

Trabalho de Graduação
Curso de Graduação em Geografia

Classificação e mapeamento de áreas de risco de enchentes e inundações
no bairro Jardim Inocoop - Rio Claro - SP

Bruna Maria Pechini Bento

Prof. Dr. Roberto Braga

Rio Claro (SP)

2012

Bruna Maria Pechini Bento

Classificação e mapeamento de áreas de risco de
enchentes e inundações no bairro Jardim Inocoop – 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

Prof. Dr. Roberto Braga (orientador)

Profa. Dra. Maria Isabel Castreghini de Freitas

Profa. Dra. Iara Nocentini André

Rio Claro, ____ de _____ de _____.

Assinatura do(a) aluno(a)

assinatura do(a) orientador(a)

551.4+ Bento, Bruna Maria Pechini
B478c Classificação e mapeamento de áreas de risco de
enchentes e inundações no bairro Jardim Inocoop - Rio Claro
- SP / Bruna Maria Pechini Bento. - Rio Claro : [s.n.], 2012
102 f. : il., figs., gráfs., tabs., fots., mapas

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

1. Geografia física - Aspectos ambientais. 2. Mapeamento
de área de risco. 3. Enchente urbana. 4. Inundação urbana. 5.
Geotecnologia. I. Título.

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

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

BRUNA MARIA PECHINI BENTO

CLASSIFICAÇÃO E MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO
DE ENCHENTES E INUNDAÇÕES NO BAIRRO JARDIM
INOCOOP - 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

2012

Dedico este trabalho aos meus avós
Aciolinda, Emílio, Rute e Mário
Aos meus pais Sônia e Mário
e às minhas irmãs Cláudia e Patrícia.

RESUMO

Nas últimas décadas, o Brasil apresentou um acelerado processo de urbanização, onde muitas cidades cresceram de maneira desordenada ocupando áreas naturalmente frágeis e impróprias para habitação. Ações antrópicas como a alta taxa de impermeabilização do solo, modificações estruturais nos cursos d'água, ausência de mata ciliar, presença irregular de lixo e entulho nas margens dos rios acrescidas de uma ocupação irregular nas planícies de inundação faz com que surjam setores de alto risco, os quais, acompanhados de fenômenos pluviométricos intensos e prolongados, têm sido palco de graves acidentes, como enchentes e inundações. É necessário que haja planos de prevenções aos desastres naturais para impedir ou minimizar os danos causados. A identificação e qualificação do risco é um dos principais suportes técnicos para operação dessas ações. O estudo em questão tem como objetivo classificar o grau de risco de enchentes e inundações presentes no bairro Jardim Inocoop, Rio Claro- SP. Dentre as possibilidades de nível de risco têm-se: muito alto (MA), risco alto (A), risco médio (M) e risco baixo (B), estabelecido através do arranjo do cenário hidrológico, vulnerabilidade das habitações e periculosidade do processo segundo a distância das moradias em relação ao eixo de drenagem, conforme metodologia aqui adotada e proposta pelo Ministério das Cidades e Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Após realização dos arranjos, chegou-se ao resultado de que o bairro Jardim Inocoop apresenta dois tipos de cenários de riscos: a) Cenário de risco alto (R3) e b) Cenário de risco médio (R2), os quais foram espacializados através da elaboração de um mapa de risco de enchentes e inundações da área de estudo utilizando-se da geotecnologia por meio do uso dos recursos de geoprocessamento. Assim, o zoneamento dos cenários de riscos define os espaços em que há risco elevado, e por consequência, a ocupação deve ser regulamentada e às vezes proibida, e em que o risco é menor ou está ausente. Dessa forma, o presente trabalho, ao assinalar o risco em um mapa reafirma-o no espaço em questão, podendo, portanto, se tornar material de apoio para os órgãos públicos gestores, responsáveis em formular políticas de prevenção às enchentes e inundações na cidade de Rio Claro - SP.

ABSTRACT

In the last few decades, Brazil has experienced an accelerated urbanization process in which many cities have grown in a disorderly way occupying environmentally fragile areas unsuitable for habitation. Anthropogenic actions such as high levels of impermeable soil, structural changes in watercourses, lack of riparian vegetation, illegal presence of trash and rubbish along the river banks added to irregular settlements in floodplains result in the rise of high risk areas. When accompanied by intense and prolonged rainfall phenomena, those areas have been the scenery of serious accidents such as floods.

This study aims to classify the level of the risk of floods in the neighborhood of Jardim Inocoop, in the town of Rio Claro, São Paulo countryside, Brazil. One of the main technical support to tackle this issue is the identification and classification of the risks. In order to classify the risk level of flood in this case study, the methodology adopted was developed by the Ministry of Cities and Technology Research Institute, and take into account the arrangement of the hydrological scenario, vulnerability of households and dangerous process according to the distance of the houses from the axis of drainage. Therefore, the risk levels adopted to classify are listed below: very high (MA), high risk (A), moderate (M) and low risk (B).

In conclusion, it is imperative to develop prevention plans in order to avoid or to minimize the damages caused by natural disasters. Therefore, the zoning of the risk sceneries remains as an important issue once it helps to identify the areas with high level risk of flood. Consequently, the occupation must be regulated where there is low or absent risk and it must be often forbidden where the high risk of flood is detected. Thus, the present study remains as an attempt to notify the risk of floods through its spatialization on a map, remaining as a valuable material for public agencies managers which are responsible for the formulation of policies, with the aim to prevent floods in the city of Rio Claro.

PALAVRAS CHAVES

Classificação de áreas de risco. Grau de risco. Mapeamento de área de risco. Enchentes e inundações urbanas. Geotecnologia. Drenagem urbana. Ocupação irregular urbana. Rio Claro-SP-Brasil. Bairro Jardim Inocoop- Rio Claro- SP.

KEYWORDS

Risk area mapping; Urban flooding; Geotechnology; Urban drainage; Irregular urban settlements; Rio Claro, SP, Brazil; Neighborhood Jardim Inocoop.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Localização da área de estudo.	25
Figura 2: Modelo tridimensional da bacia do Córrego da servidão e seu entorno. . .	28
Figura 3: Bacia do Corumbataí no contexto regional e estadual.	31
Figura 4: Bacia do Corumbataí.	31
Figura 5: Sub-bacias do Rio Corumbataí.	32
Figura 6: Contexto hidrológico de Rio Claro- SP.	33
Figura 7: Bacia do Córrego da Servidão e modelo digital de elevação.	34
Figura 8: Sobreposição do setor da malha urbana da cidade de Rio Claro na bacia do Córrego da Servidão.	35
Figura 9: Unidades socioambientais da área urbana de Rio Claro-SP.	38
Figura10: O risco, uma construção social.	45
Figura 11: Perfil esquemático do processo de enchente e inundação.	49
Figura 12: Bairros com registros de alagamentos, enchentes e inundações segundo imprensa de Rio Claro- SP.	75
Figura 13: Pré- setorização dos compartimentos de risco de Rio Claro- SP.	79
Figura 14: Ilustração da classificação do grau de risco preliminar.	83
Figura 15: Ilustração da classificação do grau de risco final.	84
Figura 16: Mapeamento dos cenários de risco de enchentes e inundações no Jardim Inocoop.	87

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico1: Distribuição dos tipos de desastres na América, período 1900-2006. . . .	17
Gráfico 2: Número e tipos de acidentes registrados no Estado de São Paulo, no período de 2000 a 2008.	18
Gráfico 3: Uso da terra no município de Rio Claro.	28
Gráfico 4: Número de afetados (desabrigados/desalojados), no período de 2000 a 2008.	53
Gráfico 5: Número de óbitos registrados em São Paulo, no período de 2000 a 2008	53

ÍNDICE DE IMAGENS

Imagem 1: Praça Tenente Otoniel Marques Teixeira - Jardim Público criado em 1886.	27
Imagem 2: Praça Sete de Setembro, Praça da Liberdade e Praça Tenente Otoniel Marques Teixeira da esquerda para direita respectivamente cercadas por construções e pavimentação.	27
Imagem 3: Córrego Lavapés sob Avenida Ulisses Guimarães.	29
Imagem 4: Córrego da Servidão sob Avenida Visconde do Rio Claro.	30
Imagem 5: Parque do Lago Azul, cabeceira do Córrego da Servidão.	36
Imagem 6: Inundação na Avenida Visconde do Rio Claro.	37
Imagem 7: Situação do Bairro Inocoop após inundação..	39
Imagem 8: Placas do pavimento arrastadas pela força d'água. Acervo pessoal da moradora Denise Oliveira.	39
Imagem 9: Obras de contenção de enchentes no Jardim Inocoop.	40
Imagem 10: Rodovia Washington Luis e Ferrovia Bandeirantes.	41
Imagem 11: Área de risco de enchentes e inundações, associada à ocupação de baixa renda.	47
Imagem 12: Situação de enchente em um canal de drenagem.	48
Imagem 13: Inundação de terrenos marginais.	48
Imagem 14: Comporta do Lado Azul.	77
Imagem 15: Presença de sedimentos na margem esquerda do Córrego da Servidão em frente a obra de contenção de enchentes.	80
Imagem 16: Padrão construtivo das moradias do Jardim Inocoop.	82
Imagem 17: Obras de drenagem no Jardim Inocoop.	85

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Registro de Inundações no Brasil no período de 1940 a 2008.	18
Tabela 2: Síntese dos aspectos geotécnicos encontrados na literatura técnico-aplicada. Elaborado a partir de Yamada.	36
Tabela 3: Síntese dos resultados da unidade sócioambiental V.	40
Tabela 4: Alguns fatores de vulnerabilidade (Veyret, 2007, p. 42).	42
Tabela 5: Definições segundo Veyret.	45
Tabela 6: Grau de risco segundo arranjo considerando os cenários hidrológicos, vulnerabilidade das habitações e periculosidade do processo segundo a distância das moradias ao eixo da drenagem.	59
Tabela 7: Livros selecionados para revisão bibliográfica.	61
Tabela 8: Arranjo entre os cenários hidrológicos e vulnerabilidade das habitações.	65
Tabela 9: Arranjo para cálculo do grau de risco.	66
Tabela 10: Relação das reportagens coletadas na internet.	70
Tabela 11: Relação das reportagens do Diário de Rio Claro.	71
Tabela 12: Banco de dados com registros de inundações, enchentes e alagamentos segundo imprensa rioclarense.	74

ÍNDICE DE FLUXOGRAMAS

Fluxograma 1: As relações entre os riscos e crises. Os ensinamentos do acúmulo de experiência.	55
Fluxograma 2: Fluxograma da análise de perigo e risco (TOMINAGA, 2004 apud TOMINAGA, 2009, p. 157). Modificado pelo autor.	57

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.	16
1.1 Cenário político e social.	16
1.2 Cidade: Caos e identidade.	19
1.3 Gerenciamento e prevenção de risco: a importância da avaliação de risco.	21
2.OBJETIVOS	23
3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA.	24
3.1 Localização da área.	24
3.2 Aspectos Sociais	26
3.3 Clima.	26
3.4 Rede Viária.	26
3.5 Vegetação, áreas verdes e arborização urbana.	26
3.6 Uso da terra do município de Rio Claro.	27
3.7 Relevo e Hidrografia.	28
3.8 Bacia Hidrográfica do Corumbataí.	30
3.9 Sub-bacia do Córrego da Servidão.	34
3.9.1 Córrego da Servidão.	36
3.9.2 Bairro Inocoop.	38
4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.	42
4.1 Riscos ambientais, vulnerabilidade, desastres naturais, enchentes, inundações e área de risco.	42
4.2 Drenagem urbana.	50
4.3 Gerenciamento de desastres naturais: a etapa da prevenção e mapeamento de riscos.	54

5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	60
5.1 Revisão da literatura.	60
5.2 Etapas da revisão da literatura.	60
5.3 Proposta Metodológica para identificação, análise e avaliação de áreas risco de enchentes e inundações.	62
5.4 Identificação do risco: O que identificar? Como identificar? Como localizar?. . .	62
5.5 Mapeamento e análise de áreas de risco de enchentes e inundações em áreas urbanas	63
5.5.1 Produtos cartográficos e Pré-setorização.	63
5.5.2 Critério de análise de risco.	63
5.5.3 Vulnerabilidade da ocupação.	64
5.5.4 Distância das moradias ao eixo da drenagem.	65
5.5.5 Definição de níveis de risco.	65
6. MATERIAIS E METODOS.	68
7. RESULTADOS E DISCUSSÕES.	69
7.1 Literatura Consultada.	69
7.2 Identificação dos cenários de riscos de enchentes e inundações na área urbana de Rio Claro.	70
7.3 Pré-setorização dos compartimentos de risco.	76
7.4 Análise da área de risco.	80
7.4.1 Cenário hidrológico.	80
7.4.2 Vulnerabilidade da ocupação.	81
7.4.3 Distância das moradias ao eixo da drenagem.	82
7.4.4 Grau de risco preliminar e final.	83

7.5 Mapeamento de áreas de risco de enchentes e inundações.	84
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	88
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	90
ANEXOS	92
ANEXO I – Coletânea de reportagens sobre enchentes e inundações na área urbana do município de Rio Claro-SP.	92

1. INTRODUÇÃO

1.1 Cenário político e social

Nas últimas décadas, o Brasil passou por um acelerado processo de urbanização caracterizado por Santos (2004, p.53) como “o resultado da acumulação de atividades de muitas gerações”.

Muitas cidades cresceram de maneira desordenada e ocupando áreas impróprias para habitação. Este processo foi impulsionado pelo mercado imobiliário, o qual se apropriou das melhores áreas urbanizadas da cidade e fez com que a população de baixa renda fosse habitar áreas desprezadas pelo mercado, ou seja, as áreas ambientalmente frágeis para ocupação, como margens de rios, mangues e encostas íngremes.

Estas áreas naturalmente frágeis e impróprias para habitação quando acrescidas de uma ocupação precária, representada por ausência de redes de abastecimento de água e coleta de esgoto, aterros instáveis, taludes de corte em encostas íngremes e palafitas, fazem com que surjam setores de alto risco, os quais, em estações chuvosas, têm sido palco de graves acidentes, caracterizados como desastres naturais.

Diversas cidades brasileiras possuem áreas de riscos das mais variadas situações como as de enchentes e inundações. Estes fenômenos apresentam situações de riscos mais graves nas regiões metropolitanas, devido ao grande número de habitações ocupando terrenos marginais de cursos d'água.

Segundo o relatório anual de estatísticas de desastres da OFDA/CRED em 2008, o Brasil ficou em 8º lugar entre os países do mundo com o maior número de vítimas relacionadas aos Desastres Naturais. Foram 1,8 milhões de pessoas, todas afetadas por desastres hidrológicos que englobam inundações, enchentes e movimentos de massa (OFDA/CRED, 2009 apud TOMINAGA, 2009, p.43).

Ações antrópicas como a alta taxa de impermeabilização do solo, modificações estruturais nos cursos d'água, como retificações e canalizações dos rios, ocupação irregular das planícies de inundação, ausência de mata ciliar e

presença irregular de lixo e entulho nas margens dos rios são os principais condicionantes que agravam eventos naturais como enchentes e inundações.

Estes eventos estão normalmente associados aos fenômenos pluviométricos intensos e prolongados nos períodos chuvosos que correspondem ao verão na região sul e sudeste e ao inverno na região nordeste (TOMINAGA, 2009, p.18).

As várzeas, cabeceiras de drenagens ou áreas próximas aos cursos d'água indubitavelmente, não podem ser cobertas pelo asfalto das ruas ou pelo concreto das construções, pois, à medida que a cidade cresce, elas se tornam imprescindíveis na defesa da área urbana contra situações chuvosas extremas (TAVERES & SILVA, 2008 apud AMARAL e RIBEIRO, 2009, p.50).

No entanto, na maioria das grandes cidades, essa impermeabilização já ocorreu e se torna necessário que os órgãos gestores empreguem medidas que dissipem os problemas anunciados (AMARAL; RIBEIRO, 2009, p.51).

Segundo EM-DAT (Emergency Disasters Data Base) se considerarmos somente os desastres hidrológicos que englobam inundações, enchentes e movimento de massa, em 2008, o Brasil esteve em décimo lugar entre os países do mundo em número de vítimas de desastres naturais, com 1,8 milhões de pessoas afetadas.

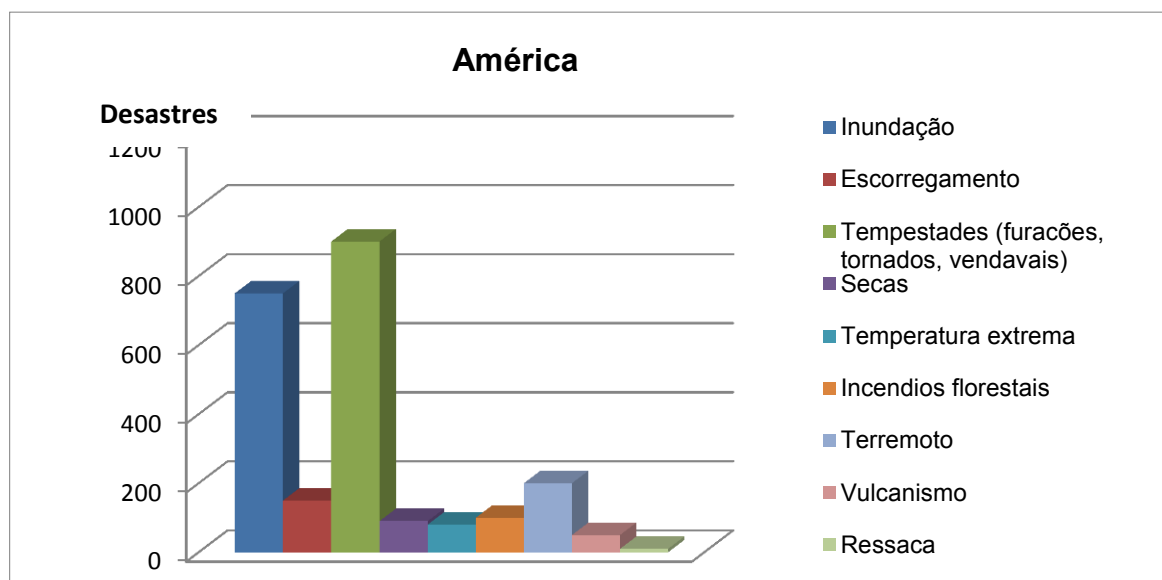


Gráfico1: Distribuição dos tipos de desastres na América, período 1900-2006 (MARCELINO, 2007 apud TOMINAGA, 2009). Modificado pelo autor.

Destes fenômenos, Marcelino (2007, apud AMARAL e RIBEIRO 2009, p.44) afirma que as inundações representam mais da metade dos desastres naturais ocorridos no Brasil ao longo do século XX.

Tabela 1: Registro de Inundações no Brasil no período de 1940 a 2008 (EM-DAT/OFDA/CRED 2009, apud TOMINAGA, 2009, p.42). Modificado pelo autor.

Período	Nº de Eventos	Nº de Mortes	Nº de Afetados (desabrigados/desalojados)
2000-2008	27	776	2.466.592
1990-1999	20	386	317.793
1980-1989	23	1598	8.789.613
1970-1979	11	1142	2.902.371
1960-1969	13	1818	825.986
1950-1959	2	212	Sem registro
1940-1949	1	200	Sem registro

Tominaga, ainda afirma que 50% dos acidentes relacionados aos diversos tipos de desastres naturais no Estado de São Paulo se referem às inundações, enchentes e alagamentos.

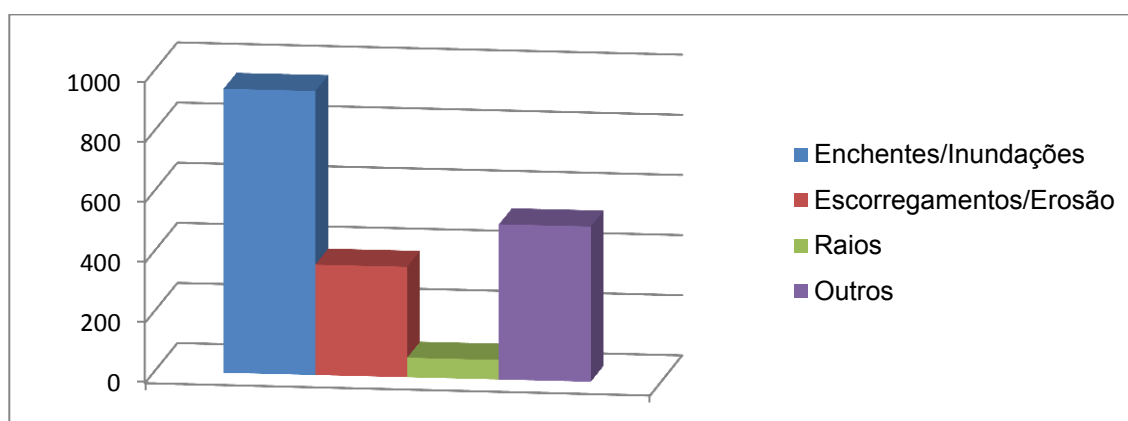


Gráfico 2: Número e tipos de acidentes registrados no Estado de São Paulo, no período de 2000 a 2008 (CEDEC, 2009 apud TOMINAGA, 2009). Modificado pelo autor.

Para Marcelino (2007, apud AMARAL e RIBEIRO 2009, p.44) “as inundações representam cerca de 60% dos desastres naturais ocorridos no Brasil no século XX [...]. Deste total de desastres registrados no país, 40% ocorrem na região Sudeste”.

As Nações Unidas realçam que a vulnerabilidade aos desastres naturais de uma comunidade pode aumentar de acordo com as características físicas, sociais, econômicas e ambientais que esta possui, pois, apesar dos perigos naturais ameaçarem igualmente qualquer pessoa, os mais desfavorecidos, que possuem baixa renda e, portanto vivem em áreas mais densamente povoadas, em terrenos de maior suscetibilidade aos perigos e moradias mais frágeis são os mais atingidos (TOMINAGA, 2009, 15).

Estas classes sociais desfavorecidas estão, portanto, vulneráveis a inundações mais bruscas e mais destrutíveis. Dessa forma, é possível afirmar que desastres naturais são fenômenos urbanos e, sobretudo, uma forma de repartição social.

o espaço urbano é diferentemente ocupado em função das classes em que se divide a sociedade urbana [...]. Essa repartição espacial das classes sociais é um fato que se verifica no espaço total do país e em cada região, mas é, sobretudo, um fenômeno urbano (Santos, 2000, p.83).

1.2 Cidade: Caos urbano e identidade

Desde o séc. XIX a noção de cidade parece sempre estar vinculada a de “problema urbano”. Palavras como poluição, trânsito, pobreza, caos, enchentes entre outras, são quase sempre lembradas quando procuramos associações à categoria cidade. Meneses (2006), no entanto, afirma que é possível qualificá-la de maneira positiva quando esta associação é feita através da significação que um lugar tem para o homem que ali habita.

A cidade é identificada por seus cidadãos primeiramente no universo dos sentidos, da percepção, da cognição, dos valores, da memória e das identidades que integram com o universo físico por meio de elementos empíricos do ambiente urbano que os significados são instituídos, criados, circulam, produzem efeitos, reciclam-se e se descartam (MENESES, 2006, p.36).

Tuan (1983 apud OKAMOTA, 2002, p.255) acredita que a criação da identidade se dá através das emoções. Para o autor as “emoções dão colorido a toda experiência humana, incluindo os níveis mais altos do pensamento [...], as sensações primárias de calor, frio, prazer e dor”.

O que existe são diferentes maneiras de enxergar a realidade. Cada morador cria sua própria ideia da realidade de acordo com suas próprias experiências vividas. A sensação que um morador tem ao entrar em sua cidade ou bairro certamente é diferente da visão de um turista que a visita. O rio, as árvores, os tipos de moradia, ou qualquer outro objeto que pertença ao bairro pode remeter a uma experiência vivida neste local e, portanto um apego a ele. Dependendo da origem familiar, formação cultural, faixa etária, gênero ou diferenças sociais, a percepção e interpretação dos estímulos são únicas.

Existem somente ideias da realidade. Essas ideias, imagens e pensamentos se processam [...] numa complexa relação entre conceitos, imagens e sentimentos. Para tanto, utilizam-se vários princípios de raciocínio, experiências, com sensações e sentimentos agradáveis ou desagradáveis, bem como com as respectivas emoções que suscitam (OKAMOTO, 2002, p.67).

Podemos então dizer que a conservação da memória do cidadão está diretamente ligada à conservação do espaço que ele habita. As destruições causadas pelos desastres naturais podem significar destruição da memória de uma sociedade inteira.

