundações foram coletados por meio de consulta à jornais locais (Jornal Cidade e Guia Rio Claro) e à Defesa Civil de Rio Claro SP. Dados climatológicos foram coletados da estação metodológica da Unesp de Rio Claro, no Laboratório de Análises Meteorológicas e Climatologia Aplicada. Os computadores e Softwares utilizados pertencem ao Laboratório de Análise Espacial Aplicada às Políticas Públicas, inserido no Centro de Análise e Planejamento Ambiental (CEAPLA).

5.2. Procedimentos Metodológicos

Para fins metodológicos, este estudo tem caráter de pesquisa aplicada, uma vez que, segundo Ander-Egg (1978 apud Marconi 2001), “como próprio nome indica, caracteriza-se por seu interesse prático, isto é, que os resultados sejam aplicados ou utilizados, imediatamente, na solução de problemas que ocorrem na realidade”. (MARCONI; LAKATOS, 2002, p. 20)

5.2.1. Levantamento do referencial bibliográfico e metodológico

Levantamento do referencial bibliográfico e metodológico relacionados à conceituação de vulnerabilidade, risco, perigo e inundação, bem como consulta ao acervo bibliográfico e cartográfico da UNESP e IBGE. Esta etapa se configura como

o levantamento dos expoentes no tema, que relacionam o estudo da vulnerabilidade atrelados ao risco e perigo nas cidades, sobretudo relacionado ao caso de inundações.

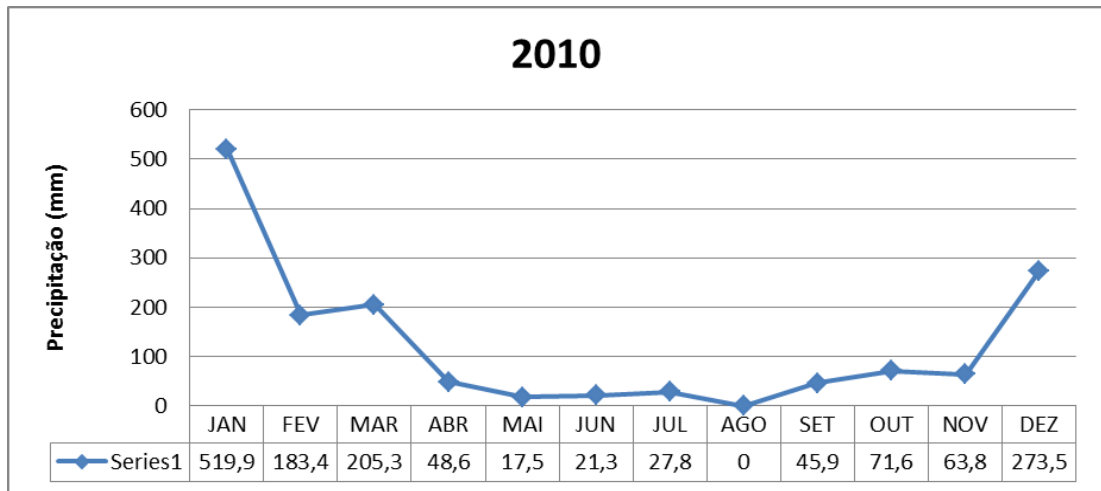
5.2.2. Levantamento dos dados da Estação Meteorológica de Rio Claro SP (CEAPLA/IGCE/UNESP)

Os dados referentes ao clima foram levantados por meio da estação meteorológica do Ceapla, aos cuidados de Carlo Burigo, dentro do Laboratório de Análises Meteorológicas e Climatologia Aplicada. Desde 1994 em convênio Prefeitura Municipal de Rio Claro SP coleta e faz análise dos principais elementos meteorológicos, como precipitação pluviométrica, temperatura, umidade relativa, ventos, pressão atmosférica e radiação solar.

As tabelas são estruturas através dos boletins pluviométricos diários, onde são registrados a quantidade de chuva em milímetros, número de dias chuvados e porcentagem de chuva por meses representados no ano. Esses boletins também são compartilhados com alguns órgãos públicos, como é o caso da Defesa Civil que alimenta seu banco de dados com informações da estação meteorológica do Ceapla, pois estas unidades, tanto Defesa Civil quanto a UNESP, encontram-se em lugares muito distantes da cidade, o que justifica a ausência ou presença de chuva em determinado local e de certa forma há incerteza de informações em virtude da localização.

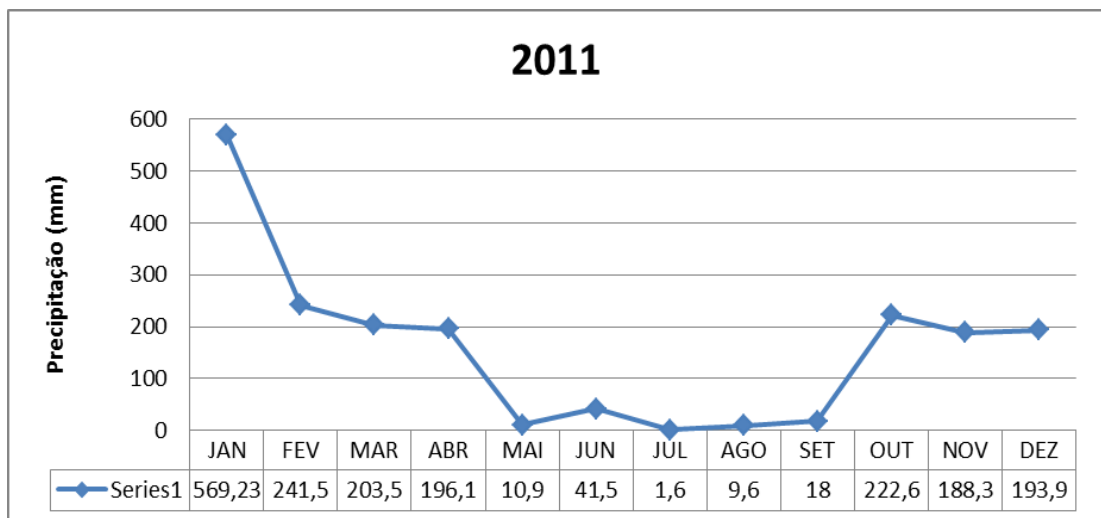
Com base nos dados levantados no CEAPLA/UNESP os dados são esquematizados nos gráficos 2, 3, 4, 5, 6, 7 com a variação pluviométrica em cada ano:

