

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
REGIONAL CATALÃO  
INSTITUTO DE GEOGRAFIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

**JULIANA PAULA DA SILVA RODRIGUES**

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL URBANA NA  
BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DAS LAJES  
EM UBERABA (MG) - período de 1994 a 2014**

**CATALÃO (GO)  
2016**

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS  
DE TESES E  
DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

**1. Identificação do material bibliográfico:**      ☒ **Dissertação**      ☐ **Tese**

**2. Identificação da Tese ou Dissertação:**

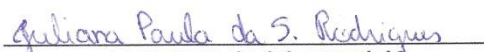
Nome completo do autor: Juliana Paula da Silva Rodrigues

Título do trabalho: AVALIAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL URBANA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÔRREGO DAS LAJES EM UBERABA (MG) - período de 1994 a 2014

**3. Informações de acesso ao documento:**

Concorda com a liberação total do documento ☒ SIM      ☐ NÃO<sup>1</sup>

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.

  
Assinatura do (a) autor(a)<sup>2</sup>

Ciente e de acordo:



Assinatura do(a) orientador(a)<sup>2</sup>

Data: 31 / 07 / 17

<sup>1</sup>Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente
- Submissão de artigo em revista científica
- Publicação como capítulo de livro
- Publicação da dissertação/tese em livro

<sup>2</sup>A assinatura deve ser escaneada.

**JULIANA PAULA DA SILVA RODRIGUES**

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL URBANA NA  
BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DAS LAJES  
EM UBERABA (MG) - período de 1994 a 2014**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Goiás - Regional Catalão, como requisito para à obtenção do título de Mestre em Geografia.

Área de concentração: **Geografia e Ordenamento do Território**

Linha de Pesquisa: **Estudos Ambientais**

Orientador: **Prof. Dr. Idelvone Mendes Ferreira**

Co-orientador: **Prof. Dr. Fabrício Aníbal Corradini - UFTM**

**CATALÃO (GO)  
2016**

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Rodrigues, Juliana Paula da Silva

Avaliação da qualidade ambiental urbana na Bacia Hidrográfica do Córrego das Lajes em Uberaba (MG) - Período de 1994 a 2014 [manuscrito] / Juliana Paula da Silva Rodrigues. - 2016.

127 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Idelvone Mendes Ferreira; co-orientador Fabrício Aníbal Corradini.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Unidade Acadêmica Especial de Geografia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Catalão, 2016.

Bibliografia.

Inclui siglas, mapas, fotografias, tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Bacia Hidrográfica. 2. Córrego. 3. Qualidade Ambiental Urbana

. I. Ferreira, Idelvone Mendes , orient. II. Título.

.

CDU 911



ATA DA SESSÃO DE JULGAMENTO DA DEFESA PÚBLICA DE DISSERTAÇÃO DE

**Juliana Paula da Silva Rodrigues**

Aos vinte e seis dias do mês de abril do ano de dois mil e dezesseis (26/04/2016), às 13h30min (treze horas e trinta), na Sala de Aula do Mestrado – Bloco A, Regional Catalão/UFG, teve lugar a 104ª Sessão Pública de Julgamento da Dissertação de Mestrado de Juliana Paula da Silva Rodrigues, CPF 103.720.496-48, 'AVALIAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL URBANA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÔRREGO DAS LAJES EM UBERABA (MG) – período de 1994 a 2014'. A Banca Examinadora foi composta, conforme Portaria nº. 006/2016 do Programa de Pós-graduação em Geografia-RC/UFG, pelos Professores: Prof. Dr. Idelvone Mendes Ferreira (Orientador RC/UFG e Presidente), Profa. Dra. Ângela Maria Soares (UFU – Membro Externo), Prof. Dr. Paulo Henrique Kingma Orlando (UFG/RC – Membro Interno). Os examinadores arguíram na ordem citada, tendo a mestranda respondido satisfatoriamente. Às 15 horas e 15 minutos a Banca Examinadora passou ao julgamento, em Sessão Secreta, tendo a mestranda obtido os seguintes resultados:

Prof. Dr. Idelvone Mendes Ferreira – Ass. \_\_\_\_\_

Aprovada (X) Reprovada ( )

Profa. Dra. Ângela Maria Soares – Ass. \_\_\_\_\_

Aprovada (X) Reprovada ( )

Prof. Dr. Paulo Henrique Kingma Orlando - Ass. \_\_\_\_\_

Aprovada (X) Reprovada ( )

Obs.:

Atender as recomendações da Banca Examinadora apresentadas no Exame

Presidente da Banca – Prof. Dr. Idelvone Mendes Ferreira - Ass. \_\_\_\_\_

Resultado final: APROVADA (X) REPROVADA ( )

Reaberta a Sessão Pública, o Presidente da Banca Examinadora proclamou o resultado e encerrou a Sessão, da qual foi lavrada a presente Ata que segue assinada pelos membros da Banca Examinadora, Mestranda examinada e pela Secretária do Programa de Pós-Graduação em Geografia-RC/UFG.

Assinatura da Mestranda:

Juliana Paula da Silva Rodrigues

Secretária \_\_\_\_\_

Obs: O(s) aluno(s) deverá encaminhar, no prazo de 30 dias após a data da Defesa Pública, os exemplares definitivos da Dissertação, para arquivamento e demais encaminhamentos, conforme as normas definidas pelo PPGGC-RC/UFG.

*Dedico àqueles que fazem parte da minha vida e que sempre me ajudaram quando precisei: meus pais, meus irmãos e meus amigos Leidiane e Luan.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente, a Deus pela vida maravilhosa que tenho e por sempre me permitir realizar os meus sonhos.

Aos meus pais, José e Maria, por estarem sempre ao meu lado.

Aos meus irmãos, José Paulo e João Paulo, pela força, apoio e por me ajudarem sempre.

Ao meu orientador, Idelvone Mendes Ferreira, pela orientação, disposição e por mostrar o caminho a ser seguido na pesquisa.

Ao meu co-orientador, Fabrício Aníbal Corradini, pelas ideias e contribuições na execução desse trabalho.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Geografia por compartilharem conhecimentos e experiências, pois aprendi muito com cada um de vocês.

A todos os meus colegas do Mestrado, e com quem tenho convivido nestes últimos anos, pois foi muito bom dividir como vocês cada aula, cada trabalho de campo, cada aprendizado. Em especial Luciana Domingos, Franciele Siqueira, Pedro Mendes e Túlio Veríssimo.

Ao Silvério pela amizade, companheirismo e ajudas nos trabalhos de campo. E por ter estado tão presente em vários momentos da minha vida.

À colega de Curso e amiga de longa data, Loren Ribeiro, pela amizade, carinho ao longo do curso e pela ajuda na elaboração das figuras cartográficas. Muito obrigada pelo companheirismo nos momentos difíceis da realização deste trabalho.

Ao meu amigo Abel pela ajuda nos trabalhos de campo, caronas até a área de pesquisa.

Ao meu namorado, Rodolphe Vivia, que com seu carinho e sua cumplicidade sempre esteve ao meu lado, na procura incansável de me incentivar.

A todos os meus amigos, em especial: Leidiane, Luan e Kellen pela amizade, carinho e por me incentivarem sempre.

A Capes pela concessão da bolsa de Mestrado, sem a qual não seria possível realizar a presente pesquisa.

A todos que, de uma forma ou de outra, contribuíram para a realização deste trabalho.

## RESUMO

O aumento da migração de pessoas do campo para as cidades possibilitou um crescimento urbano desordenado, com a ocupação de locais inapropriados, causando impactos ambientais urbanos. A partir dessa ocupação desordenada do meio urbano tem-se como consequências: a retirada da vegetação natural, a ocupação de áreas com riscos de deslizamentos, uso e ocupação desordenada do solo, aumento das áreas urbanas impermeabilizadas, ampliação das taxas de escoamento superficial o que pode gerar processos erosivos nas encostas, assoreamento dos rios e enchentes na área urbana. Esse forte crescimento populacional, associado ao planejamento urbano sem levar em considerações os aspectos físicos do meio, trouxe grandes implicações na qualidade de vida nos espaços urbanos. Desse modo, buscou-se estudar a cidade de Uberaba (MG), na qual ocorreu uma ocupação da área da Bacia do Córrego das Lajes, que tem sofrido diversos impactos socioambientais urbanos provenientes de sua formação e expansão sem o devido planejamento. Portanto, a presente pesquisa tem o intuito de avaliar os aspectos ambientais no interior da bacia do Córrego das Lajes e propor, a partir desta avaliação, parâmetros norteadores como subsídio à ocupação, de forma a propiciar uma maior qualidade socioambiental urbana neste espaço. Para tal, utilizou-se da metodologia da qualidade ambiental proposta por Nucci (2001), realizando-se as devidas adaptações para a área da pesquisa, e da teoria geossistêmica. De modo geral, os resultados demonstraram a necessidade de medidas que melhorem a qualidade ambiental urbana e, consequentemente, a qualidade socioambiental da população humana.

**Palavras chave:** Bacia Hidrográfica. Córrego. Qualidade Ambiental Urbana.

## **ABSTRACT**

The increased migration of people from rural to urban areas enabled an urban sprawl, with the occupation of inappropriate sites, causing urban environmental impacts. From this disorderly occupation of urban areas has as consequences: the removal of natural vegetation, the occupation of areas with risks of landslides, use and disorderly land use, increase in impervious urban areas, expansion of runoff rates which may generate erosion on the slopes, siltation of rivers and flooding in urban areas. This strong population growth linked to urban planning without taking into consideration the physical aspects of the environment, brought great implications for the quality of life in urban areas. Thus, we sought to study the city of Uberaba (MG), in which there was an occupation of the area of the Basin Stream Lajes, which has suffered several urban environmental impacts from its formation and expansion without proper planning. Therefore, the present study aims to evaluate the environmental aspects within the Lajes Stream basin and proposing the drawing up of guiding parameters as support the occupation, in order to provide greater urban environmental quality in this space. To this end, used if the environmental quality methodology proposed by Nucci (2001), holding that the necessary adaptations to the area of research, and geosystemic theory. Overall, the results demonstrated the need for measures to improve the urban environment quality and, consequently, the environmental quality of the human population.

**Key words:** Watershed. Stream. Urban Environmental Quality.

## LISTA DE FIGURAS

|                  |                                                                                                                 |     |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Figura 1</b>  | Hierarquização dos canais conforme Horton (1945).....                                                           | 32  |
| <b>Figura 2</b>  | Hierarquização dos canais conforme Strahler (1952).....                                                         | 33  |
| <b>Figura 3</b>  | Ciclo hidrológico terrestre.....                                                                                | 35  |
| <b>Figura 4</b>  | Alterações no uso do solo devido à urbanização e seu efeito sobre o<br>hidrograma e os níveis de inundação..... | 40  |
| <b>Figura 5</b>  | Localização do município de Uberaba (MG) – 2015.....                                                            | 69  |
| <b>Figura 6</b>  | Fitofisionomia do Cerrado.....                                                                                  | 75  |
| <b>Figura 7</b>  | Planta Urbana de Uberaba (MG), com destaque para a área da Bacia do<br>Córrego das Lajes.....                   | 78  |
| <b>Figura 8</b>  | Características morfológicas da área da Bacia do Córrego das Lajes,<br>Uberaba (MG).....                        | 79  |
| <b>Figura 9</b>  | Evolução da expansão urbana na bacia do Córrego das Lajes – 1900 a<br>2000.....                                 | 80  |
| <b>Figura 10</b> | Crescimento urbano dentro da bacia até 2000.....                                                                | 83  |
| <b>Figura 11</b> | Bacia do Córrego das Lajes e malha urbana de Uberaba, 2015.....                                                 | 90  |
| <b>Figura 12</b> | Uso e ocupação da terra na Bacia Hidrográfica do Córrego das Lajes.....                                         | 92  |
| <b>Figura 13</b> | Áreas passíveis de sofrer inundações.....                                                                       | 94  |
| <b>Figura 14</b> | Vertentes da Bacia Hidrográfica do Córrego das Lajes.....                                                       | 95  |
| <b>Figura 15</b> | Cobertura Vegetal na Bacia Hidrográfica.....                                                                    | 99  |
| <b>Figura 16</b> | Áreas verdes e úmidas/Parques de Uberaba .....                                                                  | 101 |
| <b>Figura 17</b> | Divisão dos bairros no interior da Bacia.....                                                                   | 108 |
| <b>Figura 18</b> | Uso e ocupação do Centro da Cidade de Uberaba (MG)- 2015.....                                                   | 109 |
| <b>Figura 19</b> | Carta de poluição do centro da cidade de Uberaba (MG)- 2015.....                                                | 111 |
| <b>Figura 20</b> | Áreas verdes (praças) no centro da cidade de Uberaba (MG).....                                                  | 112 |
| <b>Figura 21</b> | Carta de áreas de enchente no centro da cidade.....                                                             | 113 |
| <b>Figura 22</b> | Carta de qualidade ambiental urbana no centro da cidade de Uberaba.....                                         | 115 |

## LISTA DE FOTOS

|                |                                                                                            |     |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Foto 1</b>  | Avenida Leopoldino de Oliveira década de 1950.....                                         | 85  |
| <b>Foto 2</b>  | Avenida Leopoldino de Oliveira década de 1950.....                                         | 85  |
| <b>Foto 3</b>  | Obras de canalização do córrego das lajes década de 1960.....                              | 86  |
| <b>Foto 4</b>  | Enchente na área central de Uberaba.....                                                   | 87  |
| <b>Foto 5</b>  | Enchente na área central de Uberaba (2015).....                                            | 88  |
| <b>Foto 6</b>  | Enchente na área central de Uberaba (2015).....                                            | 88  |
| <b>Foto 7</b>  | Loteamento de casas populares nas proximidades da nascente do córrego em 2013.....         | 96  |
| <b>Foto 8</b>  | Presença de sulcos e lixo nas proximidades do Córrego Vertente 1 (2013).....               | 97  |
| <b>Foto 9</b>  | Loteamento próximo a área das nascentes em 2016.....                                       | 98  |
| <b>Foto 10</b> | Instalações do Parque Mata do Carrinho, Uberaba (MG), com estrutura danificada.....        | 102 |
| <b>Foto 11</b> | Orquidário Municipal no Parque Mata do Carrinho, em Uberaba (MG), com espécies mortas..... | 103 |
| <b>Foto 12</b> | Área com solo exposto no Parque Jacarandá em Uberaba (MG).....                             | 104 |
| <b>Foto 13</b> | Presença de árvores mortas no Parque Mata do Ipê em Uberaba (MG).....                      | 105 |

## LISTA DE TABELAS E QUADROS

|                   |                                                                                                                       |    |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Quadro 1-</b>  | Ações inadequadas e o agravamento dos problemas de inundações.....                                                    | 42 |
| <b>Tabela 1-</b>  | Classes de Capacidade de Uso do Solo, conforme o Manual de obtenção de terras e perícias judicial do INCRA– 2006..... | 66 |
| <b>Quadro 2 -</b> | Tipos de solos predominantes na região de Uberaba.....                                                                | 76 |
| <b>Tabela 2 -</b> | Expansão Urbana de Uberaba (MG)- 1822 a 2000.....                                                                     | 82 |

## **LISTA DE SIGLAS**

ANA - Agência Nacional de água

EIA–RIMA - Estudos de Impacto Ambiental e Relatórios de Impactos ao Meio Ambiente

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

IAV - Índice de Áreas Verdes

ICV - Índice de Cobertura Vegetal

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IGEO - Instituto de Geografia

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

MPA - Massa Polar Atlântica

MDE - Modelos Digitais de Elevação

MEC - Massa Equatorial Continental

PMU – Prefeitura Municipal de Uberaba

SBAU - Sociedade Brasileira de Arborização Urbana

SIG - Sistema de Informações Geográficas

UFG – RC – Universidade Federal de Goiás, Regional Catalão

UTM- Universal Transversal de Mercator

## SUMÁRIO

|                                                                                      |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1- INTRODUÇÃO.....</b>                                                            | <b>14</b> |
| <b>2- FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>                                                 | <b>18</b> |
| 2.1 A urbanização e os impactos ambientais .....                                     | 18        |
| 2.2 A Bacia Hidrográfica como Unidade de Gestão e Planejamento.....                  | 25        |
| 2.2.1 Antecedentes históricos.....                                                   | 25        |
| 2.2.2 Bacia hidrográfica: conceitos e definições.....                                | 29        |
| 2.2.3 Hierarquia fluvial no estudo de bacias hidrográficas.....                      | 31        |
| 2.2.4 Cabeceiras de drenagem.....                                                    | 33        |
| 2.2.5 Processos hidrológicos na bacia hidrográfica.....                              | 34        |
| 2.2.6 Bacia hidrográfica em área urbana.....                                         | 37        |
| 2.3 A importância da paisagem e da teoria geossistêmica para a Geografia Física..... | 42        |
| 2.3.1 O conceito de paisagem.....                                                    | 42        |
| 2.3.2 A importância da teoria geossistêmica na Geografia Física.....                 | 44        |
| 2.4 Qualidade ambiental urbana.....                                                  | 50        |
| 2.4.1 Breve histórico.....                                                           | 51        |
| 2.4.2 Índices de qualidade ambiental urbana.....                                     | 52        |
| 2.4.3 Enchentes.....                                                                 | 53        |
| 2.4.4 A importância de áreas verdes nas cidades.....                                 | 54        |
| <b>3 MATERIAS E MÉTODOS DA PESQUISA.....</b>                                         | <b>58</b> |
| <b>3.1 As Etapas da Pesquisa.....</b>                                                | <b>58</b> |
| 3.1.1 Pesquisa teórica.....                                                          | 58        |
| 3.1.2 Pesquisa documental.....                                                       | 59        |
| 3.1.3 Pesquisa de campo.....                                                         | 59        |
| <b>3.2 Materiais.....</b>                                                            | <b>60</b> |
| <b>3.3 Metodologia.....</b>                                                          | <b>61</b> |
| 3.3.1 Metodologia de construção da Carta de Qualidade Ambiental.....                 | 61        |
| 3.3.2 Etapas do Geoprocessamento.....                                                | 62        |

|            |                                                                                                                    |            |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 3.3.3      | Elaboração de cartas temáticas.....                                                                                | 63         |
| 3.3.4      | Uso e Ocupação do Solo.....                                                                                        | 63         |
| 3.3.5      | Carta Hipsométrica.....                                                                                            | 64         |
| 3.3.6      | Carta de Declividade.....                                                                                          | 65         |
| 3.3.7      | Carta de Orientação das Vertentes.....                                                                             | 77         |
| <b>4</b>   | <b>LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....</b>                                                         | <b>68</b>  |
| <b>4.1</b> | <b>Aspectos da Área de estudo.....</b>                                                                             | <b>68</b>  |
| <b>4.2</b> | <b>Aspectos da Geologia.....</b>                                                                                   | <b>69</b>  |
| 4.2.1      | Grupo São Bento.....                                                                                               | 69         |
| 4.2.2      | Grupo Bauru.....                                                                                                   | 70         |
| <b>4.3</b> | <b>Geomorfologia.....</b>                                                                                          | <b>72</b>  |
| <b>4.4</b> | <b>Aspectos do Clima.....</b>                                                                                      | <b>73</b>  |
| <b>4.5</b> | <b>Aspectos da Vegetação.....</b>                                                                                  | <b>74</b>  |
| <b>4.6</b> | <b>Aspectos dos Solos.....</b>                                                                                     | <b>76</b>  |
| <b>4.7</b> | <b>A Bacia do Córrego das Lajes.....</b>                                                                           | <b>77</b>  |
| <b>5</b>   | <b>AVALIAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL URBANA NA BACIA<br/>HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DAS LAJES EM UBERABA (MG).....</b> | <b>82</b>  |
| <b>5.1</b> | <b>A expansão urbana na área da Bacia Hidrográfica do Córrego das Lajes.....</b>                                   | <b>82</b>  |
| <b>5.2</b> | <b>Análise do uso e ocupação do solo na Bacia Hidrográfica do Córrego das Lajes</b>                                | <b>96</b>  |
|            | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>                                                                                   | <b>117</b> |
|            | <b>REFERÊNCIAS.....</b>                                                                                            | <b>120</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

Cada vez mais, nos estudos ambientais, estão sendo realizadas pesquisas com o intuito de possibilitar o desenvolvimento humano com o uso dos recursos naturais, mas sem que haja uma perda destes, ou seja, uma análise do que pode ser utilizado e do que deve ser preservado. Nesse contexto, um dos ramos das pesquisas ambientais que tem se destacado são os estudos ambientais em áreas urbanas. Uma vez que, com o aumento da migração de pessoas do campo para as cidades, associado ao pouco ou nenhum planejamento, tem-se como consequência um crescimento urbano desordenado, geralmente com a ocupação de locais inapropriados, causando impactos ambientais urbanos posteriormente.

As transformações que ocorrem no território nacional, principalmente aquelas decorrentes dos anos das décadas de 1970 e 1980, em função do aumento da migração rural urbana, provocada pela modernização agrícola, mecanização rural e a implementação de novas tecnologias acompanhadas dos avanços tecnológicos das indústrias, constituíram-se nos principais elementos transformadores da paisagem. Entre os reflexos dessas transformações está o intenso crescimento das taxas de urbanização no Brasil.

O rápido e desordenado aumento da população humana<sup>1</sup> urbana pressionou de tal forma o meio físico urbano que vários processos estão desencadeando reações danosas aos sistemas naturais e socioambientais nos quais estão inseridos os centros urbanos.

Como consequências dessa ocupação desordenada do meio urbano, os impactos ambientais que se pode observar são: a retirada da vegetação natural, a ocupação de áreas com riscos de deslizamentos, o uso e ocupação desordenada do solo, o aumento das áreas urbanas impermeabilizadas, ampliação das taxas de escoamento superficial, o que pode gerar processos erosivos nas encostas, assoreamento dos rios e, as enchentes em áreas urbanas, entre outros impactos.

O Estatuto da Cidade, Lei Federal 10.257/2001, prevê a garantia do direito das cidades sustentáveis, ou seja, permitindo que todos tenham acesso à moradia, ao saneamento

---

<sup>1</sup> Utiliza-se o termo População humana, considerando os diferentes usos em Biogeografia para o termo população para os diferentes componentes da Biota.

ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as gerações presentes e futuras. E para que isso ocorra de fato é necessário que haja um “planejamento do desenvolvimento das cidades, da distribuição espacial da população e das atividades econômicas do Município e do território sob sua área de influência, de modo a evitar e corrigir as distorções do crescimento urbano e seus efeitos negativos sobre o meio ambiente”. (BRASIL, 2001, p.1)

Esse forte crescimento populacional, associado ao planejamento urbano sem levar em considerações os aspectos físicos do meio, trouxe grandes implicações na qualidade de vida nos espaços urbanos. Assim, buscou-se estudar a cidade de Uberaba (MG), na qual ocorreu uma ocupação da área da Bacia do Córrego das Lajes, que tem sofrido diversos impactos socioambientais urbanos provenientes de sua formação e expansão sem o devido planejamento.

A presente pesquisa surgiu do interesse de conhecer melhor como se deu as formas tradicionais de ocupação da área desta Bacia e como estas contribuíram para os principais problemas urbanos decorrentes da forma de ocupação, ou seja, sem o devido planejamento. Como moradora dessa Cidade, pôde-se presenciar, por diversos momentos, a população sofrer com as consequências decorrentes da falta de planejamento urbano, como as frequentes enchentes na área central da Cidade, assim como o descaso no Poder Público na preservação dos recursos naturais, na liberação de áreas, que deveriam ser protegidas, para a expansão urbana.

A escolha do recorte temporal da presente pesquisa, o período de 1994 a 2014, se dá devido ao aumento da expansão urbana, sobretudo no interior da bacia, conforme dados da PMU (2009) que afirmam que nesse período tem-se uma ocupação de mais 70% da área da bacia, restando apenas à área baixa próximo ao Rio Uberaba, e com a criação de vários loteamentos, inclusive fora da área da bacia. Outro fator diz respeito ao aumento das enchentes na Cidade que, segundo Carvalho (2004), devido ao padrão de crescimento, a impermeabilização do solo foi muito intensa e isso contribuiu para o fenômeno socioambiental das enchentes, que se agravaram a partir dos anos 1990, afetando principalmente as avenidas centrais da Cidade.

Desse modo, nesta pesquisa os questionamentos que servem de direcionamento são os seguintes:

- a) Como se deu a ocupação e expansão urbana na área bacia hidrográfica do Córrego das Lajes?
- b) Como as consequências da ocupação antrópica influenciam o meio físico e a qualidade de vida da população?
- c) Quais são as medidas mitigatórias que podem ser propostas com o intuito de se melhorar a qualidade ambiental urbana?

Portanto, a presente pesquisa tem o intuito de avaliar os aspectos ambientais no interior da bacia do Córrego das Lajes e propor, a partir desta avaliação, parâmetros norteadores como subsídio a ocupação, de forma a propiciar uma maior qualidade socioambiental urbana neste espaço. A partir deste, procurou-se responder os objetivos propostos: a) Diagnosticar os aspectos da ocupação antrópicas na bacia e as modificações impostas; b) Correlacionar às formas de ocupação antrópica; c) Detectar os principais impactos ambientais urbanos decorrentes com base nos índices de qualidade ambiental urbana; e, d) Apresentar possíveis ações mitigadores no que tange a qualidade ambiental diagnosticada para a área pesquisada.

