

Trabalho de Conclusão de Curso  
Curso de Graduação em Geografia

A INTEGRAÇÃO DE DADOS FÍSICO-NATURAIS E ANTRÓPICOS PARA A  
ANÁLISE DE RISCO À INUNDAÇÃO NA CIDADE DE LIMEIRA SP

Luis Fernando Riquetti dos Santos

Prof(a).Dr(a). Andréia Medinilha Pancher

Rio Claro (SP)

2018

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

LUÍS FERNANDO RIQUETTI DOS SANTOS

A INTEGRAÇÃO DE DADOS FÍSICO-NATURAIS E  
ANTRÓPICOS PARA A ANÁLISE DE RISCO À INUNDAÇÃO  
NA CIDADE DE LIMEIRA 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

2018

LUÍS FERNANDO RIQUETTI DOS SANTOS

A INTEGRAÇÃO DE DADOS FÍSICO-NATURAIS E  
ANTRÓPICOS PARA A ANÁLISE DE RISCO À INUNDAÇÃO  
NA CIDADE DE LIMEIRA 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(a).Dr(a). Andréia Medinilha Pancher (orientador)  
IGCE/UNESP/Rio Claro-SP

---

Prof(a).Dr. Diego Correa Maia DG/IGCE/UNESP/Rio Claro-SP

---

Prof(a).Dr(a). Cenira Maria Lupinacci  
IGCE/UNESP/Rio Claro-SP

Rio Claro, 15 de Outubro de 2018.

Assinatura do(a) aluno(a)

assinatura do(a) orientador(a)

S237i

SANTOS, LUÍS FERNANDO RIQUETTI DOS  
A INTEGRAÇÃO DE DADOS FÍSICO-NATURAIS E  
ANTRÓPICOS PARA A ANÁLISE DE RISCO À INUNDAÇÃO  
NA CIDADE DE LIMEIRA SP / LUÍS FERNANDO RIQUETTI  
DOS SANTOS. -- , 2018

82 p. : il., tabs., fotos, mapas + 1 CD-ROM

Trabalho de conclusão de curso ( - ) - Universidade Estadual  
Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Araraquara,  
Orientador: Andréia Medinilha Pancher

1. Área Urbana. 2. Risco à Inundação. 3. Análise Multicritério. 4.  
Sistema de Informação Geográfica (SIG). I. Título.

## RESUMO

Nas últimas décadas, o processo de urbanização vem se intensificando, contudo, sem um planejamento adequado, submetendo a população a situações de risco, devido aos desastres frequentes que ocorrem nas cidades. Neste contexto, as enchentes, inundação é um exemplo desses desastres que ocorrem frequentemente, atingindo muitos municípios do país, assim como a maioria das cidades que se instalaram nas proximidades de rios e córregos, resultando em impactos socioeconômicos e ambientais. Assim, este estudo teve como objetivo identificar as áreas susceptíveis à inundação, através da integração de aspectos físico-naturais e antrópicos da área urbana de Limeira SP, com apoio nas geotecnologias. Para o propósito, foram integrados mapas temáticos (Hipsométrico, Declividade, Uso da Terra e Áreas de Preservação Permanente) através da análise multicritérios, para elaborar o mapa de Suscetibilidade à Inundação. Os dados pluviométricos também foram analisados, considerando-se um período de 9 anos (2010 a 2018), assim com as Ocorrências de Inundação identificadas em notícias de jornais locais, a fim de correlacionar os anos de chuvas com as ocorrências de inundações. Os resultados obtidos nessa pesquisa permitiram identificar e classificar as áreas de risco de inundação, sendo comparado com os pontos de alagamento e inundação divulgados nos jornais, os quais permitiram confirmar os pontos críticos e indicar áreas mais susceptíveis a ocorrências futuras (por exemplos, a marginal Tatu e as margens do córrego Vista Alegre). Também, foi possível analisar as áreas de conflitos de usos em Áreas de Preservação Permanente (APP), verificando-se setores degradados, abrangendo áreas construídas e gramíneas. No decorrer, foram realizados 12 trabalhos de campo, para análise e caracterização das áreas de risco; adquirir amostras (fotos) para o mapa de uso da Terra e aplicação dos questionários. Os resultados desta pesquisa poderão servir de subsídio à administração pública municipal, visando um adequado planejamento do uso das terras da área urbana.

Palavra-chave: Área Urbana; Risco à Inundação; Análise Multicritério; Sistema de Informação Geográfica (SIG).

## ABSTRACT

In the last decades, the process of urbanization has been intensifying, however, without adequate planning, subjecting the population to situations of risk, due to the frequent disasters that occur in the cities. In this context, floods, flooding is an example of these often occurring disasters reaching many municipalities of the country, as well as most of the cities that have settled in the vicinity of rivers and streams, resulting in socioeconomic and environmental impacts. Thus, this study aimed to identify areas susceptible to flooding, through the integration of physical-natural and anthropic aspects of the urban area of Limeira SP, with support in geotechnologies. For this purpose, thematic maps (Hypsometric, Declivity, Land Use and Permanent Preservation Areas) were integrated through the multi-criteria analysis to elaborate the flood susceptibility map. Rainfall data were also analyzed, considering a period of 9 years (2010 to 2018), as well as the Flood Occurrences identified in news from local newspapers, in order to correlate rainy years with flood events. The results obtained in this research allowed to identify and classify flood risk areas, being compared with flood and flood points published in the newspapers, which allowed to confirm the critical points and indicate areas more susceptible to future events (for example, the marginal Tatu and the banks of the Vista Alegre stream). Also, it was possible to analyze the areas of use conflicts in Areas of Permanent Preservation (APP), being verified degraded sectors, covering constructed areas and grasses. During the course, 12 field studies were carried out to analyze and characterize the risk areas; acquire samples (photos) for the land use map and application of the questionnaires. The results of this research may serve as a subsidy to the municipal public administration, aiming at an adequate planning of the use of urban land.

**Keyword:** Urban área, Flood Risk; Multicriteria Analysis; Geographic Information System (GIS)

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Características dos leitos dos rios.....	12
Figura 2 - Perfil esquemático do processo de enchente e inundação.....	14
Figura 3 - Diferenciação entre inundação gradual e brusca.....	15
Figura 4 - Localização da área de estudo.....	22
Figura 5 - Mapa Hipsométrico do perímetro urbano de Limeira/SP.....	29
Figura 6 - Mapa de Declividade do perímetro urbano de Limeira/SP.....	30
Figura 7 - Classes de Uso da Terra do perímetro urbano de Limeira/SP – 2010/11.....	33
Figura 8 - Questionário estruturado.....	39
Figura 9 - Fórmulas para cálculo do tamanho de amostras para populações infinitas.....	40
Figura 10 - Uso da Terra (Km <sup>2</sup> ).....	42
Figura 11 - Mapa de Uso da Terra - perímetro Urbano de Limeira SP.....	43
Figura 12 - Usos da Terra na APP (%).....	45
Figura 13 - Usos nas APP.....	46
Figura 14 - Conflitos de Usos nas Áreas de Proteção Permanente no Perímetro Urbano de Limeira/SP.....	48
Figura 15 - Mapa de Risco à Inundação.....	50
Figura 16 - Ocorrências de inundação na área urbana de Limeira/SP (2010 – 2018).....	51
Figura 17 - Precipitação e ocorrências de inundação (2010 – 2012).....	52
Figura 18 - Mapa de Risco à Inundação e pontos registrados nas notícias de jornais.....	53
Figura 19 - Pontos de parada no Trabalho de Campo.....	55
Figura 20 - Trabalho de Campo - Ponto de parada 1.....	56
Figura 21 - Trabalho de Campo - Ponto de parada 2.....	57
Figura 22 - Trabalho de Campo - Ponto de parada 3.....	57
Figura 23 - Trabalho de Campo - Ponto de parada 4.....	57
Figura 24 - Trabalho de Campo - Ponto de parada 5.....	58
Figura 25 - Trabalho de Campo - Ponto de parada 6.....	58
Figura 26 - Trabalho de Campo - Ponto de parada 7.....	58
Figura 27 - Trabalho de Campo - Ponto de parada 14.....	59
Figura 28 - Trabalho de Campo - Ponto de parada 8.....	60
Figura 29 - Trabalho de Campo - Ponto de parada 9.....	60
Figura 30 - Trabalho de Campo - Ponto de parada 10.....	60
Figura 31 - Trabalho de Campo - Ponto de parada 11.....	61
Figura 32 - Trabalho de Campo - Ponto de parada 12.....	61
Figura 33 - Trabalho de Campo - Ponto de parada 13.....	61
Figura 34 - Trabalho de Campo - Ponto de parada 15.....	63
Figura 35 - Trabalho de Campo - Ponto de parada 16.....	63
Figura 36 - Trabalho de Campo - Ponto de parada 17.....	63
Figura 37 - Trabalho de Campo - Ponto de parada 18.....	64
Figura 38 - Trabalho de Campo - Ponto de parada 19.....	64
Figura 39 - A população conhece o projeto Operação só Cacareco?.....	66
Figura 40 - A população entende que o projeto é efetivo?.....	66
Figura 41 - Materiais depositados em áreas próximas as residências.....	67
Figura 42 - Nas áreas próximas a sua casa você considera o risco à inundação?.....	68
Figura 43 - Meio de comunicação para divulgar informações sobre as inundações.....	69
Figura 44 - Principais fatores que colaboram para as inundações.....	70
Figura 45 - Locais com depósitos inadequados de lixos e móveis velhos.....	70

Figura 46 - O papel da prefeitura em relação às áreas de inundações.....	71
Figura 47 - Comércio próximos a rotatória da Laranjeiras.....	72

## SUMÁRIO

<b>01. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA</b> .....	8
<b>2. OBJETIVO</b> .....	10
2.1 Objetivo Geral.....	10
2.2 Objetivos Específicos.....	10
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	11
3.1 Urbanização e Impermeabilização dos solos.....	11
3.2 Alagamento, enchente e inundação .....	13
3.3 Medidas mitigadoras para minimizar os problemas das inundações .....	15
3.4 A relevância do Geoprocessamento para análise de inundação: ênfase aos SIG .....	17
<b>4. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO</b> .....	21
4.1 Localização da Área de Estudo .....	21
4.2 Aspectos Físicos .....	23
4.3 Aspectos Históricos.....	24
<b>5. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	26
5.1 Material .....	26
5.2 Procedimentos Metodológicos .....	27
5.2.1 Levantamento bibliográfico, de documentos cartográficos e produtos sensores .....	27
5.2.2 Base Cartográfica.....	27
5.2.3 Elaboração dos Mapas Temáticos.....	28
5.2.3.1 Mapa Hipsométrico.....	28
5.2.3.2 Mapa de declividade.....	30
5.2.3.3 Mapa de Uso da Terra .....	31
5.2.3.4 Mapa de Área de Preservação Permanente .....	34
5.2.3.5. Mapa de Fragilidade à Inundação: Análise Multicritérios .....	35
5.2.4. Registros de alagamentos e inundações através das notícias de jornais ....	36
5.2.5. Dados pluviométricos .....	37
5.2.6. Trabalho de campo .....	37
5.2.7 Aplicação de questionários .....	38
<b>6. ANÁLISE DOS RESULTADOS</b> .....	41
6.1 Análise dos Mapas Temáticos .....	41
6.1.1 Mapa uso da Terra.....	41
6.1.3. Mapa de Área de Preservação Permanente .....	45
6.1.4 Mapa de Risco à Inundação .....	49

<b>6.2. Registros de alagamentos e inundações em notícias de jornais e dados pluviométricos .....</b>	<b>51</b>
<b>6.3 Trabalhos de campo .....</b>	<b>54</b>
<b>6.4.1 Ribeirão Tatu .....</b>	<b>56</b>
<b>6.4.2 Córrego do Vargas .....</b>	<b>59</b>
<b>6.4.3 Córrego Barroca Funda .....</b>	<b>62</b>
<b>6.5 Questionários .....</b>	<b>65</b>
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>74</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>77</b>

## 01. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

No Brasil, nas últimas décadas a urbanização vem ocorrendo de forma intensa e desorganizada, colocando a população em situações de risco devido aos desastres naturais que se tornam cada vez mais presentes no cotidiano das pessoas. As enchentes, inundações e alagamentos são exemplos desses desastres que vêm atingindo muitas cidades do país e se tornando frequentes, causando impactos socioeconômicos e ambientais. Saito et. al. (2015) consideram as cidades com alta potencialidade para prejuízos socioeconômicos e ambientais, devido à alta concentração populacional que potencializa o número de vítimas e pessoas afetadas.

As cidades se desenvolvem próximas as margens dos rios, muitas vezes sem o planejamento adequado se tornam áreas passíveis de moradia e construção de vias de transportes, estimulando uma intensa ocupação. As áreas de fundo de vale foram incorporadas por sistemas viários, para isso muitos foram retificados e canalizados, a céu aberto ou em galerias, para permitir a construção do mesmo, significando que sazonalmente estão sujeitas a alagamento e inundação (CANHOLI, 2014).

Com a urbanização, os solos tendem a se impermeabilizar, acelerando o escoamento superficial, aumentando o volume de água nos canais e condutos que precisam ter a capacidade de escoá-la. Para Tucci (2012) esse processo gera o aumento da vazão máxima e sua frequência das inundações; aumento da velocidade do escoamento resultando em erosão do solo e produção de sedimentos para o sistema de drenagem; aumento dos resíduos sólidos que escoam para o sistema de condutos, podendo causar o entupimento e a redução da capacidade de escoamento de condutos e canais, produzindo inundações. Além disso, ocorre a deterioração da qualidade da água pluvial, devido à lavagem das superfícies urbanas.

Este cenário se torna cada vez mais comum nas cidades acarretando em graves problemas como a perda de vidas e bens materiais. Amaral e Ribeiro (2012) também consideram que o número de afetados pelas inundações é elevado e seus efeitos são diretos e indiretos. Os efeitos diretos são as mortes por afogamentos, destruição de moradias e danos materiais; já os efeitos indiretos correspondem às doenças transmitidas por água contaminada como leptospirose, febre tifoide, hepatite e cólera.

A ocupação em áreas de riscos muitas vezes é uma situação resultante do problema de habitação do país, que se mostra deficitário. Além disso, a diminuição de renda ou o desemprego dos trabalhadores agrava ainda mais essa situação. Diante dessa situação, Santos (2017) afirma que esses problemas e a dificuldade de uma habitação adequada, forçam as pessoas a se instalarem em áreas frágeis e periféricas, como por exemplo: as Áreas de Proteção Permanente (APP). Ainda, destaca que as casas nestas áreas são desprovidas de saneamento básico, equipamentos e serviços públicos, gerando um grave problema ambiental, colocando a população em situação de risco.

Neste cenário, o município de Limeira/SP, vem sofrendo nos últimos anos com eventos das inundações, colocando em risco a vida das pessoas e os bens materiais. De acordo com manchetes do O Globo, de janeiro de 2011: “Carro cai em buraco e mulher morre arrastada por enxurrada em Limeira, SP. A mulher vítima do acidente não conseguiu sair a tempo do carro e foi arrastada pelo córrego Barroca Funda; o carro foi encontrado dez quilômetros do local do acidente”. “Após o asfalto ceder próximo a rotatória do Cecap, três carros caíram no buraco e foram arrastados pelas águas”.

Em um caso mais recente, do dia 18 de janeiro de 2018, ocorreram 6 pontos de inundação e alagamento, como foi registrado pelo jornal eletrônico Notícias de Limeira. Os locais afetados foram: Ponte Preta, Rotatória do Tigrinho, Marginal Tatu (próximo ao Residencial Parque dos Sabiás e à antiga União), Avenida Ana Carolina de Barros Levy e Mercado Modelo. Ainda, um carro ficou preso na Ponte Preta e foi retirado pela Defesa Civil.

Assim, a cidade de Limeira vem mostrando nos últimos anos que esses problemas são recorrentes, mesmo com a realização de obras de engenharia. Desse modo, essa pesquisa teve como foco central delimitar as principais áreas susceptíveis a inundação, na área compreendida pelo perímetro urbano. Vale salientar, que a identificação e o mapeamento dessas áreas são essenciais para a tomada de decisão, principalmente, para o eficaz planejamento urbano e prevenir possíveis perdas materiais e, principalmente, humanas. Através da aplicação de questionário junto à população afetada, buscou-se entender o ponto de vista da população sobre o problema e as ações que prefeitura vem tomando nos últimos anos.

## **2. OBJETIVO**

A pesquisa foi desenvolvida com base nos seguintes objetivos:

### **2.1 Objetivo Geral**

Esta proposta de pesquisa teve como objetivo fundamental identificar as áreas de risco à inundação, na área urbana de Limeira SP, através dos aspectos físico-naturais (Hipsometria e Declividade) e antrópicos (Usos e Ocupação das Terras e Conflito dos Usos em APP), integradas pela análise multicritérios, com apoio nas geotecnologias.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- A. Conhecer as características físico-naturais (Hipsometria, Declividade e APP) e antrópicas (Uso da Terra) da área urbana de Limeira SP;
- B. Conhecer os tipos de usos e ocupação das terras da cidade de Limeira SP, a fim de identificar quais exercem maior influência no processo de inundação;
- C. Através da integração dos aspectos físico-naturais e antrópicos, identificar e classificar (muito baixo, baixo, médio, alto e alto risco) as áreas de risco às inundações na área urbana do município.
- D. Realizar uma análise de conflito do uso do solo urbano em APP

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

A revisão de literatura foi realizada para obter embasamento teórico sobre a temática, procurando-se entender: o processo de urbanização, pois esse leva a impermeabilização do solo; os conceitos de inundação, alagamento e enchente; quais medidas podem ser adotadas para minimizar o problema das inundações; e, a relevância do Geoprocessamento para as análises de inundações, com ênfase nos SIG.

#### 3.1 Urbanização e Impermeabilização dos solos

A crescente urbanização, aliada a alta taxa de impermeabilização do solo, com eventos climáticos de alta intensidade, resultam em grandes volumes de água que não são capazes de escoar devido à elevada vazão. Esses processos originam as enchentes e inundações, definidas por Santos (2017) como uma equação básica de enchentes urbanas, onde o volume crescente de águas pluviais, com tempo menor para escoamento, não são capazes de lhe dar vazão. A impermeabilização forçada da cidade reduz a capacidade do solo em reter as águas da chuva, lançando assim um grande volume em seu sistema de drenagem, o qual não tem o dimensionamento adequado para tal efeito, resultando nas enchentes.

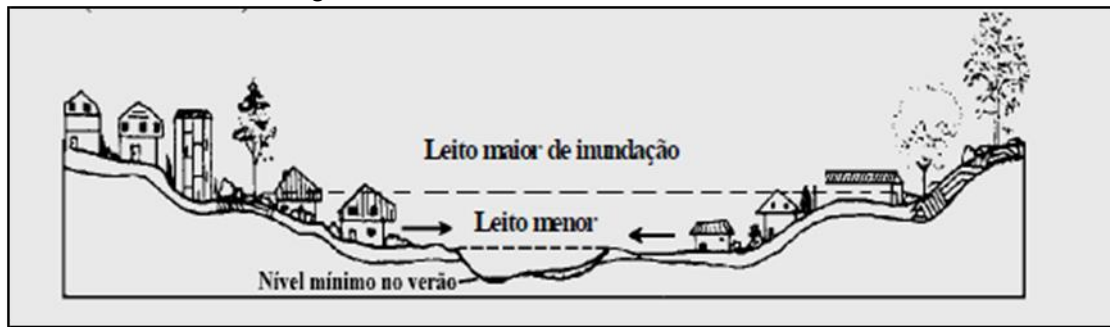
Sobre esse processo, Tucci (2003, p. 90 - 91) considera que:

“O desenvolvimento urbano altera a cobertura vegetal provocando vários efeitos que alteram os componentes do ciclo hidrológico natural. Com a impermeabilização do solo através de telhados, ruas, calçadas e pátios, a água que infiltrava, passa a escoar pelos condutos, aumentando o escoamento superficial. O volume que escoava lentamente pela superfície do solo e ficava retido pelas plantas, com a urbanização, passa a escoar no canal, exigindo maior capacidade de escoamento das seções”.

Em relação aos processos de ocupação urbana e inundação, podemos considerar dois desses que podem provocar inundações e impactos nas áreas urbanas, podendo ocorrer isoladamente ou combinados. Para Tucci (2005):

*Inundações de áreas ribeirinhas*: são as inundações naturais que ocorrem no leito maior dos rios devido à variabilidade temporal e espacial da precipitação e do escoamento na bacia hidrográfica; *Inundações devido à urbanização*: são as inundações que ocorrem na drenagem urbana devido ao efeito da impermeabilização do solo, canalização do escoamento ou obstruções ao escoamento. (TUCCI, 2005 p. 28). (figura 1).

Figura 1- Características dos leitos dos rios



Fonte: Tucci, 2005, p. 28.

A ocorrência de inundação, enchente e alagamento são resultados da combinação entre os fatores naturais e antrópicos. Os condicionantes naturais que mais se destacam são as formas do relevo; características da rede de drenagem da bacia hidrográfica; intensidade, quantidade, distribuição e frequência das chuvas; características do solo e o teor de umidade; presença ou ausência da cobertura vegetal. Dentre os principais condicionantes antrópicos citam-se o uso e ocupação irregular nas planícies e margens de cursos d'água; disposição irregular de lixo nas proximidades dos cursos d'água; alterações nas características da bacia hidrográfica e dos cursos d'água (vazão, retificação e canalização de cursos d'água, impermeabilização do solo, entre outras); intenso processo de erosão dos solos e de assoreamento dos cursos d'água (AMARAL E RIBEIRO, 2012).