Gráfico 2 – Precipitação (mm) para o ano de 2010



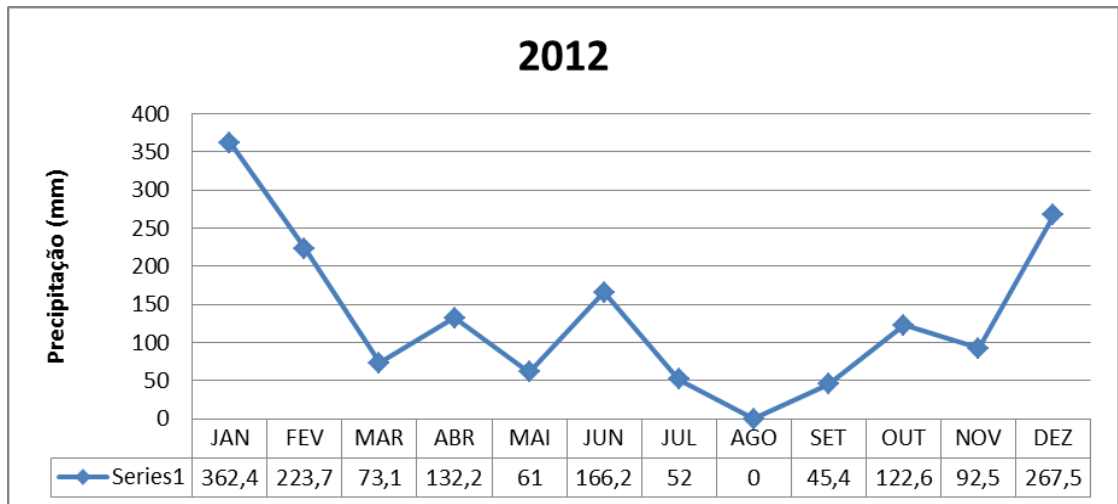
Fonte: CEAPLA/UNESP

Gráfico 3 – Precipitação (mm) para o ano de 2011



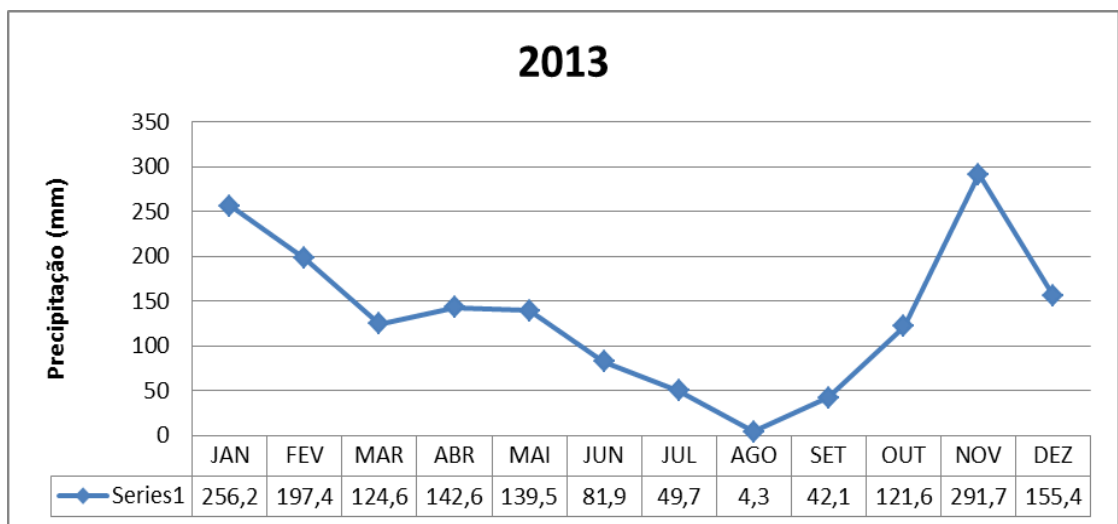
Fonte: CEAPLA/UNESP

Gráfico 4 – Precipitação (mm) para o ano de 2012



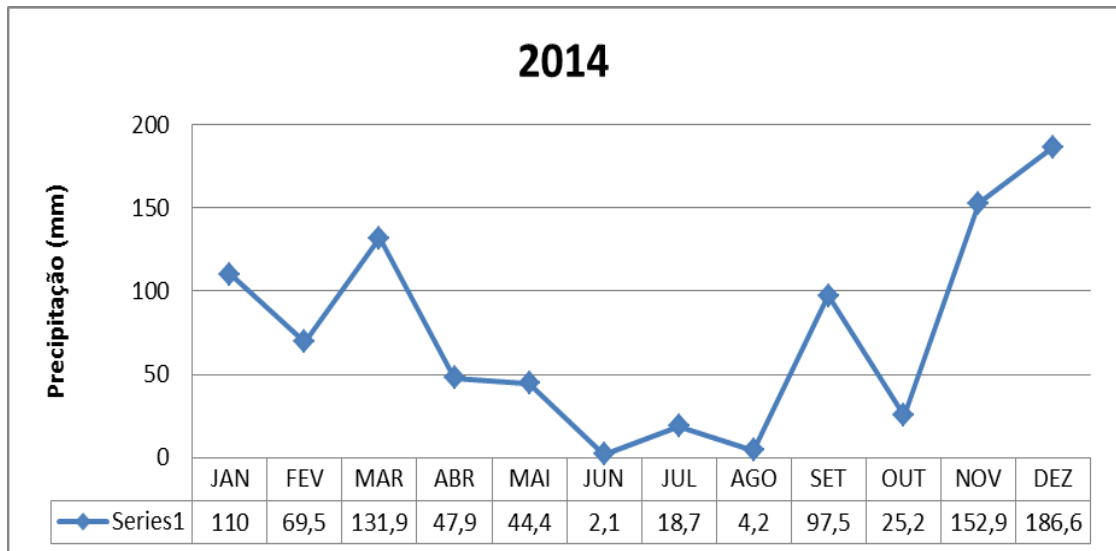
Fonte: CEAPLA/UNESP

Gráfico 5 – Precipitação (mm) para o ano de 2013



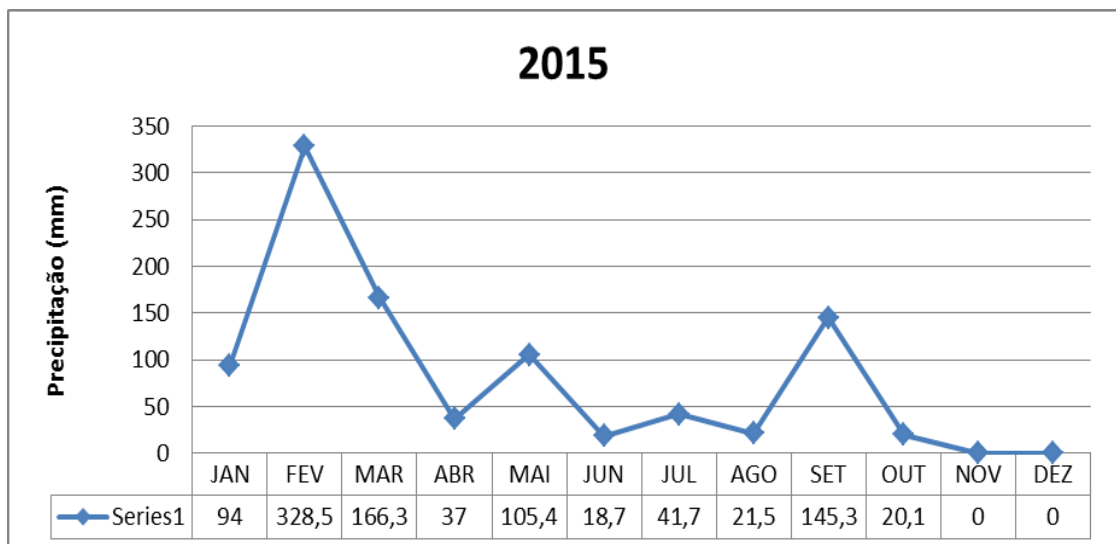
Fonte: CEAPLA/UNESP

Gráfico 6 – Precipitação (mm) para o ano de 2014



Fonte: CEAPLA/UNESP

Gráfico 7 – Precipitação (mm) para o ano de 2015



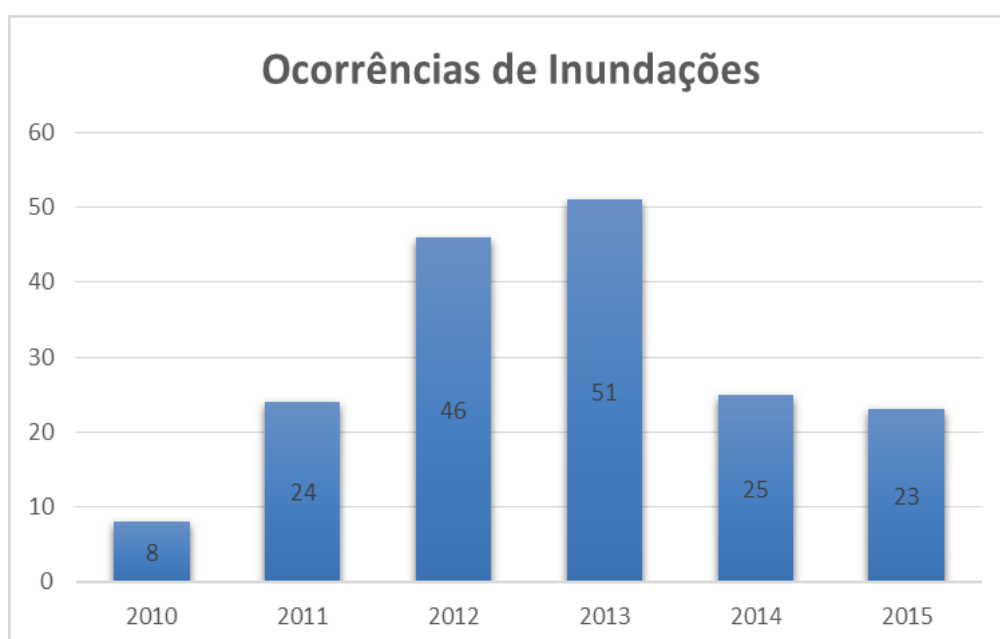
Fonte: CEAPLA/UNESP

5.2.3. Levantamento de Dados de ocorrências de inundações aa Defesa Civil e de Jornais.

A Defesa Civil atua nas questões que tangem ações preventivas, seja de socorros assistenciais e reestruturativas para evitar ou contornar um desastre seja natural ou não. Esta etapa se caracteriza, sobretudo, para verificação após o mapeamento socioambiental e físico, às áreas prioritárias de exposição aos riscos perante eventos perigosos, tendo como base a unidade bairro, onde há a integração da área de estudo Rio Claro SP com as áreas propícias ao risco de inundação por meio do levantamento de dados de ocorrências de eventos com solicitação formal a Defesa Civil da cidade e integração através da espacialização no formato de mapas temáticos.

Desde 2010, as ocorrências são armazenadas em banco de dados Access, para realização deste estudo, foram levantadas 177 registros de casos de inundações na cidade de Rio Claro SP, conforme ilustra o panorama geral no Gráfico 7 das ocorrências separadas por ano:

Figura 7 – Ocorrências de Inundações



Fonte: CEAPLA/UNESP

O ano de 2010, destaca-se por ser o de menor número de ocorrências de inundações, com apenas 8 casos registrados. Com índices pluviométricos altos, se destaca a ocorrência do dia 07/01, registrando 106,9 milímetros de chuva diário, e o dia 25/02 com 61,0 milímetros de chuva, agravando os casos de inundação da via, principalmente no pontilhão da avenida 7.

No ano de 2011, houve um considerável aumento no número de ocorrências de inundações, com destaque para o dia 07/02, com casos relativos a inundação na via mas principalmente a refluxos de esgoto na Avenida 17 A no bairro Jardim Cherveson, tendo em vista a conscientização da população, quando a inundação é agravada com descartes incorretos de entulhos nas bocas de lobo das ruas da cidade.

A partir de 2012, há um notável aumento do número de casos, sobretudo com destaque maior para o bairro Jardim São Paulo. Foram registrados cerca de 32 casos para o mês de dezembro, precisamente dia 31/12, pois precipitou uma média de 267,5 milímetros registrados no começo do verão. O destaque está para o bairro Jardim São Paulo, em que a Avenida 16 que cruza com as Ruas 21 e 22 são responsáveis por cerca de 15% do total das ocorrências de inundações registradas pela Defesa Civil, se tratando de uma área com urgência de construção de obras públicas de melhoria.

A maior quantidade de ocorrências é registrada em 2013, tem sido levantada 51 inundações, com aproximadamente 1.607 milímetros precipitados durante o ano. Como característica do verão, seus maiores índices se destacam para janeiro e fevereiro, quando choveu 256,2 e 197,4 milímetros, respectivamente. No período de novembro a dezembro, houve 29 casos, sendo consequências dos 291,7 e 155,4 milímetros precipitados respectivamente, com destaque para Avenida Presidente Kennedy e Avenida Visconde de Rio Claro.

Há queda no número de ocorrências para o ano de 2014, se tratando do ano que menos precipitou considerando o período estudado, com apenas 890 milímetros anuais. Apesar da seca, casos de inundação na Avenida 16 permaneceram evidentes, registrando-se 10 casos.

Em 2015, apesar de não contabilizados registros de chuvas a partir do mês de novembro, precipitou mais que ano anterior, com aproximadamente 978 milímetros de chuva anuais. O começo do ano foi marcado por 20 casos em

fevereiro, com uma média de 139,4 milímetros de chuva, responsáveis pelos casos de inundações na Avenida 16, Avenida Visconde de Rio Claro e Pontilhão da Avenida 29.

O banco de dados de jornais foi a partir das notícias registradas das mídias locais do município, tendo como base o site oficial do Jornal da Cidade e Guia Rio Claro. Através do levantamento da base digital, os dados foram relativos a ocorrências de inundações, como é o foco deste estudo.

Segundo a reportagem que a Defesa Civil concedeu ao Jornal Cidade de Rio Claro SP, há cerca de 45 pontos susceptíveis a inundações, porém destes pontos alguns se destacam com mais ocorrências. A Avenida Presidente Tancredo Neves é um exemplo disso que abrange o Córrego Wenzel, o qual costuma transbordar com frequência (Jornal Cidade, 2015). O Córrego Wenzel reflete problemas da ocupação desordenada urbana, uma vez que sofre com depósitos de lixo e entulho em suas margens, assoreamento do canal de drenagem proporcionando problemas com inundações conforme ilustra a Figura 8.

Figura 8 - Avenida Presidente Tancredo Neves fica tomada pela água a cada novo temporal



Fonte: Jornal Cidade (2015).

Um dos pontos mais críticos da cidade de Rio Claro SP é a região do bairro Jardim Inocoop, abrangendo casos de ocupações irregulares do Córrego da Servidão, traçado pela Avenida Presidente Tancredo Neves. No ano de 2010, foram aprovadas as obras contra as inundações no bairro Jardim Inocoop (Figura 9), estas por sua vez concluídas em 2013, com um orçamento em 19 milhões de reais, financiado pelo Ministério das Cidades, relativo ao Programa de Aceleração do Crescimento (PAC). (Jornal Cidade, 2011)

Figura 9 – Obra contra inundação no bairro Jardim Inocoop.



Fonte: Jornal Cidade (2011).

Para resolver o problema das inundações que o bairro Jardim Inocoop sofria há 30 anos, foi construída uma extensa galeria sob a Avenida Presidente Tancredo Neves, canalizando trechos do Córrego da Servidão, assim como foi construído um túnel sob a linha férrea com vazão de 72 mil litros de água por segundo, com um custo superior de 5 milhões de reais (Jornal Cidade, 2013).

A Avenida Presidente Tancredo Neves que faz ligação com a Avenida Visconde de Rio Claro, se caracteriza como sendo a situação mais crítica e frequentemente relacionada a inundações. A calha da avenida se torna insuficiente para escoar a chuva de grande parte da região Norte e Central, sendo que é evidente a necessidade de investimentos em escoamento das águas pluvias da

cidade. Com base no estudo elaborado por Cunha, Moruzzi e Braga (2009), é possível compreender os fatores geomorfológicos determinantes para relacionar as inundações frequentes na Avenida Visconde de Rio Claro:

[...] sobre a dinâmica hídrica urbana, refere-se à morfologia da superfície sub-tabular do interflúvio, na qual se registra também a presença de zonas deprimidas, marcadas por lagoas antigas ou atuais e zonas de escoamento difícil. Estas áreas estão ligadas normalmente às cabeceiras de drenagens, originadas principalmente, no contato discordante dos sedimentos arenosos da Formação Rio Claro com os siltitos e argilitos da Formação Corumbataí. Pode-se mencionar como exemplo o parque do Lago Azul, cabeceira de drenagem do córrego da Servidão. (CUNHA, C. M. L.; MORUZZI, R. B.; BRAGA, R., p.88, 2009)

Segundo os autores, a Avenida Visconde de Rio Claro sobreposta ao Córrego da Servidão, caracteriza-se pelas principais ocorrências de inundações vinculadas pela densa ocupação urbana de vales fluviais entre o rio Corumbataí e o Ribeirão Claro, sendo que as inundações estão relacionadas à impermeabilização do solo, a canalização dos canais de drenagem e ao declive suavizado. (CUNHA et al, 2009)

Diante das características físicas mencionadas do sítio urbano, a cidade de Rio Claro SP apresenta grandes dificuldades de escoamento das águas pluviais aos quais provocam inundações; observa-se que os canais estão assoreados pela deposição de detritos no fundo do vale, diminuindo a velocidade do fluxo do leito do canal, acelerando assim o processo das cheias.

5.2.4. Indicadores da Vulnerabilidade Socioambiental

Para o desenvolvimento deste estudo foi utilizada a metodologia desenvolvida por Cutter (1996), importante sistematizadora das diferentes abordagens do conceito de vulnerabilidade, adaptada por Mendes et al. (2009), e também se tem como referência Freitas e Cunha (2012), que adotam como parâmetros a Criticidade e a Capacidade de Suporte na Vulnerabilidade Socioambiental.

5.2.5. Seleção de variáveis socioeconômicas

Esta etapa se configura como o levantamento e classificação das variáveis censitárias correspondentes aos níveis de criticidade e da capacidade de suporte, visando a caracterização socioeconômica e ambiental a partir do Censo (IBGE, 2010), definida pelos 27 bairros da cidade de Rio Claro SP que possuíam dados censitários suficientes para análise. Foram selecionadas 15 variáveis correspondentes a Capacidade de Suporte e 7 correspondentes a Criticidade.

O conceito de Criticidade refere-se às características individuais e comportamentais que podem aumentar ou diminuir a vulnerabilidade diante do risco de um desastre. Entende-se como Capacidade de Suporte a infraestrutura do lugar, em termos de instalações físicas, serviços de saúde, segurança e emergência que permitem a um grupo social uma reação em caso de eventos perigosos ou desastres, resultando assim, no entendimento da Vulnerabilidade Socioambiental.

Para o fator Criticidade foram adotadas variáveis referentes à: faixa etária, educação, densidade demográfica e renda. Para o fator Capacidade de Suporte as variáveis corresponderam a: tipo e condição de ocupação de domicílios, densidade dos domicílios, número de moradores por domicílios, infraestrutura do bairro e do domicílio, tais como forma de abastecimento de água, tipo de esgotamento sanitário, destino do lixo, energia elétrica, iluminação pública, acessibilidade para pessoas com deficiência ou limitação de mobilidade, arborização e identificação de logradouro para moradias inadequadas.