Assim, a presente dissertação está dividida seus capítulos da seguinte maneira: **Capítulo 1 – INTRODUÇÃO**, onde são apresentados os pressupostos iniciais da pesquisa, sua justificativa, objetivos e problematizações; O **Capítulo 2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA** - Neste capítulo é apresentado às bases teóricas que serviram de fundamentação para a pesquisa, assim discorrem sobre a urbanização e os impactos ambientais, a qualidade ambiental urbana, e a bacia hidrográfica como unidade de gestão e planejamento, buscando relacionar estes temas com o entendimento da problemática da área de estudo. O **Capítulo 3 - MATERIAIS E MÉTODOS DA PESQUISA**, no qual são apresentados os diversos procedimentos e análises que subsidiaram a busca pelas respostas ao problema. Portanto, são apresentadas as diversas etapas que foram realizadas, que estão divididas da seguinte maneira: pesquisa teórica, documental e de campo. Além de discorrer sobre a utilização de técnicas de geoprocessamento para a compilação dos dados obtidos e analisados, demonstrando a metodologia utilizada para a confecção de cada tipo de figura cartográfica. O **Capítulo 4 - LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**, que tem o intuito de fazer uma apresentação da área estudada, desse modo, é apresentada sua localização, assim como suas características geoambientais, levando em consideração tanto os aspectos físicos e humanos. Discorrendo sobre a localização da área, inicialmente de forma sucinta, sobre a posição geográfica da cidade de Uberaba e, posteriormente, a localização da Bacia

Hidrográfica do Córrego das Lajes e as respectivas características quanto à geologia, geomorfologia, clima, vegetação e solos. O **Capítulo 5 - AVALIAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL URBANA NA BACIA DO CÓRREGO DAS LAJES** apresenta os resultados e análises da presente pesquisa. Discorrendo sobre as análises realizadas com base na pesquisa bibliográfica, documental e de campo, além dos resultados dos materiais cartográficos elaborados. Por fim, a apresentação e análise da Carta de Qualidade Ambiental Urbana da área de estudo. Por fim, as **CONSIDERAÇÕES FINAIS**, Nas considerações finais são apresentadas a síntese dos resultados obtidos com a pesquisa. Portanto, são elencadas as pressuposições que foram confirmadas ou rejeitadas, assim como o que faltou para alcança-los. Ainda, são apresentadas as **Referências**, representando o vasto referencial bibliográfico pesquisado.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Neste capítulo são apresentadas as bases teóricas que serviram de fundamentação para a pesquisa, assim discorrerá sobre a urbanização e os impactos ambientais, a qualidade ambiental urbana e a percepção da bacia hidrográfica como unidade de gestão e planejamento, buscando relacionar estes aspectos com o entendimento da problemática da área de estudo.

### **2.1. A urbanização e os impactos ambientais**

A busca por qualidade ambiental em espaços urbanos torna-se bastante intensa nos últimos tempos, principalmente em decorrência do predomínio de vida social nas cidades. Com isso, inúmeras pesquisas e trabalhos buscam compreender a dinâmica desses espaços em função das relações socioeconômicas e culturais, uma vez que o produto das relações estabelecidas nos espaços urbanos geram vários impactos ao ambiente urbano, bem como ao sistema integrado.

As migrações rurais e urbanas implementaram uma nova dinâmica nos espaços ocupados pelas cidades que, por sua vez, foram forçadas a expandirem-se em direção à vegetação nativa, contribuindo para a supressão vegetal e os consequentes danos ambientais. A desorganização do crescimento urbano gerou fortes impactos nos diferentes sistemas ambientais existentes nesses espaços que agora compõem a antroposfera. Nesse sentido, conforme afirma Jorge (2011):

Essa queda na qualidade de vida urbana deve-se, ente muitos fatores, ao crescimento acelerado das grandes cidades, principalmente das metrópoles. Segundo dados do IBGE, o Brasil passou de um país rural a urbano em 60 anos; o país que tinha apenas 31,3 % da população vivendo em centros urbanos em 1940, passou a ter 81, 2 % em 2000. (JORGE, 2011, p. 118)

Segundo Guerra e Marçal (2009) os problemas de urbanização e industrialização ocupam uma posição fundamental nos problemas ambientais e sociais ocorridos nas cidades. O crescimento acelerado causa uma pressão relevante sobre o meio físico urbano, gerando

problemas variados, tais como: poluição atmosférica, do solo e das águas, deslizamentos, enchentes, entre outros impactos.

Esses problemas ambientais nas cidades são decorrentes do acelerado processo de urbanização associados à falta, ou ao pouco, planejamento urbano, algo que tem se mostrado intrínseco ao processo de urbanização em nosso País, conforme ainda aponta Jorge (2011):

O processo de urbanização brasileira, caracterizado pela apropriação do mercado imobiliário das melhores áreas da cidade e pela ausência, quase completa, de áreas urbanizadas destinadas à moradia popular, levou a população de baixa renda a buscar alternativas de moradia, ocupando áreas vazias desprezadas pelo mercado imobiliário, nesse caso, áreas ambientalmente frágeis, como margens de rios, mangues e encostas íngremes. A precariedade da ocupação (aterros instáveis, taludes de corte em encostas íngremes, palafitas, ausência de rede de abastecimento de água e coleta de esgoto) aumenta a vulnerabilidade das áreas já naturalmente frágeis. (JORGE, 2011, p.119)

O início desses impactos é proveniente das intervenções antrópicas sobre o meio físico, assim como ocorre em áreas rurais, ainda que esta tenha suas particularidades, pois, para a ocupação desse espaço para a construção das cidades, é necessário que haja transformações desse terreno, o que gera consequências futuramente. Conforme afirma Guerra (2011):

A intervenção humana sobre o relevo terrestre quer em áreas urbanas ou rurais demanda a ocupação e a transformação da superfície do terreno. Dependendo do tamanho dessa intervenção, das práticas conservacionistas utilizadas e dos riscos geomorfológicos envolvidos, os impactos ambientais associados poderão causar grandes prejuízos ao meio físico e aos seres humanos. (GUERRA, 2011. p.14)

Desse modo, têm-se os impactos decorrentes da apropriação do relevo nas áreas que, posteriormente, serão constituintes das cidades. Assim, um ramo da Geomorfologia que tem crescido consideravelmente nas últimas décadas, a Geomorfologia Urbana, tem dado a sua contribuição no sentido de poder reconhecer áreas de risco de deslizamentos e de enchentes, com base em conhecimentos obtidos a partir da dinâmica do relevo, dos solos, das encostas, dos vales, dos cursos d'água, das bacias hidrográficas, das planícies, entre outros conhecimentos. (GUERRA, 2011)

Assim, se ganha destaque, no âmbito da Geomorfologia Urbana, o estudo das encostas. Sua importância se dá devido ao fato de que, com exceção dos fundos de vales e

topo de chapadas, quase todas as terras emersas são constituídas de encostas. Portanto, qualquer obra que o homem realize sobre uma encosta poderá afetar as formas do relevo, e isso é bem comum nas áreas urbanas (GUERRA, 2011). Se tratando de bacias hidrográficas, um dos focos de estudo da presente pesquisa, as encostas desenvolvem papel importante devido ao fato de fornecer água e sedimentos para os canais fluviais, conforme destaca Guerra (2011):

Como destaca Goudie (1995), as encostas ocupam grande parte das paisagens e, no âmbito das bacias hidrográficas, elas fornecem água e sedimentos para os canais fluviais. Dessa forma, nas últimas quatro décadas, as encostas tem sido o foco central na geomorfologia, e grande esforço tem sido feito para se avançar no seu conhecimento, por meio do monitoramento da sua evolução e das taxas de perda de solo, bem como de situação dentro das bacias hidrográficas. (GUERRA, 2011. p. 13).

As áreas de encostas são as primeiras a sofrerem os impactos provenientes da ocupação antrópica para implantação das cidades, pois para a ocupação das encostas em áreas urbanas é necessário à abertura de ruas e consequentes impermeabilizações, a instalação de dutos para o escoamento de esgotos e de águas pluviais, bem como para a passagem de cabos subterrâneos, entre outras intervenções (GUERRA, 2011). O autor acrescenta ainda que:

Guy (1976) destaca que durante o início do desenvolvimento urbano o impacto da produção de sedimentos, vindo das encostas, em direção aos canais fluviais, é bem maior, em comparação à fase em que a cidade já está consolidada. Ele aponta ainda que as atividades humanas podem provocar mudanças em um longo período de tempo, à medida que o uso da terra vai-se transformando, ou também em um curto período, quando a cobertura vegetal é retirada, as encostas são transformadas, e os canais fluviais são alterados. Essa combinação de fatores causa impactos ambientais de diferentes naturezas nas cidades, e as encostas são aquelas que primeiro sofrem esses tipos de impacto, tendo repercussões sobre vários ambientes urbanos. (GUERRA, 2011. p. 16).

Desse modo, conforme aponta Guerra (2011) o homem influencia/interfere nas áreas de encostas de três maneiras principais: 1) Cria encostas artificiais, tais como aquelas feitas através de cortes e aterros, nas cidades, para a construção de ruas e/ou outras construções; 2) Altera o uso do solo, desmatando e construindo casas e prédios, modificando totalmente o equilíbrio dos processos geomorfológicos, que atuam sobre as encostas; 3) Recentemente, o homem tem modificado as encostas, através de obras de recuperação de áreas degradadas, criando uma paisagem artificial, em relação àquela existente anteriormente à ocupação humana. Assim, as encostas localizadas em áreas urbanas, sobretudo nas grandes cidades,

sofrem tantas transformações, ao longo do tempo, que passam a ter características bem distintas daquelas que se encontram, por exemplo, nas áreas rurais. Essas alterações, geralmente desprovidas de critérios técnicos, vêm provocando impactos ambientais e sociais diversos no ambiente urbano.

Com essa ocupação das encostas, devido o crescimento urbano desordenado e devido à inexistência ou ineficiência do planejamento urbano, pode propiciar grandes transformações nesse sistema, provocando deslizamentos e outros processos geomorfológicos catastróficos, gerando prejuízos e perda de vidas humanas, além de um impacto imensurável na biota local. Outro processo que pode acontecer são os processos erosivos acelerados, que ocorrem nas áreas onde os solos estão descobertos, em sua grande maioria de vegetação arbustiva, que é fundamental para a estabilização de áreas.

Os processos erosivos ocorrem em quase toda a superfície terrestre, sobretudo em áreas de clima Tropical, onde os totais pluviométricos são bem mais elevados do que nas outras regiões, conseqüentemente as ações intempéricas são muito mais intensas, propiciando uma pedogênese mais acelerada. Além disso, em muitas dessas áreas as chuvas concentram-se em certas estações do ano, agravando ainda mais as erosões. Em áreas urbanas, as taxas erosivas estão relacionadas, dentre outros fatores, com as características das encostas, por exemplo, à medida que as encostas tornam-se mais longas, maior é o volume de água que se acumula durante o escoamento superficial, logicamente condicionado ao índice pluviométrico. Outro fator importante é a declividade, porém não há necessariamente de uma correlação positiva à medida que a declividade aumenta, porque alguns estudos relacionados à temática mostram, por meio de vários exemplos, que em encostas muito íngremes a erosão pode diminuir, devido ao decréscimo de material disponível. (GUERRA, 2011)

Nas cidades, geralmente o aumento das taxas erosivas está diretamente relacionado com a urbanização. Ainda que as taxas erosivas sejam maiores no período de construção de uma cidade, estas tendem a cessar com o passar do tempo, e conseqüentemente do fim das obras, desde que haja um planejamento urbano com obras que favoreçam a contenção desses processos, conforme afirma Guerra (2011):

Apesar de as taxas de erosão nas áreas urbanas ser muito elevadas, quando do surgimento de uma cidade como aponta Goudie (1990), a fase de construção civil não continua para sempre, e, uma vez que ela cesse ou diminua consideravelmente, há uma tendência de essas taxas erosivas diminuírem bastante, em especial naquelas cidades em que o planejamento urbano assegure uma boa infraestrutura de rede de esgotos, galerias pluviais,

ruas pavimentadas, praças, áreas verdes etc., o que nem sempre é o caso das cidades nos países em desenvolvimento. (GUERRA, 2011, p. 35)

Conforme enfatiza Guerra (2011) em cidades de Países em desenvolvimento, como é o caso da maioria das cidades brasileiras, nem sempre há um planejamento visando à diminuição desses processos erosivos e, em alguns casos, até há projetos com esse intuito, porém nem sempre se tem uma conservação e manutenção necessárias. Conforme afirma o autor:

Nesse sentido, Carvalho *et al.* (2006) afirmam que “o agravamento dos problemas erosivos está diretamente relacionado ao crescimento vertiginoso da população urbana, num processo de rápida urbanização, sem planejamento ou com projetos e práticas de parcelamento do solo inadequados e ineficientes. Por outro lado, a ineficiência de algumas obras de infraestruturas e combate à erosão fazem com que elas sejam destruídas em curto espaço de tempo. Isso ocorre devido a fatores como subdimensionamento das estruturas hidráulicas, não consideração das águas subterrâneas, ausência de estruturas de dissipação no lançamento final pelos emissários e falta de conservação e manutenção das obras instaladas”. (GUERRA, 2011, p. 35. Grifos do Autor)

Outro fator que pode ocasionar novos, ou agravar processos erosivos já existentes, diz respeito ao sistema de drenagem. Segundo Guerra (2011) o problema das galerias pluviais pode acelerar o processo erosivo nas cidades de três formas: 1) Devido ao subdimensionamento das tubulações; 2) Em função do lançamento das águas pluviais em áreas de cabeceiras de drenagem; 3) Devido ao lançamento das águas pluviais nas áreas da meia encosta.

Além desses impactos já mencionados, outro impacto diz respeito aos solos urbanos que, devido ao processo de urbanização (ocasionando a remoção da cobertura vegetal e realização de obras para a implantação de ruas e outras estruturas), pode ter como resultante a sua degradação. Além dos processos erosivos, outra consequência relaciona-se às contaminações, que segundo Silva (2011):

Os solos urbanos podem apresentar níveis muito elevados de contaminação nem sempre restrita ao solo; ocorrem diversos casos de contaminação da água subterrânea. As fontes de contaminação são muitas, mas o esgoto não tratado e a disposição inadequada de resíduos urbanos domiciliares e industriais são as principais fontes de contaminação do solo em áreas urbanas. Vazamentos em postos de abastecimentos também se constituem em fonte de alteração das características químicas dos solos em áreas

urbanas. (Sims et *al.*, 1992). [...] As consequências da retirada da cobertura vegetal são o aumento do escoamento superficial, da taxa de erosão e dos picos de cheias nas bacias hidrográficas. A compactação do solo afeta as características hidrológicas assim como a aeração do solo, contribuindo também para o aumento do escoamento superficial. (SILVA, 2011. p. 44, 58)

Têm-se ainda as consequências diretas da urbanização na dinâmica hidrológica, visto que, conforme aponta Silva (2011), as modificações executadas na paisagem para a implantação de cidades afetam diretamente a dinâmica hidrológica, alterando os caminhos por onde a água geralmente circula. A retirada da cobertura vegetal primária produz alterações muito drásticas no ciclo hidrológico, capazes de provocar grandes danos nas áreas urbanas. Além das alterações no ciclo hidrológico provocadas pela ocupação do espaço urbano, devido principalmente pela impermeabilização do terreno através das edificações e da pavimentação das vias de circulação, o que será tratado melhor na Subseção que discute as bacias hidrográficas em áreas urbanas.

Nir (1983 *apud* LACERDA, 2005) demonstra os diferentes estágios do processo de urbanização, que serve como modelo para o entendimento da dinâmica urbana e os impactos posteriores. Desse modo, a cidade é construída sobre um substrato com características geomorfológicas específicas, considerando três etapas: a) período pré-urbano, b) período de construção e, c) período urbano consolidado. O período pré-urbano é marcado pelo início de alguma atividade de construção. Nessa etapa, pode acontecer o aumento das vazões máximas, erosão acelerada e o aumento da sedimentação nas drenagens e corpos d'água. No período de construção, grandes áreas são expostas aos agentes climáticos, devido à execução dos desmatamentos e de cortes e aterros, construção dos sistemas viários, edificações e instalação da rede de drenagem das águas pluviais e outros elementos da infraestrutura urbana. Mesmo quando são tomadas medidas mitigadoras, geralmente essas atividades resultam em erosão no sítio em construção e consequente sedimentação a jusante. O escoamento superficial aumenta e algumas drenagens podem ser eliminadas em obras de terraplanagem. No período urbano consolidado, o sítio urbano é marcado por uma nova topografia, impermeabilização extensiva, drenagem totalmente ou parcialmente artificial, com descarga fora da área urbana. Nesta fase ocorre aumento do pico de cheias, com inundações a jusante no sítio urbano e redução da carga de sedimentos das águas drenadas da cidade. É na cidade consolidada que ocorrem as maiores cheias devido ao aumento das impermeabilizações do solo. (LACERDA, 2005)

Ainda que este modelo nos dê bases para entender os estágios da urbanização, contribuindo para o entendimento da problemática socioambiental decorrente, sua aplicação à realidade de nossas cidades ainda é um desafio, pois o que se verifica no modelo de construção das cidades é a desorganização e falta de planejamento (JORGE, 2005). O autor acrescenta ainda que:

O modelo de Nir (1983) *in*: Lacerda (2005) não se aplica a locais isentos de infraestrutura, como sistema de drenagem urbano e a pavimentação, pois nesses locais a erosão e a produção de sedimentos não cessam após o período de construção e continuam em níveis elevados, resultando em impactos como inundações e alagamentos. (JORGE, 2005. p. 129)

Outro fator que deve ser levado em consideração diz respeito à distribuição espacial destes impactos ambientais nas cidades, uma vez que esses impactos não ocorrem de forma igualitária, mas sim em partes isoladas e devendo ser considerado as questões sociais para o seu entendimento. Nesse contexto, Coelho (2001), afirma que:

Os problemas ambientais (ecológicos e sociais) não atingem igualmente todo espaço urbano. Atingem muito mais os espaços físicos de ocupação das classes sociais menos favorecidas do que das classes mais elevadas. A distribuição espacial das primeiras está associada à desvalorização de espaço, quer pelas proximidades dos leitos de inundação dos rios, das indústrias, de usinas termoeletricas, quer pela insalubridade, tanto pelos riscos ambientais (susceptibilidade das áreas e das populações aos fenômenos ambientais) como desmoronamento e erosão, quanto pelos riscos das prováveis ocorrências de catástrofes naturais, como terremotos ou vulcanismos. (COELHO, 2001. p.27-28)

Assim, os problemas ambientais que ocorrem na área urbana, na maioria dos casos, são provenientes da ocupação de encostas, de áreas de solos susceptíveis à erosão ou pela ocupação dos fundos de vales e áreas sujeitas às inundações, atingindo, sobretudo, as classes menos favorecidas da população humana urbana, sendo os impactos socioambientais eminentes.

Portanto, com base no que foi exposto, pode-se reafirmar que a urbanização desordenada, com a ocupação de áreas inapropriadas, ausência ou ineficiência de um planejamento urbano que leve em considerações os aspectos ambientais, pode favorecer o aparecimento de diversos impactos ambientais, que irão refletir na perda da qualidade de vida,

com prejuízos materiais e sociais e até mesmo de vidas humanas, além de outros impactos associados que poderiam ser amenizados se um planejamento urbano fosse executado.

## **2.2. A Bacia Hidrográfica como Unidade de Gestão e Planejamento**

Nessa subseção são apresentadas discussões acerca da Bacia hidrográfica como Unidade de Gestão e Planejamento. Para tal, inicialmente é apresentado os antecedentes históricos e posteriormente seu conceito e definição, passando pelos processos hidrológicos que ocorrem na mesma. E, culminando, finalmente na análise de bacias hidrográficas em áreas urbanas, como é o caso da presente pesquisa.

### **2.2.1. Antecedentes históricos**

A bacia hidrográfica cada vez mais vem sendo adotada como uma unidade de estudo, planejamento e gestão do território. A própria Política Nacional dos Recursos Hídricos (Lei nº. 9.433, de 8 de janeiro de 1987) aponta que a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, ou seja, constitui a unidade principal para a preservação dos recursos hídricos, devendo ser levada em consideração ao se fazer um planejamento urbano, através de uma análise de todos os seus aspectos físicos e socioambientais, tendo em vista garantir a sua preservação.

Apesar de só nos momentos atuais que a bacia hidrográfica vem ganhando força como a unidade de planejamento e gestão, com a Política Nacional dos Recursos Hídricos, as discussões referentes à questão da água no país é um tema que vem sendo desenhada em um longo percurso político-institucional, pautado por conflitos, entraves e peculiaridades, sendo, inicialmente, gerida de maneira fragmentada e desarticulada. (PERES; SILVA, 2010). Assim, os autores acrescentam ainda que:

O primeiro marco normativo relativo aos recursos hídricos no Brasil foi o Código das Águas (Decreto 24.643) promulgado em 1934. Neste período, as

atribuições sobre os recursos hídricos eram de competência do Ministério da Agricultura, refletindo a prioridade do país para o uso dos recursos hídricos neste setor. Com exceção das *águas públicas comuns*, todas as nascentes e águas localizadas em terrenos particulares eram consideradas de domínio privado, fato que dificultava qualquer ação ou política pública mais articulada para o país. (PERES; SILVA, 2010. p.3).

Com o estímulo ao crescimento da industrialização, a partir da década de 1960, essas competências são direcionadas para o Setor Elétrico por meio do Ministério de Minas e Energia. Em menos de duas décadas esse Setor passa a ser um dos principais usuários dos recursos hídricos, atravancando o desenvolvimento institucional da gestão da água. O resultado imediato foi o fortalecimento do processo de fragmentação da administração dos recursos hídricos (PERES; SILVA, 2010).

Em 1976, com o reconhecimento da crescente complexidade dos problemas relacionados ao uso da água, estabeleceu-se o acordo entre o Ministério das Minas e Energia e o Governo do Estado de São Paulo para a melhoria das condições sanitárias das bacias hidrográficas do Alto Tietê e Cubatão. O êxito dessa experiência fez com que fosse constituída, em 1978, a figura do Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas (CEEIBH), e a subsequente criação de Comitês Executivos em diversas bacias hidrográficas, como no Paraíba do Sul, no São Francisco e no Ribeira de Iguape. Esses Comitês tinham apenas atribuições consultivas, nada obrigando a implantação de suas decisões, e deles participavam apenas Órgãos do Governo. Mesmo assim, constituíram-se em experiências importantes e foram importantes embriões para a evolução futura da gestão por bacia hidrográfica (PORTO; PORTO, 2008).

Já em meados da década de 1980, com o início das discussões sobre a nova Constituição Federal Brasileira, tem-se a questão dos recursos hídricos de forma fragmentada e convivendo com contradições cruciais. As fontes de conflitos entre os múltiplos usuários se multiplicavam com a construção de hidrelétricas, depósito de esgotos urbanos e industriais nos cursos d'água, contaminação dos lençóis freáticos, expansão da agricultura irrigada, entre outros fatores. Visando enfrentar este quadro, o Poder Executivo elabora uma proposta para constituir um Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos, impulsionando um processo de discussão de uma legislação específica para o Setor. (PERES; SILVA, 2010).

Em 1988, com a aprovação da Constituição Federal, todas as águas localizadas em território nacional foram consideradas de domínio público, passando a serem bens da União. Visando a gestão compartilhada da água, imprime-se também o exercício do princípio

federativo, de atribuições dos três entes federados (União, Estados e Municípios). Assim, a competência de legislar sobre os recursos hídricos passa a ser privativa da União e complementar dos Estados e a competência em acompanhar e fiscalizar sua exploração passa a ser comum entre União, Estados e Municípios. Deste modo, a Constituição Federal de 1988 inicia um importante papel para a gestão dos recursos hídricos, definindo as águas como bens de uso comum e alterando sua dominialidade no território nacional (PERES; SILVA, 2010).

No âmbito da Política Ambiental Brasileira desenvolve-se também uma exigência por políticas ambientais preventivas, resultado da ação de movimentos ambientalistas locais e de pressões vindas de fora do País. É nesse período que é consolidada a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei 6.938/1981), traçando as diretrizes e definindo instrumentos inovadores para a gestão ambiental. Outros importantes acordos internacionais contribuíram para a construção das bases do Sistema Brasileiro de Gestão das Águas. Uma das principais referências foram os Princípios de Dublin, acordados em reunião preparatória à Rio-92(1992), onde se disse que a gestão dos recursos hídricos, para ser efetiva, deve ser integrada e sugere que a gestão esteja baseada nas bacias hidrográficas, configurada como sendo uma unidade básica de planejamento. (PERES; SILVA, 2010).