As ações antrópicas alteram o meio físico, sendo determinantes para a ocorrência de enchentes e inundações, principalmente nas áreas urbanas. Segundo o Ministério das Cidades/IPT (2007, p.98):

[...] Nas cidades brasileiras a expansão urbana se dá com um conjunto de ações que modificam as condições originais do ciclo hidrológico de uma dada região: o desmatamento, a exposição dos terrenos à erosão e consequente assoreamento dos cursos d'água, a impermeabilização dos terrenos, os diversos tipos de intervenção estrutural nos cursos d'água e, principalmente, no tocante à questão de risco, a ocupação desordenada dos seus terrenos marginais.

Para Braga (1994, apud CANHOLI, 2014) esses problemas são reflexos encontrados principalmente em países subdesenvolvidos, como o Brasil, onde ocorreu a expansão urbana rápida e sem infraestrutura adequada para a drenagem, sem a conscientização da população, sem planos em longo prazo, sem contar a precariedade dos sistemas de controle. Ainda, destaca o papel das políticas públicas

sobre o planejamento de drenagem urbana, as quais devem ser base para a tomada de decisões pelo poder público, visando atender o presente e o futuro de forma eficiente, baseados em projetos, operações e manutenções.

### 3.2 Alagamento, enchente e inundação

Os termos alagamento, enxurrada, enchente e inundação são usualmente utilizados e tratados como sinônimos pela população, Defesa Civil e pela mídia. Por isso, surge a necessidade de entender o significado de cada termo, assim como os processos que levam a ocorrer determinado problema.

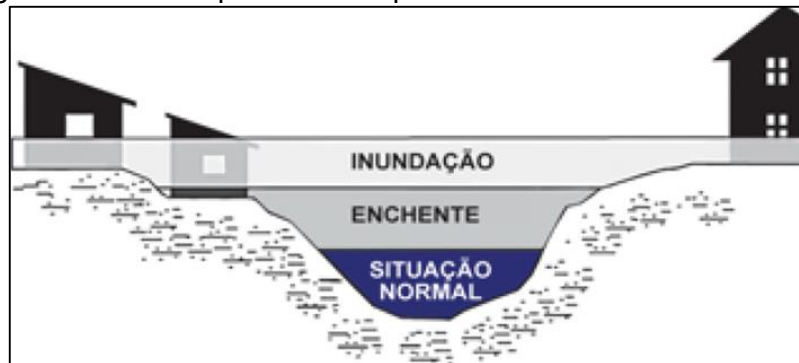
Esses eventos são recorrentes nas cidades brasileiras, principalmente aquelas com alto nível de urbanização e em razão da ocupação de áreas inadequadas, colocando a população em situação de risco. Esses fenômenos vêm se tornando comuns e frequentes e são causados por chuvas rápidas e fortes ou chuvas intensas de longa duração. Para estudar esses fenômenos, os conceitos básicos são fundamentais para compreender o que está ocorrendo e como podemos tomar as medidas mais adequadas. Assim, de acordo com o IPT (2007), apresentam-se no quadro 1 os conceitos básicos importantes referentes à temática dessa pesquisa, os quais são ilustrados na figura 2.

Quadro 1 - Definições básicas

Enchente	Elevação temporária do nível d'água em um canal de drenagem, devido ao aumento da vazão ou descarga
Inundação	Processo de extravasamento das águas do canal de drenagem para as áreas marginais (planície de inundação, várzea ou leito maior do rio), quando a enchente atinge cota acima do nível máximo da calha principal do rio
Alagamento	Acúmulo momentâneo de águas em uma dada área, decorrente da deficiência do sistema de drenagem

Fonte: IPT, 2007, p. 90 – 94.

Figura 2 - Perfil esquemático do processo de enchente e inundação



Fonte: IPT, 2007, p. 92

Considerando essas diferenças, o Anuário de Desastres Naturais (BRASIL, 2014) complementa os conceitos, descrevendo que entre esses processos há diferenças que devem ser apontadas, as quais estão relacionadas a condicionantes naturais ou antrópicos.

Desse modo, os alagamentos são definidos como:

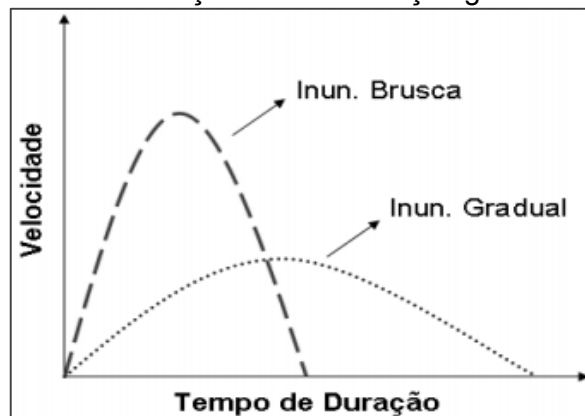
A extrapolação da capacidade de escoamento de sistemas de drenagem urbana e conseqüente acúmulo de água em áreas rebaixadas, atingindo ruas, calçadas ou outras infraestruturas urbanas, em decorrência de precipitações intensas. A ocorrência dos alagamentos está diretamente relacionada aos sistemas de drenagem urbanos. De modo geral, a urbanização promove a canalização dos rios e as galerias acabam por receber toda a água do escoamento superficial (BRASIL, 2014, p. 62).

Já a inundação:

É a submersão de áreas fora dos limites normais de um curso de água em zonas que normalmente não se encontram submersas. O transbordamento ocorre de modo gradual, geralmente ocasionado por chuvas prolongadas na bacia hidrográfica. (BRASIL, 2014, p. 69).

Para entender melhor sobre as inundações urbanas e como desenvolver medidas mitigadoras, é necessário entender os processos que causam o evento. Kobiyama et al. (2006) dividem as inundações em dois tipos: inundação gradual e inundação brusca, relacionando-as com o tempo e a velocidade (Figura 3), pois ocorrem e impactam de maneiras diferentes. As Inundações graduais estão relacionadas com longos períodos de chuvas, que se mantem durante um longo tempo, escoando gradualmente; e as inundações bruscas são provocadas por chuvas intensas e concentradas com elevação e o escoamento rápidos, com maior violência, provocando maiores perdas (CASTRO, 2003).

Figura 3 - Diferenciação entre inundação gradual e brusca



Fonte: Kobiyama, 2006, p.47

As tempestades contribuem para esses eventos, principalmente quando ocorrem de forma repentina, podendo ocorrer de forma rápida e inesperada tendo resultados mais graves, como perdas materiais e de vidas. Para Tucci (1997) esses eventos costumam acontecer devido a tempestades intensas, decorrentes de descargas provindas de Cumulus Nimbus, que são nuvens grandes e muito carregadas. Estes eventos podem durar de minutos a horas, pois dependem de diversos fatores, ou seja, intensidade e duração da chuva, em conjunto com as características topográficas do local, condições do solo e da cobertura da terra.

### 3.3 Medidas mitigadoras para minimizar os problemas das inundações

As Leis Ambientais são fundamentais para a prevenção de desastres naturais e para amenizar a situação de risco da população. Nesse aspecto, destaca-se a lei do Código Florestal (Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012), a qual trata das Áreas de Preservação Permanente (APP). Essas áreas protegidas pela legislação podem ser públicas ou privadas, sendo ambientalmente frágeis e vulneráveis, tanto em áreas urbanas como rurais. O Ministério do Meio Ambiente (BRASIL) destaca a importância dessa lei para área urbana, contribuindo para:

A proteção do solo prevenindo a ocorrência de desastres associados ao uso e ocupação inadequados de encostas e topos de morro;

A proteção dos corpos d'água, evitando enchentes, poluição das águas e assoreamento dos rios;

A manutenção da permeabilidade do solo e do regime hídrico, prevenindo contra inundações e enxurradas, colaborando com a recarga de aquíferos e evitando o comprometimento do abastecimento público de água em qualidade e em quantidade;

A função ecológica de refúgio para a fauna e de corredores ecológicos que facilitam o fluxo gênico de fauna e flora, especialmente entre áreas verdes situadas no perímetro urbano e nas suas proximidades,

A atenuação de desequilíbrios climáticos intra-urbanos, tais como o excesso de aridez, o desconforto térmico e ambiental e o efeito "ilha de calor".

Com relação à importância das Leis para a prevenção dos desastres naturais, Tominaga (2012) enfatiza a necessidade de respeitar e fazer respeitar, com uma fiscalização rigorosa a legislação ambiental, principalmente a respeito às áreas de preservação permanente (APP) que são constituídas por margens de corpos d'água, encostas íngremes e topo de morros, naturalmente suscetíveis à inundação e a escorregamentos; se essas áreas forem ocupadas, podem se tornar áreas de risco.

No âmbito municipal, as diretrizes a serem seguidas tem como base a Lei Orgânica, onde são criadas leis que regem o município. Com relação a essas leis, em Limeira SP, destacam-se alguns aspectos importantes para esse estudo. No Título V, capítulo IV da Política do Meio Ambiente, seção III dos Recursos Hídricos, Art. 264:

V - Proceder ao zoneamento das áreas sujeitas a riscos de inundações, erosão e escorregamento do solo, estabelecendo restrições e proibições ao uso, parcelamento e edificação, nas áreas consideradas impróprias ou críticas, de forma a preservar a segurança e a saúde pública;

XIII - Controlar as águas pluviais de forma a mitigar e compensar os efeitos da urbanização no escoamento das águas e na erosão do solo;

XV - Capacitar sua estrutura técnico-administrativa para o conhecimento do meio físico do território municipal, do seu potencial e vulnerabilidade, com vistas à elaboração de normas e à prática das ações sobre o uso e ocupação do solo, zoneamento, edificações e transporte;

XVII - Adotar, sempre que possível, soluções não estruturais, quando da execução de obras de canalização e drenagem de água. (LIMEIRA, 1992. p 98 - 99).

As leis visam garantir a segurança da população, mas muitas vezes não são respeitadas, colocando a população em risco. Na tentativa de conter os problemas enfrentados quanto as enchentes, enxurradas, alagamentos e inundações, são utilizadas medidas mitigadoras, podendo ser estruturais e não estruturais. As medidas estruturais são obras engenharia realizadas com o objetivo de corrigir ou prevenir esses problemas. As medidas não estruturais são aquelas que procuram reduzir os impactos por meio de introdução de normas, regulamentos e programas que visam o disciplinamento do uso e ocupação do solo, a implementação de sistema de alerta e a conscientização da população (CANHOLI, 2014).

Entre essas medidas, a mais comum são as estruturais, ou seja, as obras de engenharia que resolvem o problema a curto prazo. Uma das mais comuns são as bacias de retenção, estruturas de acumulação temporária ou de infiltração de águas pluviais, sendo utilizadas em Limeira SP. Este tipo de estrutura reduz os impactos da urbanização sobre os processos hidrológicos em bacias hidrográficas urbanas. A composição básica da bacia de retenção inclui um volume de armazenamento, estrutura hidráulica de controle de saída, controle de descarga controlada ou não por comportas ou válvulas e um vertedor de emergência; a função dessas estruturas são: amortecimento de cheias, redução do volume de escoamento superficial e redução da poluição difusa de origem pluvial em contexto urbano (BAPTISTA, NASCIMENTO E BARRAUD, 2011).

Na cidade de Limeira são utilizados dois tipos de bacias de amortecimento para a redução dos efeitos das inundações, a bacia subterrânea e a bacia de infiltração. Baptista, Nascimento e Barraud (2011) definem as bacias subterrâneas como reservatórios temporários para armazenar a água da chuva, diminuindo o volume drenado para os rios, muito utilizadas em áreas densamente urbanizadas e sem espaço; e a bacia de infiltração tem função de armazenamento temporário e infiltração; são dimensionadas para que todo o aporte de água infiltre pelo solo; essa não tem dispositivo de controle de saída.

Mesmo adotando-se essas medidas estruturais, muitas vezes essas não são adequadas ou são mal dimensionadas, diminuindo apenas a intensidade do problema, pois depois de um tempo ocorrem eventos de inundações novamente. Por isso se faz necessário a utilização de medidas estruturais em conjunto com as não estruturais, principalmente a conscientização da população sobre o problema.

### **3.4 A relevância do Geoprocessamento para análise de inundação: ênfase aos SIG**

Os estudos ambientais e as tomadas de decisões para solucionar problemas causados por impactos ambientais estão ficando cada vez mais complexas, devido ao grande número de dados gerados e a dificuldade de integração. Há necessidade de ferramentas com capacidade de integrar essas informações, além de produzir resultados satisfatórios que auxiliem na tomada de decisão e que considerem o

espaço geográfico. Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) são ótimas ferramentas de integração e análises geográficas, que vem contribuindo satisfatoriamente para diversos estudos. Esses foram se difundido e se tornaram muito acessíveis no mercado, com versões totalmente gratuitas, com a capacidade de suportar um grande volume de dados, além de permitir gerar e integrar mapas temáticos.

Para Xavier da Silva (1999, apud Moura, 2014) “Sistema” significa uma estrutura organizada com definição de limites, com funções externas e internas, além de suas relações com a realidade. Para o autor a “Informação” é o ganho de conhecimento e a possibilidade de transmissão através de um modelo convencional. Já o termo “Geográfico”, pois as informações podem ser especializadas. Para Moura (2014, p4) o termo “pode levar a crença que as informações sejam geográficas e, na verdade, nem todas as informações trabalhadas são geográficas, mas o sistema sim, pois os dados são especializáveis”.

As pesquisas desenvolvidas com SIG permitem não apenas descrever elementos ou fatos, mas possibilita criar modelos de análise espacial, podendo traçar cenários, simulações de fenômenos, a partir de tendências observadas ou julgamentos de condições estabelecidas. Ainda, o seu uso está relacionado à seleção de variáveis de análise e ao estudo de suas combinações, sendo tentativas de representação simplificada da realidade, através da seleção dos aspectos mais relevantes, na busca de respostas sobre correlações e comportamentos de variáveis ambientais (MOURA, 2007).

O SIG em conjunto com o sensoriamento remoto e a cartografia digital fazem parte do geoprocessamento, instrumento e técnica de obtenção de dados espaciais, associando um novo olhar sobre o espaço com ganho de conhecimento e informação (MOURA, 2014). Para Xavier da Silva (2009), o Geoprocessamento consiste num conjunto de métodos e técnicas para transformar dados ambientais georreferenciados em informações relevantes para apoio à tomada de decisão, compreendendo análises e sínteses que consideram propriedades intrínsecas e geotopológicas.

Dentro desta perspectiva, um dos métodos utilizados é o de análise multicritério, um instrumento utilizado para auxiliar nas tomadas de decisões. Esse método integra diferentes mapas com diferentes influências e pesos para cada

atributo com o objetivo de auxiliar a análise espacial e o planejamento. Para Moura (2007, p. 2901):

A Análise de Multicritérios é um procedimento metodológico de cruzamento de variáveis amplamente aceito nas análises espaciais. Ela é também conhecida como Árvore de Decisões ou como Análise Hierárquica de Pesos. O procedimento baseia-se no mapeamento de variáveis por plano de informação e na definição do grau de pertinência de cada plano de informação e de cada um de seus componentes de legenda para a construção do resultado final. A matemática empregada é a simples Média Ponderada, mas há pesquisadores que já utilizam a lógica Fuzzy para atribuir os pesos e notas.

Para Ferreira et. Al. (2004), a análise multicritérios é um excelente método para auxiliar na tomada de decisão, pois através da integração de vários mapas, permite elaborar um novo mapa, a fim de indicar a área mais adequada para atender determinado objetivo.

Uma decisão corresponde a uma escolha entre várias alternativas, sejam elas relacionadas com ações, localizações, ou qualquer outra temática. Na base de cada decisão está um critério. A análise multicritério (AMC), pega precisamente nesta premissa para tentar conjugar, de acordo com um objetivo específico, um conjunto de critérios de forma a alcançar uma base composta de suporte à decisão. Por exemplo, decidir quais as áreas mais indicadas para a implementação de corredores verdes. Os critérios correspondem a layers como a proximidade a linhas de água, as zonas de infiltração máxima ou as áreas protegidas. Recorrendo à AMC, estes layers representativos das localizações ótimas (tendo em conta um determinado critério), podem ser combinadas de forma a originar um único mapa de aptidão a partir do qual a escolha de localização do corredor verde pode ser tomada (FERREIRA et al., 2004, p. 7).

Com o número de informação cada vez maior e a necessidade de integrar esses dados, além de considerar variáveis mais relevantes diante de um estudo, o método de análise multicritério se torna uma ótima ferramenta para esse tipo de aplicação. Para Araújo (2016), é um método importante para decisões difíceis e complexas por apresentar uma clareza lógica e flexibilização para revisões, adaptações e produção de diferentes cenários, além de ser dinâmico nas decisões coletivas e atender as demandas sociais. Ainda, considera que são flexíveis em processos e metodologias atreladas a simulação, experimentação, combinações de critérios e ajustes de seus valores, resultando em uma avaliação prévia de impactos nas infraestruturas e paisagens urbanas.

O método é aplicado atribuindo-se influências (em %) e pesos (de 0 a 5 ou de 0 a 9), extrapolando-se da simples definição de sim e não, oferecendo um leque de opções para caracterizar o grau de pertinência do objeto de estudo. Moura (2014) considera que “a natureza binária é pouco adaptável a situações reais, enquanto a

natureza continua capta melhor a subjetividade das situações”. Ainda, a autora destaca um trabalho realizado em Ouro Preto, onde para determinar a Árvore de Decisões, pesos e influencias, foi utilizada a experiência e o conhecimento dos especialistas em arquitetura e urbanismo; como resultados foram delimitados zoneamentos de acordo com as variáveis utilizadas identificando potencialidades, riscos e tendências.

Dentre os trabalhos que fazem uso de geotecnologias, em especial da Análise Multicritério, destaca-se o estudo de Santana et al. (2014), os quais realizaram o mapeamento das áreas propícias às inundações do município de João Monlevade/MG. No desenvolvimento desse trabalho foram empregados o mapa de uso e ocupação do solo, a Modelagem Digital de Elevação (MDE) e os dados de precipitação anual. Para o processamento dos dados foi utilizado o software ArcGis; posteriormente foi aplicada a análise multicritério, com o objetivo de realizar o cruzamento de informações e ponderar cada variável pelo grau de influência no processo de inundação. Como resultado, obtiveram um mapa-síntese da situação, demonstrando as áreas de baixa, média e alta susceptibilidade à inundação.

Outro exemplo é a pesquisa de Hora e Gomes (2009), que utilizaram o SIG para a identificação e o diagnóstico de áreas de risco de inundação no município de Itabuna/BA, realizando-se a combinação de dados e de informações referentes aos aspectos geológicos (litologia), geomorfológicos (declividade e hipsometria), de uso do solo (tipologias de ocupação e de vegetação) e a avaliação de dados socioeconômicos, através de dados secundários do IBGE. A partir da análise e do cruzamento dos dados, foi elaborado o mapa de risco à inundação da área de estudo, o qual apresentou as áreas de residências subnormais e as de maior risco à inundação, em função da vulnerabilidade habitacional e da ocupação desordenada, sendo a maioria das habitações constituídas por barracos.

Atualmente, devido ao grande volume de informações produzidas, é necessário utilizar métodos que integrem essas informações através uma visão espacial e que possam servir como uma ferramenta de identificação e gestão. O SIG e o Geoprocessamento, assim como as geotecnologias de maneira geral vem sendo fundamentais e auxiliando nas tomadas de decisões, tornando-se importantes ferramentas para órgãos públicos e privados.

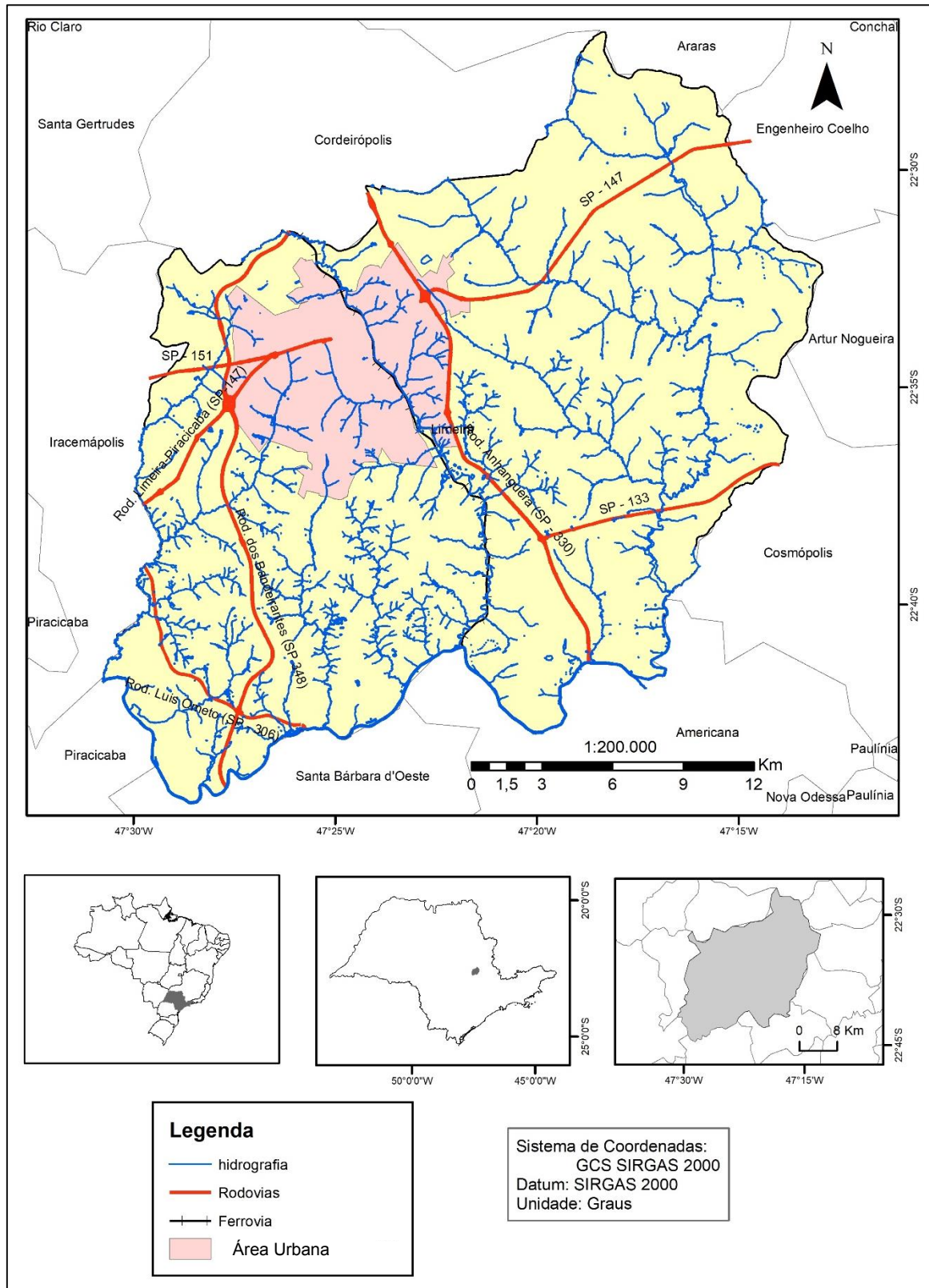
#### **4. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

Para realização dessa pesquisa, foi selecionado como objeto de análise o perímetro urbano de Limeira/SP. Os itens subsequentes evidenciam as características da área de estudo.

