

Trabalho de Graduação
Curso de Graduação em Geografia

MAPEAMENTO DE ÁREAS SUSCEPTÍVEIS A SINTROS CLIMÁTICOS NO
MUNICÍPIO DE RIO CLARO - SP

Vanessa da Silva Brum Bastos

Pro^a.Dr^a. Iara Regina Nocentini André

Prof^o Dr^o Nelson Jesuz Ferreira

Rio Claro (SP)

2011

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

VANESSA DA SILVA BRUM BASTOS

MAPEAMENTO DE ÁREAS SUSCEPTÍVEIS A SINISTROS
CLIMÁTICOS NO MUNICÍPIO DE RIO CLARO - SP

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

Rio Claro - SP
2011

551.4+ Bastos, Vanessa da Silva Brum
 B327m Mapeamento de áreas susceptíveis a sinistros climáticos no município de Rio Claro - SP / Vanessa da Silva Brum Bastos. - Rio Claro : [s.n.], 2011
 61 f. : il., figs., gráfs., fots., mapas

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Geografia) -
 Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas
 Orientador: Iara Regina Nocentini André
 Co-Orientador: Nelsin Jesuz Ferreira

1. Geografia física - Aspectos ambientais. 2. Climatologia. 3. Eventos severos. 4. Estimador de intensidade. 5. Defesa Civil. 6. Susceptibilidade.
 I. Título.

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

VANESSA DA SILVA BRUM BASTOS

MAPEAMENTO DE ÁREAS SUSCEPTÍVEIS A SINISTROS
CLIMÁTICOS NO MUNICÍPIO DE RIO CLARO - SP

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

Comissão Examinadora

Iara Regina Nocentini André (orientador)

Rio Claro, ____ de ____ de ____.

Assinatura do(a) aluno(a)

assinatura do(a) orientador(a)

Dedico a Vanda, Willian, Douglas e Ruth *in memorian*.

AGRADECIMENTOS

Aos meus orientadores, Prof^a. Dr^a. Iára Regina Nocentini André e Dr. Nelson Jesuz Ferreira, pela motivação, atenção, conhecimentos transmitidos e por acreditar em meu potencial para desenvolver esse trabalho.

Aos amigos José Fernando e Fernanda Menezes por todas as risadas nesses quatro anos, certamente me ensinaram muito.

A Karine Faber pelas horas de conversa, palavras amigas e principalmente sinceridade.

A Bruna Albuquerque por sua lealdade, caráter e honestidade.

A Igor Ogashawara por estar sempre por perto, mesmo quando não queria estar.

A Mariane Faganello *in memorian*, por me mostrar o que é ser a própria alegria.

Aos companheiros da "Cinquentona" por nossa caminhada conjunta, nas horas boas e não tão boas assim.

A todos os companheiros da Geoplan Jr. por me ensinarem o que é trabalhar em grupo.

A Defesa Civil de Rio Claro, pelo fornecimento dos dados.

Ao Instituto Embraer de Educação e Pesquisa (IEEP) por me auxiliar a chegar até aqui.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo auxílio financeiro prestado através do processo 115213/2011-2.

"Com nossa inteligência e nossa capacidade de comunicação, somos o sistema nervoso do planeta. Através de nós, Gaya foi vista do espaço e ganhou consciência de seu lugar no Universo. Devemos, portanto, ser o coração e a mente da Terra e não a sua doença."

James Lovelock

RESUMO

Este trabalho discorre sobre o planejamento estratégico da Defesa Civil e eventos severos na cidade de Rio Claro - SP. Para a espacialização dos danos provocados por estes, registrados pelo Departamento de Defesa Civil, propõem-se um procedimento metodológico com o uso do Sistema de Informação Geográfica - Arc Gis 9.3.1. e outro com o SPRING 5.1.8. O mapeamento das áreas atingidas e dos tipos de impactos, ao longo de um determinado período, contribuem para a instalação de um sistema de alerta assertivo, a identificação de possíveis áreas de risco e serve de suporte logístico para os órgãos que trabalham com os eventos severos e também seus vitimados.

PALAVRAS-CHAVE: Eventos severos, Defesa Civil, Estimador de intensidade, Mapeamento, Susceptibilidade.

ABSTRACT

This work discourse on Civil Defense' strategic planning and severe events in the city of Rio Claro – SP. In order to realize spatial analysis about its damages, registered by Civil Defense Department, it is being propose a methodological procedure by the use of Geographical Information System – Arc Gis 9.3.1. and another with SPRING 5.1.8.. The mapping of target areas and their impacts, during a period, have a great importance to the identification of possible risk areas as well as their use for logistic support to corps which is somehow involved to severe events and their victims, and to create a robust alert system.

KEY-WORDS: Severe events, Civil Defense, Intensity estimator, Arc GIS, Mapping, Susceptibility.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - catástrofes naturais no mundo entre 1900 e 2005, por categorias (dados do em-dat).	1
Figura 2 - fotografias de duas das 29 ocorrências do dia 08/02/09, resultantes de chuva de 75,5mm.	2
Figura 3 - fotografias de duas das 18 ocorrências do dia 09/03/09, resultantes de chuvas de 86,4mm e ventos de 45 km/h com aproximação de 45 minutos.	2
Figura 4 - fotografias de duas das 07 ocorrências do dia 26/11/09, resultantes de chuvas de 61,00mm com aproximação de 02 horas.	3
Figura 5 - fotografias de duas das 50 ocorrências e 01 óbito do dia 25/02/10, resultantes de chuvas de 116,6mm com duração de 04 horas.	3
Figura 6 - representação do paradigma dos quatro universos.	7
Figura 7 - estimador de intensidade de distribuição de pontos.	12
Figura 8 - localização da área de estudo.	13
Figura 9 - localização da bacia hidrográfica do corumbataí.	14
Figura 10 - superfície tridimensional do município de rio claro com a identificação de seus principais rios.	15
Figura 11 - distribuição das chuvas na cidade de rio claro para o ano de 2009.	16
Figura 12 - estratigrafia local da bacia do paraná na cidade de rio claro (sp), mod. De perinotto& zaine (1996).	17
Figura 13 - crescimento da zona urbana de rio claro.	21
Figura 14 - pontos de ocorrências registradas em 2009 na cidade de rio claro.	25
Figura 15 - modelo de bloco de notas para organização do banco de dados com coordenadas	27
Figura 16 - gráfico de análise de padrão de aleatoriedade completa comparada com o método do vizinho mais próximo com 100 simulações, para os pontos de ocorrência do ano de 2009 em rio claro - SP.	28
Figura 17 - layer gerado no spring 5.1.8 através da análise de densidade de kernel para as ocorrências de 2009.	29
Mapa 1 - mancha de susceptibilidade a sinistros de ordem climática no verão do município de rio claro - sp, segundo dados base de 2009.	31
Mapa 2 - mancha de susceptibilidade a sinistros de ordem climática no outono do município de rio claro - sp, segundo dados base de 2009.	32
Mapa 3 - mancha de susceptibilidade a sinistros de ordem climática no inverno do município de rio claro - sp, segundo dados base de 2009.	33
Mapa 4 - pontos de ocorrência de sinistros de ordem climática na primavera do município de rio claro - sp, segundo dados base de 2009.	34
Mapa 5 - mancha de susceptibilidade a sinistros de ordem climática no ano de 2009 do município de rio claro - sp, segundo dados base de 2009.	35

Mapa 6 - declividade e mancha de susceptibilidade a sinistros de ordem climática no ano de 2009 do município de rio claro - sp, segundo dados base de 2009.	36
Mapa 7 - altimetria e mancha de susceptibilidade a sinistros de ordem climática no ano de 2009 do município de rio claro - sp, segundo dados base de 2009.	37
Figura 10 - superfície tridimensional do município de rio claro com a identificação de seus principais rios.	39
Mapa 8 - mancha de susceptibilidade a sinistros de ordem climática no ano de 2009 do município de rio claro - sp, segundo dados base de 2009 e fotos de alguns pontos.....	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - modelo de tabela para organização do banco de dados com coordenadas	23
Tabela 2 - parâmetros utilizados para a execução do estimador de densidade de kernel.....	26

SUMÁRIO

1.0 INTRODUÇÃO	1
1.1. CONTEXTO E JUSTIFICATIVA.....	1
1.2. OBJETIVO GERAL.....	4
2.0. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	6
2.1. A GEOGRAFIA PRAGMÁTICA	6
2.2. SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG).....	6
2.3. RETROSPECTIVA HISTÓRICA E ALGUNS CONCEITOS	8
2.4. PADRÕES DE PONTOS E ESTIMADOR DE DENSIDADE DE KERNEL	12
3.0. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	13
3.1. LOCALIZAÇÃO.....	13
3.2. HIDROGRAFIA	13
3.3. CLIMA	16
3.4. GEOLOGIA.....	17
3.5. GEOMORFOLOGIA	19
3.6. PEDOLOGIA	19
3.7. EXPANSÃO URBANA	20
3.8. ECONOMIA	21
4.0. MATERIAL E MÉTODOS	23
4.1. MATERIAIS UTILIZADOS	23
4.3. MÉTODOS APLICADOS NO ARCGIS 9.3.1.	23
4.4. MÉTODOS APLICADOS NO SPRING 5.1.8.	26
5.0. RESULTADOS	30
6.0. DISCUSSÕES	38
6.1. QUANTO AOS SOFTWARES UTILIZADOS	38
6.2. QUANTO AO FENÔMENO MAPEADO	38
7.0. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	41
8.0. BIBLIOGRAFIA	43
9.0. ANEXOS	48
9.1. ANEXO I - FUNÇÃO KERNEL.....	48
9.2 ANEXO II - DISTRIBUIÇÃO DE POISSON	48
9.3. ANEXO III - FUNÇÃO DO VIZINHO MAIS PRÓXIMO	48

1.0 INTRODUÇÃO

1.1. Contexto e justificativa

Nos últimos anos grandes desastres naturais têm ocorrido pelo mundo, no entanto devido a sua localização geográfica, o Brasil não está sujeito a grandes desastres naturais relacionados à dinâmica interna terrestre, como os terremotos, tsunamis ou erupções vulcânicas. Entretanto, vários eventos ligados à dinâmica externa, como inundações e deslizamentos de terra ocorrem nas mais variadas regiões do país, principalmente relacionados a adversidades meteorológicas, como a ocorrência de fortes chuvas (TOMINAGA, 2009).

Segundo Barbosa (2008) "Os eventos climáticos extremos são responsáveis pelas principais catástrofes naturais [...]"; como pode ser observado na Figura 1, além da maioria dos desastres naturais registrados pelo EM-DAT serem provenientes de eventos hidrometeorológicos, esse tipo de desastre cresceu muito mais do que os desastres provenientes de eventos geológicos e biológicos nos últimos cinquenta anos.

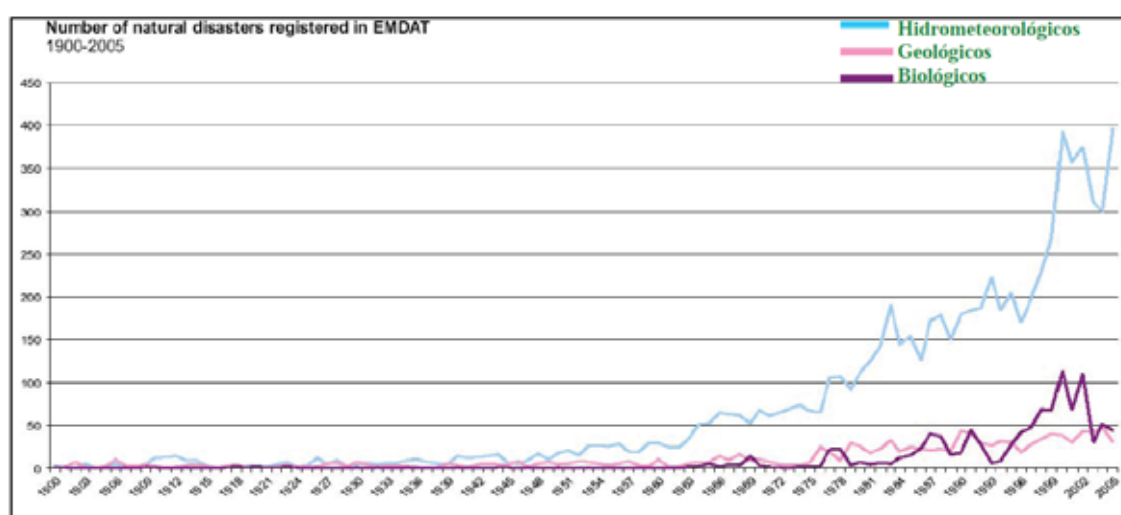


Figura 1 - Catástrofes naturais no mundo entre 1900 e 2005, por categorias (Dados do EM-DAT).
Fonte: Barbosa (2008)

No Brasil ocorreram, entre 1999 e 2008, pelo menos 49 grandes episódios de secas, inundações, deslizamentos de terra, totalizando cerca de 5,2 milhões de pessoas atingidas, 1.168 óbitos e um prejuízo econômico de US\$ 3,5 bilhões, (EM-DAT, 2009). Segundo Guha (2011), em relatório oficial do CRED - Centre for Research on the Epidemiology of Disasters, o Brasil foi atingido por sessenta desastres naturais entre 2000 e 2010, com uma contabilidade de 1,2 mil mortos, 7,5 milhões de desabrigados e prejuízos bilionários. Dentre os quais figuram seis secas que atingiram dois milhões de pessoas, trinta e sete enchentes que atingiram 4,5 milhões de pessoas, cinco deslizamentos de terra que atingiram 311 pessoas, cinco tempestades que atingiram 15,7 mil pessoas, três incidentes de temperaturas extremas

que mataram 39 pessoas; segundo o relatório tudo indica que os desastres meteorológicos vão aumentar com o aquecimento do planeta nos próximos anos.

Assim como o país, o município de Rio Claro – SP é afetado por eventos climáticos, em 2009 a defesa civil de Rio Claro registrou 513 ocorrências, sendo que dentre essas, 286 são derivadas direta ou indiretamente de eventos climáticos, ou seja, 55,75% das ocorrências têm gênese climática. Dentre essas 286 ocorrências, 60 delas estão relacionadas com a abertura de buracos na pavimentação urbana, imediatamente após chuvas intensas. Essa análise direta já demonstra o custo que o desconhecimento da dinâmica climática e das áreas de susceptibilidade tem acarretado para o município; A prefeitura mantém uma operação tapa-buracos, sendo gastos até agosto de 2010, segundo o portal de transparência fiscal da prefeitura, 2.326.960,54 R\$ pela Secretaria Municipal de obras e serviços em obras viárias e serviços complementares. Outras ocorrências de alta frequência são os destelhamentos, queda de muros de arrimo, queda de postes, queda de taludes e refluxo de esgoto.



Figura 2 - Fotografias de duas das 29 ocorrências do dia 08/02/09, resultantes de chuva de 75,5mm.
Fonte: Defesa Civil de Rio Claro



Figura 3 - Fotografias de duas das 18 ocorrências do dia 09/03/09, resultantes de chuvas de 86,4mm e ventos de 45 km/h com aproximação de 45 minutos.
Fonte: Defesa Civil de Rio Claro



Figura 4 - Fotografias de duas das 07 ocorrências do dia 26/11/09, resultantes de chuvas de 61,00mm com aproximação de 02 horas.
Fonte: Defesa Civil de Rio Claro



Figura 5 - Fotografias de duas das 50 ocorrências e 01 óbito do dia 25/02/10, resultantes de chuvas de 116,6mm com duração de 04 horas.
Fonte: Defesa Civil de Rio Claro

Um panorama geral obtido sobre a ocorrência de desastres naturais no Brasil realizado pela Pesquisa de Informações Básicas Municipais - MUNIC, realizada pelo IBGE em 2002 e publicada em 2005, demonstra que no Brasil os maiores desastres estão relacionados a inundações, escorregamentos e erosão; eventos típicos de um sítio urbano mal planejado sob a ação de clima tropical.

Esses eventos são administrados pela Secretaria Nacional de Defesa Civil e suas subdivisões, as quais cabem, segundo a Política Nacional de Defesa Civil, a redução de desastres que é conseguida através da diminuição da ocorrência e da intensidade dos mesmos. Para a redução desses desastres foram elencadas, pela Política Nacional de Defesa Civil, ações abrangendo quatro aspectos globais: a prevenção de desastres, a preparação para emergências e desastres, a resposta aos desastres e a reconstrução.

A utilização de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), para o mapeamento das áreas atingidas por ocorrências, registradas pela Defesa Civil, contribuirão para identificar as possíveis áreas de risco e servir de suporte logístico para a Defesa Civil, se enquadrando em

um dos quatro aspectos globais elencados pela Política Nacional de Defesa Civil, a prevenção de desastres.