Assim, a partir deste contexto, é que se abriu espaço para que em 1995 fosse criada uma competência institucional para os recursos hídricos no âmbito do Ministério do Meio Ambiente, com a Secretaria de Recursos Hídricos e, em 1997, fosse promulgada a Lei Federal n. 9.433/1997, denominada Lei das Águas, estabelecendo um novo marco no desenvolvimento da gestão de recursos hídricos no País. Foi essa Lei que deu ao Brasil uma nova Política de Recursos Hídricos e organizou o Sistema de Gestão, concretizando-se então a gestão por bacias hidrográficas. Hoje, no País, os recursos hídricos têm sua gestão organizada por bacias hidrográficas em todo o território nacional, seja em corpos hídricos de titularidade da União ou dos Estados (PERES; SILVA, 2010; PORTO; PORTO, 2008). Desse modo, a legislação trouxe avanços significativos e novos paradigmas no Setor de Recursos Hídricos, conforme afirma Peres e Silva (2010):

Dentre os principais paradigmas estão: os usos múltiplos das águas, a conceituação da água como bem de domínio público, recurso natural limitado, dotado de valor econômico e a combinação de instrumentos técnicos (planos diretores), jurídicos (outorga), político-institucionais (comitês) e econômico-financeiros (cobrança). Além disso, define-se que a gestão dos recursos hídricos deve ser *descentralizada* e contar com a *participação pública* nos processos de decisão. Lanna (1997) conceitua Gestão dos Recursos Hídricos como uma atividade analítica e criativa voltada à formulação de princípios, ao preparo de documentos normativos, à

estruturação de sistemas gerenciais e à tomada de decisões, cujo objetivo final é promover o inventário, uso, controle e proteção dos recursos hídricos. (PERES; SILVA, 2010, p. 4. Grifo dos autores).

Outro marco no Setor dos Recursos Hídricos constitui os Comitês de Bacia que estão inseridos no Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (composto também pelos Conselho Nacional e Estaduais, Órgãos de Gestão da Água e Agências de Água). Com isso, o Território Brasileiro foi dividido em 12 Regiões Hidrográficas e, a partir disso, os Estados fizeram divisões hidrográficas para fins de gestão, utilizando diferentes critérios. Além da criação, em 1999, com o intuito de fortalecer a integração desse Sistema, da Agência Nacional das Águas (ANA), uma Autarquia Federal a fim de promover o desenvolvimento da Gestão de Recursos Hídricos no Brasil (PERES; SILVA, 2010).

A criação dos Comitês de Bacia Hidrográfica, juntamente com a promulgação da Lei n. 9.433/1997, que determina que a bacia hidrográfica constitua a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, traz diversas contribuições, tanto na gestão urbana e regional, assim como desafios a serem vencidos, conforme afirmam Peres e Silva (2010):

A divisão hidrográfica, além de direcionar a gestão da água, influencia também na gestão urbana e regional, já que as bacias contêm os territórios municipais e regiões administrativas. Todas as áreas urbanas, industriais, agrícolas ou de preservação fazem parte de alguma bacia hidrográfica. (PERES; SILVA, 2010. p.4).

Peres e Silva (2010) chama atenção para o fato de que, nem sempre, os limites territoriais das bacias coincidem com as delimitações político-administrativas, criando complicadores para a gestão ambiental e para a articulação da gestão territorial. Acrescentam ainda que:

Deste modo, a possibilidade de organizar a sociedade por bacias hidrográficas ainda constitui um grande desafio a ser enfrentado para a implantação do sistema de gestão. Trata-se de um processo lento de mudança cultural, que envolve o trabalho educativo, de caráter ambiental (Leal, 2003). Diante desta situação fica evidente que a adoção da bacia hidrográfica como recorte físico-territorial para o gerenciamento das águas apresenta limitações e, em alguns casos, precisa ser alterado ou complementado por outros recortes espaciais, tais como: aquíferos, unidades de preservação, regiões administrativas, municípios etc. Da mesma forma, na definição da área de atuação para a gestão, a bacia hidrográfica pode não constituir o único recorte físico-territorial, especialmente quando não se

conseguem compatibilizar seus limites com os limites administrativos municipais, regionais e estaduais. (PERES; SILVA, 2010.p. 4-5).

Portanto, com base no que foi exposto anteriormente, é possível constatar os avanços na questão da água no Brasil, sobretudo, levando-se em consideração a área da bacia hidrográfica ao se realizar a gestão urbana e regional, porém esta ainda constitui um grande desafio a ser enfrentado para a implantação do Sistema de Gestão.

### **2.2.2. Bacia hidrográfica: conceitos e definições**

Bacia hidrográfica pode ser definida como uma área da superfície terrestre que drena água, sedimentos e materiais dissolvidos e/ou em suspensão para uma saída comum, num determinado ponto do canal fluvial. O seu limite é conhecido como divisor de drenagem ou divisor de água. E ainda essa bacia pode ser desmembrada em um número qualquer de sub-bacias, dependendo do ponto de saída considerado ao longo do eixo-tronco ou seu canal principal (COELHO NETO, 2012).

Ao discorrer sobre a definição de bacia hidrográfica, Tucci e Mendes (2006) afirmam que, para cada seção de um curso d'água existirá uma bacia hidrográfica, considerando esta seção, a bacia é toda a área que contribui por gravidade para os rios até chegar à seção que define a bacia. As características principais da bacia hidrográfica são a área de drenagem, o comprimento do curso principal, declividade do curso e a declividade da bacia. Em geral, os cursos d'água possuem um trecho superior onde a declividade não é muito grande, seguido por um trecho médio de grande declividade e, no seu trecho inferior, a declividade é pequena onde o curso tende a meandrar.

Em relação ao estudo das bacias hidrográficas, estas se constituem em uma importante unidade de estudo para entender sua dinâmica, assim como um instrumento de planejamento urbano, uma vez que pode ser estudado por dois aspectos, através de sua rede hidrográfica, fazendo a hierarquização de canais dividindo-os em canais de primeira ordem, segunda ordem, e assim sucessivamente; é através do relevo, com a análise de sua topografia em uma determinada área, é que pode ser feita a análise das formas da vertente, logicamente considerando o contexto geoambiental da área.

Botelho (2010, p. 269) ressalta que vários pesquisadores “[...] chamam atenção para a bacia hidrográfica como unidade natural de análise da superfície terrestre, onde é possível reconhecer e estudar as inter-relações existentes entre os diversos elementos da paisagem e os processos que atuam na sua esculturação”. E ainda afirma que:

Tendo sua delimitação baseada em critérios geomorfológicos as bacias de drenagem levam vantagens sobre unidades de planejamento definidas por outros atributos, cujos traçados dos limites podem ser bastante imprecisos, como, por exemplo, unidades definidas por atributos climáticos, ou, ainda, baseadas nos tipos de vegetação, que pode não cobrir a paisagem de modo contínuo. (BOTELHO, 2010, p. 270).

Ainda, para o estudo e diagnóstico de bacias hidrográficas Beltrame (1994) elege indicadores que servem de parâmetros para identificar os potenciais de proteção, assim como de degradação dos recursos naturais renováveis da bacia hidrográfica. Portanto, a autora explica que:

Assim sendo, consideramos quatro grandes fatores potenciais naturais de degradação física e, a partir deles, definimos sete parâmetros componentes da fórmula descritiva do estado físico-conservacionista da bacia. São eles:

I- Vegetação – considerada sob dois aspectos: a) pelo grau de semelhança entre a cobertura vegetal atual e a cobertura vegetal original dos setores da bacia (definimos o parâmetro CO); b) pelo grau de proteção da cobertura vegetal fornecido ao solo (definimos o parâmetro CA).

II- Clima – considerado sob dois aspectos: a) pela erosividade da chuva (definimos o parâmetro E); b) pelo balanço hídrico dos setores da bacia (definimos o parâmetro BH)

III- Características geológicas e pedológicas – consideradas sob dois aspectos: a) pela suscetibilidade da textura à erosão, associada à declividade (definimos o parâmetro PE); b) pela densidade de drenagem (definimos o parâmetro DD).

IV- Características do relevo – considerado em termos de declividade média (parâmetro DM), onde observamos também a geomorfologia, a curva hipsométrica, a altura média, o coeficiente de massividade e o coeficiente orográfico. (BELTRAME, 1994. p. 13-14).

V-

Desse modo, é possível afirmar que, ao realizar estudos em bacias hidrográficas, é necessário levar em consideração seus aspectos principais, ou seja, a área de drenagem, o comprimento do curso principal, declividade do curso e a declividade da bacia. Assim, como elencar parâmetros a serem utilizados na análise, que ajudam em um melhor entendimento da bacia hidrográfica, um desses parâmetros constitui na classificação da hierarquia fluvial dos canais, o que será tratado na Seção seguinte.

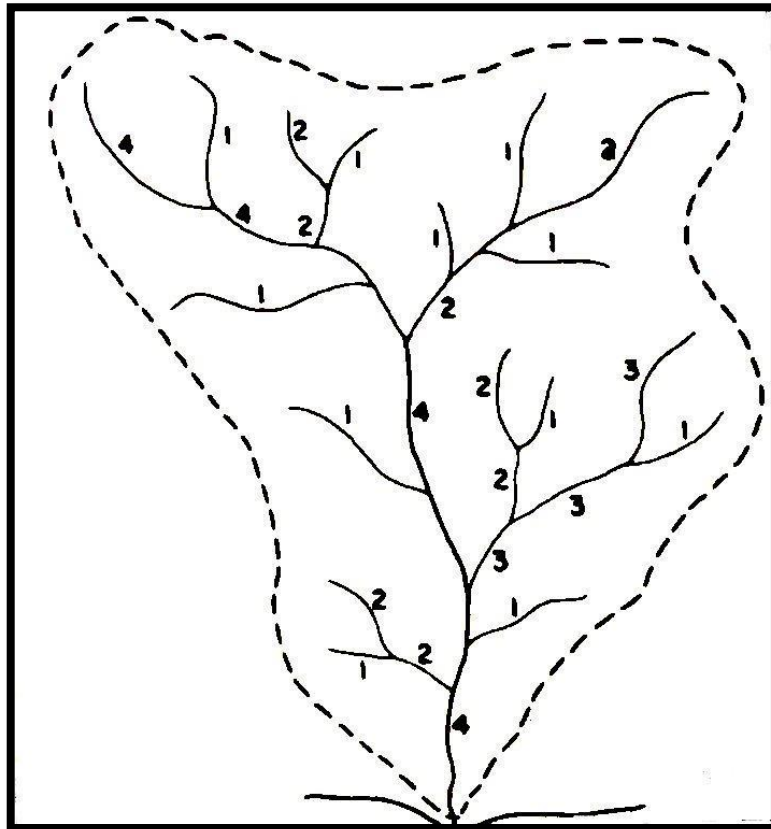
### 2.2.3. Hierarquia fluvial no estudo de bacias hidrográficas

No estudo das bacias hidrográficas, um dos principais parâmetros de análises consiste na hierarquia fluvial, que é o processo de se estabelecer a classificação de determinado curso de água no conjunto total da bacia hidrográfica na qual se encontra. Tendo como função facilitar e tornar mais objetivo os estudos morfométricos (análise linear, areal e hipsométrica) sobre as bacias hidrográficas (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Sendo assim, vários autores criaram classificações da hierarquia fluvial dos canais das bacias hidrográficas, destacando os trabalhos de Robert E. Horton, em 1945, e Arthur N. Strahler, em 1952.

Segundo Christofolletti (1980) Robert. E. Horton foi quem propôs, em 1945, de modo mais preciso, os critérios iniciais para a ordenação dos cursos de água (conforme Figura 1). Para ele, os canais de primeira ordem são aqueles que não possuem tributário; os canais de segunda ordem somente recebem tributários de primeira ordem; os de terceira ordem podem receber um ou mais tributários de segunda ordem, mas também podem receber afluentes de primeira ordem; os de quarta ordem recebem tributários de terceira ordem e, também, os de ordem inferior. E assim sucessivamente. Porém, nessa ordenação, o rio principal é consignado pelo mesmo número de ordem desde a nascente. Para se determinar qual é afluente e qual o canal principal a partir da última bifurcação, podem ser usadas as seguintes regras: a) partindo da jusante da confluência, estender a linha de curso de água para montante, para além da bifurcação, seguindo a mesma direção. O canal confluyente que apresentar maior ângulo é o de ordem menor; b) se ambos os cursos possuem o mesmo ângulo, o rio de menor extensão é geralmente designado como de ordem mais baixa. O processo de refazer a numeração deve ser efetuado a cada confluência com ordem mais elevada, até que o canal de  $n$ -ésima ordem se estenda desde a confluência final até a nascente de tributário mais longo (CHRISTOFOLETTI, 1980).

**Figura 1- Hierarquização dos canais conforme Horton(1945)**

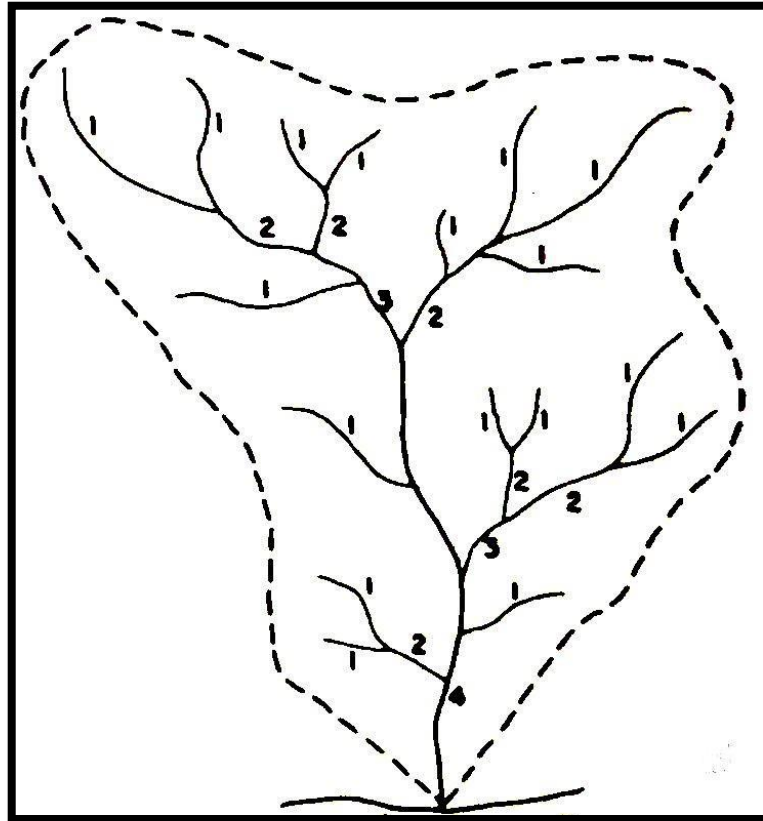


Fonte: Christofolletti (1980, p. 109)

Strahler (1952) também propôs uma classificação para os canais de uma bacia hidrográfica, disposta na Figura 2, porém com diferenças na ordenação dos canais, além de não necessitar do curso principal possuir o mesmo número de ordem em toda a sua extensão, nem de se refazer a numeração a cada confluência.

Nesse contexto, para Strahler (1952), os menores canais, sem tributários, são considerados como de primeira ordem, estendendo-se desde a nascente até a confluência; já os canais de segunda ordem surgem da confluência de dois canais de primeira ordem, e só recebem afluentes de primeira ordem; os canais de terceira ordem surgem da confluência de dois canais de segunda ordem, podendo receber afluentes de segunda e de primeira ordens; os canais de quarta ordem surgem da confluência de dois canais de terceira ordem, podendo receber tributários das ordens inferiores, e assim sucessivamente. Essa ordenação elimina o conceito de que o curso d'água principal deve ter o mesmo número de ordem em toda a sua extensão e a necessidade de se refazer a numeração a cada confluência. (CHRISTOFOLETTI, 1980).

**Figura 2- Hierarquização dos canais conforme Strahler (1952)**



Fonte: Christofolletti (1980, p. 109).

Assim, um dos parâmetros importante a ser levado em consideração nos estudos das bacias hidrográficas, tanto em áreas rurais como urbanas, consiste na hierarquia fluvial dos canais, podendo se utilizar da proposta de Horton (1945) ou Strahler (1952).

#### **2.2.4. Cabeceiras de drenagem**

Nos estudos das bacias hidrográficas, uma importante unidade de análise constitui-se nas áreas de cabeceiras de drenagem, que, segundo Coelho Netto (2003) “[...] desenvolvem-se no domínio das encostas e apresentam topografia côncava sobre as quais se originam ou avançam as cabeças de canais”. A importância dos estudos desses canais se dá, pois, as possíveis alterações que possam ocorrer nessa área vão interferir na dinâmica da bacia como um todo.

Nesse contexto, segundo Bigarela (2003), as microbacias hidrográficas são afetadas por alterações do teor de umidade do fundo de vales, pelo transporte de sedimentos e pelo assoreamento causados pelo desmatamento e pela erosão nas encostas. Essas perturbações vão influenciar no comportamento dos diversos tipos de canais de drenagem, modificando temporariamente sua extensão relativa. A drenagem nas microbacias é realizada por canais efêmeros, intermitentes e perenes. Os primeiros localizam-se nas cabeceiras de drenagem, sendo alimentados exclusivamente pelo escoamento superficial das encostas, sem interferência das águas do lençol freático. (BIGARELA, 2003)

Por essa área ser caracterizada pela convergência do fluxo superficial e subterrâneo, associado à declividade do terreno e ao uso e ocupação do solo, as cabeceiras de drenagem consistem em uma importante área de estudo devido à sua fragilidade aos processos erosivos.

#### **2.2.5. Processos hidrológicos na bacia hidrográfica**

Conforme já foi mencionado anteriormente, as modificações executadas na paisagem para a implantação de cidades afetam diretamente a dinâmica hidrológica, alterando os caminhos por onde a água circula. Assim, têm-se alterações no balanço hídrico na área da bacia hidrográfica urbana, com o aumento do volume do escoamento superficial e reduções da recarga natural dos aquíferos e da evapotranspiração, sobretudo devido às impermeabilizações. Portanto, antes de iniciar a discussão acerca das bacias hidrográficas em áreas urbanas e os impactos socioambientais provenientes da urbanização, é necessário discorrer, de forma sucinta, sobre os processos hidrológicos.

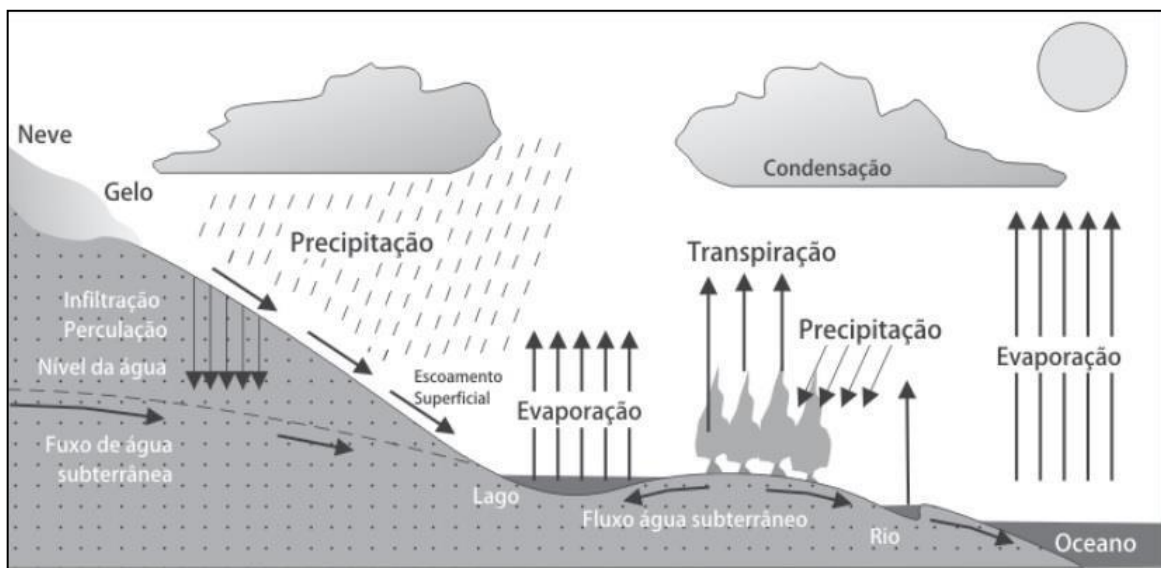
Tucci e Mendes (2006) destacam que os processos hidrológicos na bacia hidrográfica possuem duas direções predominantes de fluxo na bacia: vertical e o longitudinal. O vertical é representado pelos processos de precipitação, evapotranspiração, umidade e fluxo no solo, enquanto que o longitudinal pelo escoamento na direção dos gradientes da superfície (escoamento superficial e cursos d'água) e do subsolo (escoamento subterrâneo), conforme Figura 3. (TUCCI; MENDES, 2006. p. 15).

Inicialmente, o balanço de volumes na bacia depende dos processos verticais. Assim pode-se observar que, da radiação solar que atinge a superfície da Terra, parte é refletida e parte é absorvida. A proporção entre a energia refletida e a total é o albedo, que depende do

tipo de superfície. Também se tem uma variação do albedo sazonalmente ao longo do ano e assim como ao longo do dia (TUCCI; MENDES, 2006. p. 15).

Desse modo, a água, ao atingir a superfície, no caso de uma área com cobertura vegetal, pode assumir diferentes caminhos, conforme mostra a Figura 3. Pode ser interceptada pela copa das árvores e daí evaporada para a atmosfera. Pode ser armazenada nessas copas e depois precipitada, pode escorrer pelo tronco ou atravessar a vegetação e atingir diretamente a superfície do terreno. Assim, ao atingir o solo uma parte pode infiltrar ou escoar superficialmente dependendo das condições do relevo (sobretudo, a declividade da encosta e a rugosidade do terreno), ou da capacidade de infiltração desse solo, que depende da umidade, das características químicas ou estruturais do solo e da cobertura vegetal. (TUCCI; MENDES, 2006; BOTELHO, 2010).

**Figura 3- Ciclo hidrológico terrestre**



Fonte: IGBP (1993 *apud* TUCCI; MENDES, 2006. p. 16).

Conforme já exposto, a capacidade de infiltração dependerá do tipo e do uso do solo. Desse modo, a capacidade de infiltração do solo em áreas de floresta geralmente é alta, o que produz baixa quantidade de escoamento superficial. Em solos sem cobertura vegetal e com compactação, a capacidade de infiltração pode diminuir drasticamente, com constantemente aumento do escoamento superficial. Portanto, estradas de terra ou caminhos percorridos pelo gado sofrem forte compactação, reduz a capacidade de infiltração, enquanto o uso de maquinário agrícola para revolver o solo durante o plantio pode aumentar a infiltração, em detrimento de outros agravantes. A capacidade de infiltração varia também

com as condições de umidade. Um solo argiloso pode ter uma alta capacidade de infiltração quando estiver seco, no entanto, após receber umidade pode se tornar quase que impermeável. (TUCCI; MENDES, 2006). Características essas que serão importantes nas discussões sobre as bacias hidrográficas em áreas urbanas, uma vez que nessas áreas toda a diversidade de caminhos naturais que a água pode percorrer, fica reduzida aos processos de escoamento e infiltração, sendo que prevalece o primeiro. Conforme afirma Botelho (2010):

Em virtude da quase total ausência de cobertura vegetal, e consequentemente da serapilheira, nessas áreas as demais possibilidades de trajetória da água são praticamente eliminadas. Nas áreas urbanas, novos elementos são adicionados pelo homem, como edificações, pavimentação, canalização e retificação de rios, entre outros, que acabam por reduzir drasticamente a infiltração e favorecendo o escoamento das águas, que atingem seu exultório mais rapidamente e de forma mais concentrada, gerando o aumento da magnitude e da frequência das enchentes nessas áreas. As bacias hidrográficas urbanas são, portanto, marcadas pela diminuição do tempo de concentração de suas águas e pelo aumento dos picos de cheias, quando comparadas às condições anteriores à urbanização. Hall (1984) e Tucci (2001) alertam para a ocorrência desses processos nas áreas urbanas e Porto *et al.* (2001) afirmam que, em casos extremos, o pico de cheia numa bacia hidrográfica pode chegar a seis vezes mais do que o pico dessa mesma bacia em condições naturais. (BOTELHO, 2010. p. 72-73).

Desse modo, as alterações na superfície da bacia têm impactos significativos sobre o escoamento. Este impacto normalmente é caracterizado quanto ao efeito que provoca no comportamento das enchentes, nas vazões mínimas e na vazão média, além das condições ambientais locais e a jusante. Essa análise se baseia em que não ocorram alterações na distribuição da precipitação e as alterações do solo possuam abrangência local. (TUCCI; MENDES, 2006).

Ainda, Tucci e Mendes (2006) chamam a atenção para o fato que as alterações sobre o uso e manejo do solo na bacia podem ser classificadas quanto ao tipo de mudança ao uso da superfície e à forma que provoca a alteração na superfície. O desmatamento geralmente tende a aumentar a vazão média em função da diminuição da evapotranspiração, com aumento das vazões máximas e diminuição das mínimas, mas é possível ocorrer situações singulares distintas destas. O reflorestamento tende a recuperar as condições atuais existentes (na superfície), ao passo que a impermeabilização, que está associada à urbanização, além de retirar a camada superficial altera a capacidade de infiltração na bacia.

Esses processos hidrológicos irão sofrer alterações devido às modificações executadas na paisagem para a implantação de cidades, afetando diretamente a dinâmica hidrológica, alterando os caminhos por onde a água circula, o que será discutido na Seção seguinte que discorre sobre as bacias hidrográficas em áreas urbanas.

### **2.2.6. Bacia hidrográfica em área urbana**

Desse modo, têm-se impactos ambientais em bacias hidrográficas que se encontram em áreas urbanas com características distintas daquelas que se encontra em área rural. Tucci e Mendes (2006) afirmam que à medida que a cidade se urbaniza, os seguintes impactos ocorrem na dinâmica hidrológica:

[...]