##### **4.1 Localização da Área de Estudo**

O município de Limeira localiza-se no Centro-Leste do estado de São Paulo, na Região Administrativa de Campinas, entre as coordenadas geográficas 22°27'S e 22°44'S e 47°12'W e 47°30'W; faz limite com os municípios de Americana, Araras e Artur Nogueira, Cordeirópolis, Cosmópolis, Iracemápolis, Piracicaba e Santa Bárbara D'Oeste (figura 4). De acordo com o SEADE (2017) a área ocupada é de aproximadamente de 580,71 Km<sup>2</sup> e a população estimada em 2017 foi de 290.613 pessoas, portanto, a densidade demográfica era de 500,4 Habitantes/km<sup>2</sup>. Além disso, Limeira é considerado como um município de médio porte.

Figura 4 - Localização da área de estudo



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Esse município é um importante do ponto da integração, abrangendo as rodovias dos Bandeirantes e Anhanguera, importantes rotas entre Limeira e São Paulo. Também, uma ferrovia atravessa o município no sentido N-S, inclusive a área urbanizada; esse sistema de transporte foi muito importante nos séculos XIX e XX, para o escoamento do café, produção industrial e para o deslocamento de passageiros; atualmente a ferrovia é utilizada por trens de carga.

#### **4.2 Aspectos Físicos**

O clima da região é classificado como Cwa, com inverno seco e verão quente e úmido, considerando o método de Köppen; com temperatura média anual de 21° C. A precipitação média em torno de 1100 a 1200mm/ano no verão, chegando a cair 1000mm em 60 dias e no inverno cerca de 200mm em 15 dias. A umidade média é em torno de 70 – 75%, chegando a baixar para 30% ou menos em períodos de seca. (TROPMAIR, 2000).

Quanto à geologia do município, de acordo com Cottas et. al. (1987), afloram várias unidades estratigráficas, destacando-se três grupos principais: Grupo Tubarão (Subgrupo Itararé e Formação Tatuí), os sedimentos paleozóicos do Grupo Passa Dois (Formações Irati e Corumbataí) e do Grupo São Bento com a Formação Pirambóia e Rochas Intrusivas Básicas com sedimentos mesozoicos. O município tem predomínio do Grupo Tubarão, principalmente na região central, com faixas nas porções sul e sudoeste e sudeste e nordeste. A noroeste, rochas do grupo Passa Dois constituídas de folhelhos, calcários intercalados e siltitos. O Grupo São Bento aflora no norte e noroeste, sendo a formação Pirambóia constituída de arenitos de origem fluvial e das Rochas Intrusivas Básicas compostas de diabásios.

De acordo com o levantamento pedológico semidetalhado de Oliveira (1977), predomina no município de Limeira o Latossolo Vermelho Amarelo (textura média e argilosa), Podzólico Vermelho Amarelo (textura arenosa/média e argilosa) e Latossolo Roxo (Eutrófico e Distrófico). Ainda, apresenta manchas de Terra Roxa Estruturada, Latossolo Vermelho Amarelo Húmico (textura média ou argilosa), Solos Litólicos e Latossolo Vermelho Escuro (textura argilosa e média).

Quanto a Geomorfologia, Limeira possui topografia suavemente ondulada e está localizada na região fisiográfica da Depressão Periférica Paulista (ALMEIDA,

1974). Os aspectos morfológicos do município são considerados por Lorenzon Filho (1982) como: a oeste do município o relevo é suavizado e a leste as encostas são mais dissecadas e os topos suavizados; ao Sul as colinas são mais baixas, e as cotas atingem 500 m próximo ao vale do rio Piracicaba; os setores norte e nordeste caracterizam-se por colinas baixas, apresentando altitudes que variam de 680-700 m separadas por vales sem planícies aluviais.

### **4.3 Aspectos Históricos**

O município de Limeira SP teve início nas margens do ribeirão Tatuibi (Tatu pequeno na língua tupi-guarani), sendo ponto de parada de sertanistas e Bandeiras. A região ficou conhecida pelos pontos de pousos como o “Sertões do Tatuibi e “Rancho do Morro Azul” próximo ao ribeirão Tatu, local com terras férteis ao seu redor e água, além de servir também de ponto de referência, pois era avistado de grandes distâncias (LIMEIRA, 2006).

A fundação oficial utilizada atualmente é a de 1826, tendo como marco o final da obra da estrada Morro Azul – Campinas e a construção da Capela de Nossa Senhora das Dores do Tathuiby. Todavia, apenas em 26 de fevereiro de 1832, foi realizada a escritura de doação e edificação do futuro município. As terras foram doadas pelo Capitão Luiz Manoel da Cunha Bastos, considerado o fundador de Limeira. (LIMEIRA, 2006).

O município se desenvolveu pela qualidade nos solos, importante para a agricultura, principalmente para o forte cultivo do café e a cultura da cana-de-açúcar. Essa forte vocação agrícola, se potencializa com a Estrada de Ferro do Oeste, depois Companhia Paulista de Estradas de Ferro/FEPASA, e hoje pertencente à RFFSA4, com concessão de uso para América Latina Logística – ALL. Nesse contexto, o crescimento populacional ganha força no início do século XX, que propicia a concentração populacional e a intensificação da industrialização (LIMEIRA, 2006).

No início do século XX, a economia do município volta-se para a produção de cítricos, tornando-se o maior exportador do estado. Durante a II Guerra mundial, a exportação perde força e o município muda seu foco para o cenário nacional, devido a implementação das estradas no país, que fortaleceu o meio de circulação da

produção. Devido a esse destaque na produção, o município de Limeira ficou conhecido como a “Capital da Laranja” (ROSADA, 2005, apud Mineo 2009).

De acordo com rosada (2005, apud MINEO, 2009), nos anos de 1940, Limeira tinha o 5º maior centro industrial do estado de São Paulo. Posteriormente com as políticas de incentivo de Juscelino Kubitschek para a indústria automobilística, instalam-se as indústrias de autopeças no município, as quais foram importantes para o desenvolvimento da área urbana. Na década de 1960, não ocorreram grandes alterações e Limeira teve um crescimento lento. Neste período, as indústrias deixam a área central, se instalando em regiões mais afastadas, cedendo lugar ao comércio.

Nas décadas seguintes o país passou por um processo de prosperidade econômica que favoreceu o crescimento urbano e as migrações internas. Esse processo influenciou no crescimento da população limeirense, que triplicou no período de 1960 a 1985, passando de 60 mil para 186 mil habitantes, modificando toda a estrutura do município (ROSADA, 2005, apud Mineo 2009).

Entre 1985 a 1995, a cidade passa por um processo de verticalização na região central, passando de 5 para mais de 80 prédios. O comércio fica estagnado devido à criação do Limeira Shopping, às margens da rodovia Anhanguera. Após esse período, se intensifica a implantação de condomínios fechados horizontais em torno da área central (ROSADA, 2005 apud MINEO, 2009).

Atualmente, Limeira vem desenvolvendo o setor de folheados, sendo considerada a “Capital Estadual” do segmento; em 11 de janeiro de 2018, foi sancionada a lei que atribui ao município o título de “Capital Nacional de Joia Folheada”. Em entrevista ao G1, o diretor da Associação Limeirense de Joias (ALJ), relata que o município é responsável por cerca de 70% da produção de joias folheadas do país, nos seguimentos de banhadas, brutos e acessórios para montagem de peças.

## 5. MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento dessa pesquisa, foram adotados procedimentos metodológicos, destacando-se o uso das geotecnologias para os mapeamentos temáticos e para a integração dos dados, utilizando-se o ambiente do SIG ARCGIS (versão 10.3, da ESRI). A seguir, estão detalhados o material e os procedimentos metodológicos utilizados para a realização da pesquisa.

### 5.1 Material

O material utilizado para o desenvolvimento da pesquisa foi adquirido em acervos das bibliotecas da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), da Universidade de São Paulo (USP) e em sites oficiais, além da Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S.A. (EMPLASA) e na Prefeitura Municipal de Limeira.

Assim, foram utilizados os seguintes documentos cartográficos, Ortofotos e softwares:

- Base Territorial e Malha Urbana, de 2015 (em dwg), fornecida pela Secretaria de Urbanismo, da Prefeitura Municipal de Limeira.
- 4 ORTOFOTOS (2010/11): SF-23-Y-A-V-1-NE, SF-23-Y-A-V-1-NO, SF-23-Y-A-V-1-SE e SF-23-Y-A-V-1-SO, na escala original de 1:25.000, georreferenciada, fornecida pela EEMPLASA.
- Sistema de Informação Geografia (SIG) ARCGIS 10.3, da empresa Esri.
- GPS, modelo Garmin Etrex 10, da empresa Garmin, utilizado nos trabalhos de campo para localização dos dados mapeados.
- Câmera fotográfica para caracterizar os pontos propícios às inundações.
- Notícias de jornais locais (Rápido no Ar, Gazeta de Limeira, Jornal de Limeira, G1, entre outros), abrangendo o período de 2010 a 2018, para auxiliar nos eventos de inundação que ocorreram na cidade

## **5.2 Procedimentos Metodológicos**

Para o desenvolvimento da pesquisa, primeiramente foram realizados o levantamento e a análise bibliográfica sobre a temática e sobre as características da área de estudo. Para a elaboração dos mapas temáticos e para a integração dos dados, foram adotados procedimentos de vetorização e edição, além da aplicação do método de análise multicritérios, visando elaborar o mapa de áreas frágeis à inundação, no ambiente SIG do ArcGis 10.3.

### **5.2.1 Levantamento bibliográfico, de documentos cartográficos e produtos sensores**

O levantamento bibliográfico sobre a temática foi realizado através de buscas em acervos da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Universidade de São Paulo (USP), em artigos de periódicos e sites especializados, para obter o embasamento teórico-metodológico sobre a temática, o conhecimento sobre a área de estudo e um aprofundamento dos procedimentos metodológicos relativos às geotecnologias. Também, foi realizado um levantamento de documentos cartográficos na prefeitura de Limeira, além das Ortofotos de 2010/2011, obtidas da EMPLASA.

### **5.2.2 Base Cartográfica**

A base Cartográfica de 2015 (em dwg), foi disponibilizada pela Secretaria de Urbanismo, da prefeitura municipal de Limeira SP. Em primeiro lugar, essa base foi inserida no SIG e esse arquivo vetorial foi convertido para a extensão *shapefile* (*shp*). A partir disso, foram selecionadas e organizadas as informações de interesse, destacando-se: curvas de nível (5m em 5m), pontos cotados, limite do município, limite do perímetro urbano e a hidrografia. Após esse processo de seleção, as informações foram avaliadas, permitindo-se detectar problemas, destacando-se linhas quebradas e incompletas, demandando procedimentos de edição.

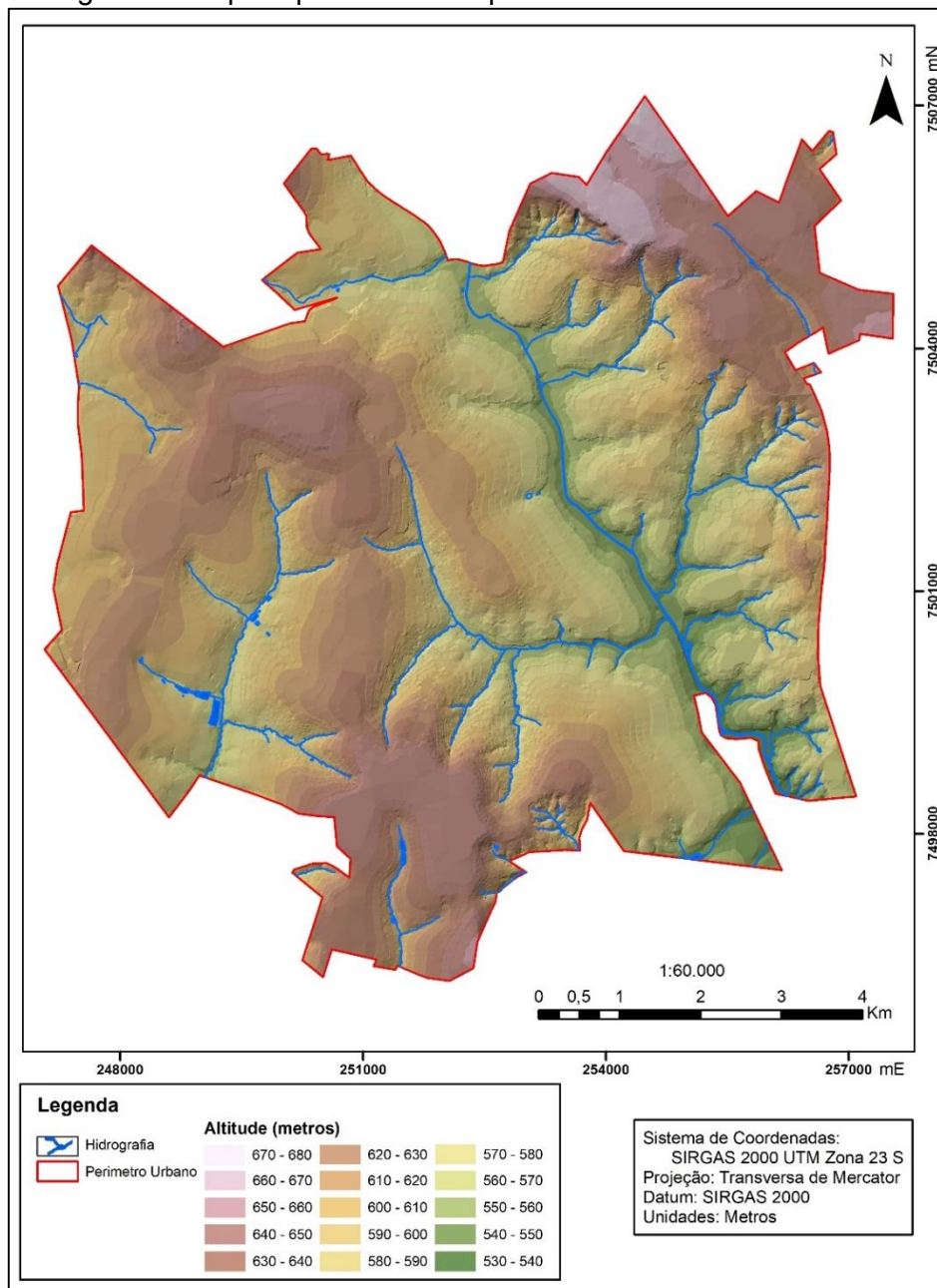
### **5.2.3 Elaboração dos Mapas Temáticos**

Os mapas temáticos de Hipsometria, Declividade, Uso da Terra e das APP foram elaborados, considerando-se a área compreendida pelo perímetro urbano de Limeira, utilizando-se recursos de vetorização e edição do ARCGIS. Vale salientar, que foi adotado o sistema de coordenadas UTM e o Datum SIRGAS 2000, fuso 23S. A seguir, estão detalhados os procedimentos adotados para a elaboração dos mapas.

#### **5.2.3.1 Mapa Hipsométrico**

O mapa Hipsométrico foi elaborado com base nas curvas de nível (equidistância de 5 m) e nos pontos cotados, existentes na base cartográfica, visando caracterizar o relevo e representar as variações de elevação do perímetro urbano de Limeira. Para o propósito, primeiramente foi criada uma malha triangular, denominada Triangular Irregular Network (TIN).

Figura 5 - Mapa Hipsométrico do perímetro urbano de Limeira/SP



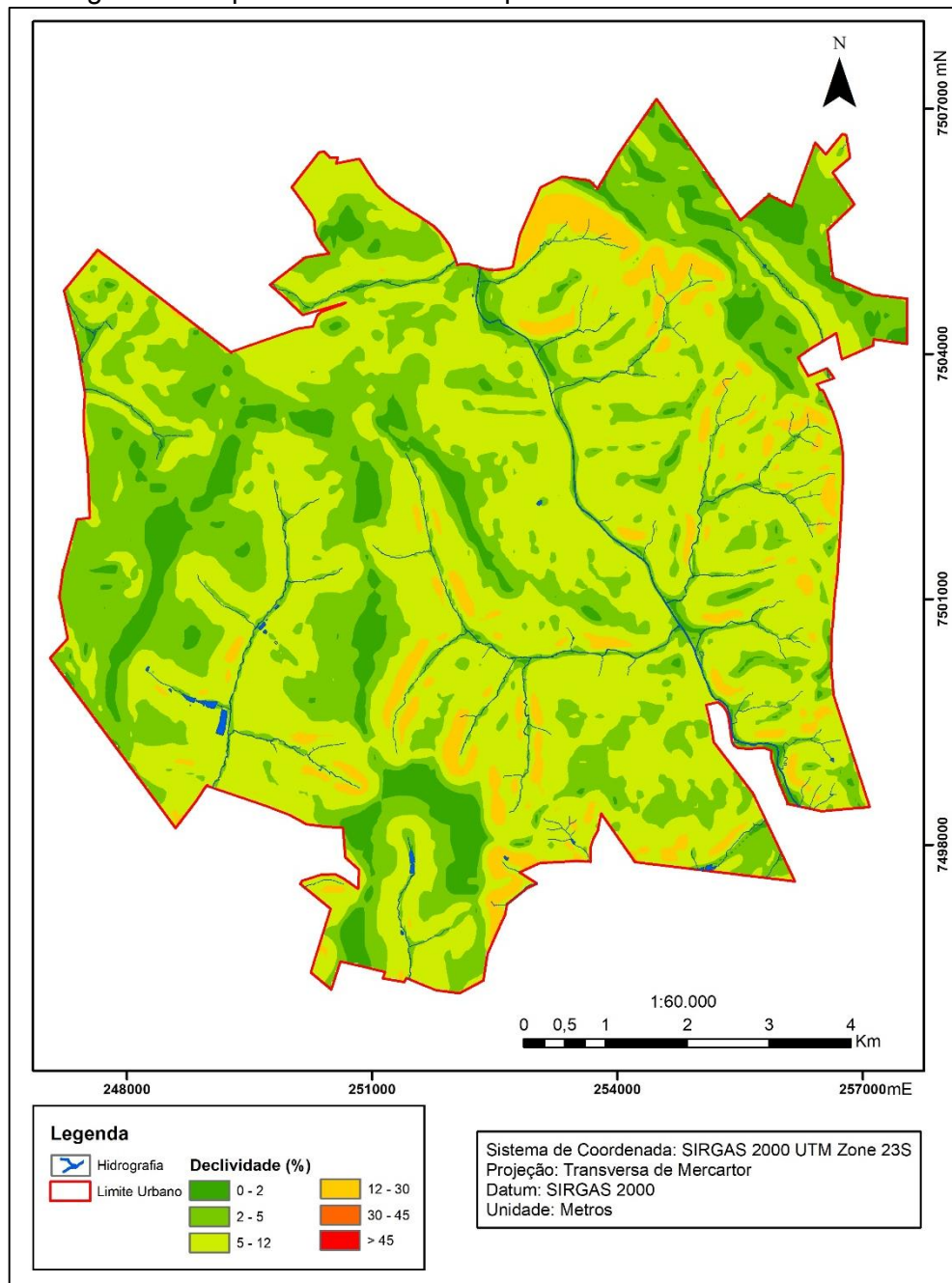
Fonte: Elaborado pelo Autor

Após esse procedimento foi realizada uma reclassificação do mapa em 12 classes, divididas de 10 metros em 10 metros. A variação altimétrica abrangeu o intervalo entre 540 e 680 metros, adotando-se a sequência do círculo das cores, atribuindo-se verde escuro e verde claro (cores frias) para representar as áreas mais baixas, amarelo e laranja para as áreas de média altitude, até o marrom ao branco para as áreas mais elevadas (figura 5).

### 5.2.3.2 Mapa de declividade

Para a elaboração do mapa de declividade, também foi inserido o TIN e utilizada a ferramenta “Slope” do Arcgis. O resultado produzido pelo software de modo automático foi reclassificado, fatiando-se os dados em 6 classes, de acordo com o método de De Biasi (1992), adaptado para atender os objetivos desta pesquisa. Assim, foram estabelecidas as seguintes classes: “0 – 2%”, “2 – 5%”, “5 – 12%”, “12 – 30%”, “30% - 45%”, “> 45%”.

Figura 6 - Mapa de Declividade do perímetro urbano de Limeira/SP



Fonte: Elaborado pelo Autor

Assim, a fim de adequar a metodologia de De biasi (1992), foi criada a classe de 0–2%, detalhando-se a porção plana do relevo, a qual é mais sujeita as inundações. Vale salientar, que as áreas de relevo ondulado também interferem no processo de inundações, pois causam aumento na velocidade do escoamento superficial, contribuindo para agravar as situações de risco às inundações nas porções mais baixas e planas (figura 6).