A identificação dessas áreas é uma das principais atividades na avaliação dos danos e da população afetada, sendo que a agilidade na realização desses mapeamentos é condição *sine qua nom*. Neste sentido, o uso de SIG em desastres naturais possibilita a obtenção e extração de informações de forma rápida, permite uma visão dinâmica para avaliação de riscos, auxilia na tomada de decisões, a identificação de áreas vulneráveis e o entendimento das causas e efeitos destes eventos (GILLESPIE et al., 2007).

Segundo Dominguez (2008):

"A carência de informações consistentes dentro das administrações públicas e a crescente demanda por integração dos processos de coleta de dados levaram um grande número de municípios a buscar na tecnologia da informação (TI) recursos para planejar as cidades. O uso desta tecnologia deve ser visto como um meio para um fim social devendo contribuir tanto para a promoção de intervenções políticas adequadas, como para a avaliação das mesmas, uma vez que os governos municipais têm um papel destacado na melhoria da qualidade de vida e no incentivo ao desenvolvimento local."

Essa carência de informações consistentes afeta diretamente a gestão de riscos dentro dos municípios, pois os poucos dados e estudos existentes referem-se apenas a escalas globais, no máximo regionais, dificilmente são trabalhadas escalas locais. Em entrevista ao Jornal Último Segundo, Margareta Wahlstrom, a representante da ONU para a Redução de Desastres declarou que "A preparação para desastres não é optativa para os governos. É uma obrigação perante os cidadãos".

Diante do panorama global de aumento de desastres causado por eventos extremos, faz se cada vez mais necessárias iniciativas de pesquisa nessa área, principalmente pesquisas aplicadas que possam subsidiar as decisões da gestão pública; que colaborem com a identificação das susceptibilidades, vulnerabilidades e riscos, tanto espacialmente quanto temporalmente.

1.2. Objetivo geral

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) tem como objetivo principal mapear as áreas de susceptibilidade a sinistros de ordem climática no município de Rio Claro - SP, através da utilização de Sistemas de Informação Geográfica, gerando produtos que subsidiem a atuação da Defesa Civil. Para isso foram definidos os objetivos específicos a seguir:

- Detectar as áreas de susceptibilidade com dois softwares distintos, Arc Gis e Spring, avaliando os pontos fracos e fortes de cada um para a utilização no setor público;
- Sugerir a implantação de sistemas de alerta que auxiliem a Defesa Civil na detecção de eventos climáticos possivelmente impactantes, e na tomada de decisão sobre esses;
- Avaliar a possível integração do produto gerado nesse TCC com os Sistemas de alerta.

2.0. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. A geografia pragmática

A Geografia Pragmática critica a insuficiência da análise tradicional, seu caráter teórico e sua ótica retrospectiva que põe em foco apenas o passado, não podendo assim servir como instrumento de intervenção na realidade. A partir dessa crítica, os autores pragmáticos propõem uma ótica prospectiva, ou seja, uma geografia voltada para o futuro, que instrumentalize uma geografia aplicada e subsidie o planejamento.

Nessa modificação da ótica geográfica o empirismo da observação direta é trocado por um empirismo mais abstrato, dos dados filtrados pela estatística. Nesse processo, sofisticase o discurso geográfico, torna-se mais complexa a linguagem e as técnicas empregadas, propõe-se o uso de modelos de representação e explicação dos temas geográficos, sendo esses modelos representações das estruturas fundamentais da organização do espaço, os quais atuam como hipóteses lógicas dadas *a priori*. (MORAES, 2003).

Na pesquisa com modelos, o pesquisador deve fornecer as variáveis ao modelo assumido, valendo-se dos dados da realidade em estudo, pois a partir da articulação entre dados constantes e variáveis se obterá resultados em termos de padrões e tendências. Essa análise modelística permite selecionar os elementos em estudo e a elaborar de diagnósticos e tendências da evolução de fenômenos existentes em um espaço.

Este diagnóstico permite um conhecimento da área enfocada e norteia a escolha de estratégias de intervenção, o modelo já informa o ato da escolha, dirige a opção, orienta a estratégia a ser adotada. A relação entre as premissas e as variáveis do modelo é em si mesma, a produção da resposta buscada, a solução do problema sob o qual se visa atuar (MORAES, 2003).

Com o conhecimento proveniente do diagnóstico, é possível a adaptação do modelo à realidade pela adição de novas variáveis da área em foco, buscando a criação ou reordenação de fluxos equilibrados, pois só assim a ação do planejamento se efetiva.

2.2. Sistemas de Informação Geográfica (SIG)

Os SIG's inserem-se no contexto de manejo e análise de dados relacionados com a distribuição espacial dos fenômenos, são sistemas baseados em computador, que permitem ao usuário coletar, manusear e analisar dados georreferenciados. Esses sistemas podem ser vistos como a combinação de hardwares, software, dados, metodologias e recursos humanos, que operam harmonicamente para produzir e analisar informações geográficas. (CHRISTOFOLETTI, 1997).

Segundo Câmara (2011), para utilizar um SIG, é preciso que cada especialista traduza os conceitos de sua disciplina em linguagens de representações computacionais. Após esta tradução é possível compartilhar os dados de estudo com outros especialistas de áreas diversas, por não se tratar mais dos conceitos abstratos de espaço geográfico, mas de um espaço computacionalmente representável. Do ponto de vista aplicável, utilizar um SIG implica na escolha das representações computacionais mais adequadas para capturar a semântica de seu domínio de aplicação, daquilo que se quer representar.

Para que seja possível a compreensão das representações computacionais do espaço, problema fundamental da ciência da geoinformação, se utiliza o paradigma dos quatro universos (GOMES, 1995 *apud* CÂMARA, 2011), no qual distingue-se:

- O universo do mundo real, que inclui as entidades da realidade a serem modeladas no sistema, é onde se encontram os fenômenos a serem representados;
- O universo matemático ou conceitual, que inclui uma definição matemática das entidades a serem representadas, é onde se distingue as classes formais de dados geográficos;
- O universo de representação, onde as diversas entidades formais são mapeadas para representações geométricas e alfanuméricas no computador, é onde as entidades definidas no universo matemático são associadas a formas geométricas;
- O universo de implementação, onde as estruturas de dados e algoritmos são escolhidas, é neste nível que acontece a codificação.

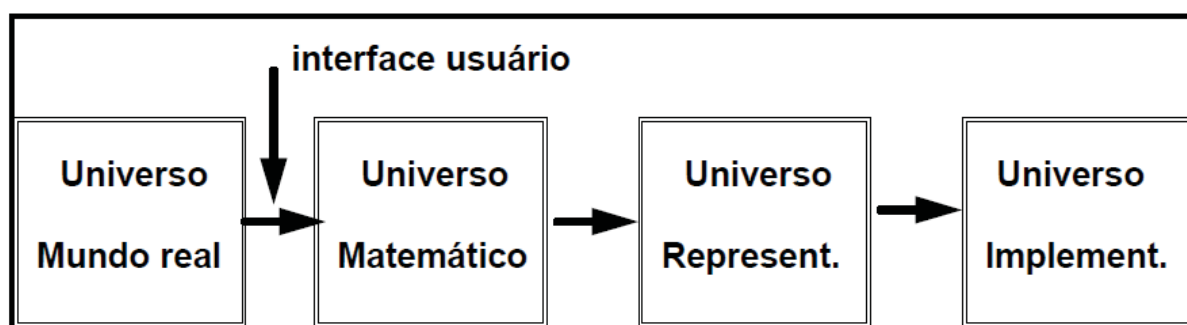


Figura 6 - Representação do paradigma dos quatro universos.
Fonte: Câmara, 2010.

Esses sistemas permitem ao pesquisador realizar diagnósticos, representações, prospecções, modelagens, simulações e projeções. Pode-se dizer que os mapas representam uma linguagem visual universal, a informação produzida por um SIG facilita a compreensão e enriquece o debate quando se trata de tomadas de decisão, permitindo a indivíduos de diferentes áreas a compreensão do mesmo fenômeno, pois como citado anteriormente, não se

trata mais do espaço geográfico abstrato, mas de um espaço computacionalmente representável (MELLO, 2011).

Segundo Dominguez (2008):

"Atualmente discute-se muito sobre o papel do Estado, fazendo-se constantes comparações com o setor privado, principalmente com relação à qualidade dos serviços prestados. Estas comparações têm levado o setor público a encontrar alternativas para melhor administrar as cidades. Porém, é necessário verificar se a administração pública está preparada para as grandes transformações exigidas em função das reivindicações da população.

Neste contexto, um grande número de municípios está voltado à modernização administrativa, buscando instrumentos e técnicas mais eficazes para eliminar as deficiências administrativas. A preocupação com o cidadão inverte a prioridade no momento da decisão e leva a uma melhora substancial na prestação de serviços. Buscar a eficiência e a eficácia exige da administração um vasto conhecimento de seu território com informações atualizadas que mostrem as várias realidades existentes, as potencialidades e os problemas que precisam ser gerenciados.

Para melhorar a qualidade dos serviços prestados é preciso que as administrações públicas recuperem a capacidade gerencial, criando um novo modelo de gestão com maior capacidade de ação, com mecanismos de controle social e acesso à informação."

Nesse sentido, o SIG deve ser visto como item estratégico na administração, implantado com o envolvimento de todo o setor público, pois através dele é possível captar, interpretar, analisar, avaliar e sistematizar a correlação entre as diferentes variáveis existentes em uma determinada região, o que é de grande valia para o gerenciamento das políticas públicas na cidade. Assim o geoprocessamento confere ao gestor público, independente de sua área de formação, uma leitura da realidade espacial urbana capaz de contribuir para o direcionamento e a racionalização na utilização dos recursos públicos (DOMINGUEZ, 2008).

2.3. Retrospectiva histórica e alguns conceitos

A última década do século XX foi declarada pela O.N.U. "A década da redução de desastres", a partir daí iniciaram-se pesquisas teóricas e empíricas sobre o assunto. Hoje, vinte e um anos após essa declaração, são muito comuns no vocabulário cotidiano e científico os termos "risco", "vulnerabilidade", "evento extremo" e "susceptibilidade", os quais muitas vezes são utilizados sem a propriedade adequada. Embora não exista um conceito único, que prevaleça sobre os demais, no que tange a idéia de risco, vulnerabilidade e susceptibilidade, vários autores e órgãos publicaram seu conceito acerca do assunto, muitos dos quais mostram certo grau de concordância entre si.

Segundo o sociólogo, diretor da London School of Economics e professor da Universidade de Cambridge, Anthony Giddens (2003, p.32) a concepção de risco desvenda algumas das características mais importantes do mundo onde vivemos, embora a primeira vista não aparente haver distinção entre o risco na sociedade moderna e suas antecessoras, constatou-se que na Idade Média o conceito de risco inexistia, a idéia de risco surge entre os séculos XVI e XVII durante viagens de exploradores ocidentais; o termo *risk* é introduzido na língua inglesa, sendo o mesmo proveniente do português ou espanhol no qual era utilizado para designar viagens por rotas não cartografadas. Inicialmente o termo *risk* tinha, portanto, conotação espacial, no entanto isso se modificou, ao longo do tempo o termo adquiriu conotação temporal, sendo utilizado em transações bancárias para designar o cálculo das prováveis consequências de decisões dos investimentos. Posteriormente o termo difunde-se e passa a representar uma vasta gama de situações de incerteza, ou seja, onde os resultados não são 100% certos.

Para Giddens (2003, p.33), riscos são “infortúnios ativamente avaliados em relação a possibilidades futuras”; a palavra "risco" está orientada ao futuro, só passa a ser amplamente utilizada em sociedades que buscam romper com seu passado e vêem no futuro uma conquista a ser realizada, portanto sociedades com características centrais de sociedade industrial; as grandes culturas anteriores à sociedade industrial, tais como China e Roma viviam do passado, suas decisões eram organizadas segundo as idéias de destino, sorte ou vontade divina, o que hoje substituí - se pela idéia de risco, assim, as decisões tornam-se mais calculistas e menos místicas.

A partir do modo calculista de aceitação do risco, o próprio risco torna-se responsável por gerar a riqueza na economia moderna, o risco é a:

[...] dinâmica mobilizadora de uma sociedade propensa à mudança, que deseja determinar seu próprio futuro em vez de confiá-lo à religião, a tradição ou aos caprichos da natureza. O capitalismo moderno difere de todas as formas anteriores de sistema econômico em suas atitudes em relação ao futuro. Os tipos de empreendimento de mercado anteriores eram irregulares ou parciais. As atividades dos mercadores e negociantes, por exemplo, nunca tiveram um efeito muito profundo na estrutura básica das civilizações tradicionais, que permaneceram amplamente agrícolas e rurais. (GIDDENS, 2003, p.34)

Giddens (2003, p.36) classifica os riscos em dois tipos, o risco externo, proveniente da própria natureza, e o risco fabricado, criado pelo impacto do crescimento do nosso conhecimento sobre o mundo, diz respeito às situações sobre as quais ainda obteve-se pouca experiência histórica. A maioria dos riscos ambientais se encaixa na segunda classificação,

pois a preocupação atual com o meio ambiente não advém das ações da natureza sobre o ser Humano, mas sim das conseqüências das ações do ser Humano sobre a natureza, ou seja, é um risco fabricado pela humanidade.

Para enfrentar o crescimento do risco fabricado, segundo Giddens (2003, p.41), vários cientistas afirmam que a melhor forma é a limitação da responsabilidade através do "princípio do acautelamento", o qual surgiu na Alemanha no início da década de 80 durante o auge dos debates ecológicos. O "princípio do acautelamento" propõe que se deve agir, em caso de questões ambientais, mesmo que ainda existam incertezas científicas relacionadas ao risco da questão; é uma tentativa de disciplinar o risco, ao invés de simplesmente negá-lo.

Saindo de uma visão das Ciências Sociais para uma visão mais técnica, o risco é definido como:

[...] a combinação entre a frequência de ocorrência de um acidente e a sua conseqüência. A adequada composição destes fatores possibilita estimar o risco de um empreendimento, sendo o estudo de análise de risco a ferramenta utilizada para esse fim.

Com a estimativa realizada, é possível comparar as diversas formas de expressão do risco com padrões previamente estabelecidos, fazendo-se então a avaliação do risco [...] (CETESB, 2011)

Prosseguindo dentro da visão técnica, para UNDP(2004) *apud* Kobyama *et al* (2006) "o risco é a probabilidade de perda esperada para uma área habitada em um determinado tempo, devido à presença iminente de um perigo", sendo que nesse caso perigo é compreendido como sinônimo de *hazard*.

Para Kobyama *et al* (2006) *hazard* (perigo) é "um fenômeno natural que ocorre em épocas e região conhecidas que podem causar sérios danos nas áreas sob impacto". Portanto, pode-se dizer que para Kobyama *et al* (2006) risco é a probabilidade de perda esperada para uma área habitada em um determinado tempo, devido à presença iminente de um fenômeno natural conhecido, que pode causar grandes danos.

Partindo para uma visão prática risco é a:

Medida de danos ou prejuízos potenciais, expressa em termos de probabilidade estatística de ocorrência e de intensidade ou grandeza das conseqüências previsíveis.

Relação existente entre a probabilidade de que uma ameaça de evento adverso ou acidente determinado se concretize, com o grau de vulnerabilidade do sistema receptor a seus efeitos. (SECRETARIA NACIONAL DE DEFESA CIVIL, 2007, p. 08)

Outro conceito que merece atenção é o de evento extremo, para Gonçalves (2003) os eventos extremos são aqueles em que os totais num certo período apresentaram desvios

superiores ou inferiores ao comportamento habitual da área no período analisado; para Sarewitz *et al* (2000), se pode definir evento extremo como uma ocorrência que apresenta uma incidência rara, se distanciando da média e variando em sua magnitude.

Em uma das definições técnicas mais recentes e também mais utilizadas, pode-se definir evento climático extremo como:

Um evento raro em um local em particular e em um determinado período do ano. As definições de "raro" variam, mas normalmente se considera um evento climático extremo quando seu percentil está entre 10 e 90 da função de probabilidade e densidade observada. Por definição, as características do tempo extremo podem variar, de acordo com a localidade, em absoluto consenso. Eventos extremos únicos não podem ser simplesmente e diretamente atribuídos a mudanças climáticas antropogênicas, porque sempre há chances finitas de o evento em questão ter ocorrido naturalmente. Quando um padrão de tempo extremo persiste por algum tempo, como uma estação, ele pode ser classificado como um evento climático extremo, especialmente se produz uma média ou valor total extremo em si próprio, por exemplo, uma seca ou uma forte tempestade fora de estação (IPCC, 2007).

Também importante, talvez o mais importante para esse trabalho, é o conceito de susceptibilidade que para Dias (2002) é definida como o perigo de ocorrência de um fenômeno que pode afetar negativamente uma comunidade, sendo que este perigo somente existe pela estreita relação entre os eventos naturais e os eventos humanos, esse perigo é fruto do ajustamento humano aos eventos naturais extremos, por exemplo, as enchentes não representariam perigo se as planícies inundáveis não fossem ocupadas pelo ser humano.