- Aumento das vazões médias de cheia (em até 7 vezes, Leopold, 1968) devido ao aumento da capacidade de escoamento por meio de condutos e canais e impermeabilização das superfícies;
- Aumento da erosão do solo e produção de sedimento devido à falta de proteção das superfícies e à produção de resíduos sólidos (lixo);
- Deterioração da qualidade da água superficial e subterrânea, devido à lavagem das ruas, ao transporte de material sólido, às ligações clandestinas de esgoto cloacal e pluvial e à contaminação direta de aquíferos;
- Pela forma desorganizada como a infraestrutura urbana é implantada como: (a) pontes e taludes de estradas que obstruem o escoamento; (b) redução de seção do escoamento aterros; (c) deposição e obstrução de rios, canais e condutos de lixos e sedimentos; (d) projetos e execução inadequados de obras de drenagem. (TUCCI; MENDES, 2006. p. 34-35).

A urbanização, sobretudo como aumento das áreas pavimentadas/impermeabilizadas e a construção de edificações, ocasiona ainda mudanças significativas nos microclimas urbanos. As superfícies impermeáveis absorvem parte da energia solar, aumentando a temperatura ambiente, geralmente produzindo ilhas de calor na parte central dos centros urbanos, onde predomina o concreto e o asfalto. O asfalto, devido à sua cor escura, absorve mais energia devido à radiação solar do que as superfícies naturais, e o concreto, à medida que a sua superfície envelhece tende a escurecer e aumentar a absorção de radiação solar. O aumento da absorção de radiação solar por parte da superfície aumenta a emissão de radiação térmica de volta para o ambiente, gerando calor. O aumento de temperatura também cria condições de movimento de massas de ar ascendente que pode redundar em aumento da precipitação

pluviométrica. Como na área urbana as precipitações críticas são as mais intensas e de baixa duração, estas condições contribuem para agravar as enchentes nas áreas urbanas (TUCCI; MENDES, 2006).

Destaca-se também o aumento de sedimentos e material sólido devido à urbanização. Durante o desenvolvimento urbano, o aumento dos sedimentos produzidos na área da bacia hidrográfica é significativo, devido às diferentes construções, limpeza de terrenos para novos loteamentos, construção de ruas, avenidas e rodovias, entre outras causas. As principais consequências ambientais da produção de sedimentos são as seguintes: a) assoreamento das seções da drenagem, com redução da capacidade de escoamento de condutos, cursos d'água e lagos urbano; b) transporte de poluentes agregados aos sedimentos, que contaminam as águas pluviais (TUCCI; MENDES, 2006), além da diminuição da velocidade do escoamento em decorrência do entulhamento dos canais.

Outro impacto ambiental proveniente da urbanização diz respeito à qualidade da água pluvial, visto que a qualidade da água pluvial é resultado da lavagem das superfícies urbanas. Os esgotos podem ser combinados (sanitário e pluvial num mesmo conduto) ou separados (rede pluvial e rede sanitária). No Brasil, a maioria das redes de esgotamento é do segundo tipo; somente em áreas antigas de algumas cidades ainda existem sistemas combinados. Atualmente, devido à falta de investimentos e planejamentos para ampliação da rede sanitária, utiliza-se a rede pluvial para transporte do esgoto sanitário, o que pode ser uma solução inadequada na medida em que esse esgoto não é tratado, além de inviabilizar algumas soluções de controle quantitativo e qualitativo do pluvial. A qualidade da água da rede pluvial depende de vários fatores: da limpeza urbana e sua frequência, da intensidade da precipitação e sua distribuição temporal e espacial, da época do ano e do tipo de uso da área urbana. Os principais indicadores da qualidade da água são os parâmetros que caracterizam a poluição orgânica e a quantidade de metais (TUCCI; MENDES, 2006). Ainda, deve-se considerar a qualidade da rede de dutos do esgotamento sanitário, quando mal conservada, pode contaminar a rede de escoamento pluvial, provocando uma série de impactos negativos.

Tem-se ainda, como consequência desses impactos, a contaminação dos aquíferos urbanos que, segundo Tucci e Mendes (2006), são devido às seguintes condições:

- Aterros sanitários contaminam as águas subterrâneas pelo processo natural de precipitação e infiltração. Deve-se evitar que sejam construídos aterros sanitários em áreas de recarga e deve-se procurar escolher as áreas com baixa permeabilidade. Os efeitos da contaminação nas águas subterrâneas devem ser examinados quando da escolha do local do aterro;

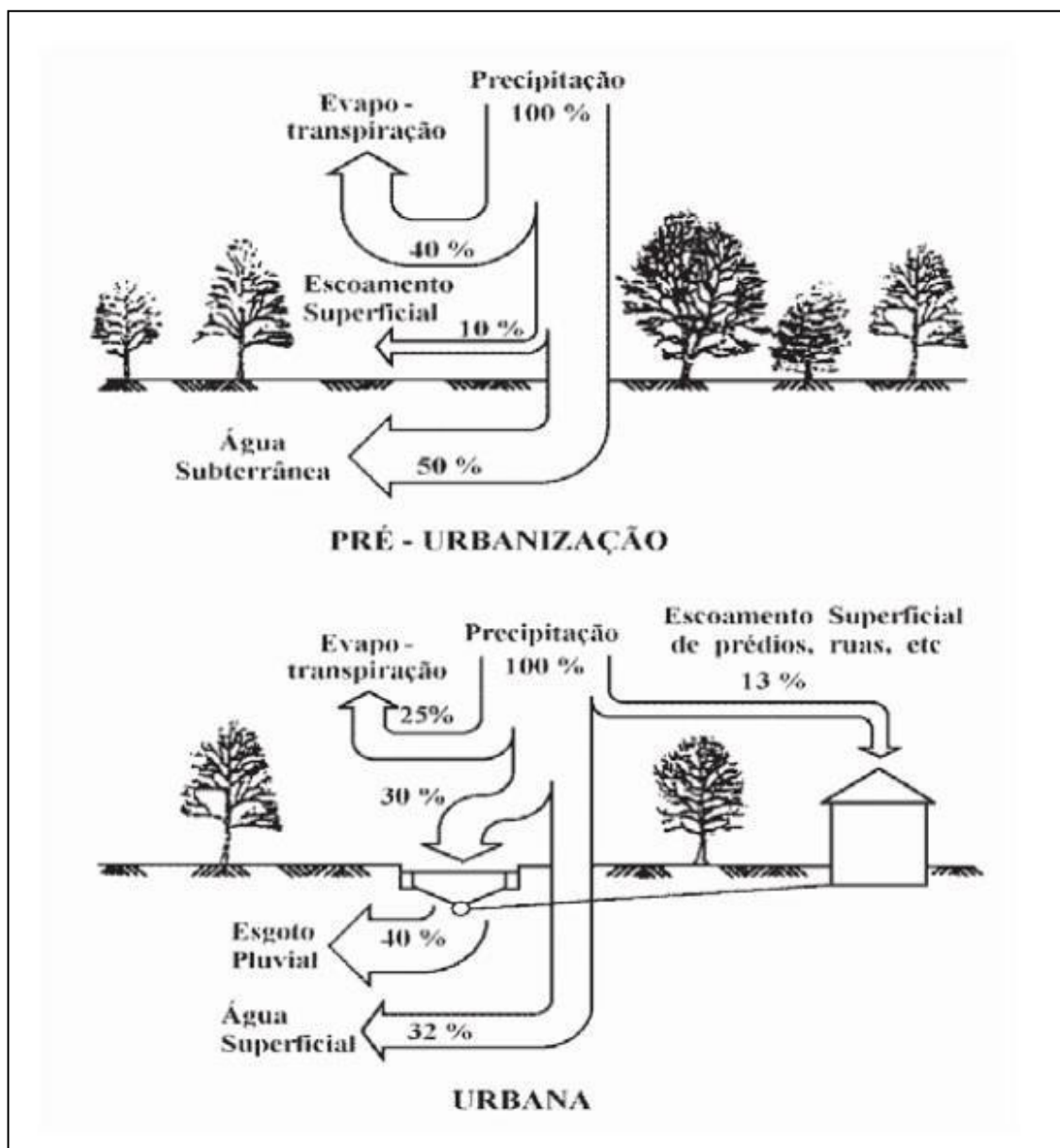
- Grande parte das cidades brasileiras utiliza fossas sépticas como destino final do esgoto. As fossas tendem a contaminar a parte superior do aquífero. Esta contaminação pode comprometer o abastecimento de água urbana quando existe comunicação entre diferentes camadas dos aquíferos por meio de percolação e de perfuração inadequada dos poços artesianos;
- A rede de condutos de pluviais pode contaminar o solo por perdas de volume no seu transporte e até por entupimento de trechos da rede que pressionam a água contaminada para fora do sistema de condutos (TUCCI; MENDES, 2006. p. 38).

Além desses impactos, há também aqueles provenientes da urbanização sobre o escoamento pluvial na bacia urbana, pois, devido o desenvolvimento urbano, grande parte da cobertura da área da bacia é impermeabilizada com edificações e pavimentos e são introduzidos condutos para escoamento pluvial. Conforme aponta Tucci e Mendes (2006) são os seguintes:

- Redução da infiltração no solo;
- O volume que deixa de infiltrar fica na superfície, aumentando o escoamento superficial. Além disso, como foram construídos condutos pluviais para o escoamento superficial, tornando-o mais rápido, ocorre redução do tempo de deslocamento. Desta forma as vazões máximas também aumentam por isso, antecipando seus picos no tempo;
- Com a redução da infiltração, o aquífero tende a diminuir o nível do lençol freático por falta de alimentação (principalmente quando a área urbana é muito extensa), reduzindo o escoamento subterrâneo. As redes de abastecimento, pluvial e cloacal possuem vazamentos que podem alimentar os aquíferos, tendo efeito inverso do mencionado;
- Devido à substituição da cobertura natural ocorre uma redução da evapotranspiração, já que a superfície urbana não retém água como a cobertura vegetal com redução também das taxas de evapotranspiração; (TUCCI; MENDES, 2006. p. 35).

Com isso têm-se modificações significativas sobre o escoamento superficial devido o aumento da impermeabilização do solo, conforme mostra a Figura 4, sobre as alterações no uso do solo devido à urbanização e seus efeitos sobre o hidrograma e os níveis de inundação.

**Figura 4- Alterações no uso do solo devido à urbanização e seu efeito sobre o hidrograma e os níveis de inundação**



Fonte: Tucci; Mendes (2006. p. 36)

Com base no exposto, deve-se chamar atenção para uma das consequências da urbanização, sobretudo com o aumento da impermeabilização do solo, que diz respeito aos eventos de inundações que têm atingido de forma constante um grande número de cidades no País. Inicialmente, antes de se discutir o problema efetivamente, é necessário, segundo Polivanov e Barroso (2011), mencionar que o extravasamento do corpo hídrico para além dos limites dos canais fluviais principais é um processo natural que ocorre quando a vazão é superior à capacidade de descarga do canal. Assim, os autores acrescentam ainda que:

Nos períodos de cheia a planície de inundação exerce papel regulador hídrico ao absorver o volume excedente de água que ultrapassa o volume máximo de água e sedimentos que o rio pode transportar. Essas áreas inundáveis são caracterizadas por relevo plano, formado principalmente por aluviões, terraços e solos hidromórficos e que, em geral, apresenta comportamento geotécnico crítico: baixa resistência, alta deformidade, conferindo ao terreno uma baixa capacidade de suporte de cargas, além de permeabilidades baixas, dificultando sua capacidade de drenagem vertical. Portanto, parece evidente que não apenas as planícies, mas também os terraços mais baixos deveriam ser preservados no processo de urbanização. Entretanto, não é o que se observa na maioria das cidades brasileiras. (POLIVANOV; BARROSO, 2011. p.163)

Em relações às inundações, Tucci *et al.* (2001) afirmam que a tendência da urbanização é de agravar a inundação de montante para jusante na macrodrenagem urbana, devido às características do relevo. Quando um loteamento é projetado, geralmente os Municípios exigem apenas que o projeto de esgotos pluviais seja eficiente no sentido de drenar a água do loteamento. Quando o Poder Público não controla essa urbanização ou não amplia a capacidade da macrodrenagem, pode aumentar a ocorrência das enchentes, com perdas sociais e econômicas para a sociedade e ambiente como um todo. Normalmente, o impacto do aumento da vazão máxima sobre o restante da bacia não é avaliado pelo projetista ou exigido pelo Município, num processo desconectado da rede de drenagem global da área urbana. A combinação do impacto nos diferentes loteamentos produz aumento da ocorrência de enchentes para jusante. Esse processo ocorre por meio da sobrecarga da drenagem secundária (condutos) sobre a macrodrenagem (riachos e canais) que atravessam as cidades. As áreas mais afetadas, devido à construção das novas habitações a montante, são as mais antigas, localizadas a jusante. (TUCCI *et al.* 2001).

Desse modo, Polivanov e Barroso (2011) chamam a atenção para o fato de que os problemas das enchentes não devem ser vistos apenas como uma questão de ocupação das áreas vizinhas aos corpos fluviais principais. Deve-se dar atenção a toda área da bacia de drenagem, onde um grande conjunto de ações inadequadas contribui para tornar os efeitos das cheias ainda mais severos, conforme pode ser observado no Quadro 1.

**Quadro 1 - Ações inadequadas e o agravamento dos problemas de inundações**

| AÇÕES                                                 | EFEITOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Retirada da Mata Ciliar                               | Erosão das margens, assoreamento e redução da capacidade de descarga                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Mudança da geometria do canal (retificação)           | Aumento da energia fluvial, erosão das margens, assoreamento a jusante e redução da capacidade de descarga                                                                                                                                                                                                                    |
| Altas taxas de impermeabilização na bacia de drenagem | Redução da área superficial dos terrenos destinados à infiltração e aumento do escoamento superficial para o canal fluvial, com o consequente aumento do volume hídrico<br>O aumento do escoamento superficial também carrega para o canal fluvial resíduos sólidos nas cidades cujos sistemas de coleta são pouco eficientes |
| Barramentos artificiais formados por corpos de aterro | Torna a drenagem mais difícil e disponibiliza material particulado para assoreamento                                                                                                                                                                                                                                          |

Fonte: Polivanov e Barroso (2011, p. 164).

Pode-se concluir que os problemas das enchentes, assim como os outros impactos nas áreas urbanas, não devem ser vistos apenas como uma questão de ocupação das áreas vizinhas aos corpos fluviais principais, mas sim, um grande conjunto de ações inadequadas. Portanto, deve-se dar atenção à bacia de drenagem, com base em uma avaliação integrada da paisagem e geossistêmica, para tal, na Seção seguinte discorrerá sobre essas temáticas.

### **2.3. A importância da paisagem e da teoria geossistêmica para a Geografia Física**

Levando em consideração a bacia hidrográfica como um sistema, ou seja, como a resultante dos diversos elementos que a compõe, e tendo seu equilíbrio regulado pelos fluxos de matéria e energia, associada com perturbações antrópicas, faz-se necessárias discussões acerca das temáticas paisagem e teoria geossistêmica. Inicialmente discorrer-se-á sobre o conceito de paisagem e, posteriormente, sobre o de geossistemas.

#### **2.3.1. O conceito de paisagem**

O conceito de paisagem constitui um notável elemento de entendimento da Geografia, sendo considerado um conceito-chave para o pensamento geográfico, assim como os conceitos de espaço, lugar, região e território. É uma categoria de análise primordial para a

compreensão e diagnóstico do ambiente. Porém, é preciso lembrar que vários autores, ao longo do pensamento geográfico, empregaram o termo paisagem de diversas maneiras e significados. Pois, “[...] a discussão de paisagem é um tema antigo na Geografia. Desde o século XIX a paisagem vem sendo discutida para se entenderem as relações sociais e naturais em um determinado espaço” (SCHIER, 2003. p. 80). Ainda, segundo Christofolletti (1999):

O uso do termo *paisagem* está relacionado com a palavra italiana *paessagio*, introduzida a propósito de pinturas elaboradas a partir da natureza, durante a Renascença, significando “o que se vê no espaço”; “aquilo que o olhar abrange... em um único golpe de vista”; “o campo de visão”. “A paisagem é, portanto, uma aparência e uma representação; um arranjo de objetos visíveis pelo sujeito por meio de seus próprios filtros, humores e fim” (BRUNET, FERRAS e THÉRY, 1992). Entretanto, parece que o vocabulário germânico *Landschaft* seja o primeiro termo a surgir, existindo já na Idade Média, designando “uma região de dimensão média, o território onde se desenvolve a vida de pequenas comunidades humanas” (ROUGERIE; BEROUTCHACHVILI, 1991. p. 12 – Grifos dos Autores).

No contexto da Ciência Geográfica, os geógrafos alemães utilizavam o termo *Landschaft* ou paisagem para designar o objetivo da Geografia. Assim, segundo Boesch e Carol (1956), Hettner usou o termo paisagem para designar partes do mundo, países, paisagens e localidades para uma unidade espacial de caráter específico. Posteriormente, a maioria dos geógrafos alemães entendia a paisagem como sendo áreas homogêneas definidas, sobretudo regiões naturais. (BOESCH; CAROL, 1956). Nesse sentido, “[...] a paisagem, isto é, a paisagem geográfica, é definida aqui como uma unidade espacial, com caráter definido, em entidades reais que não pode ser mais subdividida sem perder suas propriedades.”. (BOESCH; CAROL, 1956. p. 26).

Sauer (1998) e Schier (2003), ao pensar a paisagem, levaram em consideração à temporalidade e as alterações que são ocasionadas pelo homem, nesse sentido sugere também a distinção entre a paisagem natural e cultural, sendo a primeira anterior às modificações e a segunda posterior à apropriação do homem.

Não podemos formar uma ideia de paisagem a não ser em termos de suas relações associadas ao tempo, bem como suas relações vinculadas ao espaço. Ela está em um processo constante de desenvolvimento ou dissolução e substituição. Assim, no sentido cronológico, a alteração da área modificada pelo homem e sua apropriação para o seu uso são de importância fundamental. A área anterior à atividade humana é representada por um conjunto de fatos morfológicos. As formas que o homem introduziu são um outro conjunto. (SAUER, 1998. p. 42 *apud* SCHIER, 2003. p. 81)

Santos (2006) ao discutir paisagem, afirmou primeiramente a necessidade da distinção entre os conceitos de paisagem e espaço, pois estes não são sinônimos. Considerando o primeiro como o conjunto de formas que, num dado momento, exprime as heranças que representam as sucessivas relações localizadas entre homem e natureza. E o segundo, sendo essas formas mais a vida que as anima. Sendo assim, a paisagem, segundo o autor, é um conjunto de objetos reais-concretos, nesse sentido se constitui transtemporal, juntando objetos passados e presentes, uma construção transversal, ou seja, existe através de suas formas, criadas em momentos históricos diferentes, porém coexistindo no momento atual.

Para Bertrand (1972) a paisagem não se constitui a simples adição de elementos geográficos disparatados. Mas numa determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução. E o autor frisa ainda que não se trata somente da paisagem “natural”, mas dela como um todo, integrando todas as implicações da ação antrópica.

A partir da concepção de paisagem, segundo Bertrand (1972), pode-se afirmar a necessidade de entendê-la como um todo, ou seja, ser vista como um sistema, sendo o resultado dos diversos elementos que a compõe. Uma vez que a “[...] paisagem é um fato concreto, um termo fundamental e de importante significado para a Geografia, pois a paisagem é a fisionomia do próprio Geossistema.” (TROPPMAIR, 2006, p. 82).

Portando, com base no que foi exposto, é possível constatar que o conceito de paisagem varia conforme o pensamento geográfico ao longo do tempo e dos diversos autores. Para a presente pesquisa utilizou-se do conceito de paisagem segundo autores que a entendem como um sistema, tais como Bertrand (1972) e Troppmair (2006), o que será discutido na Seção posterior.

### **2.3.2. A importância da teoria geossistêmica na Geografia Física**

Para a realização do estudo dessa bacia hidrográfica tomou-se como referência a teoria geossistêmica, ou seja, a paisagem foi considerada como um sistema resultante da combinação dos diversos elementos que a constitui.

Segundo Tricart (1977), um sistema pode ser conceituado como um conjunto de fenômenos que se processam mediante fluxos de matéria e energia, que originam relações de

dependência mútua entre os fenômenos. Como consequência, o sistema apresenta propriedades que lhe são inerentes e diferem da soma das propriedades de seus componentes, podendo citar o fato de ter uma dinâmica própria, específica do sistema. Christofolletti (1999) apresentou a mesma concepção ao estudar os sistemas ambientais, afirmando que esses se constituem de uma organização espacial resultante da interação dos componentes físicos da natureza, funcionando através da interação dos fluxos de energia e matéria, porém acrescenta ainda que o desarranjo entre essas variáveis possa levar o sistema a buscar um novo ponto de equilíbrio, fato esse ratificado por Drew (1986), quando apresenta as dinâmicas de um sistema sob diferentes níveis de tensão e de restauração.

Portanto, faz-se necessário a conceituação de aspectos importantes para o entendimento dos sistemas, tais como matéria, energia e estrutura. A matéria corresponde ao material que vai ser mobilizado através do sistema. Por exemplo, no sistema hidrológico a matéria é representada pela água e detritos; no sistema hidrológico, pela água em vários estados; no sistema vertente, as fontes primárias de matéria são a precipitação, a rocha subjacente e a vegetação. Já em relação à energia, esta corresponde às forças que fazem o sistema funcionar, gerando a capacidade de realizar trabalho. Lembrando que se deve fazer a distinção entre energia potencial e energia cinética. A energia potencial é representada pela força inicial que leva ao funcionamento do sistema, a que desencadeia o movimento. Já a energia cinética é a energia do movimento, e que se alia a energia potencial. (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Christofolletti (1980) afirma ainda que os sistemas podem ser classificados de acordo com a complexidade de sua estrutura. Levando-se em consideração esse critério, têm-se os seguintes tipos de sistemas: os sistemas isolados e os sistemas não isolados. Os sistemas isolados são aqueles que, dadas as condições iniciais, não sofrem mais nenhuma perda nem recebem energia ou matéria do ambiente que os circundam. A perspectiva de análise desse tipo de sistema favorece a abordagem através do tratamento evolutivo e histórico, pois pode-se prever o começo e a sucessão de etapas até o seu final.

Já os sistemas não isolados mantêm relações com os demais sistemas, podendo ser subdivididos em fechados e abertos. São considerados fechados quando há uma permuta de energia (recebimento e perda), mas não de matéria. Os sistemas abertos são aqueles nos quais ocorrem constantes trocas de energia e matéria, tanto recebendo como perdendo, como por exemplos, uma bacia hidrográfica, vertente, cidade, indústrias. (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Em relação à classificação dos sistemas levando em consideração a complexidade estrutural, Christofolletti (1980) apontou os principais que estão relacionados à geomorfologia

e aos estudos ambientais. São eles: sistemas morfológicos, sistemas em sequência, sistemas de processos-respostas, sistemas controlados.

Os sistemas morfológicos são aqueles compostos somente pela associação das propriedades físicas do fenômeno (geometria, composição, estruturas, alturas, declividade), sendo considerados os sistemas menos complexos das estruturas naturais. Correspondem às formas, sobre as quais se podem escolher diversas variáveis a serem medidas (comprimento, altura, largura, declividade, granulometria, densidade e outras). Através da análise de correlação é possível revelar a coesão e direção da conexidade entre as variáveis (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Os sistemas em sequência são aqueles compostos por uma cadeia de subsistemas, possuindo tanto magnitude espacial quanto localização geográfica, que são dinamicamente relacionados por uma cascata de energia e matéria. Nessa sequência, a saída (*output*) de matéria ou energia de um subsistema torna-se a entrada (*input*) para o subsistema de localização adjacente. (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Os sistemas de processos-respostas são aqueles formados pela combinação de sistemas morfológicos e sistemas em sequência. Os sistemas em sequência indicam o processo, enquanto o morfológico representa a forma, a resposta a determinado estímulo. Portanto, pode-se estabelecer um equilíbrio entre o processo e a forma, de modo que qualquer alteração no sistema em sequência será refletida por alteração na estrutura do sistema morfológico (isto é, na forma) através do reajustamento das variáveis, visando alcançar um novo equilíbrio e estabelecendo uma nova forma. (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Já os sistemas controlados são aqueles que apresentam a atuação antrópica sobre os sistemas de processos-respostas. Nos quais a sua complexidade é aumentada pela intervenção humana. Esses sistemas se dão, pois ao examinar a estrutura dos sistemas processos-respostas, verifica-se que há certas variáveis-chaves, ou válvulas, sobre as quais o homem pode intervir para produzir modificações na distribuição de matéria e energia dentro dos sistemas em sequência e, conseqüentemente, influenciar nas formas que como ele estão relacionadas. (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Uma vez que o sistema é a resultando da interação dos diversos elementos que o compõem, podem-se estudar cada fenômeno ali existente como outro sistema, ou seja, dividindo-o em subsistema, conforme afirma Tricart (1977):

Cada um dos fenômenos incorporados num sistema, geralmente pode ser analisado, ele mesmo, como um subsistema. Convencionalmente, denomina-se *subsistema*. Não há limite inferior para a descoberta de novos

subsistemas: os estudos sobre os componentes da matéria sempre descobrem novas partículas, cada vez menores. O limite superior é o universo. Dessa forma, o conceito lógico de sistema é de aplicação universal. As relações mútuas entre os subsistemas definem certa taxonomia desses subsistemas. (TRICART, 1977. p. 19-Grifo do autor).

A importância de realizar estudos ambientais tendo como base a teoria sistêmica se dá, segundo Tricart (1977), este constitui o melhor instrumento de que se dispõe para estudar os problemas do ambiente, além de possuir um caráter dinâmico capaz de subsidiar conhecimentos básicos para uma atuação nesse meio.