Portanto, faz-se necessário que os espaços vividos pelo homem propiciem sentimento de prazer, desenvolvendo o sentido afetivo ou a ligação prazerosa que enseje a permanência no local (OKAMOTO, 2002).

Segundo consta no Art. 5º - Art. 225 da Constituição Brasileira

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações

Após um desastre natural é inevitável se deparar com a desconfiguração de um cenário. A cultura de um povo, construída ao longo de séculos pode se perder em questões de segundos quando se trata de um desastre natural.

Recuperar a área para que toda a população tenha acesso a um meio ambiente ecologicamente equilibrado exige que o poder público faça a reconstrução respeitando a memória dos moradores.

No entanto, os cenários do clima atual nos mostram que eventos extremos se tornam cada vez mais frequentes e, portanto, torna-se imprescindível a previsão da chegada destes antes que as cidades sejam atingidas.

Ayoade (1991, apud TAVARES, 2009, p. 113) afirma que o clima pode ser o mais importante componente do meio ambiente natural, pois ele afeta os processos geomorfológicos, os da formação dos solos e o crescimento e desenvolvimento das plantas. [...] O ambiente atmosférico influencia o homem e suas atividades, enquanto o homem pode, através de suas ações deliberada ou inadvertidamente, influenciar o clima.

1.3 Gerenciamento e prevenção de risco: a importância da avaliação do risco

Mesmo nas cidades que possuem um excelente plano de ação durante as enchentes ou em momentos de emergência, é necessário que haja, antes de tudo, ações de prevenções aos desastres naturais e que estas não fiquem em segundo plano.

A ocorrência de desastres naturais pode ser evitada se houver um planejamento adequado no uso da ocupação do solo. No entanto, algumas não são evitáveis, mas caso forem adotadas medidas de prevenção, pode-se impedir ou minimizar os danos causados.

Cardona (1996, apud MARCHIOLI E SANTORO, 2009, p. 164) se utiliza do refrão aplicado à gestão de Desastres “mais vale prevenir do que lamentar” ao explicar que se pode evitar a ocorrência do Desastre mediante a intervenção direta do perigo, ou seja, impedir que ocorra a causa primária do desastre.

O Instituto Geológico (IG) juntamente com Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e a Defesa Civil de São Paulo atuam, desde 1988, nas ações de prevenções de desastres naturais.

Para eles, a identificação e qualificação do risco é um dos principais suportes técnicos para operação dessas ações.

O IG e o IPT também acreditam que os mapas de suscetibilidade, de perigo e de risco são os instrumentos técnicos que fornecem subsídios a ações de prevenção de desastres naturais.

A avaliação de risco é de fundamental importância para o planejamento e desenvolvimento das estratégias de redução de desastres.

Assim, os mapeamentos de risco devem ser efetuados com o propósito de fornecer subsídios à Defesa Civil e às prefeituras municipais para identificação e gerenciamento das situações de risco.

Os riscos se exprimem espacialmente por meio do zoneamento. Assinalar o risco em um mapa equivale “afirmar o risco” no espaço em questão.

O zoneamento e a cartografia que o acompanham constituem a base de uma política de prevenção. [...] O zoneamento define os espaços em que há risco elevado, em que a ocupação deve ser regulamentada (às vezes proibida), e outros em que o risco é menor ou está ausente. Ao apresentar o zoneamento, o mapa confere ao risco um caráter “objetivo” (VEYRET, 2007, p. 60).

Tominaga (2009 apud CARVALHO e GALVÃO, 2006) enfatiza que as universidades e institutos de pesquisas dispõem de conhecimentos técnicos desenvolvidos por eles e podem dar suporte às ações de prevenção de riscos urbanos.

Dessa forma, o presente trabalho, poderá vir a se tornar material de apoio imprescindível para os órgãos públicos responsáveis em formular planos de ações preventivas às enchentes e inundações na cidade de Rio Claro-SP.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivos gerais

Primeiramente, este trabalho busca analisar o comportamento hidrológico da drenagem urbana da cidade de Rio Claro - SP, em momentos de fenômenos pluviométricos intensos e suas consequências, especificamente no que se refere a alagamentos, enchentes e inundações na área urbana da cidade Rio Claro- SP.

Procura-se identificar as áreas afetadas por estes fenômenos, através da busca dos registros históricos em jornais, entrevistas com a Defesa Civil e consulta ao banco de dados dos mesmos.

A partir dos dados obtidos na primeira etapa, pretende-se espacializá-los na base cartográfica de Rio Claro e após análise, desenvolver uma pré setorização dos diversos compartimentos de risco presentes na cidade em estudo, trabalho este, que também será mapeado.

Com este mapeamento objetiva-se selecionar um compartimento de risco relevante no panorama rioclarense, a fim de analisar com maior critério seu cenário hidrológico, seu padrão construtivo e a distância das moradias em relação ao eixo da drenagem e chegar, portanto, na classificação do grau e do cenário de risco desta área, conforme metodologia proposta pelo Ministério das Cidades juntamente com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas.

Por fim, este trabalho tem como objetivo apresentar uma experiência de aplicação da geotecnologia, através dos recursos de geoprocessamento, na representação geocartográfica do mapeamento de risco de enchentes e inundações.

2.2 Objetivos específicos

O presente estudo busca classificar os cenários de risco de enchentes e inundações presentes no bairro Jardim Inocoop, Rio Claro- SP.

Objetiva-se também, espacializar o grau de risco encontrado através da elaboração de um mapa de risco de enchentes e inundações da área de estudo.

3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

3.1 Localização da área

O município de Rio Claro localiza-se, aproximadamente, entre 22°10' e 22°33' de latitude sul e 47°27' e 47°50' de longitude oeste, situando-se no setor centro-leste do estado de São Paulo.

Ao Norte faz limite com os municípios de Corumbataí e Leme, a Leste com Araras e Santa Gertrudes, ao Sul com Iracemápolis e Piracicaba e a Oeste com Ipeúna e Itirapina, sendo que sua área total cerca de 500 Km².

Situado no setor centro-ocidental da Depressão Periférica Paulista – zona do Médio-Tietê, o sítio urbano do município de Rio Claro, em sua maioria, localiza-se no interflúvio entre o rio Corumbataí e o Ribeirão Claro (CUNHA, MORUZZI, BRAGA, 2009, p.90).

Cunha, Moruzzi e Braga (2009) afirmam que a expansão do município realizou-se de forma longitudinal graças as barreiras físicas, representadas pelos vales dos rios Corumbataí, Ribeirão Claro à leste e oeste além da Floresta Estadual “Edmundo Navarro de Andrade”.

As características descritas acima podem ser vistas na Figura 1 a seguir.

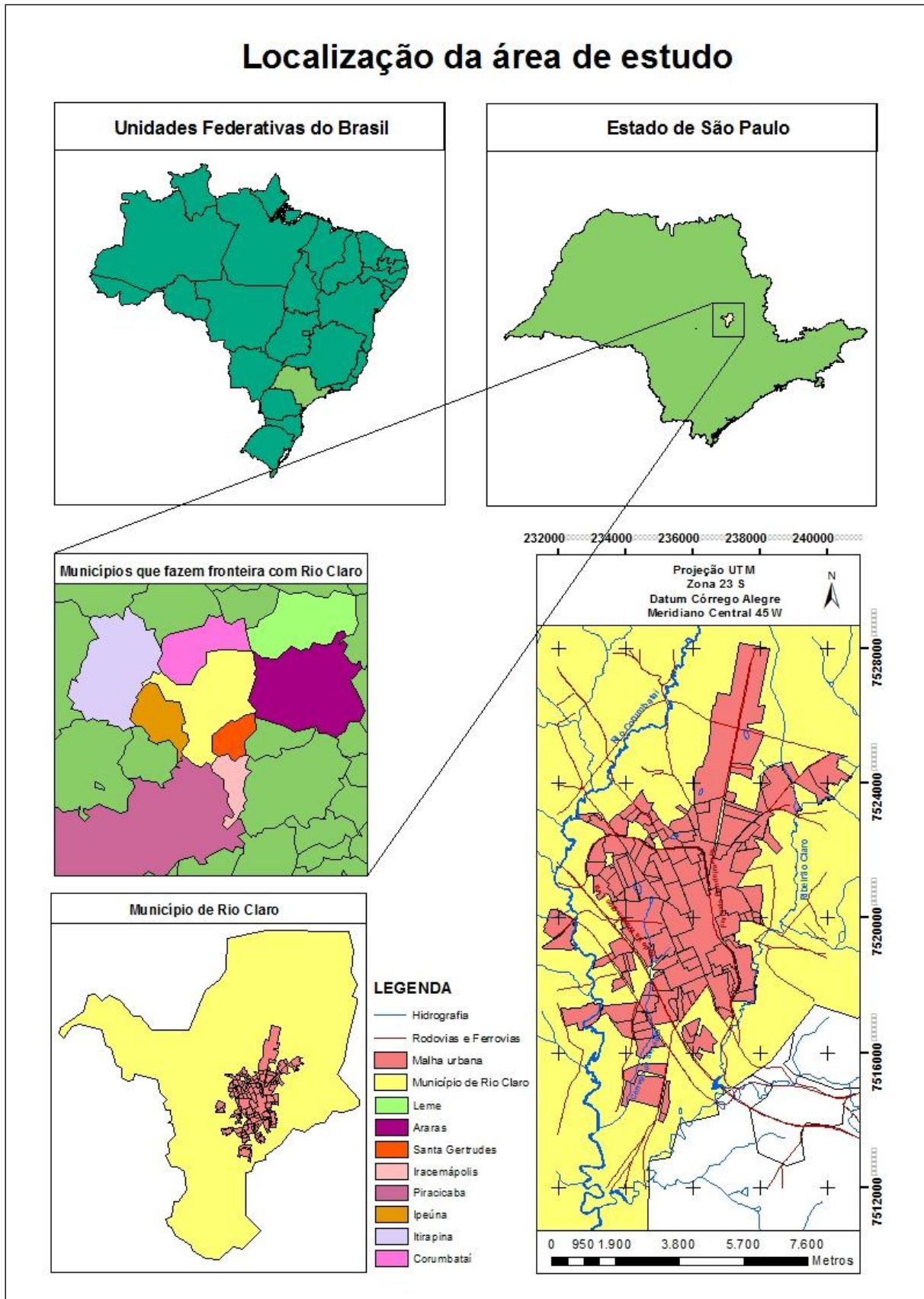


Figura 1: Localização da área de estudo. Centro de Análise e Planejamento Ambiental – CEAPLA (2012). Elaborado pelo autor.

3.2 Aspectos Sociais

A população total do município de Rio Claro é de 186.253 habitantes, segundo o Censo do IBGE de 2007. Deste total, 97 % residem na área urbana e 3% na área rural (NICOLETTI et.al., 2001).

3.3 Clima

A área de estudo situa-se em faixa zonal do tipo Cw, conforme a classificação proposta de Köppen, a qual é caracterizada por verões chuvosos e invernos mais secos.

3.4 Rede Viária

Passam por Rio Claro as estradas estaduais SP-310, conhecida como Washington Luiz a qual faz ligação com a Rodovia Anhangüera no sentido de São Paulo, e para o interior São Carlos e Araraquara a SP 191 e a Rodovia Wilson Finardi, que liga ao município de Araras, de um lado e a Ipeúna e Charqueada, de outro (Figura 1).

A Ferrovia Bandeirantes – FERROBAN cruza a cidade de Rio Claro e atualmente faz apenas o transporte de cargas (Figura 1).

3.5 Vegetação, áreas verdes e arborização urbana

O tipo de vegetação característica da região em estudo são os Campos Cerrados e a Mata Atlântica, e, portanto localiza-se numa área de transição.

Apesar de Rio Claro possuir 114 praças e jardins, a cidade possui índice de áreas verdes muito inferior ao apontado como ideal pela ONU, o qual deveria corresponder por 12 m² de área verde por habitante (Imagem 2).



Imagem 1: Praça Tenente Otoniel Marques Teixeira - Jardim Público criado em 1886. Disponível em: http://www.pulsarimagens.com.br/details.php?tombo=06RC508&search=PA&ordem_foto=20&total_foto=10565. Acesso em: 6 out 2012.

A redução de áreas verdes na cidade se deu devido à impermeabilização do solo por pavimentação e construções.



Imagem 2: Praça Sete de Setembro, Praça da Liberdade e Praça Tenente Otoniel Marques Teixeira da esquerda para direita respectivamente cercadas por construções e pavimentação (Google Earth, 2012).

3.6 Uso da terra do município de Rio Claro

Segundo Nicoletti (2001, p. 58), o uso da terra do município de Rio Claro possui 41% da área utilizada para pastagem, 29% com culturas temporárias, 9% corresponde a reflorestamento, 8% é sua área urbana, seguido de 5% de culturas

permanentes, mais 5% de matas e capoeiras, 2% com áreas industriais e 0,4% áreas brejosas.



Gráfico 3: Uso da terra no município de Rio Claro (NICOLETTI, 2001, p.58). Modificado pelo autor.

3.7 Relevo e Hidrografia

Os terrenos ocupados pela área urbana atingem altitudes de 625 metros no setor norte, pertencente à área de interflúvio Corumbataí-Ribeirão Claro, e 540 metros já no fundo do vale do rio Corumbataí.

O interflúvio sub-tabuliforme entre o rio Corumbataí e Ribeirão Claro apresentam, em geral, altitudes de 600-630 metros, os quais são capeados por sedimentos arenosos. Suas bordas caracterizam-se como colinas suavemente convexas, que se desdobram em patamares escalonados até a várzea dos dois rios (CUNHA, MORUZZI E BRAGA, 2009).

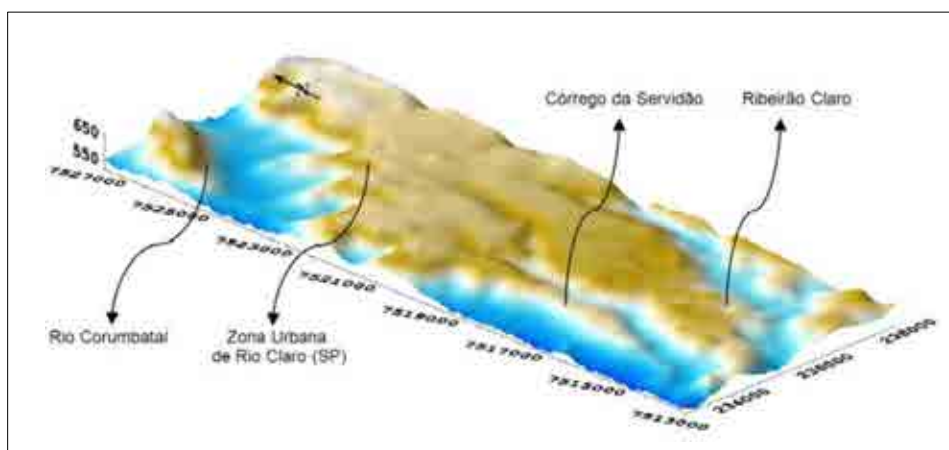


Figura 2: Modelo tridimensional da bacia do Córrego da servidão e seu entorno (BRESSANE et. al., 2009, p. 9).

Nos fundos dos vales ocorrem depósitos móveis, identificados como antigos assoalhos aluviais, e a planície aluvial atual (PENTEADO ORELLANA, 1981 apud CUNHA, MORUZZI E BRAGA, 2009).

Atualmente a grande maioria dos afluentes do Ribeirão Claro e do rio Corumbataí encontram-se canalizados na área urbana de Rio Claro. Dentre eles destacam-se Córrego Lavapés o qual se encontra sob a Avenida Ulisses Guimarães e o Córrego da Servidão sob a Avenida Visconde do Rio Claro.



Imagem 3: Córrego Lavapés sob Avenida Ulisses Guimarães. Google Earth e Google Street, (2012).



Imagem 4: Córrego da Servidão sob Avenida Visconde do Rio Claro. Google Earth e Google Street (2012).

É possível afirmar que nos últimos anos houve um expressivo aumento da frequência e do nível das inundações, assim como a redução da qualidade da água e o aumento de sólidos no escoamento pluvial.

O rio Corumbataí possui grande importância para o abastecimento público, atual e futuro, de Rio Claro, Analândia e Corumbataí.

Em sua bacia ocorrem problemas como a falta de tratamento de esgotos domésticos e industriais, uso de agrotóxicos, poluição das águas pelas atividades de mineração (areia e argila), ausência quase total das matas ciliares. Sem a proteção das matas ciliares ocorre o assoreamento [...]. Como consequência [...] ocorre a diminuição da capacidade de armazenamento de água e as enchentes nas cidades (NICOLETTI, 2001, p.90).

3.8 Bacia Hidrográfica do Corumbataí

Em âmbito estadual paulista, a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos dos Rios Piracicaba-Capivari-Jundiaí (UGRHI 5) abrange uma área de 15.320 km², na qual, em nível regional, situa-se a Bacia do Piracicaba (11.320km²)

e as sub-bacias do Ribeirão Claro e do Rio Corumbataí (CEAPLA, 2008 apud BRESSANE, A. et. al., 2009, p.4-5).

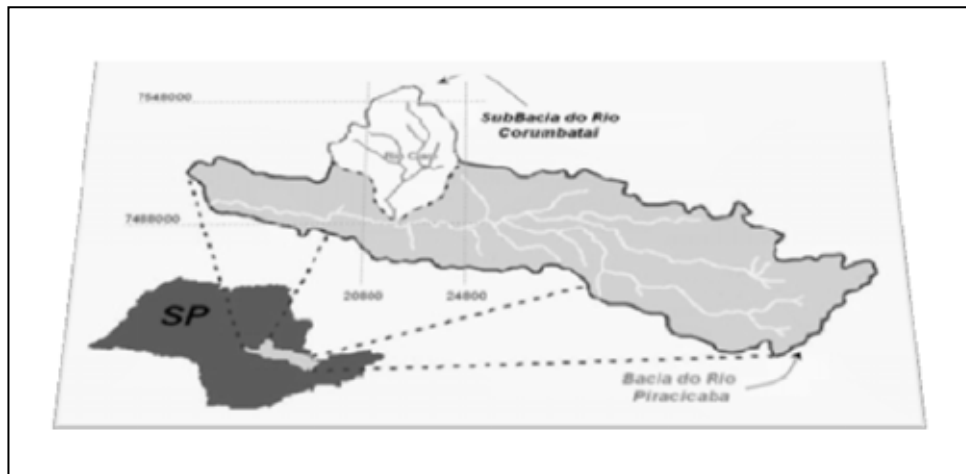


Figura 3: Bacia do Corumbataí no contexto regional e estadual (Ceapla, 2008 apud BRESSANE, A. et. al., 2009, p. 4).

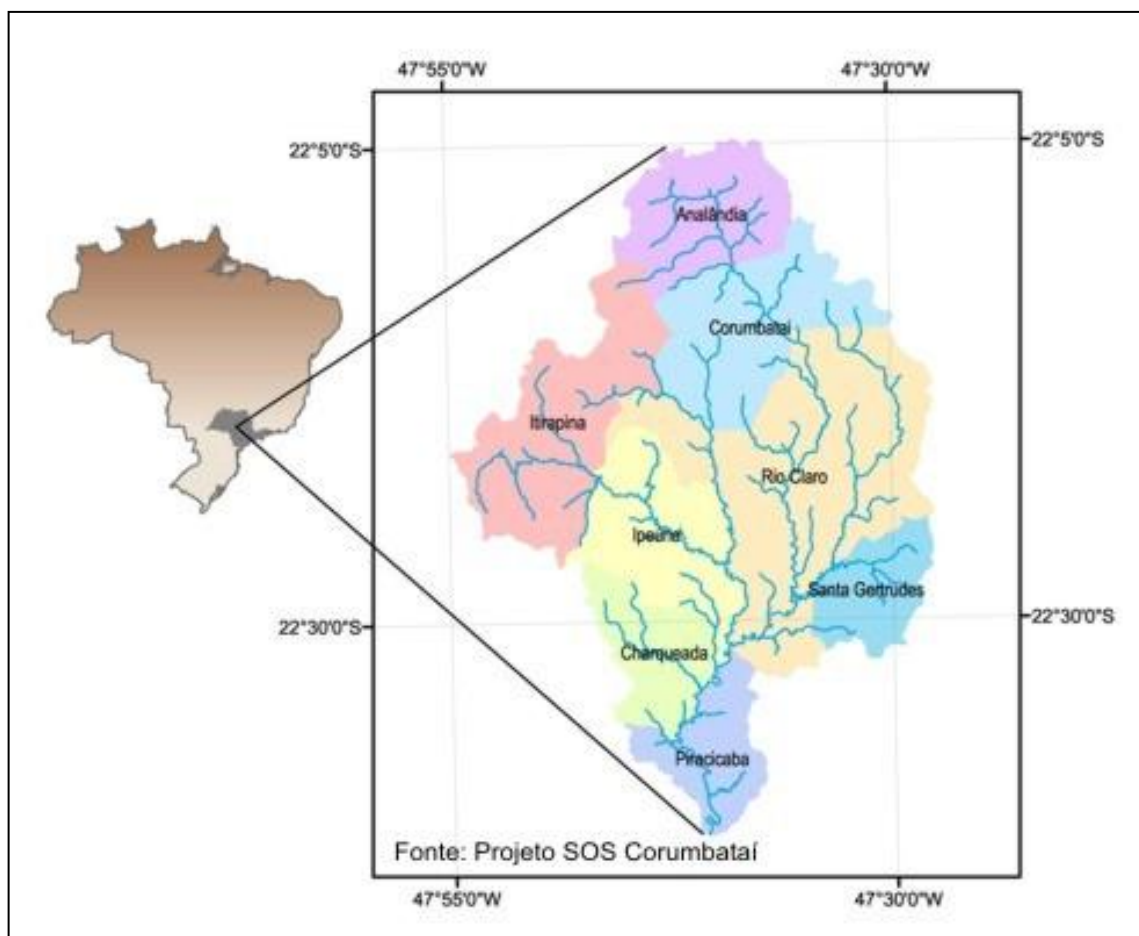


Figura 4: Bacia do Corumbataí. Projeto SOS Corumbataí. Disponível em <http://www.cena.usp.br/soscolumbatai/pmain.htm>. Acesso em: 20 mar 2012.

Conforme afirma Valente (2001) a bacia do Rio Corumbataí é dividida em cinco sub-bacias entre as quais está a bacia do Médio Corumbataí com aproximadamente 293 km², na qual situa-se a sub-bacia do Córrego da Servidão (BRESSANE et. al., 2009).

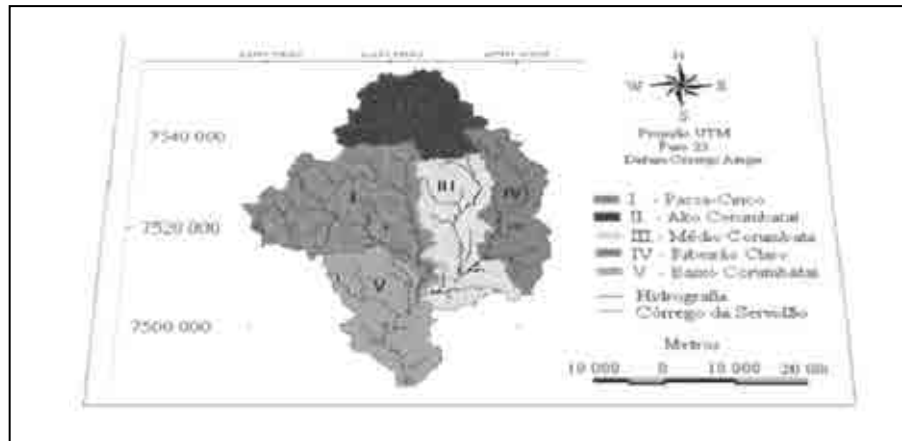
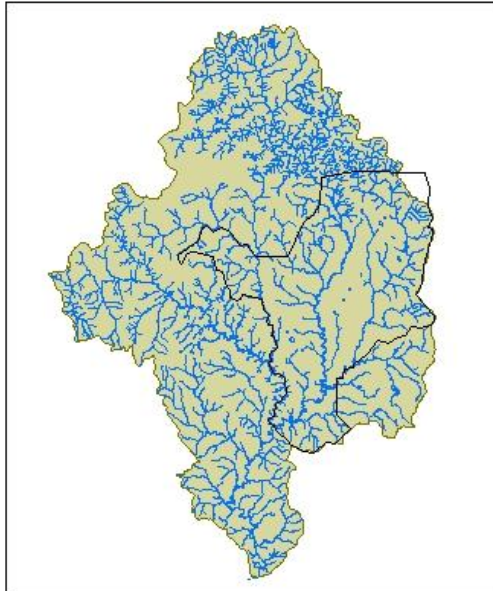


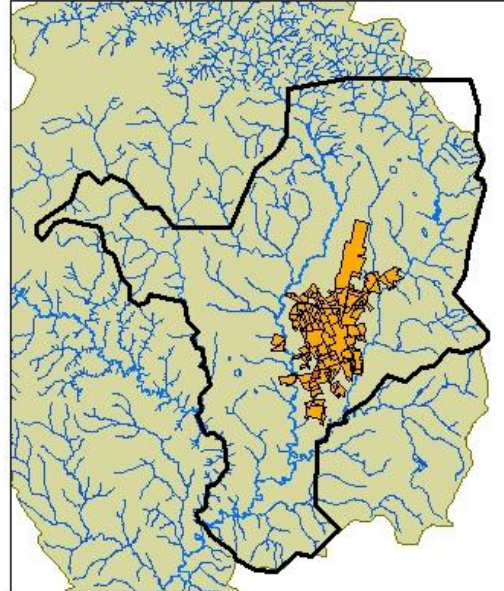
Figura 5: Sub-bacias do Rio Corumbataí. Destaque para a sub-bacia III do Médio-Corumbataí (VALENTE, 2001 apud BRESSANE et. al., 2009, p. 5).