Para Dutrieux (2000) a susceptibilidade é algo natural, dependente das características intrínsecas ao meio, que determina assim sua capacidade de sofrer alterações de acordo com sua capacidade de resiliência, sendo apenas o risco associado às atividades antrópicas.

Os conceitos são inúmeros, no entanto, a partir dos apresentados pode-se conceituar "risco", no contexto desse trabalho como: a probabilidade de que um evento adverso ocorra e afete uma população vulnerável ao mesmo. Como "evento climático extremo" irá se compreender: um evento raro em um local em particular e em um determinado período do ano, o qual apresentara desvios superiores ou inferiores ao comportamento habitual da área no período analisado. Como susceptibilidade se compreende a capacidade de resiliência de um meio perante um evento extremo, sendo essa resultante da interação de características físicas e antrópicas.

2.4. Padrões de pontos e estimador de densidade de Kernel

O estimador de densidade de Kernel é uma técnica de análise estatística espacial, uma parte da análise Geográfica que utiliza técnicas quantitativas para caracterizar o fenômeno em estudo. Estas técnicas incluem métodos estatísticos que buscam descrever a variação espacial do fenômeno analisado, a partir de amostras disponíveis como representações pontuais. Através dessas representações pontuais e de técnicas adequadas é possível expandir a compreensão do processo inerente ao fenômeno, verificando hipóteses viáveis e permitindo inferir valores em localizações sem observações (DRUCK, 2004).

Um padrão pontual é definido como um conjunto de dados com uma série de localizações pontuais, as quais representam a ocorrência de um determinado evento em estudo. A análise de padrões neste tipo de dado pode ser utilizada para identificar possíveis áreas com maior concentração do fenômeno, a identificação dos agrupamentos nestes dados viabiliza uma análise mais detalhada dos fatores relacionados à ocorrência do fenômeno nos respectivos locais (DRUCK, 2004).

Segundo Bailey (1995), um modo de análise para o comportamento de padrões de pontos é ajustar uma função bi-dimensional (ANEXO I) sobre os eventos estudados, compondo uma superfície cujo valor será proporcional à intensidade de amostras por unidade de área. Portanto, a função Kernel é uma função de densidade de probabilidade bivariada, escolhida de forma adequada para construir uma superfície contínua sobre os dados, onde é considerado um raio entre os pontos.

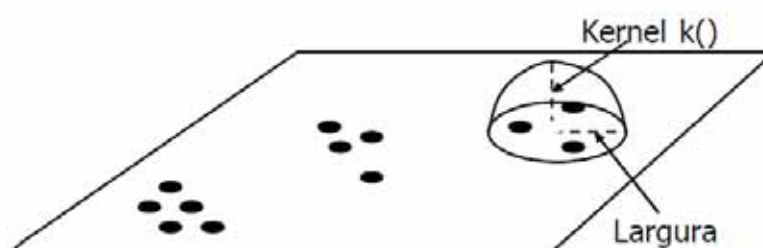


Figura 7 - Estimador de intensidade de distribuição de pontos.
Fonte: DRUCK, 2004.

O estimador de intensidade por Kernel é muito útil para fornecer uma visão geral da distribuição, trata-se de um indicador de fácil uso e interpretação imediata.

3.0. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

3.1. Localização

A área de estudo compreende o município de Rio Claro, na porção Centro-Leste do estado de São Paulo, localizado a 180 km da capital possui acessos através de entroncamentos de rodovias estaduais, como as rodovias Bandeirantes, Anhanguera e Washington Luiz e acesso ferroviário através da FEPASA.



Figura 8 - Localização da área de estudo
Elaboração: BASTOS, V.S.B.

Com uma área de 499 km², inserida nos biomas de Cerrado e Mata Atlântica (IBGE, 2011), o município integra a Região Administrativa de Campinas e faz limites com os municípios de Leme, Araras, Santa Gertrudes, Piracicaba, Ipeúna, Itirapina e Corumbataí.

3.2. Hidrografia

O município de Rio Claro está inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Corumbataí, abrangendo a porção superior do Rio Tietê, desde suas cabeceiras até a Barragem de Barra Bonita possui 592 km de extensão. Essa bacia drena 32.710 km², compreendendo dez bacias hidrográficas e integrando a bacia hidrográfica do Rio Piracicaba, dentro do sistema Tietê-Paraná, sendo composta pelas bacias do Rio Jaguari com 4.339 km², do Rio Atibaia com 1.030 km² e do Rio Corumbataí com 1.710 km² (GARCIA, 2011).

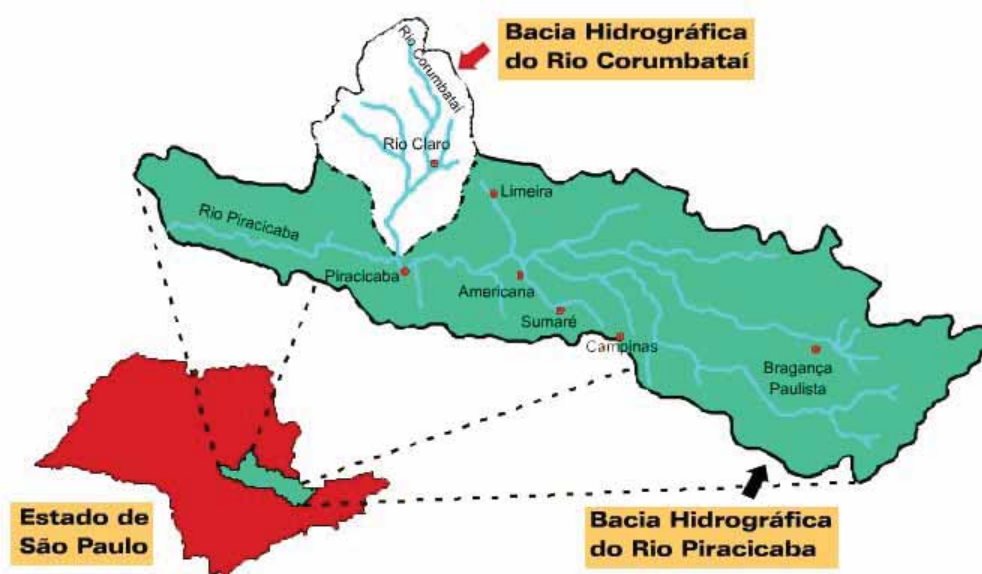


Figura 9 - Localização da Bacia Hidrográfica do Corumbataí
Fonte: GARCIA, 2011.

O rio Corumbataí possui vazão média anual de 22 m³/s, apesar disso ocorrem fortes processos erosivos, expressados por vales bem encaixados no alto curso. No que concerne a qualidade das águas superficiais, o mesmo foi enquadrado como um corpo de água pertencente à Classe 2, destinada ao abastecimento doméstico após tratamento convencional. Essa bacia sofre expressivo impacto ambiental negativo devido à exploração intensiva de monoculturas, especialmente culturas de cana-de-açúcar (IAMONDI, 2009).

No contexto hidrológico local, conforme a Figura 9, município de Rio Claro é cortado pelo Rio Corumbataí a Oeste, pelo Ribeirão Claro a Leste e no centro de seu perímetro urbano está o Córrego da Servidão que teve sua canalização e retificação iniciada em 1971.

Segundo Moruzzi et. all, (2007) a calha do canal do Córrego da Servidão é altimetricamente sobrelevada em relação às do rio Corumbataí e do Ribeirão Claro, a calha do Córrego da Servidão situa-se aproximadamente nas cotas 605 e 610 m, enquanto o Corumbataí e o Ribeirão Claro situam-se entre 550 m e 570 m; teoricamente essa maior elevação do Córrego da Servidão conferiria maior potencial erosivo a bacia.



Figura 10 - Superfície tridimensional do município de Rio Claro com a identificação de seus principais rios.
Elaboração: BASTOS, V.S.B.

Na Figura 9 é possível observar que o Córrego da Servidão é o que sofreu maior intervenção antrópica direta, já que o mesmo situa-se no centro da área urbana do município de Rio Claro, estando canalizado e fechado na extensão de todo o seu trajeto dentro do perímetro urbano.

Segundo Moruzzi (2009) os primeiros registros de ocorrência de enchentes urbanas na cidade de Rio Claro datam do início do processo de urbanização e prosseguiram durante diferentes épocas, no entanto, no caso do Córrego da Servidão a topografia aplainada do terreno com pequeno encaixamento do vale implica em baixa energia do escoamento da água, essa baixa energia está relacionada com a permeabilidade dos terrenos que favorece a infiltração da água e, em condições naturais, diminui o escoamento superficial para os cursos da água, amortecendo os processos erosivos. Assim se pode afirmar que as características litológicas, pedológicas, formato alongado de baixa circularidade e a densidade da drenagem, indicam menor susceptibilidade a ocorrência de enchentes e processos erosivos intensos, contudo a configuração atual do uso da terra combinado com altos índices pluviométricos e uma topografia de declives suaves têm provocado enchentes recorrentes nessa área. As obras hidráulicas realizadas no curso proporcionaram maior vazão, reduzindo as enchentes a montante, no entanto aumentando os problemas de enchente a jusante, maximizados pela crescente ocupação e impermeabilização da área.

"Em alguns casos, bacias hidrográficas sem predisposição a enchentes, tornam-se propensas a tal devido a

intensidade das alterações de uso e ocupação do solo e de obras de drenagem desintegradas da dinâmica da água pluvial. Em muitos casos, a implantação de obras civis, com enfoque puramente na engenharia hidráulica, promove a aceleração do escoamento, acarretando tão e somente na transferência do problema para setores localizados a jusante." (MORUZZI, 2009)

3.3. Clima

O clima da área em estudo, segundo a classificação de Köppen é do tipo Cwa, caracterizado por verões chuvosos e invernos mais secos controlados por massas tropicais e equatoriais, verifica-se que as temperaturas médias anuais variam entre 18°C e 21°C. Segundo Pascualino & Pitton (2009) a região pode ser enquadrada em um Clima Tropical ou como o Clima Tropical alternadamente seco e úmido A2, dentro das definições de Monteiro (1973).

O regime pluviométrico é caracterizado por um período predominantemente seco entre abril e setembro, com precipitação entre 180 e 200 mm, e outro chuvoso com mais de 80% das precipitações anuais entre outubro e março, com média de 1200 mm. Os ventos dominantes são os provenientes dos quadrantes S e SE (IAMONDI, 2009).

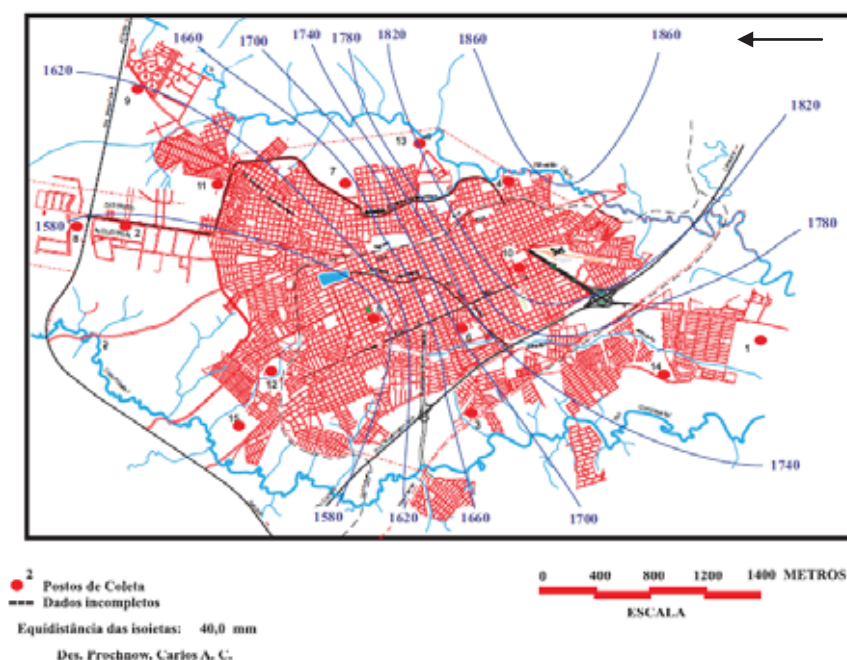


Figura 11 - Distribuição das chuvas na cidade de Rio Claro para o ano de 2009.
Fonte: ANDRÉ, 2009.

Na Figura 10 observa-se que as isoietas de maior valor abrangem a porção Central e Sudeste do município, caracterizando maior volume de precipitação nessas áreas.

Por sua localização na Média Depressão Periférica Paulista, onde o relevo é mais deprimido em relação ao Planalto Ocidental, o município permite a atuação do sistema

atmosférico inter-tropical Atlântico e extra-tropical Polar, assim como a Frente Polar (PASCUALINO & PITTON, 2009).

A temperatura possui esboço ritmado em suas variações, com claras diferenças entre os solstícios de verão e inverno e a influência de sistemas atmosféricos tropicais no semestre de primavera-verão com temperaturas médias superiores a 21° C e sistemas polares no outono e inverno com temperaturas médias de 18°C (PASCUALINO & PITTON, 2009).

3.4. Geologia

A área está localizada no setor paulista do flanco nordeste da Bacia Sedimentar do Paraná, caracterizada por rochas sedimentares e vulcânicas das eras Paleozóica: Grupo Itararé; formações Tatuí, Irati e Corumbataí; Mesozóica: formações Pirambóia, Botucatu e Serra Geral e Cenozóica: Formação Rio Claro e depósitos Recentes (ZAINÉ, 1994).

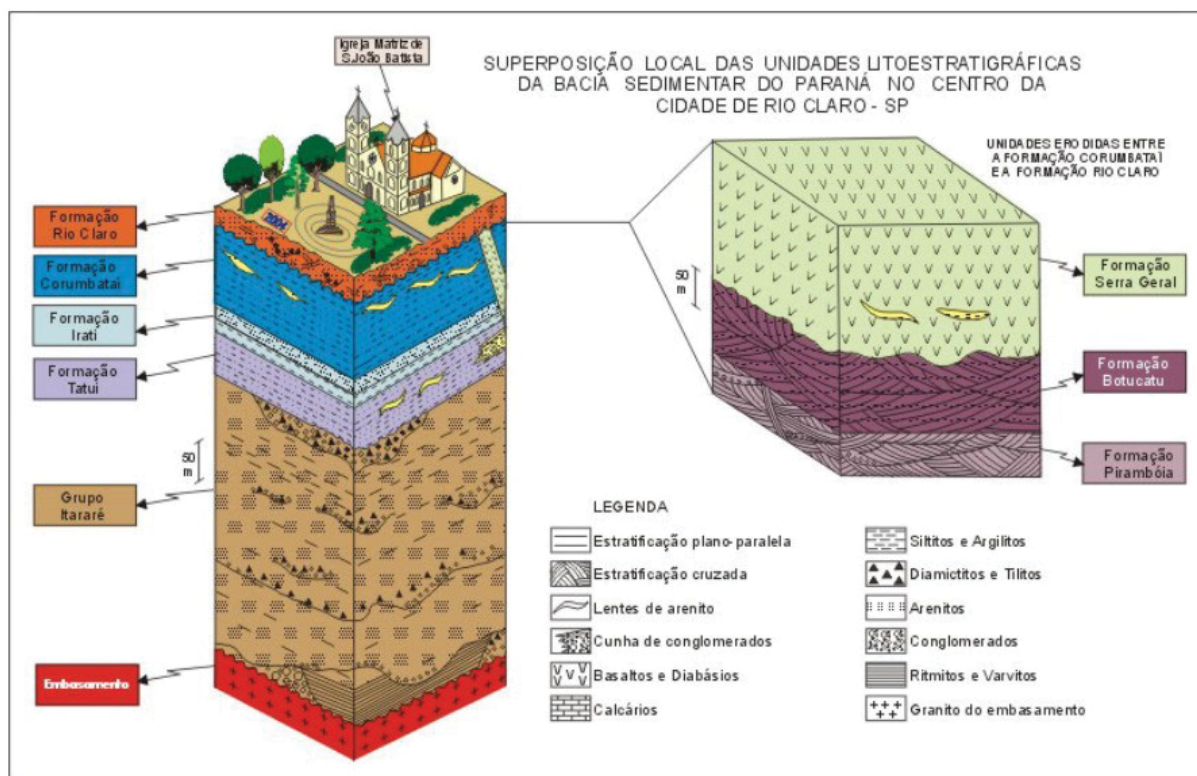


Figura 12 - Estratigrafia local da Bacia do Paraná na cidade de Rio Claro (SP), mod. de Perinotto & Zaine (1996)
Fonte: GARCIA, 2011.