O conceito de sistema é, atualmente, o melhor instrumento lógico de que dispomos para estudar os problemas do meio ambiente. Ele permite adotar uma atitude dialética entre a necessidade de análise – que resulta do próprio progresso da ciência e das técnicas de investigação – e a necessidade, contrária, de uma visão de conjunto, capaz de ensejar uma atuação eficaz sobre esse meio ambiente. Ainda mais, o conceito de sistema é, por natureza, de caráter dinâmico e por isso adequado a fornecer os conhecimentos básicos para uma atuação – o que não é o caso de um inventário, por natureza estática. (TRICART, 1977. p. 19).

Ainda em relação à importância de análise ambiental, baseada na teoria sistêmica, é necessário frisar que essa perspectiva envolve a análise ecológica, geográfica e a ambiental que englobam estudos levando-se em consideração a complexidade do sistema e de suas partes componentes. Sendo necessária para a compreensão de como as entidades ambientais físicas se expressam em organizações espaciais, se estruturam e funcionam como diferentes unidades complexas em si mesmas e na junção de todas as suas estruturas. Lembrando ainda da necessidade de estudar ainda os subconjuntos e as partes componentes, a fim de melhor conhecer seus aspectos e as relações entre eles. (CHRISTOFOLETTI, 1999).

Segundo Bertrand (1972) o geossistema corresponde a dados ecológicos relativamente estáveis. Sendo a resultante da combinação de fatores geomorfológicos, climáticos e hidrológicos, juntamente com a interferência antrópica. Resumindo, segundo Nobrega (1989), o geossistema é:

[...] um sistema espacial natural aberto e homogêneo se caracteriza por três aspectos:

- morfologia – que é a expressão física do arranjo dos elementos e da consequente estrutura espacial;
- dinâmica – que é o fluxo de energia e matéria que passa pelo sistema e que varia no espaço e no tempo;
- exploração biológica – da flora, fauna e do próprio homem. (NOBREGA, 1989. p. 4).

Ainda neste contexto, Tricart (1977) também propõe a necessidade de uma visão integrada da natureza, a partir de sua obra Ecodinâmica. Em sua teoria, Tricart teve como base o conceito de ecossistema, pois, “[...] a maior parte das diversas disciplinas que integram a geografia física tem por objetivo o estudo do meio ambiente, incluído na noção de ecossistema” (TRICART, 1977. p. 19), e no fluxo de matéria e energia dentro de um sistema.

Assim, Tricart (1977) cria então o conceito de unidades ecodinâmicas, integrado ao conceito de ecossistema e que se baseia na noção de sistema, enfocando as relações mútuas entre os diversos componentes da dinâmica e os fluxos de energia/matéria no ambiente, dando assim importantes contribuições no modo de se estudar o ambiente, que até então era marcado mais por uma visão estática.

Em seus estudos sobre a ecodinâmica, Tricart (1977) distingue os três grandes tipos de meios morfodinâmicos, em função da intensidade dos processos que no momento estão ocorrendo, são eles: *meios estáveis*, *meios intergrades* e os *meios fortemente instáveis*.

Os meios estáveis, segundo o autor, podem ser caracterizados devido a sua lenta e constante evolução, ou seja, “[...] o modelado evolui lentamente, muitas vezes de maneira insidiosa, dificilmente perceptível” (TRICART, 1977. p. 37), e onde se tem a predominância da pedogênese. Esses meios encontram-se em regiões que possuem certas condições, tais como cobertura vegetal suficientemente fechada e capaz de barrar o desencadeamento de processos morfogênicos, dissecação moderada dos cursos d’água e vertentes de lenta evolução e ausência de atividades vulcânicas. O autor afirma ainda a necessidade de ficar atentos às condições de estabilidade para designar esses meios:

A permanência, a partir do estabelecimento das condições de estabilidade, reveste-se de grande importância. É ela que determina o tempo a partir do qual a pedogênese pode se exercer, portanto, a idade dos solos, que por sua vez vai influenciar o grau de evolução dos solos e seus caracteres, tanto morfológicos quanto analíticos. Por isso o tempo é colocado em segundo nível taxonômico, permitindo subdividir os meios geomorfodinamicamente estáveis, distinguindo aqueles que são há longo tempo dos que se tornaram estáveis recentemente. (TRICART, 1977. p. 38).

Os meios intergrades constitui um meio intermediário, de transição, permitindo a mudança gradual entre os meios estáveis e os instáveis. “O que caracteriza esses meios é a interferência permanente de morfogênese e pedogênese, exercendo-se de maneira concorrente sobre o mesmo espaço.” (TRICART, 1977. p. 47) e o autor ainda acrescenta que:

Mas as modalidades de interferência permanente de morfogênese-pedogênese variam em função de dois critérios: um qualitativo e outro

quantitativo [...] Do ponto de vista qualitativo, é necessário distinguir entre os processos morfogenéticos que afetam unicamente a superfície do solo e não alteram a sucessão dos horizontes no perfil, e aqueles que agem em toda a espessura do solo ou em uma parte importante dessa espessura, perturbando, em consequência, a disposição desse horizonte. Os processos peculiares, como a ablação generalizada sob o efeito do escoamento instável ou de reptação, retiram a parte superior do perfil pedológico; por vezes, tais processos apenas se limitam a afetar a cobertura vegetal. Eis aí o domínio de aplicação do conceito pedogênese-morfogênese. [...] Do ponto de vista quantitativo, apoiamo-nos no balanço pedogênese/ morfogênese. Desde que a instabilidade é fraca, a pedogênese ganha vantagem com toda uma série de termos de transição para os meios estáveis. (TRICART, 1997. p. 47-48).

Os meios fortemente instáveis são aqueles em que o fator determinante é a morfogênese. Esse meio pode ser ocasionado por diversas origens, tais como, a geodinâmica interna, ação climática e antrópica. Em relação à interferência antrópica, Tricart (1977) acrescenta que:

À degradação antrópica se acrescentam as causas naturais, particularmente eficazes nas regiões acidentadas onde o clima opõe fatores limitantes severos à vegetação. Essas condições ecológicas difíceis tornam a degradação mais fácil, impedindo a reconstituição da vegetação quando lhe é dado um prazo. Podem mesmo acentuar retroações positivas, suscetíveis de provocar uma verdadeira euforia dos processos de degradação. [...] No caso de degradação antrópica, a brusca ativação morfodinâmica acaba por destruir rapidamente os solos preexistentes. Estamos em presença de um caso típico de resistasia, segundo H. Erhart. Pode-se aplicar sem muito erro a expressão lançada pelos americanos de “erosão dos solos” (TRICART, 1977. p. 55-56 – Grifos do autor).

A contribuição da teoria geossistêmica, no entendimento da paisagem, se dá ainda devido os níveis de tratamento que compreendem desde o estudo da morfologia, da dinâmica até a integração conjunta dos elementos que compõem o sistema, possibilitando uma visão integrada da área estudada. Nesse contexto, segundo Nobrega (1986):

Os níveis de tratamento compreendem o estudo da morfologia, da dinâmica e da integração conjunta e unitária do sistema:

- análise morfológica – especifica a estrutura e a composição, a natureza e as características dos elementos. Esta análise que corresponde à fisionomia do concreto fornece uma imagem da morfologia dos componentes e da sua distribuição espacial – análise morfométricas, topográficas e topológicas. Estudos feitos a partir de fotos aéreas, imagem de satélite, radar, cartas topográficas, etc.;
- análise dos fluxos de matéria e energia e dos processos atuantes – procura compreender a funcionalidade que se opera nos elementos do sistema, nas diversas escalas de grandeza. Analisa os processos de intemperismo nas vertentes, o transporte de sedimentos nos cursos d'água, o fluxo de água e balanços hídricos, a produção e transferência de biomassa, a erosão dos solos e a transformação do relevo, a geodinâmica interna e a ação antrópica. [...] - integração da morfologia e da dinâmica – essa integração possibilita a plena compreensão do geossistema. É a integração das forças atuantes e das formas resultantes que é a responsável pelos aspectos observados nas

paisagens. Essa interação pode ocorrer sob diversas escalas de grandeza- compatibilizar os materiais, processos e as características de determinado solo; os processos morfogenéticos com a morfologia das vertentes; o transporte de sedimentos e aspectos da morfologia dos canais; os balanços energéticos e hídricos com a morfologia topográfica e cobertura vegetal, etc... (NOBREGA, 1986. p. 4-6).

A análise da paisagem, a partir da interpretação dos fluxos de energia e matéria, permite determinar o evento que rompe o equilíbrio do sistema, fazendo com que ele busque uma nova forma de estabilidade, demonstrando ainda a necessidade de compreender o funcionamento dos sistemas ambientais a fim de se evitar ações que provoquem rupturas no equilíbrio e que, posteriormente, ocasionará impactos ambientais. Conforme afirma Christofolletti (1999):

Afetado por determinados eventos de alta magnitude, que rompem o estado de equilíbrio predominante, o sistema regional ou local age de modo a absorver o impacto e reajustar seu equilíbrio. Caso os eventos e impactos possam ser absorvidos, pois embora afetando os fluxos de energia e matéria não chegam a ultrapassar os limiares de resiliência, o sistema recompõe-se em sua estabilidade. Nessa perspectiva, os grupos humanos devem compreender as características e funcionamento dos sistemas do meio ambiente e evitar introduzir ações que provoquem rupturas no equilíbrio, ocasionando impactos ambientais que ultrapassem a estabilidade existente. (CHRISTOFOLETTI, 1999. p. 2).

Lembrando que as análises, tendo como base a teoria geossistêmica, permitem um melhor entendimento da paisagem, uma vez que levam em consideração também os aspectos humanos, a influência antrópica. Pois, segundo Sotchava (1977) *apud* Campos (2004), embora os geossistemas sejam fenômenos naturais, todos os fatores econômicos e sociais, influenciando sua estrutura e peculiaridades espaciais, são tomados em considerações durante o seu estudo e suas descrições verbais ou matemáticas.

Portanto, uma análise a partir dessa perspectiva, permite um entendimento da situação atual do sistema buscando evidenciar os eventos que ocasionaram a ruptura de seu equilíbrio, assim como forma preventiva, possibilitando o entendimento de determinado sistema e evitando ações que provoquem futuros impactos ambientais.

## **2.4. Qualidade ambiental urbana**

Um dos aspectos que se deve levar em consideração no planejamento é o estudo da qualidade ambiental urbana, uma vez que esta fornece informações que contribuem para a qualidade de vida da população humana.

#### **2.4.1. Breve histórico**

Para essa discussão, inicialmente considera-se fundamental uma breve exposição sobre a qualidade ambiental urbana. Este tipo de estudo tem se desenvolvido durante todo o século XX, sobretudo após as décadas de 1970 e 80, tendo expressividade os trabalhos de Lombardo (1985), Monteiro (1987), Troppmair (1989), Cavaleiro (1991; 1992), Borja (1997) e mais recentemente Nucci (2001), com diversos focos para a temática. Porém, conforme afirma Nucci (2001), ainda são poucos os trabalhos referentes ao tema e, conseqüentemente, tem-se um escasso rol de possibilidades metodológicas para a abordagem sobre o ambiente urbanizado. Conforme aponta Monteiro (1987) *apud* Nucci (2008, p. 2) "Executar um trabalho de espacialização da qualidade ambiental constitui um verdadeiro desafio, visto que não existe uma receita técnica calcada numa concepção teórico-metodológica pronta".

Desse modo, diferentes autores discutem a qualidade ambiental urbana com focos diversos. Segundo Borja (1997) uma proposta de metodologia de qualidade ambiental deve integrar os diversos níveis de conhecimento da realidade, contemplando três planos de investigação: o científico, o técnico e o cultural ou comunitário.

Conforme afirma Minaki e Amorin (2008) o conceito de qualidade ambiental, que apresenta maior visibilidade, principalmente após o surgimento da sociedade moderna, integra um conceito maior definido como qualidade de vida. Este, por sua vez, é um diagnóstico da existência ou não de condições saudáveis de habitação, em termos humanos, sociais, ecológico-ambientais, econômicos, dentre outros, obtidos em conjunto num determinado local.

A análise da qualidade ambiental, segundo estudos realizados por Braga *et al.* (2003), o sistema de índices de sustentabilidade municipal é composto por quatro índices temáticos: i) qualidade do sistema ambiental local; ii) qualidade de vida humana; iii) pressão antrópica; e iv) capacidade política e institucional. Combinados, os quatro índices buscam mensurar a sustentabilidade municipal. O índice de qualidade do sistema ambiental mensura o grau de saúde do sistema ambiental do município. O índice de qualidade de vida humana mensura a

capacidade do município em reduzir a desigualdade social, prover os habitantes de condições básicas de vida e prover seus habitantes de um ambiente construído saudável e seguro. O índice de pressão antrópica mensura o potencial de degradação e o grau de impacto antrópico no município. Enquanto o índice de capacidade político institucional mensura a robustez política e institucional para o enfrentamento de desafios presentes e futuros.

Em relação à cidade de Uberaba, área de estudo da presente pesquisa, esses índices, de forma geral, não se mostram satisfatórios. Uma vez que índice de pressão antrópica, que mensura o potencial de degradação e o grau de impacto antrópico, mostra-se elevado, pois desde a sua formação e expansão urbana, a cidade tem se instalado sem levar em consideração os aspectos físicos e ocupando área que deveriam ser preservadas. Associada a uma capacidade político institucional falha no que tange a preservação do meio ambiente.

Portanto, entendendo-se a importância de estudos de qualidade ambiental urbana, que reflete na qualidade de vida da população humana, uma vez que abrange diversos fatores, tais como socioeconômicos. Para a mensuração da qualidade ambiental urbana foram elencados índices a serem levados em considerações.

#### **2.4.2. Índices de qualidade ambiental urbana**

Sobre essa temática, Nucci (2001) propõe o estudo da qualidade ambiental a partir da consideração dos seguintes parâmetros, como uso do solo, poluição, enchentes, densidade populacional humana, verticalidade das edificações, desertos florísticos e déficit de espaços livres para lazer, espacializados e integrados em escalas que variam entre 1:2.000 e 1:10.000. Esse método tem como base geral os estudos relacionados com a Ecologia e com o Planejamento da Paisagem, que pode ser entendido como uma contribuição ecológica para o planejamento do espaço, com o intuito de regulamentar os usos do solo e dos recursos ambientais, preservando a capacidade dos ecossistemas e o potencial recreativo da paisagem, extraindo-se maior proveito que a vegetação possa fornecer para a melhoria da qualidade ambiental.

### 2.4.3. Enchentes

As enchentes constituem um dos parâmetros para o entendimento do estudo da qualidade ambiental urbana, assim, há a necessidade de discorrer sobre algumas considerações gerais referentes à temática, além do mais, esta consiste numa das principais reclamações da população da área de estudo. Uma vez que a cidade de Uberaba, sobretudo em sua área central, vem sofrendo há décadas com esse problema.

Segundo Tucci *et al.*(2001) os principais tipos de enchentes que ocorrem em áreas urbanas são: as ribeirinhas, as decorrentes da urbanização e aquelas associadas a problemas localizados.

As enchentes ribeirinhas são aquelas que ocorrem principalmente pelo processo natural em que o curso d'água ocupa seu leito maior de acordo com eventos chuvosos extremos, normalmente ocorrem em bacias de grande porte e devem-se principalmente à ocupação inadequada do espaço urbano. Essas condições ocorrem, em geral, em razão: no Plano Diretor Urbano da quase totalidade das cidades brasileiras não existir restrição alguma sobre o loteamento de áreas de risco de inundações; da invasão de áreas ribeirinhas pela população de baixa renda; da ocupação de áreas de médio risco, atingidas em frequência menor por enchentes, mas que, quando estas ocorrem, produzem sérios prejuízos.

Já as enchentes ampliadas pela urbanização, em geral, ocorrem em bacias de pequeno porte, de alguns quilômetros quadrados. Têm-se como exceções as grandes regiões metropolitanas, como São Paulo, onde o problema abrange cerca de 800 km<sup>2</sup>. Nas grandes bacias, existe o efeito da combinação da drenagem dos vários canais de macrodrenagem que são influenciados pela distribuição temporal e espacial das precipitações máximas. (TUCCI *et al.*, 2001).

O problema é decorrente da falta de planejamento e regulamentação em praticamente todas as cidades de médio e grande porte do País. As consequências disso é que depois que o espaço urbano fica densamente ocupado e impermeabilizado, as soluções disponíveis de controle de enchente são extremamente caras, tais como canalizações, diques com bombeamento, reversões, barragens, entre outros, (TUCCI *et al.*, 2001). Assim:

O controle das cheias urbanas devido à urbanização é realizado, na maioria das vezes, por meio da canalização dos trechos críticos. Esse tipo de solução segue a visão particular de um trecho da bacia, sem que as consequências sejam previstas para o restante da bacia ou considerando-se diferentes

cenários de ocupação urbana. A canalização dos pontos críticos acaba apenas transferindo a inundação de um lugar para outro na bacia. Quando a canalização está no seu estágio final, já não existem espaços laterais para ampliar a seção e as soluções convergem para o aprofundamento do canal, com custos extremamente altos (podendo chegar a US\$ 50 milhões/km, dependendo do subsolo, largura, revestimento, etc.). Esse processo é extremamente prejudicial aos interesses públicos e representa um prejuízo extremamente alto para toda a sociedade ao longo do tempo. Para um País com grandes deficiências de infraestrutura, é injustificável um custo tão alto causado por um planejamento técnico caótico. É importante ressaltar que a impermeabilização é resultado da ação individual dos ocupantes da bacia hidrográfica, sendo que o problema é sempre transferido politicamente para a esfera pública. (TUCCI et al, 2001. p. 73 – Grifo dos autores).

As enchentes, sobretudo as que ocorrem em áreas urbanas, constituem em um dos maiores problemas enfrentados pela população urbana brasileira, ocasionando grandes prejuízos e até perdas de vidas humanas. Conforme já mencionando anteriormente, a cheia de um rio, e seu transbordamento, consiste em um fenômeno natural, porém em áreas urbanizadas as interferências antrópicas a intensificam, sobretudo devido à ocupação intensa e desordenada e o inadequado sistema de drenagem urbana. Além do intenso processo de impermeabilização do solo, não permitindo a infiltração da água, portanto, destaca-se a importância de áreas verdes e permeáveis nas cidades.

#### **2.4.4. A importância de áreas verdes nas cidades**

A partir da metodologia proposta por Nucci (2008), com base no Planejamento da Paisagem, a vegetação ganha destaque, pois a partir dela muitos problemas seriam amenizados ou resolvidos, assim a mesma proveria subsídio importante na melhoria da qualidade ambiental. Segundo o autor:

Dentro da linha metodológica do Planejamento da Paisagem, quando se fala em planejar com a natureza, está se falando principalmente da vegetação. É a partir dela que muitos problemas serão amenizados ou resolvidos e, portanto, a cobertura vegetal, tanto em termo qualitativo como quantitativo e também sua distribuição espacial no ambiente urbano, deve ser cuidadosamente considerada na avaliação da qualidade ambiental. (NUCCI, 2008. p. 24).

Nucci (2008) apresenta ainda, como base em vários autores, os benefícios que as áreas verdes podem trazer ao ser humano nas cidades, tais como: estabilização de forma

significativa das superfícies por meio da fixação do solo com a ação das raízes das plantas, também criam obstáculos contra o vento; protegem a qualidade da água; filtram o ar; diminuem a poeira em suspensão; equilibram os índices de umidade no ar; reduzem o barulho; serve de abrigo para a fauna e demais biota; contribuem para a organização e composição de espaços no desenvolvimento das atividades humanas; e atenuam o impacto pluvial, auxiliando na captação de águas pluviais, uma vez que a impermeabilização crescente prejudica a infiltração.

Assim, por todas as funções que a vegetação é capaz de realizar no ambiente das cidades, seria interessante que se incentivassem todas as possibilidades de aumento da cobertura vegetal nas áreas urbanizadas, pois a diminuição dessa cobertura verde altera suas funções ecológicas e, conseqüentemente, diminui a qualidade ambiental. (NUCCI, 2008).

Apesar da importância das áreas verdes é necessário dizer que não há um consenso em relação ao seu conceito. Nucci (2008) faz uma distinção entre áreas verdes e espaços livres de construção. As áreas verdes são espaços livres vegetados acessíveis ao uso direto da população, não abrangendo os espaços privados como clubes, jardins, entre outros. Já os espaços livres de construção são áreas não edificadas de uma dada localidade, pública ou privada, independentes do seu uso, podendo ou não ter vegetação, além da presença de águas superficiais, geralmente são destinadas à recreação e/ou lazer. Cavaleiro e Del Picchia (1992) afirmam que o *termo espaço* livre deveria ser preferido ao uso de *área verde*, por ser mais abrangente, incluindo, inclusive, as águas superficiais. Nesse contexto, segundo os autores:

Richter (1981) opina que “o total dos espaços livres de uma cidade, de certa forma, é a somatória dos diversos elementos verdes e diferentes espaços livres isolados em assentamentos urbano-industriais e devem ser designados por Verde Urbano. Incluindo o sistema de espaços livres, tanto os públicos, como os particulares”. (CAVALEIRO; DEL PICCHIA, 1992. p.2– Grifo dos autores).

No que tange as áreas verdes urbanas, os parques surgem como áreas que “[...] devem satisfazer três objetivos principais: ecológico-ambiental, estético e de lazer.” (FILHO; NUCCI, 2006. p. 50). As áreas verdes devem servir a população humana de forma propiciar lazer e recreação contribuindo para a qualidade ambiental e de vida, conforme afirma Nucci (2008):

Sendo assim, na análise de uma área verde deve-se considerar não só a sua área, mas também o ordenamento da vegetação, as barreiras de vegetação que propiciam um isolamento da área em relação aos transtornos da rua, o

entorno, a acessibilidade, a porcentagem de área permeável, as espécies vegetais naturais e as exóticas, a densidade de vegetação, a altura da vegetação, a função social, os equipamentos de recreação, telefonia, estacionamento, bancos, sombras, tráfego, manutenção, valor estético, ecológico, serviços, iluminação, calçamento, isolamento visual, sanitários, avifauna, etc. (NUCCI, 2008, p. 35).

Desse modo, segundo Bargas e Matias (2011), entende-se que um conceito para áreas verdes urbanas deve considerar que elas sejam uma categoria de espaço livre urbano composto por vegetação arbórea e arbustiva (inclusive pelas árvores das vias públicas, desde que exerça as funções de uma área verde), com solo livre de edificações ou coberturas impermeabilizantes (em pelo menos 70% da área), de acesso público ou não, e que exerçam minimamente as funções ecológicas (aumento do conforto térmico, controle da poluição do ar e acústica, interceptação das águas das chuvas, e abrigo à biota), estéticas (valorização visual e ornamental do ambiente e diversificação da paisagem construída) e de lazer (recreação).

Portanto, não se tem um consenso em relação ao conceito de áreas verdes, cada autor traz um conceito diferente. Independente disso é notável a importância das áreas verdes nas cidades devido aos diversos benefícios que as mesmas propiciam. Um desses benefícios consiste no auxílio na captação de águas pluviais, que a impermeabilização crescente prejudica infiltração.

As discussões que foram apresentadas ao longo desse capítulo tiveram o intuito de contribuir para o entendimento, e como tal ajudou na análise, da área de estudo. Portanto, a bacia hidrográfica do Córrego das Lajes consiste em um geossistema, com base em Bertrand (1972), pois corresponde a dados ecológicos relativamente estáveis, resultante da combinação de fatores geomorfológicos, climáticos e hidrológicos, juntamente com a interferência antrópica, conforme será melhor discutido na seção sobre a caracterização da área de estudo.

A Bacia pode ser ainda classificada, com base em Christofolletti (1980), como um sistema não isolado, pois mantém relações com os demais, e como um sistema aberto, uma vez que ocorrem constantes trocas de energia e matéria, tanto recebendo como perdendo.

No período anterior a urbanização, a Bacia, provavelmente, era caracterizada, como um sistema em equilíbrio, a partir das análises Ecodinâmica de Tricart (1977) um meio estável, ou seja, com os fluxos de matéria e energia equilibrados. Os meios estáveis são caracterizados devido a sua lenta e constante evolução e onde se tem a predominância da pedogênese. À medida que insere o componente antrópico, ou seja, o homem, esse ambiente começa a sofrer alterações, ocasionando possíveis mudanças na intensidade dos fluxos e nos

aspectos do cenário e meio ambiente. Sendo necessária uma análise da interação dos componentes do meio ambiente com a natureza.

No momento atual, sobretudo nas áreas de nascentes e sub-bacias do Córrego das Lajes, como o Córrego Vertente 1, a área encontra-se classificada como um meio fortemente instável. As ações antrópicas modificaram a dinâmica natural do sistema, e uma dessas consequências consiste nos processos erosivos.

Por fim, com base no que foi exposto em todo o capítulo, ou seja, a urbanização e os impactos ambientais, a qualidade ambiental urbana, a bacia hidrográfica como unidade de gestão e planejamento, e também as contribuições da teoria geossistêmica, é possível afirmar que essas discussões constituíram em importantes bases para o entendimento da problemática da área de estudo. Contribuindo nas diversas etapas da pesquisa, dentre elas, na escolha da metodologia a ser empregada na pesquisa, metodologia essa que é apresentada no capítulo seguinte.