### **5.2.3.3 Mapa de Uso da Terra**

Para a elaboração do mapa de Uso da Terra foram considerados os diferentes usos dentro do perímetro urbano, levando-se em conta que as classes relacionadas a permeabilidade influenciam diretamente no escoamento superficial, sendo um fator que pode intensificar ou amenizar os processos das inundações urbanas. Diante do exposto, seguem as classes estabelecidas:



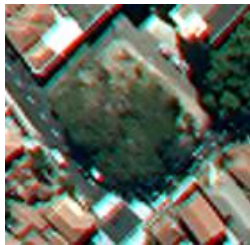













- **Área Urbana Construída** – essas áreas se caracterizam por serem totalmente impermeabilizadas, reduzindo a absorção das águas pelo solo e intensificando o processo de inundação. Exemplos: áreas densamente ocupadas, comércio, serviços e áreas industriais; moradias e edificações; ruas e sistemas viários.
- **Vegetação Arbórea/Arbustiva** – são áreas que apresentam vegetações de médio e alto porte, como árvores e arbustos, auxiliando na infiltração. Dependendo do tipo de solo, têm uma expressiva retenção de água da chuva, resultando em uma adequada absorção pelo solo. Exemplos: APP, áreas de reflorestamentos, áreas verdes, etc.
- **Gramíneas** – são áreas com vegetação rasteira, que apesar de permitirem a infiltração das águas das chuvas e amenizarem o escoamento superficial, não têm a mesma eficiência da vegetação arbórea/arbustiva. Exemplos: canteiros de sistemas viários, setores próximos aos rios e áreas não ocupadas.
- **Solo Exposto** - são áreas que não apresentam nenhum tipo de construção ou vegetação; são permeáveis, mas dependendo do seu grau de compactação e da ausência da vegetação, não conseguem reter muita água da chuva, portanto, não são tão eficientes para amenizar os eventos de inundação.
- **Praças** – áreas com vegetação arbórea/arbustiva e gramíneas, abrangendo pequenas áreas permeáveis, localizadas no ambiente urbano consolidado.

Podem ser consideradas como áreas eficientes para a infiltração da água no ambiente urbano.

- **Loteamentos** - áreas definidas por quadras, com ou sem asfalto, guias, iluminação, podendo abranger poucas construções, solo exposto e gramíneas; são áreas ainda em processo de consolidação e que, geralmente, num curto período, se tornarão impermeáveis.
- **Chácara** – áreas com vegetação arbórea/arbustiva, gramíneas e poucas construções, portanto, são áreas que propiciam a infiltração.
- **Cultivo** - alguns setores localizados no limite urbano abrangem áreas de cultivo, de cana de açúcar, por exemplo. É uma área com boa infiltração, apresentando períodos com solo exposto e outros com cultivo.

Com a definição das classes de uso, realizou-se a fotointerpretação das Ortofotos (2010/11) e o mapeamento manual das classes pré-estabelecidas, gerando-se um polígono para cada objeto identificado. Para a delimitação das classes, foram utilizados os elementos de interpretação de imagens, propostos por Florenzano (2011): cor, textura, tamanho, forma, padrão e localização geográfica (figura 7). De acordo a autora, as chaves de interpretação são um conjunto de elementos que caracterizam determinado objeto, auxiliando na sistematização e orientando o processo de análise e interpretação de imagens, contribuindo para identificação consistente e organizada.

Figura 7 - Classes de Uso da Terra do perímetro urbano de Limeira/SP – 2010/11

Classes de uso da terra	Imagem da EMPLASA	Foto	Classes de uso da terra	Imagem da EMPLASA	Foto
Área Urbana Construída			Praças		
Vegetação Arbórea/ Arbustiva			Loteamentos		
Gramíneas			Chácara		
Solo Exposto			Cultivo		

Fonte: Elaborado pelo Autor

Após a classificação de todo o perímetro urbano, foram calculadas as áreas de cada polígono, as quais foram somadas, a fim de estimar a área total (em km<sup>2</sup>) e relativa (em %) ocupada por cada classe de uso, etapa importante para identificar o grau de permeabilidade do perímetro urbano.

#### 5.2.3.4 Mapa de Área de Preservação Permanente

Essa pesquisa tomou por base as determinações da Lei nº 12.651/12 para o mapeamento das áreas de APP, a fim de analisar se as mesmas atendem ou não a legislação. (Quadro 2).

Quadro 2 - Código Florestal, Lei nº 12.651/2012

Art. 4º Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:	
I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:	
Largura dos cursos d'água:	faixas de proteção:
menor de 10 metro	30 metros
Entre 10 e 50 metros	50 metros
Entre 50 e 200 metros	100 metros
Entre 200 e 600 metros	200 metros
Superiores à 600 metros	500 metros
II - as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de:	
Em zonas urbanas	30 metros
IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de <b>50 (cinquenta) metros</b> ;	

*Adaptado pelo Autor*

*Fonte: Código Florestal, Lei nº 12.651 de 2012,*

*[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651).*

Para reservatórios de água, o Art. 5º da Lei nº 12.651/2012 considera:

Na implantação de reservatório d'água artificial destinado a geração de energia ou abastecimento público, é obrigatória a aquisição, desapropriação ou instituição de servidão administrativa pelo empreendedor das Áreas de Preservação Permanente criadas em seu entorno, conforme estabelecido no licenciamento ambiental, observando-se a faixa mínima de 30 (trinta) metros e máxima de 100 (cem) metros em área rural, e a faixa mínima de 15 (quinze) metros e máxima de 30 (trinta) metros em área urbana (BRASIL, 2012).

Desse modo, o mapeamento das APP foi realizado a partir da rede de drenagem (cursos d'água, lagos naturais e nascentes). Vale salientar, que as larguras dos rios foram verificadas nas Ortofotos, para identificar se não ultrapassam 10

metros. As imagens da EMPLASA 2010/2011 também serviram de apoio para verificar e confirmar as informações. Com isso, foi criado um *buffer* no entorno da rede de drenagem, estabelecendo-se 30 metros para os canais com largura inferior a 10 metros, bem como para as lagoas naturais localizadas no perímetro urbano; no entorno das nascentes foram determinadas larguras de 50 metros.

Para verificar o conflito dos usos da terra nas APP, foi realizado um recorte do mapa de Uso da Terra, dentro do limite do polígono das áreas de APP. Com isso, foi possível calcular a área total ocupada pela APP legal e dos diferentes usos identificados, possibilitando realizar a análise do conflito do uso da terra nas APP.

Ainda, foi calculada a área total dos diferentes usos, possibilitando realizar a análise das classes que implicam em impermeabilização do solo. Ainda, foi possível identificar e quantificar as áreas que não respeitam a legislação.

#### **5.2.3.5. Mapa de Fragilidade à Inundação: Análise Multicritérios**

Para realização do mapa de Susceptibilidade à Inundação, foi efetuada a integração dos mapas temáticos através do método de análise multicritérios (ferramenta Weighted Overlay) atribuindo-se influências (em %) para as variáveis (mapas Hipsométrico, Declividade, Uso da Terra e Áreas de Proteção Permanente) e pesos para cada classe temática, de modo hierárquico, adotando-se a escala de 0 a 5 (Quadro 3 e 4).

Quadro 3 - Influências atribuídas para cada mapa temático

<b>Influências (mapas)</b>	<b>(%)</b>
Uso da Terra	30
Hipsométrico	23
Declividade (%)	23
Áreas de Proteção Permanente (APP)	24

Fonte: Elaborado pelo Autor

Quadro 4 - Pesos atribuídos para cada classe temática

Uso da Terra	peso	Hipsometria (m)	peso	Declividade (%)	peso	APP	peso
Área Urbana construída	4	540	5	0 - 2	5	APP	3
Solo exposto	3	550	5	2 - 5	3	não APP	1
Vegetação arbóreo/arbustiva	1	560	4	5 - 12	1		
Gramínea	2	570	3	12 - 30	1		
Cultivo	1	580	2	30 - 45	1		
		> 600	1				

Fonte: Elaborado pelo Autor

Para chegar ao resultado mais compatível com a realidade foram executados 18 testes, variando as influências e os pesos, procurando a melhor representação das áreas mais susceptíveis, considerando-se o conhecimento adquirido sobre a área de estudo. Como resultado, obteve-se um mapa das áreas frágeis relativas às inundações.

#### 5.2.4. Registros de alagamentos e inundações através das notícias de jornais

Os jornais de Limeira, assim como mídias de jornalismo na *internet*, foram utilizados para obter as informações sobre as inundações na área de estudo, visando verificar se os locais de ocorrências indicados pelas notícias, são os mesmos evidenciados pelo mapa de susceptibilidade a inundações. Vale salientar, que devido a confusão quanto aos termos, a consulta às notícias foi realizada utilizando-se as seguintes palavras-chave: inundações, enchentes, alagamentos, enxurradas e chuvas fortes. As buscas foram realizadas em meio eletrônico, abrangendo os jornais do município e região, destacando-se: Gazeta de Limeira, G1 e Rápido no Ar, considerando-se o período de janeiro de 2010 a junho de 2018.

As notícias identificadas continham as datas e os locais de ocorrência dos eventos e as fotografias que mostravam os transtornos provocados, bem como a área atingida. Com base nos dados obtidos, foi elaborada uma tabela apresentando o número de ocorrências em cada ano e um mapa com os principais pontos no período de análise. Para a elaboração do mapa, as ocorrências foram agrupadas de acordo com seus pontos de ocorrências; para a representação mais adequada das

ocorrências, as mesmas foram agrupadas e divididas em 4 classes: 1; 2,5; 5 e 10, evidenciando proporcionalmente a intensidade de ocorrência em cada ponto.

#### **5.2.5. Dados pluviométricos**

Os dados pluviométricos foram obtidos no Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (CIIAGRO), abrangendo dados mensais de chuvas (em mm), no período de 01 de janeiro de 2010 a 30 de junho de 2018. Os resultados foram organizados em tabelas e gráficos, num editor de planilha.

#### **5.2.6. Trabalho de campo**

No decorrer da realização da pesquisa, foram realizados 12 trabalhos de campo, sendo 1 para análise e caracterização das áreas com nível médio, alto e muito de risco; 1 para adquirir amostras (fotos) para o mapa de uso da Terra e 10 para aplicação dos questionários. A visita aos pontos críticos foi realizada no dia 24 de agosto de 2018 e teve por objetivo caracterizar as áreas críticas quanto à inundação, bem como aplicar um questionário junto aos moradores que vivem no entorno das áreas de maior susceptibilidade às ocorrências.

Para tanto, foram selecionados locais com base nas áreas críticas indicadas no Mapa de susceptibilidade à Inundação. Assim, os pontos visitados foram definidos considerando-se os graus de maior risco: Médio, Alto e Muito Alto. Esses locais foram posicionados com o auxílio do GPS de navegação e durante as visitas foram realizadas observações e registros fotográficos, a fim de realizar a caracterização das áreas quanto aos aspectos físico-naturais e antrópicos (tipos de usos, impactos ambientais, etc.).

O percurso preestabelecido permitiu percorrer o ribeirão Tatu, por abranger pontos de Média e Alta susceptibilidade à inundação. Além disso, percorreu-se também uma parte do córrego Vargas e do córrego Barra Funda, onde ocorreu a morte de uma mulher em 2011.

### **5.2.7 Aplicação de questionários**

Para entender e analisar a percepção da população em relação à temática foi aplicado um questionário (figura 8), a fim de obter informações quantitativas (idade, tempo que está na região, se conhece o projeto “Só Cacareco”, quais materiais são descartados de forma inadequada, conhecimento sobre o problema, perdas, efetividade do trabalho da prefeitura) e qualitativas (nível do risco à inundação, condicionantes e qualidade do trabalho da prefeitura quanto ao enfrentamento do problema). Para o propósito, estabeleceu-se que as questões seriam respondidas pela população diretamente afetada pelas inundações, ou seja, aquelas que moram nas áreas de alta e muito alta susceptibilidade. A escolha do entrevistado foi feita de forma aleatória, a partir das moradias das áreas pré-estabelecidas.

Figura 8 - Questionário estruturado

**Questionário sobre Áreas de Risco a Inundação em Limeira SP**  
**Pesquisa para o Trabalho de Conclusão de curso em Geografia – UNESP –**  
**Rio Claro**

1. Gênero: ( ) masculino ( ) feminino, Outro \_\_\_\_\_.
2. Idade \_\_\_\_\_. Bairro \_\_\_\_\_
3. Quantos anos você mora ou trabalha na região? \_\_\_\_\_.
4. Tem conhecimento da coleta de materiais pela Operação “Só Cacareco”?  
( ) Sim ( ) Não; Considera efetivo? ( ) Sim ( ) Não.
5. Nas áreas próximas aos rios você nota que são depositados lixos, entulhos, móveis velhos e outros materiais? Sim ( ) Não ( )
6. Você tem conhecimento sobre as áreas de risco de inundação próximas a sua residência? Sim ( ) Não ( ) .
7. Nas áreas próximas a sua casa como você considera que há risco à inundação?  
( ) muito baixo ( ) baixo ( ) médio ( ) alto ( ) muito alto
8. Já obteve algum tipo de informação sobre os riscos de inundações e o que podem causar? Sim ( ) Não ( ), por que meio? Jornal ( ), escola ( ), televisão ( ), internet ( ), amigos ( ), agentes da Prefeitura ( ) .
9. Você já sofreu algum tipo de dano devido à ocorrência de inundação? ( ) sim ( ) não. Qual? \_\_\_\_\_
10. Qual destes fatores você considera que colaboram para a ocorrência de inundações? (pode assinalar 1 ou mais opção)  
( ) Retirada da vegetação das margens do rio. ( ) Chuvas fortes.  
( ) Lixos nas margens dos rios e nas ruas. ( ) Ausência de políticas públicas.  
( ) Outro \_\_\_\_\_
11. Já pensou em se mudar por causa deste problema? Sim ( ) Não ( )
12. Considerando os órgãos públicos, você considera que têm um papel atuante, alertando sobre os problemas, fazendo a limpeza ou algum tipo de obra para amenizar a situação? Sim ( ) Não ( )
13. Como considera o papel da Prefeitura com relação aos riscos de inundação?  
Muito ruim ( ) ruim ( ) médio ( ) Bom ( ) Muito Bom ( )

Comentários ou sugestões: \_\_\_\_\_

Fonte: Elaborado pelo Autor

Para aplicação dos questionários, foi utilizado o cálculo do tamanho da amostra para populações infinitas (figura 9) com grau de confiança de 95%. Através da aplicação da fórmula, estimou-se que deveriam ser aplicados aproximadamente 385 questionários, para ter uma margem de confiabilidade. Devido à dificuldade de a população aceitar responder o questionário e do tempo de elaboração da pesquisa não foi possível entrevistar todos esses moradores.

Figura 9 - Fórmulas para cálculo do tamanho de amostras para populações infinitas

População infinita	$n = \left( \frac{Z_{\alpha/2} \cdot \delta}{E} \right)^2$
n – tamanho da amostra; $Z_{\alpha/2}$ – valor crítico para o grau de confiança desejado, usualmente: 1,96 (95%); $\delta$ – desvio padrão populacional da variável; E – erro padrão, usualmente: $\pm 5\%$	

Fonte: Fontelles et al. 2010, p 59.

A aplicação ocorreu durante 10 dias, com média de 7 – 8 questionários por dia. No total, foram aplicados 72 questionários.

Após a aplicação dos questionários foi realizada a tabulação dos dados, numa planilha eletrônica, organizando-se as respostas dos questionários, possibilitando mensurar os dados e gerar gráficos.

## 6. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com base na integração dos mapas temáticos, associando-os aos dados pluviométricos e as informações dos jornais locais, foi possível identificar as áreas de risco à inundação, bem como as áreas que podem se tornar problema num futuro próximo.

### 6.1 Análise dos Mapas Temáticos

Os mapas temáticos permitiram conhecer as características de uso e ocupação das Terras do perímetro urbano de Limeira e avaliar o aspecto de impermeabilização do solo, variável fundamental para analisar as áreas frágeis à inundação. Além disso, foi possível analisar o conflito de uso nas APP.

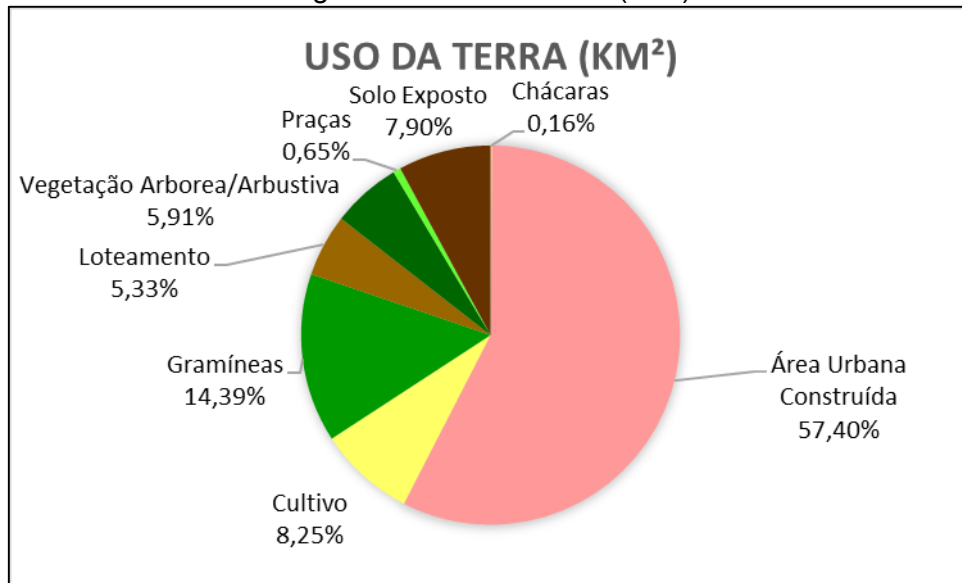
#### 6.1.1 Mapa uso da Terra

Com o mapeamento do uso da Terra foi possível identificar e quantificar os usos de interesse para temática desenvolvida. A área total do perímetro urbano de Limeira/SP é de aproximadamente 72,64 km<sup>2</sup> e as classes de uso de maior representatividade são: área urbana construída, gramíneas e cultivo, representando juntas cerca de 95% da área total (Quadro 5 e 10).

Quadro 5 - Usos da Terra do perímetro urbano de Limeira/SP

Uso da Terra	
Classe	Área (Km <sup>2</sup> )
Chácaras	0,12
Área Urbana Construída	41,70
Cultivo	5,99
Gramíneas	10,46
Loteamento	3,87
Vegetação Arborea/Arbustiva	4,30
Praças	0,47
Solo Exposto	5,74
Total	72,64

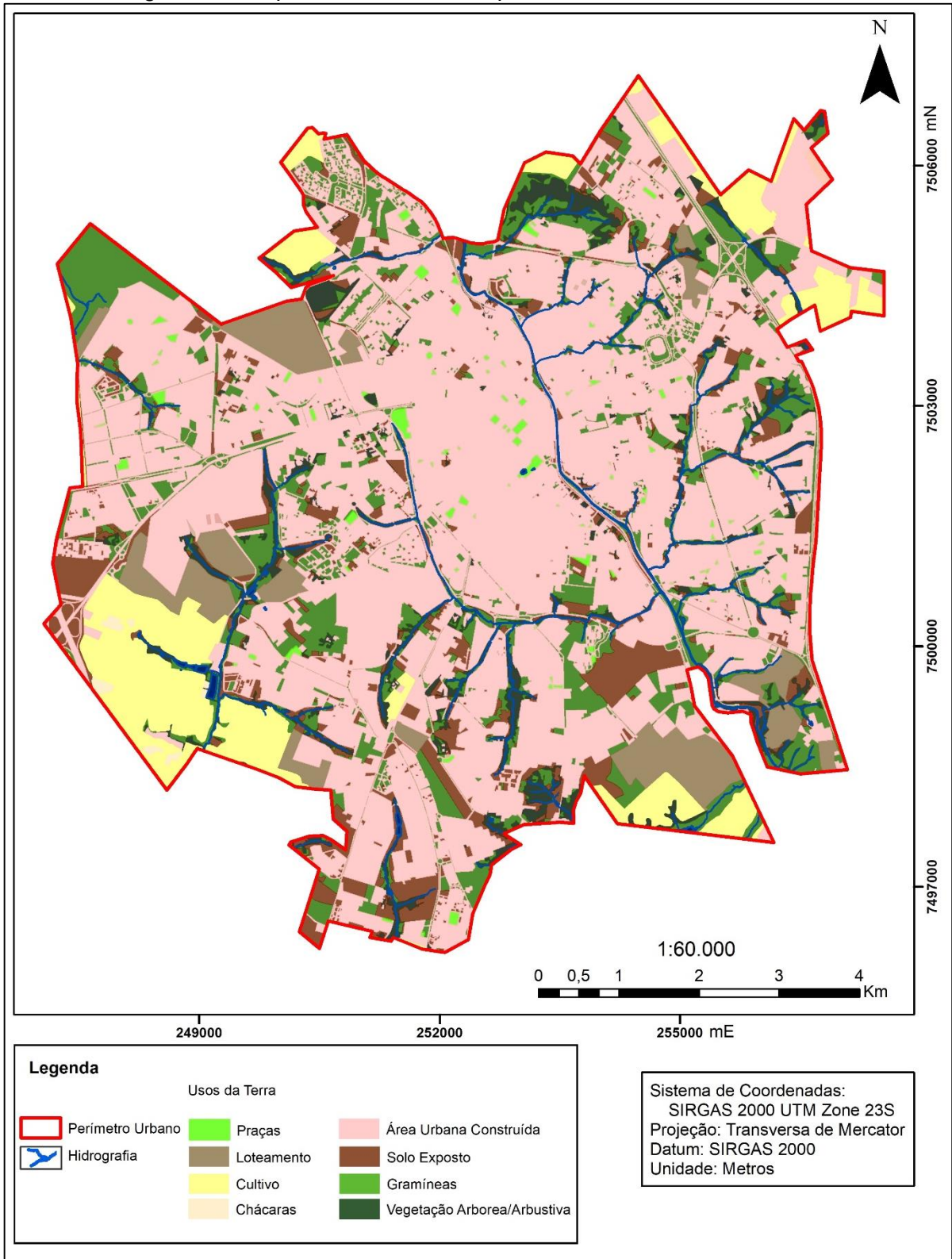
Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 10 - Uso da Terra (Km<sup>2</sup>)

Fonte: Elaborado pelo Autor.