Para a análise da Criticidade foram selecionadas 9 variáveis e numa série de 3 execuções no SPSS foram reduzidas para 7 variáveis que compreenderam: i.) Densidade populacional moradores dpp / área (Km²); ii.) Total de moradores dpp / Total de domicílios; iii.) Total de pessoas com até 5 anos de idade / Total de moradores dpp ou residentes; iv.) Total de pessoas com 6 a 14 anos de idade / Total de moradores dpp ou residentes; v.) Total de pessoas com 60 anos ou mais de idade / Total de moradores dpp ou residentes; vi.) Total de pessoas alfabetizadas com 5 ou mais anos de idade / Total de moradores dpp ou residentes; vii.) Total do rendimento nominal mensal (reais) dos dpp. As variáveis excluídas referiram-se ao total de pessoas responsáveis alfabetizadas e total do rendimento nominal mensal das pessoas responsáveis.

O teste Kaiser-Meyer-Olkin de medida de adequação da amostra apresentou valor 0,688, em que os valores inferiores a 0,5 são considerados inadequados, sendo desejáveis os valores entre 0,8 e 0,9. Entretanto, diante do restrito número de variáveis disponíveis para a análise no nível do setor censitário, considerou-se o valor aceitável.

No teste de esfericidade de Bartlett, que verifica se a matriz de correlações é uma matriz de identidade, são recomendados valores inferiores a 0,05 para que se garanta a correlação entre as variáveis, o valor obtido na análise foi de 0 (zero), o que atende o requisito.

Na análise da Capacidade de Suporte foram realizadas 3 execuções da análise fatorial sendo que, num primeiro momento, foram selecionadas 21 variáveis que após a execução foram reduzidas para 15: i.) Domicílios particulares permanentes do tipo casa; ii.) Domicílios particulares permanentes do tipo casa de vila ou em condomínio; iii.) Domicílios particulares permanentes do tipo apartamento; iv.) Domicílios particulares permanentes cedidos por empregador; v.) Domicílios particulares permanentes alugados; vi.) Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água da rede geral; vii.) Domicílios particulares permanentes com banheiro de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via rede geral de esgoto ou pluvial ; viii.) Domicílios particulares permanentes com lixo coletado; ix.) Domicílios particulares permanentes com energia elétrica de companhia distribuidora; x.) Domicílios particulares permanentes sem energia elétrica; xi.) Domicílios particulares permanentes com 1 morador; xii.) Domicílios particulares permanentes com 2 a 4 moradores; xiii.) Domicílios particulares permanentes próprios, alugados e cedidos - Existe iluminação; xiv.) Domicílios particulares permanentes próprio, alugados e cedidos - Existe rampa para cadeirante; xv.) Domicílios particulares permanentes próprios, alugados e cedidos - Existe arborização. As variáveis excluídas apresentaram valores de comunalidades inferior a 0,5 e corresponderam à: densidade dos domicílios particulares permanentes, domicílios particulares permanentes com energia elétrica de outras fontes, domicílios particulares permanentes com 5 a 9 moradores, domicílios particulares permanentes com 10 ou mais moradores, domicílios particulares permanentes com moradia inadequada - existe identificação do logradouro, total de domicílios particulares improvisados.

O teste Kaiser-Meyer-Olkin de medida de adequação da amostra apresentou

valor 0,615. O teste de esfericidade de Bartlett foi inferior a 0,05, conforme esperado.

5.2.6 Normalização das variáveis fazendo uso de Análise Fatorial

A Análise Fatorial (AF), de acordo com Field (2009), é uma ferramenta estatística que busca guiar o pesquisador na tomada de decisões apresentando seleção dos principais fatores extraídos da matriz de correlação. O método de extração adotado é o de Análise por Componentes Principais (ACP), seguido do método de rotação ortogonal Varimax com normalização Kaiser.

O objetivo da ACP é extrair a máxima variância dos dados com o mínimo de componentes ortogonais. Nesses casos, a variância distribuída pelos componentes inclui o erro associado à variância da variável observada. No caso da Análise Fatorial o erro da variância é omitido, apenas se encontra disponível para análise a variância que as variáveis observadas partilhadas entre si e passa a se reproduzir a matriz de correlação com o menor número de fatores ortogonais. (MARTINEZ; FERREIRA, 2010, p.142).

O método de rotação ortogonal Varimax tenta maximizar a dispersão das cargas dentro dos fatores. Portanto, tenta agregar um menor número de variáveis sobre cada fator resultando em mais aglomerados de fatores interpretáveis. (FIELD, 2009, p.568).

Para a validação da Análise Fatorial foram aplicados o teste Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e o teste de esfericidade de Bartlett.

A estatística KMO varia entre 0 e 1, sendo que o valor de 0 indica que a soma de correlações parciais é grande quando comparada com a soma das correlações, indicando difusão no padrão das correlações, sendo a análise de fatores inadequada; um valor próximo de 1 indica que padrões de correlações são relativamente compactos, assim, a análise de fatores deveria dar preferência a fatores distintos e confiáveis. (FIELD, 2009, p.571).

O teste de esfericidade de Bartlett testa a hipótese nula de que a matriz de correlações original é uma matriz identidade.

Se a matriz R é uma matriz identidade, todos os coeficientes de correlação serão 0 e para que esse teste seja significativo é

preciso que tenha um valor de significância menor do que 0,05. (FIELD, 2009, p.580 e 581).

Tomando por base os referenciais de análise estatística aqui expostos, procedeu-se a análise fatorial visando o mapeamento da vulnerabilidade socioambiental para cidade de Rio Claro.

Após a execução do modelo de análise fatorial, para a componente Criticidade, resultaram 7 variáveis explicativas. Considerando-se 27 bairros analisados, foram selecionados 2 fatores que detém, respectivamente, 69,548% e 17,865%, totalizando 87,413% de variância acumulada.

A Criticidade (C) foi calculada com base nos dois fatores de acordo com a expressão (1):

$$\text{Criticidade} = F1 - F2 \quad (1)$$

Sendo:

FN = Fatores resultantes da análise de Componentes Principais, FN = 1, 2.

Após a execução do modelo de análise fatorial, para a componente Capacidade de Suporte, resultaram 15 variáveis explicativas, considerando-se 27 bairros analisados. Foram selecionados 4 Fatores, que detém 88,303% da variância acumulada, respectivamente, 47,902%, 21,511%, 11,223%, 7,667% para cada um dos fatores.

A Capacidade de Suporte (CS) foi calculada com base nos quatros fatores de acordo com a expressão (2):

$$\text{Capacidade de Suporte} = F1 + F2 + F3 - F4 \quad (2)$$

Sendo:

FN = Fatores resultantes da Análise, FN = 1, 2, 3 e 4.

Os valores referentes às variáveis Criticidade e Capacidade de Suporte resultantes da análise fatorial foram espacializados no SIG ArcGIS e classificados de 1 a 5 por meio do método Quantile. Após a classificação foi possível calcular a Vulnerabilidade Socioambiental, segundo a expressão (3), obtendo 5 classes como produto final: muito baixa, baixa, média, alta e muito alta.

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

Sendo:

VS = Vulnerabilidade Socioambiental ; CS = Capacidade de Suporte; C = Criticidade

5.2.7 Integração dos dados socioeconômicos em SIG

A partir dessa classificação, no ambiente SIG a integração foi feita a partir da base cartográfica em shapefile disponibilizada pelo IBGE relativa ao Censo (IBGE, 2010), dividido em setores censitários, em escala 1:10.000 e projeção geográfica SIRGAS 2000. Utilizando o Software ArcGIS 10.2, foi delimitada e extraída, em novo shape, a área correspondente a Área Urbana de Rio Claro SP, tendo sua projeção alterada para UTM SIRGAS 2000 zona 23s e sua agregação dos setores censitários agora em escala bairro.

Os valores referentes às variáveis Criticidade e Capacidade de Suporte foram espacializados no ArcGIS 10.2 e classificados de 1 a 5 por meio do método Quantile, sob a aba Symbology. Adicionando um novo campo na tabela de atributos, denominado CS_CLASS, no caso, classificação da Capacidade de Suporte, foi utilizada a ferramenta Field Calculator, juntamente com o Python, para a reclassificação da CS utilizando os valores de quebra previamente anotados, conforme expressão:

```
def Reclass(CS_SOMA):
if (CS_SOMA >= -4.136 and CS_SOMA <= -1.477):
return 5
elif (CS_SOMA > -1.477 and CS_SOMA <= -0.1900019):
return 4
elif (CS_SOMA > -0.1900019 and CS_SOMA <= 0.614585):
return 3
elif (CS_SOMA > 0.614585 and CS_SOMA <= 1.674870):
```

(1)

```

return 2
elif (CS_SOMA > 1.674870):
return 1

__esri_field_calculator_splitter__
Reclass(!CS_SOMA!)

```

Onde “CS_SOMA” são os valores da Capacidade de Suporte e o mesmo foi processo feito para a Criticidade, em novo campo denominado “C_CLASS” (Valores da Criticidade).

Uma terceira coluna foi adicionada, esta por sua vez denominada “VULNE” em que através de Field Calculator foi possível realizar a expressão:

$$\text{VULNE} = \text{CS_CLASS} \times \text{C_CLASS} \quad (2)$$

Como resultado dessa expressão, obtêm-se os valores brutos de “VS” (Vulnerabilidade Socioambiental). A partir disso, é realizada a espacialização, sendo necessária uma reclassificação destes valores, conforma a Tabela 1:

TABELA 1 – Classificação dos valores da Vulnerabilidade Socioambiental

Classes de VS	Descrição	Intervalo Classe	Legenda	Criticidade					
				1	2	3	4	5	
1	Muito Baixa	1 a 3							
2	Baixa	4 a 6		1	2	3	4	5	
3	Média	8 a 10		2	4	6	8	10	
4	Alta	12 a 16		3	6	9	12	15	
5	Muito Alta	20 a 25		4	8	12	16	20	
				5	10	15	20	25	

O intervalo de classe foi calculado em nova coluna da tabela de atributos, denominada VULN_CLASS (Valores da Vulnerabilidade Socioambiental), em Fórmula 3:

```
def Reclass(VULNE):
```

```

if (VULNE >= 1 and VULNE <= 3):
return 1

elif (VULNE >= 4 and VULNE <= 6):
return 2

elif (VULNE >= 8 and VULNE <= 10):           (3)
return 3

elif (VULNE >= 12 and VULNE <= 16):
return 4

elif (VULNE >= 20):
return 5

__esri_field_calculator_splitter__

Reclass(!VULNE!)

```

O campo “VULN_CLASS” é utilizado para a geração de mapas temáticos, sendo interessante para um diagnóstico mais detalhado da cidade o cruzamento com uso do solo, declividade, hidrografia, como é o caso deste estudo.

5.3 Mapeamentos dos aspectos ambientais da vulnerabilidade à inundação

5.3.1 Mapa de declividade

Os procedimentos metodológicos para elaboração do mapa temático de declividade correspondem à definição das 6 classes de declividade, com base no referencial teórico Biasi (1992), com adaptações para o estudo em questão, em que as classes são representadas como “0 – 2%”, “2 – 5%”, “5 – 12%”, “12 – 30%”, “30% - 45%”, “> 45%”. Segundo o autor, a classe até 2% é o marco do limite urbano-industrial, termos utilizados internacionalmente principalmente em assuntos que tangem planejamento urbano de institutos de pesquisa do Estado de São Paulo e da

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 representada pela Lei Lehmann, a qual define o limite máximo para urbanização sem restrições. De 30 a 45% permite limite máximo de corte raso, sendo que a exploração só será permitida se sustentada por coberturas florestais. Nos valores acima de 45% não é permitida a derrubada de florestas. (BIASI, 1992)

A partir da representação altimétrica com base no shapefile das curvas de nível, elaborou-se o Modelo Número do Terreno (MNT) com base triangular (TIN), por meio da ferramenta "Create TIN (3D Analyst)" a partir da janela de opções de ferramentas no ArcToolbox do ArcGIS 10.2. A estrutura de grade triangular, mais conhecida como TIN, é criada a partir de curvas de nível e/ou pontos cotados, cria um modelo matemático com valores de altitude a partir da interpolação de pontos.

Após isso, é feita a transformação do modelo triangular (TIN) para formato raster e o cálculo da declividade com base nas ferramentas de análise espacial do SIG. Opera-se nas propriedades do layer na aba "Layer Properties", a partir da opção "Symbology" classificam-se os atributos por meio do "Slope" as classes de declividade do terreno para garantir a visualização espacial das áreas propícias a inundação.

5.3.2 Mapa Geotécnico

O mapeamento geotécnico se torna uma ferramenta fundamental nos estudos que se referem ao planejamento urbano, uso do solo, em especial nos processos de expansão urbana e suas influências no meio, sendo de grande importância ao planejamento territorial urbano. Este tipo de mapeamento se torna subsídio para proporcionar aos gestores municipais o planejamento adequado da expansão urbana, sendo que possibilita a espacialização através das informações geológicas, pedológicas e geomorfológicas integradas, áreas inaptas e as adequadas à urbanização, minimizando dessa forma o aumento das áreas de risco suscetíveis a deslizamentos e inundações.