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS DA PESQUISA**

Em uma pesquisa é necessário demonstrar quais procedimentos foram utilizados com o intuito de alcançar os objetivos propostos. Nesse sentido, neste capítulo, são apresentados os diversos procedimentos e análises que subsidiaram a busca pelas respostas ao problema. Portanto, são apresentadas as diversas etapas que foram realizadas, que estão divididas da seguinte maneira: pesquisa teórica, documental e de campo. Além de discorrer sobre a utilização de técnicas de geoprocessamento para a compilação dos dados obtidos e analisados, demonstrando a metodologia utilizada para a confecção de cada tipo de documento cartográfico.

#### **3.1. As Etapas da Pesquisa**

##### **3.1.1. Pesquisa teórica**

Inicialmente, como metodologia deste trabalho, foi realizada uma revisão de literatura bibliográfica, incluindo livros, artigos, teses e dissertações, entre outros documentos, como objetivo de estudar sobre a análise da qualidade ambiental, impactos ambientais em áreas urbanas, assim como o que já está escrito referente às bacias hidrográficas, mais especificamente sobre a bacia hidrográfica do Córrego das Lajes na cidade de Uberaba (MG). Esta constituiu uma etapa que prosseguiu durante toda a pesquisa, buscando sempre aprofundar nos temas referentes aos estudos socioambientais, sistemas ambientais urbanos, bacia hidrográfica, teoria geossistêmica, entre outros aspectos relevantes à pesquisa.

A metodologia de análise foi pautada nos diferentes estudos: Beltrame (1995), que propõe estudos em bacias hidrográficas; Bertrand (1972), a partir de sua análise da paisagem; Tricart (1977), com a teoria dos meios ecodinâmicos; Guerra (2010, 2012), com os estudos ambientais, mais precisamente os realizados em áreas urbanas; Nucci (2001), Braga (2003) e Borja (1997), que propõem índices de avaliação da qualidade ambiental urbana, entre outros autores que pesquisam a temática.

Como resultado dessa etapa, um banco de dados foi montado para suporte teórico-metodológico da pesquisa visando à redação final da dissertação.

### **3.1.2. Pesquisa documental**

Nessa etapa da pesquisa foi realizado o levantamento de documentos que pudessem contribuir para o desenvolvimento do presente estudo, sobretudo que forneceram subsídios para o entendimento da ocupação e expansão urbana no entorno da área da bacia hidrográfica do Córrego das Lajes, buscando a compreensão do processo de urbanização em Uberaba (MG).

Desse modo, foram realizados levantamentos nos arquivos da Prefeitura Municipal de Uberaba, com intuito de conhecer como ocorre o planejamento urbano no Município, e se há uma preocupação com a qualidade ambiental, através da análise do Plano Diretor da Cidade, leis municipais, tais como a Lei do Perímetro Urbano, Lei do Parcelamento do Solo Urbano, Lei de Uso e Ocupação do Solo, Estudos de Impacto Ambiental e Relatórios de Impactos ao Meio Ambiente (EIA– RIMA) do Projeto Água Viva, como no Arquivo Público Municipal, com a finalidade de obterem-se dados históricos referentes à ocupação e desenvolvimento da Cidade. Ainda, no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) realizando levantamento de dados que ajudaram na caracterização socioambiental de Uberaba em seus diferentes contextos.

Todas essas informações compõem o banco de dados da pesquisa, suporte fundamental para a consecução da pesquisa.

### **3.1.3. Pesquisa de campo**

Nessa etapa, foram realizadas pesquisas de campo na área de estudo com o intuito de se fazer uma análise da sua atual situação, com base nos índices propostos por Nucci (2001), como uso do solo, poluição, enchentes, densidade populacional humana, verticalidade das edificações, desertos florísticos, e déficit de espaços livres para lazer. Devido ao curto tempo para a realização da pesquisa, optou-se, num primeiro momento, por utilizar os parâmetros relacionados aos diferentes usos do solo (que permitem analisar a presença de áreas verdes e

áreas edificadas) e que posteriormente foram avaliados os aspectos e parâmetros que se utilizou na pesquisa, a partir das análises do uso e ocupação do solo.

Essas etapas de campo contribuíram para a etapa posterior da pesquisa, juntamente com a análise de imagens de satélites e técnicas de geoprocessamento, que constituiu na compilação desses dados e a elaboração de diversos documentos cartográficos temáticos. O Software específico de geoprocessamento utilizado na elaboração desses documentos foi o ArcGIS® e outros correlatos. Documentos esses de fundamental importância para a compreensão da evolução paisagística da área da pesquisa e da cidade de Uberaba, no período temporal considerado.

### 3.2. Materiais

Para a organização dos documentos cartográficos, na escala de 1: 50.000, foram utilizadas os seguintes produtos e bases cartográficas:

- a) Para elaboração das cartas temáticas, Uso e ocupação do Solo, foi empregada uma sub-cena do Sensor Óptico *Landsat 8* - TM- Mosaics, datada de abril de 2015;
- b) Para a confecção das cartas de Declividade, Hipsometria, Orientação das Vertentes e Curvas de Nível, utilizou se imagens em SRTM, datadas de 2015. Essas imagens foram adquiridas no site do INPE, por meio do link: <http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata>;
- c) Os mapeamentos elaborados na pesquisa estão referenciados no Datum horizontal WGS-84 e na Projeção UTM (*Universal Transversal de Mercator*);
- d) Utilizou-se referencias das imagens Landsat do Google Earth®, por meio de compilação de linhas em .kml, para definição do limite e das redes hidrográficas da área pesquisada;
- e) Shapes de dados básicos; cedidos pelo site do IBGE;
- f) Computador ACER dotado do sistema operacional – Windows 10 e aplicativos;
- g) Câmera Fotográfica – FUJIFILM de 12.1 mega pixel;
- h) Os Softwares SPRING 5.1.7® e ArcGis 10.1® (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas), com licença educacional.

Para a execução dos mapeamentos foram utilizadas Imagens Landsat 8, nas Bandas 4, 5 e 6, correspondentes as faixas do espectro eletromagnético que melhor se tem resposta da refletância da vegetação e solo (Bandas 6 e 5), atendendo aos objetivos propostos na pesquisa,

com a compreensão de que a composição gerada é uma composição ‘falsa-cor’ da área de interesse.

O conjunto dessas ferramentas possibilitou a consecução e elaboração de documentos cartográficos e a estruturação de um Banco de Dados, suporte fundamental para o desenvolvimento da pesquisa.

### **3.3. Metodologia**

#### **3.3.1. Metodologia de construção da Carta de Qualidade Ambiental**

A Carta de Qualidade Ambiental é uma metodologia elaborada por Nucci (2001), e consiste num diagnóstico que avalia a capacidade que o ambiente tem para receber diferentes usos do solo de acordo com a qualidade ambiental que apresenta. Essa proposta metodológica baseia-se na ideia do planejamento da paisagem, em que a principal ferramenta é a espacialização dos atributos ambientais, para posterior análise sistêmica. Dentre as variáveis ambientais de análise estão a poluição, o uso do solo, verticalidade das edificações, densidade populacional, déficit de espaços livres públicos, deserto florístico e as enchentes. Como resultado, a partir do cruzamento dessas cartas, constrói-se uma carta-síntese, denominada Carta de Qualidade Ambiental.

Entretanto, vale ressaltar que o autor da metodologia teve como objeto de análise espacial um a área de Distrito do município de São Paulo (SP), uma realidade diferente da área de estudo da presente pesquisa, a bacia do Córrego das Lajes, localizada na área urbana de Uberaba (MG), o que fez com que fosse necessária uma adaptação da metodologia à escala local. Além de que, devido ao curto tempo para a realização da pesquisa, optou-se, num primeiro momento, por utilizar os parâmetros relacionados aos diferentes usos do solo (que permitem analisar presença de áreas verdes e áreas edificadas), e que posteriormente foram avaliados os aspectos e parâmetros que se utiliza na pesquisa, a partir das análises do uso e ocupação do solo.

Portanto, a primeira etapa de realização do trabalho, após a definição da área, foi revisão bibliográfica referente ao tema qualidade ambiental, e a pesquisa dos diversos trabalhos acadêmicos e técnicos na área, com o intuito de se conhecer melhor a área com base

nos parâmetros propostos por Nucci (2001). Em seguida, foi realizado um levantamento georreferenciado do uso do solo da área pesquisada, juntamente com pesquisas de campo, culminando na elaboração da Carta de Uso e Ocupação do Solo, que serviu de base para a elaboração dos diferentes documentos cartográficos que compõem a Carta de Qualidade Ambiental. Seguinte à pesquisa de campo, partiu-se para as análises e tabulação dos dados, em que se utilizaram procedimentos de fotointerpretação em imagens aéreas. Em seguida, os dados foram sistematizados em ambientes de SIG (Sistema de Informações Geográficas). Com os dados coletados em campo e as informações obtidas pelo processo de fotointerpretação e/ou geoprocessamento, procedeu-se à elaboração dos documentos básicos que compõem a Carta de Qualidade Ambiental. Foram elaboradas as cartas de Uso e Ocupação do Solo, de Cobertura Vegetal, de Áreas Verdes e Parques, e de Enchentes, referentes à área foco. Além de documentos cartográficos que não fazem parte dos parâmetros propostos pela metodologia, mas que contribuíram para a análise da área de estudo, tais como Carta de Hipsometria e Declividade, Orientação das Vertentes.

Por fim, após a elaboração destas cartas temáticas, foi realizada a sobreposição de *layers*, para que se chegasse à Carta de Qualidade Ambiental, meta principal dessa etapa.

### **3.3.2. Etapas do Geoprocessamento**

A metodologia para a compilação dos dados, a partir de técnicas de geoprocessamento, foi dividida em três etapas. Inicialmente, foi realizada a confecção da Carta Temática de Uso e Ocupação do Solo, com a utilização de Imagens do Landsat 8 desenvolvidas primeiramente, por meio do Software SPRING e posteriormente transportadas para o software ArcGis 10.1®. Posteriormente, numa segunda etapa, foi realizada a geração dos Documentos Cartográficos Temáticos com base nos parâmetros da metodologia proposta por Nucci (2001), a partir das adaptações para a área de pesquisa (Uso e Ocupação do Solo, Cobertura Vegetal, Áreas Verdes e Parques, e de Ocorrência de Enchentes), além de outros que não fazem parte da metodologia, mas que contribuem para o entendimento paisagístico da área (Declividade, Hipsométrico e Orientação das Vertentes).

Finalmente, para efetivar a pesquisa, foi realizada a integração (cruzamento) destas variáveis ambientais, propostas na metodologia, que culminaram na elaboração da Carta de Qualidade Ambiental.

### 3.3.3. Elaboração de cartas temáticas

Inicialmente, é necessário frisar que na confecção dos documentos cartográficos foi utilizado um computador do Laboratório de Geoprocessamento do Instituto de Geografia da Regional Catalão/UFG (LABGEO/IGEO/RC/UFG). Para a elaboração da Carta Base, referente ao Uso e Ocupação do Solo, utilizou-se da compilação da área urbana, redes hidrográficas e limites da área a ser estudada, por meio da atualização das informações contidas, a partir de interpretação visual das Imagens do *Google Earth*®, datadas de abril de 2015.

Os documentos temáticos (Declividade, Hipsométrico e de Orientação das Vertentes), foram gerados após processar a Imagem em SRTM, definindo sua projeção geométrica, por meio da ferramenta *Project and Transformation*. Posteriormente, utilizou-se a ferramenta TIN - “Triangular Irregular Network”.

A partir dessa metodologia foi possível produzir os seguintes documentos temáticos: Carta de Uso e Ocupação do Solo, Carta de Declividade, Carta Hipsométrica e de Orientação de Vertentes, documentos importantes para o entendimento da área de estudo, e que tem suas especificações de elaboração nas Seções seguintes.

### 3.3.4. Uso e Ocupação do Solo

Para o mapeamento do Uso e Ocupação do Solo, utilizou-se da metodologia de classificação não supervisionada em Sensoriamento Remoto, isto significa que a associação de pontos de uma imagem a uma classe ou grupo, podendo ser ainda um processo de reconhecimento de classes, com características semelhantes.

Para a confecção da Carta foram utilizadas duas etapas: A primeira etapa consistiu em determinar os pontos de ocupação da área, no software Spring®; em seguida, numa segunda etapa, foi transferida a imagem para o software ArcGis 10.1®, conforme o detalhamento a seguir.

A metodologia utilizada para o mapeamento do Uso e Ocupação do Solo foi a de classificação não supervisionada em Sensoriamento Remoto, ou seja, significa que a

associação de pontos de uma imagem a uma classe ou grupo, podendo ser ainda, um processo de reconhecimento de classes, com características em comuns. Após a imagem ser baixada no site do INPE, a mesma foi transferida para o software ArcGis 10.1® e fez-se a sua interpretação. No qual têm se três etapas:

A primeira etapa, chamada identificação (ou foto-identificação), representa uma simples leitura da imagem. Neste momento, o usuário realiza, quase que intuitivamente, uma correlação entre o objeto observado e outro conhecido. Na segunda etapa, da determinação ou a foto-determinação, o usuário desenvolve processos mentais (dedutivos ou indutivos), mesmo que a imagem revele somente uma visão parcial do objeto, a copa de uma árvore ou o telhado de uma casa. Finalmente, na interpretação (ou fotointerpretação), o usuário cria correlações entre os elementos determinados na imagem e elabora hipóteses interpretativas. Por exemplo, uma lâmina de água observada num terreno plano pode indicar a existência de solo impermeável. (BARIOU, 1978, p. 43 *apud* PANIZZA; FONSECA, 2011. p. 37).

Segundo Florenzano (2011) os critérios usados na identificação e determinação de um objeto, são: tonalidade/cor (quantidade de energia refletida por um objeto); textura (lisa, rugosa, homogênea e heterogênea); tamanho (critério variado conforme a escala da fotografia ou sua resolução espacial); forma (geometria do objeto); sombra (a partir da sombra, outros elementos como forma e o tamanho podem ser inferidos); altura padrão (refere-se à organização dos objetos); e localização da paisagem. A partir dos elementos de interpretação de imagens, podem ser elaboradas chaves base (modelos) de interpretação. Essas chaves consistem na descrição de um conjunto de elementos de interpretação que caracterizam um determinado objeto, facilitando o processo de análise e interpretação das imagens. (FLORENZANO, 2011)

Essa mesma metodologia foi utilizada também para a elaboração das Cartas de Cobertura de Vegetação e de Áreas Verdes e Parques para a área em análise.

### **3.3.5. Carta Hipsométrica**

Os Modelos Digitais de Elevação (MDE) são utilizados para se obter informações relevantes de uma superfície. Estas informações podem ser de caráter qualitativo (visualização da superfície através de projeção geométrica) ou quantitativo (englobando cálculos de áreas, volumes e curvas). (RICHTER *et al.*, 2003).

Na presente pesquisa, o MDE foi gerado como dados de entrada para as informações topográficas: a) Curvas de nível e pontos cotados da base cartográfica, como limite e linhas de córregos, provenientes do software Google Earth; b) Os limites da área foi transportado para o ArcGis, inicialmente com a extensão em .kml e transformado em .shp posteriormente, através da ferramenta Transformar *kml para layer*, o mesmo foi feito com as linhas do Córrego.

Com a imagem em SRTM foi possível gerar as curvas de nível e, por conseguinte, a execução da poligonização. O modelo de grade empregado foi à rede irregular de triângulos (TIN - *Triangular Irregular Network*) selecionada para o estudo proposto. Todos os processos para a geração do MDE foram executados pela extensão 3D Analyst do software ArcGis 10.1®.

Primeiramente, para a confecção da Carta hipsométrica (*elevation*), deve-se estabelecer as classes de altimetria que mais se adéquam à área a ser mapeada. Na janela “Layer Properties”, deixe selecionada a opção “Elevation”. No quadrante “Classification” é possível estabelecer as classes altimétricas, sendo que, em “Classes” define-se o número das classes e em “Classify” o intervalo entre elas. Para o caso em análise, o número de classes estabelecidas foi nove. A definição dos intervalos pode ser determinada de 100 em 100 metros.

A Carta Temática Hipsométrica indica as altitudes do relevo em metros, e para sua confecção, utilizou-se as ferramentas na Caixa de Ferramentas: *Arc Tool Box*, do software ArcGis 10.1®, e para sua execução utilizou-se também as ferramentas *slop e máscara* para o recorte da imagem SRTM.

### 3.3.6. Carta de Declividade

Segundo De Biasi (1992) a Carta de Declividade é uma ferramenta aplicada em trabalhos que envolvam planejamentos regionais ou fragilidade ambiental de uma determinada área, através da qual é possível delimitar a distribuição das porções de inclinação em um terreno, que consiste em uma das variáveis que compõem a fragilidade de uma vertente.

Segundo Lepsch (2010) a declividade, ou inclinação do terreno, influencia muito na concentração, dispersão e velocidade da enxurrada e, em consequência, no maior ou menor arrastamento superficial das partículas de solo. Nos terrenos planos, ou apenas levemente

inclinados, a água escoar em velocidade baixa e, além de possuir menos energia, tem mais tempo para se infiltrar; nos terrenos muito inclinados, a resistência ao escoamento das águas é menor e, por isso, elas atingem maiores velocidades. As regiões montanhosas são, portanto, as mais suscetíveis à erosão hídrica, considerando uma série de fatores ambientais conjugados.

A Carta Temática de Declividade foi gerada pelo módulo *Spatial Analyst* do software ArcGis 10.1®, a partir do modelo TIN. Para criar o TIN, utilizou-se uma imagem SRTM (19-S-48), baixada gratuitamente do site do INPE, posteriormente, extraíram-se as curvas de nível. Na barra de ferramentas, em *3D analyst*, prossegua até *Surface Analysis>Contour*. Na nova janela, em *Input surface* selecione a imagem e na opção *Contour Interval* escolhe-se o intervalo entre as curvas, neste caso, coloca-se o intervalo de 30 metros, devido ao tamanho da área de interesse. Em *output feature* seleciona-se o local para salvar as curvas e logo em seguida nomeadas.

Os dados da Tabela 1 mostram os valores de referência, para representação cartográfica, classes de capacidade de uso do solo, de acordo com o modelo de De Biasi (1970), e também pelo INCRA (2006), que são: 0 – 2% (plano), 2 – 5% (suave ondulado), 5 – 10% (moderadamente ondulado), 10 – 25% (ondulado), 15 – 45% (forte ondulado), maior que 45% (montanhoso), e maior que 70% (escarpado). Esses intervalos são, conforme o grau de limitação de uso do solo, em função da susceptibilidade a erosão.

**Tabela 1- Classes de Capacidade de Uso do Solo conforme o Manual de obtenção de terras e Perícias Judicial do INCRA – 2006**

| Classes de Declividade | Classes do Relevo      |
|------------------------|------------------------|
| 0 – 2 %                | Plano                  |
| 2 – 5%                 | Suave Ondulado         |
| 5 – 10%                | Moderadamente Ondulado |
| 10 – 15%               | Ondulado               |
| 15 – 45%               | Forte Ondulado         |
| 45 – 70%               | Montanhoso             |
| < 70%                  | Escarpado              |

**Fonte:** INCRA (2006, p.29).

Com base nos dados da Tabela 1, as classes de declividade e as classes do relevo correspondentes foram realizadas análises e deduções da área de estudo, com base na Carta confeccionada.

### 3.3.7. Carta de Orientação das Vertentes

A geração da Carta de Orientação das Vertentes foi realizada de modo semelhante à Carta temática de Declividade e do Relevo (hipsométrico), ou seja, essa Carta também foi gerada pelo módulo *Spacial Analyst* do software ArcGis 10.1®, a partir do modelo TIN.

Adotou-se as classes de orientação das vertentes, com base em um octógono, com faces correspondentes a intervalos de 45° em um círculo graduado, voltado para N (Norte), NE (Nordeste), E (Leste), SE (Sudeste), S (Sul), SW (Sudoeste), W (Oeste), e NW (Noroeste), no sentido horário. Utilizou-se uma escala de cores quentes para as áreas que recebem maior insolação e frias para as áreas que recebem menos insolação, para melhor entendimento e representação.

A Carta de Orientação das Vertentes foi considerada importante para a caracterização da área, visto que ajudou na identificação de áreas mais susceptíveis a possíveis impactos negativos, como escorregamentos ou processos erosivos.

Portanto, esses foram os materiais e as metodologias utilizadas na pesquisa, com o intuito de alcançar os objetivos propostos. Estas foram as bases metodológicas que forneceram subsídios para o reconhecimento e entendimento da área de estudo da presente pesquisa, a Bacia Hidrográfica do Córrego das Lajes, no município de Uberaba (MG).

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

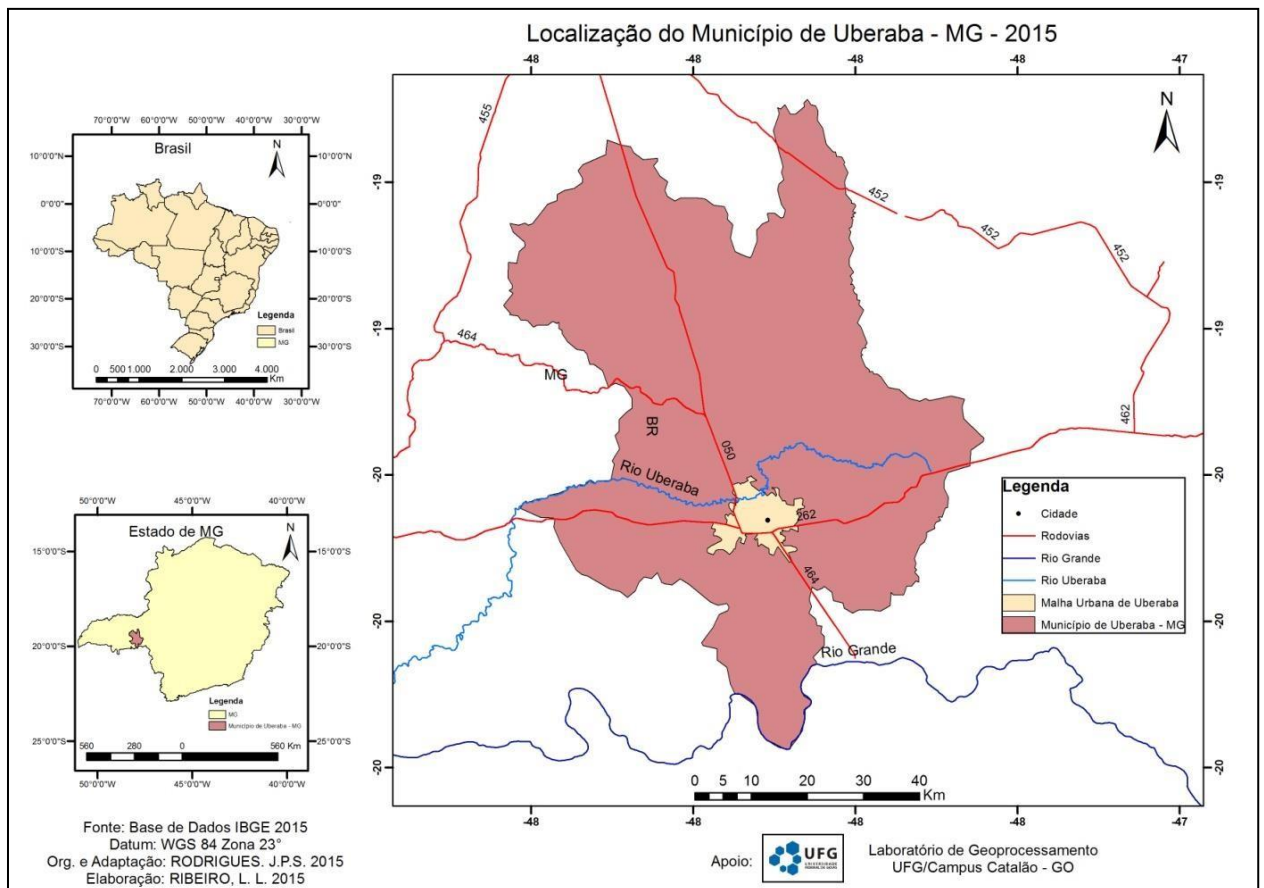
Esse capítulo da dissertação tem o intuito de fazer uma apresentação da área a ser estudada, desse modo, é apresentada sua localização, assim como suas características, levando-se em consideração tanto os aspectos físicos como os aspectos sociais. Portanto, discorre-se sobre a localização da área, inicialmente de forma sucinta, sobre a posição geográfica da cidade de Uberaba e, posteriormente, a localização da área da Bacia Hidrográfica do Córrego das Lajes, bem como suas características geoambientais, tais como: geologia, geomorfologia, clima, vegetação e solos.

##### **4.1. Aspectos da Área de estudo**

A área do presente estudo encontra-se no perímetro urbano da cidade de Uberaba. A cidade de Uberaba (conforme Figura 5) encontra-se no Estado de Minas Gerais, mais precisamente na região do Triângulo Mineiro, e está equidistante, num raio de 500 km, das principais cidades do País e a 481 Km da Capital do Estado, Belo Horizonte. Sua posição geográfica é 19°45'27'' Latitude Sul e 47°55'36'' Longitude Oeste de GWT. Tem como municípios limítrofes: Uberlândia e Indianópolis (ao Norte), Nova Ponte e Sacramento (a Leste), Conquista, Delta, Água Comprida (ao Sul) e Conceição das Alagoas e Veríssimo (a Oeste).