O Grupo Itararé faz parte da unidade basal da sequência permo-carbonífera da Bacia do Paraná, sendo a base da coluna na região de Rio Claro, aflorando no fundo dos vales dos rios Corumbataí e Passa Cinco; no Estado de São Paulo, o Grupo é constituído principalmente por sedimentos arenosos de granulometria variada, desde muito fina a conglomerática (ZAINÉ, 1994).

A Formação Tatuí aflora no baixo vale dos rios Corumbataí, Passa Cinco e Cabeça, com espessura da ordem de 70 a 80m, é composta por siltitos, lamitos, ocorrem arenitos, conglomerados e calcários (ZAINE, 1994).

A Formação Irati é constituída por folhelhos, siltitos e calcários tem espessura aproximada entre 40 m e 70 m, no município tem suas principais exposições junto a Assistência, onde existem várias pedreiras para exploração de calcário dolomítico (ZAINE, 1994).

A Formação Corumbataí é a unidade superior do Grupo Passa Dois no Estado de São Paulo, com área de ocorrência bastante extensa no vale do Rio Corumbataí, litologicamente é caracterizada por argilitos, siltitos e folhelhos com intercalações de arenitos. Seus pacotes de até 130 m, na região de Rio Claro, são alvos de intensa mineração voltada para fabricação de cerâmica vermelha (ZAINE, 1994).

A Formação Pirambóia, com espessura média de 150 m em Rio Claro, é constituída por espessos corpos de arenitos de granulometria fina a média, com intercalações de finas camadas de argilitos e siltitos (ZAINE, 1994).

A Formação Botucatu é formada por um pacote de arenitos avermelhados, finos a médios, com ocorrência local de arenitos argilosos e níveis conglomeráticos. Em Rio Claro ocorrem exposições na Serra de Santana e em morros testemunhos (ZAINE, 1994).

A Formação Serra Geral compreende a seqüência de rochas vulcânicas, compostas por lavas basálticas, com freqüentes intercalações de finas camadas de arenitos. Estão incorporadas nessa formação rochas intrusivas associadas ao vulcanismo da Bacia do Paraná, como diques e soleiras de diabásio, seus afloramentos ocorrem, em Rio Claro, na Serra de Santana, no Horto Florestal e nos leitos dos rios Corumbataí e Passa Cinco (ZAINE, 1994).

O Grupo Bauru não ocorre em Rio Claro, seu afloramento é restrito ao Planalto Ocidental Geral, é constituída pela alternância de bancos de arenito, lamitos e conglomerados. (ZAINE, 1994).

Os sedimentos cenozóicos ocorrem como manchas no centro-leste, ocupando grandes áreas de relevo aplainado, contudo sem continuidade física; são freqüentemente denominadas pelos autores como Formação Rio Claro (ZAINE, 1994). Os terrenos arenosos da Formação Rio Claro capeiam os topos subtabulares do interflúvio entre o Rio Corumbataí e o Ribeirão Claro, sendo compostos por conglomerados areníticos de várias classes granulométricas, friáveis, por vezes com estratificações cruzadas e argilitos (COTTAS, 1983).

As características litológicas locais apontam para boa permeabilidade do terreno, assim sendo, não há alta susceptibilidade natural a enchentes, no entanto, a presença superficial da

Formação Rio Claro aponta para certa instabilidade do terreno, já que arenitos são extremamente friáveis, sofrendo intensos processos erosivos.

3.5. Geomorfologia

O município de Rio Claro e está inserido nas províncias III- Depressão Periférica e IV- Cuestas Basálticas (IPT, 1981). Segundo Zaine (1994) a área possui características morfológicas bem definidas como uma densa rede de drenagem, morrotes e colinas de altitude entre 550 m a 650 m, com predominância de colinas tabuliformes de vertentes suavemente convexas e patamares de fraca inclinação (PENTEADO, 1976).

Segundo Zaine (1994) a Depressão Periférica Paulista é dividida em três zonas distintas: Médio Tietê, Paranapanema e Mogi-Guaçu, sendo que a sub-bacia do Rio Corumbataí pertence à primeira zona, que possui morfologia típica: comportamento interplanáltico, suavemente ondulado, com altitude oscilando entre 550 m a 650 m ao nível das várzeas estreitas e descontínuas de 600 m a 650 m, correspondentes aos interflúvios tabuliformes.

"O desnível apresentado por esta área em relação aos primeiros alinhamentos das escarpas areníticas-basálticas, limiares ao norte, noroeste e oeste está entre 200 m a 300 m. Estas escarpas recebem as denominações: Serra do Atalaia, Morro Grande, Serra do Cuscuzeiro, Serra de Sant'ana, Serra de Itaqueri e Serra de São Pedro, niveladas entre as cotas de 800 m a 1.000 m. Estes alinhamentos de cuestas compõem um anfiteatro característico do setor-ocidental da Depressão Periférica onde localizam-se as cabeceiras do Rio Corumbataí e de seus afluentes: Ribeirão Claro e Passa Cinco. Estes rios nascem nas encostas da cuesta e se deslocam para o sul indo alimentar o Rio Piracicaba, que, correndo em sentido oeste, leva suas águas para o Rio Tietê." (Zaine, 1994)

Na evolução geomorfológica recente da bacia, a intensidade de chuvas no verão, se dá no mesmo período que o término da atividade agrícola, assim com os campos desprotegidos de cobertura vegetal e alta intensidade de precipitação ocorre alto desgaste do solo (MORUZZI, 2009).

"A paisagem regional é descrita como monótona, predominando extensas áreas suavemente onduladas, apenas interrompidas no contato das escarpas areníticas-basálticas e cortadas pela rede hidrográfica com padronagem dendrítica. As vertentes desprotegidas pelos desmatamentos, se processam de forma acelerada, contribuindo para o aprofundamento dos vales fluviais" (MORUZZI, 2009).

3.6. Pedologia

A permeabilidade da área de estudo está ligada às características pedológicas locais, os solos que ocorrem são o Latossolos Vermelho-Amarelo, correspondente às unidades Coqueiro e Laranja Azeda; o Latossolo Vermelho-Amarelo, correspondente a unidade Coqueiro

caracteriza-se por textura média, seu teor de areia é responsável pela sua alta friabilidade e pequena plasticidade. Já o Latossolo Vermelho-Amarelo – unidade Laranja Azeda, apesar de também possuir textura média, apresenta grau de argila ligeiramente superior ao da unidade Coqueiro, contudo seu teor de areia fina ainda a caracteriza como friável. Devido ao predomínio de rochas areníticas, o Município de Rio Claro apresenta em suma, solos de textura arenosa, portanto, em linhas gerais a infiltração da água de chuva é rápida e, provoca lixiviação dos horizontes, tornando os solos pobres e ácidos (MORUZZI, 2009).

Segundo a classificação de Prado (1981), adicionam - se aos solos já citados os solos Podzólicos Vermelho-Amarelo de textura média e os Latossolos Roxos de textura entre argilosa e muito argilosa.

3.7. Expansão urbana

Desde 1719, os paulistas cruzavam os campos ou sertões de Araraquara, que compreendiam, além de Rio Claro, os atuais territórios dos municípios de Araraquara, São Carlos e Descalvado. No entanto, a partir do início do século XIX o município passou a ser utilizado como parada de tropas, assim as primeiras casas de Rio Claro surgiram por volta de 1825, com a posterior construção de uma capela, marcando o início da rápida expansão do primitivo núcleo urbano (IAMONDI, 2009 & IBGE, 2011).

Em 1830, Rio Claro era considerada Freguesia, em 1845 foi elevada a categoria de Vila e em 1857 a de cidade, sendo considerada Comarca em 1859, sofrendo uma expansão expressiva de seu sítio urbano e respectivo acréscimo populacional (IBGE, 2011).

Com o acréscimo populacional, a expansão urbana sobre o espaço rural aumentou, entre 1954-1964 área urbana era de cerca de 2.210.000 m², enquanto entre 1977-1993 era de 7.400.000 m²; Surgiram loteamentos que reduziram a área verde ao redor da cidade, como chácaras hortifrutigranjeiras, espaços destinados à preservação ambiental e também vazios resultantes de especulação imobiliária (ANTONIO FILHO, 2003). Na Figura 12 é possível visualizar o crescimento urbano do município entre 1827 e 1993.

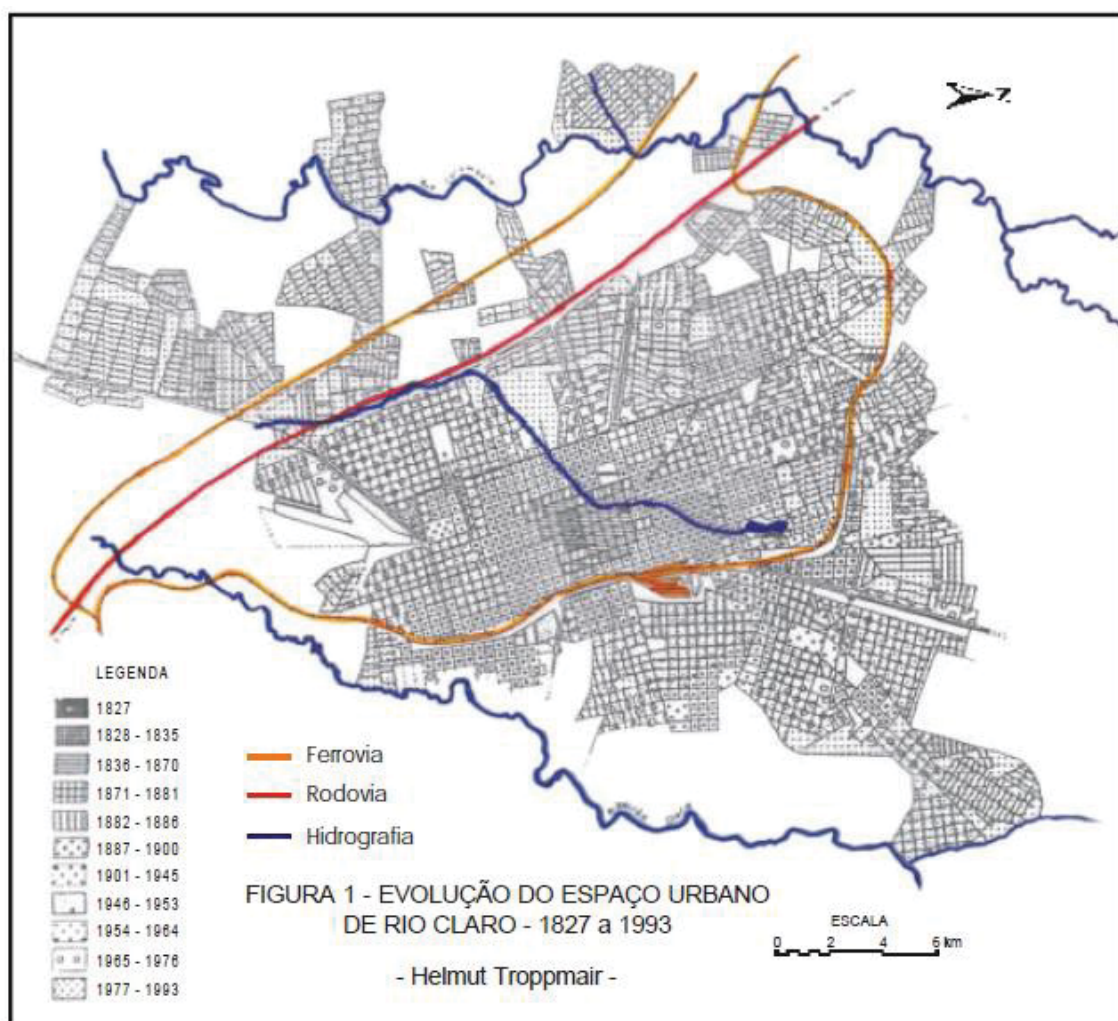


Figura 13 - Crescimento da zona urbana de Rio Claro
Fonte: TROPMAIR, 1992 *apud* ANTONIO FILHO, 2003

Atualmente o município conta com aproximadamente 185.000 habitantes (IBGE, 2007), e uma taxa de urbanização de 97,00% (SEADE, 2010). O município integra o maior pólo cerâmico das Américas, destacando-se também pela diversidade de produtos industrializados: fibras de vidro, PVC, eletrodomésticos linha branca, produtos químicos leves, metalúrgicas, cabos para indústria, entre outros.

3.8. Economia

Situada na região de Campinas, integra uma micro-região em constante expansão econômica, é possível encontrar no município empresas como: Owens Corning Fiberglass A/S Ltda, Whirlpool, Tigre, Termotécnica, Sulplast, Papelão Rio Claro, Grupo Conpar, Agrocere, Torque, DNP Estamparia, Ludival, Orion Engenharia, Irmãos Wenzel, Varek, Riclan, Brascabos, Haras São José e Expeditus, Fricock e Velho Barreiro.

Cerca de 80,00 % das terras do município de Rio Claro são destinadas às atividades agro-pastoris. Sua pecuária está orientada para a produção de leite, conservando essa característica leiteira, cresce a cada ano o número de pecuaristas que se dedicam à pecuária de engorda.

Devido ao terreno plano que permite fácil mecanização, a problemática e complexidade da legislação referente a mão de obra, os altos custos de insumos e o Pró-Alcool, a cana-de-açúcar ocupa a maior parcela no uso do solo rural, sendo responsável pela diminuição e até mesmo desaparecimento de atividades agrícolas (SANCHES, 1978).

Segundo Isler (2005) as pastagens são progressivamente ocupadas pela cana-de-açúcar e a silvicultura de eucaliptos mantém-se estacionada. Em 1987 o uso do solo estava caracterizado da seguinte forma: 41% era pastagem, 29% culturas anuais, 9% reflorestamento, 5% culturas permanentes, 5% matas e capoeiras, 8% de área urbana e 2% de área industrial.

4.0. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Materiais utilizados

Para a realização desse trabalho foram utilizados dados de registro de ocorrências, para o ano de 2009, fornecidos pela Defesa Civil do município de Rio Claro - SP; um GPS (Global Positioning System) para georreferenciamento das ocorrências registradas; o Software ArcGis 9.3.1; o software SPRING 5.1.8 (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas) e um mapa base do município de Rio Claro fornecido pelo DEPLAN (Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento) da UNESP (Universidade Estadual Paulista) de Rio Claro.

4.2. Organização dos dados

A digitalização do banco de dados da Defesa Civil contendo todas as ocorrências registradas em 2009, seus respectivos endereços, características e data; foi efetuada por estagiários do Laboratório de Climatologia e do NUPED (Núcleo de Pesquisa sobre Desastres) ligados ao Departamento de Geografia da UNESP- Rio Claro, juntamente com a Defesa Civil do município.

Esse procedimento foi necessário, devido ao fato de que originalmente os dados não possuíam coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator), portanto foi necessário coletar as coordenadas X e Y dos endereços de cada ocorrência. No entanto, devido ao tempo escasso e as dificuldade de mobilidade, não foi possível georreferenciar todas as ocorrências com o GPS, portanto os demais pontos foram georreferenciados com apoio de um mapa cadastral do município de Rio Claro já georreferenciado; assim com os dados cadastrais (bairro, rua e número) da ocorrência, obtinham-se no mapa cadastral as coordenadas UTM da mesma.

4.3. Métodos aplicados no ArcGis 9.3.1.

Conforme as coordenadas eram obtidas, eram inseridas em uma nova tabela Excel com quatro colunas: ID ponto, E(X), N(Y) e Característica. Foi necessário ter o cuidado de inserir todas as coordenadas em um mesmo padrão de numeração, como representado na Tabela 1.

Tabela 1 - Modelo de tabela para organização do banco de dados com coordenadas
Fonte: AUTOR

ID ponto	E(X)	N(Y)	Característica
1	233.292,42	7.521.868,50	Destelhamento
2	237.195,50	7.519.666,96	Rachadura
3	237.352,19	7.520.271,34	Alagamento
4	236.550,41	7.520.059,71	Queda de árvore
5	236.495,47	7.518.702,39	PV sem tampão

Após a inserção de todos os pontos e respectivas coordenadas, a tabela Excel foi salva. Iniciou-se então a fase de entrada de dados no software Arc Gis 9.3.1 onde inicialmente foi carregado o mapa base de Rio Claro em coordenadas UTM.

Através da utilização do recurso de segmentação dinâmica, disponível no Arc Gis 9.3.1, foi possível transformar as ocorrências tabeladas no Excel em pontos distribuídos, de acordo com as coordenadas E(X) e N(Y), no mapa base de Rio Claro. Para realizar esse procedimento foi necessário clicar na guia Tools do Arc Gis, e em seguida escolher a opção Add XY data. Uma nova janela foi apresentada ao usuário, nessa janela na opção Table foi selecionada a tabela de Input, ou seja, a tabela que contém os dados das ocorrências que foram espacializadas (Tabela1); na opção X field foi selecionado o campo E(X) e na opção Y field foi selecionado o campo N(Y). Após clicar em OK o Arc Gis gerou um layer com todos os pontos registrados na tabela de Input, mantendo todas as relações estabelecidas na tabela, inclusive os atributos de cada ponto, como as características de cada ocorrência.