Contexto hidrológico de Rio Claro - SP

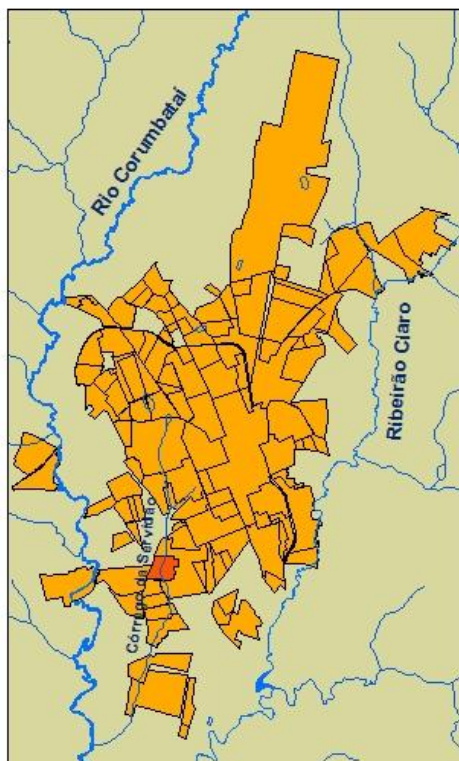
Bacia Hidrográfica do Corumbataí



Município de Rio Claro



Malha urbana do município de Rio Claro



Jardim Inocoop

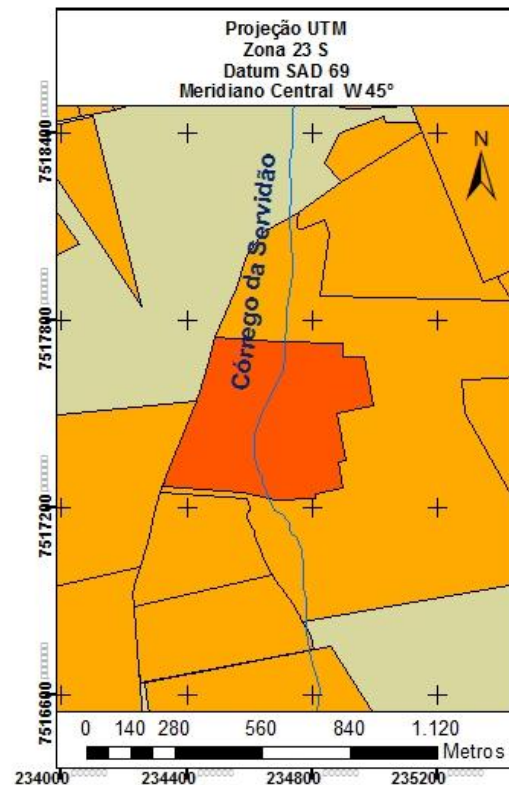


Figura 6: Contexto hidrológico de Rio Claro- SP. Centro de Análise e Planejamento Ambiental - CEAPLA (2012). Elaborado pelo autor.

3.9 Sub-bacia do Córrego da Servidão

Já em escala municipal a Bacia do Córrego Servidão, afluente do Rio Corumbataí, possui cerca de 20 km².

Possui topografia suave, visto que se encontra sobre os terrenos arenosos vinculados a Formação Rio Claro, a qual capeia os topos subtabulares que compõem boa parte do interflúvio entre o Rio Corumbataí e o Ribeirão Claro. Essas características litológicas refletem na densidade de drenagem da bacia do Córrego da Servidão, pois implica em boa permeabilidade do terreno conforme proposto e, 1968 por Morisawa (MORUZZI, 2009).

O canal do córrego da Servidão está em nível topográfico mais elevado que seus dois canais vizinhos, já que grande parte de seu percurso situa-se altimetricamente em torno da cota 605 m e 610 m enquanto o Corumbataí e o Ribeirão Claro em 550 e 570 m, conferindo a esta bacia, um maior potencial erosivo (MORUZZI et. al., 2007).

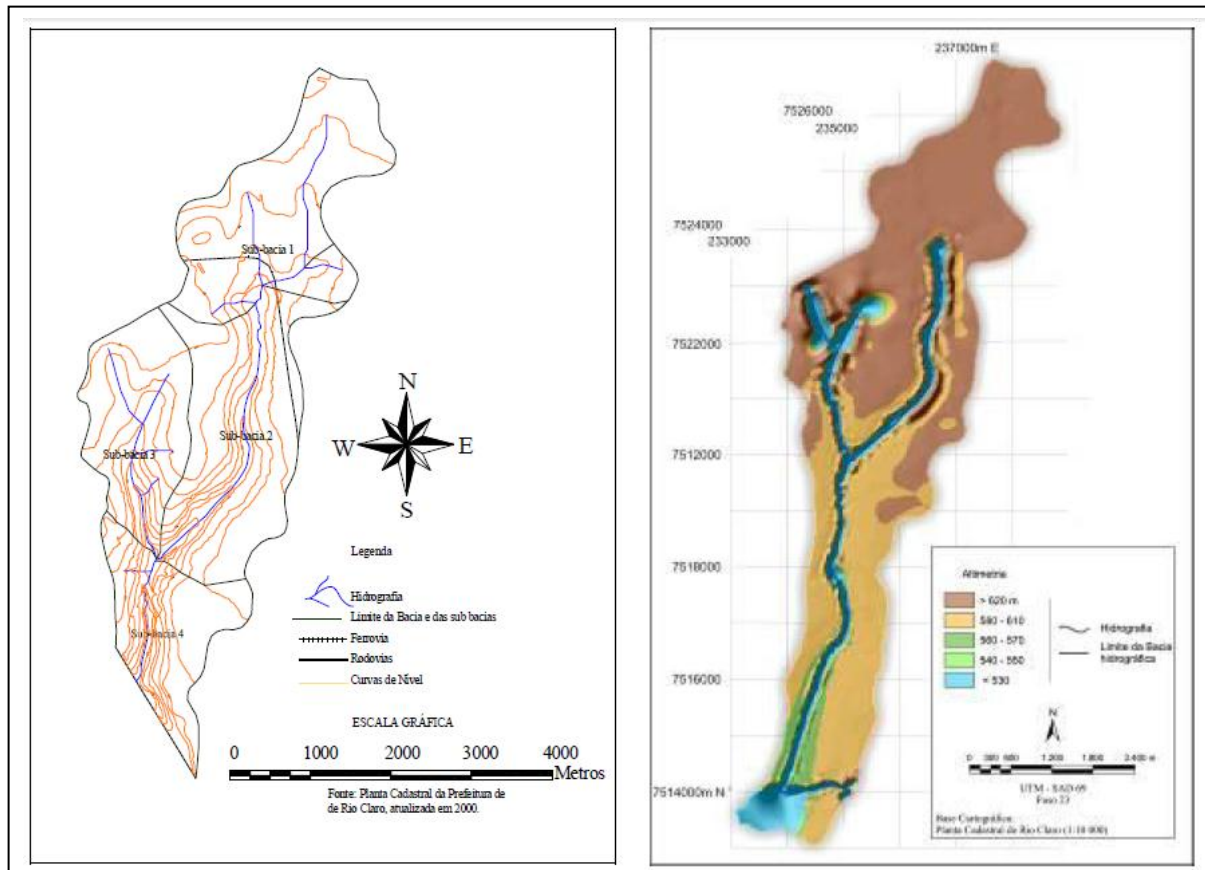


Figura 7: Bacia do Córrego da Servidão e modelo digital de elevação (MORUZZI, 2009, p.3).

A Bacia do Córrego Servidão compõe parte da malha urbana de Rio Claro, forma alongada e eixo principal de fluxo com 13,5 km de comprimento na direção e sentido norte-sul.

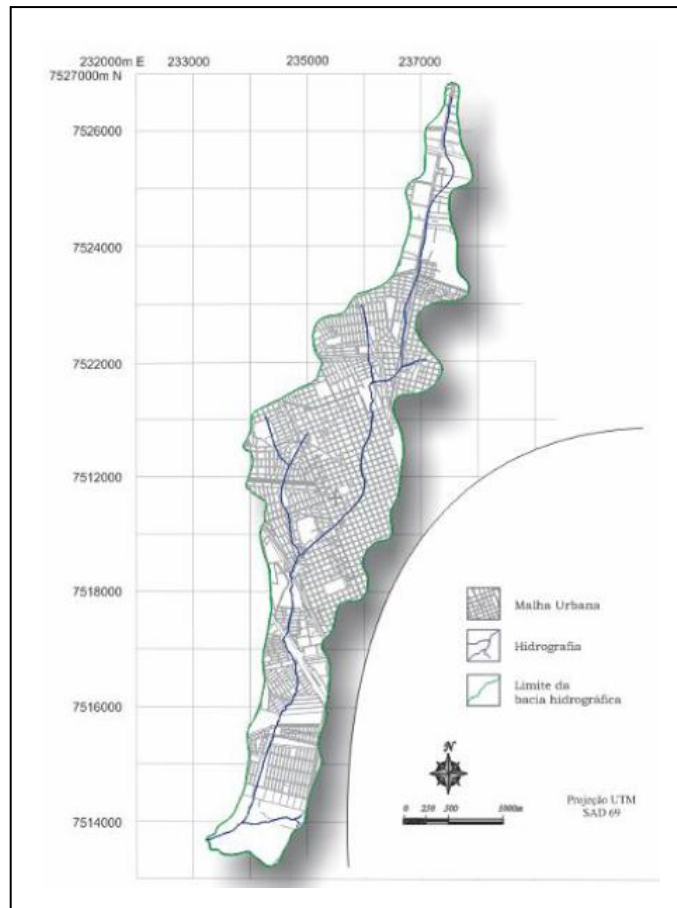


Figura 8: Sobreposição do setor da malha urbana da cidade de Rio Claro na bacia do Córrego da Servidão (MORUZZI et. al., 2007 apud MORUZZI, 2009, p.4).

Sua maior extensão encontra-se canalizado sob a Avenida Visconde do Rio Claro e embora apresente elevada proporção de domicílios e adequada infraestrutura urbana, redes públicas de abastecimento e de coleta superior as médias regional e estadual paulista (MORUZZI, 2007 apud MORUZZI et. al, 2007, algumas de suas áreas apresentam graves problemas relacionados à frequente ocorrência de enchentes (MORUZZI et. al, 2007).

Essa situação se deve a sua característica natural de boa permeabilidade estar comprometida visto que a maior parte dos terrenos encontram-se hoje impermeabilizados devido a urbanização (MORUZZI et. al., 2007) como pode ser analisado a partir do trabalho de Yamada (2004), que aborda análises geoambientais no município de Rio Claro (SP) e BRESSANE et. al. (2009) lista alguns aspectos geotécnicos da bacia do Córrego da Servidão.

Tabela 2: Síntese dos aspectos geotécnicos encontrados na literatura técnico—aplicada. Elaborado a partir de Yamada (2004 apud BRESSANE, 2009, p. 6). Modificado pelo autor.

Parâmetro	Formação Rio Claro
Tipo de material	Solo areno argiloso
Espessura do inconsolidado	30 m
Profundidade do nível d'água	25 m
Declividade média	Colina: < 2% Encostas: 5-15 e > 15%
Formação estrutural	Sem fraturas, mas favorável à infiltração

Conforme afirma Pinheiro (2007, apud TOMINAGA, 2009, p.160), as intervenções humanas ao longo da bacia hidrográfica, decorrentes da urbanização e dos obstáculos ao escoamento da água, são os grandes causadores de danos, os quais podem agravar ou reduzir a magnitude das cheias, pois a urbanização impermeabiliza os solos provocando o aumento do volume de água de escoamento superficial, da velocidade do escoamento e a redução do tempo de resposta da bacia.

3.9.1 Córrego da Servidão

O Córrego da Servidão deságua no Rio Corumbataí. Em 1970, o Córrego da Servidão foi represado para formar o “Lago Azul”, local onde está localizada sua nascente.

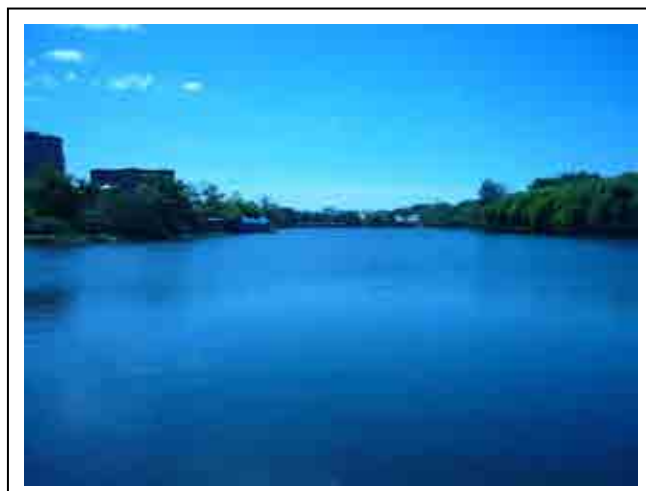


Imagem 5: Parque do Lago Azul, cabeceira do Córrego da Servidão.

No entanto, para a realização desta obra não houve nenhum tipo de planejamento no que diz respeito à organização da ocupação das encostas e do vale rio, além de um plano de preservação e recuperação da vegetação ali antes presente.

Este córrego foi canalizado e hoje acima dele está a Avenida Visconde de Rio Claro. Ele apresenta problemas de inundação (Imagem 6), infiltração, erosão e contaminação das águas por esgoto em diferentes pontos do córrego e, também no “Lago Azul” mesmo depois da canalização” (NICOLETTI, 2001, p.92).

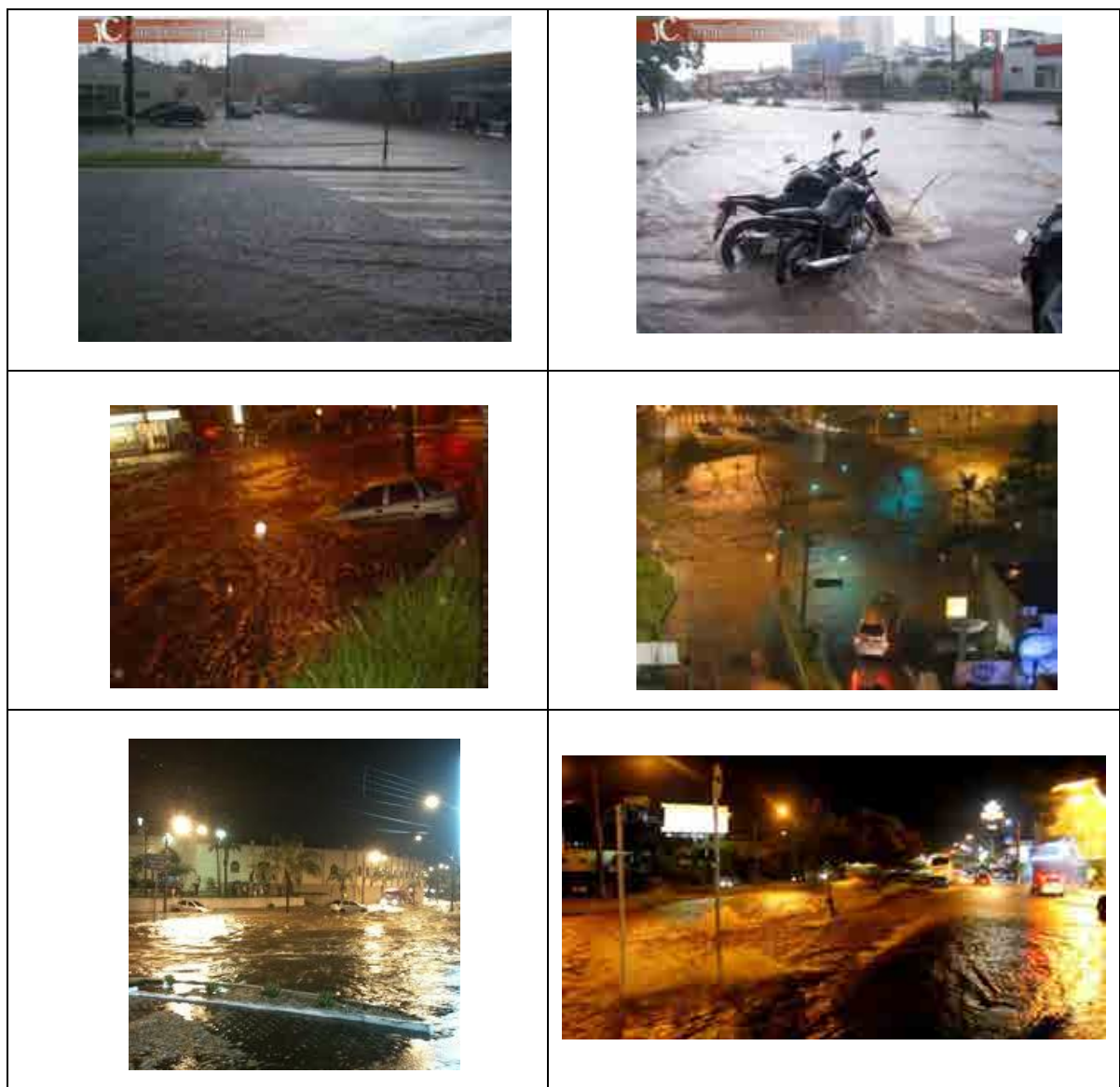


Imagem 6: Inundação na Avenida Visconde do Rio Claro. Disponível em <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=1470772&page=9> e <http://www.tvclaret.com/29605>. Acesso em 11 jul 2012.

3.9.2 Bairro Inocoop

O Bairro Inocoop localiza-se na porção sudoeste da área urbana de Rio Claro. No sentido norte e leste ele faz divisa com o bairro Chácara Luisa, ao sul com o Jardim Brasília e a oeste com o Jardim Residencial das Palmeiras.

Ele se encontra na unidade socioambiental V conforme proposto por Cunha, Braga e Moruzzi (2009), figura 9.

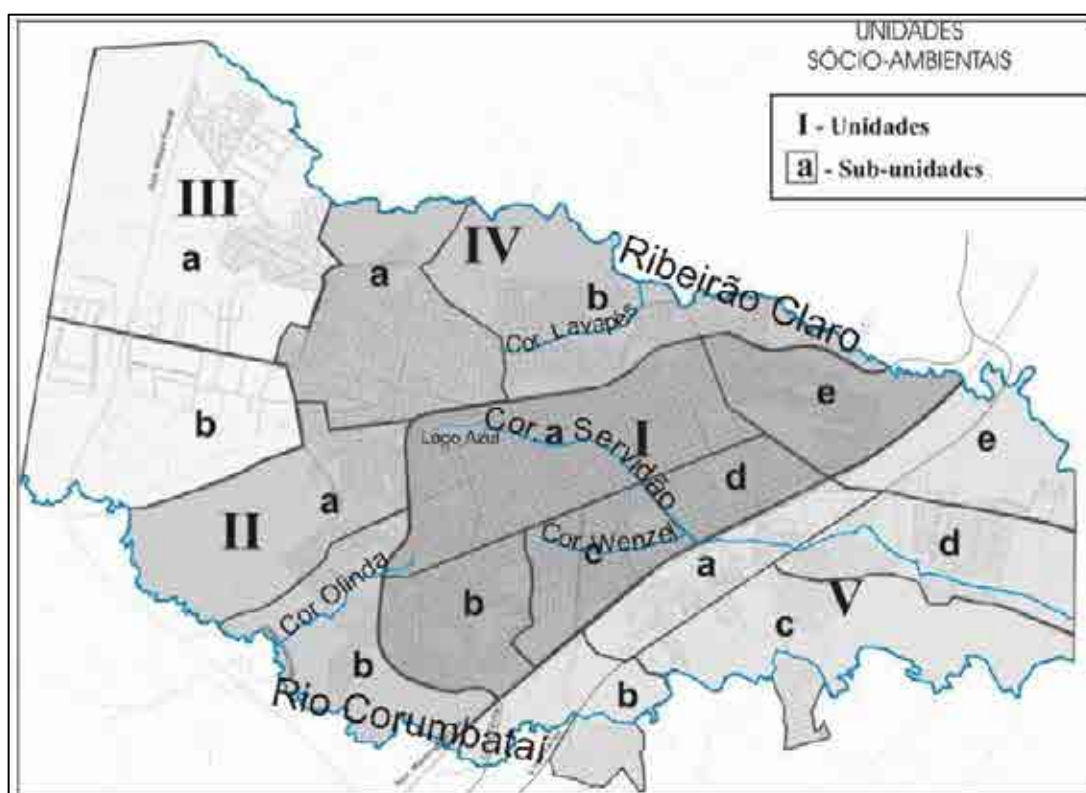


Figura 9: Unidades socioambientais da área urbana de Rio Claro-SP. Cunha; Morizzi; Braga (2009).

Tais unidades foram delimitadas considerando-se a compartimentação do sítio urbano a partir da macrodrenagem natural, compatibilizada com os elementos estruturadores de ordem antrópica, como o sistema viário local e regional (avenidas, rodovias e ferrovias), bem como o zoneamento funcional. Dessa forma foi possível identificar os principais problemas diretamente e indiretamente relacionados à drenagem urbana, existentes em cada unidade.

O Bairro Inocoop apresenta elevada impermeabilização do solo, o que gera inundações devido às alterações no ritmo e na quantidade de água que atinge o fundo de vale do Córrego da Servidão, o qual está canalizado e recoberto pela

Avenida Tancredo Neves que é tomada pela água por ocasião dos eventos chuvosos.

A essa situação, soma-se a ocupação irregular das planícies de inundação do Córrego da Servidão, fator determinante das inundações urbanas.



Imagem 7: Situação do Bairro Inocoop após inundação. Acervo pessoal da moradora Denise Oliveira.



Imagem 8: Placas do pavimento arrastadas pela força d'água. Acervo pessoal da moradora Denise Oliveira.

Segundo os autores citados acima, a unidade V, encontra-se na área periurbana e é a mais afetada pelos impactos relatados. Segue abaixo a síntese dos resultados encontrados pelos autores da unidade socioambiental para a área V.

Tabela 3: Síntese dos resultados da unidade sócio-ambiental V (CUNHA, MORIZZI e BRAGA, 2009, p.99). Modificado pelo autor.

Unidade Socioambiental	Impacto(s)	Possíveis causas	Diretrizes
V	- Indícios de problemas erosivos	Área de expansão recente, entretanto com a ocupação de áreas íngremes e de várzea, alto índice de impermeabilização e transporte de sedimentos.	- Realização de projetos de microdrenagem visando conter a velocidade da água no sistema viário local; - Promoção e incentivo da criação de parques lineares e espaços livres públicos; - Limitação/restrrição do crescimento urbano nas áreas íngremes

Atualmente o bairro encontra-se em obras de drenagem urbana, as quais prometem acabar com as situações de enchentes e inundações neste.



Imagem 9: Obras de contenção de enchentes no Jardim Inocoop.

Vale ressaltar que a Avenida Visconde do Rio Claro afunila na Rodovia Washington Luis concentrando a vazão de água que segue em direção ao Jardim Inocoop. As águas que caem na rodovia vão para as galerias que jogam essas águas na Ferrovia Bandeirantes, a qual corta o bairro. O resultado é o acumulo das águas no Jardim Inocoop seguidas de enchentes e inundações.