Segundo dados do IBGE a área superficial do Município é de 4.540,51 km<sup>2</sup>, correspondente acerca de 0,6% da área total do Estado de Minas Gerais, abrigando uma população humana total de 296.000 habitantes (IBGE, Censo de 2010). O perímetro urbano da Cidade possui área de 256 km<sup>2</sup>.

**Figura 5 - Localização do município de Uberaba (MG) - 2015**



Org. e adap.: RODRIGUES, J. P. S. Elaboração Cartográfica: RIBEIRO, L. L. (2015).

## 4.2 Aspectos da Geologia

Em relação aos aspectos da geologia do município de Uberaba, Abdala (2012), com base em estudo geológico realizado por vários autores, afirma que na região do Triângulo Mineiro há uma incidência de rochas sedimentares, e este fato se deve a área pertencer à feição geotectônica da Bacia Sedimentar do Paraná. Representa-se, portanto, pela sequência Mesozóica, constituída pelos Grupos São Bento e Bauru. O Grupo São Bento ocorre na Região às Formações Botucatu e Serra Geral, enquanto que as Formações Adamantina, Marília e Uberaba (com ocorrência apenas no Município) fazem parte do Grupo Bauru.

### 4.2.1 Grupo São Bento

Segundo Abdala (2012) o Grupo São Bento (Mesozoico) encontra-se representado pela Formação Botucatu e Formação Serra Geral na Região.

A Formação Botucatu é constituída de arenitos eólicos de granulação fina a média com grãos bem arredondados, superfície fosca, bem selecionados e com baixa percentagem de finos e composição essencialmente quartzosa. A presença de arenitos silicificados ocorre na borda das escarpas ou em contato direto com os basaltos da Formação Serra Geral (NISHIYAMA, 1991 *apud* PACHECO; NISHIYAMA, 2002).

A Formação Serra Geral possui extensa ocorrência na região do Triângulo Mineiro, porém encontram-se recoberta em grande extensão por litologias sedimentares mais recentes do Grupo Bauru e sedimentos Cenozoicos. Os afloramentos mais expressivos da Formação Serra Geral ocorrem nos vales dos grandes cursos d'água que drenam a região como os Rios Grande, Paranaíba e alguns de seus afluentes (NISHIYAMA, 1989 *apud* PACHECO; NISHIYAMA, 2002). A Nordeste da Região do Alto Paranaíba os derrames basálticos vão diminuindo em expressão até desaparecerem por completo na Região de Estrela do Sul, Coromandel e Monte Carmelo. O desenvolvimento de patamares interderrames nos vales dos Rios Araguari e Uberabinha evidenciam vários episódios de derrames basálticos ocorridos em diferentes eventos.

A Formação Serra Geral é constituída por um conjunto de derrames basálticos toleíticos, entre os quais se intercalam arenitos com as mesmas características dos pertencentes à Formação Botucatu. São formados por rochas de cor cinza escuro a negro, afaníticas e mineralogicamente compostas por clinopiroxênio, ripas de plagioclásio e magnetita como acessório principal. A zona central de cada derrame é maciça, fraturada por juntas predominantemente subverticais, enquanto na sua base e topo ocorrem níveis vesículo amigdaloidais (MARANESI, 2002).

#### **4.2.2. Grupo Bauru**

Os sedimentos pós-basálticos do Grupo Bauru (Cretáceo) são representados pelas Formações Adamantina, Uberaba e Marília (BARCELOS, 1984).

A Formação Adamantina possui espessura máxima de 190 m, em geral ocorre sobreposta à Formação Santo Anastácio, mas às vezes apresenta interdigitação com esta ou

assenta-se diretamente sobre os basaltos da Formação Serra Geral. A unidade é constituída por arenitos finos ou muito finos, às vezes alternados com pelitos. As estruturas sedimentares principais são estratificações cruzadas, laminações plano-paralelas mal definidas e camadas maciças. Soares *et al.* (1980) interpretaram a unidade como depositada em ambiente de planície aluvial. Os arenitos da Formação foram entendidos como depositados em sistema fluvial meandrante ou entrelaçado, já os pelitos como depósitos de planície de inundação (BASILICI *et al.*, 2012).

A Formação Marília possui espessura de até 160 m e recobre, de forma geral, a Formação Adamantina. A Unidade é constituída por arenitos grossos e conglomerados com escassa seleção e enriquecidos em feldspatos e camadas de pelitos, com ocorrência subordinada de calcário. Uma característica peculiar da Unidade é a abundância de nódulos carbonáticos concentrados em determinados níveis dos arenitos. Estruturas sedimentares não são observadas e raramente se encontram estratificações cruzadas. A Formação Marília teria sido depositada por correntes de alta energia não canalizadas em extensos lençóis de escoamento, com deposição rápida, impedindo a formação de estruturas. (BASILICI *et al.*, 2012).

Já a Formação Uberaba, definida por Hasui (1968), ocorre nas proximidades do município de Uberaba. Esta Unidade é espessa em até 85 m e localiza-se na base da sucessão sedimentar do Grupo Bauru. A Formação é constituída por arenitos finos a muito finos e pelitos, organizados em camadas tabulares ou lenticulares que não mostram estruturas sedimentares ou caracterizados por estratificações cruzadas acanaladas, tabulares ou por laminações plano-paralelas. A Formação corresponderia a depósitos de rios entrelaçados. Destaca-se que em todas as Formações, até aqui descritas, foi indicada a presença de nódulos carbonáticos e camadas de calcários que os autores atribuíram a calcretes produzidos por oscilações do nível do lençol freático ou por processos paleopedogenéticos. (BASILICI *et al.*, 2012)

A análise da geologia da região fez-se importante, pois a mesma reflete na geomorfologia e nos tipos de solos da região. Conforme afirma Nishiyama (1998), com base nas análises geomorfológicas da região, a evolução tectônica do oeste de Minas Gerais está correlacionada aos eventos sedimentares e magmáticos das bacias do Paraná e Sanfranciscana ocorridos, respectivamente, a oeste e a leste de uma faixa divisória designada “Soerguimento do Alto Paranaíba”. E a partir desse levantamento concluiu que os solos arenosos na área de estudo têm sua origem relacionada à Formação Uberaba e Marília enquanto o solo argiloso à Formação Serra Geral, conforme será melhor discutido na subseção sobre os solos.

### 4.3. Geomorfologia

A Geomorfologia analisa as formas de relevo focalizando suas características morfológicas, materiais componentes, processos atuantes e fatores controladores, bem como a dinâmica evolutiva. Desse modo, as feições topográficas e os processos morfogenéticos atuantes na área possuem papel relevante para as categorias de uso do solo, tanto em áreas rurais como urbanizadas (CHRISTOFOLETTI, 2012).

No sentido dos estudos geossistêmicos, a análise geomorfológica contribui para a compreensão dos fluxos interativos com os demais componentes dos sistemas ambientais, uma vez que o relevo surge como elemento que se integra ao clima, vegetação, águas e solos, e ainda ao componente antrópico. A potencialidade aplicativa do conhecimento geomorfológico insere-se, portanto, no diagnóstico das condições ambientais, contribuindo para orientar a alocação e o assentamento das atividades humanas. (CHRISTOFOLETTI, 2012). Levando essa discussão no âmbito da presente pesquisa, fica evidente que a questão do relevo deveria ter sido, e deve ser levado, em consideração no planejamento urbano de Uberaba, e as consequências dessa não consideração são refletivas em impactos ambientais, como é o caso das enchentes.

Segundo Baccaro (1991) o município de Uberaba encontra-se situado na unidade geomorfológica denominada de Área de Relevo Medianamente Dissecado, com topos de 750 a 900 m de altitude, com formas convexas e declividades entre 3 e 15°. De acordo Abdala (2005), com base no estudos de Baccaro (1991), o território brasileiro teve a ocorrência no Terciário e no Quaternário, de alterações climáticas, propiciando extensas pediplanações, laterização e dissecamentos do relevo, em que este passou a assumir formas residuais. Portanto, a estrutura geológica regional e os processos morfoclimáticos são responsáveis por toda a organização do relevo regional e sua compartimentação geomorfológica (ABDALA, 2005).

A morfologia dos terrenos, no município de Uberaba, é marcada pela incidência de áreas caracterizadas por elevada declividade e grandes desníveis locais, o que potencializa a ação do escoamento superficial, gerado a partir das intensas precipitações ocorrentes, favorecendo a formação de voçorocas em alguns pontos da Cidade (PMU, 2009). Analisando esses aspectos fica evidente que o aumento das áreas urbanizadas, com a construção de áreas

impermeabilizadas, reflete na capacidade de infiltração das águas no solo, favorecendo o escoamento superficial, a concentração das enxurradas e, conseqüentemente, a ocorrência de enchentes.

#### **4.4. Aspectos do Clima**

O clima no município de Uberaba é caracterizado devido a sua localização geográfica e a faixa latitudinal em que se encontra. Segundo Freitas (2014), que realizou pesquisa sobre o regime climático do Município, com base nas análises dos dados de temperatura e precipitação, constatou que o município de Uberaba (MG) é caracterizado pela presença de duas estações bem definidas: o verão quente e chuvoso e o inverno frio e seco; aspecto este que coincide com a classificação climática de Koppen, o Aw megatérmico (clima tropical de estação úmida e seca). O autor acrescenta ainda que, em âmbitos gerais, o regime térmico da região apresenta altas médias de temperatura durante o ano todo com poucas oscilações, estando à média mensal mais elevada em torno de 24,8°C, referente ao mês de Outubro, enquanto a menor média mensal, refere-se ao mês de Junho, com cerca de 19,7° C; constatando, assim, uma amplitude térmica de 5, 1° C entre o mês mais quente e o mês mais frio. Em relação às médias das temperaturas máximas e mínimas, Freitas (2014) afirma que:

No que tange as médias das temperaturas máximas e mínimas, evidencia-se a existência de temperaturas de até 34,6°C e 11,6°C, respectivamente, com oscilações maiores e que não são constatadas por meio das médias gerais do mês, demonstrando assim, uma alta amplitude térmica nestes parâmetros. Sobre o regime pluviométrico, é importante salientar que o município de Uberaba - MG recebe grande quantidade de chuva anual, com média de 1600 mm e índices superiores a 2000 mm. (FREITAS, 2014, p. 51)

Os meses de maiores temperaturas e maiores quantidades de chuva encontram-se compreendidos no período das estações de Primavera-Verão (22 de Setembro a 22 de Março). Esta associação entre temperatura e precipitação nesta época do ano pode ser explicada pela ação da MEC - Massa Equatorial Continental, que se origina na região Norte do Brasil e carrega umidade para grande parte do País, inclusive, para a Mesorregião do Triângulo Mineiro, onde se situa o município de Uberaba. (FREITAS, 2014).

O período onde se concentram as menores médias de temperatura e pluviosidade encontra-se nas estações de Outono-Inverno (22 de Março a 20 de Setembro) o que pode ser evidenciado devido o recuo da MEC e do avanço da Massa Polar Atlântica (MPA) que ocasiona a presença de temperaturas mais amenas e escassez de umidade, uma vez que esta massa de ar tem como característica ser fria e seca. (FREITAS, 2014).

A importância de se apresentar as características climáticas diz respeito aos reflexos que a mesma pode influenciar em outros aspectos em determinada região. Desse modo, podem-se fazer correlações com os tipos de solos e vegetação existentes. Uma vez que elementos do clima, tais como radiação solar, precipitação pluvial e pressão atmosférica, atuam na pedogênese.

O município de Uberaba (MG), em relação ao seu regime pluviométrico, recebe grande quantidade de chuva anual, com média de 1600 mm e índices superiores a 2000 mm, de acordo com Freitas (2014). Essa grande quantidade de água atua no desenvolvimento dos solos, a velocidade dos processos pedogenéticos é mais acelerada, predomina se o intemperismo químico, (associada ao relevo da região). Portanto, tem se a predominância de solos mais profundos, desenvolvidos, no caso, os latossolos.

#### **4.5. Aspectos da Vegetação**

A região do Triângulo Mineiro, onde se encontra o município de Uberaba, está inclusa nos aspectos fitofisionômicos do Bioma Cerrado. Está localizado essencialmente no Planalto Central do Brasil e é o segundo maior Bioma do País em área, perdendo apenas para a Floresta Amazônica. Abrangem integralmente os Estados de Goiás e o Distrito Federal, parte dos Estados da Bahia, Ceará, Maranhão, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Piauí, Rondônia, São Paulo e Tocantins; e também ocorre em áreas disjuntas ao Norte nos Estados do Amapá, Amazonas, Pará e Roraima, e ao Sul, em pequenas áreas no Paraná. (RIBEIRO; WALTER, 2008).

Segundo Ribeiro e Walter (2008) a vegetação do Cerrado não é homogênea, possuindo suas variações, apresenta fisionomias que englobam Formações Florestais, Savânicas, que Ferreira (2003) passa a denominar de Formações Típicas por considerar que ocorrem apenas

no Brasil, e Camprestes. Os autores acrescentam ainda os principais tipos fitofisionômicos do Cerrado, que foram diferenciados com base nos seguintes critérios: primeiramente, na fisionomia (forma), definida pela estrutura, pelas formas de crescimento dominantes e por possíveis mudanças estacionais; posteriormente, consideraram-se os aspectos do ambiente (fatores edáficos) e da composição florística.

Com bases nos critérios citados acima, Ribeiro e Walter (2008) apresentam onze tipos principais de vegetação para o Bioma, enquadrados em Formações Florestais (Mata Ciliar, Mata Galeria, Mata Seca e Cerradão); Formações Savânicas (Cerrado sentido restrito, Parque de Cerrado, Palmeiral e Vereda); Formações Campestres (Campo Sujo, Campo Limpo e Campo Rupestre). Considerando também os subtipos, neste sistema são reconhecidas 25 fitofisionomias (RIBEIRO; Walter, 2008). Estas fitofisionomias são apresentadas na Figura 6.

**Figura 6 - Fitofisionomia do Cerrado**



Fonte: Ribeiro e Walter (2008)

Uma vez que a Bacia Hidrográfica do Córrego das Lajes encontra-se totalmente ocupada devido à urbanização, os resquícios de vegetação primária podem ser observados apenas nas áreas dos parques que existem na Cidade. Sendo eles: o Parque jacarandá, Mata do Ipê e Mata do Carrinho.

O tipo de vegetação encontrada na “Mata do Ipê”, que segundo Pegorari (2007), ocupa uma área de 3,53 há, sendo que cerca de 85 % é ocupada por mata seca, com base na classificação de Ribeiro e Walter (2008). O parque Jacarandá possui uma área de 3,33 ha, em sua maior parte ocupada também pela fitofisionomia classificada como mata seca, representada por com árvores atingindo até 30 m de altura (PEGORARI, 2007). A Mata do Carrinho, segundo dados da Prefeitura de Uberaba, a vegetação do Parque pode ser

classificada como mata seca, sendo representada por arbustos, lianas (cipós), epífitas e árvores de grande porte.

#### 4.6. Aspectos dos Solos

A gênese do solo, ou seja, a sua origem se dá a partir dos seus fatores de formação, que são eles: material de origem, clima, organismos vivos, relevo e tempo. Fatores estes que são responsáveis pela diversidade de solos de determinado local, como bem demonstrou Jenny (1941) a partir dos pressupostos de Dokuchaiev (1883), quando estabeleceu a fórmula clássica para a pedogênese:  $S = r (mo, r, cl, O, t)$ , em que S = solo, r= relação, mo= material de origem, r= relevo, cl= clima, o= organismo vivos e t= tempo, num processo interativo e integrado.

Em relação aos solos do município de Uberaba, Pegorari (2007), com base em estudos da EMBRAPA (1982), os solos predominantes na região do Triângulo Mineiro são os Latossolos Vermelhos Escuros (66,79 % da área total), e os Latossolos Roxos (17,71%). De acordo com Cruz (2003), os solos da bacia do Rio Uberaba, na qual está inserida a bacia do Córrego das Lajes, são de características variadas. A maioria apresenta texturas médias, variando de arenoso a argiloso e são classificados, de forma geral, como latossolo de diferentes graus de fertilidade. Há predominância do Latossolo Vermelho Escuro e Distrófico e Latossolo Roxo Distrófico, o que reflete no adensamento maior ou menor da vegetação natural, como mostra o Quadro 2.

**Quadro 2 - Tipos de solos predominantes na região de Uberaba (MG)**

| <b>Tipo de solo</b>                       | <b>Área de ocorrência</b>        | <b>Vegetação predominante</b> |
|-------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| LATOSSOLO VERMELHO AMARELO                | Chapadões                        | Campo e Campo Limpo           |
| ARGISSOLO                                 | Encostas                         | Transição Campo Cerrado       |
| LATOSSOLO VERMELHO ESCURO                 | Áreas mais baixas                | Cerrado                       |
| LATOSSOLOS VERMELHOS DISTROFÉRICOS (LVDF) | Próximo às margens do Rio Grande | Cerrado                       |

Fonte: BARCELOS (1984) modificado por RODRIGUES, J. P.S (2015)

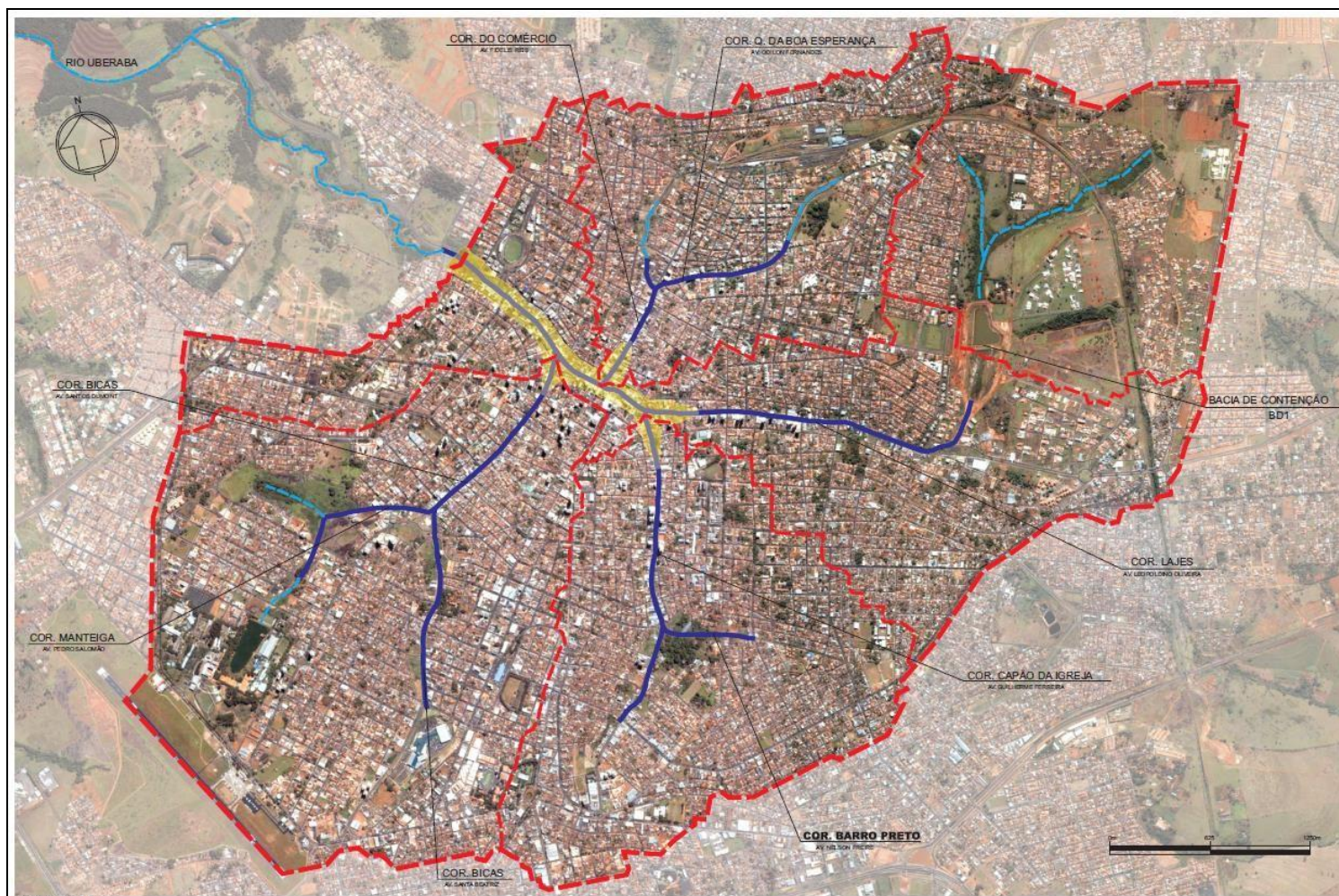
Com base no quadro apresentado, é possível fazer uma correlação entre o tipo solo com seu material de origem, relevo e clima, e ainda com o tipo de vegetação existente. Em relação às texturas dos solos da região, pode-se afirmar que os solos arenosos estão relacionados às Formações Uberaba e Marília, enquanto os solos argilosos à Formação Serra Geral. Os Latossolos Vermelho Amarelo, por exemplo, (com base no manual técnico de pedologia, IBGE, 2007) são solos associados aos relevos planos, suave ondulado. Ocorrem em ambientes bem drenados, sendo muito profundos e uniformes em profundidade. Características estas que estão associadas aos fatores climáticos da região. Consequentemente favorece a formação de vegetação natural de porte médio a grande. Apesar de apresentarem limitações quanto a sua fertilidade, são utilizados para a agropecuária, sendo realizadas adubações em certos casos. O tipo de relevo, plano ou suavemente ondulado, permite a mecanização agrícola. Já os Latossolos Vermelhos, também são homogêneos quanto às suas características ao longo do perfil, são bem drenados e de coloração Vermelho-Escura. Possui presença significativa de óxidos de ferro. Têm baixa e alta fertilidade natural (são distróficos ou eutróficos) e muitas vezes apresentam relativa riqueza em micronutrientes. Originam-se de rochas básicas derivados de basaltos da Formação Serra Geral. Possui elevado potencial agrícola, podendo-se destacar a produção de cana-de-açúcar.

A partir desses breves exemplos pode fazer uma correlação do tipo de solo, e suas características, com o seu material de origem, relevo, clima. Pode-se ainda fazer correlações com a ocupação dessas áreas de chapadões para a agropecuária e o aumento da migração de pessoas do campo para cidade, conforme já mencionado anteriormente, e as consequências da urbanização e a qualidade ambiental urbana.

#### **4.7. A Bacia do Córrego das Lajes**

A Bacia Hidrográfica do Córrego das Lajes está localizada na área urbana de Uberaba. Possui 26,38 km<sup>2</sup>, sendo afluente da margem esquerda do Rio Uberaba e está densamente ocupada pela população e seus processos de urbanização, já ultrapassado pela mancha urbana do Município os limites dessa bacia, como mostra a Figura 7.

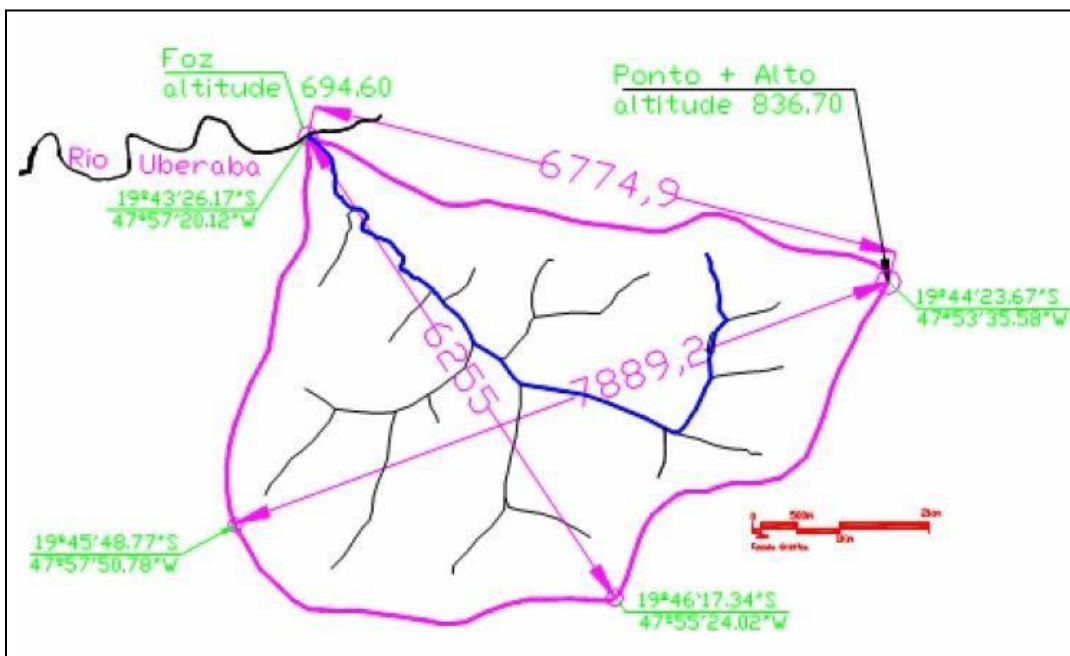
**Figura 7 – Carta imagem de Uberaba (MG), com destaque para a área do Projeto Água Viva (2009)**



Fonte: Prefeitura Municipal de Uberaba (2009)

Em relação às características da Bacia do Córrego das Lajes, Moraes (2001) *apud* Souza (2008) afirma que seu ponto mais alto encontra-se na altitude de 836,70m, situado no atual Loteamento Elza Amuir ( $19^{\circ}44'23,67''\text{S}$ ;  $47^{\circ}53'35,58''\text{W}$ ). O ponto mais baixo na bacia, o qual naturalmente corresponde à sua jusante com o Rio Uberaba, situa-se na altitude de 694,60 m. Pode-se notar que esses pontos estão distantes 6.774,90 metros entre si, apresentando um desnível de 142,10m. A jusante do Córrego das Lajes está na Latitude  $19^{\circ}43'26,17''\text{S}$  e na Longitude  $47^{\circ}57'20,12''\text{W}$ , localizada a 300 m abaixo da travessia da Avenida Leopoldino de Oliveira sobre o Rio Uberaba. A declividade máxima na área da bacia é de 26,5 %, tendo como largura máxima de 7.889,2m e comprimento de 6.255m. (Figura 8).