Contudo a representação das ocorrências apenas por esses pontos mostrou-se pouco representativa (Figura 13), pois a visualização da área mais vulnerável em função da repetição de pontos na mesma não era imediata, já que muitos dos pontos até mesmo se sobrepunham.

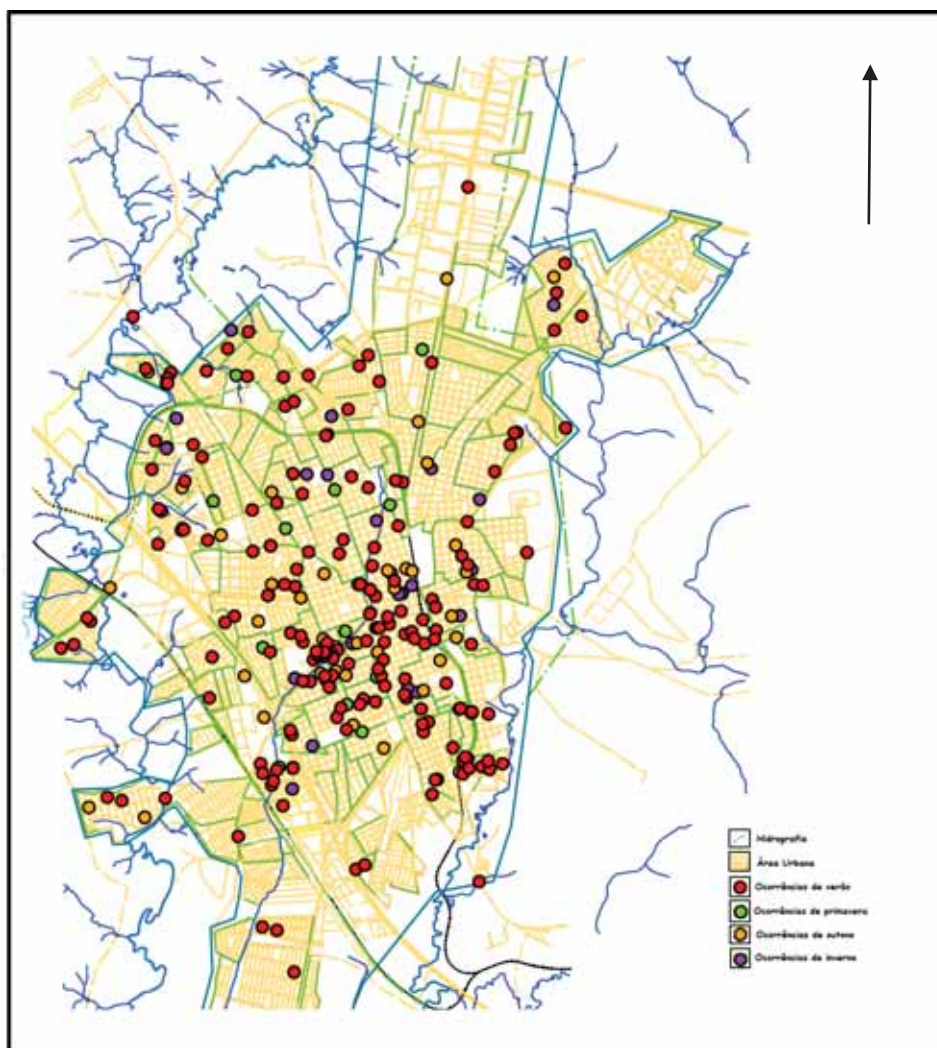


Figura 14 - Pontos de ocorrências registradas em 2009 na cidade de Rio Claro
Elaboração: BASTOS, V.S.B. (2010)

Para aprimorar a visualização imediata aplicou-se a ferramenta Density do Arc Tool Box. Através do cálculo da densidade, essa ferramenta aponta a difusão de valores sobre uma superfície; a magnitude, em cada local de amostragem (ponto) é distribuída ao longo da superfície de plotagem dos pontos, e um valor de densidade é calculado para cada célula do raster de saída.

A ferramenta Density oferece três opções:

- Line density: Calcula um valor por unidade de área de polilinhas que se inserem no raio determinado ao redor de cada célula, a densidade é medida em comprimento de linhas por unidade de área.
- Point density: Calcula um valor por unidade de área de pontos que se inserem em um raio determinado ao redor de cada célula.

- Kernel density: Calcula um valor por unidade de área de pontos ou polígonos usando uma função de kernel para ajustar uma superfície suave para cada ponto ou polígono.

A opção Line density foi descartada, pois os dados em questão estavam sendo representados por pontos; Já as opções Point density e Kernel density foram testadas, obtendo-se diferentes resultados. A opção Kernel density mostrou-se mais representativa, no entanto essa necessita de uma quantidade mínima de pontos para gerar a superfície.

Com a ferramenta Kernel density foram gerados três mapas sazonais, correspondendo ao verão, outono e inverno; O mapa da primavera ficou representado através de pontos, pois a quantidade de ocorrências registradas foi insuficiente para calcular a densidade por área. Ainda com a ferramenta Kernel density foi gerado um mapa síntese com todas as ocorrências registradas pela Defesa Civil de Rio Claro no ano de 2009.

Posteriormente esse layer síntese foi sobreposto a um mapa de declividade e a um TIN (Triangular Irregular Network) altimétrico, assim foi possível analisar a localização das ocorrências em relação à altimetria e a declividade do município.

Os parâmetros utilizados para o estabelecimento de um padrão de mapeamento, permitindo assim comparações, estão demonstrados na Tabela 2, onde os parâmetros de cada estação foram obtidos através da sugestão de parâmetros ótimos gerados pelo ArcGis 9.3.1.; o tamanho da célula utilizada foi bem menor do que a média devido a falta de capacidade de processamento do hardware.

Tabela 2 - Parâmetros utilizados para a execução do estimador de densidade de Kernel
Fonte: AUTOR

	Verão	Primavera	Outono	Inverno	Média	Parâmetros utilizados
Tamanho da célula	27,58318	11,0586	24,6401	20,5867	20,967145	15
Raio	229,8598	92,1555	205,3349	171,556	174,72655	175

4.4. Métodos aplicados no Spring 5.1.8.

Conforme as coordenadas eram obtidas, eram inseridas em um bloco de notas com cinco colunas: coordx, coordy, label, name e category_obj. Foi necessário ter o cuidado de inserir todas as coordenadas em um mesmo padrão de numeração, como apresentado na Figura 14.

Após a inserção de todos os pontos e respectivas coordenadas, o bloco de notas foi salvo. Iniciou-se então a fase de entrada de dados no software SPRING 9.1.8 onde inicialmente foi carregado o mapa base de Rio Claro em coordenadas UTM.

Através da guia Arquivo - Importar - Dados vetoriais e matriciais, foi possível importar, para um plano de informação Temático, os registros de ocorrência como dados do tipo Ponto 2D e suas respectivas coordenadas. Neste caso o arquivo importado foi o 2009_P2D.spr, pois nele foram organizadas as ocorrências.

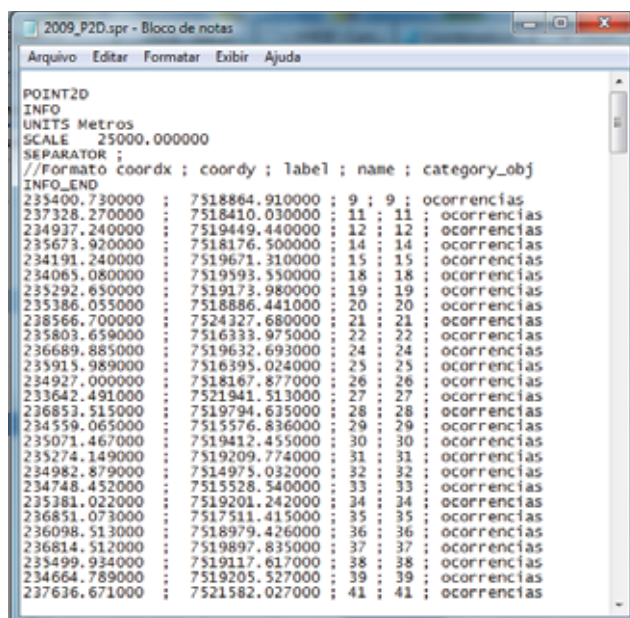


Figura 15 - Modelo de bloco de notas para organização do banco de dados com coordenadas
Fonte: AUTOR

Os procedimentos anteriores geraram um Plano de Informação com todos os pontos registrados no bloco de notas de entrada, mantendo todas as relações estabelecidas na tabela, inclusive os atributos de cada ponto, como as características de cada ocorrência.

Assim como no ArcGis 9.3.1, a visualização apenas por pontos mostrou-se pouco eficaz, no entanto antes de prosseguir para a análise por estimador de intensidade por kernel, com os recursos de análise geostatística do SPRING 5.1.8 foi possível realizar uma pré-análise dos dados, buscando verificar se a distribuição desses pontos é randômica ou se existe um padrão de clusters na mesma.

Para essa verificação foi utilizado o recurso de modelagem de distribuição de pontos, partindo-se do modelo de aleatoriedade espacial completa, este modelo divide a área de estudo em subáreas e modela a distribuição de eventos pontuais como um processo aleatório (BAILEY, 1995 & DRUCK, 2004). Ou seja, considera-se que as ocorrências em cada subárea não têm correlação e são homogêneas, estando associadas à mesma distribuição de Poisson (ANEXO II).

Segundo Druck (2004):

"Esta formulação nos permite estabelecer uma base de comparação entre uma distribuição completamente aleatória

(que seria gerada pelo processo de Poisson) e os dados coletados em campo. Neste caso, um procedimento usual será produzir uma *simulação* do processo aleatório na região de estudo. Dado um número fixo de eventos medidos em campo (denotado por n), determinamos o retângulo envolvente da região R (seja $\{(x,y) : x_1 \leq x \leq x_2, y_1 \leq y \leq y_2\}$). Os eventos são gerados a partir de coordenadas x , obtidas de uma distribuição uniforme em (x_1, x_2) e de coordenadas y , obtidas de uma distribuição uniforme em (y_1, y_2) . Pontos que caem fora da região são rejeitados. Este processo é repetido até que n eventos tenham sido obtidos na região."

Assim, torna-se possível gerar um conjunto de simulações, para servir de base de comparação entre o comportamento de um processo aleatório e a distribuição dos eventos medidos. Portanto, com base nos conceitos do modelo de aleatoriedade espacial completa é possível tentar caracterizar os efeitos de segunda ordem, dependência espacial, em relação à distribuição de pontos, utilizando os métodos do vizinho mais próximo e da função K , confirmando ou refutando a existência de agrupamentos espaciais.

Como a escala de trabalho dos dados é uma escala de média a pequena, o método de análise estatística espacial aplicada foi o do vizinho mais próximo, resultando da Figura 16:



Figura 16 - Gráfico de análise de padrão de aleatoriedade completa comparada com o método do vizinho mais próximo com 100 simulações, para os pontos de ocorrência do ano de 2009 em Rio Claro - SP.

Fonte: AUTOR

Segundo Druck (2004) a plotagem da distribuição estimada versus a distribuição simulada, com a adição dos envelopes inferior e superior, permite medir a significância dos desvios relativos à aleatoriedade. Se o modelo de aleatoriedade espacial completa for válido para os dados observados, a plotagem da distribuição estimada versus a distribuição simulada deve ser praticamente linear com um ângulo de 45°. No entanto se o dado apresenta tendências para agrupamentos, os traçados no gráfico estarão acima da linha de referência, enquanto que para padrões de regularidade os traçados ficarão abaixo da linha de referência.

Assim sendo, a partir da interpretação do gráfico da função do Vizinho mais próximo com simulação (ANEXO III) é possível concluir que os dados de ocorrência de 2009 possuem tendências para agrupamento, ou seja, não se distribuem aleatoriamente indicando assim necessidade de investigação dos fatores que condicionam ou influenciam a manifestação do fenômeno.

A partir dessa análise e conseqüente confirmação da existência de tendências de agrupamentos nos dados, torna-se possível e mais válida a aplicação do estimador de Kernel nos dados, uma vez que se os dados exibissem padrão de distribuição aleatório, o conhecimento de sua intensidade não acrescentaria na compreensão do mesmo.

Através da guia Análise - Estatística Espacial - Estimador de densidade por Kernel - Simples foi criado um novo plano de informação contendo da intensidade da distribuição desses pontos e o perímetro urbano (Figura 17).

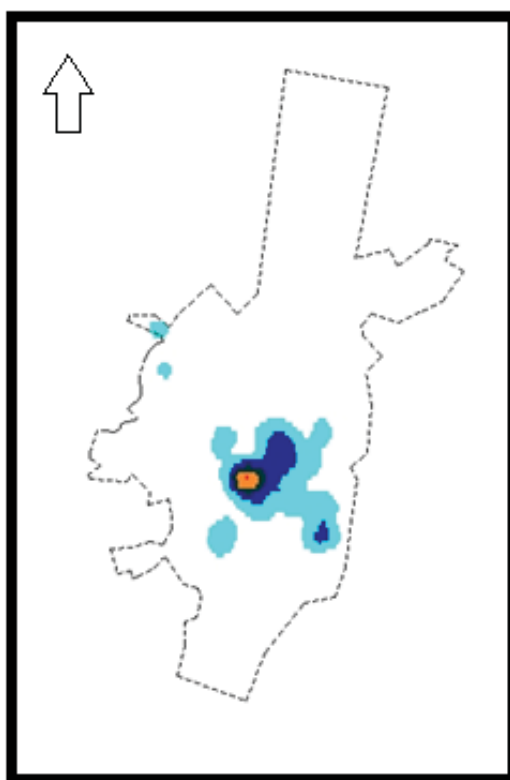


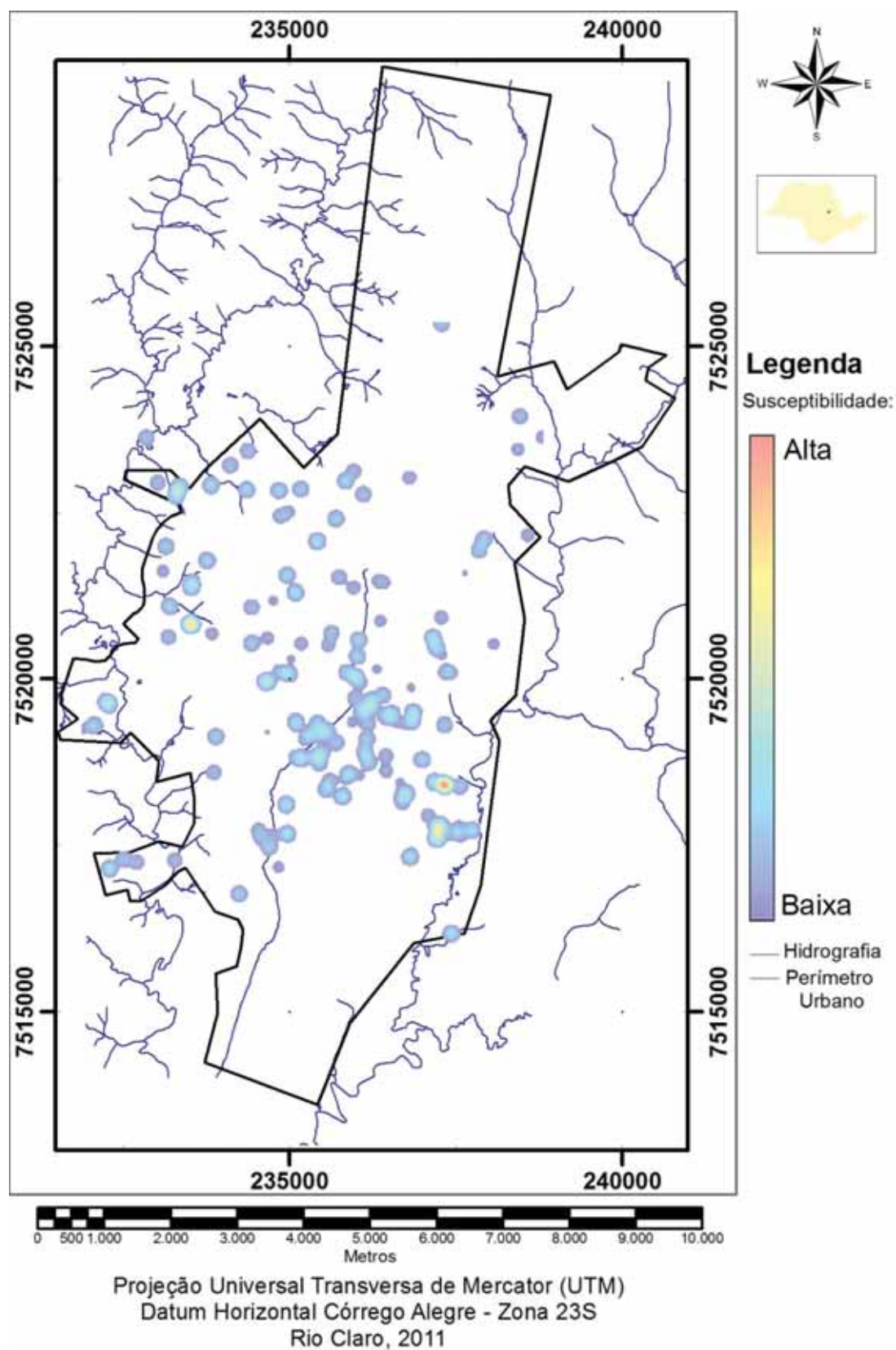
Figura 17 - Layer gerado no SPRING 5.1.8 através da análise de densidade de Kernel para as ocorrências de 2009.
Elaborado por: BASTOS, V.S.B.