Imagem 10: Rodovia Washington Luis e Ferrovia Bandeirantes.

4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 Riscos ambientais, vulnerabilidade, desastres naturais, enchentes, inundações e área de risco

O Ministério das Cidades/IPT (2007, p.26) define risco como sendo a

relação entre a possibilidade de ocorrência de um dado processo ou fenômeno, e a magnitude de danos ou consequências sociais e/ou econômicas sobre um dado elemento, grupo ou comunidade. Quanto maior a vulnerabilidade, maior o risco.

Para efeito de interpretação, vale ressaltar que a mesma instituição define vulnerabilidade como sendo o “grau de perda para um dado elemento, grupo ou comunidade dentro de uma determinada área passível de ser afetada por um fenômeno ou processo”.

Na formulação do risco, o perigo e a vulnerabilidade são dois elementos essenciais de serem estudados para tal prática. É, portanto necessário avaliar o perigo de se ter um evento, fenômeno ou atividade humana potencialmente danosa, e a vulnerabilidade das condições físicas, sociais, econômicas e ambientais dos elementos expostos.

Para Veyret (2007) os fatores que permitem estimar a vulnerabilidade são numerosos e devem ser classificados segundo sua importância, em uma escala escolhida com cuidado segundo os sítios analisados e a precisão dos dados disponíveis. Em seguida eles podem ser ponderados a fim de que seja obtido um valor de vulnerabilidade por unidade de superfície definida.

A capacidade de um sistema complexo, como uma cidade, por exemplo, para se restabelecer e melhorar sua reatividade após uma catástrofe é hoje levada em conta na determinação da vulnerabilidade.

Veyret enumera alguns fatores da vulnerabilidade os quais podem ser vistos na Tabela 4.

Tabela 4: Alguns fatores de vulnerabilidade (Veyret, 2007, p. 42).

Fatores físicos ou ambientais de avaliação de vulnerabilidade	Conhecimento e percepção do risco. Fatores socioeconômicos de avaliação da vulnerabilidade.
Conhecimento de crises e catástrofes passadas.	Grau de aceitação do risco em função do nível de conhecimento, do nível econômico e da educação... Ausência ou inexistência de uma educação para o risco e de preparação para a crise.
Intensidade do último acontecimento mais importante registrado.	Tecido social do bairro.
As zonas de impactos das áreas.	Presença de hospitais, postos de corpo de bombeiros.
As zonas onde os trabalhos de organização do território (aterros viários, contenção de encostas) foram feitos.	Existência de escolas, universidades, casas de repouso e, mais globalmente, equipamentos sociais de acolhimento ao público.
Natureza dos processos naturais, antrópicos, industriais em causa...	Densidade da população. Estrutura etária, situação sanitária.
	Rede de água, eletricidade e gás.
	Acessibilidade: redes de comunicação, telefone e de informação disponíveis.
	Meios e terminais de transporte. Estado da malha rodoviária.

Ela também afirma que o risco é um perigo calculável, pois um processo potencialmente perigoso torna-se um risco para a população a partir do momento em que sua ocorrência passa a ser previsível, seja por emitir sinais prévios seja pela repetição, permitindo assim, estabelecer uma frequência. A estatística passa a ter um papel importante na definição do risco.

Assim, Veyret (2007, p.11) define risco como

a percepção do perigo, da catástrofe possível. Ele existe apenas em relação a um indivíduo e a um grupo social ou profissional, uma comunidade, uma sociedade que o aprende por meio de

representações mentais e com ele convive por meio de práticas específicas.

Portanto, para a autora acima só há riscos quando há um indivíduo ou uma população que o percebe e sente que está ameaçado por este perigo e que poderia sofrer os efeitos desta ameaça. É a percepção de uma potencialidade de crise, acidente ou catástrofe, e não, portanto, um acontecimento catastrófico propriamente dito.

Neste contexto, o acontecimento catastrófico seria o desastre natural. Para Tominaga (2009, p.13) “quando os fenômenos naturais atingem áreas ou regiões habitadas pelo homem, causando-lhe danos, passam a se chamar desastres naturais”.

A conceituação adotada pela UN-ISDR - United Nations International Strategy for Disaster Reduction (2009 apud TOMINAGA, 2009, p.13) considera desastre como uma

grave perturbação do funcionamento de uma comunidade ou de uma sociedade envolvendo perdas humanas, materiais, econômicas ou ambientais de grande extensão, cujos impactos excedem a capacidade da comunidade ou da sociedade afetada de arcar com seus próprios recursos.

No Glossário da Defesa Civil, desastre é tratado como sendo “resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um ecossistema (vulnerável), causando danos humanos, materiais e/ou ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais” (TOMINAGA, 2009, p. 14).

Por fim, Tobin e Montz (1997 e MARCELINO, 2008 apud TOMINAGA, 2009, p 14) acreditam que desastres naturais podem ser definidos como o “resultado do impacto de fenômenos naturais extremos ou intensos sobre um sistema social, causando sérios danos ou prejuízos que excede a capacidade da comunidade ou da sociedade atingida em conviver com o impacto”.

Veyret (2007, p.12) também afirma que “os riscos naturais impõe o reconhecimento da álea, da dinâmica da epiderme da terra (litosfera, atmosfera, hidrosfera e biosfera) como fatores geradores de perigos percebidos pela sociedade como riscos”.

Assim, o que alguns autores chamam de perigo ou “hazard” na literatura internacional para definir álea natural, Veyret conceitua álea um acontecimento possível que pode se referir a um processo natural, tecnológico, social, econômico, e sua probabilidade de realização.

Esse processo potencialmente perigoso pode ser definido como um risco para as populações afetadas a partir do momento em que se torna previsível, seja porque a álea emite sinais prévios, seja em razão da repetição do processo que permite o estabelecimento de uma frequência.

Já um acontecimento cuja ocorrência é muito frequente não é mais segurável, pois o custo das indenizações seria bastante elevado e de alguma forma, deixa de ser um risco. A informação estatística ocupa, portanto, um lugar de destaque na definição do risco; ela deve ser suficiente, fundada em dados homogêneos e confiáveis.

Fatores socioeconômicos frequentemente aumentam a vulnerabilidade das populações ameaçadas. Para Veyret (2007, p.40), a vulnerabilidade coloca em jogo aspectos físicos, ambientais, técnicos, dados econômicos, psicológicos, sociais, políticos e não pode ser definida com simples índices científicos ou técnicos, como pode ser observado na figura 10.

ÁLEAS	VULNERABILIDADE
Conjunto de definição da álea:	Exposição à álea
Fenômenos físicos (naturais, industriais)	Aspectos econômicos: custo potencial direto da catástrofe (danos aos imóveis, à infraestrutura: estradas, redes de água, de gás, de eletricidade). Custo potencial indireto da catástrofe: desemprego técnico, perda de fertilidade dos solos, redução de ganhos. Atraso de inovação.
Frequência	Aspectos sociais e organizacionais: Analfabetismo, rede, bombeiros, ajudas sociais. Aspectos sanitários epidêmicos, subnutrição; na sequência, feridos. Aspectos patrimoniais: museus, construções, monumentos simbólicos. Aspectos ambientais (biodiversidade, paisagens).
Intensidade	

Figura10: O risco, uma construção social (Veyret, 2007, p.41).

Algumas definições que a autora conceitua podem ser encontradas na tabela 5, abaixo.

Tabela 5: Definições segundo Veyret, 2007, p.24. Modificado pelo autor.

Risco	Percepção de um perigo possível, mais ou menos previsível por um grupo social ou por um indivíduo que tenha sido exposto a ele.
Incerteza	Esse termo define a possibilidade de ocorrer um acontecimento perigoso sem que se conheça sua probabilidade.
Indeterminação	Trata-se de uma situação em que um acontecimento desconhecido poderia acontecer.
Álea	Acontecimento possível; pode ser um processo natural, tecnológico, social, econômico, e sua probabilidade de realização. Se vários acontecimentos são possíveis, fala-se de um conjunto de áleas. O equivalente em inglês é hazard (para definir álea natural). Alguns autores utilizam o termo “perigo”, especialmente quando se trata de riscos tecnológicos.
Perigo	Esse termo é, às vezes, empregado também para definir as consequências objetivas de uma álea sobre um indivíduo, um grupo de indivíduos, sobre a organização do território ou sobre o meio ambiente. Fato potencial e objetivo.
Cindínica (do grego kindunos, perigo)	Termo empregado a partir dos anos 1980 por Kerven. Designa uma abordagem do risco que se pretende multidisciplinar e sistêmica.
Alvo	Elementos ou sistemas que estão sob ameaça de álea de natureza variada. Os alvos são pessoas, bens, equipamentos, meio ambientes. Ameaçados pela álea, esses diferentes elementos são suscetíveis de sofrer danos e prejuízos.
Vulnerabilidade	Magnitude do impacto previsível de uma álea sobre alvos. A vulnerabilidade mede “os impactos danosos do acontecimento sobre os alvos afetados” (Dictionnaire de l’environnement, 1991). A vulnerabilidade pode ser humana, socioeconômica e ambiental.
Crise	Realização concreta, material de uma álea cuja amplitude excede a capacidade de gestão espontânea da sociedade que sofre esse evento (de acordo com a revista Métropolis, nº 78/79, 1987).
Catástrofe (do grego katastrophê, devastação)	A catástrofe é definida em função da amplitude das perdas causadas às pessoas e aos bens. Não há necessariamente correlação entre importância de uma álea e a magnitude dos danos.

No contexto urbano, área de risco é entendida pelo Ministério das Cidades/IPT (2007, p.26) como sendo a

área passível de ser atingida por fenômenos ou processos naturais e/ou induzidos que causem efeito adverso. As pessoas que habitam essas áreas estão sujeitas a danos à integridade física, perdas materiais e patrimoniais.

Nas cidades brasileiras vemos que as áreas de riscos normalmente correspondem a núcleos habitacionais de baixa renda.



Imagem 11: Área de risco de enchentes e inundações, associada à ocupação de baixa renda (Ministério das Cidades/IPT, 2007, p.96).

Amaral e Ribeiro (2009, p.41) definem inundações e enchentes como sendo “eventos naturais que ocorrerem com periodicidade nos cursos d’água, frequentemente deflagrados por chuvas fortes e rápidas ou chuvas de longa duração”.

Diferente de Amaral e Ribeiro, o Ministério das Cidades/IPT (2007, p.90) diferencia enchente de inundação, pois considera enchente (sinônimo de cheia) sendo a “elevação temporária do nível d’água em um canal de drenagem devida ao aumento da vazão ou descarga” das águas da chuva que alcançam um curso d’água.



Imagem 12: Situação de enchente em um canal de drenagem (Ministério das Cidades/IPT 2007, p.90).

Seguindo o preceito de que no período de enchente, as vazões podem superar a capacidade de descarga da calha do curso d'água o Ministério das Cidades/IPT (2007, p.91) conceitua inundação como o

Processo de extravasamento das águas do canal de drenagem para áreas marginais (planícies de inundação, várzea ou leito maior do rio) quando a enchente atinge cota acima do nível máximo da calha principal do rio.

Assim como para Junior e Filho (1998, p.141) inundação é um “processo que corresponde ao extravasamento das águas de um curso d'água para as áreas marginais, quando a vazão a ser escoada é superior à capacidade de descarga da calha”.



Imagem 13: Inundação de terrenos marginais. Fonte: Ministério das Cidades/IPT (2007, p.91).

Baker et. al (1988 apud Junior e Filho, 1998, p.141) afirma que a inundação está normalmente associada à enchente ou cheia (acrécimo na descarga por certo período de tempo), assoreamento de canal, barramentos ou remansos.

Pinheiro (2007,p.96) descreve enchente e inundação

fenômeno natural que ocorre nos cursos de água em regiões urbanas e rurais. Ela consiste na elevação dos níveis de um curso de água, seja este de pequena (córrego, riacho, arroio, ribeirão) ou de grande (rio) dimensão, podendo causar inundações, ou seja, o transbordamento de água da canal principal.



Figura 11: Perfil esquemático do processo de enchente e inundação (Ministério das Cidades/IPT, 2007, p.92).

Tominaga (2009, p. 45) afirma que a ocorrência de inundação, enchente, e de alagamento são analisadas pela combinação entre condicionantes naturais e antrópicos. Entre as condicionantes naturais que nos permitem compreender a dinâmica do escoamento de água nas bacias hidrográficas (vazão) de acordo com o regime de chuvas conhecidos destacam-se:

- a) Formas do relevo;
- b) Características da rede de drenagem da bacia hidrográfica;
- c) Intensidade, Quantidade, distribuição e frequência das chuvas;
- d) Características do solo e o teor de umidade;
- e) Presença ou ausência da cobertura vegetal.

Vale ressaltar que os vales encaixados, chamados de vale em “V” possuem vertentes com altas declividades, o que faz com que as águas atinjam

altas velocidades em um período curto de tempo e, portanto, causam inundações mais bruscas e destrutivas.

Em contrapartida, os vales abertos, possuem extensas planícies e terraços fluviais além de possuírem um menor gradiente de declividade das vertentes do entorno, o que leva a inundações mais lentas.

Também é importante notar que a cobertura vegetal é um fator relevante no que diz respeito aos condicionantes do processo de inundação, pois auxilia na retenção de água no solo diminuindo assim, a velocidade de escoamento superficial e as taxas de erosão.

Já, entre as condicionantes antrópicas, temos:

- a) Uso e ocupação irregular nas planícies e margens de cursos d'água;
- b) Disposição irregular de lixo nas proximidades dos cursos d'água;
- c) Alterações nas características da bacia hidrográfica e dos cursos d'água (vazão, retificação e canalização de cursos d'água, impermeabilização dos solos, entre outras);
- d) Intenso processo de erosão dos solos e de assoreamento dos cursos d'água.

Assim, as condicionantes acima citadas quando acompanhadas de uma alta densidade populacional nas planícies pode resultar, em um único evento, danos extensos e um grande número de pessoas afetadas.

4.2 Drenagem Urbana

A drenagem urbana, tanto em caráter nacional como internacional, sempre foi abordada de maneira acessória, sendo desconsiderada, na maioria das vezes, como fator preponderante no planejamento do crescimento das cidades.

Como consequência, as zonas mais baixas, próximas às várzeas dos rios ou à beira mar, foram primeiramente impermeabilizadas em direção às colinas e morros sem os devidos cuidados.

Somado a estes eventos, inúmeros córregos destas zonas foram retificados e canalizados a céu aberto ou transformados em galerias, a fim de permitir a

construção de um sistema viário sobre os antigos meandros, denominado “vias de fundo de vale”.

Isso significou que as várzeas sazonalmente sujeitas ao alagamento, fossem suprimidas, o que provocou, além da aceleração dos escoamentos o aumento considerável dos picos de vazão e, por conseguinte, em muitos casos das inundações (CANHOLI, 2005, p.15).

Este tipo de drenagem urbana, típica da grande maioria das cidades brasileiras, possui obras hidráulicas que levam de forma rápida as cheias para jusante das cidades, conceito clássico de uma engenharia sanitária ultrapassada, conhecida como “higienista”, que o engenheiro Canholi (2005, p. 11) afirma ser um procedimento o qual simplesmente “transfere os problemas” de um local para outro, aumentando ainda mais os impactos sociais, ambientais e econômicos envolvidos.

Esta é uma forma rápida que retirava, por exemplo, os esgotos sanitários de onde haviam sido originados, o que por consequência ocasionava a sobrecarga dos córregos receptores, ou seja, da macrodrenagem.

Como consequência há inundações em áreas que anteriormente não sofriam tais problemas.

Outro fator preponderante que aumenta tais problemas é a impermeabilização dos solos pelo asfalto o qual impede a infiltração e aumenta da velocidade do escoamento superficial.

Tominaga (2009) ressalta que as retificações, as canalizações e o assoreamento também alteram a dinâmica da vazão dos cursos d'água. Este último reduz gradualmente a velocidade da água, fazendo com que haja a concentração do fluxo em pouco tempo, e gera as chamadas “inundações relâmpagos”.

Esses problemas são ainda piores nos países em desenvolvimento, cenário em que se encontra o Brasil, pois faltam recursos financeiros e técnicos por parte dos órgãos públicos, o que os tornam praticamente incapazes de agir com eficiência no planejamento, controle e execução de medidas eficazes para resolver tal situação.

Braga (1994 apud CANHOLI, 2005, p. 22) afirma que “a falha em incorporar a drenagem na fase inicial do desenvolvimento urbano em geral resulta projetos muito dispendiosos ou mesmo, em estágios mais avançados, na sua inviabilidade técnico-econômica”.

Sheaffer e Wright (1982 apud CANHOLI, 2005, p. 24) delineiam uma série de objetivos a serem atingidos num plano de drenagem, dentre eles estão:

- Manter as populações ribeirinhas ainda não urbanizadas em condições que minimizem as interferências com a capacidade de escoamento e armazenamento do talvegue;
- Reduzir gradativamente o risco de inundações a que estão expostas as pessoas e propriedades;
- Reduzir o nível existente de danos por enchentes;
- Assegurar que os projetos de prevenção e correção sejam conscientes com os objetivos gerais do planejamento urbano;
- Minimizar problemas de erosões e assoreamentos;
- Controlar a poluição difusa;
- Incentivar a utilização alternativa das águas de chuvas coletadas, para uso industrial, irrigação e abastecimento.

O que vemos nesses países é a diminuição continua da qualidade e do padrão de vida dos moradores dessas cidades, principalmente no que diz respeito à coleta e tratamento dos esgotos domésticos e à drenagem urbana.

Atualmente, vem surgindo uma nova visão de planejamento de drenagem urbana multidisciplinar, participativa e pragmática, dado ao enorme impacto social. Esta é uma vertente “conservacionista” que busca reter os escoamentos pluviais nas proximidades de suas fontes paralelamente a uma readequação dos fundos de vale com a restauração de suas margens, vegetação ciliar e a criação de parques lineares, chamados de greenways.

Os problemas de drenagem urbana nas grandes e médias cidades brasileiras que ainda se mostram em expansão, têm se mostrado calamitosos atingindo um

elevado número de afetados relacionados aos processos de inundação, enchentes e alagamentos, pois envolve efeitos diretos e indiretos como danos ao tráfego, às propriedades em geral, às moradias, ao comércio, doenças decorrentes do contato com a água contaminada pela população diretamente afetada, como leptospirose, febre tifoide, hepatite e cólera, mortes por afogamento e danos materiais, como pode ser visto nos gráficos 4 e 5.

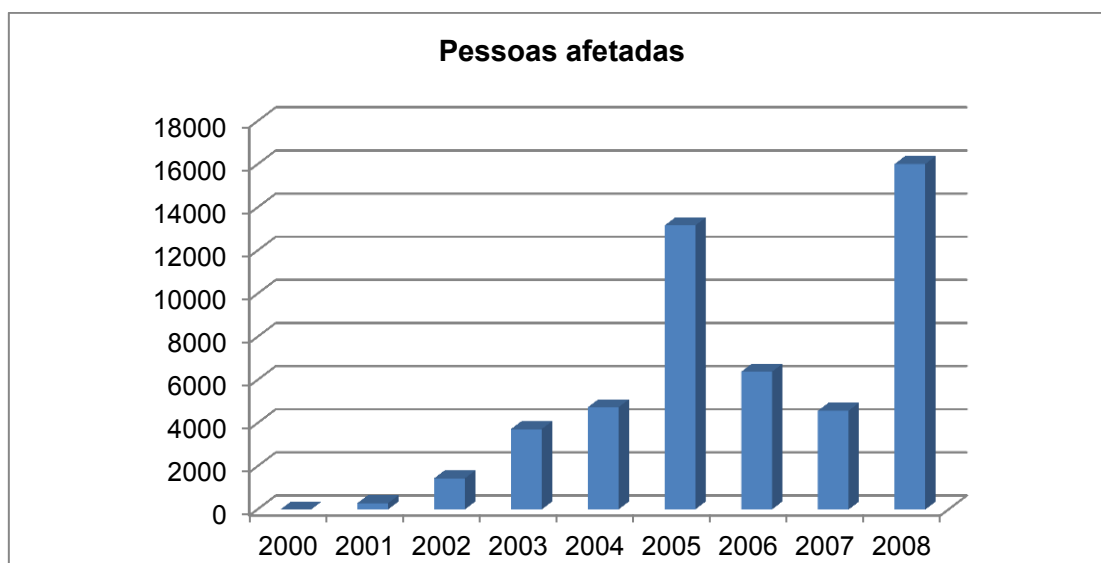


Gráfico 4: Número de afetados (desabrigados/desalojados), no período de 2000 a 2008 (CEDEC, 2009 apud TOMINAGA, 2009, p. 22).

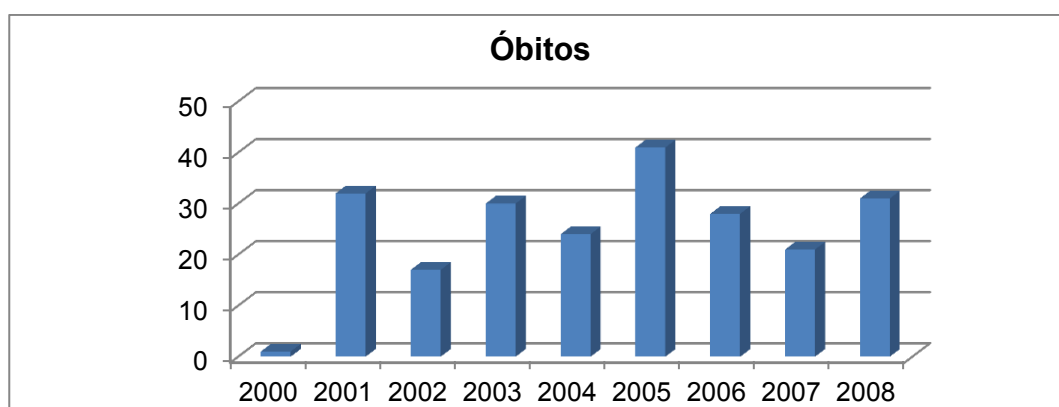


Gráfico 5: Número de óbitos registrados em São Paulo, no período de 2000 a 2008 (CEDEC, 2009 apud TOMINAGA, 2009, p. 21).

Por fim, Canholi (2005, p.24) afirma que um planejamento de drenagem deve ser entendido como parte de um abrangente processo de planejamento urbano, e, portanto, coordenado com os demais planos, principalmente os de saneamento básico (água e esgoto), uso do solo e transportes.

4.3 Gerenciamento de desastres naturais: a etapa da prevenção e o mapeamento de riscos

Gilbert White e sua equipe foram os precursores da pesquisa sobre perigos naturais na década de 60. Seus trabalhos envolveram a avaliação de risco de um evento natural, pela identificação dos processos físicos e socioeconômicos envolvidos, tendo como parâmetros de análise magnitude, frequência, duração, extensão em área, velocidade, disposição espacial e intervalo de tempo de recorrência (GARES et al., 1994 apud TOMINAGA, 2009).

A partir de 1990-1999, década nomeada pela ONU como a Década Internacional de Redução de Desastres Naturais, o desenvolvimento de estratégias de redução dos riscos de desastres no mundo, focado na redução das vulnerabilidades das comunidades como forma de reduzir o risco de desastres foi uma das ações internacionais de destaque.

Tominaga (2009, p.15) propõe que a estratégia de redução de desastres naturais “precisa ser acompanhada do desenvolvimento social e econômico e de um criterioso gerenciamento ambiental”.

Já Vestana (2008 apud AMARAL e RIBEIRO, 2009, p.48) propõe que na etapa de prevenção de inundações, sejam incentivadas medidas para aumentar a permeabilidade em áreas densamente povoadas, fiscalização para impedir que as áreas de APPs tenham ocupação irregular e que estas sejam conservadas e utilizadas como áreas como lazer e concomitante a estas ações haja uma educação ambiental para preservar a qualidade dos corpos d'água e matas ciliares.