As áreas urbanas consolidadas (57,40%) são quase totalmente impermeabilizadas, impedindo a infiltração, portanto, intensificam o processo de inundação. Essa classe de uso se concentra principalmente na região central, apresentando ainda algumas áreas com gramíneas, constituindo-se de pequenas porções de infiltração. Nas áreas periféricas, observam-se uma maior diversidade de usos, destacando-se os Loteamentos (5,33%) que representam áreas de expansão da cidade e em processo rápido de consolidação, o que intensificará a impermeabilização do solo agravando os problemas das inundações. As maiores manchas dessa classe se localizam a oeste, noroeste e sul – sudeste, podendo ser consideradas de transição entre as áreas de construções e de cultivos (figura 11).

Figura 11 - Mapa de Uso da Terra - perímetro Urbano de Limeira SP



Fonte: Elaborado pelo Autor

A vegetação Arbórea/Arbustiva, que contribui para a infiltração, abrange apenas 5,91%, compreendendo principalmente áreas de APP e uma porção maior na face norte da área urbana. Outra classe que contribui para a redução do processo de inundação é a de praças (0,65%), representando pequenas áreas verdes e permeáveis dentro do ambiente urbano, localizadas especialmente na região central, norte e noroeste. As gramíneas (14,39%) também são áreas permeáveis, mas não têm a mesma eficiência que a vegetação arbórea/arbustiva; na porção noroeste se encontra a maior área contínua e ao norte também há uma área; o restante está espalhado, principalmente em áreas próximas aos rios. Essas classes, caracterizadas por serem permeáveis, quando somadas, representam cerca de 20,95%. Levando-se em conta a região central notam-se poucos usos permeáveis, que ajudariam a reduzir os processos de inundações.

Nas porções periféricas urbano – rural, áreas de transição entre o ambiente urbano e rural, são encontradas as classes chácaras, cultivos e solo exposto. Os cultivos representam aproximadamente 8 %, considerados áreas permeáveis; além disso, em alguns períodos do ano essas áreas ficam expostas, pois estão sendo preparadas para o cultivo da cana de açúcar; observou-se a maior porção dessa classe a sudoeste. Ainda, nessa área do entorno urbano é encontrada a classe chácaras (0,16%), as quais se constituem como áreas de pequena extensão territorial, caracterizadas por ambientes com poucas construções, mas que apresentam gramíneas e vegetação arbórea/arbustiva. Já a classe solo exposto representa 7,9 % da área total, dispersa pela cidade, com maiores áreas localizadas na porção sul.

### 6.1.3. Mapa de Área de Preservação Permanente

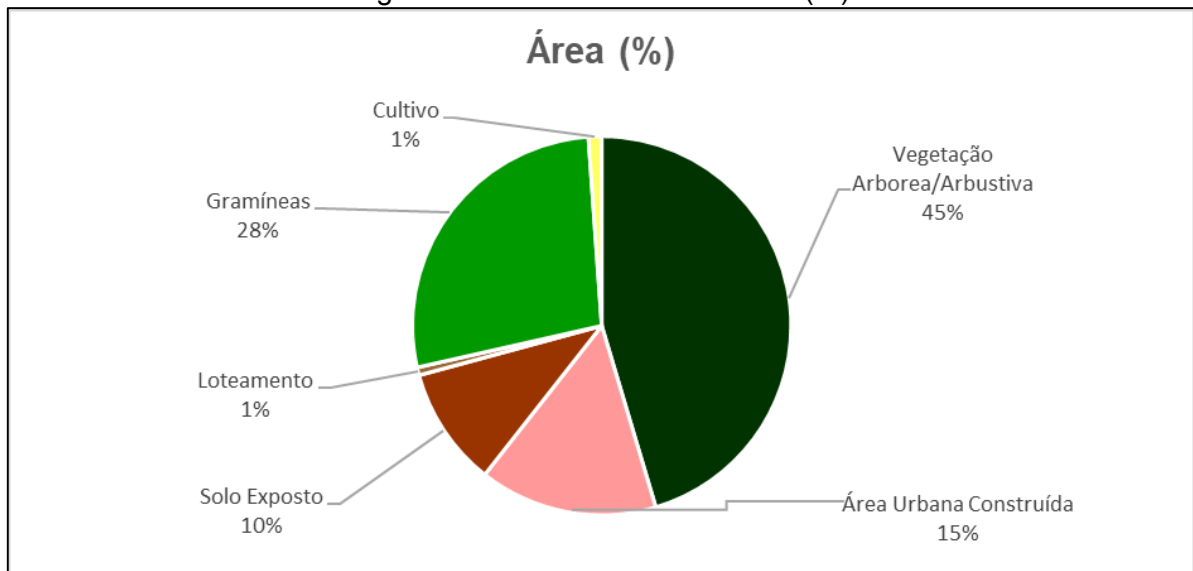
A partir do mapa de Uso da Terra de 2010/11 (figura 11) foi possível fazer um recorte dentro do limite da faixa de APP (Lei nº 12.651/12), sendo possível analisar os usos dentro dessas áreas e identificar aquelas que estavam em conformidade com a legislação e aquelas que se encontravam irregulares (figura 14). Também foi possível mensurar a área total da APP, de cerca de 4,88 km<sup>2</sup>, assim como as áreas que cada classe de uso ocupa dentro da APP, bem como seu percentual (Quadro 6 e figura 12).

Quadro 6 - Usos da Terra na APP (área em Km<sup>2</sup>)

Usos dentro da APP	
Classes	Área (Km <sup>2</sup> )
Vegetação Arborea/Arbustiva	2,22
Área Urbana Construída	0,74
Solo Exposto	0,50
Loteamento	0,03
Gramíneas	1,34
Cultivo	0,05
Total	4,88

Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 12 - Usos da Terra na APP (%)

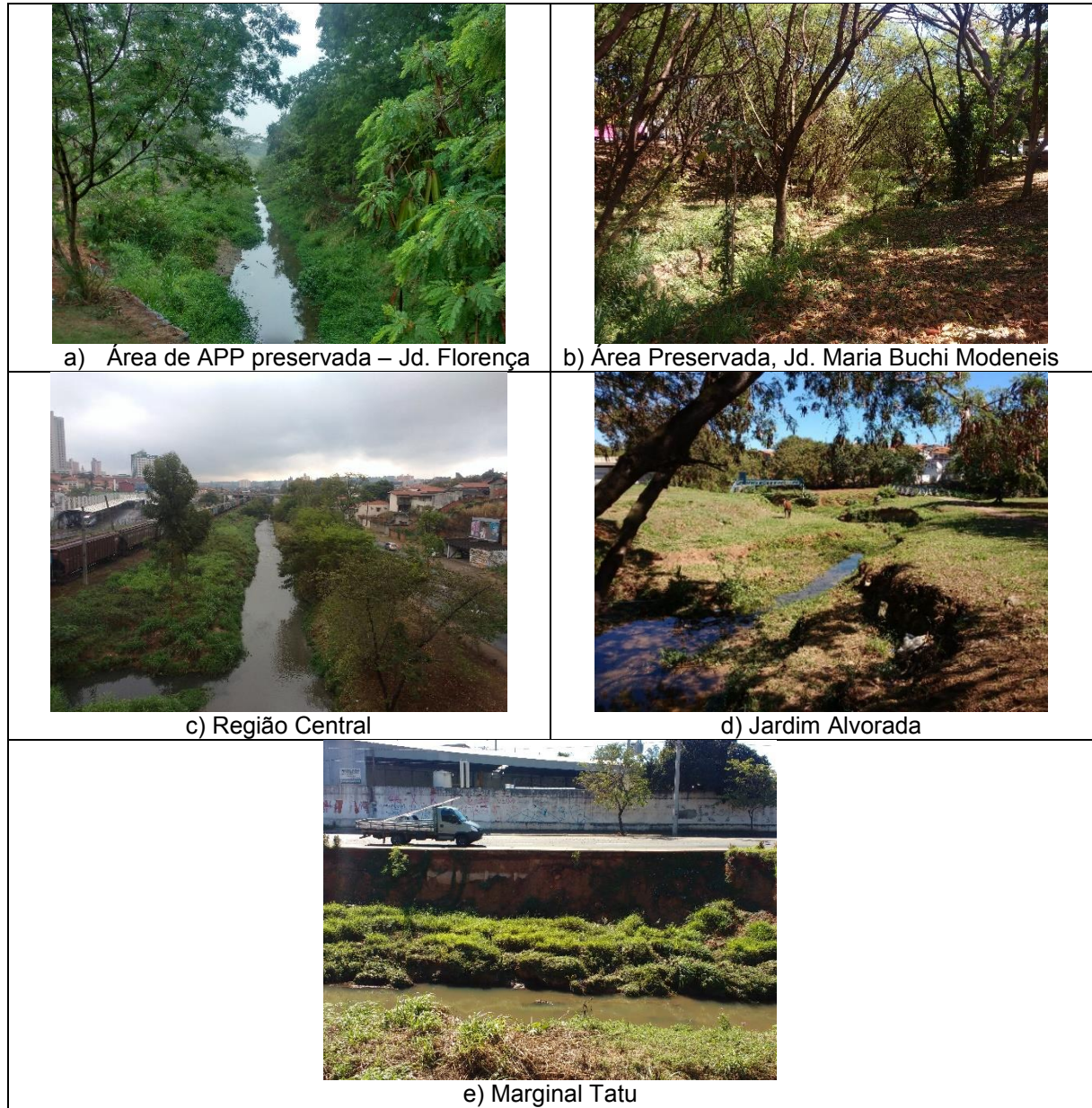


Fonte: Elaborado pelo Autor

Levando-se em conta a área total de APP, a área composta por vegetação arbórea/arbustiva representa apenas 45%. Cabe destacar, que em alguns pontos da cidade foi possível observar que essas áreas de vegetação, além de respeitarem a

Lei nº 12.651, se encontravam em bom estado de conservação, aspecto positivo para infiltração da água da chuva (figuras 13 a e b).

Figura 13 - Usos nas APP

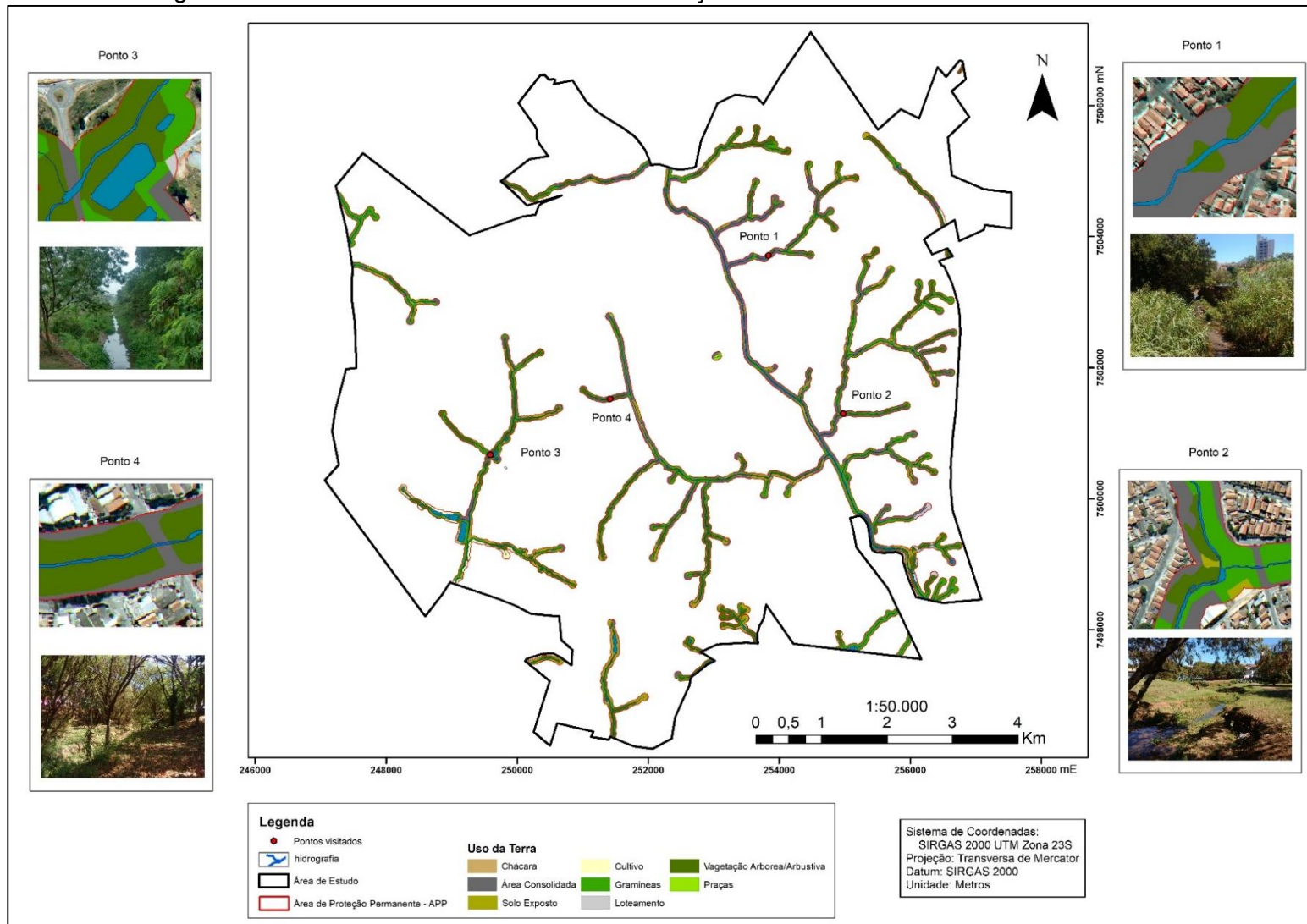


Fonte: elaborado pelo autor.

Pode-se observar que a maior parte da APP (55%) abrange diversos usos, não atendendo as leis ambientais. Dentre os usos, destacam-se as classes gramíneas ocupando 28% da área (figura 13 d), 15% de áreas urbanas construídas (figura 13 c) e 10% de solo exposto. A classe de uso das gramíneas foi predominante na área urbana podendo ser observada no mapa de conflito de usos dentro APP, resultando na falta de proteção das margens dos rios, onde apresentam muitos pontos em

processos de erosão (figura 13 e). As classes loteamentos (1%) e os cultivos (1 %) abrangeram as menores proporções. Já as praças e as chácaras não foram identificadas nas APP.

Figura 14 - Conflitos de Usos nas Áreas de Proteção Permanente no Perímetro Urbano de Limeira/SP



Fonte: Elaborado pelo Autor

Considerando o curso principal, o ribeirão Tatu, nota-se que suas margens não respeitam os limites de preservação, sendo constituídas principalmente por área construída e gramíneas, além de manchas de solo exposto e vegetação arbórea/arbustiva. No sentido centro – norte do ribeirão, observa-se o predomínio de áreas consolidadas que não são passíveis de recuperação (figura 19 c e e), além de gramíneas, ainda passíveis de serem recuperadas tipos de vegetação adequadas e que favoreçam a proteção e penetração de água no solo.

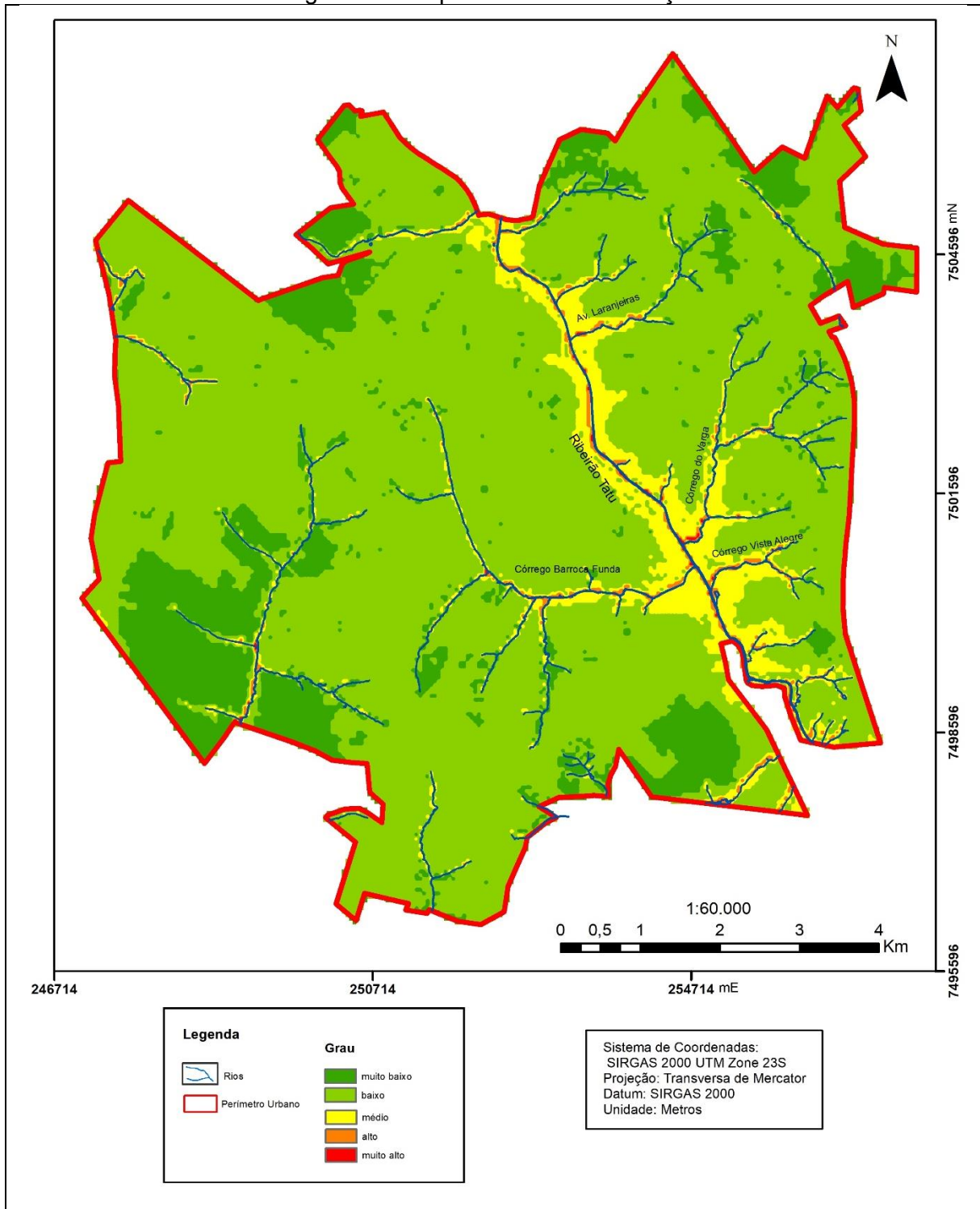
Já no córrego Barroca funda, a situação é diferente, pois quanto mais próximo das nascentes, foram sendo observadas mais vegetação arbórea/arbustiva, apesar do predomínio de gramíneas e manchas de solo exposto. Essas áreas foram consideradas de maior facilidade de recuperação, pois não abrangem tantas áreas construídas.

#### **6.1.4 Mapa de Risco à Inundação**

O mapa síntese, gerado através da integração dos mapas temáticos, permitiu identificar e classificar as áreas propícias a inundações, resultando na seguinte classificação de risco: “Muito Baixa”, “Baixa”, “Média”, “Alta” e “Muito Alta”, com isso, foi possível identificar as áreas com maior risco de acontecer este evento. As áreas identificadas com potencial Médio Alto ou Muito Alto se localizam próximas ao ribeirão Tatu, córrego Barroca Funda, proximidades da Av. Laranjeiras, córrego do Vargas e córrego Vista Alegre (figura 15).

O ribeirão Tatu em seu trecho dentro da área de estudo, mostra-se com risco médio, alto e muito alto. Na área central, extremamente construída, incluindo as áreas de APP, nota-se que o resultado foi Alto e Muito Alto. Ainda, pode-se considerar uma área baixa, que vai receber um grande volume de água, aliado ao uso inadequado do solo, confirma a alta fragilidade da área.

Figura 15 - Mapa de Risco à Inundação



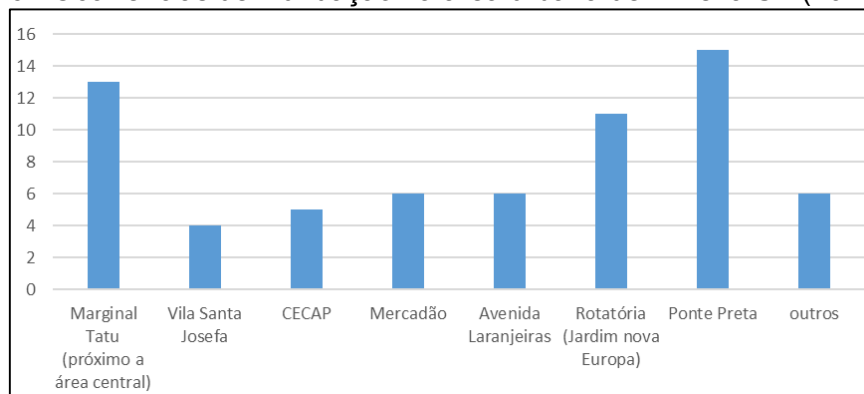
Fonte: Elaborado pelo Autor

As áreas próximas ao córrego do Varga, próximo ao ribeirão Tatu, destacam-se pelos riscos Alto e Muito Alto. A área se caracteriza por ter altitude relativamente baixa, plana e uso inadequado na APP. Outros pontos que apresentam as mesmas características são os córregos Vista Alegre e Barroca Funda. De maneira geral, essas características são determinantes para as áreas de maiores fragilidades e podem colocar a população em risco, sendo assim são importantes estudos mais detalhados e possíveis soluções para evitar mais problemas.