Apesar dos tratamentos disponíveis, o resultado apresentado por esse software foi insatisfatório em termos de qualidade de saída gráfica, portanto adotou-se como resultados os mapas elaborados no ArcGis 9.3.1.

5.0. RESULTADOS

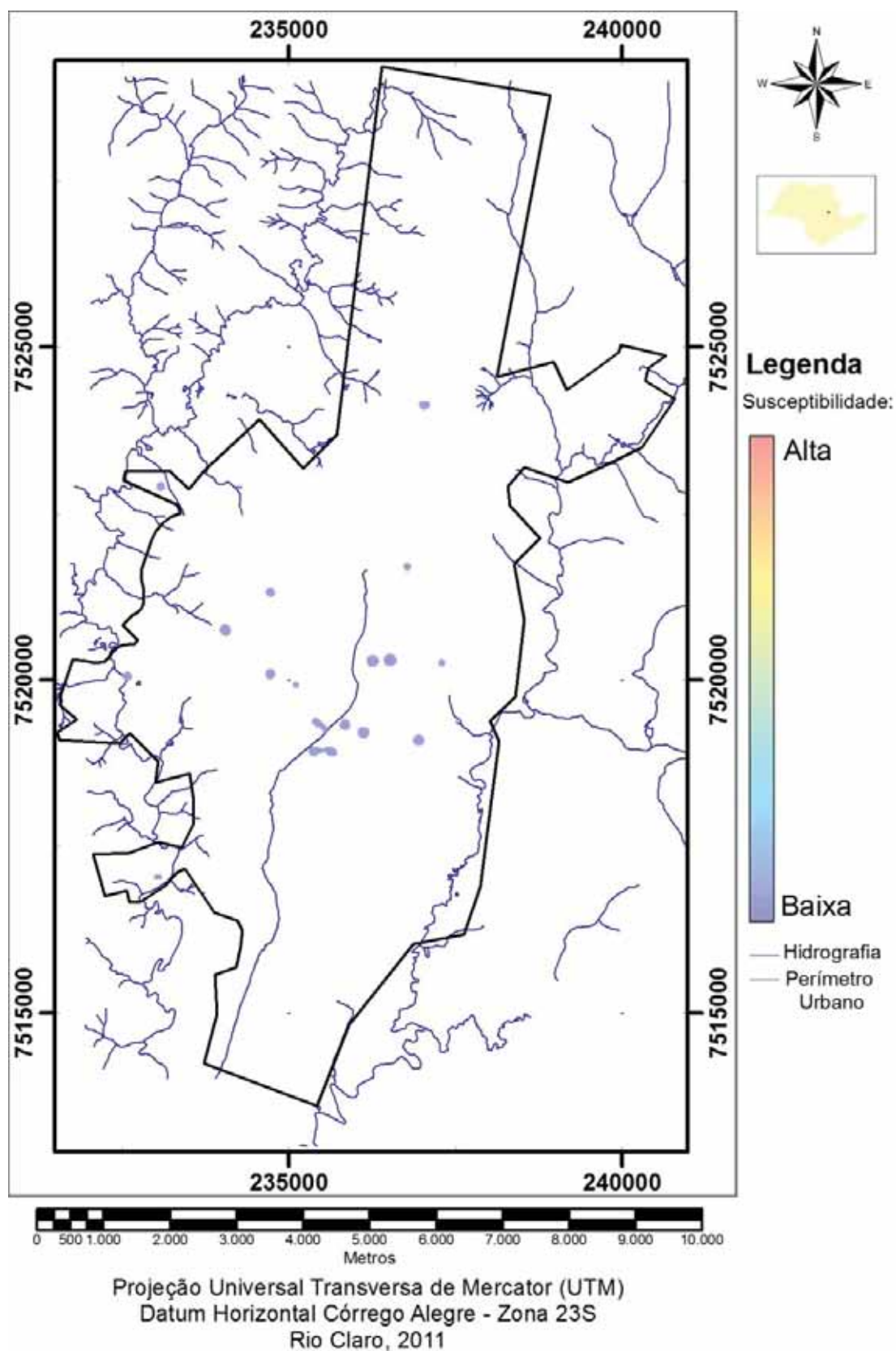
Nesta sessão são apresentados os mapas elaborados no ArcGis 9.3.1, tanto os mapas sazonais quanto os mapa síntese. Para fins de visualização do padrão de distribuição dessas ocorrências foi adotada uma escala qualitativa de susceptibilidade, que varia entre baixa e alta, sendo que os locais de alta configuram-se como áreas onde ocorreram mais freqüentemente registros de ocorrências.

SUSCEPTIBILIDADE A SINISTROS DE ORDEM CLIMÁTICA NO VERÃO DO MUNICÍPIO DE RIO CLARO - SP



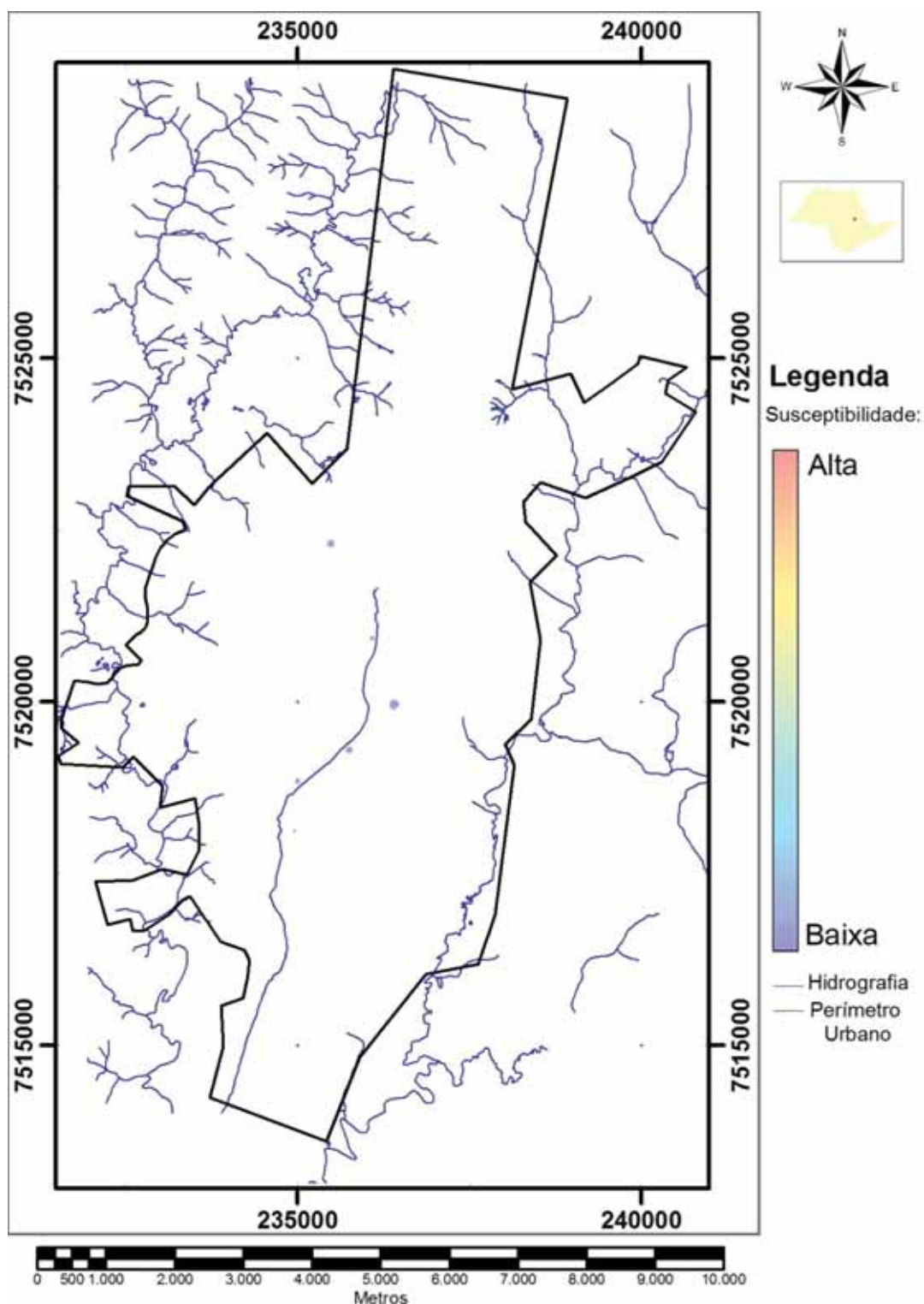
Mapa 1 - Mancha de susceptibilidade a sinistros de ordem climática no verão do município de Rio Claro - SP, segundo dados base de 2009.
Elaboração: BASTOS, V.S.B; 2011

SUSCEPTIBILIDADE A SINISTROS DE ORDEM CLIMÁTICA NO OUTONO DO MUNICÍPIO DE RIO CLARO - SP



Mapa 2 - Mancha de susceptibilidade a sinistros de ordem climática no outono do município de Rio Claro - SP, segundo dados base de 2009.
Elaboração: BASTOS, V.S. B; 2011

SUSCEPTIBILIDADE A SINISTROS DE ORDEM CLIMÁTICA NO INVERNO DO MUNICÍPIO DE RIO CLARO - SP

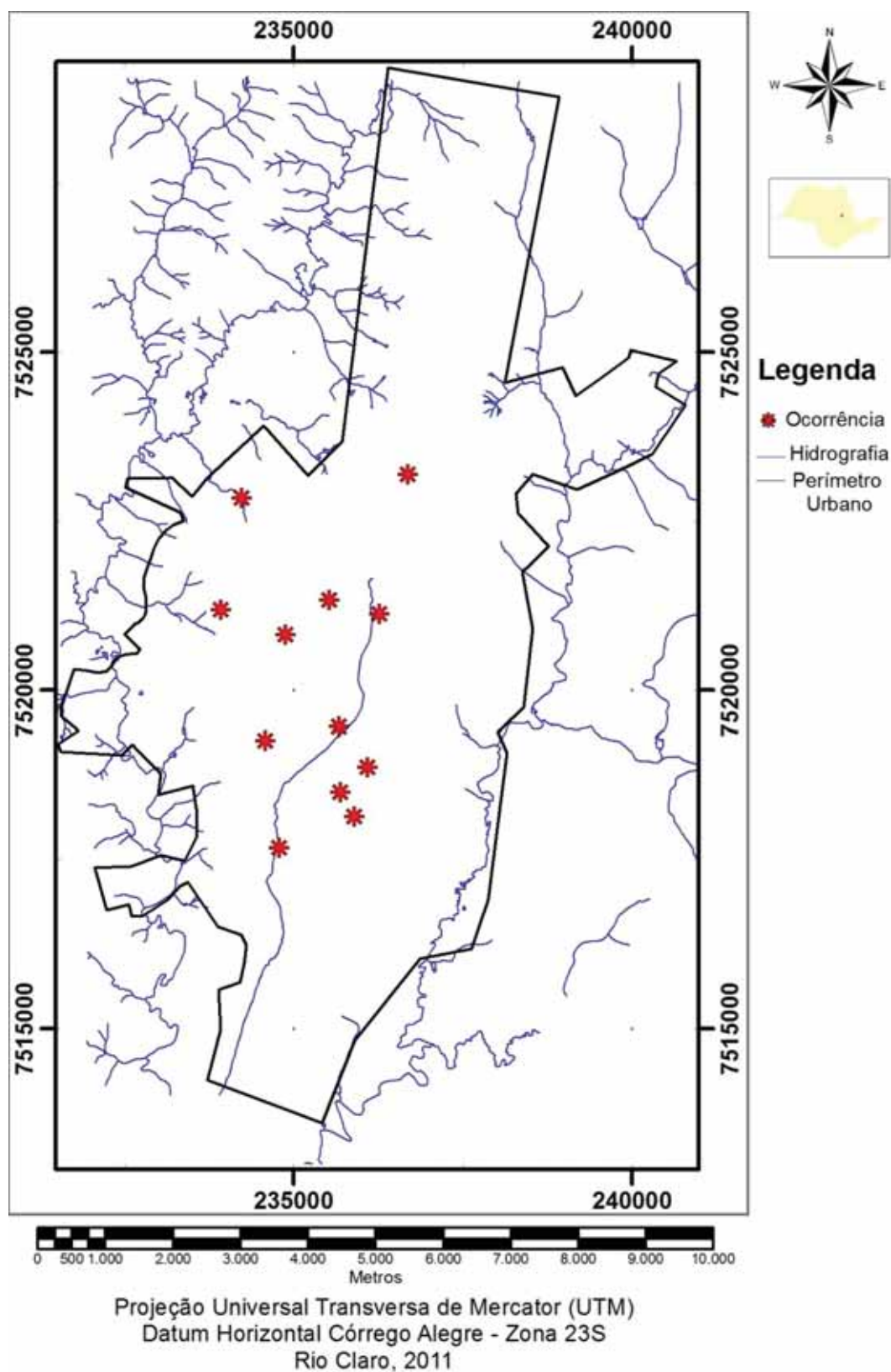


Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM)
Datum Horizontal Córrego Alegre - Zona 23S
Rio Claro, 2011

Mapa 3 - Mancha de susceptibilidade a sinistros de ordem climática no inverno do município de Rio Claro - SP, segundo dados base de 2009.