Por fim, Canholi (2005, p.17) acredita que a análise das soluções para o flagelo dos desastres naturais deve ser

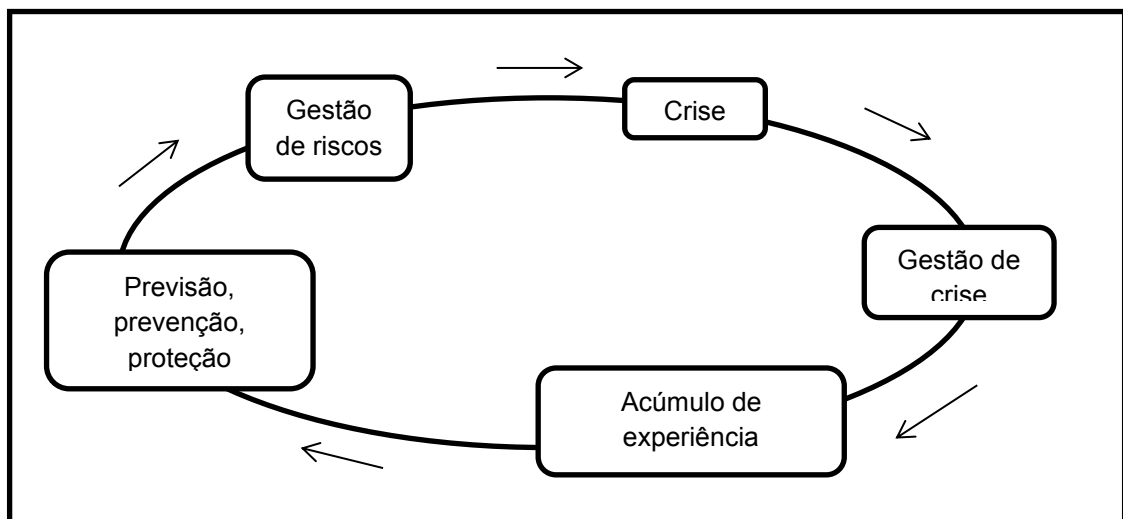
multidisciplinar e pragmática, dado o enorme impacto social. Faz-se necessária a realização de estudos de planejamento global de drenagem urbana, por meio dos planos diretores de drenagem, em que todos aspectos voltados às obras de infra-estrutura e de planejamento urbano sejam analisados de forma integrada.

Assim como propõe Santos (2004, p.58) o estudo do espaço deve analisar as relações entre a estrutura e a forma, a sociedade e a paisagem.

Os instrumentos legais para as ações de planejamento são os Planos Diretores Municipais, os Zoneamentos Ecológico-Econômicos (ZEEs), as Áreas de Proteção Permanentes (APPs), CONAMA e outros.

A adoção de medidas preventivas adequadas é a forma primordial de redução de riscos. Para que se chegue neste resultado é necessário que estudos prévios dos fatores condicionantes e dos mecanismos dos fenômenos envolvidos bem como de uma avaliação do perigo e do risco sejam realizados.

Veyret (2007) nos mostra que tanto a percepção quanto a gestão de risco podem progredir graças ao acúmulo de experiência depois da ocorrência de uma crise, conforme pode ser visto no fluxograma 1.



Fluxograma 1: As relações entre os riscos e crises. Os ensinamentos do acúmulo de experiência (VEYRET, 2007, p. 48).

A avaliação de risco é de fundamental importância para o planejamento e desenvolvimento das estratégias de redução de desastres.

A avaliação de riscos encontra-se na primeira etapa da ação de prevenção, onde os riscos são conhecidos, ou seja, corresponde à fase de identificação e análise dos riscos (UNDRO, 1991 apud MARCHIOLI E SANTORO, 2009, p. 164).

Nesta etapa ocorre a identificação dos processos perigosos, indicação dos locais ameaçados, quantificação e estabelecimento de prioridades.

A análise das áreas de risco permite a elaboração de banco de dados e de mapas temáticos sobre ameaças, vulnerabilidades e riscos de desastres. São exemplo destes, cartas geotécnicas, mapas de suscetibilidade, mapas de perigo e de risco, além do cadastramento e zoneamento de risco.

Já, a proposição das medidas de redução dos riscos deve ser realizada em seguida à fase de identificação e análise dos riscos, sendo, portanto a segunda etapa de ação de prevenção.

Segundo Augusto Filho e Virgini (1998 apud MARCHIOLI E SANTORO, 2009, p. 164) a redução de riscos objetiva adotar medidas para a redução da magnitude dos processos geológicos perigosos para eliminar ou reduzir as consequências sócias e/ou econômicas.

Existem dois conjuntos de medidas preventivas, as medidas não estruturais e as medidas estruturais (MARCHIOLI E SANTORO, 2009, p. 164).

As medidas não estruturais contemplam o planejamento do uso e ocupação do solo, em função da definição das áreas de risco (medidas de convivência com o risco), bem como o aperfeiçoamento da legislação de segurança contra desastres. Como exemplos destas, temos os planos de contingencia, sistemas de alerta e planos preventivos (MARCHIOLI E SANTORO, 2009, p. 164).

Já as medidas estruturais englobam medidas de engenharia, como obras de contenção em taludes, diques, barragens, obras de controle a inundações e erosões, entre outros (MARCHIOLI E SANTORO, 2009, p. 164).

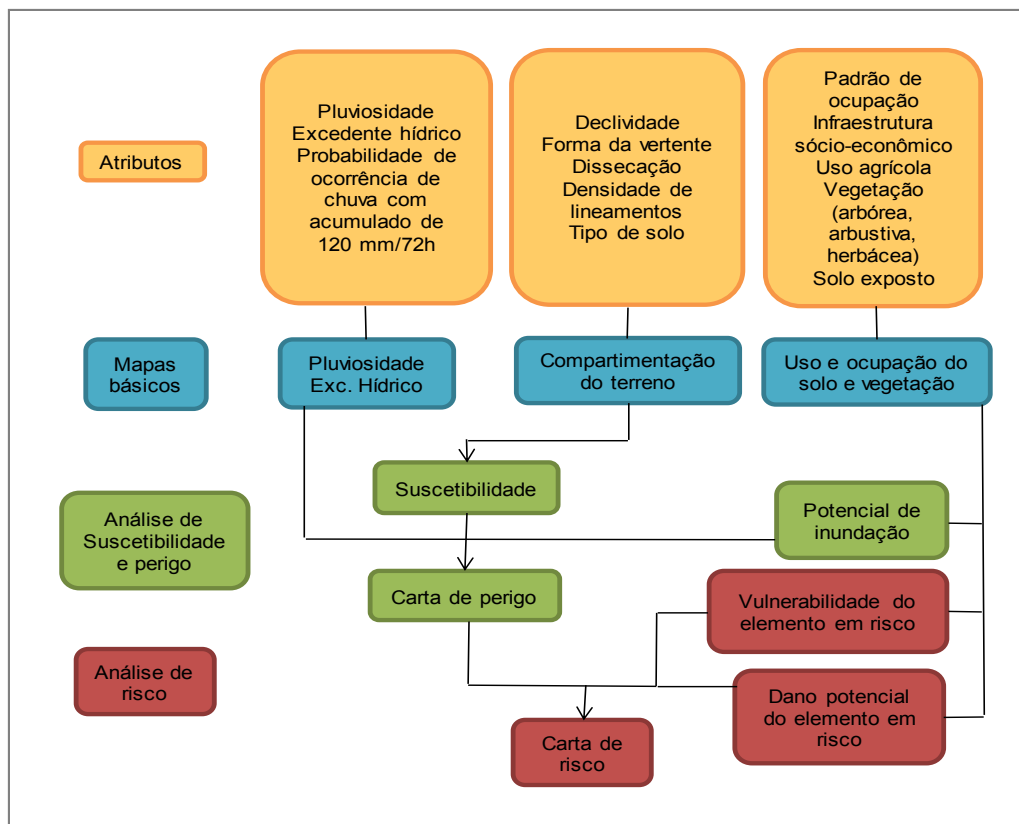
Devido à complexidade e dificuldade de se fazer a composição do perigo e do potencial de perda, a maioria dos mapeamentos de risco tem sido feita apenas em áreas de extensão limitada.

Os procedimentos utilizados na avaliação de risco diferem conforme a natureza do fenômeno abordado. Normalmente esta avaliação envolve o uso sistemático de informações para determinar a probabilidade de que os eventos ocorram e a dimensão de suas possíveis consequências.

Segundo Tominaga (2009, p.155)

os mapas de risco representam o resultado da avaliação de risco, o qual se refere à estimativa da extensão de prováveis danos decorrentes de um desastre natural (perigo). Os danos podem ser na forma de perdas de vida ou ferimentos, danos aos recursos da terra e propriedades.

Os procedimentos de risco adotados por Tominaga contemplam uma sequência de análises dos fatores do meio físico e do uso de ocupação do solo (sócio econômico) conforme ilustrado na figura a seguir:



Fluxograma 2: Fluxograma da análise de perigo e risco (TOMINAGA, 2004 apud TOMINAGA, 2009, p. 157). Modificado pelo autor.

Nos mapeamentos de riscos, a autora avalia os fatores considerados essenciais à análise do risco que definem a setorização e o grau de risco:

- Probabilidade ou possibilidade de ocorrência de escorregamentos e inundações/enchentes;
- Vulnerabilidade em relação às formas de uso e ocupação;
- Potencial de dano.

Para Souza (2004 apud TOMINAGA, 2009, p. 157) o mapeamento de riscos hidrológicos baseia-se na expressão:

$$\text{Risco} = \text{Perigo} \times \text{Danos Potenciais}$$

Onde perigo representa a função de:

- a) Suscetibilidade natural em desenvolver inundações;
- b) Interferências do uso antrópico como indutor de cheias e alagamentos;
- c) Probabilidade de ocorrência de eventos associados a inundações que é determinada por meio do cálculo dos períodos de retorno dos eventos.

As principais condicionantes naturais de suscetibilidade a inundação podem ser agrupados em:

- a) Climáticos-meteorológicos;
- b) Geológicos;
- c) Características morfométricas da bacia de drenagem;
- d) Comportamento flúvio-hidrológicos.

Quanto às interferências do homem nas bacias de drenagem podem ser de diversos tipos, tais como:

- a) Ocupação das áreas marginais aos canais de drenagem;
- b) Implantação de aterros e estruturas lineares;
- c) Implantação de diques marginais e barragens;
- d) Modificações dos canais de drenagem (canalizações, retificações);
- e) Modificações nos fluxos de sedimentos causando assoreamento;
- f) Lançamento de entulhos e lixos.

Já o Ministério das Cidades juntamente com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT desenvolveram um método de mapeamento de áreas de riscos, onde o risco atualmente utilizado por técnicos municipais o qual permite que estes elaborem o diagnóstico das áreas de risco e a montagem de um sistema municipal de gerenciamento de riscos.

O grau de risco é calculado através do arranjo considerando os cenários hidrológicos (C1, C2 e C3), vulnerabilidade das habitações (V1 e V2) e

periculosidade do processo segundo a distância das moradias ao eixo de drenagem (P1 e P2).

Por fim pode-se classificar o grau final de risco onde “MA” se refere a risco muito alto, “A” risco alto, “M”; risco médio e “B” risco baixo como pode visto na tabela abaixo.

Tabela 6: Grau de risco segundo arranjo considerando os cenários hidrológicos, vulnerabilidade das habitações e periculosidade do processo segundo a distância das moradias ao eixo da drenagem (Ministério das cidades e Instituto de Pesquisas tecnológicas, 2007, p. 109).

	P1	P2
C1 x V1	M	B
C1 x V2	B	B
C2 x V1	A	M
C2 x V2	M	B
C3 x V1	MA	A
C3 x V2	A	M

Cerri (1993 apud MARCHIOLI E SANTORO, 2009, p. 164) afirma que as medidas de prevenção devem ter como objetivos:

- a) Eliminar e/ou reduzir os riscos instalados;
- b) Evitar a instalação de novas áreas de risco;
- c) Conviver com os riscos atuais.

O último método apresentado para mapeamento de área de risco, referente ao proposto pelo Ministério das Cidades e o IPT, foi utilizado para mapear a área de estudo do presente trabalho.

5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

5.1 Revisão da literatura

A primeira etapa da pesquisa se deu através da realização de uma revisão bibliográfica do tema em estudo.

Segundo Trentini e Paim (1999, p. 65 apud ECHER, 2001, p.7) a revisão da literatura é imprescindível para elaboração de um trabalho científico, pois ela ocupa a posição introdutória de um projeto e decide as bases intelectuais em que a lógica da investigação científica será estruturada.

Desta forma o pesquisador toma conhecimento do assunto em estudo e é capaz de refletir com clareza a respeito deste.

O trabalho de reunir ideias e conceitos da bibliografia produzida até o presente momento sobre gestão de desastres naturais, riscos ambientais urbanos, áreas de risco, drenagem urbana, enchentes e inundações teve como função trazer ao autor, as diferentes formas que este assunto foi trabalhado por diversos autores e instituições, verificar pontos de vista dos autores em questão, atualizar os conceitos e por fim, decidir com maior clareza as bases metodológicas que o estudo seguiria.

5.2 Etapas da revisão da literatura.

Para o desenvolvimento do presente trabalho de pesquisa foi realizada uma busca na literatura científica de livros, artigos, periódicos, teses e trabalhos de conclusão de curso presentes no acervo da Rede de Bibliotecas da Universidade Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), nomeado Catálogo Athena- Aleph Versão 20, bem como no Sistema Google Acadêmico.

Nas buscas foram utilizados os seguintes descritores: “desastres naturais”, “enchentes”, “inundações”, “drenagem urbana”, “gerenciamento de riscos”, “gestão de desastres naturais”, “espaço urbano”, “urbanização”, “riscos”, “riscos ambientais”, “riscos ambientais urbanos”, “riscos naturais”, “vulnerabilidade ambiental”, “mapa de riscos” e “zoneamento de riscos”.

Para restringir a amplitude da pesquisa e mostrar apenas as palavras chaves digitadas, foi feito o uso das aspas.

Após coleta das obras para revisão da literatura realizou-se uma seleção criteriosa das obras e dos autores chaves do estudo a ser desenvolvido (Tabela 3), acompanhado da sistematização das informações relevantes como nome (s) do (s) autor (es) e título da obra, seguido de leitura e fichamento dos mesmos.

Por fim, o autor reuniu o conteúdo separando diferentes tendências de linhas de pesquisa intercaladas às ideias do pesquisador.

Tabela 7: Livros selecionados para revisão bibliográfica.

Obras Selecionadas	Autor(es)
Drenagem urbana e controle de enchentes	CANHOLI, A. P.
Mapeamento de Riscos em Encostas e Margens de Rios	CARVALHO, C.S; MACEDO, E.S.de; OGURA, A.T.
Patrimônio: Atualizando o debate/ Arqueologia, arquitetura e cidade	GALO, H. ; MORI, V.H.
A cidade como bem cultural - Áreas envoltórias e outros dilemas, equívocos e alcance de preservação do patrimônio ambiental urbano.	MENESES, U.T.B.de.
Atlas Municipal Escolar: Geográfico, histórico, ambiental de Rio Claro-SP	NICOLETTI, F. et. al.
Percepção ambiental e comportamento: visão holística da percepção ambiental na arquitetura e na comunicação	OKAMOTO, J.
Geologia de engenharia	OLIVEIRA, A.M. dos S., BRITO, S.N.A. de.
Vulnerabilidade Ambiental: Desastres naturais ou fenômenos induzidos?	PINHEIRO, A.
Pensando o Espaço e o Homem	SANTOS, M.
O espaço do cidadão	SANTOS, M.
Desastres Naturais: conhecer para prevenir	TOMINAGA, L.K.; SANTORO, J.; AMARAL, R.
Topofilia: Um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente	TUAN, Y.F.
Desastres Naturais: conhecer para prevenir	TOMINAGA, L.K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. do.
Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente/ Les risques	VEYRET, Y.

5.3. Proposta Metodológica para identificação, análise e avaliação de áreas risco de enchentes e inundações

O Ministério das Cidades juntamente com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT desenvolveram um método de mapeamento de áreas de riscos.

O método proposto teve como o intuito unificar o mapeamento em âmbito nacional, a fim de determinar e hierarquizar as áreas de risco e permitir a comparação de diferentes situações no país auxiliando no dimensionamento do problema.

Este método atualmente é utilizado por técnicos municipais e permite que estes elaborem o diagnóstico das áreas de risco e a montagem de um sistema municipal de gerenciamento de riscos.

Desta forma, este foi o método escolhido para a elaboração do presente estudo e será descrito detalhadamente abaixo.

5.4 Identificação do risco: O que identificar? Como identificar? Como localizar?

Conforme recomendado pelo Ministério das Cidades e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, o primeiro passo do trabalho se deu através da identificação e localização das áreas potencialmente sujeitas a sofrerem danos relacionados a processos de enchentes e inundações na área urbana da cidade de Rio Claro-SP.

A sequência das atividades de identificação e localização das áreas de riscos foi conduzida da seguinte maneira:

A primeira etapa do estudo se deu através de pesquisa qualitativa quanto aos registros históricos de ocorrências de enchentes e inundações na área urbana da cidade de Rio Claro.

A pesquisa foi realizada em jornais, banco de dados da defesa civil e entrevista com a mesma.

Após pesquisa bibliográfica foram identificados os principais cursos d'água que cruzam a malha urbana.

Através de pesquisa dirigida e levantamentos em campo obteve-se informações mais detalhadas dos processos hidrológicos ocorrentes, vulnerabilidade das moradias e periculosidade da área ocupada.

Posteriormente as pesquisas realizadas foi produzido um banco de dados, contemplando o nome da bacia hidrográfica, dos cursos d'água presentes na cidade, bairros que margeiam os rios e córregos, histórico de desastres naturais, tipos de acidentes, e tipologia de ocupação urbana.

5.5 Mapeamento e análise de áreas de risco de enchentes e inundações em áreas urbanas

5.5.1 Produtos cartográficos e Pré-setorização

Utilizando imagens de satélite, foi realizada a delimitação espacial da cidade de Rio Claro, bairros e cursos d'água.

Após identificar e listar os locais com histórico de inundações, enchentes e cenários de riscos, os dados obtidos foram distribuídos espacialmente na base cartográfica do município de Rio Claro.

A partir da análise desses produtos cartográficos, como o padrão construtivo e localização relativa das casas em relação à drenagem e contagem do número de moradias presentes na área, foi possível desenvolver uma pré-setorização dos diferentes compartimentos de risco.

A partir desta pré-setorização selecionou-se o bairro Jardim Inocoop para realizar a análise de risco.

5.5.2 Critério de análise de risco

O Ministério das Cidades juntamente com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT possuem parâmetros e critérios de

análise e de classificação de riscos para ocupações urbanas sujeitas a processos de enchentes e inundações.

O primeiro critério de análise refere-se à identificação do cenário hidrológico presente em cada área a ser investigada.

De forma orientativa, pode-se considerar as tipologias de processos hidrológicos referentes aos respectivos cenários de risco:

- a) **C1 - Processo hidrológico 1:** Enchente e inundação lenta de planícies fluviais;
- b) **C2 - Processo hidrológico 2:** Enchente e inundação com alta energia cinética;
- c) **C3 - Processo hidrológico 3:** Enchente e inundação com alta energia de escoamento e capacidade de transporte de material sólido.

Cada um dos processos hidrológicos foi utilizado como critério de análise e de periculosidade.

Eles consistem em processos com diferentes capacidade destrutiva e potencial de danos sociais e econômicos em função de sua magnitude, energia de escoamento, raio de alcance lateral, extensão e impacto destrutivo.

5.5.3 Vulnerabilidade da ocupação

O segundo critério utilizado como critério para análise de risco foi o de vulnerabilidade da ocupação urbana presente em cada área de risco.

Esta avaliação compreende a análise do padrão construtivo considerando basicamente duas tipologias construtivas:

- a) **V1 - Alta vulnerabilidade de acidentes:** baixo padrão construtivo onde predominam moradias construídas com madeira, madeirito e restos de material com baixa capacidade de resistir ao impacto de processos hidrológicos;
- b) **V2 - Baixa vulnerabilidade de acidentes:** médio a bom padrão construtivo onde predominam moradias construídas em alvenaria com boa capacidade de resistir ao impacto de processos hidrológicos.

5.5.4 Distância das moradias ao eixo da drenagem

O terceiro critério utilizado para análise de risco referiu-se a distância das moradias ao eixo de drenagem.

- a) **P1 – Alta periculosidade:** Alta possibilidade de impacto direto considerando o raio de alcance do processo;
- b) **P2 – Baixa periculosidade:** Baixa possibilidade de impacto direto considerando o raio de alcance do processo.

5.5.5 Definição de níveis de risco

A definição dos níveis de risco, considerando os três critérios e parâmetro de análise de risco, foi desenvolvida através de diferentes arranjos entre os mesmos.

Nesta análise, foram definidos quatro níveis de risco:

- **RISCO MUITO ALTO (MA);**
- **RISCO ALTO (A);**
- **RISCO MÉDIO (M);**
- **RISCO BAIXO (B).**

Para se chegar ao grau de risco preliminar, utilizou-se o arranjo entre os cenários hidrológicos e vulnerabilidade das habitações.

Tabela 8: Arranjo entre os cenários hidrológicos e vulnerabilidade das habitações.

	C1	C2	C3
V1	M	A	MA
V2	B	M	A

O grau de risco final foi calculado através do arranjo considerando os cenários hidrológicos, vulnerabilidade das habitações e periculosidade do processo segundo a distância das moradias ao eixo de drenagem.

Tabela 9: Arranjo para calculo do grau de risco.

	P1	P2
C1 x V1	M	B
C1 x V2	B	B
C2 x V1	A	M
C2 x V2	M	B
C3 x V1	MA	A
C3 x V2	A	M

Como resultado final dos arranjos considerando os 3 critérios obtivemos:

1. Cenário de risco muito alto (MA)- Risco R4:

a) Enchentes e inundações com alta energia cinética e alta capacidade de transporte de material sólido e elevado poder destrutivo (C1) atingindo moradias de baixo padrão construtivo (V1), situadas em área com alta possibilidade de impacto direto do processo (P1).

2. Cenário de risco alto (A)- Risco R3:

a) Enchentes e inundações com baixa energia cinética e baixo poder destrutivo (C2), atingindo moradias de baixo padrão construtivo (V1), situadas em área com alta possibilidade de impacto direto do processo (P1);

b) Enchentes e inundações com alta energia cinética e alta capacidade de transporte de material sólido e elevado poder destrutivo (C3) atingindo moradias de bom padrão construtivo (V2), situadas em área com alta possibilidade de impacto direto do processo (P1);

c) Enchentes e inundações com alta energia cinética e alta capacidade de transporte de material sólido e elevado poder destrutivo (C3), atingindo moradias de baixo padrão construtivo (V1), situadas em área com alta possibilidade de impacto direto do processo (P2);

3. Cenário de risco médio (M) – Risco R2:

a) Enchentes e inundações com alta energia cinética e alta capacidade de transporte de material sólido e elevado poder destrutivo (C3), atingindo

moradias de bom padrão construtivo (V2), situadas em área com baixa possibilidade de impacto direto do processo (P2);

b) Enchentes e inundações com alta energia cinética e alta capacidade de transporte de material sólido e elevado poder destrutivo (C3), atingindo moradias de baixo padrão construtivo (V1), situadas em área com alta possibilidade de impacto direto do processo (P2);

c) Enchentes e inundações com alta energia cinética e alta capacidade de transporte de material sólido e elevado poder destrutivo (C3), atingindo moradias de bom padrão construtivo (V2), situadas em área com alta possibilidade de impacto direto do processo (P1);

d) Enchentes e inundações com baixa energia cinética e baixo poder destrutivo (C3), atingindo moradias de baixo padrão construtivo (V1), situadas em área com alta possibilidade de impacto direto do processo (P1).

4. Cenário de risco baixo (B) - Risco R1:

a) Enchentes e inundações com baixa energia cinética e baixo poder destrutivo (C1), atingindo moradias de bom padrão construtivo (V2), situadas em áreas com alta possibilidade de impacto direto do processo (P1);

b) Enchentes e inundações com baixa energia cinética e baixo poder destrutivo (C1), atingindo moradias de baixo padrão construtivo (V2), situadas em áreas com alta possibilidade de impacto direto do processo (P2);

c) Enchentes e inundações com baixa energia cinética e baixo poder destrutivo (C1), atingindo moradias de baixo padrão construtivo (V1), situadas em áreas com baixa possibilidade de impacto direto do processo (P2);

d) Enchentes e inundações com baixa energia cinética e baixo poder destrutivo (C2), atingindo moradias de bom padrão construtivo (V2), situadas em áreas com baixa possibilidade de impacto direto do processo (P2).

6. MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais utilizados nas diversas etapas da elaboração e desenvolvimento do presente trabalho serão especificados a seguir.

Para a realização deste trabalho utilizou-se o computador HP Pro, AMD Athlon X2, 64 bit, Windows 7.

Os bancos de dados e tabelas elaborados ao longo da pesquisa foram desenvolvidos utilizando-se o Microsoft Office Excel 2007.