## 6.2. Registros de alagamentos e inundações em notícias de jornais e dados pluviométricos

O levantamento das ocorrências divulgadas nas notícias dos jornais, resultou em 66 eventos. Os pontos com mais ocorrências (figura 16) foram a Ponte Preta (15), marginal Tatu (13) e a Rotatória no Jardim Nova Europa (11). Na área comercial relativa ao Mercado, foram registrados 5 eventos de alagamentos, afetando diretamente os comerciantes, pois perderam muitas mercadorias. No Bairro CECAP foram detectadas 4 ocorrências, sendo a mais grave em 2011, quando um carro foi arrastado pela correnteza, causando a morte de uma mulher.

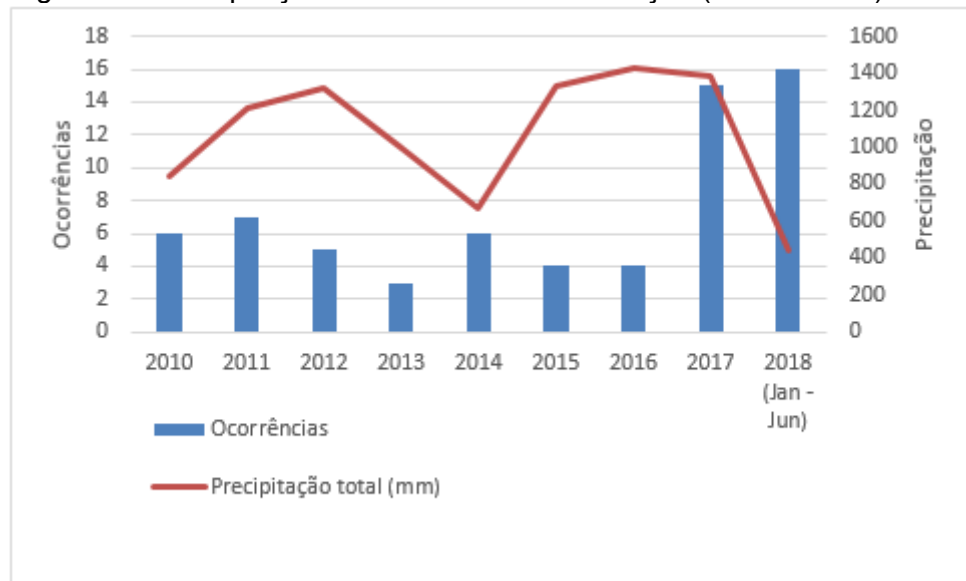
Figura 16 - Ocorrências de inundações na área urbana de Limeira/SP (2010 – 2018)



Fonte: Elaborado pelo Autor

Considerando as ocorrências de inundações e alagamentos em Limeira (figura 17), em 2017, pode-se verificar uma forte relação entre as precipitações e as ocorrências, fato não observado nos outros anos. Em 2018, já foram identificados 16 pontos de ocorrências, considerando-se as notícias até junho. Desse modo, esse ano já indica que será o de mais ocorrências de inundações.

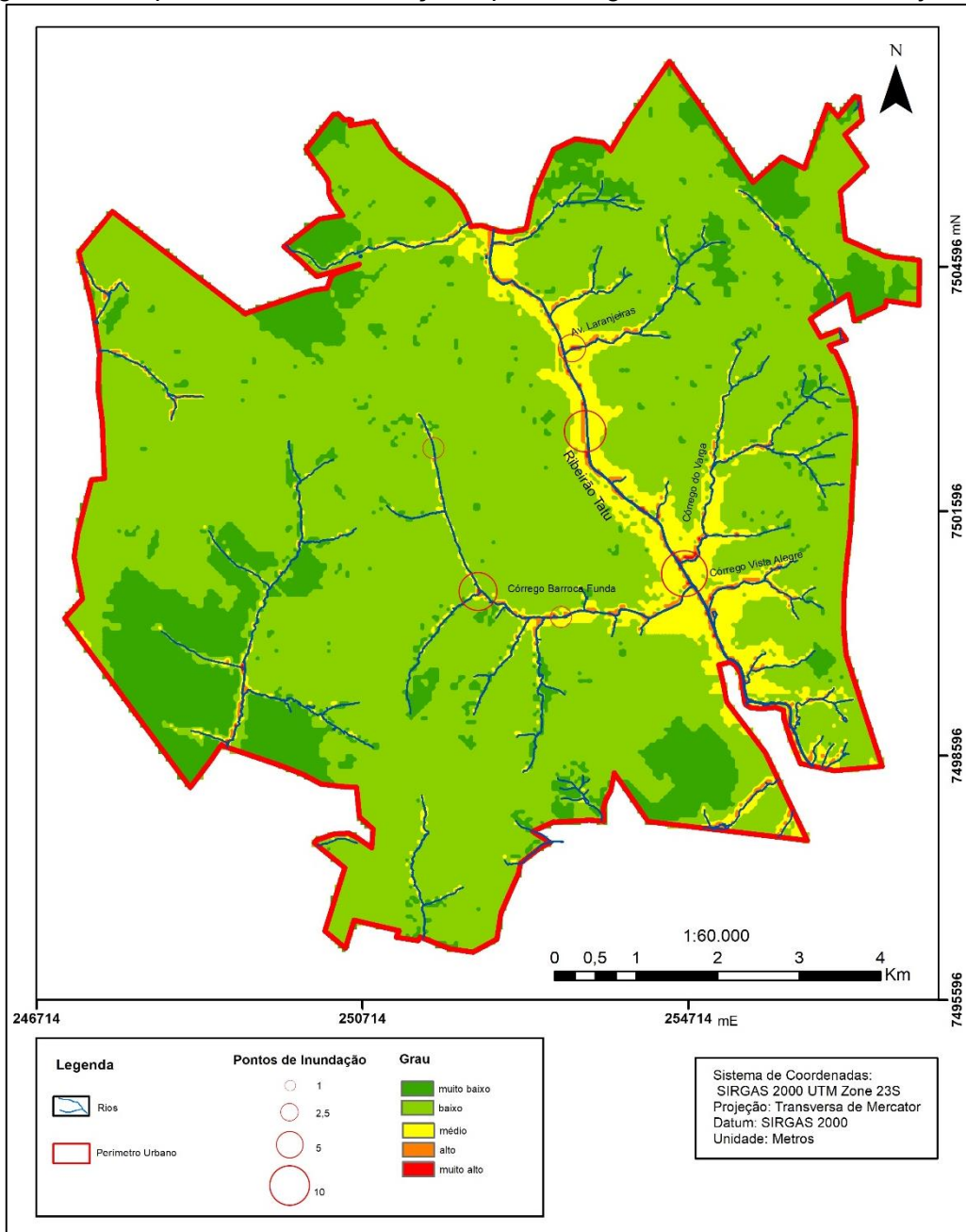
Figura 17 - Precipitação e ocorrências de inundação (2010 – 2012)



Fonte: Elaborado pelo Autor

Com as informações sobre os pontos de inundações obtidos nos jornais foi possível comparar com as áreas de maiores riscos (figura 18), observando que os pontos com maiores recorrências são os mesmos evidenciados no mapa com risco alto e muito alto. Nesse sentido pode-se considerar que o mapeamento foi efetivo, além de permitir identificar áreas que ainda podem sofrer com esses problemas, como são os casos do córrego do Varga e Vista Alegre.

Figura 18 - Mapa de Risco à Inundação e pontos registrados nas notícias de jornais



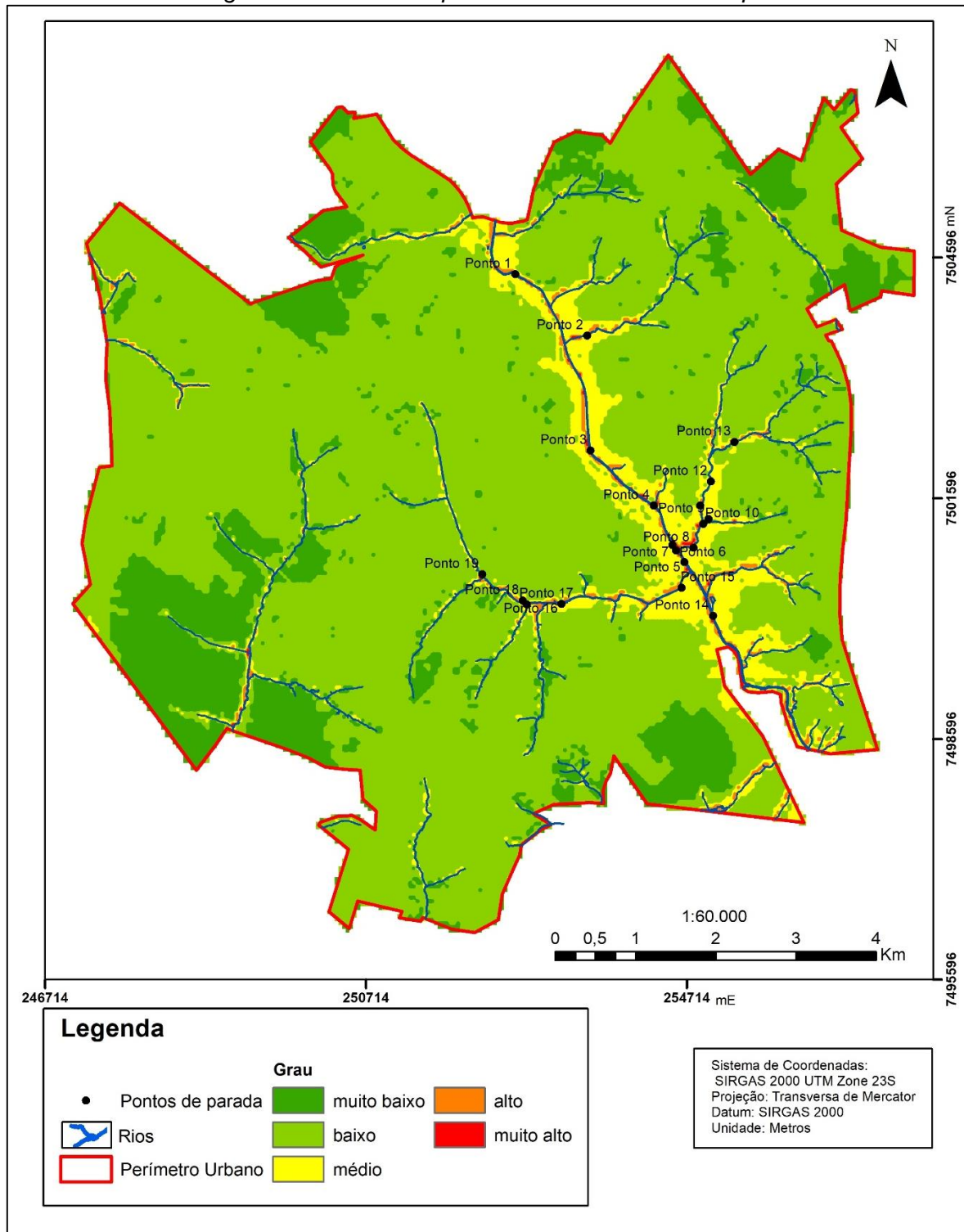
Fonte: Elaborado pelo Auto

### **6.3 Trabalhos de campo**

O trabalho de campo foi realizado no dia 10 de agosto de 2018, cujo objetivo foi analisar a área urbana de Limeira/SP, a fim de identificar e caracterizar as áreas sujeitas à inundação. Essa atividade foi realizada juntamente com a Profa. Dra. Andréia Medinilha Pancher e a aluna do curso de graduação em Engenharia Ambiental Sarah Felix Santos. Ao todo foram visitados 19 pontos, a fim de conhecer a atual situação da área sob os seguintes aspectos: caracterização física (hidrologia, relevo), formas de uso da terra, problemas ambientais, situação de escoamento do canal fluvial, considerando-se o contexto de inundações urbanas.

Assim, além da análise das áreas com os maiores níveis de fragilidade às inundações dentro do perímetro urbano, realizou-se a verificação da veracidade do mapeamento do uso das terras urbano. O ribeirão Tatu, o principal rio que atravessa a cidade, evidencia pontos de risco médio e alto, sem contar alguns pontos de risco muito alto (figura 19). A APP apresenta irregularidades, abrangendo as classes de usos gramíneas e áreas urbanas construídas. Devido a essa situação, esse ribeirão foi considerado prioritário para a análise e verificação das suas principais características.

Figura 19 - Pontos de parada no Trabalho de Campo




Fonte: Elaborado pelo Autor

Os trabalhos de campo foram realizados nas áreas com maiores riscos, com objetivo analisar as condições de urbanização, a situação das Áreas de Proteção Permanente (APP) e as características do curso d'água. As coordenadas UTM e a altitude de cada ponto foram obtidas através de um GPS de navegação, adotando-se o Datum SAD69; além disso, foram descritas as características de cada ponto, observando-se as condições da APP e o entorno, a presença de lixo, processos erosivos.

#### 6.4.1 Ribeirão Tatu

No decorrer do trabalho de campo, foi possível analisar as áreas frágeis, assim como o estado de conservação das APP e do ribeirão Tatu (figuras 20 ao 27). Desse modo, foram constatadas áreas extremamente degradadas, tendo como cobertura predominante a vegetação do tipo gramínea. Em relação às áreas próximas ao ribeirão, toda a margem esquerda é marcada por uma importante via de acesso, a avenida Marginal Tatu, de fluxo intenso; as áreas adjacentes são ocupadas por construções. Nas proximidades da margem direita há uma via férrea e muitas construções no entorno, além de algumas vias de acesso (figura 22 e 26).

Figura 20 - Trabalho de Campo - Ponto de parada 1

Foto	Ponto	1
	<b>Local</b>	Av. das Araras - Vila da Gloria
		Próximo à Citrus Colloids
	<b>Características</b>	Margem direita: Vegetação arbórea e área construída; Margem esquerda: gramíneas e vias de acesso; Ponto de inundação.
	<b>Coordenadas (SAD 69)</b>	252.627 mE
	<b>Altitude</b>	7.504.434 mN
<b>Erro</b>	551 metros	
	<b>Erro</b>	3 metros

Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 21 - Trabalho de Campo - Ponto de parada 2

<b>Foto</b> 	<b>Ponto</b>	2
	<b>Local</b>	Av. Laranjeiras - Vila Queiroz Próximo ao Limeira Clube
	<b>Características</b>	Afluentes canalizados, alto nível de urbanização, local de frequentes inundações.
	<b>Coordenadas (SAD 69)</b>	253.426 mE 7.503.657 mN
	<b>Altitude</b>	550 metros
	<b>Erro</b>	3 metros

Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 22 - Trabalho de Campo - Ponto de parada 3

<b>Foto</b> 	<b>Ponto</b>	3
	<b>Local</b>	Alça do viaduto Antônio Felix - Vila Camargo Próximo terminal urbano
	<b>Características</b>	Margens com gramíneas, vias de acesso e área construída; Sofreu com infiltrações e foi demolida devido ao risco de desabamento.
	<b>Coordenadas (SAD 69)</b>	253 565 mE 7 502 237 mN
	<b>Altitude</b>	547 m
	<b>Erro</b>	3 metros


Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 23 - Trabalho de Campo - Ponto de parada 4

<b>Foto</b> 	<b>Ponto</b>	4
	<b>Local</b>	Marginal Tatu - Jardim São Pedro Próximo a escola SESI
	<b>Características</b>	Margens com solo exposto, gramíneas, vegetação arbórea arbustiva esparsas e parte com cimento; vias de acesso; Parte do ribeirão em processo de desassoreamento.
	<b>Coordenadas (SAD 69)</b>	254 426 mE 7 501 467 mN
	<b>Altitude</b>	547 m
	<b>Erro</b>	4 metros


Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 24 - Trabalho de Campo - Ponto de parada 5

<b>Foto</b> 	<b>Ponto</b>	5
	<b>Local</b>	Ponte Preta - Vila Independência acesso avenida Campinas e Vista Alegre
	<b>Características</b>	Margem com solo exposto e cimentada; Vias de acesso e área urbanizada; ponto de inundação.
	<b>Coordenadas (SAD 69)</b>	254 728 mE 7 500 850 mN
	<b>Altitude</b>	547
	<b>Erro</b>	3 metros


Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 25 - Trabalho de Campo - Ponto de parada 6

<b>Foto</b> 	<b>Ponto</b>	6
	<b>Local</b>	Marginal Tatu - Jardim São Pedro Próximo à PerfilCon e Squema
	<b>Características</b>	Afluente - Córrego do Varga; Vegetação arbórea; área construída.
	<b>Coordenadas (SAD 69)</b>	254 574 mE 7 501 057 mN
	<b>Altitude</b>	543 m
	<b>Erro</b>	3 metros

Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 26 - Trabalho de Campo - Ponto de parada 7

<b>Foto</b> 	<b>Ponto</b>	7
	<b>Local</b>	Marginal Tatu - Jardim São Pedro Próximo à PerfilCon
	<b>Características</b>	Áreas em processo de erosão, atingindo a calçada e pode-se observar a tubulação exposta; área com gramíneas.
	<b>Coordenadas (SAD 69)</b>	255 036 mE 7 501 338 mN
	<b>Altitude</b>	553 m
	<b>Erro</b>	3 metros

Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 27 - Trabalho de Campo - Ponto de parada 14

<b>Foto</b>	<b>Ponto</b>	14	
	<b>Local</b>	Via Antônio Cruães Filho - Jardim Gloria	
		Próximo a Burringoto	
	<b>Características</b>	Ultimo Ponto do perímetro urbano do ribeirão Tatu; Vegetação Arbórea/Arbustiva, áreas adjacente com gramíneas.	
	<b>Coordenadas (SAD 69)</b>	255.078 mE	7.500.155 mN
	<b>Altitude</b>	543 m	
<b>Erro</b>	3 metros		

Fonte: Elaborado pelo Autor

Nos cursos d'água do ribeirão Tatu foram detectados muitos sedimentos (figuras 23 e 24) e em alguns pontos observou-se que foram realizadas obras recentes de desassoreamento (figura 23). Ainda, foi possível notar diversos pontos de erosão ao longo do ribeirão, sendo que alguns se localizam próximos as vias, podendo gerar algum tipo de incidente (figura 26).

Uma situação extrema denunciada pelo jornal local em 2015 se refere ao afundamento da alça do viaduto Antônio Felix, localizada no bairro vila Camargo, devido à infiltração da água do ribeirão. A área foi interditada e após avaliações da Secretária de Obras e Serviços Públicos de Limeira, os estudos mostraram que a alça deveria ser demolida. Atualmente a área continua interditada e sem previsão para novas obras no local (figura 22).

#### 6.4.2 Córrego do Vargas


Caminhado pelo canal foi detectado que o entorno é uma região cuja população apresenta baixo nível socioeconômico e algumas casas se localizam próximas ao ribeirão (figuras 38 ao 33). Num dos pontos atingidos pelo processo de erosão, notam-se algumas árvores, as quais podem ter amenizado esse processo, evitando-se que a construção fosse atingida (figura 30). No ponto 11 (figura 31) foi detectada uma residência próxima a uma área que também apresenta processos erosivos, podendo no futuro próximo causar algum acidente em caso de evento extremo.

Figura 28 - Trabalho de Campo - Ponto de parada 8

<b>Foto</b>	<b>Ponto</b>	8
	<b>Local</b>	R. Vito Modesto M. Rosa - Jardim São Pedro
		Próximo à PerfilCon e Rodonaves
	<b>Características</b>	Vegetação arbórea, algumas garrafas e lixos encontrados nas margens; Área construída no entorno; Ponte de Acesso Jardim São Luiz - Jardim São Pedro.
	<b>Coordenadas (SAD 69)</b>	254 828 mE
		7 501 038 mN
	<b>Altitude</b>	550 metros
	<b>Erro</b>	3 metros


Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 29 - Trabalho de Campo - Ponto de parada 9

<b>Foto</b>	<b>Ponto</b>	9
	<b>Local</b>	Rua Vito Mastrocola com Rua Antônio Luca - Jardim São Luiz
	<b>Características</b>	Solo exposto, Vegetação arbórea esparsas; Processos erosivos; Área Construída.
	<b>Coordenadas (SAD 69)</b>	255 001 mE
		7 501 331 mN
	<b>Altitude</b>	551 metros
	<b>Erro</b>	3 metros


Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 30 - Trabalho de Campo - Ponto de parada 10

<b>Foto</b>	<b>Ponto</b>	10
	<b>Local</b>	Entre Rua Gabriel Cintra de Castro - Jardim São Pedro e Antônio Luca - Jardim Alvorada
	<b>Características</b>	Margem com predomínio de solo exposto e gramíneas, algumas vegetações arbóreas esparsas; Processos erosivos próximo a áreas construída
	<b>Coordenadas (SAD 69)</b>	254 932 mE
		7 501 343 mN
	<b>Altitude</b>	553 metros
	<b>Erro</b>	4 metros

Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 31 - Trabalho de Campo - Ponto de parada 11

<b>Foto</b>	<b>Ponto</b>	11
	<b>Local</b>	Entre Rua Gabriel Cintra de Castro - Jardim São Pedro e Luís Silveira Moraes - Jardim Alvorada
	<b>Características</b>	Margens com gramíneas e vegetação arbórea esparsas; Processos erosivos; Construções a pouco metros das áreas com processo de erosão.
	<b>Coordenadas (SAD 69)</b>	254.926 mE
		7.501.533 mN
	<b>Altitude</b>	553 metros
	<b>Erro</b>	4 metros

Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 32 - Trabalho de Campo - Ponto de parada 12

<b>Foto</b>	<b>Ponto</b>	12
	<b>Local</b>	Rua Oto Frederico Bürger, Jardim Alvorada
		Próximo a AMER Tecnologia em Automação
	<b>Características</b>	Vegetações Arbóreas/Arbustivas esparsas, gramíneas e predomínio de solo exposto; área urbanizada e via de acesso
	<b>Coordenadas UTM (SAD 69)</b>	255.041 mE
		7.501.801 mN
	<b>Altitude</b>	553 m
<b>Erro</b>	3 metros	

Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 33 - Trabalho de Campo - Ponto de parada 13

<b>Foto</b>	<b>Ponto</b>	13
	<b>Local</b>	Via Luiz Vargas, Jardim Grêmio
		Próximo ao posto Ipiranga
	<b>Características</b>	Vegetação Arbórea/Arbustiva e predomínio de gramíneas; Área construída próxima e via de trânsito.
	<b>Coordenadas (SAD 69)</b>	255.343 mE
		7.502.362 mN
	<b>Altitude</b>	559 metros
<b>Erro</b>	3 metros	

Fonte: Elaborado pelo Autor

Nesse caminho, foi possível analisar que se trata de uma área altamente urbanizada, sendo na maioria ocupada por residências e algumas pequenas empresas. As margens são caracterizadas pelo predomínio de gramíneas e pouca vegetação arbórea/arbustiva. Nos pontos 9, 10 e 11 (figuras 29, 30 e 31) foram detectados processos erosivos e em alguns casos, próximos às construções. Ainda, foi identificado próximo ao ribeirão um depósito de material reciclável, podendo-se inferir que se houver um evento de chuva intenso, esse material pode ser atingido e levado para o fundo do vale, acarretando em problemas aos moradores.