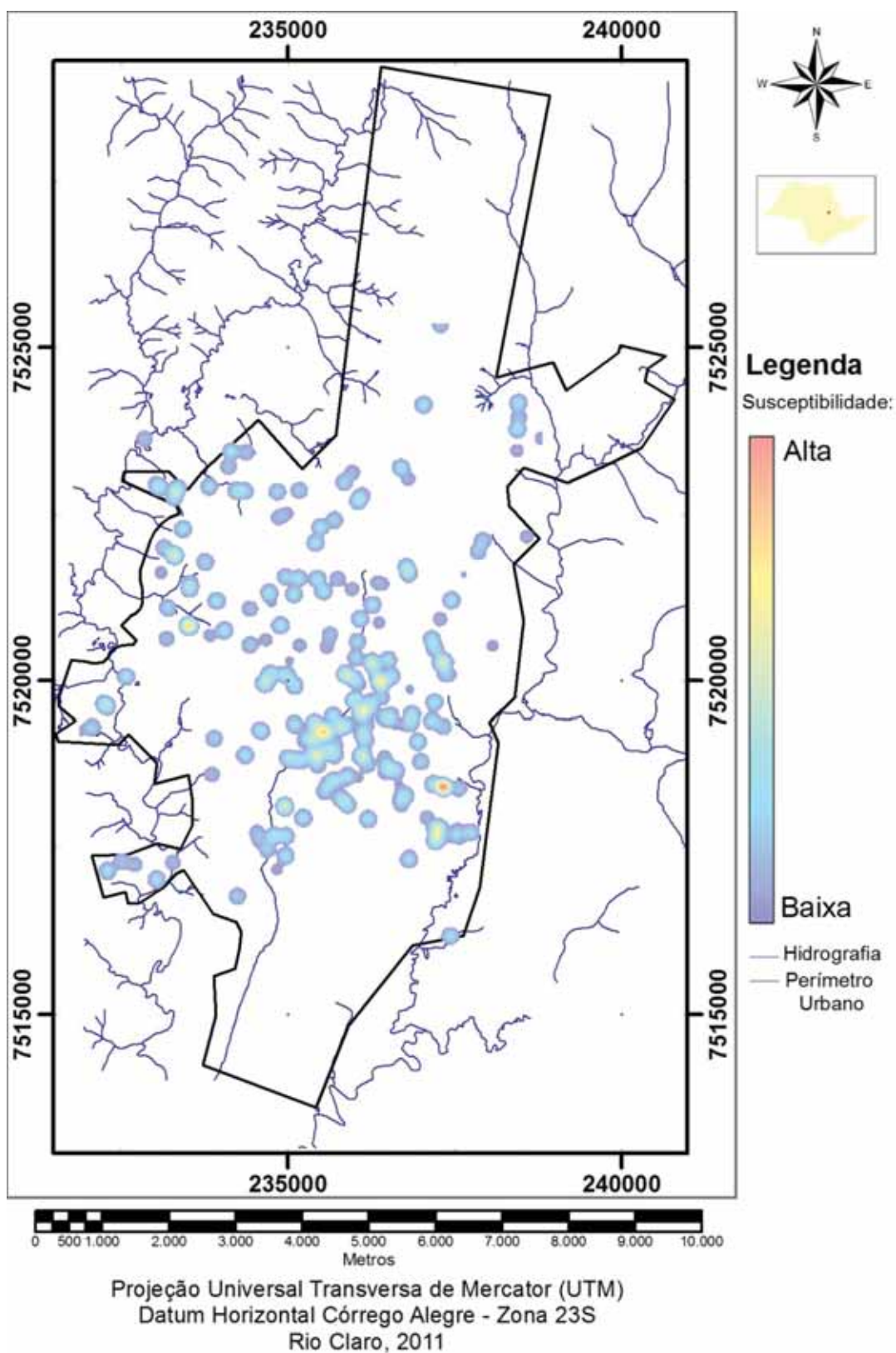
Elaboração: BASTOS, V.S. B; 2011

PONTOS DE OCORRÊNCIA DE SINISTROS CLIMATICOS NA PRIMAVERA DO MUNICÍPIO DE RIO CLARO - SP



Mapa 4 - Pontos de ocorrência de sinistros de ordem climática na primavera do município de Rio Claro - SP, segundo dados base de 2009.
Elaboração: BASTOS, V.S. B; 2011

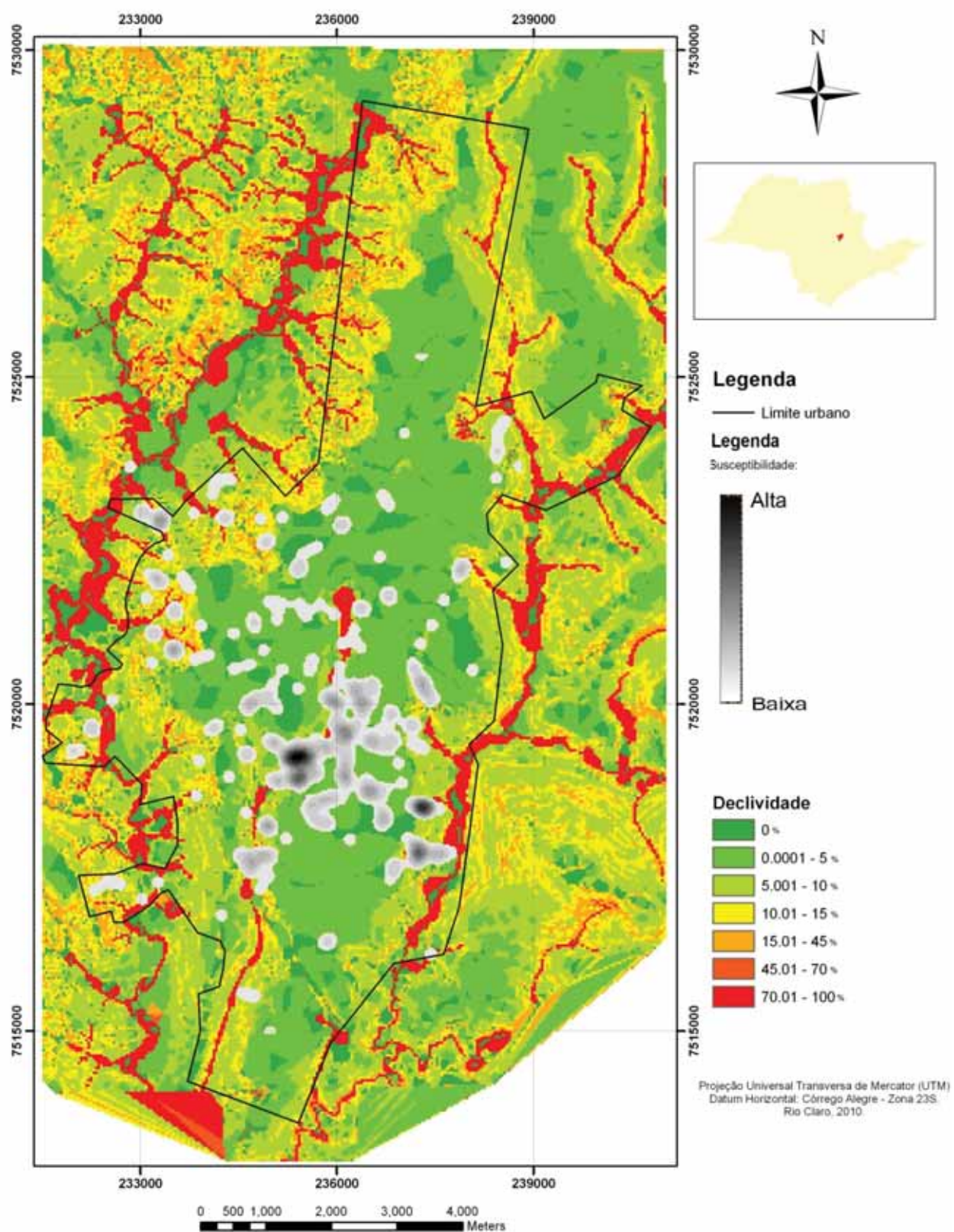
SUSCEPTIBILIDADE A SINISTROS DE ORDEM CLIMÁTICA NO ANO DE 2009 NO MUNICÍPIO DE RIO CLARO - SP



Mapa 5 - Mancha de susceptibilidade a sinistros de ordem climática no ano de 2009 do município de Rio Claro - SP, segundo dados base de 2009.

Elaboração: BASTOS, V.S. B; 2011

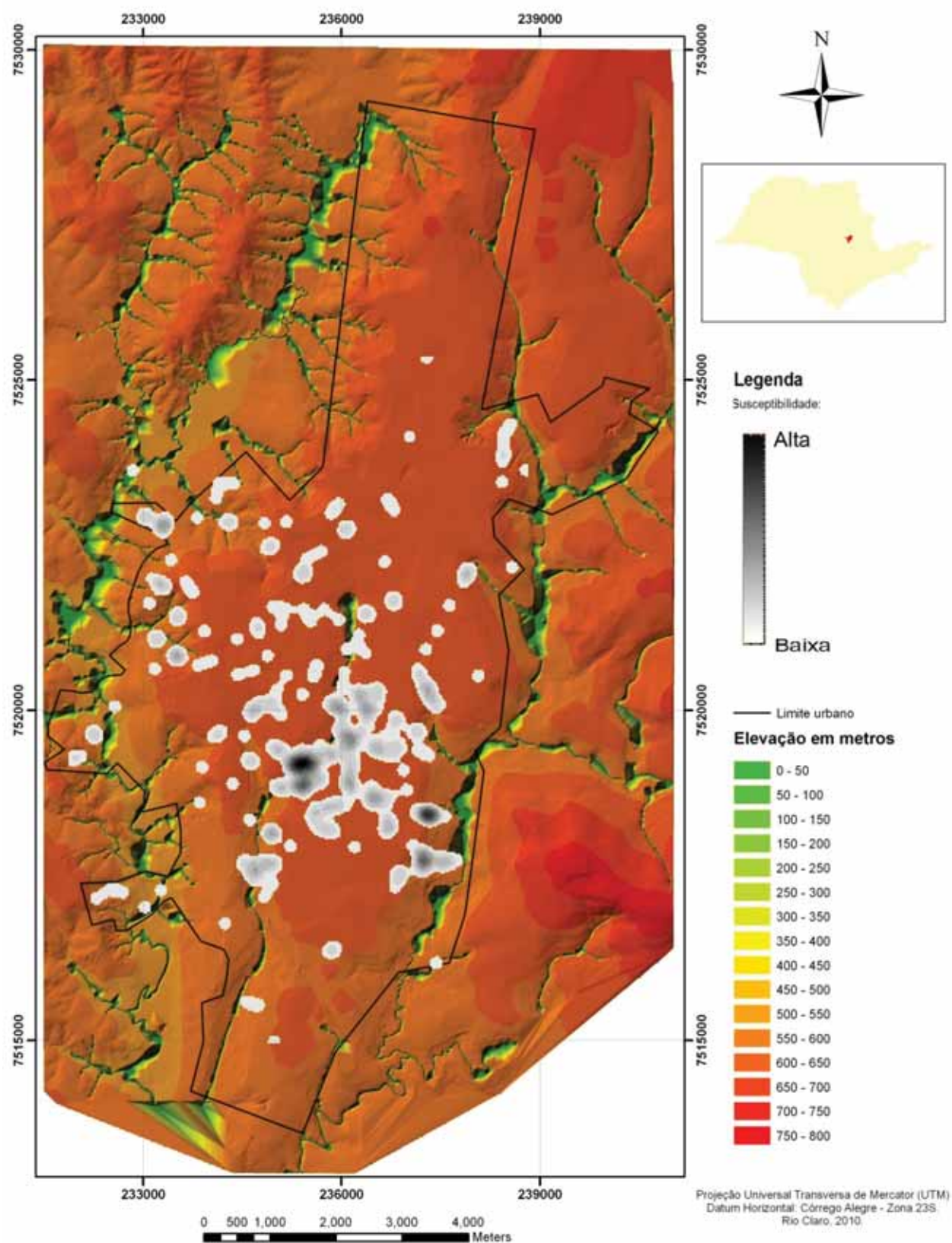
DECLIVIDADE E SUSCEPTIBILIDADE A SINISTROS DE ORDEM CLIMÁTICA NO ANO DE 2009 NO MUNICÍPIO DE RIO CLARO - SP



Mapa 6 - Declividade e mancha de susceptibilidade a sinistros de ordem climática no ano de 2009 do município de Rio Claro - SP, segundo dados base de 2009.

Elaboração: BASTOS, V.S. B; 2010

ALTIMETRIA E SUSCEPTIBILIDADE A SINISTROS DE ORDEM CLIMÁTICA NO ANO DE 2009 NO MUNICÍPIO DE RIO CLARO - SP



Mapa 7 - Altimetria e mancha de susceptibilidade a sinistros de ordem climática no ano de 2009 do município de Rio Claro - SP, segundo dados base de 2009.

Elaboração: BASTOS, V.S. B; 2010

6.0. DISCUSSÕES

6.1. Quanto aos softwares utilizados

Foi observado que ambos os softwares, se ajustados devidamente os parâmetros, são capazes de realizar o mapeamento das áreas de susceptibilidade a sinistros de ordem climática, assim como das próprias ocorrências da Defesa Civil. No entanto o software SPRING 5.1.8 não possui saída gráfica tão satisfatório quanto o ArcGis 9.3.1., apesar disso ele oferece recursos interessantes no que tange a caracterização do grupo de dados em questão, permite mais opções de trabalho dentro da geoestatística, como por exemplo a técnica do vizinho mais próximo, para verificar a aleatoriedade dos dados.

Além disso, focando a utilização desse trabalho por prefeituras com verbas restritas, o SPRING 5.1.8 é um software gratuito disponibilizado para download através do site do INPE, enquanto uma licença do ArcGis 9.3.1. custa em torno de vinte e cinco mil reais, tornando esse mapeamento muito oneroso para as administrações públicas.

A utilização do SPRING 5.1.8. corrobora também com a validação e utilização de uma tecnologia nacional, que além de baixo custo, possui também recursos humano capacitados a proporcionar o aprendizado e melhor proveito dessa tecnologia.

6.2. Quanto ao fenômeno mapeado

Através dos mapeamentos realizados foi possível observar que em geral os focos de ocorrência estão ao redor dos cursos d'água, locais onde a topografia é predominantemente côncava, a altimetria baixa e a declividade alta; as ocorrências em áreas de maior altimetria, fora das margens dos rios estão relacionadas a ventos fortes trazidos pelos sistemas convectivos. As diferenças sazonais no número e densidade de ocorrências ocorrem principalmente devido aos diferentes regimes pluviométricos de cada estação, assim como as grandes diferenças de localização dessas ocorrências são justificadas pela maior ou menor atuação das diferentes massas de ar em cada estação.

A predominância de alagamentos, mostrada pelos Mapas 5, 6 e 7, nas zonas de fundo de vale é explicada pelo déficit do sistema de drenagem de águas, já que a partir das características litológicas e pedológicas conclui-se que a área não possui tendência natural a alagamentos, pelo contrário, sua constituição de rochas areníticas facilita a infiltração.

O município praticamente não possui um sistema de drenagem de águas pluviais, existem bocas de lobo apenas nas avenidas de fundo de vale, assim a maior parte das águas pluviais escoam superficialmente até as avenidas de fundo de vale, principalmente a Avenida Visconde de Rio Claro que passa sobre o Córrego da Servidão.

Esse córrego localiza-se no centro do perímetro urbano atual (ver Figura 10) e foi canalizado e fechado na década de 60; antes dessa canalização e da intensa expansão urbana não existiam relatos de inundação nessa bacia, no entanto com a expansão urbana a impermeabilização do solo também cresceu muito rápido, acrescentando a carga direta recebida pelo Córrego através do escoamento superficial.



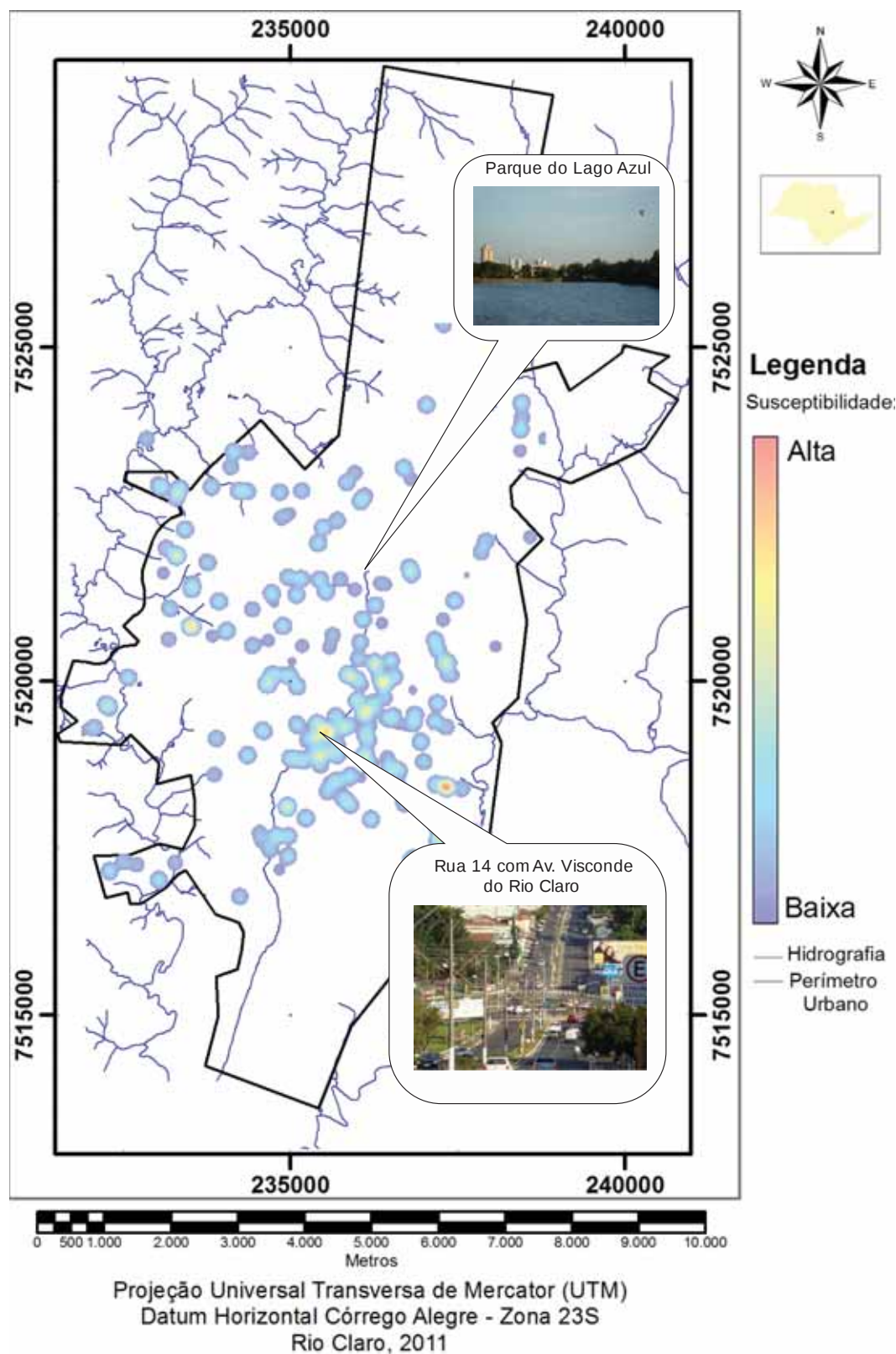
Figura 18 - Superfície tridimensional do município de Rio Claro com a identificação de seus principais rios.
Elaboração: BASTOS, V.S.B.