As fotos apresentadas foram colhidas em campo e obtidas através do uso da Câmera Digital Sony DSC-W610/B 14.1 megapixels.

As bases cartográficas do Município de Rio Claro foram cedidas pela Defesa Civil de Rio Claro e pelo Centro de Análise e Planejamento Ambiental (CEAPLA) - Unesp, campus Rio Claro sobre as quais foram tratados os dados colhidos para a pesquisa e desenvolvidos os mapas finais através da utilização dos softwares ArcGis 10 ® da ESRI (2010) e AutoCAD 2013 ® da Autodesk (2010).

Utilizou-se o GPS Etrex Vista HCx, da Garmim para a coleta das coordenadas dos pontos em estudo. A transferência destes dados para o computador deu-se através da utilização do software Map Source, também do fabricante Garmim e tratado no software Data GeoSis -GPS versão 2005 para posterior transferência ao ArcGis 10, citado anteriormente.

Escolheu-se realizar o trabalho de mapeamento dos cenários de risco nas aerofotografias de alta resolução, pertence à base de dados online Bing Maps da Microsoft, já que este trabalho exige o uso de imagens com grandes detalhes.

7. RESULTADOS E DISCUSSÕES

7.1 Literatura Consultada

Após sistematização e análise da bibliografia coletada fica evidente que o ano de publicação da literatura científica trabalhada é recente, pois grande parte desta foi publicada na última década.

Quanto à distribuição espacial das publicações verificou-se que a maioria se trata de publicações nacionais concentradas no estado de São Paulo. Este fato pode ser justificado por 50% dos acidentes relacionados aos diversos tipos de desastres naturais no estado de São Paulo se referirem às inundações, enchentes e alagamentos, daí a necessidade de seu estudo e a grande número de publicações aqui constatado.

Quanto à terminologia de risco e de áreas de riscos utilizada pelos profissionais que atuam com este tema foi constatada algumas variações e divergências em suas definições. Surge, portanto, a necessidade de homogeneizar estas definições entre seus usuários, principalmente entre as equipes técnicas que trabalham na área.

Conforme explica Danilo Almeida (2012), diretor da Defesa Civil de Rio Claro, muitas vezes, em momentos de emergência, algumas Defesas Civas pedem ajuda às defesas civis das cidades vizinhas para conseguirem atender todos os pedidos de socorro da população. Para isso é imprescindível que estas instituições se utilizem dos mesmos termos, para que não haja mal entendimento do recado “podemos nos preparar para uma situação e nos deparar com outra, dessa forma, corremos o risco de estarmos despreparados para enfrentar tal situação, sem materiais e instrumentos necessários para agirmos”.

7.2 Identificação dos cenários de riscos de enchentes e inundações na área urbana de Rio Claro

Para a realização da primeira etapa do estudo, referente à identificação e localização das áreas sujeitas à enchentes e inundações na área urbana da cidade de Rio Claro-SP, foi realizada uma busca dos registros históricos tanto nos arquivos do jornal “Diário de Rio Claro”, escolhido de maneira aleatória, como na rede de jornais disponibilizados na internet. Esta última busca realizou-se através da plataforma Google e pode ser consultada conforme anexo I localizado no final deste trabalho.

Segue na tabela 10 o banco de dados desenvolvido com a relação das reportagens coletadas e consultadas ao longo do desenvolvimento da pesquisa.

Tabela 10: Relação das reportagens coletadas na internet.

Fonte	Data	Título da reportagem	Área afetada
2010			
ESTADÃO	25/02/2010	Mulher morre dentro de carro durante enchente em SP	Rio Claro
LIDE BRASIL	27/02/2010	Publicado edital para obra de enchente em bairro de Rio Claro	Jardim Inocoop
2011			
GUIA RIO CLARO	17/01/2011	Lago Azul transborda e Visconde vira rio	Jardim Inocoop
			Av. Visconde do Rio Claro
			Rua 14
			Lago Azul
			Av. Brasil (entre Av. 50 e 80)
			Vila Paulista (Av. Marginal próximo à Av. 29)
			Vila Olinda (entre avenidas 56 e 58)
TV CLARET	11/02/2011	Chuva intensa deixa vários pontos alagados em Rio Claro	Av. Visconde do Rio Claro
			Av. Tancredo Neves
			Jardim Inocoop
IMPRENSA RIO CLARO	11/06/2011	Túnel do sistema de contenção de enchentes no Inocoop tem início	Jardim Inocoop
JORNAL CIDADE UOL	13/12/2011	Moradores do Jardim São Paulo temem novas inundações no bairro	Jardim São Paulo
GUIA RIO CLARO	dez.2012	Obra anti-enchente está mais de 80% concluída	Jardim Inocoop
2012			
JORNAL CIDADE UOL	02/01/2012	Jardim Nova Rio Claro teme por novas inundações	Jardim Nova Rio Claro (Rua 21)
GUIA RIO CLARO	12/01/2012	Lixo e impermeabilização causam enchentes	Rio Claro
GUIA RIO CLARO	28/01/2012	Obra do Inocoop corresponde ao esperado pela prefeitura	Jardim Inocoop
G1 GLOBO	12/02/2012	Tempestade em Rio claro- alaga avenidas e lojas	Jardim Inocoop
			Av. Visconde do Rio Claro
			Av. Presidente Kennedy
G1 GLOBO	13/02/2012	Enchente em Rio Claro - SP só será resolvida com conclusão de obra	Jardim Inocoop
			Av. Visconde do Rio Claro
			Jardim Claret
DIÁRIO DO RIO CLARO	15/02/2012	Chuva torrencial causa transtorno em vários pontos de Rio Claro	Av. Visconde do Rio Claro
			Av. Tancredo Neves
			Jardim Inocoop
			Pontilhão da Washington Luiz

			Pontilhão do Jardim Primavera
LIDE BRASIL	24/02/2012	Enchentes nunca mais é um engodo	Jardim Inocoop
JORNAL CIDADE UOL	24/02/2012	Oposição ataca ineficiência de obra no Inocoop	Jardim Inocoop
CANAL RIO CLARO	27/05/2012	Rio claro inicia obras para acabar com inundações em área da Vila Olinda	Vila Olinda (Av. 56 com Rua 10)
CANAL RIO CLARO	22/06/2012	Abastecimento é normalizado no Jardim Inocoop	Jardim Inocoop

Muitas informações históricas quanto ao desenvolvimento da drenagem urbana rioclarense foram retiradas do artigo “Imprensa e opinião pública em torno do uso da água no município de Rio Claro em 50 anos” de Mathias e Canuto (2011), artigo este que trás reportagens relevantes desde a década de 50 até os dias atuais, retiradas do jornal Diário de Claro, as quais foram listadas na tabela 11.

Tabela 11: Relação das reportagens do Diário de Rio Claro.

Data	Título da reportagem	Área afetada
Infraestrutura		
28/03/1962	O córrego da Servidão e a Av. Radial	Córrego da Servidão Av. Radial
24/06/1971	Av. Rio Claro em fase de acabamento	Av. Visconde do Rio Claro
10/12/1975	DAAE promove intenso serviço da Avenida Visconde de Rio Claro	Av. Visconde do Rio Claro
30/05/1980	Término da obra da Visconde	Av. Visconde do Rio Claro
14/07/1982	Galerias para resolver a situação das grandes enchentes da av. 40 – Obras das galerias prometem solução	Rio Claro
05/09/1982	Urbanização da via Kennedy	Via Kennedy
11/09/1982	Drenagem do canal que passa dentro do bairro Inocoop	Jardim Inocoop
05/12/1989	Prefeitura está implantando 1,5 Km de galerias	Rio Claro
25/04/1990	Lotes são vendidos na beira de rios	Rio Claro
Abastecimento		
25/07/1961	Inaugurado o 4º filtro de estação de água”	Rio Claro
26/03/1963	Ampliação no serviço de abastecimento de água	Rio Claro
07/11/1965	O serviço de águas é motivo de orgulho para os rioclarenses	Rio Claro
31/07/1979	Em fase de acabamento o reservatório elevado do DAAE	Rio Claro
Saneamento		
08/05/1971	Muitos bairros receberão a rede de esgoto	Rio Claro
11/09/1971	Rede de esgoto: novas extensões	Rio Claro
31/08/1983	Parque Universitário: esgoto nas ruas e crianças doentes	Rio Claro
05/02/1986	Paulista I, o bairro que tem todos os problemas	Rio Claro

A partir das reportagens consultadas foi possível constatar que a década de 60 foi marcada pela ampliação do abastecimento de água no município e teve sua maior expressividade na década de 70, uma vez que o processo de desconcentração industrial ocorrido na metrópole paulistana trouxe à Rio Claro algumas instalações industriais o que gerou a necessidade de obras municipais de infraestrutura básica, entre elas a rede de água.

Já no período da década de 80, momento de relativa estabilização, houve a construção de uma nova central de abastecimento e a concepção da estação de tratamento de água ETA II.

Quanto ao saneamento básico, durante as décadas de 50, 60 e 70, Rio Claro empenhou-se em acompanhar a visão progressista no contexto nacional urbano, sem dar atenção aos aspectos sanitários, o que afetou as décadas posteriores.

A década de 70 caracteriza-se pela tendência à ampliação dos sistemas de esgotos pela cidade. Esta década também é marcada por reportagens que tratam dos problemas de infraestrutura, sobretudo dos bairros localizados nas porções periféricas. Aspectos como falta de serviços de coleta de lixo e de esgoto, lixões à céu aberto nos bairros e falta de estrutura de abastecimento.

As questões relacionadas aos problemas ambientais referentes à esfera de vulnerabilidade ambiental e social iniciam-se na década de 90, como mencionado na reportagem intitulada “Lotes são vendidos na beira de rios”, continuam até a atualidade e se tornam cada vez mais frequentes.

As matérias referentes ao tema de infraestrutura, no que tange a drenagem urbana como canalizações dos rios e córregos da cidade, drenagem de cabeceiras e alteração do regime de escoamento superficial e infiltração de água no solo tiveram maior destaque a partir do início das obras de canalização do córrego da Servidão e construção da Avenida Visconde do Rio Claro.

Estas começam a surgir no início da década de 60, com a matéria “O córrego da Servidão e a Av. Radial” publicada, a qual expõe os planos da administração municipal em relação às futuras obras mencionadas.

Apesar da reportagem de 24/06/71 intitulada “Av. Rio Claro em fase de acabamento”, as obras de canalização do córrego da Servidão só foram concluídas na década de 1980, mais precisamente em 30/05/80, quando então foi publicada a matéria “Término da obra da Visconde”.

Nesta mesma década muitas reportagens sobre as obras de galerias pluviais são publicadas a fim de solucionar as enchentes, assunto este que passou a se tornar recorrente desde então.

Vale ressaltar que o jornal apontou problemas de infraestrutura ao longo das décadas em que as buscas foram realizadas, principalmente os enfrentados pelos

moradores dos bairros periféricos. Dessa forma pode-se afirmar que os jornais analisados atuam como um veículo crítico útil à população.

Na última década, os períodos de chuvas trazem aos jornais inúmeras reportagens tratando do tema de alagamentos, enchentes e inundações em diversos pontos da cidade de Rio Claro.

Segundo as reportagens, as águas passaram a invadir avenidas, lojas e moradias, causar problemas no trânsito da cidade, falta de energia elétrica, ausência do abastecimento de água e até morte decorrente destes eventos.

Estas reportagens também são acompanhadas de outras, que tratam de obras de ampliação da drenagem como túneis de contenção de enchentes proposto para diminuir as enchentes e inundações na passagem de água sob a via férrea no bairro Jardim Inocoop.

Nos últimos anos tornou-se comum encontrar na mídia entrevistas e depoimentos da Defesa Civil de Rio Claro sobre os eventos pluviométricos intensos e suas consequências nas áreas urbanas.

Foi constatado também, que os moradores rioclarenses iniciaram uma série de manifestações na internet quanto ao descontentamento dos fenômenos hidrológicos intensos e devastadores cada vez mais frequentes, quanto aos estragos causados nas regiões afetadas e seu descontentamento quanto a falta de resoluções por parte da gestão pública . Fotos e vídeos são postados retratando o cenário durante e depois as enchentes e inundações.

Após o primeiro momento de levantamento dos registros históricos de inundações, enchentes e alagamento apresentados nos jornais e internet, foi possível apontar os bairros da cidade que possuem estes problemas e desenvolver um banco de dados com estes afim de permitir uma fácil e rápida visualização destes e focar o estudo nestes locais.

Tabela 12: Banco de dados com registros de inundações, enchentes e alagamentos segundo imprensa rioclarense.

Bairros	Bairros	Pontos específicos
BAIRRO DO ESTÁDIO	JD. FLORIDIANA	Av. Visconde do Rio Claro
BAIRRO OLÍMPICO	JD. INOOCOP	Av. Brasil
CIDADE CLARET	JD. OLINDA	Av. Tancredo Neves
CIDADE CLARET (PROLONGAMENTO)	JD. QUINTANDINHA	Av. Presidente Kennedy
CONJ. HAB. ARCO ÍRIS	JD. SÃO PAULO	Av. Radial
JD. PRESIDENCIAL	JD. VILAGE	Jardim Claret
JD MIRASOL	JD. BELA VISTA	Pontilhão da Washington Luiz
JD NOVO RIO CLARO	JD. PRIMAVERA	Pontilhão do Jardim Primavera
JD. AMÉRICA	MUNICÍPIO	Córrego da Servidão
JD. CLARET	VILA INDAIÁ	Rua 14
JD. DO TREVO	VILA PAULISTA	Lago Azul

Os dados obtidos no banco de dados foram espacializados na base cartográfica da área urbana de Rio Claro, conforme figura 12.

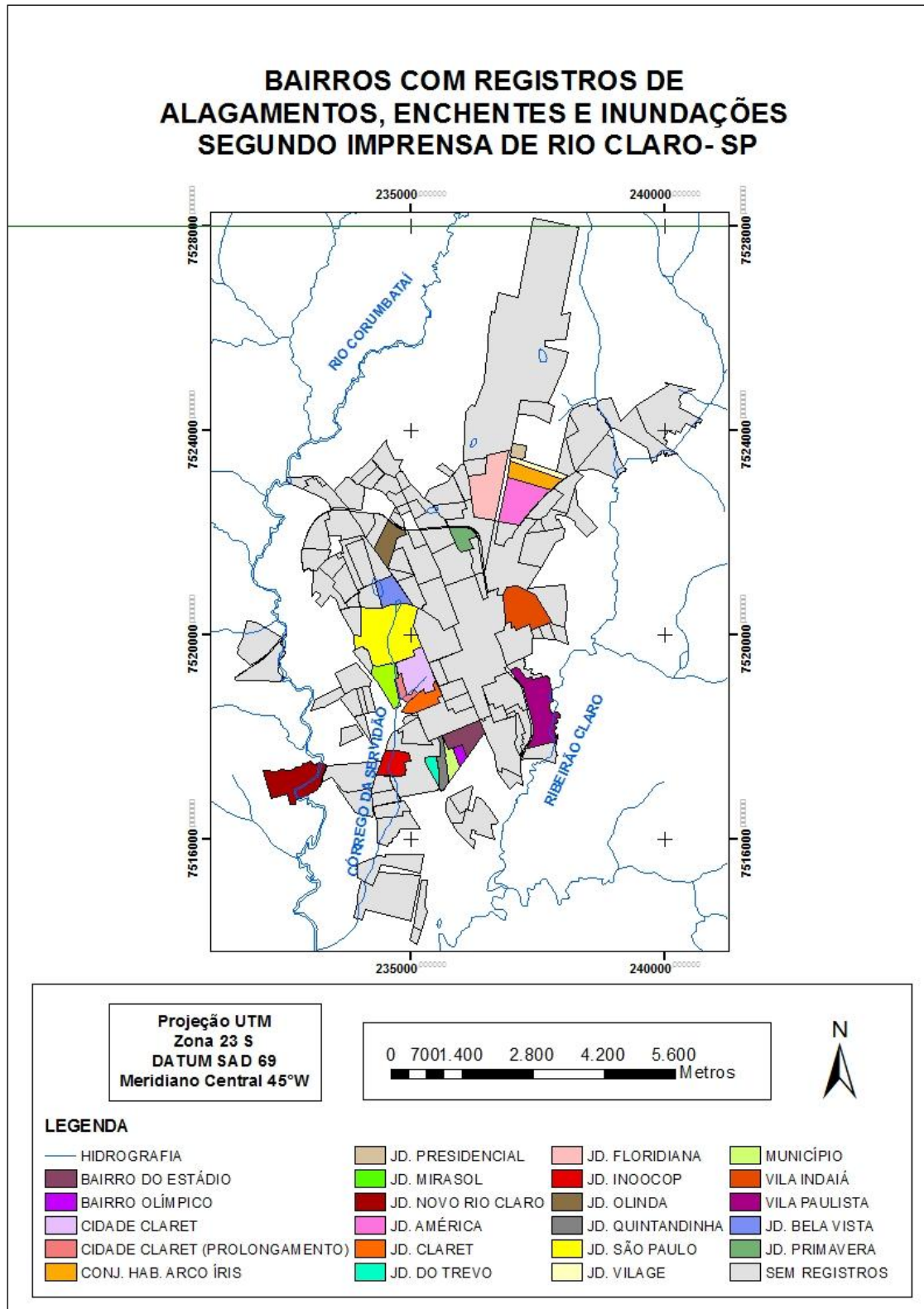


Figura 12: Bairros com registros de alagamentos, enchentes e inundações segundo imprensa de Rio Claro- SP. CEAPLA (2012). Elaborado pelo autor.

7.3 Pré-setorização dos compartimentos de risco

A fim de obter mais informações sobre o assunto em questão e garantir a veracidade dos dados, foram realizadas diversas entrevistas ao longo do ano de 2012 com a Defesa Civil de Claro.

Esta cedeu informações detalhadas quanto aos processos hidrológicos da área de estudo, periculosidade da área ocupada e vulnerabilidade das moradias.

Polézi (2012), engenheiro da Defesa Civil de Rio Claro, explica que o bairro Jardim Inocoop funciona como o “funil” das águas da área urbana de Rio Claro, processo este que para ser entendido deve-se levar em conta toda a dinâmica das águas da cidade e será explicado a seguir.

O Lago Azul, nascente e represa do Córrego da Servidão e a canalização do mesmo, atual Avenida Visconde do Rio Claro, foi realizada sem planejamento adequado.

Quando a represa enche é necessário abrir suas comportas, que são tábuas de madeira, empilhadas e precisam ser tiradas à mão pela Defesa Civil. Não existe nenhum mecanismo para fazer este trabalho ou plano de obra para construí-lo. Como consequência, quando o Lago enche muitas vezes estas não são retiradas e há o extravasamento das águas para os bairros circundantes ao Lago Azul.

Vale ressaltar que além de faltar manutenção nestas, que acumulam galhos de árvores e lixo (Imagem 14), a Defesa Civil se sujeita a um grande perigo ao realizar este trabalho manual. Quando a primeira tábua é retirada a água passa a exercer muita pressão nas tábuas que estão embaixo, sendo praticamente impossível retirá-las. Além disso, a força d'água pode levar na sua correnteza quem estiver fazendo este trabalho ou afundá-lo, o que pode levar ao afogamento.

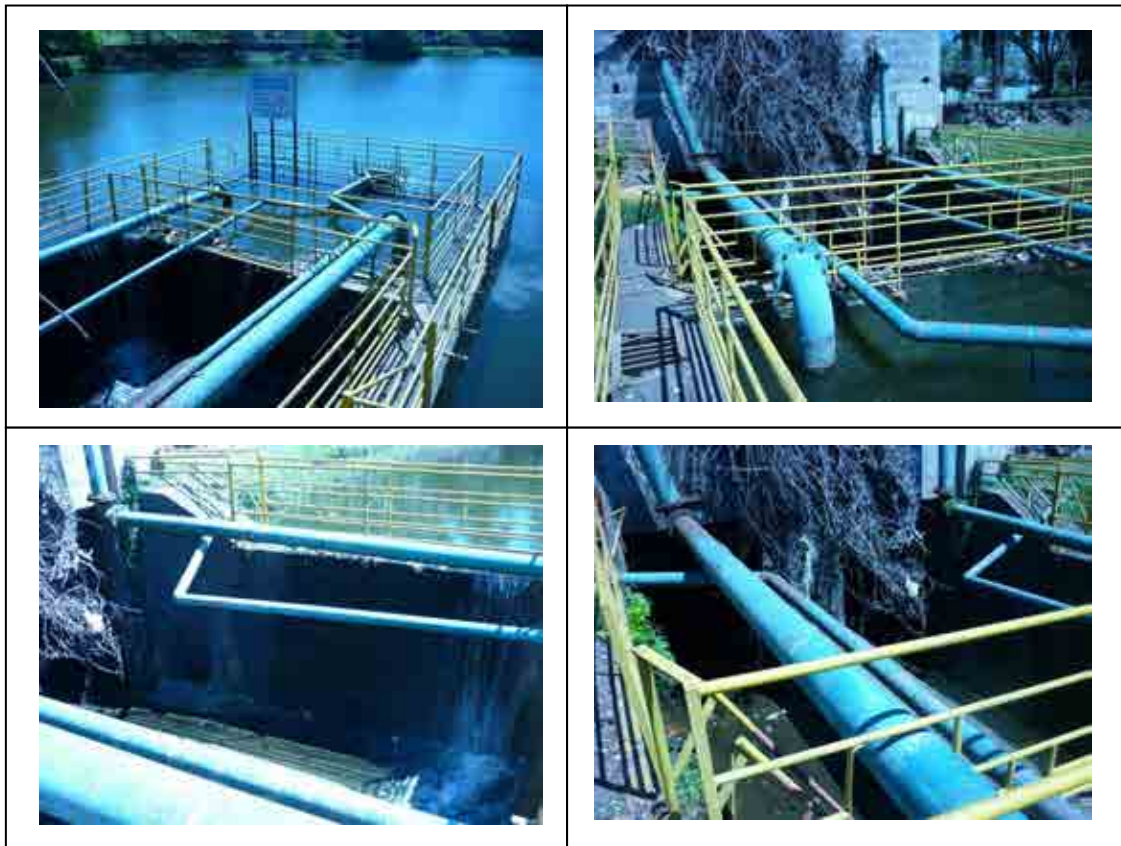


Imagem 14: Comporta do Lago Azul.

Toda a água das chuvas que caem nos bairros localizados ao redor do Córrego da Servidão, escorre pelo asfalto e calçadas em direção a ele.

Devido à alta taxa de impermeabilização do solo da cidade, a água não infiltra e causa um aumento significativo no fluxo de água do Córrego da Servidão. Esta sobrecarga ocasiona o aumento da velocidade do escoamento superficial e gera o que Tominaga (2009) chama de “inundações relâmpagos”.

As águas do Servidão extravasam na Avenida Visconde de Rio Claro e chegam ao Jardim Inocoop juntamente com todas as outras águas da região incluindo as águas que são colhidas pelas galerias da Rodovia Washington Luís as quais são jogadas na área onde passam os trilhos da rede ferroviária que margeiam o bairro Jardim Inocoop.

O resultado do sistema acima descrito foi visto, dentre muitos, no ano de 2005, 2010 e 2012, anos em que foram registradas chuvas intensas em Rio Claro, ocasionando inundações que variaram de 80 cm a 2,5m de altura no Jardim Inocoop.

Além do Jardim Inocoop, a Defesa Civil pontuou alguns locais que costumam apresentar problemas que variam desde alagamentos e enchentes até inundações. Dentre eles temos a Visconde do rio Claro, Jardim São Paulo, Avenida Marginal, Avenida Presidente Kennedy, pontilha da Avenida 7, Jardim Nova Rio Claro, Jd. Nova Conduta.

Vale reiterar que a drenagem urbana do Córrego da Servidão é exemplo das típicas obras hidráulicas que levam de forma rápida as cheias para jusante das cidades, transferindo os problemas de um local para outro, conforme apresentado neste trabalho em capítulo anterior por Canholi (2005).

Como consequência há inundações em áreas que anteriormente não sofriam tais problemas, como o Jardim Inocoop.

Após análise do produto cartográfico gerado a partir das informações colhidas nos jornais da cidade e do banco de dados, somados à base cartográfica cedida pela Defesa Civil, foi possível desenvolver uma pré setorização dos diversos compartimentos de risco presentes ao longo da malha urbana de Rio Claro (Figura 13).