Considerando as APP, as áreas mais críticas são caracterizadas por gramíneas e por muitos pontos de erosão, assim como algumas construções próximas. Com base na lei nº 12.651/12, notou-se que as APP não estão sendo respeitadas, pois as áreas visitadas evidenciaram ausência quase total da vegetação ciliar, além de haver construções e acúmulo de lixo próximos à várzea.


Num dos momentos da atividade de campo um morador destacou que essa área é problemática na questão de depósito de materiais. Ele comentou que recentemente foram depositados galhos de árvores cortados nas margens do ribeirão e que sempre notifica a prefeitura para realizar a limpeza. Além disso, apontou também pontos das erosões, evidenciando sua preocupação quanto às consequências desses problemas.

#### **6.4.3 Córrego Barroca Funda**

Partindo da avenida Campinas em direção ao Tatu e o córrego Barroca Funda iniciou-se o percurso, seguindo em direção aos outros afluentes e nascentes (figuras 34 a 38). O canal é caracterizado pela presença de gramíneas nas margens, vias de transporte, além de ser uma área extremamente urbanizada.

Ao longo do canal pode ser observado que esta área tem muitas vias de acesso aos bairros; esses acessos foram feitos através de pontes e tornaram obstáculos para a passagem da água. Esses pontos são locais de recorrências dos registros de inundações, as quais paralisam o trânsito e podem trazer prejuízos a região (figuras 35, 36 e 38).

Figura 34 - Trabalho de Campo - Ponto de parada 15

<b>Foto</b>	<b>Ponto</b>	15
	<b>Local</b>	R. Martino Dragone - Jardim Santa Barbara
		Próximo Condomínio Independência
	<b>Características</b>	Margem direita com vegetação arbórea/arbustiva; Margem esquerda com gramíneas; Vias de acesso próximas e construções.
	<b>Coordenadas (SAD 69)</b>	254.672 mE
		7.500.525 mN
	<b>Altitude</b>	546 m
<b>Erro</b>	3 metros	


Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 35 - Trabalho de Campo - Ponto de parada 16

<b>Foto</b>	<b>Ponto</b>	16
	<b>Local</b>	R. Flávio Roque da Silveira - CECAP
		Próximo ao AME - Limeira
	<b>Características</b>	Gramíneas e solo exposto; Pontos recorrentes de Inundação; Ponte de acesso ao bairro, passagem da água reduzida.
	<b>Coordenadas (SAD 69)</b>	253.191 mE
		7.500.325 mN
	<b>Altitude</b>	553 m
<b>Erro</b>	3 metros	


Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 36 - Trabalho de Campo - Ponto de parada 17

<b>Foto</b>	<b>Ponto</b>	17
	<b>Local</b>	R. Dr. William Silva - Parque das Nações
		Próximo a diretoria de E. Região de Limeira
	<b>Características</b>	Predomínio de gramíneas; Processos erosivos; Ponte de acesso aos bairros, obras de limpeza no local.
	<b>Coordenadas (SAD 69)</b>	252.714 mE
		7.500.335 mN
	<b>Altitude</b>	559 m
<b>Erro</b>	3 metros	

Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 37 - Trabalho de Campo - Ponto de parada 18

<b>Foto</b>	<b>Ponto</b>	18
	<b>Local</b>	Entre as ruas Joaquim Pompéu - Parque das Nações e Dr. William Silva - Parque das Nações
	<b>Características</b>	Afluente do córrego Barra Funda; Gramíneas; Processos erosivos.
	<b>Coordenadas (SAD 69)</b>	252.748 mE
		7.500.237 mN
	<b>Altitude</b>	570 m
	<b>Erro</b>	4 m

Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 38 - Trabalho de Campo - Ponto de parada 19

<b>Foto</b>	<b>Ponto</b>	19
	<b>Local</b>	R. Prof. Fernando C. Silva - Jardim Nova Europa
	<b>Características</b>	Vegetação arbórea/arbustiva esparsas e predomínio de gramíneas; vias de acesso; Ponto recorrente de Inundação.
	<b>Coordenadas (SAD 69)</b>	252.187 mE
		7.500.667 mN
	<b>Altitude</b>	564 metros
	<b>Erro</b>	3 metros

Analisando-se as margens do ribeirão notou-se que essas estão intensamente alteradas e o entorno é coberto por gramíneas, além de apresentar pontos de erosão, desrespeitando totalmente a legislação referente à APP (figura 34 à 38). Ainda, observou-se que cada acesso aos bairros é feito por pontes que abrangem uma pequena tubulação para escoar a água das chuvas. Durante o trabalho de campo foi possível notar uma máquina fazendo a limpeza do canal para melhorar o escoamento.

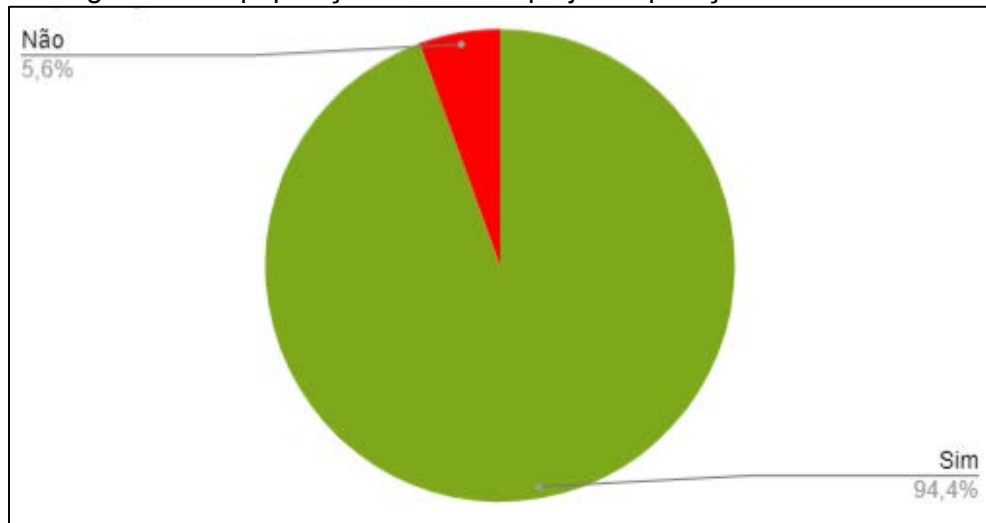
## 6.5 Questionários

Os questionários foram aplicados nas áreas classificadas no mapa de suscetibilidade a inundações como Alta e Muito Alta susceptibilidade (figura 17), priorizando a população diretamente afetada e áreas adjacentes aos locais de ocorrência dos eventos. No decorrer da aplicação, houve dificuldade em falar com as pessoas, pois muitos não quiseram responder o questionário, alegando que: “não ocorre esse problema aqui, pois a prefeitura fez obras para reduzir o problema”, “por morarem há pouco tempo na área e não quererem opinar sobre o problema”.

Devido a essas dificuldades, não foi possível obter uma amostra ideal de participantes. Ao todo foram aplicados 72 questionários em 10 dias com média de 7 – 8 questionários por dia (7,2), sendo aplicados aleatoriamente nas áreas mais críticas. Desse total, foram 40 homens e 32 mulheres, abrangendo, em média, a idade de 43 anos, além de morarem ou trabalharem na área, em média, há 15 anos.

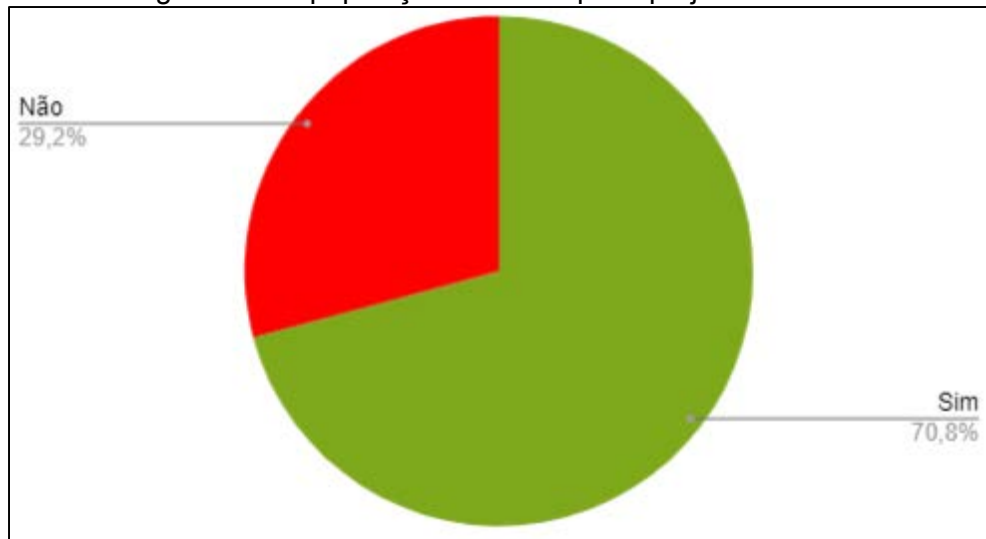
Do conjunto de questões, duas delas foram elaboradas para analisar a Operação “Só Cacareco”. Essa operação, realizada pela prefeitura, tem como objetivo retirar materiais que não são mais utilizados pelos moradores, como sofás, móveis e madeiras. A coleta dos materiais é feita diretamente nos imóveis, que recebem uma “filipeta” de aviso, contendo a data da coleta e o tipo de material que é recolhido. Considerando-se os resultados, 94,4% dos participantes conhecem o projeto (figura 39); sendo que 70,8% dessas pessoas consideram que o projeto é efetivo (figura 40). Sob esse aspecto muitos entrevistados reclamaram da falta educação e de comprometimento da população, pois essa é avisada com antecedência sobre o recolhimento, porém não coloca o material no dia correto. Devido a isso, os materiais ficam jogados na rua ou são levados para áreas próximas, como nas margens dos rios. Também, os participantes consideraram que o recolhimento poderia ser feito mais vezes durante o ano.

Figura 39 - A população conhece o projeto Operação só Cacareco?



Fonte: Elaborado pelo Autor

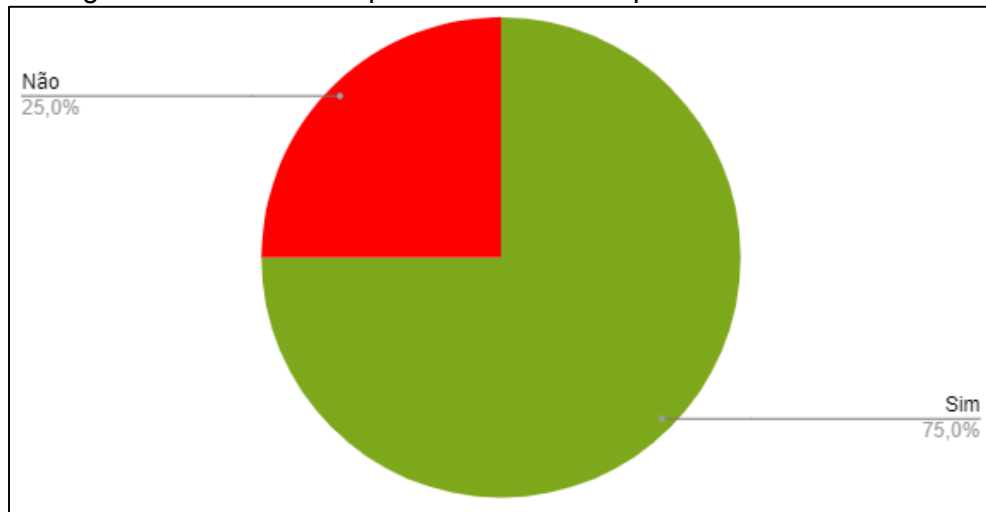
Figura 40 - A população entende que o projeto é efetivo?



Fonte: Elaborado pelo Autor

Em relação à questão relativa ao depósito lixo, entulhos, móveis velhos e outros materiais em áreas próximas a rede de drenagem, 75% das pessoas consideraram que sim (figura 41). Os comentários dos moradores evidenciaram novamente a falta educação e respeito das pessoas e reclamaram que a prefeitura só realiza a limpeza de ruas próximas a área central. Além disso, destacaram que essa falta de cuidado da prefeitura cria a ideia que "os moradores podem jogar materiais que não utilizam mais, até mesmo lixo" nas margens dos rios.

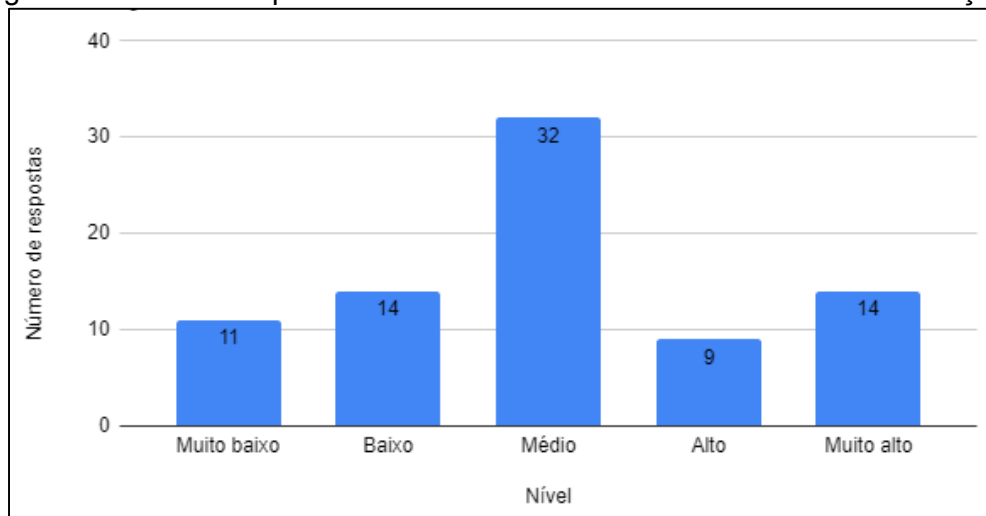
Figura 41 - Materiais depositados em áreas próximas as residências



Fonte: Elaborado pelo Autor

Quanto à temática inundação, 95,8% dos participantes consideraram que moram em áreas com possível risco de inundação. Desses, 32 (44,4%) consideraram que estão em áreas com médio risco de inundação. Assim, somando-se as respostas, 25 (34,7 %) pessoas indicaram baixo e muito baixo risco; também somando-se as respostas, 23 (20,8%) indicaram alto e muito alto risco (figura 42). Muitos dos participantes citaram que não consideram o risco tão alto, pois nos “últimos anos tiveram muitas obras da prefeitura” e confiam que essas vão conter esse problema; ainda assim eles destacaram que existem muitas dúvidas sobre essas obras e quais serão os resultados em períodos de chuvas intensas. Essa incerteza ficou revelada na seguinte frase: “nos últimos anos não tem chovido tanto, então fica a dúvida se as obras realmente irão funcionar”. Apesar de que boa parte da população, mesmo habitando uma área de risco, acreditar que não vai ocorrer nenhum evento sério, devido às obras da prefeitura, muitos se sentem receosos com relação à eficácia dessas medidas.

Figura 42 - Nas áreas próximas a sua casa você considera o risco à inundação?

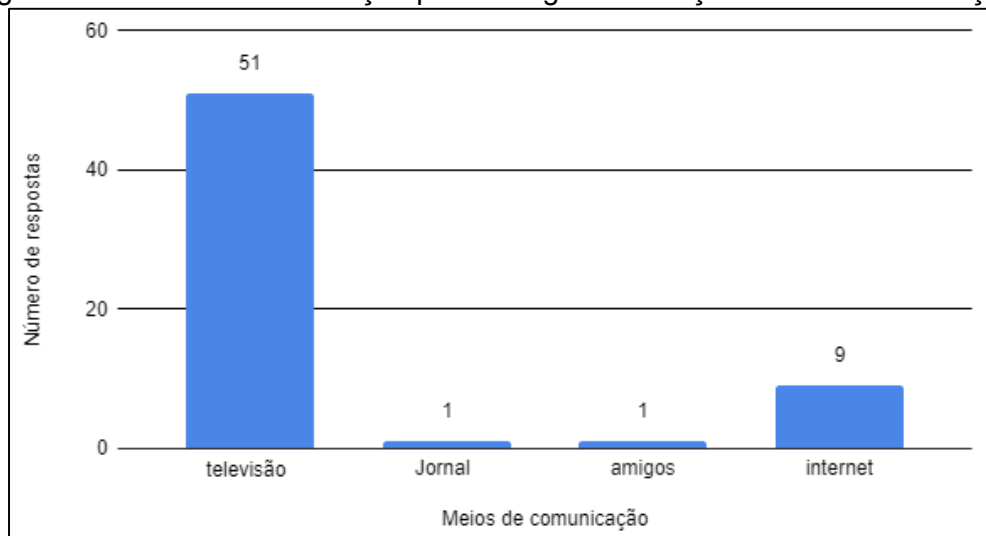


Fonte: Elaborado pelo Autor

Quando indagados sobre as informações que eles recebem sobre os riscos de inundação e suas consequências, 62 (81,6%) responderam que já obtiveram alguma informação. Dentre os meios de comunicação, 51 (82,3%) citou a televisão, comentando que as emissoras sempre destacam os riscos de doenças, como a leptospirose e sobre o problema de carros que ficam parados ao tentar atravessar as áreas inundadas. Ainda, 9 (14,5%) deles indicaram que viram esses tipos de notícias na *internet*.

Nesse contato amostral com a população, verificou-se que o meio de comunicação mais eficaz para informação, alerta e prevenção é a televisão (figura 43), que consiste num canal que possibilita a divulgação de campanhas, o alerta aos riscos de inundação e outros e até mesmo como agir em determinadas situações. A *internet* foi pouco citada, provavelmente devido à média de idade dos participantes 43; os mais jovens têm maior tendência a utilizar a *internet* no dia-dia, indicando que esse pode ser um meio mais eficiente para divulgar e orientar a população quanto aos riscos à inundação. Vale salientar, que a escola também não foi citada, mas devido ao seu amplo alcance, tem potencial para difundir informações, ensinar, orientar os alunos, os quais podem atuar como multiplicadores, levando informações para as famílias.

Figura 43 - Meio de comunicação para divulgar informações sobre as inundações

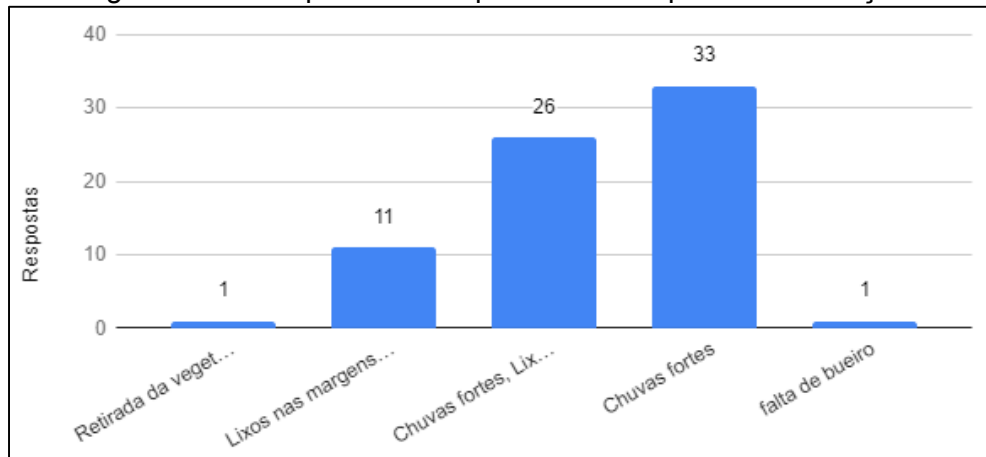


Fonte: Elaborado pelo Autor

Com relação aos danos sofridos com as inundações, 21 pessoas (29,2%) disseram já ter sofrido algum tipo de perda por causa desses eventos. Os problemas citados foram: queda de muros, árvores, sujeiras no quintal e perdas de mercadorias. Numa conversa com os donos dos comércios próximos, os mesmos disseram que perderam geladeiras e freezer, além de mercadorias que estavam no chão ou em áreas baixas; um deles citou que os prejuízos somados até hoje chegariam a R\$40.000 reais. Ainda, comentaram que a prefeitura não ofereceu nenhum auxílio financeiro. Mesmo com esses problemas, 64 pessoas (88,9%) revelaram que não querem sair da área, considerando que é uma área boa para o comércio e para morar.