Devido ao extrapolamento do tempo de retorno da obra de canalização e também as mudanças urbanas do município foram necessárias novas obras para tentar aumentar o tempo que a água leva para escoar até o leito do Córrego da Servidão, para isso foi construído em 1971, o Parque do Lago Azul situado no norte da cidade (Ver Mapa 8), ocupando uma área total de aproximadamente 130.000 m² sendo que o lago ocupa uma área de 35.600 m².

Devido a sua posição topográfica, o lago serviria para coletar a água do escoamento superficial ao seu redor, assim essa água passaria aos poucos para o Córrego da Servidão evitando a sobrecarga durante as precipitações, no entanto isso já não funciona mais, pois além da obra já estar defasada nos cálculos de vazão, escoamento superficial e infiltração, a população deteriora ainda mais a situação jogando lixo dos mais diversos tipos no lago, o que acaba por entupir o canal do Córrego da Servidão, gerando ainda mais enchentes.

O ponto mais crítico do mapeamento síntese foi o cruzamento e os arredores da Avenida Visconde de Rio Claro com a Rua Quatorze, uma das principais vias expressas da cidade (Ver

Mapa 8). Nos mapas 6 e 7 fica bem clara a direção de escoamento das águas pluviais em direção a esse córrego.



Mapa 8 - Mancha de susceptibilidade a sinistros de ordem climática no ano de 2009 do município de Rio Claro - SP, segundo dados base de 2009 e fotos de alguns pontos.
Elaboração: BASTOS, V.S. B; 2011

7.0. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora os mapeamentos realizados representem satisfatoriamente a realidade, uma análise mais complexa poderia trazer benefícios ainda maiores; Através de uma análise multicritério, dos layers gerados pelos procedimentos metodológicos descritos com layers de outras variáveis como: declividade, geologia, vulnerabilidade social, densidade demográfica e índice de urbanização seria possível traçar áreas de risco em relação a variados tipos de ocorrências, com representatibilidade ainda maior.

Para que isso seja possível é necessário que os órgãos que registram esses tipos de fenômenos organizem bancos de dados georreferenciados, para assim facilitar a elaboração dos layers de densidade, pois a etapa de georreferenciamento dos dados despende tempo precioso na elaboração das análises.

O uso de SIG no planejamento estratégico da Defesa Civil deve ser encarado como tarefa obrigatória de médio prazo, mas que deve ser iniciada imediatamente, pois implica no estabelecimento de rotinas de trabalho, organização e planejamento; as quais permitirão a consolidação de um banco de dados capaz de contribuir para o planejamento da Defesa Civil.

Para que essa consolidação seja possível sugere-se que as ocorrências sejam georreferenciadas assim que recebidas pela Defesa Civil, para que esse empreendimento seja possível sugere-se uma modificação no formulário já utilizado pela Defesa Civil, com a inserção das coordenadas para o registro das ocorrências, as quais devem ser posteriormente organizadas em um banco de dados.

Além disso, é necessária a implantação de um sistema de alerta para monitorar a probabilidade dessas ocorrências, o que hoje já é possível a custos bem menores. Atualmente o INPE desenvolveu um software chamado SISMADEN - Sistema de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais, que é gratuito e consegue monitorar e alertar em escala regional, bastando para isso organizar um banco com os dados de entrada e sincronizar um servidor para receber os dados de previsão meteorológica do INPE.

"O SISMADEN é um sistema computacional, baseado em uma arquitetura de serviços, aberta, que provê a infra-estrutura tecnológica necessária ao desenvolvimento de sistemas operacionais para monitoramento de alertas de riscos ambientais. O SISMADEN provê serviços para busca de dados atuais através da internet e sua incorporação à base de dados do sistema de alerta; serviços para tratar/analisar em tempo real dados novos e verificar se uma situação de risco existe, através de uma comparação com mapas de risco ou de um modelo definido; serviços para executar/editar/criar novos modelos de risco e alerta; serviços para criação e notificação de alerta para os usuários do sistema em operação entre outros serviços básicos e avançados" (SAMPAIO, 2009).

Atualmente esse sistema possui como principal lacuna a generalização do alerta, por exemplo, caso os parâmetros ajustados para um banco de alerta de Rio Claro prevejam situação de risco, esse alerta será dado par ao município como um todo, não para partes dentro do município. Portanto, os mapeamentos desenvolvidos nesse trabalho podem contribuir também para o funcionamento desse sistema de alerta no município, uma vez que supri a necessidade de informações em uma escala de maior detalhe, fornecendo dados de vulnerabilidade local, permitindo em um momento de alerta uma ação ágil e assertiva.

8.0. BIBLIOGRAFIA

ANTONIO FILHO, F. D. **Crescimento urbano e recursos hídricos: o caso de Rio Claro (SP).** *Revista Estudos Geográficos*, Rio Claro, 15: 55-62. 2003

BAILEY, T.C., GATRELL, A.C., **Interactive spatial data analysis.** Essex: Longman Scientific & Technical, 1995.

BARBOSA, J.P.M. **Avaliação de técnicas empíricas e estatísticas de identificação de extremos de precipitação para o litoral paulista e entorno.** 2008. 112p. Dissertação (Mestrado em Geografia). Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

BARBOSA, J.P.M. **Estudo sobre a evolução dos eventos extremos de precipitação no setor paulista da serra do mar.** In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 17., 2007, São Paulo. *Anais...* São Paulo, 2007.

BASTOS, V. S. B; OGASHAWARA, I; ANDRE, I. R. N. **O uso de S.I.G. no planejamento estratégico da defesa civil.** In: II Simpósio Internacional Caminhos Atuais da Cartografia na Geografia, 2010, São Paulo: EdUSP, 2010. v. I. p. 1787-1800.

CAMARA, G; SOUZA, R.C.M; FREITAS, U.M; GARRIDO, J. **SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling.** *Computers & Graphics*, 20: (3) 395-403, May-Jun 1996.

CETESB. **O conceito de risco.** Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/gerenciamento-de-riscos/emergencias-quimicas/10-conceito-de-risco>>. Acesso em: 23 jul. 2011.

CHRISTOFOLETTI, A; TEIXEIRA, A.L.A. **Sistemas de informação geográfica: Dicionário ilustrado.** São Paulo: HUCITEC, 1997.

COTTAS, L.R. **Estudos Geológico-Geotécnicos Aplicados ao Planejamento Urbano de Rio Claro.** 1983. Tese (Doutorado em Geologia Geral e de Aplicação) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1983.

DIAS, F.P; HERRMANN, M.L.P. **Análise da susceptibilidade a deslizamentos no bairro saco grande, Florianópolis - sc.** *Revista Universidade Rural, Série Ciências Exatas e da*

Terra. Vol. 21 (1): 91-104, 2002. Disponível em: <<http://www.editora.ufrj.br/revistas/exatas/rce/v21n1/07.pdf>>. Acesso em: 14 Set. 2011.

DOMINGUEZ, V.C.; FRANÇO SO, M.T. Aplicação do geoprocessamento no processo de modernização municipal. *Revista brasileira de cartografia*. Nº60/01, p. 71-78, abr. 2008.

DRUCK, S; CARVALHO, M.S; CÂMARA, G; MONTEIRO, A.V.M. (eds). **Análise Espacial de Dados Geográficos**. Brasília: EMBRAPA, 2004.

DUTRIEUX, E. *et al.* **Guide méthodologique pour l'élaboration de Cartes de Vulnérabilité des zones côtières de l'Océan Indien**. IFREMER/UNESCO.IOC:2000.

EM-DAT. **Internacional disasters data base**. USA: EM-DAT, 2009. Disponível em: <<http://www.emdat.be/>>. Acesso em: 24 jul. 2011.

GARCIA, J.G (coord.) **Atlas ambiental da bacia do Corumbataí**. Disponível em: <<http://ceapla2.rc.unesp.br/atlas/equipe.php>> Acesso em: 14 Set. 2011.

GIDDENS, A. **Risco**. In: *Mundo em des controle: o que a globalização está fazendo de nós*. 3 ed. Rio de Janeiro: Record, 2003.

GILLESPIE, T. W.; CHU, J.; FRANKENBERG, E.; THOMAS, D; Assessment and prediction of natural hazards from satellite imagery. **Progress in Physical Geography**, v. 31, n. 5, p. 459-70, 2007.

GONÇALVES, N.M.S. **Impactos pluviais e desorganização do espaço urbano em Salvador**. In: MONTEIRO, C.A.F.; MENDONÇA, F. (Org) *Clima Urbano*. São Paulo: Contexto, 2003.

GUHA, D.S; VOS, F; BELOW, R; PONSERRE, S. **Annual disaster statistical review 2010: the numbers and trends**. Belgium: Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED) - Université Catholique de Louvain. Disponível em: <http://www.cred.be/sites/default/files/ADSR_2010.pdf>. Acesso em: 26 jul. 2011.

IAMONDI, G.V. **Geofísica aplicada no diagnóstico preliminar do antigo lixão do município de Rio Claro - SP**. [Trabalho de Conclusão de Curso]. Rio Claro: UNESP, Curso de Engenharia Ambiental, 2009.

IBGE. **Cidades.** Brasil: IBGE, 2011. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=354390#>> Acesso em: 23 Jul. 2011.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO- IPT **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo** - Escala 1:1000.000. São Paulo. (IPT. Série Monografias), 1981.

IPCC (intergovernmental Panel on Climate Changes). Glossary of Synthesis Report. In: Glossary of Terms used in the IPCC Fourth Assessment Report. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. Disponível em: < http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_appendix.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2011.

ISLER, E. A; OLIVEIRA J. C. V. **O Agronegócio de Rio Claro.** Rio Claro: Prefeitura Municipal de Rio Claro & IGEagro, 2005.

KOBIYAMA, M *et al.* **Prevenção de desastres naturais:** conceitos básicos. Curitiba: Organic Trading, 2006.

MARINHO, R. R. **Uso de imagens SAR orbitais em desastres naturais:** mapeamento de inundações e deslizamentos de terra ocorridos em novembro de 2008 no Vale do Itajaí-SC. 2011. 171 p. (sid.inpe.br/mtc-m19/2011/04.14.19.50-TDI). Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2011. Disponível em: <<http://urlib.net/8JMKD3MGP7W/39GFQKE>>. Acesso em: 27 set. 2011.

MELLO, L.F. **sistemas de informação geográfica para a participação pública:** uma metodologia em construção. Disponível em: <http://www.abep.nepo.unicamp.br/docs/eventos/transdisciplinar/amb_FreiredeMello.pdf> Acesso em: 15 Mai. 2011.

MORAIS, A.C.R. **Geografia:** Pequena História Crítica. São Paulo, Hucitec, 16ª. edição, 1995.

MORUZZI, R. B. *et al.* **Contribuição metodológica para a caracterização de áreas potenciais de inundação em uma bacia hidrográfica urbanizada, com o suporte de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento:** apresentação de dois cenários em

um módulo piloto. In: XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. **Anais...** São Paulo. Nov. 2007.

MORUZZI, R.B. *et al.* **Efeito da ocupação urbana e de obras de drenagem sobre o hidrograma de cheia de uma bacia urbanizada: o caso da bacia do Córrego da Servidão em Rio Claro, SP.** *Revista de Engenharia e Tecnologia*. Vol. 1: 1-12, Dez. 2009.

NETO, N.C. **Vulnerabilidade geológica da planície costeira de Presidente Kennedy, ES** [Trabalho de Conclusão de Curso]. Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo, Curso de Oceanografia, Departamento de Oceanografia e Ecologia; 2010.

PASCUALINO, A. **Alterações climáticas e a percepção dos munícipes de Rio Claro - SP.** 2009. 236 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Área de organização do espaço, UNESP, Rio Claro.

PENTEADO, M. M. **Geomorfologia do setor centro-ocidental da depressão periférica paulista.** Instituto de Geografia - USP. Série Teses e Monografias, n.22, 86 f, 1976.

PITTON, S.E; CASTILHO, F.J.V. **Tempo e sensibilidade: a sensação e a percepção climática dos moradores urbanos de Rio Claro/SP.** In: Tempo e sensibilidade: a sensação e a percepção climática dos moradores urbanos de Rio Claro/SP, 2005. Londrina, *Anais...*Londrina:UEL, 2005.

POLTRONIERI, L.C **A atividade agrícola, Rio Claro: terra, trabalho e história,** câmara Municipal, Rio Claro: ARGeo, 1985.

PRADO, H.; OLIVEIRA, J. B.; ALMEIDA, C. L. F. **Levantamento pedológico semidetalhado do Estado de São Paulo. Quadrícula de São Carlos.** Escala 1:100.000. Instituto Agrônomo de Campinas, 1981.

SAMPAIO, E.S.L. **SISMADEN: Manual do usuário.** Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/sismaden/download/Manual_Usuario_SISMADEN_2.0.pdf> Acesso em: 15 Ago. 2011.

SANCHES, M.C. **Agricultura e Industrialização, Rio Claro Sesquicentenária.** Rio Claro: Museu Histórico e Pedagógico, 1978.

SAREWITZ, D. *et al.* Workshop: **Extreme Events Developing a Research Agenda for the 21st Century**. Bolder, 2000. Disponível em: <<http://www.esig.ucar.edu/extremes/>>. Acesso em: 24 jul. 2011.

SEADE. **Banco de dados e produtos**. Disponível em: <<http://www.seade.gov.br/produtos/geo/geralayer.php>> Acesso em: 23 Ago. 2011.

Secretaria Nacional de Defesa Civil. **Política Nacional de Defesa Civil**. Brasília; _____, 2007. Disponível em: < <http://www.defesacivil.gov.br/politica/index.asp>>. Acesso em: 23 jul. 2011.

SILVA, G.M.P. **Diagnóstico Ambiental, Qualidade de Água e Índice de Depuração do Rio Corumbataí – SP**, 1999, 155 f. Dissertação (Mestrado) – Centro de Estudos Ambientais – CEA, UNESP.

TOMINAGA, LÍDIA K. Desastres naturais: por que ocorrem? In: TOMINAGA, LÍDIA K. et al., (orgs). **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2009.

TROCADO, P. **ArcGis 9**. Disponível em: <[http://www.scribd.com/doc/530063/ manual-arcgis](http://www.scribd.com/doc/530063/manual-arcgis)>. Acesso em: 15 nov. 2010.

Último segundo. **ONU: desastres naturais atingem 7,5 milhões no Brasil**. Disponível em:<<http://ultimosegundo.ig.com.br/brasil/onu+desastres+naturais+atingem+75+milhoes+no+brasil/n1237967836366.html>>. Acesso em: 26 jul.2011.

ZAINE, J. E. **Geologia da Formação Rio Claro na folha Rio Claro (SP)** Dissertação (Mestrado). Instituto de Geociências e Ciências Exatas – IGCE. Universidade Estadual Paulista – UNESP. 99 p. Rio Claro. 1994.

9.0. ANEXOS

9.1. Anexo I - Função Kernel

$$\hat{\lambda}_{\tau}(s) = \sum_{h_i \leq \tau} \frac{3}{\pi \tau^2} \left(1 - \frac{h_i^2}{\tau^2}\right)^2$$

Neste caso, h_i é a distância entre o ponto a calcular s e o valor observado s_i . A Figura 2 ilustra a idéia do estimador de intensidade. A função $k()$ é aplicada a cada ponto da região considerada e a largura de faixa τ controla a quantidade de eventos que irão contribuir para a estimativa.

9.2 Anexo II - Distribuição de Poisson

$$P(Y \leq y) = \frac{\lambda^y e^{-\lambda}}{y!}, y = 0, 1, 2, \dots$$

Na distribuição acima, λ é uma constante - a intensidade média de eventos por unidade de área. Numa visão intuitiva, pode-se considerar que a posição dos eventos é independente e de que os eventos tem igual probabilidade de ocorrência em toda a região R .

9.3. Anexo III - Função do Vizinho mais próximo

$$\hat{G}(w) = \frac{\#(w \leq w)}{n}$$

onde o valor normalizado acumulado para uma distância de entrada w corresponde à soma dos vizinhos mais próximos de cada evento cuja distância é menor ou igual a w , dividido pelo número de eventos na região.

Retirado de : DRUCK, S; CARVALHO, M.S; CÂMARA, G; MONTEIRO, A.V.M. (eds). **Análise Espacial de Dados Geográficos**. Brasília: EMBRAPA, 2004.