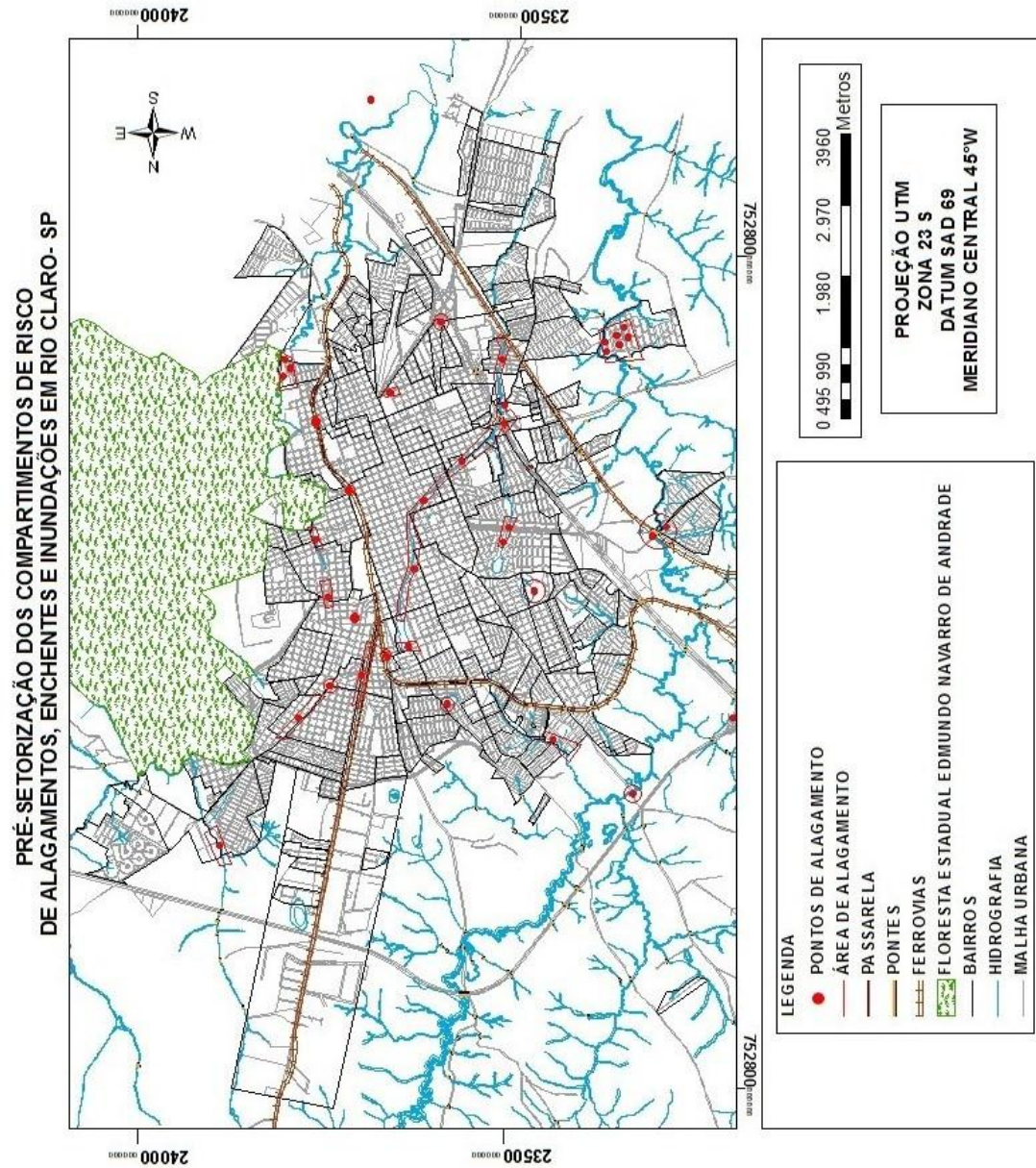


Figura 13: Pré- setorização dos compartimentos de risco de Rio Claro- SP. Defesa Civil de Rio Claro (2012). Elaborado pelo autor.

A partir das descrições feitas pela defesa Civil escolheu-se dar prosseguimento na pesquisa utilizando como área de estudo o Jardim Inocoop, para classificar e espacializar em mapa o grau de risco das enchentes e inundações que ali ocorrem utilizando-se da geotecnologia por meio do uso dos recursos de geoprocessamento.

7.4 Análise da área de risco

7.4.1 Cenário hidrológico

A identificação da tipologia do cenário hidrológico do Córrego da Servidão foi realizada com auxílio da Defesa Civil, a qual já presenciou diversas situações de inundações desse córrego e pôde afirmar que a magnitude desta hidrografia é de alta capacidade destrutiva, além de possuir grande potencial de causar danos sociais e econômicos, visto que sua energia de escoamento é potencializada por receber águas de diversos pontos da cidade.

Como exemplo do potencial de transporte hidrológico que o Córrego da servidão apresenta, foi observado a presença de sedimentos transportados e depositados na margem esquerda do rio, como pode ser visto na foto abaixo, coletada no fim do córrego que corta o Jardim Inocoop, local onde está sendo finalizada a obra de drenagem de águas pluviais e contenção de enchentes



Imagem 15: Presença de sedimentos na margem esquerda do Córrego da Servidão em frente a obra de contenção de enchentes.

Portanto, o processo hidrológico foi classificado como C3 (Processo hidrológico 3), caracterizado por produzir enchentes e inundações com alta energia de escoamento e capacidade de transporte de material sólido.

7.4.2 Vulnerabilidade da ocupação

A avaliação do padrão construtivo a fim de constatar a vulnerabilidade da ocupação urbana presente no cenário de risco foi realizada através da análise in locu das moradias do bairro Jardim Inocoop.

Todas as ruas do bairro foram percorridas a fim de se observar com cautela o padrão construtivo das casas destas.

Verificou-se um padrão construtivo médio a bom onde predominam moradias construídas em alvenaria com boa capacidade de resistir ao impacto de processos hidrológicos.

Portanto, pode-se afirmar que o bairro apresenta uma baixa vulnerabilidade de acidentes considerando seu padrão construtivo, classificado como V2 pelo Ministério das Cidades e IPT.

As fotografias da imagem 16, tiradas no Jardim Inocoop, ilustram o padrão construtivo verificado.



Imagem 16: Padrão construtivo das moradias do Jardim Inocoop.

7.4.3 Distância das moradias ao eixo da drenagem

O Córrego da Servidão corta de maneira bastante simétrica o Jardim Inocoop no sentido norte-sul. No entanto, mesmo pelo fato deste bairro apresentar uma maior expansão no sentido leste-oeste, muitas moradias se encontram próximas ao eixo de drenagem com menos de 10 metros de distância, ocupando assim a área de várzea do córrego, que hoje encontra-se completamente impermeabilizada pela presença de asfalto e moradias ao longo desta.

Portanto, vê-se uma dualidade na possibilidade de impacto dos possíveis fenômenos naturais, relacionados aqui como os alagamentos, enchentes e inundações quanto à distância das moradias ao eixo de drenagem.

Dessa forma, o terceiro critério de análise pode ser classificado com P1 (alta periculosidade) e P2 (baixa periculosidade), tendo assim, a alta ou baixa possibilidade de impacto direto considerando o raio de alcance do processo.

7.4.4 Grau de risco preliminar e final

Conforme a análise dos três parâmetros de análise de risco, sendo ele cenário hidrológico, vulnerabilidade da ocupação e distância das moradias ao eixo da drenagem chegou-se a conclusão que o cenário hidrológico do Córrego da Servidão possui seu processo hidrológico classificado como C3, o qual é caracterizado por produzir enchentes e inundações com alta energia de escoamento e capacidade de transporte de material sólido.

Quanto a vulnerabilidade da ocupação, o padrão construtivo do Jardim Inocoop foi considerado como V2 (vulnerabilidade 2) pois possui um padrão construtivo médio a bom onde predominam moradias construídas em alvenaria com boa capacidade de resistir ao impacto de processos hidrológicos.

Sobre a distância das moradias ao eixo de drenagem, verificou-se duas classificações, P1 (alta periculosidade) referente às moradias localizadas próximas ao Córrego da Servidão, ou seja, no fundo de vale e P2 (baixa periculosidade) referente às moradias que se encontram à uma maior distância do eixo de

drenagem, em sua maior parte no topo de vale do bairro, com baixa possibilidade de impacto direto considerando o raio de alcance do processo.

Assim, na classificação do grau de risco preliminar, onde são levadas em conta o arranjo dos cenários hidrológicos e a vulnerabilidade das habitações, chegou-se ao resultado de que o nível de risco do Jardim Inocoop é considerado como risco alto (A) conforme arranjo da figura 14, dentre as possibilidades de nível de risco muito alto (MA), risco alto (A), risco médio (M) e risco baixo (B).

	C1	C2	C3
V1	M	A	MA
V2	B	M	A

Figura 14: Ilustração da classificação do grau de risco preliminar.

Já o grau de risco final foi calculado através do arranjo dos cenários hidrológicos, vulnerabilidade das habitações e periculosidade do processo segundo a distância das moradias ao eixo de drenagem, conforme proposto na metodologia baseada no Ministério das Cidades e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas.

Realizou-se o arranjo considerando apenas C3 (processo hidrológico 3), V2 (vulnerabilidade 2), P1 (baixa periculosidade) e P2 (alta periculosidade), baseando-se no resultado das análises realizadas anteriormente para o Jardim Inocoop.

A figura 15 ilustra os arranjos realizados e as possíveis combinações.

	P1	P2
C1 x V1	M	B
C1 x V2	B	B
C2 x V1	A	M
C2 x V2	M	B
C3 x V1	MA	A
C3 x V2	A	M

Figura 15: Ilustração da classificação do grau de risco final.

Após realização dos arranjos, pode-se concluir que o bairro Jardim Inocoop apresenta, segundo o grau de risco de enchentes e inundações, dois tipos de cenários de riscos: a) Cenário de risco alto (R3) e b) Cenário de risco médio (R2).

Por fim, o cenário de risco alto (A) ou risco R3 apresenta enchentes e inundações com alta energia cinética e alta capacidade de transporte de material sólido e elevado poder destrutivo (C3) atingindo moradias de bom padrão construtivo (V2), situadas em área com alta possibilidade de impacto direto do processo (P1).

O cenário de risco médio (M) ou risco R2 é caracterizado por apresentar enchentes e inundações com alta energia cinética e alta capacidade de transporte de material sólido e elevado poder destrutivo (C3), atingindo moradias de bom padrão construtivo (V2), situadas em área com baixa possibilidade de impacto direto do processo (P2).

7.5 Mapeamento de áreas de risco de enchentes e inundações

Os dois tipos de cenários de risco de enchentes e inundações encontrados, a) Cenário de risco alto (R3) e b) Cenário de risco médio (R2), a partir dos arranjos dos cenários hidrológicos, vulnerabilidade das habitações e periculosidade do processo segundo a distância das moradias ao eixo de drenagem a partir de uma classificação preliminar de cada um, foram mapeados a fim de permitir uma melhor visualização dos resultados obtidos sobre a imagem do Jardim Inocoop do Bing Maps.

Para a realização deste trabalho, foi utilizada a delimitação do bairro cedida pela Defesa Civil. Após a demarcação do rio na imagem, traçou-se o cenário de risco alto com uma largura de 20 metros do eixo de drenagem tanto para a margem direita quanto para a margem esquerda (figura 16), distancia máxima atingida pela inundação ocorrida em 25/02/2010.

Para a verificação desta distancia, foram coletados pontos em campo com ajuda de um GPS. Estes foram tratados nos softwares MapSource e GeoSis para posterior demarcação na imagem tratada pelo software ArcGis.

A Defesa Civil acredita que com as obras de contenção de enchentes realizadas na área, num período de chuvas extremas, a água alcançará no máximo

mais 10 metros além dos 20 metros atingidos até hoje pelas águas, no sentido do rio para a parte mais externa do bairro.

Portanto, o cenário de risco médio no Jardim Inocoop foi traçado utilizando-se esta medida de possível alcance das águas das inundações (figura 16).



Imagem 17: Obras de drenagem no Jardim Inocoop.

Eles também acreditam que a obra de drenagem de águas pluviais, ajudará a conter a invasão das águas no bairro, mas não comportará de forma plena a vazão do rio.

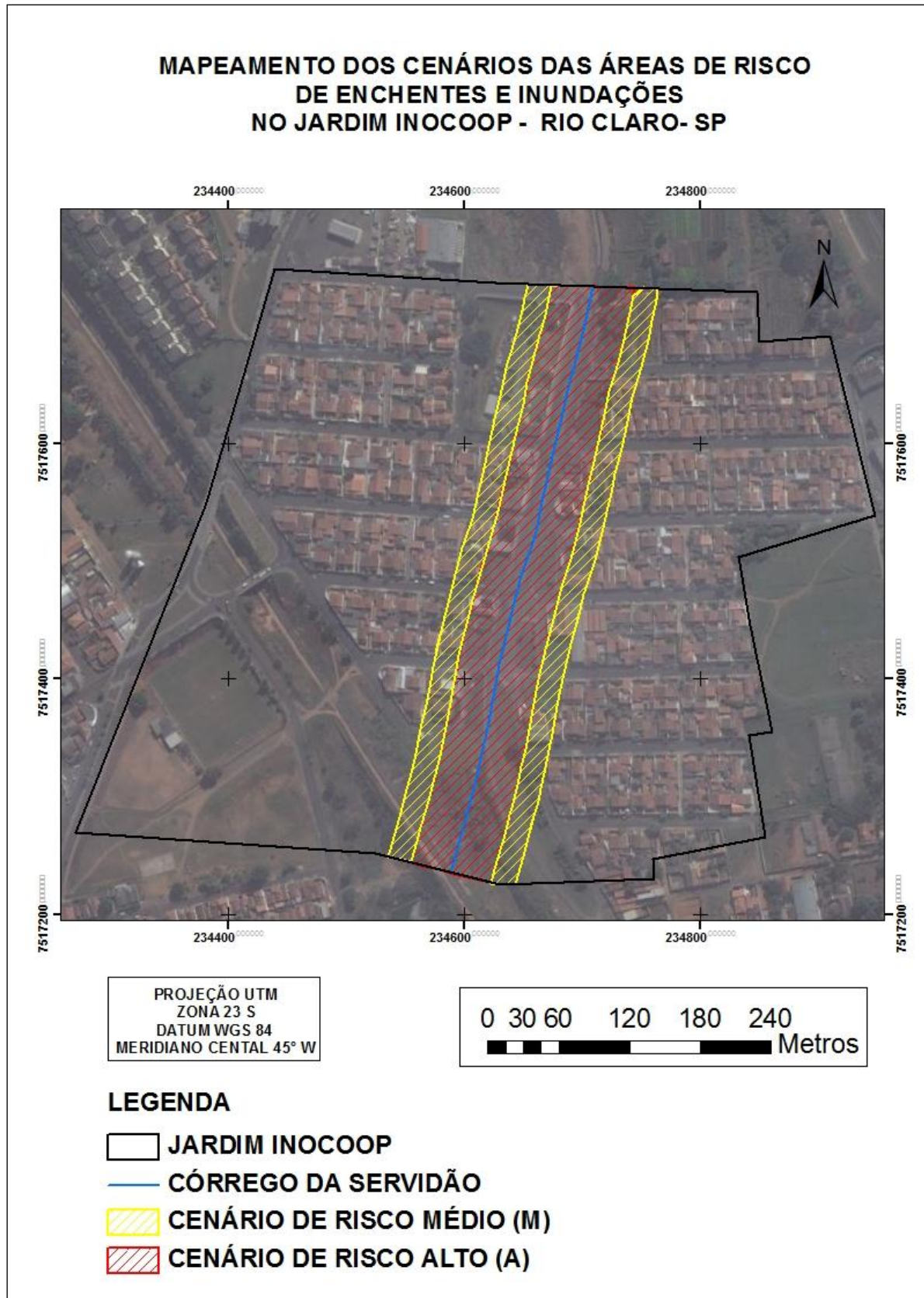


Figura 16: Mapeamento dos cenários de risco de enchentes e inundações no Jardim Inocoop.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme descrito na caracterização da área, Rio Claro, bem como o Jardim Inocoop, possui como característica natural boa permeabilidade, o que, indica que estas áreas não deveriam apresentar inundações de tal amplitude.

É importante ressaltar que as áreas de várzea do Córrego da Servidão, antes de sua ocupação, já enchiam naturalmente nos períodos de chuvas prolongados. No entanto, a alta densidade de sua ocupação, que tomou maiores proporções no início dos anos 70 devido aos altos índices imigratórios e de êxodo rural, quando somados à alta impermeabilização do terreno, faz com que surjam cenários de enchentes e inundações e tragam consequências sociais e econômicas aos moradores e ao próprio município de Rio Claro.

Segundo a Defesa Civil de Rio Claro, o maior agravante destes fenômenos se resumem na falta de manutenção das galerias e dos bueiros da cidade. Estes se encontram tomados por todo tipo de lixo, como materiais de construção, móveis, sacos plásticos, galhos, pneus, entre outros.

Luis Polézi (2012), engenheiro civil e membro da Defesa Civil, ressalta que Rio Claro se trata de uma cidade plana, e portanto não deveriam haver problemas tão sérios de enchentes e inundações. Ele também afirma que faltam galerias que suportem o escoamento da água.

Cunha, Moruzzi e Braga (2009), classificam Rio Claro como uma área naturalmente de difícil drenagem e afirmam que o uso de seu solo urbano deve ser realizado de forma cuidadosa.

Outra ação de prevenção que não é feita pelos órgãos responsáveis, conforme apontado pela Defesa Civil, e deveria ter uma atenção maior, é a manutenção dos córregos, os quais se encontram assoreados. Outra sugestão dada seria o alargamento destes devido o aumento de fluxo de águas nos últimos anos.

A Resolução CONAMA 369 (BRASIL, 2006), no que diz respeito à intervenção e supressão da vegetação em Áreas de Proteção Permanentes (APPs), em áreas urbanas, sobretudo no que se refere à sua utilização e regularização fundiária, estabelece que boa parte das ocupações irregulares que se encontram em áreas de preservação permanente, segundo o artigo 9º da referida resolução, serão

permitidos apenas nos casos dessas áreas terem sido ocupadas por população de baixa renda e consolidadas até a promulgação do Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001), além da necessária elaboração pelo Poder Público Municipal, de um Plano de Regularização Fundiária Sustentável, sendo vedada a regularização de ocupações que, nesse Plano, sejam identificadas como localizadas em áreas consideradas de risco de inundações, corrida de lama e de movimentos de massa rochosa e outras definidas como de risco.

Para a solução do problema apresentado ao longo do estudo, acredita-se que o diagnóstico de como se encontra o cenário de risco do Jardim Inocoop é imprescindível para a avaliação dos impactos da urbanização.

Dessa forma, o presente trabalho, ao assinalar o risco em um mapa reafirma-o no espaço em questão evitando assim omissões por parte do governo de sua existência e da necessidade de ações de gestão da área.

Por fim, espera-se que os resultados e conclusões aqui apresentadas possam, portanto, se tornar material de apoio para os órgãos públicos gestores, responsáveis em formular políticas de prevenção às enchentes e inundações na cidade de Rio Claro - SP e nortear ações de controle do uso e ocupação do solo em seu Plano Diretor (PD), instrumento básico da política de desenvolvimento urbano e obrigatório, por força da Constituição Federal (BRASIL, 1988) e do Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001), para as cidades com mais de 20 mil habitantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, R. do; RIBEIRO, R.R. Inundações e enchentes. In: __; TOMINAGA, L.K.; SANTORO, J. **Desastres Naturais: conhecer para prevenir**. 1ª edição. São Paulo: Instituto Geológico, 2009.

ATLAS AMBINETAL DA BACIA DO CORUMBATAÍ. Disponível em: <<http://ceapla2.rc.unesp.br/atlas/>> Acesso em: 4 jun 2012.

Bacia do Corumbataí. Projeto SOS Corumbataí. Disponível em <<http://www.cena.usp.br/soscorumbatai/pmain.htm>>. Acesso em: 20 mar 2012

BRESSANE, A. et al. **Caso de aplicação de geotecnologias no diagnóstico ambiental de bacias hidrográficas urbanizadas: Córrego da Servidão no Município De Rio Claro (SP)**. 7º Simpósio Brasileiro de cartografia Geotécnica e Geoambiental. Maringá, 2009. P. 1-11. Disponível em: <http://www.rc.unesp.br/igce/planejamento/download/rodrigo/caso_de_aplicacao.pdf>. Acesso em: 3 mar. 2012.

CANHOLI, A. P. **Drenagem urbana e controle de enchentes**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

CEAPLA. BIBLIOTECA VIRTUAL DO CEAPLA. Disponível em <<http://www.rc.unesp.br/igce/ceapla/biblioteca/mapas.php>> Acesso em: 4 jun 2012.

CUNHA, C.M.L.C.; MORUZZI, R.B.; BRAGA, R. **Diagnóstico dos elementos de drenagem da área urbana de Rio Claro-SP: subsídios para o plano diretor**. REA – Revista de estudos ambientais (Online), 2009. V.11, n. 2, p. 88-100, jul./dez. 2009. Disponível em: <http://www.rc.unesp.br/igce/planejamento/download/rodrigo/diagnostico_elementos.pdf>. Acesso em: 3 mar. 2012.

ECHER, I.C. **A revisão da literatura na construção do trabalho científico**. R. gaúcha Enferm. Porta Alegre, v.22, n.2, p.5-20, jul. 2001.

EMERGENCY EVENTS DATABASE. Disponível em: <<http://www.emdat.be/disaster-list>> Acesso em: 13 fev. 2012.

GALO, H. Arqueologia, arquitetura e cidade. In: MORI, V.H. (Org.). **Patrimônio: Atualizando o debate**. São Paulo: IPHAN, 2006.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades Brasil**. 2007. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=354390>>. Acesso em: 9 set 2012.

MARCHIOLI, D.G.; SANTORO, F.J. Gerenciamento de desastres Naturais. In: TOMINAGA, L.K.; SANTORO, J. ; AMARAL, R. **Desastres Naturais: conhecer para prevenir**. 1ª edição. São Paulo: Instituto Geológico, 2009.

MENESES, U.T.B.de. A cidade como bem cultural - Áreas envoltórias e outros dilemas, equívocos e alcance de preservação do patrimônio ambiental urbano. **Patrimônio: Atualizando o debate**. São Paulo: IPHAN, 2006.

MINISTÉRIO DAS CIDADES/ INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - IPT. CARVALHO, C.S; MACEDO, E.S.de; OGURA, A.T., organizadores. **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margens de Rios**. 1ª Ed. Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, 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 ISSN 2176-7270. V. 1, nº. 1, dez. 2009, p.1-12. Disponível em: <http://www.sumarios.org/sites/default/files/pdfs/33428_4266.PDF>. Acesso em: 3 mar 2012.

NICOLETTI, F. et. al. Atlas Municipal Escolar: Geográfico, histórico, ambiental de Rio Claro-SP. Rio Claro: FAPESP: Prefeitura Municipal de Rio Claro: UNESP – Campus de Rio Claro, 2001.

OKAMOTO, J. **Percepção ambiental e comportamento**: visão holística da percepção ambiental na arquitetura e na comunicação. São Paulo: Editora Mackenzie, 2002.

OLIVEIRA, A.M. dos S., BRITO, S.N.A. de. **Geologia de engenharia**. São Paulo: Associação de Geologia e Engenharia, 1998.

PINHEIRO, A. Enchente e inundação. In: SANTOS, R.F. dos. **Vulnerabilidade Ambiental**: Desastres naturais ou fenômenos induzidos? Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2007.

RESOLUÇÃO CONAMA. Disponível em:

<<http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/61AA3835/LivroConama.pdf3>>. Acesso em: 15 mai. 2012.

SANTOS, M. **O espaço do cidadão**. 5ª ed. São Paulo: Studio Nobel, 2000.

SANTOS, M. **Pensando o Espaço e o Homem**. 5ª ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004.

TAVARES, R. Clima, tempo e desastres. In: TOMINAGA, L;K.; SANTORO, J. ; AMARAL, R. **Desastres Naturais**: conhecer para prevenir. 1ª edição. São Paulo: Instituto Geológico, 2009.

TOMINAGA, L.K. Desastres Naturais: Por que ocorrem? In:__; SANTORO, J. ; AMARAL, R. **Desastres Naturais**: conhecer para prevenir. 1ª edição. São Paulo: Instituto Geológico, 2009.

TOMINAGA, L.K. Análise e mapeamento de risco In:__; SANTORO, J. ; AMARAL, R. **Desastres Naturais**: conhecer para prevenir. 1ª edição. São Paulo: Instituto Geológico, 2009.