Quando indagadas sobre quais fatores que mais colaboram para as inundações, os resultados foram: 33 respostas apenas para chuvas fortes; 26 respostas para chuvas fortes e lixos nas margens dos rios e ruas; e 11 respostas para lixos nas margens dos rios e ruas (figura 44). Nota-se que a população considera as chuvas intensas como um dos principais fatores que contribuem para a inundação. Ainda, foi muito citada à questão dos lixos tanto nas margens quanto nas vias (figura 45 a, b e c).

Figura 44 - Principais fatores que colaboram para as inundações



Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 45 - Locais com depósitos inadequados de lixos e móveis velhos

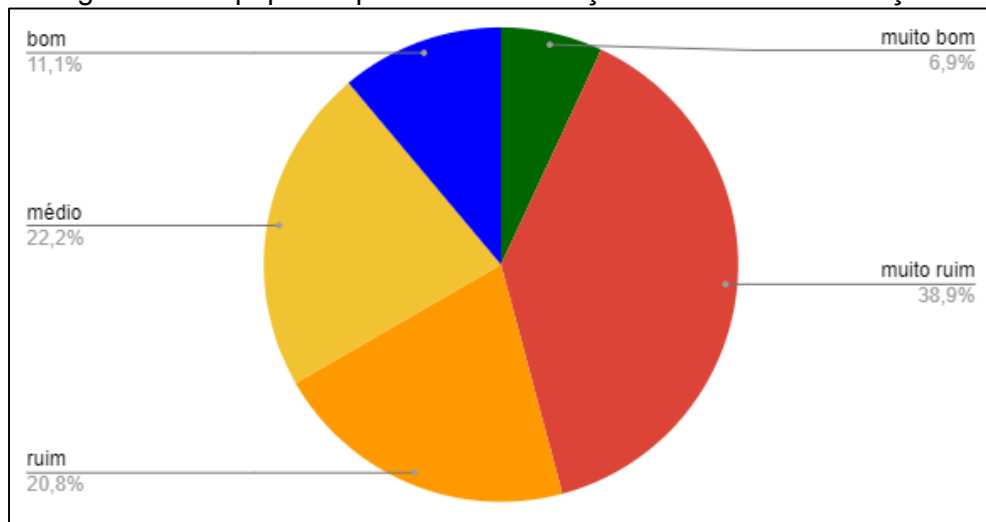


Fonte: Elaborado pelo Autor

A atuação da prefeitura é importante para prevenir e agir nos momentos difíceis. Desse modo, quando os participantes foram questionados sobre as medidas adotadas pela prefeitura de Limeira para enfrentar o problema das inundações, 55 pessoas (76,4%) afirmaram que o papel da prefeitura não é efetivo. Considerando o nível do trabalho realizado pela administração, observou-se que 39,9 % consideraram

“muito ruim”; somando-se com aqueles que consideram a atuação da prefeitura como “ruim”, o percentual de insatisfeitos atinge 59,7 % (figura 46). Dentre os comentários, alguns participantes citaram que em outras gestões era realizada a limpeza das ruas após os eventos de inundação, contudo atualmente, essa medida muitas vezes não é realizada. Analisando-se os relatos, foi destacado que: “Porque só tem obras em trechos mais importantes, como acessos aos condomínios e o nosso bairro é esquecido? ”; outro: “A prefeitura não se reocupa com essa região porque moram pessoas pobres”. No que se refere à realização de obras de limpeza e manutenção, esses moradores sentem que a prefeitura prioriza os bairros mais nobres ou os caminhos que ligam aos condomínios, portanto, não tem o mesmo comprometimento com o lugar onde esses moram, por ser uma região mais pobre da cidade.

Figura 46 - O papel da prefeitura em relação às áreas de inundações



Fonte: Elaborado Autor

Através de uma conversa com comerciantes que têm seus negócios próximos a avenida Laranjeiras, esses destacaram que apesar do problema das inundações ter diminuído, em períodos de chuvas intensas, eles ficam em estado de alerta. Vale destacar, que próximo a rotatória da avenida laranjeiras, as calçadas são elevadas para evitarem que a águas invadam o comércio (figura 47 a e b). Num dos estabelecimentos, além da construção de um muro para conter as águas, foi instalada uma placa de ferro para conter a invasão da água, utilizada em casos de chuva forte (figura 47 b). Outra medida tomada é o desligamento de todos os aparelhos elétricos, para evitar que queimem. Após algum evento mais forte os próprios moradores têm que realizar a limpeza e arrumar os estragos deixados pela chuva.

Figura 47 - Comércio próximo a rotatória da Laranjeiras



Fonte: Elaborado pelo Autor

No decorrer da aplicação dos questionários, a maioria dos participantes relatou que em muitas áreas as nascentes foram canalizadas. Também, comentaram que a qualidade da água dos rios era melhor e que o nível d'água era maior. No que se refere às inundações, foram relatados casos que tomaram a rua e embora não tenha causado prejuízos para as casas, tiveram que fazer um trabalho limpeza do local. Ainda, devido à falta de cuidado com as APP, houveram relatos de que moradores sem casa se instalaram em áreas próximas aos rios, considerando-as como áreas abandonadas, portanto, onde podiam se instalar.

No percurso, observaram-se algumas APP com vegetação arbórea/arbustiva, devido ao estabelecimento de parcerias público-privadas para a recuperação, além

da colaboração dos próprios moradores, como foi relatado por alguns participantes. Vale salientar, que o cuidado e a manutenção dessas áreas, ficam por conta dos moradores locais, pois a prefeitura realiza um trabalho muito precário. Alguns participantes citaram que em muitos pontos as árvores não receberam o cuidado necessário e, por isso, não se desenvolveram.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o alto nível de impermeabilização dos solos nas cidades, eventos como inundações se tornam comuns e recorrentes. Os estudos sobre essa temática, principalmente no ambiente SIG, constituem-se em excelentes ferramentas para identificação e análise desses eventos. A identificação dessas áreas torna-se uma medida fundamental para a prevenção desses desastres naturais.

No caso dessa pesquisa, através da integração dos mapas temáticos, foi possível identificar as áreas mais críticas quanto às inundações urbanas em Limeira/SP. A análise das notícias de jornais possibilitou confirmar os resultados obtidos através do mapa de fragilidade às inundações. Assim, a maior parte das áreas identificadas no mapa como críticas, já havia sido indicada nas notícias de jornais, confirmando-as como áreas de risco para a população.

As áreas do entorno dos córregos do Varga e Vista Alegre, indicadas como críticas no mapa de áreas propícias à inundação, ainda não tiveram nenhuma ocorrência, no período de análise, e, portanto, não foram notificadas pelos jornais. Contudo, essas áreas merecem a atenção do poder público, devido as suas características e por apresentarem processos erosivos em suas margens (ocupadas por gramíneas), podendo se tornar áreas de inundação em eventos climáticos futuros.

A área central tem o destaque pelo seu alto nível de impermeabilização, apresentando poucas áreas, como praças, para a minimização dos problemas das inundações. Isso gera uma grande carga de água levada para os rios e com alta velocidade, onde os rios não têm a capacidade de escoar todo esse volume, assim podendo afetar a população e áreas próximas. Além disso, em trabalho de campo e através da aplicação do questionário junto a população residente no entorno imediato das áreas de risco, foram verificadas reclamações sobre lixos nas ruas que reduzem a capacidade dos sistemas de drenagens.

O trabalho de campo permitiu analisar a situação das áreas com maior fragilidade a inundação. Foi constatado que muitas áreas já estão consolidadas no meio urbano, dificultando a recuperação da vegetação própria da APP, além de locais onde a vegetação foi substituída por gramíneas, assim apresentando erosões. Para muitos moradores essas áreas são vistas com total descaso, sem limpeza e manutenção, se tornando depósitos de lixos e até mesmo sendo utilizadas como

moradias. A Prefeitura tem um papel importante para reverter essa situação, podendo atuar na recomposição da vegetação em áreas passíveis de recuperação, bem como realizar a manutenção das mesmas.

Também, a pesquisa permitiu verificar a visão dos moradores e como se sentem em relação ao problema, através da aplicação dos questionários. Com base nas respostas e comentários, notou-se que a população acredita que as obras realizadas pela prefeitura diminuem o problema da inundação, mas ainda apresentam certa desconfiança sobre a efetividade dessas ações, principalmente considerando-se o risco de ocorrer inundações em eventos mais intensos. Com relação à atuação da prefeitura, os moradores não se sentem reconhecidos, pois em momentos de tomada de decisão e da adoção de medidas de contenção dos problemas, esses são ignorados e as prioridades são os setores mais importantes da cidade, que ligam a bairros, cuja população tem maior poder aquisitivo.

Uma sugestão que pode ser adotada para minimizar o problema da inundação é diminuir o volume de água que escoar para a rede de drenagem; essa medida tem sido adotada pela prefeitura de São Carlos SP, através da lei de incentivo ambiental – IPTU VERDE. O projeto consiste em desconto de 2 % no IPTU para contribuintes que têm árvores em frente ao imóvel e mais 2% para os imóveis que têm área permeável. As regras estão previstas pelas leis municipais: Lei 13.692/05 (SÃO CARLOS, 2005), Artigos 44 e 45, disciplinados pelo Decreto Nº 264 de 2008 (SÃO CARLOS, 2008), onde tratam detalhadamente como cada imóvel pode se adequar e conseguir o benefício.

Desse modo, através deste estudo, foi possível identificar áreas que sofrem ou que podem sofrer algum evento extremo de inundação, através do uso de geotecnologias e sendo comprovadas em trabalhos de campo, portanto o uso foi efetivo. Assim, a geotecnologias se apresentam como uma ótima ferramenta de integração de dados, mapeamento e posteriormente para o planejamento urbano e para a tomada de decisão. Ainda, pode servir de auxílio para futuras ações ou pesquisas sobre essa temática.

Desse modo, através deste estudo, foi possível identificar áreas que sofrem ou que podem sofrer algum evento extremo de inundação, tornando-se uma ótima ferramenta de planejamento urbano e para a tomada de decisão pelos órgãos

públicos. Ainda, pode servir de base para futuras ações ou pesquisas sobre essa temática.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. F. M. de. **Fundamentos geológicos do relevo paulista**. São Paulo: IGEOG, 1974.
- AMARAL, R; RIBEIRO, R. R. Inundações e enchentes. In: TOMINAGA, L.K; SANTORO, J; AMARAL, R. (orgs.). **Desastres naturais**: conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, 2012.
- ARAÚJO, R. P. Z.. Princípios para Análise Espacial Multicritérios: Capacidade de Suporte e Estoque de Potencial Construtivo no Espaço Urbano. In. Moura, A. C. M. (org). **Tecnologias de geoinformação para representar o território urbano**. 1ªed. Rio de Janeiro: Interciência, 2016. 326p.
- BAPTISTA, M.; NASCIMENTO, N.; BARRAUD, S.. **Técnicas compensatórias em drenagem urbana**. 2ª edição. Porto Alegre: ABRH, 2011. 318 p.
- BRASIL. **Anuário Brasileiro de Desastres Naturais 2013**. Ministério da Integração Nacional. Brasília: Cenad, 2014. Disponível em: <[http://www.mi.gov.br/c/document\\_library/get\\_file?uuid=fee4007a-ab0b-403e-bb1a-8aa00385630b&groupId=10157](http://www.mi.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=fee4007a-ab0b-403e-bb1a-8aa00385630b&groupId=10157)>. Acesso em: 15 set 2018.
- BRASIL. **Áreas de Preservação Permanente Urbanas**. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/areas-verdes-urbanas/item/8050.html>> . Acesso em: 05 ago 2018.
- BRASIL. Código Florestal Brasileiro, **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Brasília, DF, 2012. Disponível em : <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011014/2012/lei/l12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011014/2012/lei/l12651.htm)>. Acesso em: 20 de mai., 2018.
- BRASIL. Ministério das Cidades / Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios** / Celso Santos Carvalho, Eduardo Soares de Macedo e Agostinho Tadashi Ogura, organizadores – Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007. Disponível em: <[http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNPU/Biblioteca/PrevencaoErradicacao/Livro\\_Mapeamento\\_Enconstas\\_Margens.pdf](http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNPU/Biblioteca/PrevencaoErradicacao/Livro_Mapeamento_Enconstas_Margens.pdf)>. Acesso em: 10 ago. 2017.
- CANHOLI, A.P. Planejamento de Sistemas de Drenagem Urbana. **Drenagem urbana e controle de enchentes**. 2ª edição. Oficina de Textos, São Paulo, 2014. 384p.
- CASTRO, A. L. C. **Manual de Desastres**: desastres naturais. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2003.
- CIIAGRO. **Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas**. Disponível em: <<http://www.ciiagro.sp.gov.br/>>. Acesso em 09 de set de 2018.
- COTTAS, Luís Roberto; RUEDA, Jairo Roberto Gimenez; GONTIJO, Rogério Cardoso; BANNWART, Edilberto. - **Mapeamento geológico da área de expansão**

**do sítio urbano de Limeira - SP.** Atas do 6º Simpósio Regional de Geologia - Rio Claro, 1987.

DE BIASI, Mário. **A CARTA CLINOGRÁFICA: OS MÉTODOS DE REPRESENTAÇÃO E SUA CONFECCÃO.** Revista do Departamento de Geografia, São Paulo, v. 6, p. 45-60, nov. 2011. ISSN 2236-2878. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47110/50831>>. Acesso em: 08 ago. 2018.

Ferreira, J. C.; Rocha, J.; Tenedório, J. A.; Sousa, P. M. 2004. **Ensaio de delimitação de corredores verdes na área metropolitana de Lisboa.** Integração de dados fuzzy através da análise multi-critério. Proceedings VIII Encontro de Utilizadores de Informação Geográfica, Lisboa, USIG. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/237690808\\_Ensaio\\_de\\_Delimitacao\\_de\\_Corredores\\_Verdes\\_na\\_Area\\_Metropolitana\\_de\\_Lisboa\\_Integracao\\_de\\_dados\\_fuzzy\\_atraves\\_da\\_analise\\_multi-criterio](https://www.researchgate.net/publication/237690808_Ensaio_de_Delimitacao_de_Corredores_Verdes_na_Area_Metropolitana_de_Lisboa_Integracao_de_dados_fuzzy_atraves_da_analise_multi-criterio)>. Acesso em 25 ago 2018.

FLORENZANO, T. G.. **Iniciação em Sensoriamento Remoto.** São Paulo: Oficina de Textos, 2011, 3ª Ed.

FONTELLES M. J., SIMÕES M. G., ALMEIDA J. C., FONTELLES R. G. S. **Metodologia da pesquisa:** diretrizes para o cálculo do tamanho da amostra. Ver Paran Med. 2010;24:57-64. Disponível em: <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IisScript=iah/iah.xis&src=google&base=LILACS&lang=p&nextAction=lnk&exprSearch=593646&indexSearch=ID> . Acesso em 10 jun 2018.

HORA, S. B. e GOMES, R. L. **Mapeamento e avaliação do risco a inundação do Rio Cachoeira em trecho da área urbana do Município de Itabuna/BA.** Soc. nat. (Online), Uberlândia, v. 21, n. 2, p. 57-75, Aug. 2009. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1982-45132009000200005&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1982-45132009000200005&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 25 ago. 2016.

KOBIYAMA, M.; MENDONÇA, M.; MORENO, D. A.; MARCELINO, I. P. V. O.; MARCELINO, E. V.; GONÇALVES, E. F.; BRAZETTI, L. L. P.; GOERL, R. F.; MOLLERI, G. S. F.; RUDORFF, F. M.; **Prevenção de desastres naturais:** conceitos básicos. Florianópolis: Ed. Organic Trading, 2006. 109p.

LIMEIRA. **Lei Orgânica do Município de Limeira nº 44, de 1992-** Atualizado até Emenda nº 51/16. Prefeitura Municipal de Limeira. Disponível em: <<http://limeira.sp.leg.br/leis/arquivos/leiorg.pdf>>. Acesso em: 20 jul 2018.

LIMEIRA. Memorial do Processo Participativo - Revisão do Plano Diretor de 2006. Disponível em: <[http://www.limeira.sp.gov.br/sitenovo/simple\\_hotsite.php?id=29&simple=118](http://www.limeira.sp.gov.br/sitenovo/simple_hotsite.php?id=29&simple=118)>. Acesso em: 10 set 2018.

LORENZON FILHO, A. V.. **O uso de fotografias aéreas no estudo das transformações na organização do espaço rural de Limeira.** Rio Claro: IGCE/UNESP, 1982. (Dissertação de Mestrado).

MOURA, A. C. M. Geoprocessamento na Gestão e Planejamento Urbano 3 ed. Belo Horizonte: Ed. Da autora, 2014. 294p.

MOURA, A. C. M. **Reflexões metodológicas como subsídio para estudos ambientais baseados em Análise de Multicritérios**. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 2899-2906.

NOTÍCIAS DE LIMEIRA. **Chuvas provocam alagamentos em seis pontos em Limeira; prefeitura vistoria locais afetados**. Disponível em: <<http://noticiadelimeira.com.br/2018/02/19/chuvas-provocam-alagamentos-em-seis-pontos-em-limeira-prefeitura-vistoria-locais-afetados>> . Acesso em: 15 jun 2018.

O GLOBO. **Carro cai em buraco e mulher morre arrastada por enxurrada em Limeira, SP**. Disponível em: < <https://oglobo.globo.com/brasil/carro-cai-em-buraco-mulher-morre-arrastada-por-enxurrada-em-limeira-sp-2841291#ixzz5RwQIF8dv> >. Acesso em: 15 jun 2018

OLIVEIRA, J.B; de CAMARGO, M.N.; ROSSI, M. & CALDERANO FILHO, B. **Mapa Pedológico do Estado de São Paulo**: Legenda Expandida. Campinas. Instituto Agrônomo/EMBRAPA Solos. Campinas. 64p. Inclui Mapas, 1999.

ROSADA, M. **Patrimônio e Democratização do Acesso à Cultura: Ampliação da Escola Municipal de Cultura e Artes de Limeira - SP**. Graduação (Monografia). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

SAITO, S. M.; SORIANO, E.; LONDE, L. R.. DESASTRES NATURAIS. In: Sausen, T. M. Lacruz, M. S. P. (orgs.). **Sensoriamento remoto para desastres**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

SANTANA, F. C. et. al. **Mapeamento Das Áreas De Risco De Inundação No Município De João Monlevade - MG, Com A Utilização De Sistemas De Informações Geográficas**. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA E EXTENSÃO DA UEMG, 15, 2013, Belo Horizonte. Anais do 15º Seminário de Pesquisa e Extensão da UEMG. Belo Horizonte: UEMG, 2013. p. 1-1. CD-ROM. ISSN 2236-6164.

SANTOS, A. R.. **Cidades & Geologia**: discussão técnica e proposição de projetos de lei de grande interesse para as populações urbanas. São Paulo: Ed. Rudder, 2017.

SÃO CARLOS. **Decreto nº 264 de 30 de maio de 2008**. REGULAMENTA A APLICAÇÃO DOS INCENTIVOS AMBIENTAIS PREVISTOS NOS ARTIGOS 44 E 45 DA LEI MUNICIPAL Nº 13.692, DE 25 DE NOVEMBRO DE 2005, E ALTERAÇÕES POSTERIORES, QUE ESTABELECE A PLANTA GENÉRICA DE VALORES DO MUNICÍPIO DE SÃO CARLOS, E DÁ OUTRAS PROVIDÊNCIAS. Disponível em: <[http://simonline.saocarlos.sp.gov.br/incentivo-ambiental/arquivo/Decreto\\_264-2008.pdf](http://simonline.saocarlos.sp.gov.br/incentivo-ambiental/arquivo/Decreto_264-2008.pdf)> . Acesso em: 10 ago 2018.

SÃO CARLOS. **Lei nº 13.692 de 25 de novembro de 2005**. Institui a Planta Genérica de Valores do Município, define critérios para lançamento do Imposto Predial e Territorial Urbano, e dá outras providências. São Carlos, 2005, nov.

Disponível em: <<http://simonline.saocarlos.sp.gov.br/incentivo-ambiental/arquivo/lei13692.pdf>> . Acesso em: 10 ago 2018.

SEADE. FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS - SEADE. Disponível em: <<http://www.seade.gov.br>>. Acesso em: 10 ago 2018.

TOMINAGA, Lídia Keiko. Desastres Naturais: Por que ocorrem? In. **Desastres Naturais Conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2012.

TROPPIAIR, H. **Geossistemas e geossistemas paulistas**. Rio Claro, 2000.

TUCCI, C. E. M. Águas Urbanas. **Gestão de Águas Pluviais Urbanas**/ Carlos E. M.Tucci – Ministério das Cidades – Global Water Partnership - World Bank – Unesco 2005. 270p.

TUCCI, C. E. M. **Gestão da drenagem urbana**. Brasília: CEPAL. Escritório no Brasil/IPEA, 2012, 50p.

TUCCI, C. E. M.; BERTONI, J. C. (Org.) **Inundações Urbanas da América do Sul**. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003.

TUCCI, C. E.M. Água no meio urbano: **Água doce**. Instituto de pesquisa hidráulica. UFRGS–Porto Alegre-RS, 1997.

TUCCI, C.E.M. Águas Urbanas. **Inundações Urbanas**. Porto Alegre: ABRH/Editora da Universidade/UFRGS, 2005.

XAVIER DA SILVA, J. O que é Geoprocessamento? Revista CREA-RJnº79, p42-44, 2009.