Para elaboração do Mapa Geotécnico, foi realizado o levantamento de dados do IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas), de 1994, a partir da Carta Geotécnica do Estado de São Paulo, na escala de 1:500.000, onde esta carta ilustra os

processos do meio físico importantes para previsão do comportamento geotécnico dos terrenos ante o seu uso.

5.2.3 Mapeamento da Vulnerabilidade Socioambiental integrada com a vulnerabilidade à inundação

Como produto final deste trabalho, realiza-se o Mapeamento da Vulnerabilidade Socioambiental integrada com a vulnerabilidade à inundação, uma vez que isto é elaborado com base no banco de dados da Defesa Civil e notícias de mídias locais referente a inundações ocorridas nos últimos 5 anos.

O banco de dados da Defesa Civil estava no formato Acces, em que foi possível aplicar um filtro nas ocorrências de inundações e espacializá-las por meio do Google Earth Pro, com as localizações de endereço e data da ocorrência de inundação. Este foi o procedimento para elaboração do Mapa de ocorrências de inundações da Defesa Civil e jornais agora integrada com a Vulnerabilidade Socioambiental com base nas informações censitárias do Censo 2010 (IBGE) e Análise Fatorial das variáveis selecionadas, considerando as características socioeconômicas que compuseram a Criticidade do lugar e a Capacidade de Suporte com a infraestrutura para a cidade de Rio Claro SP.

6 RESULTADOS

Como resultados alcançados com a pesquisa são apresentados os mapas de Criticidade, Capacidade de Suporte e Vulnerabilidade Socioambiental e a análise dos indicadores socioeconômicos e ambientais da Vulnerabilidade Socioambiental para área urbana da cidade de Rio Claro SP.

6.1 Análises da Criticidade

De acordo com o descrito no item metodologia (5), os principais fatores da Criticidade extraídos pelo método Análise de Componente Principal (ACP) foram organizados na Tabela 2 que sintetiza os componentes de maior valor para o menor.

TABELA 2 - SÍNTESE DAS VARIÁVEIS DE MAIOR CORRELAÇÃO DA CRITICIDADE.

Fator	Variáveis de maior influência
1 (-)	Pessoas alfabetizadas (+0,966)
	Moradores/Domicílio (-0,953)
	Crianças (-0,939)
	Jovens (-0,925)
	60 anos ou mais (+0,893)
	Renda per capita domicílio (+0,732)
2 (-)	Densidade Populacional (-0,822)

De acordo com a Tabela 2, as variáveis de maior influência positiva no Fator 1 dizem respeito às pessoas alfabetizadas (+0,966), presença de idosos (+0,893) e renda de domicílios (+0,732). As variáveis de maior influência negativa são relacionados a pouca presença de crianças (-0,939) e jovens (-0,925) e a baixa proporção de moradores por domicílio (-0,953). Nesta análise, a combinação de variáveis indica que este Fator contribui para diminuir a Criticidade dessa cidade.

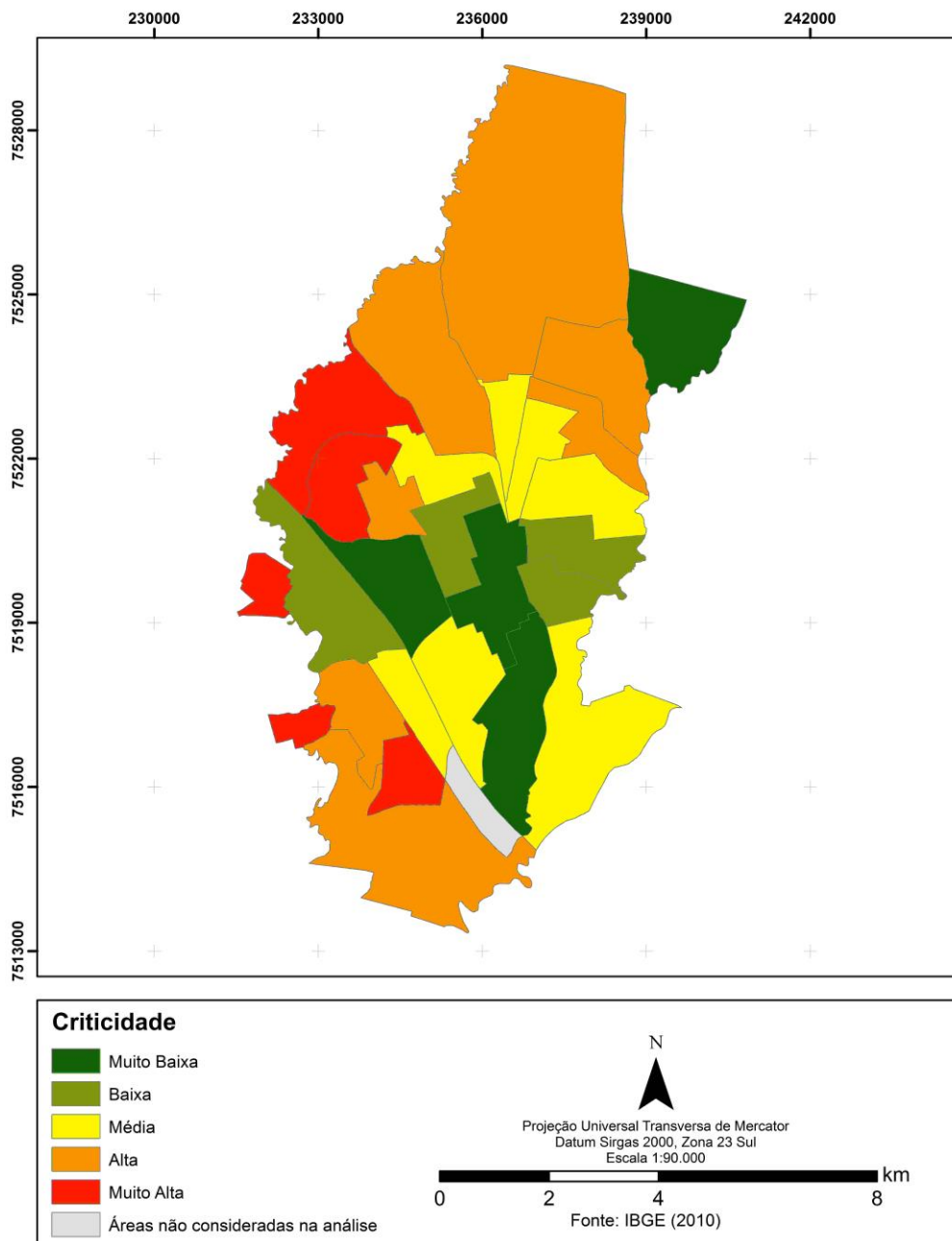
Na análise do Fator 2 a variável de alta influência negativa é a densidade populacional (-0,822), que indica um baixo adensamento urbano e também contribui para diminuir a Criticidade.

6.2 Mapa da Criticidade

Como parte dos resultados, a Figura 10 ilustra o mapa de Criticidade para Área Urbana de Rio Claro SP. Foram excluídos da análise a zona rural e setores com insuficiência de informações censitárias.

Figura 10 – Mapa de Criticidade

MAPA DE CRITICIDADE DA ÁREA URBANA DE RIO CLARO SP - 2010



Fonte: Elaborado por Francielle Calixto Sodelli (2015)

A partir da análise do mapa, é possível observar que há o aumento da criticidade conforme nos afastamos do centro, havendo predomínio de áreas mais críticas na periferia da cidade, principalmente os setores noroeste/norte e sudoeste. Observa-se também baixa Criticidade na área periférica que corresponde a um condomínio fechado na porção nordeste da cidade denominado Residencial Florença.

Detalhando a análise, pode-se destacar que os bairros Jardim Guanabara, Jardim Nova Rio Claro, Jardim Novo Wenzel, Santa Maria e Recanto Paraíso estão classificados como de muito alta Criticidade. Os bairros Jardim Nova Rio Claro e Santa Maria, possuem uma média de 82,7%, de pessoas alfabetizadas, cerca de 28% de crianças e jovens e renda per capita média de R\$ 707,46 por responsável, sendo também que o bairro Santa Maria está entre os 5 mais adensados da cidade, com 5.525,38 hab/km².

Para detalhe da alta Criticidade, estão os bairros Grande Cervezão, Distrito Industrial, Mãe Preta, Arco-Íris, Jardim Novo/Terra Nova e Jardim das Palmeiras. O bairro Mãe Preta configurou-se como alta Criticidade sobretudo por se tratar de 9,74% são crianças e uma média de pessoas responsáveis alfabetizadas de 26%, algo muito baixo comparado aos outros bairros da cidade. Distrito Industrial encontra-se altamente populoso, cerca de 6.199,49 habitantes/km², assim como os bairros Arco Íris e Jardim das Palmeiras, e o Jardim Novo tendo seu expoente o número de pessoas com 60 anos ou mais de idade, representando 27,60% da população total. Em um âmbito mais geral, os cinco bairros apresentam valores abaixo da média, nas variáveis analfabetismo e renda per capita, e valores acima da média são as variáveis densidade populacional, moradores por domicílio e presença de crianças e jovens, fatores que aumentam a Criticidade.

A média Criticidade se refere aos bairros Vila Nova, Consolação, Vila Paulista, Jardim Floridiana, Alto do Santana, Inocoop e Jardim América. Conforme é possível observar no Mapa 10, ao aproximar da área central da cidade, a Criticidade constantemente vai diminuindo. Para uma análise mais detalhada, são os bairros menos adensados, com boa parte da população idosa. Vila Nova apresenta o maior média em relação a população com até 5 anos de idade (13,01%) e um adensamento de 1.327,29 habitantes/km².

A baixa Criticidade é relativa aos bairros Cidade Nova, Bela Vista, Centenário, Santana. Em relação a demografia, o bairro Bela Vista se configura como sendo

uma das menores médias de adensamento populacional urbano (1108,01 habitantes/km²); o bairro Santana obtendo uma das menores médias de pessoas com até 5 anos de idade (4,67%) e Centenário com uma média baixa de população idosa (7,02%). Em relação a educação, Santana apresenta uma das melhores médias em relação a pessoas responsáveis alfabetizadas (36,50%) e pessoas alfabetizadas com 5 ou mais anos de idade (94,01%). Para análise da renda per capita do domicílio, os bairros Santana e Centenário obtém uma boa média em relação aos outros bairros estudados (R\$ 3121,474), se tornando um dos fatores em destaque para que estes bairros se classifiquem como baixa Criticidade.

A classe que se refere a muito baixa Criticidade é representada pelos bairros Cidade Jardim, Residencial Florença, Centro e Jardim São Paulo. Para análise do adensamento urbano, há ressalva para que os bairros Cidade Jardim e Residencial Florença apresentam domicílios do tipo condomínio, o qual interferem nesta variável. Dentre os de muito baixa Criticidade está Jardim São Paulo, com a segunda menor média em relação a densidade populacional (256,66 habitantes/km²). Os bairros apresentam as menores médias em relação a presença de população acima de 60 anos, maiores médias em relação as pessoas alfabetizadas com 5 anos ou mais de idade se destacando para a variável de renda per capita do domicílio, como o bairro Residencial Florença com a melhor média (R\$ 6.427,388) e o bairro Cidade Jardim em segundo lugar do melhor rendimento nominal mensal em reais (R\$ 5.121,97).

6.3 Análises da Capacidade de Suporte

Para análise da Capacidade de Suporte, os principais fatores extraídos pelo método Análise de Componente Principal (ACP) foram organizados na Tabela X que sintetiza os componentes de maior valor para o menor.

TABELA 3 - QUADRO SÍNTESE DAS VARIÁVEIS DA CAPACIDADE DE SUPORTE.

Fator	Variáveis de maior influência
1 (+)	Existe iluminação (+0,983) Cedidos por empregador (-0,978) Água (+0,976) Sem energia (-0,973) Com lixo coletado (+0,971) Energia da rede distr. (+0,929) 2 a 4 moradores (+0,864) Esgoto (+0,724)
2 (+)	Tipo casa (-0,975) Tipo apartamento (+0,907) Existe rampa cadeirante (+0,751) Casa de Vila ou Condominio (+0,711)
3 (+)	1 morador (+0,777) Alugados (+0,748)
4 (-)	Existe Arborização (-0,714)

Com base na Tabela 3, as variáveis de maior influência positiva no Fator 1 estão relacionadas a domicílios particulares permanentes com iluminação (+0,983), abastecimento de água (+0,971), com lixo coletado (+0,971), domicílios com energia da rede distribuidora (+0,929), saneamento básico (+0,724) e domicílios com 2 a 4 moradores (+0,864). As variáveis de maior influência negativa são relacionados a domicílios cedidos por empregador (-0,983) e domicílios sem energia elétrica (-0,973). A partir desta análise, a combinação de variáveis indica que o Fator 1 contribui para aumentar a Capacidade de Suporte.