TUAN, Y.F. **Topofilia: Um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente**. São Paulo /Rio de Janeiro: Difel/ Difusão Editorial, 1980.

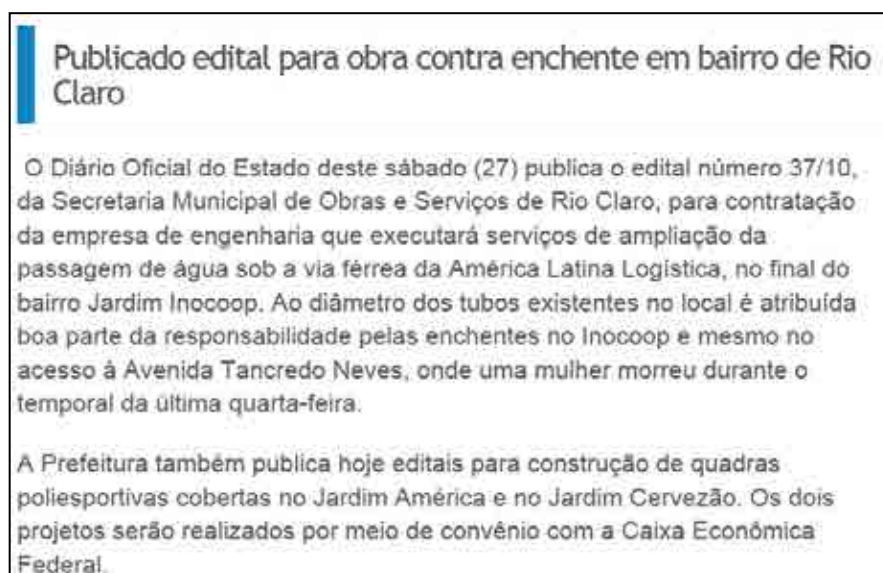
VEYRET, Y. **Os riscos**: o homem como agressor e vítima do meio ambiente. São Paulo: Contexto, 2007.

ANEXOS

ANEXO I – Coletânea de reportagens sobre enchentes e inundações na área urbana do município de Rio Claro-SP



Disponível em <<http://www.tvclaret.com/29605>>. Acesso em: 17 mai 2012.



Disponível em <<http://ldebrasil.com.br/site/index.php/2010/02/27/publicado-edital-para-obra-contra-enchente-em-bairros-de-rio-claro/>>. Acesso em: 17 mai 2012.

13/02/2012 15h00 - Atualizado em 13/02/2012 15h01

Enchente em Rio Claro, SP, só será resolvida com conclusão de obra

Segundo Defesa Civil, obras no Jardim Inocoop estão 70% finalizadas. Na noite de sábado (11), um temporal alagou avenidas e ruas, além de lojas.

Do G1 São Carlos e Região

Comente agora | [Twitter](#) | [St](#) | [Recomendar](#) | [4](#)



O diretor da Defesa Civil de Rio Claro, Danilo Almeida, afirmou que o problema de enchentes no Jardim Inocoop só será resolvido com a conclusão das obras de contenção. Na noite de sábado (11), **uma forte chuva alagou avenidas e invadiu lojas**. De acordo com Almeida, 70% das obras já estão prontas.

Segundo a Defesa Civil, em 40 minutos, choveu 85 milímetros. Os bombeiros retiraram quatro motoristas de carros que estavam com água já na altura da janela. Apesar dos transtornos, ninguém ficou ferido.

No Jardim Claret, o cruzamento da Avenida Visconde do Rio Claro com a Rua 14 ficou debaixo d'água.

No Jardim Inocoop, além do alagamento, moradores tiveram problemas na rede de energia e algumas ruas ficaram no escuro.

A assessoria da concessionária de energia informou que 700 clientes ficaram sem luz por cerca de duas horas. O problema aconteceu após a queda de um poste provocada por uma erosão.

Disponível em <<http://g1.globo.com/sp/sao-carlos-regiao/noticia/2012/02/enchente-em-rio-claro-sp-so-sera-resolvida-com-conclusao-de-obra.html>>. Acessado em 17 mai 2012.

12/02/2012 10h47 - Atualizado em 12/02/2012 12h06

Tempestade em Rio Claro, SP, alaga avenidas e lojas

Motoristas tiveram que ser socorridos pelo Corpo de Bombeiros. Cinco lojas foram alagadas no Jardim Inocoop na noite de sábado (11)

Do G1 São Carlos e Região

Comente agora | [Twitter](#) | [37](#) | [Recomendar](#) | [22](#)



Enxurrada em avenida do bairro Inocoop (Foto: Imagem Cedida/ Poliana Ribeiro)

A forte chuva da noite deste sábado (11) em **Rio Claro**, no interior de São Paulo, alagou as Avenidas Presidente Kennedy e Visconde de Rio Claro, além de cinco lojas no Jardim Inocoop. Quatro motoristas tiveram que ser socorridos pelo Corpo de Bombeiros com água na altura das janelas dos veículos.

No Inocoop, há uma obra da prefeitura para a contenção de enchentes. De acordo com os dados da Defesa Civil, choveu 83 milímetros na cidade. O diretor do órgão, Danilo Almeida, afirmou que a tempestade durou cerca de 30 minutos.

Segundo Almeida, 70% da obra foi concluída, mas só com a totalização do serviço é que o problema de enchentes no local será resolvido. "Já foram feitas duas etapas da obra e agora na terceira de canalização é o processo para instalar os dutos para que evitar que as águas atinjam as casas", afirmou.

Apesar do susto, a Defesa Civil e o Corpo de Bombeiros não registraram nenhum ferido por causa do temporal.

Disponível em <<http://g1.globo.com/sp/sao-carlos-regiao/noticia/2012/02/tempestade-em-rio-claro-sp-alaga-avenidas-e-lojas.html>>. Acessado em 17 mai 2012

Mulher morre dentro de carro durante enchente em SP

20 de Setembro de 2012 11h56

Notícia

Assine a Newsletter

A+

A-

Assine a Newsletter

Twitter

0

Enviar

Recomendar

Seja o primeiro de seus amigos a recomendar isso.

SOLANGE SPIQUATTI - Agência Estado

Uma mulher morreu afogada no fim da noite de ontem após ser surpreendida por um alagamento em Rio Claro, cidade do interior de São Paulo. De acordo com os bombeiros, a vítima estava dentro de um veículo na Avenida Rio Claro, que fica na parte baixa da cidade, por onde passa o Ribeirão Claro, quando foi pega de surpresa por uma enchente. A água chegou até o teto do veículo e Lourdes Aparecida Sartori não conseguiu sair.

Os bombeiros tentaram reanimá-la e encaminharam a vítima, de 51 anos, para o pronto-socorro da Santa Casa, onde ela morreu. Os bombeiros aconselham as pessoas a saírem do carro durante os alagamentos e aguardar fora do veículo, em lugares altos e de preferência cobertos. Os agentes pedem também que as pessoas evitem trafegar pelas ruas alagadas durante as chuvas.

Disponível em <<http://www.estadao.com.br/noticias/geral,mulher-morre-dentro-de-carro-durante-enchente-em-sp,516032,0.htm>>. Acessado em 18 mai 2012.

Lixo e impermeabilização causam enchentes

por Alessandra Morgado - publicada em 12.1.2011 - atualizada 18/11

Jogar lixo em lugar irregular contribui tanto para os problemas de enchentes e inundações quanto as chuvas. Além disso, as cidades estão cada vez mais impermeabilizadas, ou seja, não há áreas capazes de absorver a água da chuva.



Pontão da avenida 7 intransitável



Jogar aquela latinha pela janela do carro e descartar ilegalmente seu lixo doméstico, entulho ou outros materiais em terrenos baldios, beiras de córregos ou mesmo na beira da linha do trem são ações que contribuem e muito para as enchentes. Além disso, o alto índice de impermeabilização das cidades, o que impede que a água da chuva infiltre no solo, também ajuda a aumentar o problema. A água da chuva tem basicamente três caminhos: evapora, infiltra no solo ou corre por cima do mesmo, quando causa inundações e enchentes.

O Departamento de Defesa Civil de Rio Claro registrou com fotos vários locais da cidade, que sofrem com o problema, além de alertar que a população precisa tomar consciência da necessidade de descartar o lixo adequadamente.

Rodrigo Mateus Rodrigues, membro da Defesa, informou que "o problema não é apenas o mau tempo. Os alagamentos em Rio Claro acontecem, na maioria das vezes, por causa do lixo que entope as galerias e não permite o escoamento regular da água da chuva."

A advogada Mariana Camargo de Oliveira, especialista em Direito Ambiental e mestranda na mesma área, acredita que as causas principais dos alagamentos nas cidades são justamente o lixo descartado de maneira incorreta e a impermeabilização do solo.

A especialista disse que o lixo entope os bueiros e galerias pluviais e a água das chuvas não é absorvida pelo solo que é impermeabilizado. Assim, uma das soluções seria uma maior permeabilização do solo nas cidades por meio de medidas previstas em políticas públicas, como a implantação de asfaltos ecológicos que permitam que a água seja absorvida. Além disso, os municípios deveriam ter mais áreas permeáveis nos quintais de suas casas, o que contribuiria para a diminuição do volume de água pluvial nas galerias.

"A construção de galerias pluviais mais amplas também ajudaria, porém não resolveria o problema. É imprescindível a educação ambiental da população para que não joguem lixo nas vias públicas, descartando-o de maneira adequada. É muito comum vermos as pessoas jogando lixo de seus carros nas ruas e no final das contas elas mesmas serão prejudicadas pelas enchentes causadas pelo entupimento das galerias."

Disponível em <<http://www.guiarioclaro.com.br/materia.htm?serial=143000061>>. Acessado em 18 mai 2012.

Lago Azul transborda e Visconde vira rio

por Ulam Cruz - publicado em 17/11/2011 - atualizado 08/12

As chuvas da noite de domingo causaram transtornos em Rio Claro. O Lago Azul transbordou e a Avenida Visconde virou um 'rio' até a Rua 14. Uma casa na Vila Olinda desabou e há duas crianças e duas mulheres desalojadas.



Em quatro horas, Rio Claro foi atingida por um volume de chuva equivalente a 10 dias. Nas medições do Centro de Análise e Planejamento Ambiental (Cepia) da Unesp da Bela Vista, entre 17 e 21 horas deste domingo, 53 milímetros de água caíram sobre Rio Claro.

"Como as chuvas foram concentradas, tivemos muitas ocorrências em diversas partes da cidade", confirma o coordenador da Defesa Civil em Rio Claro, Danilo Almeida.

A Avenida Visconde do Rio Claro alagou em decorrência do transbordamento do Lago Azul. Com o enchente, peixes foram capturados pela população nas imediações do lago. "Como não temos análise atual de qualidade da água do Lago Azul, os peixes são considerados impróprios para o consumo humano", alerta Almeida.

A Avenida Brasil, entre as Avenidas 50 e 50 também registrou inundações. Na Avenida Ulysses Guimarães, o asfalto próximo à Avenida 5 novamente cedeu e a avenida foi interditada. Na Avenida 28, próximo à Avenida Marginal, na altura da Vila Paulista, o volume de água causou uma "cascata" no pontilhão.

O caso mais grave aconteceu na Rua 10, entre Avenidas 56 e 58 na Vila Olinda. A enxurrada atingiu com forte intensidade uma casa e as paredes desabaram. Duas mulheres e duas crianças ficaram desalojadas.

De acordo com a Defesa Civil, em Rio Claro não há registros de vítimas. "Registramos dezenas de pessoas que ficaram ilhadas com seus carros nos pontos de alagamento, mas não há feridos", confirma Almeida.

Disponível em <<http://www.guiarioclaro.com.br/materia.htm?serial=143000163>>. Acessado em 18 mai 2012.

Em 25/07/2012 - 09:48

Rio Claro inicia obras para acabar com inundações em área da Vila Olinda

Por: Redação Canal Rio Claro

Com mão de obra própria, a prefeitura de Rio Claro iniciou na última segunda-feira, 23, o serviço de reforço no sistema hidráulico da Avenida 56, com Rua 10, na Vila Olinda. Com a conclusão dos trabalhos prevista para os próximos 30 dias, caso o tempo se mantenha estável no período, o drama das inundações em toda a área será solucionado.

O diagnóstico, que revelou toda a extensão do problema, foi feito no início deste ano, por ocasião de fortes chuvas que se abateram sobre a cidade, com a localização de uma galeria enorme subterrânea que, no entanto, apesar de sua capacidade de drenagem das águas pluviais, era alimentada por pequenos buracos, com apenas 400 mm de diâmetro.

Para corrigir a distorção, que obviamente não dava conta de esgotar toda a água de chuva, as obras em curso vão instalar na área mais 20 bocas de lobo, com 800 mm de abertura, coletadas à rede de 1.500 mm, o dobro da capacidade das existentes. "Já começamos a dispor as tubulações no local na última sexta-feira, 20, e nesta segunda-feira entramos com a mão de obra", explicou o secretário de Obras, engenheiro Ivan Falcão De Donato.

O trabalho é coordenado pelo engenheiro Sérgio Kabil e contempla reivindicação antiga daquela comunidade. A obra vai livrar as casas daquela região de serem invadidas pelas águas pluviais já na próxima temporada de chuva.

Disponível em <<http://www.canalrioclaro.com.br/noticia/10814/rio-claro-inicia-obras-para-acabar-com-inundacoes-em-area-da-vila-olinda.html>>. Acessado em 02 jul 2012.

“Enchentes nunca mais” é um engodo

"ENCHENTES NO INOCOOP NUNCA MAIS" - 2012 More info



00:40 / 10:00

Circula há vários dias nas redes sociais um vídeo postado no youtube sobre as inundações no Jardim Inocoop. Depoimentos de moradores revoltados com a propaganda veiculada em jornais, televisão, emissoras de rádio e carnês de IPTU com o slogan “enchentes nunca mais” fazem parte da gravação. Uma comerciante do bairro acusa o prefeito Du Altinari (PMDB) de ser “ladrão de sonhos” e afirma que a propaganda oficial é “criminosa”.

Um comentário para “Enchentes nunca mais” é um engodo

Disponível em <<http://lidebrasil.com.br/site/index.php/2012/02/24/enchentes-nunca-mais-e-um-engodo/>>. Acessado em 18 mai 2012.

Em 22/06/2012 - 15:23

Abastecimento é normalizado no Jardim Inocoop

Por: Redação Canal Rio Claro

 Curtir 0  Tweet 0  +1 0 

O Departamento Autônomo de Água e Esgoto (Daee) de Rio Claro concluiu no início da tarde desta sexta-feira (22), o conserto da rede de abastecimento de água, na Avenida Tancredo Neves - entre as ruas 2 e 3 - Jardim Inocoop. Após a conclusão do serviço, o abastecimento de água foi normalizado para o bairro.

O trabalho da equipe de manutenção foi prejudicado pelas fortes chuvas que atingiram o município na noite da última quarta-feira, a rede está localizada em uma área próxima um barranco, dificultando a movimentação das máquinas e dos funcionários no local.

Mesmo assim, o trabalho foi realizado o mais rápido possível, para diminuir os transtornos aos moradores do bairro.

Disponível em <<http://www.canalrioclaro.com.br/noticia/10179/abastecimento-e-normalizado-no-jardim-inocoop.html>>. Acessado em 11 jul 2012.

Obra anti-enchente está mais de 80% concluída

(por Rodrigo Kikula - publicado em 6. 11. 2011 - atualizado 17:50)

Túnel liner para contenção de água das chuvas do Jardim Inocencio está quase pronto, garante a prefeitura de Rio Claro. Obra foi orçada em mais de R\$ 19 milhões e contou com verba federal do PAC



Autômatas municipais visitaram as obras de construção de túnel liner no Jardim Inocencio.

As obras de construção do túnel liner sob a ferrovia na região do Jardim Inocencio estão mais de 80% concluídas. Na manhã de quarta-feira (2) e na quinta-feira (3), o prefeito Oti Altimieri e o secretário de obras, Ivan Paçô de Domênico, visitaram o canteiro de obras. Durante a visita, o prefeito acompanhou a abertura da entrada do túnel, que representa a finalização de mais uma importante etapa do trabalho.

O projeto contempla ainda a construção de dois "pisconôes" de entrada e saída do túnel. Em seguida será feito o projeto de detalhamento. Altimieri ficou entusiasmado com a rapidez do cronograma das obras. "Com a abertura do túnel, os riscos de ocorrer inundações no bairro Inocencio estão praticamente eliminados", observou.

O secretário Ivan De Domênico lembra que somente na parte relativa ao túnel sob a ferrovia, os investimentos no município são da ordem de R\$ 5,1 milhões. O túnel que está sendo construído terá 4,8 metros de diâmetro e 65,2 metros de extensão, canalizando o córrego da Servidão sob a linha férrea da ALU (América Latina Logística).

O túnel construído pelo método não-destrutivo permitirá a passagem de mais de 72 mil litros de água de chuva por segundo, vazão suficiente para eliminar o problema de inundações na região.

A equipe da Secretaria de Obras do município acompanha diariamente a execução de todas as etapas das obras contra enchentes na região do Jardim Inocencio. "É uma obra de grande responsabilidade e foi executada sem interromper uma das mais importantes ferrovias do país", destacou Ivan De Domênico.

A empresa Tejar, vencedora da concorrência pública, é reconhecida pela execução de obras importantes e pela utilização de tecnologias avançadas, principalmente em procedimentos não-destrutivos, especialidade apta para a construção de túneis viários, de drenagem e saneamento. A empresa já trabalhou na construção de túneis para a Companhia Vale do Rio Doce.

Vazão de água pluvial

O projeto completo na região do Inocencio está orçado em mais de R\$ 19 milhões. Financiamento obtido no Ministério das Cidades, relativo ao Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), destinou R\$ 19,6 milhões ao município. Com a implantação de todo o projeto de drenagem, que contempla a execução de galeria de águas pluviais, canalização de trecho do Córrego da Servidão e a construção de túnel liner pelo método não-destrutivo sob a ferrovia, a prefeitura pretende elevar em 100% a capacidade de vazão do Córrego da Servidão, que também terá o seu traçado retilizado em geótilis tipo colchão após a ferrovia, eliminando os problemas de inundação na região.

Durante as visitas às obras, o prefeito esteve acompanhado pelo superintendente do Cade, Geraldo Gonçalves Pereira, pelo secretário Agnelo de Silva Neto (Habitação) e pelos vereadores Sérgio Desideri, Maria do Carmo Guilherme, Juliano Lopes e Rafael Picelli.

Disponível em <<http://www.guiarioclaro.com.br/materia.htm?serial=155000225>>. Acessado em 18 mai 2012.

Jd. Nova Rio Claro teme por novas inundações

SC www.guiarioclaro.com.br

A ocupação do Nova Rio Claro começou há mais de 30 anos, e de forma desordenada. Moradores da Rua 21 já enfrentaram diversas enchidas. A pior ocorreu em 2005 e trouxe muito prejuízo.

Edney Naves

Durante esta época de chuvas constantes, os moradores da Rua 21, no Jardim Nova Rio Claro, temem agravamento e mais e mais visitas para o líder. Assim que o tempo começa a se dissipar e as nuvens carregadas anunciam mais uma tempestade, as pessoas correm numa desesperada tentativa de salvar os móveis, roupas e demais pertences de uma possível enchente. O risco é concreto e quer mais lá. Infelizmente, não é acompanhado com esse nível. Ous já enfrentaram mais de cinco enchentes e a por cima foi em 2005, quando a força da água inundou as casas e arrastou uma casa. Depois que o Rio Colômbia transbordou.

A prefeitura municipal já transferiu quase 50 famílias para o local. Elas foram transferidas para o conjunto habitacional 210 nos bairros Parque Alvorada e Jardim Novo. Mas nem todos aceitaram a proposta do Poder Executivo e, apesar das horas, se recusam a deixar suas residências. Daniel Rodrigues é um deles. "A proposta que foi oferecida não trouxe nenhum benefício. Não posso trocar minha casa, feita com muito suor, por um imóvel novo e não sou eu quem vou sair", reclama. Enquanto a questão de água ainda persiste e a prefeitura municipal prossegue os trabalhos da Defesa Civil monitorando diariamente o nível do Rio Colômbia.

Disponível em <<http://jornalcidade.uol.com.br/rioclaro/dia-a-dia/bairros/86204-oposicao-ataca-ineficacia-de-obra-no-inocoop->>. Acessado em 02 jul 2012.



Disponível em <<http://jornalcidade.uol.com.br/rioclaro/dia-a-dia/bairros/85043-Moradores-do-Jd-Sao-Paulo-temem-novas-inundacoes-no-bairro->>. Acessado em 02 jul 2012.



Disponível em <<http://jornalcidade.uol.com.br/rioclaro/dia-a-dia/bairros/86815-Obra-do-Inocoop-corresponde-ao-planejado-pela-prefeitura>>. Acessado em 02 jul 2012.

Chuva torrencial causa transtorno em vários pontos de Rio Claro



Por volta das 21h de sábado (21), uma chuva com um índice pluviométrico assustador, 83mm em 40 minutos, levou pânico a vários pontos do município de Rio Claro.

Na Avenida Visconde do Rio Claro, Tancredo Neves até o Inocoop, Pontilhão da rua 7, Pontilhão da Washington Luiz, pontilhão do Jardim Primavera e alguns outros locais também apresentaram alagamento e alguns estragos em veículos.

Na Visconde do Rio Claro, um munícipe chegou a pegar um peixe na altura da rua 14. No Inocoop, onde a água atingiu quase dois metros de altura, um poste de energia elétrica foi derrubado provocando um curto circuito e pânico nos moradores que estavam por perto.

"As obras de drenagem que estão sendo executadas no Inocoop, estão com 70% de sua totalidade pronta. Porém, somente com toda a obra pronta será possível suportar tamanha quantidade de água que caiu no município em tão pouco tempo", comenta Danilo de Almeida, diretor da Defesa Civil de Rio Claro.

Quantidade de água foi assustadora

Foi registrado pela Defesa Civil de Rio Claro um índice pluviométrico de 83mm de chuva em apenas 40 minutos. Já o Ceapla, registrou em seus aparelhos instalados na Unesp da Bela Vista, 68mm de chuva em apenas 45 minutos, por volta das 21h de sábado (21).

Em todo o mês de janeiro de 2011 choveu 220mm. Entre o dia 21 e 22 daquele mês houve uma precipitação pluviométrica de 91mm, porém em 24 horas de chuva.

A grande enchente de 2010, quando foi registrado uma morte e um dos maiores alagamentos do Inocoop, a precipitação pluviométrica foi de 116mm em 24 horas de chuva.

O que significa 83mm de chuva?

Cada milímetro de chuva representa um litro de água a cada metro quadrado. Portanto em Rio Claro no último sábado, em 40 minutos, por volta das 21h, cada metro quadrado da cidade recebeu 83 litros de água. A topografia do município levou a que milhões e milhões de metros quadrados, cada um com 83 litros, despejassem na Visconde do Rio Claro todo o volume de água captado durante aqueles 40 minutos.

Toda esta água que vem parar na Visconde, escorre diretamente pela Tancredo Neves a caminho do Corrego da Servidão que vai em direção ao bairro Inocoop. Além de toda esta água, o bairro também recebe, através das canalizações construídas inadvertidamente pela Centrovias, toda a vazão das águas da chuva captada na Via Kennedy e em uma extensão de aproximadamente 3 mil metros da Rodovia Washington Luiz.

Imagina-se, portanto, quantos bilhões de litros de água que aquela região recebeu em apenas 40 minutos.

Comentários

Em relação ao Inocoop, de acordo com o secretário de obras de Rio Claro, o que realmente aconteceu foi que as obras em andamento, no final da Avenida Tancredo Neves, provocaram um represamento da água que passou por cima do asfalto, fazendo com que o nível subisse e provocasse todo aquele estado de coisas que só os moradores e comerciantes locais podem avaliar. "Apesar de todo este estrago, podemos afirmar que o nível da vazão da passagem sob a ferrovia não atingiu o seu máximo, o que prova que as obras quando prontas deverão suportar chuvas da mesma magnitude que a apresentada no último sábado", comentou o secretário de obras, Ivan De Domênico.

O comerciante Carlos Trovó, que tem uma borracharia naquela avenida não concordou com a posição do secretário de obras e acredita que a calamidade das enchentes não será eliminada. "Infelizmente, depois de sábado, já não acredito que esta obra vá eliminar por completo as enchentes locais", comentou.

Disponível em <<http://diariodorioclaro.com.br/2012/02/15/chuva-torrencial-causa-transtorno-em-varios-pontos-de-rio-claro-56263/>>. Acessado em 11 jul 2012.