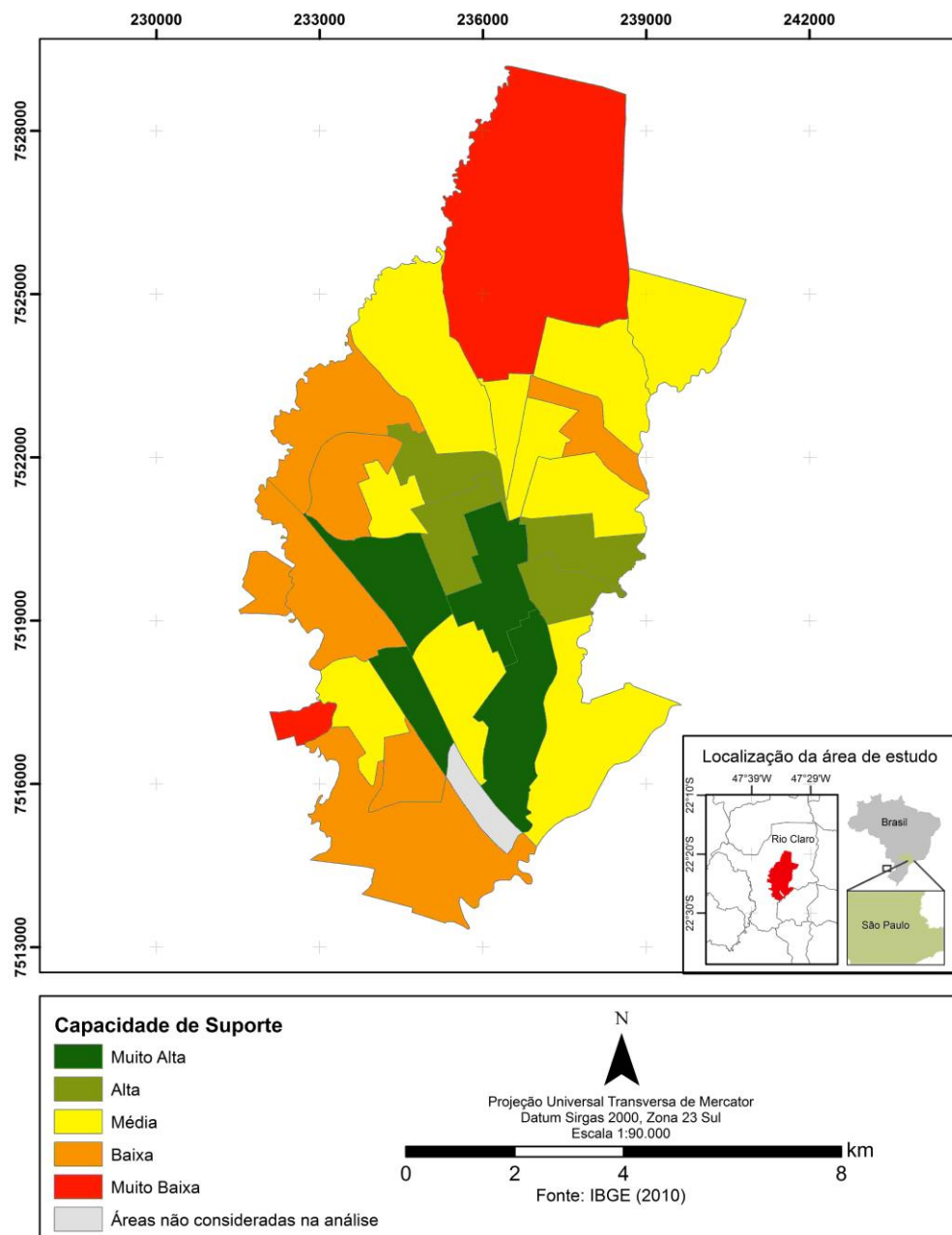
Para análise do Fator 2, as variáveis de maior influência positiva estão relacionadas aos domicílios particulares permanente do tipo apartamento (+0,907), presença de rampa para cadeirante (+0,751), domicílios do tipo casa de vila ou condomínio (+0,711). Como influência negativa, a variável domicílios do tipo casa (-0,957), indica menor proporção de casas em relação a maior proporção de apartamentos e condomínios, contribuindo para aumentar a Capacidade de Suporte da cidade.

No Fator 4 a variável de maior influência negativa é referente à pouca presença de arborização (-0,714), contribuindo para diminuir a Capacidade de Suporte.

6.4 Mapa da Capacidade de Suporte

Figura 11 – Mapa Capacidade de Suporte

MAPA DE CAPACIDADE DE SUPORTE DA ÁREA URBANA DE RIO CLARO SP - 2010



Fonte: Elaborado por Francielle Calixto Sodelli (2015)

Nas áreas periféricas da cidade, predominam bairros com capacidade de suporte muito baixa, como é o caso do Distrito Industrial e Jardim Nova Rio Claro, e baixa capacidade de suporte nos bairros Arco-Íris, Santa Maria, Recanto Paraíso, Jardim Novo Wenzel, Centenário, Jardim Guanabara e Jardim Novo/Terra Nova.

Para a análise dos bairros configurados como muito baixa Capacidade de Suporte, observa-se as variáveis que estão abaixo da média em serviços ligados à infraestrutura, como coleta de lixo (média de 90%), abastecimento de água (91%), energia elétrica (96%) e rede de esgoto (86%). Como parte da análise da infraestrutura, destaca-se o caso do bairro Distrito Industrial no setor Norte da cidade, com um baixo valor referente ao abastecimento de água da rede geral (35,48%), lixo coletado (27,42%), domicílios com iluminação (50%) e pouca presença de arborização (53,23%). Para o quesito moradia, o bairro Jardim Nova Rio Claro) apresenta alta incidência de moradias do tipo casa (Média de 96%) e moradias cedidas por empregador (Média de 26%).

Para os bairros compreendidos como baixa Capacidade de Suporte, destacam-se Santa Maria, Recanto Paraíso, Jardim Novo Wenzel, Arco-Íris, Centenário, Jardim Guanabara, Jardim Novo/Terra nova. No que diz respeito demografia, o bairro Arco-Íris se configura com a maior densidade demográfica de domicílios (2081 domicílios/km²), assim como Recanto Paraíso (1890,31 domicílios/km²).

Para os quesitos de moradia, o Jardim Novo Wenzel se destaca pela alta média de domicílios improvisados (0,46%), o Jardim Guanabara destaca-se por contém 5,83% moradia do tipo vila ou condomínio e o Recanto Paraíso obtém cerca de 7,05% de domicílios do tipo apartamento. Os bairros Centenário, Santa Maria, Jardim Novo Wenzel e Jardim Novo/Terra Nova apresentam média alta de domicílios do tipo casa (99%).

Para análise da média Capacidade de Suporte, destaca-se o bairro Residencial Florença, que apesar das variáveis com médias altas referentes a a lixo coletado (99,39%), energia elétrica (99,50%), arborização (82,51%) e abastecimento de água (99,83%), a variável esgotamento sanitário via rede geral de esgoto é muito baixa (0,42%), em razão da utilização de fossas sépticas neste bairro, sendo que dessa forma, há diminuição da Capacidade de Suporte deste bairro. Como análise das variáveis moradia,

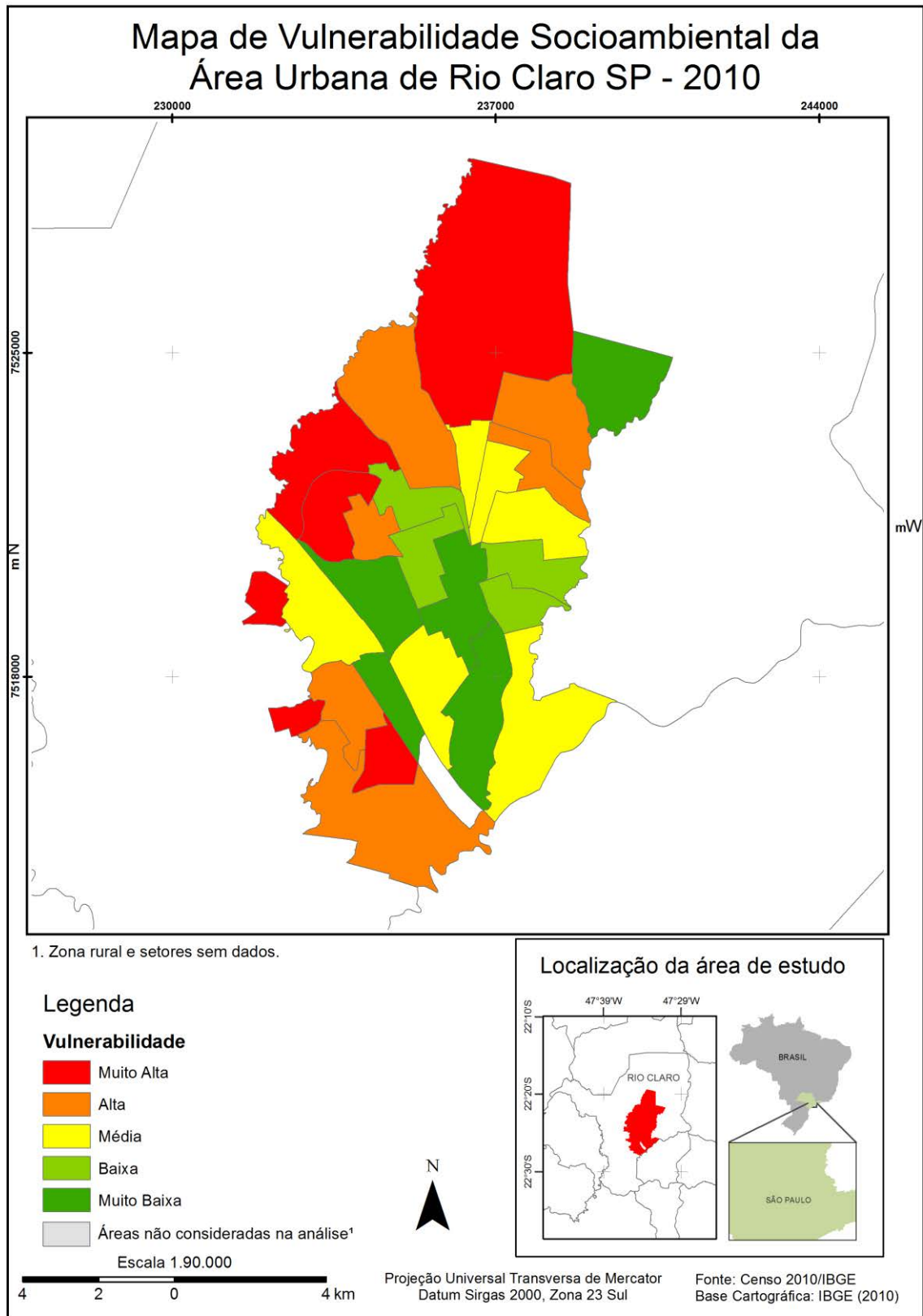
Os bairros que apresentam alta Capacidade de Suporte estão localizados na região central da cidade. Para análise da moradia, os bairros Alto do Santana e Santana destacam-se pela presença de domicílios do tipo apartamento (9,20%), domicílios alugados (27,43%); já o bairro Bela Vista destaca-se pela presença de domicílios com 1 morador (16,90%) Para análise da infraestrutura, o bairro Cidade Nova apresenta excelente média na variável domicílios com abastecimento de água da rede geral (100%), esgotamento sanitário (100%), lixo coletado (100%). Em contrapartida com uma média significativa em relação aos domicílios sem energia elétrica (0,21%) e ausência de rampa para cadeirante (0%). Estes bairros se configuram como alta Capacidade de Suporte em virtude de apresentar mais apartamentos, domicílios alugados e melhores condições de infraestrutura.

Os bairros que se configuram como muito alta Capacidade de Suporte estão localizados na região central da cidade. Em relação a demografia, os bairros Jardim São Paulo e Cidade Jardim estão entre os menos adensados, (662,0 domicílios/km²) e (744,8 domicílios/km²) respectivamente. A alta Capacidade de Suporte se deve ao fator de que os bairros apresentam os menores valores de domicílios do tipo casa e os maiores valores em relação a presença de domicílios do tipo apartamento. Os bairros Inocoop e Cidade Jardim se destacam na presença de domicílios do tipo condomínio, com uma média de 11%.

6.5 Mapa Vulnerabilidade Socioambiental

O Mapa da Vulnerabilidade Socioambiental da Área Urbana de Rio Claro SP é um produto da Criticidade pela Capacidade de Suporte por meio do ArcGIS, conforme ilustra a Figura 12:

Figura 12 – Mapa da Vulnerabilidade Socioambiental



Fonte: Francielle Calixto Sodelli (2015)

A partir da análise do mapa da Vulnerabilidade Socioambiental, que compreende um total de 28 bairros e ocupa uma área de 78,16 km², observa-se conforme a Figura 12 ilustra, 10 bairros estão inseridos nas classes muito baixa e baixa vulnerabilidade, apresentando 25% da área total. Na classe média vulnerabilidade, cerca de 6 bairros são representados com 20% da área total, para a classe alta vulnerabilidade, são representados 12 bairros, com 55% da área total.

É perceptível que, os bairros com muito alta (Distrito Industrial, Santa Maria, Recanto Paraíso, Jardim Novo Wenzel, Jardim Nova Rio Claro e Jardim Guanabara) e alta vulnerabilidade (Grande Cervezão, Wenzel, Mãe Preta, Arco-Irís, Jardim das Palmeiras e Jardim Novo/Terra Nova) estão na periferia da cidade. A coerência da integração dos dados com a realidade é nítida no que tange ao entendimento de que os bairros com alta e muito alta vulnerabilidade se configuram com a maior ocupação populacional e com menor condição socioeconômica, caracterizando a região da periferia da cidade de Rio Claro SP.

Para a média vulnerabilidade, são representados pelos bairros Centenário, Consolação Vila Paulista, Vila Nova, Jardim América e Jardim Floridiana, estes por sua vez observa-se maior renda do domicílio e do responsável, presença de idosos, domicílios alugados e boa infraestrutura territorial.

6.6 Vulnerabilidade à inundação

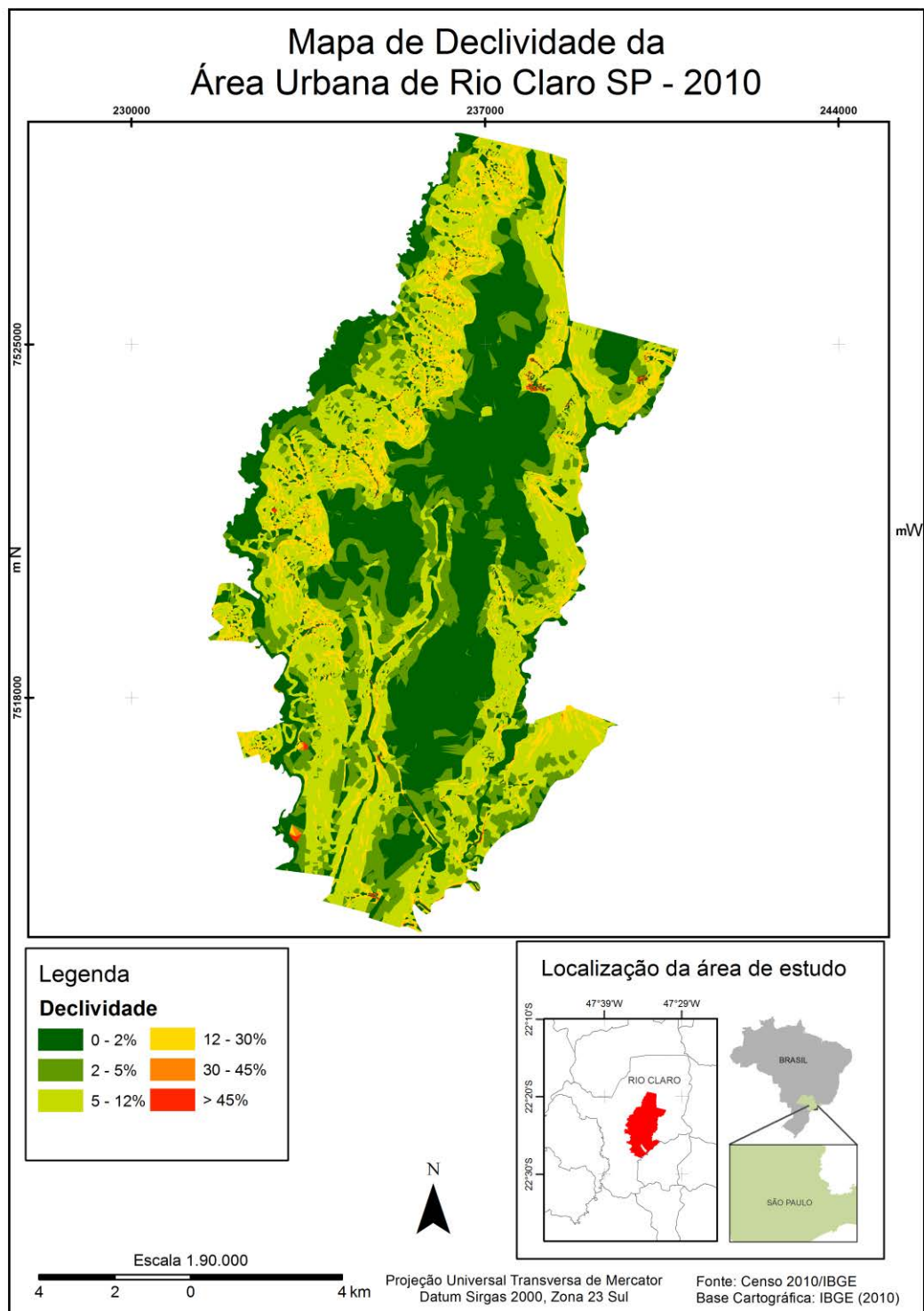
6.6.1 Mapa de declividade

Como parte da análise da vulnerabilidade à inundação, o mapa temático construído por meio da análise das curvas de nível para representar a forma da declividade do terreno, apresenta-se o mapa de declividade. Conforme analisamos a Figura 13, principalmente em sua área urbana central, há predomínio de vertentes planas a quase planas, os valores de declividades baixas e são distribuídos por grandes áreas com contato a vertentes do tipo suave onduladas.

A partir da compreensão dos dados de declividade gerados é possível inferir que trata-se de um relevo muito suave, com poucos locais de variações abruptas de altitude, pois Rio Claro SP configura-se como uma cidade com amplitudes altimétricas baixas, isso implica que a inclinação das vertentes é mais suave,

predominando terrenos planos a quase planos, sendo observável na área urbana da cidade.

Figura 13 – Mapa de Declividade



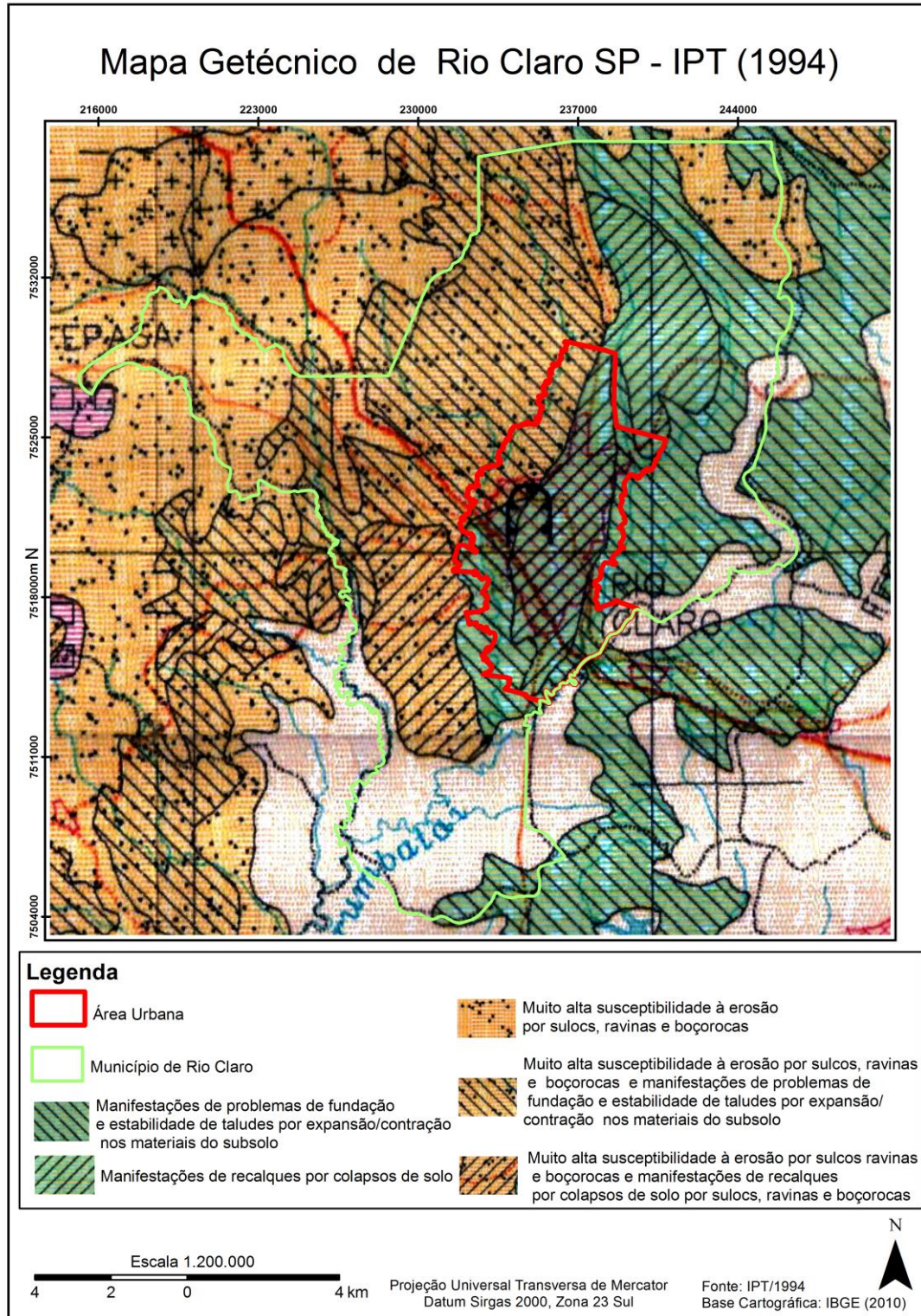
Fonte: Francielle Calixto Sodelli (2015)

6.6.2 Mapa Geotécnico

O mapeamento Geotécnico possibilita a identificação de problemas de natureza geológico-geotécnica decorrentes do uso do solo, expõem as limitações e potencialidades dos terrenos, ou seja, expõe os processos do meio físico importantes para a previsão do comportamento geotécnico dos terrenos ante o seu uso.

Para análise do Mapa Geotécnico (Mapa 14), é possível observar que há destaque para o município de Rio Claro e para sua área urbana, levando-se em consideração que a cor na legenda no mapa indica o processo predominante na unidade e hachura mostra o grau de suscetibilidade. Dessa forma, o município de Rio Claro SP está inserido em uma zona de alta susceptibilidade à erosão e manifestação do solo.

Mapa 14 - Mapa Geotécnico



Fonte: Francielle Calixto Sodelli (2015)

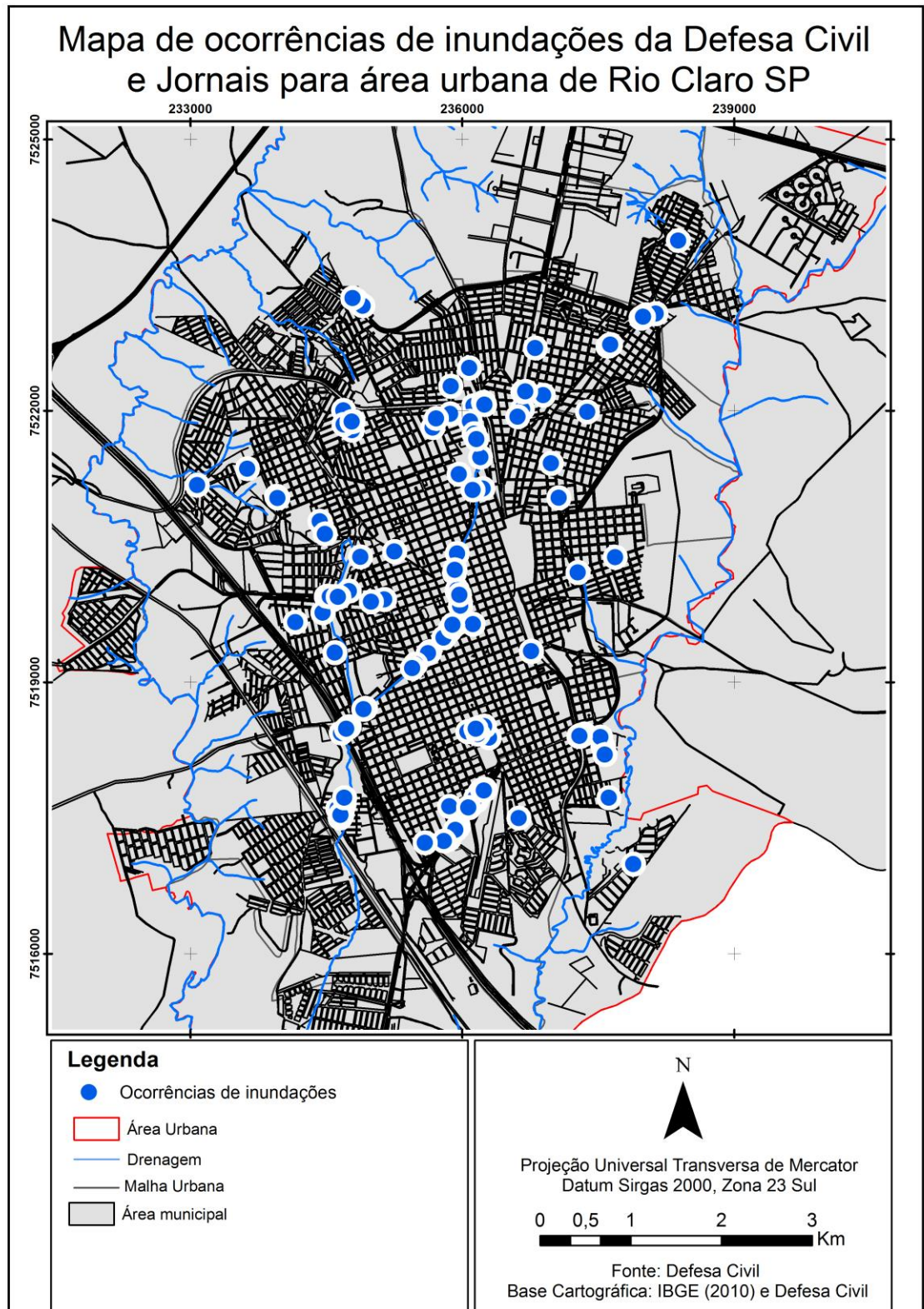
Na região oeste do município, há predominância da muito alta susceptibilidade à processos relativos a erosão por sulcos, ravinas e boçorocas e a região leste há predominância de manifestações de problemas de fundação e estabilidade de taludes por expansão/contração nos materiais do subsolo. A formação destes grandes buracos de erosão se deve, sobretudo, as chuvas onde a vegetação é escassa e não protege o solo contra enxurradas. Estes processos estão predominantemente ligados ao uso do solo, características climáticas e hidrológicas do relevo, em que para formação desses grandes buracos causados pelas atividades humanas no solo. De acordo com o estudo do DAEE e do IPT, a influência do relevo na formação de ravinas e boçorocas da região está associado à forma e à declividade das vertentes, pois as ocorrências desses processos se desenvolvem em encostas convexas.

Em relação a influência da cobertura pedológica no desenvolvimento de sulcos, ravinas, boçorocas, a maior suscetibilidade dos solos são de textura arenosa, porém para região do município de Rio Claro SP, onde se encontra grande parte solos argilosos como Latossolos Vermelho Escuro há desenvolvimento desses processos, isto se deve em razão à presença de horizonte C altamente erodível que proporciona processos de erosão interna do solo e do lençol freático.

6.6.3 Mapa de ocorrências de inundações integrando Defesa Civil e Jornais

A partir dos dados levantados na Defesa Civil e em Jornais a respeito das inundações, foi elaborado o Mapa de ocorrências de inundações integrando Defesa Civil e Jornais (Figura 15).

Figura 15 – Mapa de ocorrências de inundações da Defesa Civil e Jornais para área urbana de Rio Claro SP



Fonte: Francielle Calixto Sodelli (2015)

Para elaboração do mapa de ocorrências de inundações, os dados foram levantados na base da Defesa Civil por meio da solicitação prévia. Neste acervo, foram levantados 170 ocorrências de inundações para o período de 2010 a 2015, assim como os arquivos necessários para o mapeamento como a malha urbana de Rio Claro SP. Já o arquivo vetorial dos bairros foi levantado no IBGE (2010) e a drenagem foi obtida por meio da vetorização manual tomando por base a Carta Topográfica do IBGE (2010) e o Mapa Hipsométrico (Figura 6).

A partir da análise da Figura 15, percebe-se alguns aglomerados de ocorrências, destacando áreas mais susceptíveis e com maiores inundações. De início, foram mapeadas 170 casos de ocorrências de inundações para os últimos 5 anos e de imediato há regiões que mais se destacam no mapa pela quantidade de ocorrências.

Com a análise do mapa, a região que se destaca é a região central, no cinturão de pontos que cobre o Córrego da Servidão, canalizado pela Avenida Visconde do Rio Claro, uma área que concentra todo o escoamento pluvial em virtude das vertentes impermeabilizadas em seu entorno. Percebe-se que cerca de 11,7% dos casos são nesta avenida em diversas alturas, com maior expressão na avenida 16, avenida 12, avenida 21 com as ruas 12 e 13.

A região Oeste que contempla os bairros Jardim São Paulo, Alto do Santana, Santana e Wenzel representam 23,5% do total dos casos de inundações, sendo o cruzamento mais crítico o da avenida 16 com as ruas 21 e 22, somando 26 ocorrências. Estas áreas sofrem com inundações, sobretudo em razão do Córrego Olinda, que associado a perda de vegetação e ocupação irregular, favorece os processos erosivos e a consequência é o assoreamento do leito fluvial.

Na região Norte composta pelos bairros Jardim Floridiana, Grande Cervezão, Arco-Íris e Mãe Preta há um considerável presença de ocorrências de inundações. A lagoa localizada no bairro Grande Cervezão se configura como uma área de lazer e é ocupada pela urbanização, prejudicando a infiltração das águas pluviais devido à impermeabilização do solo, causando escoamento para área mais deprimida da região.

A região Sul apresenta dois pontos mais críticos, correspondentes ao bairro Cidade Jardim. No que se refere à altura, na avenida 29 há muita presença de inundações sob o trecho do pontilhão, próximo a rua 0, correspondendo 6,5% dos

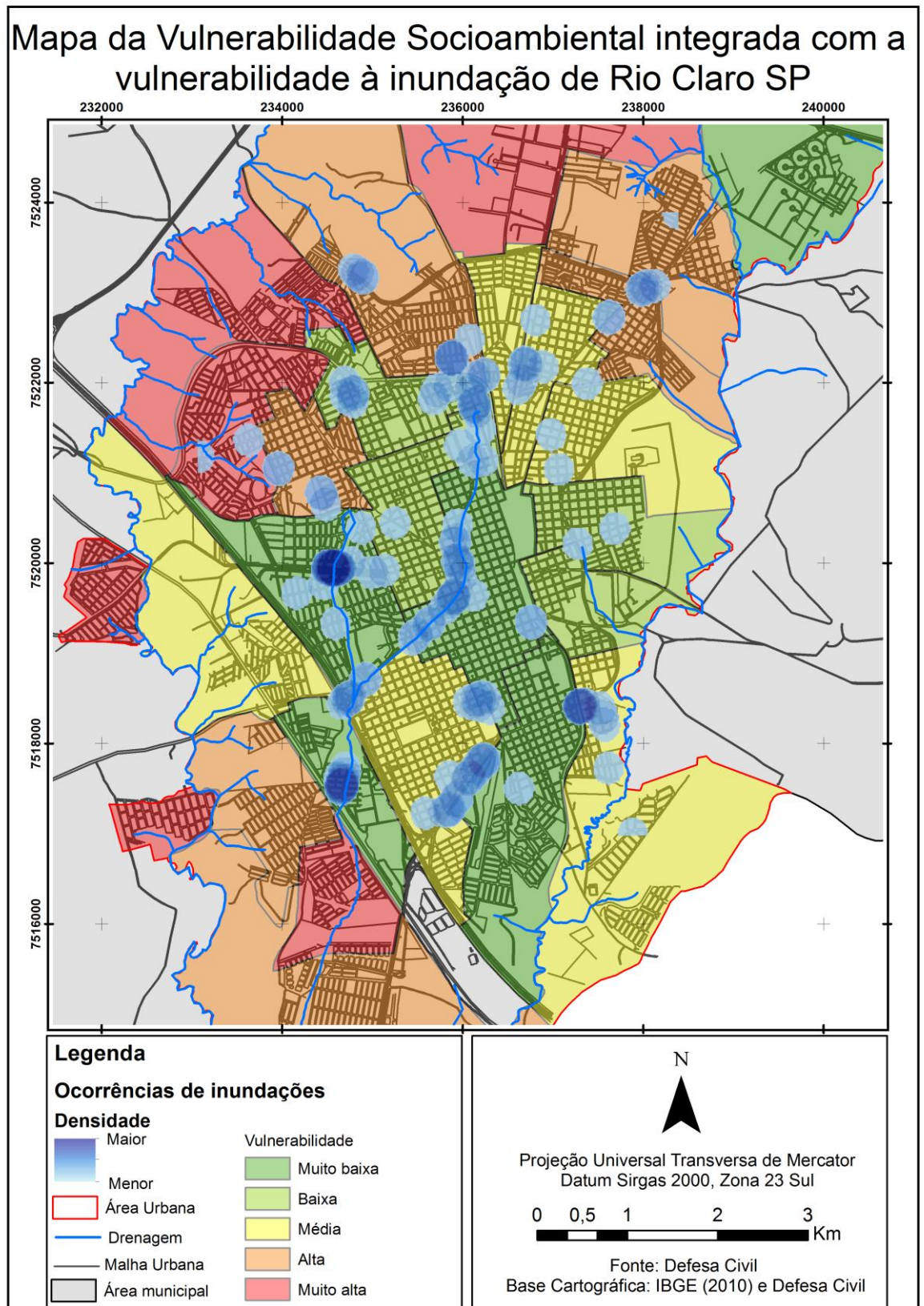
casos registrados. Por razão de sua estrutura que deprime a área, não há escoamento pluvial e ocorre acumulação das águas causando também até desmoronamento de entulhos.

Sendo assim, as áreas periurbanas, ou as áreas periféricas, são as mais afetadas pelos processos erosivos e as áreas intraurbana pelas ocorrências de inundações. Tais ocorrências se deve sobre o fato de que principalmente os cursos fluviais estão canalizados, há impermeabilização do solo e a declividade baixa do terreno.

6.7 Mapa síntese da Vulnerabilidade Socioambiental integrada com a vulnerabilidade à inundação

Como produto final deste trabalho, foi elaborado o Mapa síntese da Vulnerabilidade Socioambiental integrada com a vulnerabilidade à inundação, uma vez que contempla a metodologia sobre o estudo de Vulnerabilidade Socioambiental e aspectos físicos, sociais e econômicos da Vulnerabilidade Social da população em relação a ocorrência de inundações para a cidade de Rio Claro SP. A Figura 15 ilustra a área urbana da cidade em destaque com a presença de eventos de inundações e sua densidade por meio dos pontos.

Figura 15 –Mapa síntese da Vulnerabilidade Socioambiental integrada com a vulnerabilidade à inunda o



Fonte: Francielle Calixto Sodelli (2015)

Para elaboração da Figura 15, foi necessário as ocorrências da Figura X georreferenciadas e base da Defesa Civil e do IBGE (2010). No ArcGIS 10.2 o procedimento para realização do mapa de densidade foi a partir da caixa de ferramentas ArcToolbox, a opção desejada é o “Spatial Analyst Tools”, sendo a ferramenta que ilustra uma densidade por isso a opção “Density” e no caso como são pontos espacializados a opção é o “Point Density”. O mapa de densidade dos pontos se torna interessante para análise geográfica uma vez que investiga o comportamento de padrões, através da interpolação, que ilustra a intensidade pontual de um determinado fenômeno na região de estudo. Essa ferramenta é um produto cartográfico expressivo para análise espacial que por meio de geotecnologias há aproximação da realidade no ambiente SIG.

Com base na análise da Figura 15 observa-se a densidade dos pontos por meio da escala de cores podendo-se inferir onde estão algumas das regiões com maiores ocorrências de inundações. Para região Oeste, destaca-se o bairro Jardim São Paulo, apesar de a Criticidade ser muito baixa e a Capacidade de Suporte muito alta, sua Vulnerabilidade Socioambiental se torna baixa, levando em consideração a exposição de pessoas e infraestrutura. Mas, levando em consideração a Vulnerabilidade à inundação, se caracteriza como muito alta, pois essa região caracteriza-se pela grande dificuldade de escoamento das águas pluviais e devido a baixa vazão do único tubo para escoamento do Córrego Wenzel sob Avenida Castelo Branco que corta o bairro Jardim Mirassol após unir-se ao Córrego da Servidão, a região é frequentemente inundada.

Na região Noroeste, há o predomínio para região da Grande Cerveão, acumulando 10 ocorrências de inundações para avenida M 17, ao lado do pronto socorro do Cerveão. A Vulnerabilidade Socioambiental nesta região se caracteriza como alta pois o bairro obtém influência negativa nas variáveis socioeconômicas de criticidade, como aquelas relativas a alfabetização e renda, no caso da capacidade de suporte influência negativa na habitação, com alta presença no número de domicílios do tipo casa, cedidos por empregador e alugados. No bairro, o período de chuvas a água invade o pronto socorro e as residências e imóveis localizados nas proximidades, provocando transtornos e prejuízos para a comunidade. Isto se deve também ao fato de que o pronto atendimento foi instalado abaixo do nível da rua, para tentar resolver este problema, a instalação de galerias de boca de lobo facilita a

manutenção e impede a entrada de entulhos na tubulação facilitando o trabalho da Prefeitura.

Podemos constatar a partir dos mapeamentos relativos a inundações, áreas mais propícias ao acontecimento desses eventos uma vez que é possível observar a quantidade de ocorrências, condição fluvial que se encontra a drenagem, ocupação da área de e a vulnerabilidade da população diante de um evento de inundações para a cidade de Rio Claro SP. Menciona-se áreas com maiores ocorrências registradas, que torna-se regiões de cautela da população e atenção dos gestores públicos para gerenciamento desses riscos, são elas: Avenida 16 com as ruas 21 e 22, totalizando 17,6% do total de ocorrências, Avenida 29 com 10%, Avenida Presidente Kennedy com 12,2%, Avenida Tancredo Neves com 11,7%, Avenida Visconde de Rio Claro com 11,17% e Avenida M17 com 5,8%.

Como resultados do trabalho pretendeu-se apresentar os principais fatores que influenciam a vulnerabilidade socioambiental para cidade de Rio Claro relativo ao evento de inundações. As representações cartográficas temáticas permitem avaliar o quanto as análises na escala bairros elucidam a real situação da região em estudo, considerando para isso os mapeamentos ambientes interurbanos.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho pretendia ressaltar a importância do uso de geotecnologias para auxiliar na gestão pública, no desenvolvimento de metodologias para monitoramento e planejamento de estratégias de prevenção dos eventos de riscos, no caso deste estudo, as inundações. A nível estadual, as geotecnologias podem auxiliar nos estudos relacionados a ações de planejamento regional, licenciamento ambiental, preservação dos mananciais e regularização fundiária. Em nível municipal, podem auxiliar no plano diretor, controle do uso e ocupação, controle de APP, mapeamento urbano, entre outros.

O acesso a informação geográfica é democratizado, pois há banco de dados disponível online, sendo uma dificuldade a ser vencida a de que os servidores públicos envolvidos no planejamento sejam capacitados para uso de geotecnologias em suas atividades diárias. Assim como a importância de estabelecer atualização das informações geográficas municipais, pois no caso deste estudo, houve dificuldade em estabelecer um padrão na base digital da prefeitura e foi utilizado a base digital disponibilizada pelo IBGE agendada no setor bairros.

A metodologia se mostrou adequada para este trabalho, uma vez que possibilita a correlação da Vulnerabilidade Socioambiental caracterizada pelos aspectos da exposição da população e infraestrutura do lugar integrada com ocorrências de inundações. O cruzamento de dados censitários com a vulnerabilidade do lugar caracteriza o potencial de resiliência da população, ou seja, mensura a capacidade do indivíduo ou de uma população obter de após um evento de desastre, ter condições de se adaptar ou evoluir frente a situação problema.

No caso de Rio Claro SP, apresentou somente 9 bairros que se inserem na classe de vulnerabilidade baixa e muito baixa totalizando 25% da área analisada, em contrapartida 55% se estabelece na classe alta e muito alta vulnerabilidade totalizando 12 bairros e 20% representam os 6 bairros com média vulnerabilidade. Observa-se que há predomínio de alta densidade populacional nos bairros mais críticos e baixo percentuais de serviços de infraestrutura, cujos valores influenciaram no aumento do grau de vulnerabilidade dos bairros.

Ressalta-se também que metodologia aplicada para este estudo pode ser igualmente desenvolvida em softwares de livre acesso para garantir a replicabilidade das informações, no caso o software ArcGIS foi a escolha para este trabalho pela disposição dos mesmos no laboratório e a familiaridade da pesquisadora com o programa.

O modelo desenvolvida expressa de maneira significativa a vulnerabilidade na escala de análise de setor bairros levando em consideração número de ocorrências, mas as especificidades dos lugares pode haver complementações como a distribuição de serviços públicos no mapeamento de hospitais, abrigos temporários, ginásios de esporte, escolas, bombeiros que possam auxiliar na iminência de um desastre a prevenção de riscos de desastres.

Pretendeu-se neste trabalho compreender quais as variáveis socioeconômicas e ambientais que contribuem para aumentar ou diminuir a vulnerabilidade frente aos casos de inundações para área urbana de Rio Claro SP. Para consideração dos parâmetros socioeconômicos que compuseram a criticidade, as variáveis de maior influência foram relativas presença de pessoas alfabetizadas, presença de idosos, renda per capita do domicílio. Para a análise da Capacidade de Suporte, há predominância na influência positiva na infraestrutura do lugar como presença de iluminação, lixo coletado, energia elétrica, saneamento básico e abastecimento de água. A influência negativa se deve a condição domiciliar, como caso de domicílios cedidos por empregador e sem energia elétrica.

Os resultados alcançados neste trabalho serão disponibilizados para Defesa Civil de Rio Claro SP para que estimule os estudos e análises relativos a inundações, para que permita aos gestores públicos responsáveis pelo planejamento, caracterizar áreas de riscos perante dados censitários socioeconômicos e ocorrências de inundações, obtendo-se dessa forma subsídios para nortear as políticas públicas locais de melhoria. Acredita-se que este trabalho pode contribuir, para o planejamento e gestão municipal das políticas públicas, uma vez que disponibilizará aos órgãos da administração metodologias para analisar as áreas suscetíveis, em termos socioeconômicos e físicos, a eventos de inundação na cidade de Rio Claro SP.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, L. Q. **Vulnerabilidade socioambiental de rios urbanos. Bacia hidrográfica do rio Maranguapinho**. Região Metropolitana de Fortaleza, Ceará. 2010. 310f. Tese (Doutorado em Geografia). Programa de Pós Graduação em Geografia. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro.

ALVES, H. P. F. A. Vulnerabilidade socioambiental na metrópole paulistana: uma análise sociodemográfica das situações de sobreposição espacial de problemas e riscos sociais e ambientais. **Revista Brasileira de Estudos da População**, São Paulo, v. 23, n. 1, 2006. p. 43-59. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbepop/v23n1/v23n1a04>>. Acesso em: 16 jun. 2014.

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

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.

BIASI, D. M. Carta de Declividade: confecção e utilização. *Geomorfologia*, no 21, Instituto de Geografia. USP, p. 8-13, 1970, São Paulo.

BORTOLETTO, K. C. **Estudo da vulnerabilidade socioambiental e da resiliência das comunidades de áreas de riscos de desastres no município de Caraguatatuba SP**. Relatório para exame de qualificação de doutorado. Rio Claro, 2015.

BORTOLETTO, K. C., FREITAS, M. I. C. Análise Fatorial na seleção de indicadores para análise de vulnerabilidade socioambiental: Estudos de caso para dois municípios do litoral paulista. Encontro Internacional de Vulnerabilidades. Eixo 1 Metodologias de Pesquisa em Vulnerabilidades e Riscos Ambientais, 2014

BORTOLETTO, K. C.; FREITAS, M. I. C.; ROSSETTI, L. A. F. G.; OLIVEIRA, R. B. **N. Análise comparativa da vulnerabilidade socioambiental entre os municípios de Santos e Rio Claro – SP**. [S.l.:s.n.], 2014

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres. **Anuário brasileiro de desastres naturais: 2012** / Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres. Brasília: CENAD, 2012.

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 09Jan. 2015.

COELHO, A. L. N., Aplicações de Geoprocessamento em bacias de Médio e Grande Porte. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., **Anais...** Florianópolis, Brasil, 21-26 Abril 2007, INPE, p.2437-2445.

CUNHA, L.; MENDES, J.M.; TAVARES, A.; FREIRIA, S. **Construção de modelos de avaliação de vulnerabilidade social a riscos naturais e tecnológicos. O desafio das escalas.** In: Santos, N.; Cunha, L. (org.) Trunfos de uma Geografia Activa. Imprensa da Universidade de Coimbra, Coimbra. 2011. p.627-637.

CUNHA, C.M.L., MORUZZI, R. B., BRAGA, R. Diagnóstico dos elementos de drenagem da Área urbana de Rio Claro-SP: Subsídios para o plano diretor. **Revista de Estudos Ambientais – REA.** V.11 n.2, p.99-100, Jul/Dezembro, 2009.

CUTTER, S. L. Vulnerability in Environmental Hazards. **Progress in Human Geography.** v. 20, n. 4, p.529-539. 1996. Disponível em: <http://webra.cas.sc.edu/hvri/docs/Progress_Human_Geography.pdf>. Acesso em 12 out. 2014.

CUTTER, S.L. et al. Social Vulnerability to Environmental Hazards. **Social Science Quarterly,** v. 84, n. 2, 2003. p. 242-261.

CUTTER, S. L. A ciência da vulnerabilidade: modelos, métodos e indicadores. **Revista Crítica de Ciências Sociais.** Coimbra, n. 93, p. 59-69, jun. 2011. Disponível em: <<http://rccs.revues.org/165>>. Acesso em: 16 jun. 2014.

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

FREITAS, M.I.C. **Geotecnologias aplicadas na Análise da Vulnerabilidade Social e Ambiental: um estudo metodológico comparativo entre Portugal e Brasil.** Relatório Final de Estágio de Pós-Doutorado no Exterior – CNPq. Rio Claro, UNESP, 2012. 57p.

FREITAS, M.I.C.; CUNHA, L. **Vulnerabilidade Socioambiental de Concelhos da Região Centro de Portugal por meio de Sistema de Informação Geográfica.** In: Anais do VII Colóquio de Geografia de Coimbra: Territórios contemporâneos em contexto de mudança, Coimbra, Universidade de Coimbra. 2012a. 23p. (CD ROM)

FREITAS, M.I.C.; CUNHA, L. **Vulnerabilidade Socioambiental como subsídio para a Prevenção de Riscos: Modelação aplicada à escala municipal em Portugal e no Brasil.** In: Livro de Resumos do VII Encontro Nacional de Riscos e I Fórum sobre Riscos e Segurança do ISCIA, Aveiro, Editora FEDRAVE / Mare Liberum. 2012b. p.47.

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

GOMES, M. A. F; FIZOLA, H.F; BOULET, R. Formação de voçorocas. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agricultura_e_meio_ambiente/arvore/CONTAG01_58_210200792814.html> Acesso em 15 Out 2015

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades@**. Histórico do município. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/painel/historico.php>. Acesso em: jun 2015.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=354850>. Acesso em: 05 mai. 2014.

JORNAL CIDADE, **Sujeira em córrego contribui para enchentes**. Disponível em: <http://www.jornalcidade.net/rio-claro/seguranca/sujeira-em-corrego-contribui-para-enchentes/> Acesso: 19 de Agosto 2015

JORNAL CIDADE, **Obra contra enchentes no Inocoop mostra resultados**. Disponível em: <http://www.jornalcidade.net/rio-claro-noticias/?cat3=84028> Acesso em: 23 Ago. 2015.

JORNAL CIDADE, **Altimari entrega obra contra enchentes nesta sexta-feira**. Disponível em: <http://www.jornalcidade.net/rio-claro-noticias/?cat3=113170> Acesso em: 04 Ago. 2015.

JORNAL CIDADE, **MIRASSOL: moradores pedem instalação de boca de lobo para conter enchentes e inundação**. Disponível em: <http://www.jornalcidade.net/rio-claro-noticias/?cat3=71295> Acesso em 20 Set. 2015

MARANDOLA JR, E.; HOGAN, D. **Vulnerabilidades e riscos: entre Geografia e Demografia**. In: ANAIS DO ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 14, 2004, Caxambu. Anais... Campinas: ABEP, 2004. 24p. [CDROM]. Disponível em: <http://www.abep.org.br>. Acesso em: 30 Set. 2014.

MARCONI, M. d. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia do trabalho científico**. 6.ed. SÃO PAULO: Atlas, 2001.

MARCONI, M; LAKATOS, E. M. **Técnicas de Pesquisa**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.

MARCONI, M.; LAKATOS, E. M. **Metodologia Científica**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2007.

MENDES, J. M.; TAVARES, A.; CUNHA, L.; FREIRIA, S. **Vulnerabilidade Social aos Riscos Naturais e Tecnológicos em Portugal**, in C. Guedes Soares, C. Jacinto, A.P. TEIXEIRA, P. Antão (org.), Riscos Industriais e Emergentes. Lisboa: Edições Salamandra, 2009. 67-84.

REBELO, F. **Geografia Física e Riscos Naturais**. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2010.

RIO CLARO, **Diagnóstico e Desenvolvimento de Sistemas de Implementações de Projetos de Recuperação da Qualidade dos Corpos d'água**, Rio Claro (SP), 2014.

RIO CLARO. Imprensa Prefeitura Municipal De Rio Claro, **Defesa Civil de Rio Claro adere à campanha da ONU**. 2013. Rio Claro. Disponível em: <<http://imprensa.rioclaro.sp.gov.br/?p=17234>>. Acesso em 09 Jan. 2015.

ROSS, J. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental**. São Paulo: Oficina de textos, p. 208. 2006.

RIO CLARO. Jornal Cidade. **Altinari entrega obra contra enchentes nesta sexta-feira**. 2013. Rio Claro. Disponível em: <<http://www.jornalcidade.net/rio-claro-noticias/?cat3=113170>>. Acesso em 09Jan2015.

TROPPEMAIR, H. **Geossistemas e geossistemas paulistas**. Edição do autor. Rio Claro: IGCE/UNESP, 2000.

SETZER, J. **Atlas Climático e Ecológico do Estado de São Paulo**. Comissão Interestadual da Bacia Paraná-Uruguaí, 1966. 61p

VICINI, L., **Análise Multivariada da Teoria À Prática**. Santa Maria (RS), 2005.

ZONENSEIN, J., **Índice de Risco de Cheia como Ferramenta de Gestão de Enchentes**, Rio de Janeiro (RJ), 2007