**Figura 8 - Características morfológicas da área da Bacia do Córrego das Lajes, Uberaba (MG)**

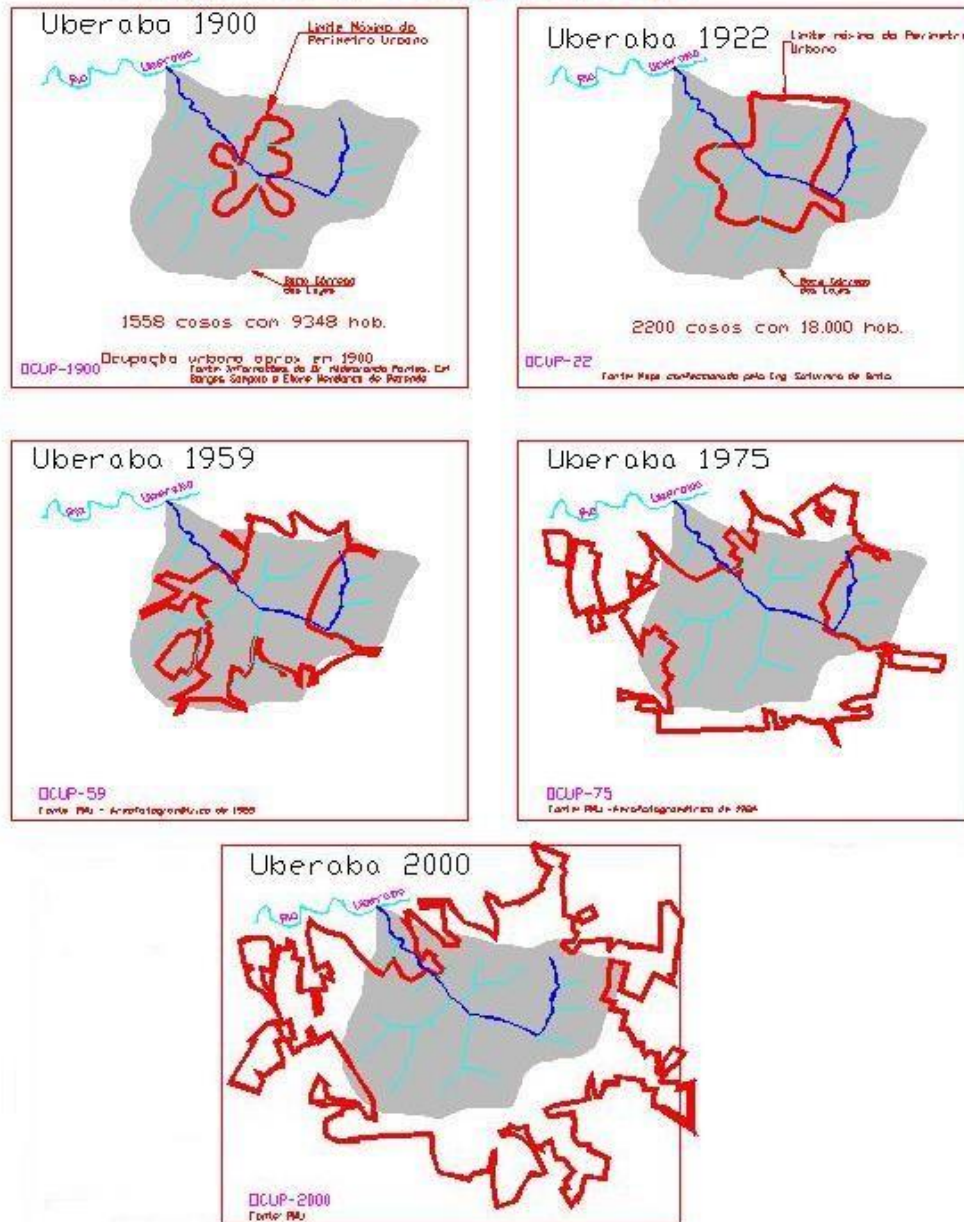


Fonte: Souza (2008), modificado de Moraes (2001).

Com aumento das áreas impermeabilizadas, devido ao crescente processo de urbanização, principalmente a partir da década de 1960-1970, conforme a Figura 9, as enchentes nas avenidas principais e da área central da Cidade se tornaram mais frequentes. Essa situação agrava-se pelo fato das canalizações terem sido executadas em galerias fechadas, o que não permite a flexibilidade de escoamento nas sobrecargas de vazões. (PMU, 2009).

**Figura 9 - Evolução da expansão urbana na bacia do Córrego das Lajes – 1900a 2000**

### Ocupação urbana em 100 anos na bacia hidrográfica do Córrego das Lajes



Fonte: PMU (2009)

Tendo em vista que a cidade de Uberaba encontra-se inserida quase que totalmente na área da Bacia Hidrográfica do Córrego das Lajes, (área de 23km<sup>2</sup>), o manancial tem importância nos estudos relacionados às enchentes na malha urbana. A bacia hidrográfica tem um formato aproximadamente circular com encostas íngremes, o que torna extremamente rápida a drenagem das chuvas para o Córrego principal, fazendo com que os picos das vazões das sub-bacias sejam praticamente simultâneos, sobrecarregando a drenagem principal (PMU,

2009). Como agravante, a área urbanizada de Uberaba encontra-se inteiramente inserida na Bacia do Córrego das Lajes.

Analizando todos esses aspectos, a geologia, geomorfologia, clima, solos e vegetação, é possível fazer uma análise conjuntural com base na teoria geossistêmica. Desse modo, o conjunto de todos esses aspectos repercute na paisagem da área de estudo, ou seja, a mesma é entendida como a resultante dos diversos elementos que a compõe e são regulados pelos fluxos de matéria e energia. Portanto, os aspectos da paisagem da Bacia do Córrego das Lajes, e o conseqüentemente os impactos ambientais, são provenientes dessas interações dos aspectos físicos, associado às transformações antrópicas.

Os aspectos geológicos da região refletiram na geomorfologia e nos tipos de solos, conforme já mencionado anteriormente. Logo, conclui-se que em relação à geomorfologia, as oscilações climáticas no Terciário e Quaternário propiciaram um relevo dissecado e áreas de extensas pediplanações. Os solos arenosos têm sua origem relacionada à Formação Uberaba e Marília enquanto o solo argiloso à Formação Serra Geral. O relevo aplainado das áreas dos chapadões, associados a outros fatores, tais como os altos índices pluviométricos, propiciou a formação de solos profundos, com características mais homogêneas ao longo de seu perfil, os latossolos, de diferentes graus de fertilidade.

Esse tipo de solos, associada ao relevo aplainado, que permite a mecanização agrícola, e com os diversos programas do governo federal incentivando a ocupação do Cerrado nas décadas de 1970 e 1980, teve o aumento da ocupação dessas áreas pela agropecuária. Com isso, houve um aumento da migração rural urbana. Que refletiu no crescimento das taxas de urbanização.

O aumento da taxa de urbanização fez com que as cidades crescem sem a devida preocupação com o planejamento. No caso de Uberaba, não foi diferente, pois teve a sua formação no fundo de vale e foi crescendo no sentido das encostas. Com o aumento das áreas urbanizadas, conseqüentemente, da construção de áreas impermeabilizadas, e diminuição de áreas permeáveis, refletiu na capacidade de infiltração das águas no solo, associada ao relevo com altas declividades e desníveis, favorecendo o escoamento superficial, a concentração das enxurradas, combinada com os altos índices de chuvas. Conseqüentemente, a junção, interação, de todos esses aspectos, culminou na ocorrência do impacto ambiental que são as enchentes.

## 5. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL URBANA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DAS LAJES EM UBERABA (MG)

Nesse capítulo são apresentados os resultados e discussões da presente pesquisa, discorrendo sobre as análises realizadas com base na pesquisa bibliográfica, documental e de campo, além dos resultados dos materiais cartográficos elaborados. Inicialmente, de forma sucinta, é apresentada a ocupação no interior da área da bacia, realizando uma retomada histórica, com intuito de demonstrar o que ocorreu para chegar até o estágio em que se encontra hoje. São apresentadas também as variáveis ambientais que foram utilizadas, discorrendo sobre cada uma delas. Por fim, a apresentação e análise das Cartas de Qualidade Ambiental Urbana para a área de estudo.

### 5.1. A expansão urbana na área da Bacia Hidrográfica do Córrego das Lajes

Conforme afirma Carvalho (2004) no processo histórico de crescimento urbano, o Córrego das Lajes vem tendo suas águas, e de seus afluentes, utilizadas em diversos momentos e de diferentes formas. As primeiras moradias da Cidade foram sendo construídas nas proximidades do Córrego, o que facilitava o abastecimento hídrico.

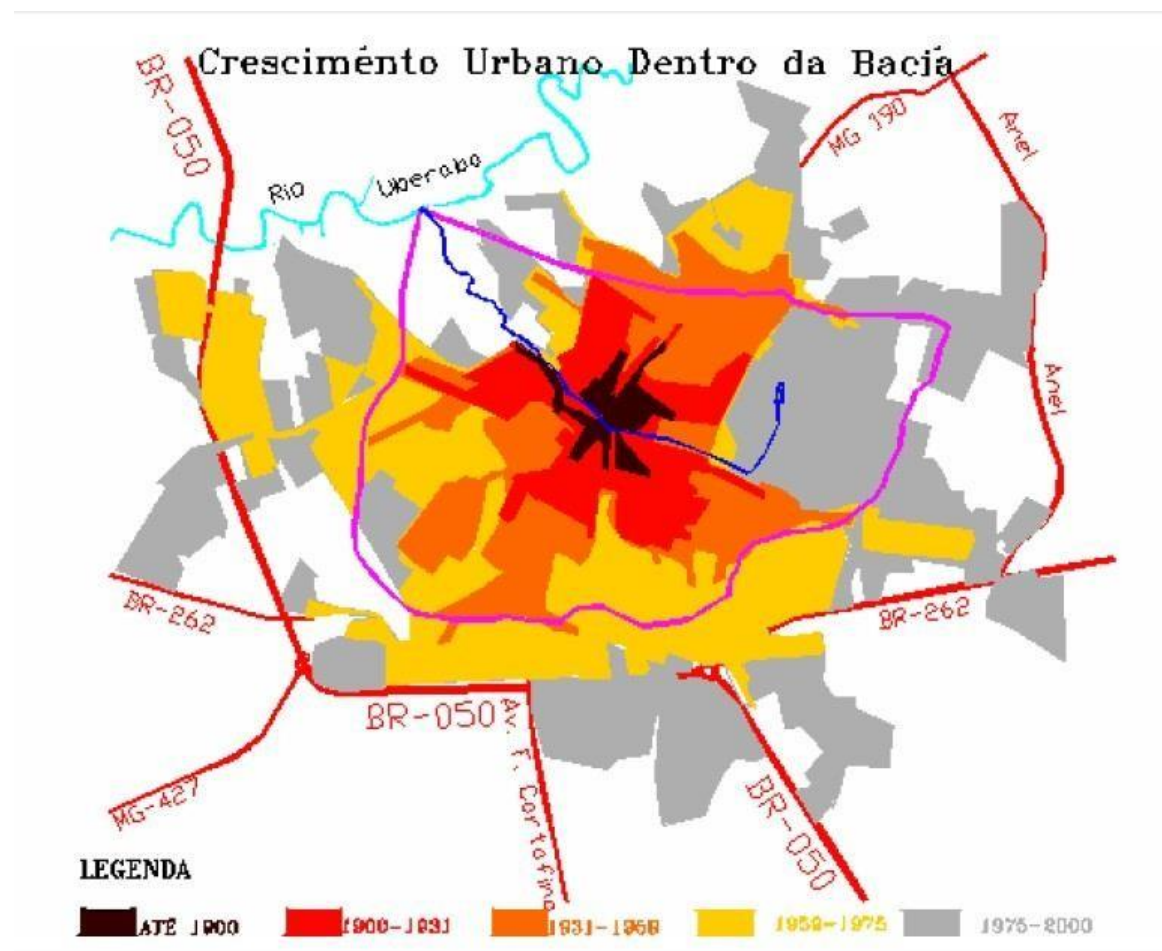
A evolução da ocupação do Município, dentro e fora da área da Bacia do Córrego das Lajes, pode ser resumida na Tabela 2 e a espacialização na Figura 10.

**Tabela 2 - Expansão Urbana de Uberaba (MG)-1822 a 2000**

| <b>Período</b> | <b>Na Bacia Córrego das Lajes</b>                                                                               | <b>Fora da bacia córrego das Lajes</b>                                    |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 1822 a 1922    | Partes altas e planas do seu interior                                                                           | -                                                                         |
| 1922 a 1959    | Partes altas e planas disponíveis da região mediana                                                             | Primeiras casas no Alto da Boa Vista                                      |
| 1959 a 1970    | Partes lindeiras aos talvegues <sup>1</sup> e altos ainda disponíveis                                           | Residências urbanas e loteamentos                                         |
| 1970 a 1995    | Concentração e valorização dos imóveis localizadas aos talvegues com a presença das avenidas baixas canalizadas | Extrapolação da cidade e de sua infra-estrutura aos bairros fora da bacia |
| 1995 a 2000    | Ocupação de mais 70% da bacia restando, apenas, a área baixa próximo ao rio Uberaba.                            | Vários loteamentos novos, exclusivamente, fora da bacia                   |

Fonte: Prefeitura Municipal de Uberaba (Recobrimentos Aerofotogramétricos, anos 1959, 1975 e 1984).

Figura 10 - Crescimento urbano dentro da Bacia do Córrego das Lajes em Uberaba (MG) até o ano 2000



Fonte: Souza (2004)

Conforme pode ser observado nos dados da Tabela 2 e na Figura 10, a expansão urbana na cidade de Uberaba iniciou-se no entorno do Córrego das Lajes e foi avançando ao longo da área da bacia hidrográfica. Desse modo, “[...] à medida que a malha urbana avançava, o problema estendia-se do centro à periferia. A cidade cresceu, foram ocupadas as vertentes e os divisores d’água sem que providências quanto à poluição tivessem sido tomadas, a degradação ambiental agravou-se nos anos 70 do século XX.” (CARVALHO, 2004. p. 232). E autor acrescenta ainda que:

Devido ao padrão de crescimento, a impermeabilização do solo foi muito intensa e isso contribuiu para o fenômeno socioambiental das enchentes, que se agravaram a partir dos anos 80 e 90 do século XX afetando principalmente as avenidas centrais da cidade. Nas colinas onde ocorria a expansão urbana, as nascentes foram canalizadas e as ruas asfaltadas. O esgoto foi jogado diretamente nos cursos d’água e o lixo das ruas acumula-se nas partes mais baixas, entupindo bueiros.

[...] O processo de crescimento e expansão urbana de Uberaba ocasionou a ocupação de importantes mananciais cuja degradação pode comprometer gravemente a qualidade de vida de muitos uberabenses. A localização privilegiada de Uberaba, quanto aos recursos hídricos, não foi suficiente para garantir a preservação da qualidade ambiental dos mananciais. (CARVALHO, 2004. p. 231).

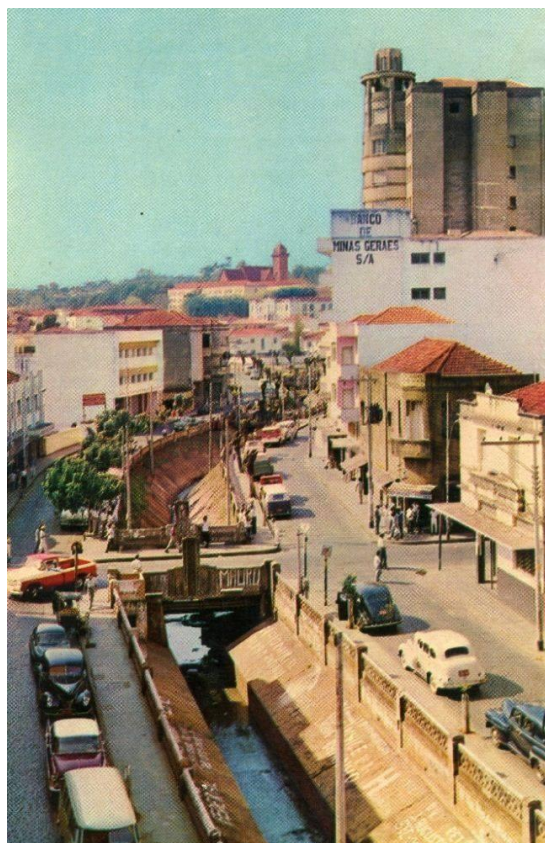
As obras de canalização do Córrego das Lajes começaram na década de 1960, com intuito de modificar a situação do curso de água na área central da Cidade, pois este corria a céu aberto (CARVALHO, 2004), conforme pode ser observado nas Fotos 1 e 2 .

**Foto 1 - Avenida Leopoldino de Oliveira, em Uberaba (MG), na década de 1950**



Fonte: Arquivo Público de Uberaba, autor desconhecido

**Foto 2 - Avenida Leopoldino de Oliveira, Uberaba (MG), na década de 1950**



Fonte: Arquivo Público de Uberaba, autor desconhecido

Com a urbanização, o Córrego das Lajes e seus afluentes foram canalizados (Foto 3) em galerias de concretos retificadas e sobre as quais foi construído o sistema viário de Uberaba.

**Foto 3 - Obras de canalização do Córrego das Lajes, em Uberaba (MG), na década de 1960**



Fonte: Arquivo Público de Uberaba, site: Uberaba em fotos (autoria desconhecida)

O que a partir de então intensificou ainda mais a degradação do Córrego, visto que em relação às obras de engenharia que visam a canalização dos corpos hídricos urbanos, Viera e Cunha (2012, p. 135) analisam que “[...] é uma obra de engenharia realizada no sistema fluvial que envolve a direta modificação da calha do rio e desencadeia consideráveis impactos no canal e na planície de inundação”

Ainda conforme Viera e Cunha (2012), vale ressaltar que as obras que tem o intuito de canalização de canais urbanos ocorrem através das coberturas por placas de concreto. No que diz respeito aos canais de primeira e segunda ordem pode-se afirmar que os mesmos, na maioria dos casos, são ignorados, sendo comum deparar-se com edificações construídas sobre os mesmos, fazendo com que os cursos d’água sejam aterrados, desviados ou canalizados, sem qualquer tipo de preocupação com os possíveis impactos provenientes de uma obra dessa

magnitude. Desta forma, os tributários de primeira e segunda ordem somem debaixo de ruas e construções, sem levar em consideração o papel importante destes canais no complexo sistema hidrológico da bacia.

Após a canalização do Córrego das Lages, Uberaba vem sofrendo com os inúmeros casos de enchentes no centro da Cidade. Associado às características físicas da Bacia, têm-se, como consequência da urbanização da Cidade, a canalização do Córrego das Lajes e seus afluentes em galerias de concreto com declividades (da ordem de 10%). Com o aumento das áreas impermeabilizadas, ocasionado pelo crescente processo de urbanização, as enchentes na região central da Cidade tornaram-se mais frequentes, como mostra a Foto 4.

**Foto 4 -Enchente na área central de Uberaba (MG)**



Fonte: Jornal de Uberaba (2009)

Com o objetivo de minimizar a ocorrências de enchentes nas áreas centrais na cidade de Uberaba, foi iniciado em 2009, o projeto municipal “Projeto Água Viva”, que ainda está realizando obras de macrodrenagem no centro da cidade. Apesar do projeto ainda estar em andamento, e já se ver a diminuição do volume das enchentes, a população ainda sofre as consequências do problema, conforme pode ser observado nas fotos 5 e 6.

**Foto 5- Enchente na área central de Uberaba (2015)**



Fonte: Jornal da Manhã (Foto de Jairo Chagas- 30-03-2015)

**Foto 6- Enchente na área central de Uberaba (2015)**



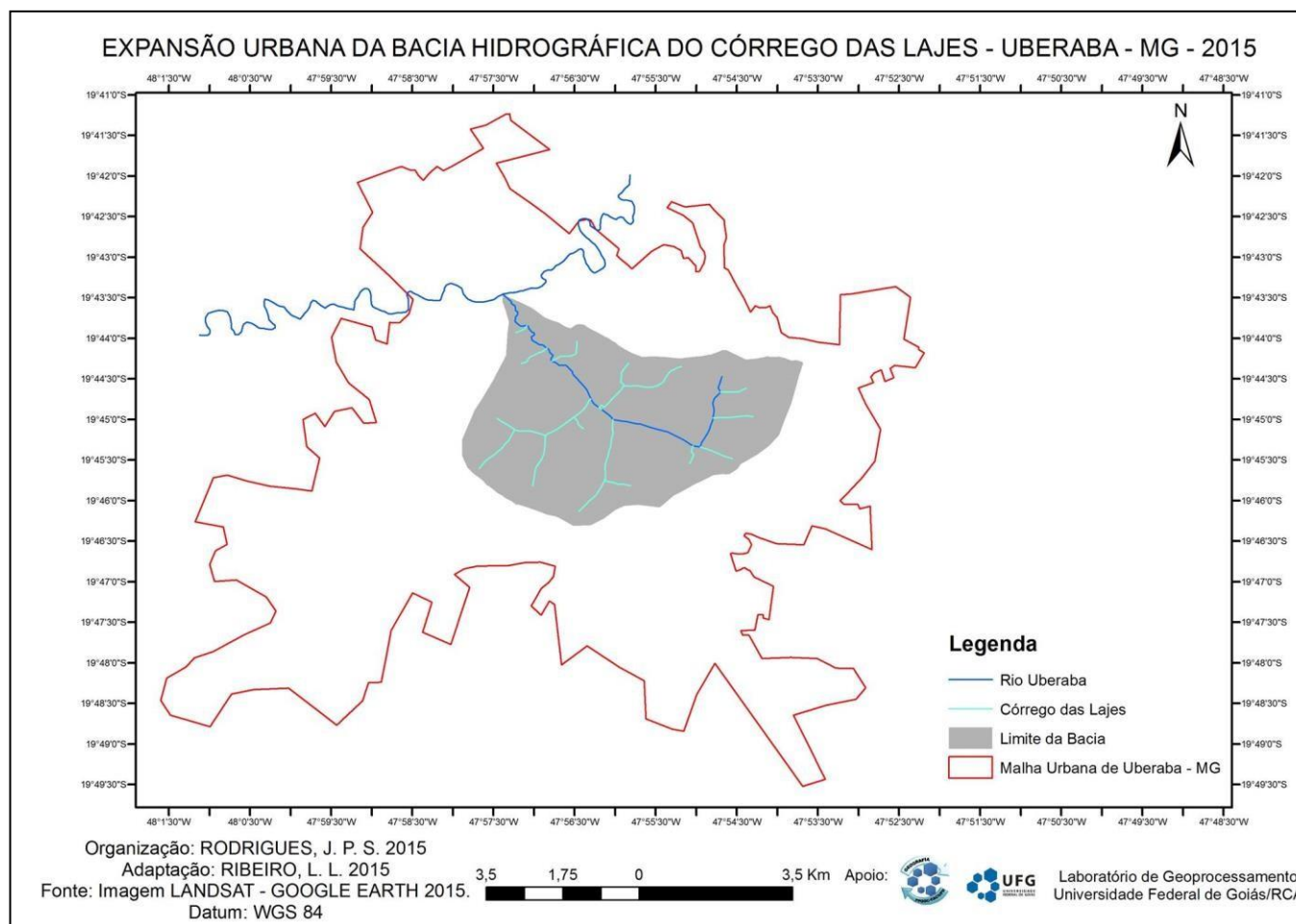
Fonte: Jornal da Manhã (Foto de Jairo Chagas- 30-03-2015)

Na ocasião, apresentada acima, segundo dados do Jornal da Manhã, com a chuva, diversas vias centrais de Uberaba ficaram alagadas. As Avenida Santos Dumont e Leopoldino de Oliveira tiveram momento de cheia, ficando a primeira em certo momento intransitável e a

teve enchente do shopping Generoso Lenza sentido Terminal Oeste do BRT/Vetor de um lado da pista. Na Avenida Santos Dumont, onde de 10 a 15 veículos foram arrastados, segundo informações do Corpo de Bombeiros. Na Rua José Furtado Nunes, ao lado do shopping Generoso Lenza, outros quatro carros ficaram submersos. Na Rua Menelick de Carvalho, pela segunda vez no mesmo local, se verificou deslizamento de terra. Não houve registro de vítimas e a Defesa Civil foi acionada.

Com o intuito de avaliar e analisar na qual situação encontra-se a área da Bacia Hidrográfica do Córrego das Lajes atualmente, foram realizado diversos mapeamentos, que serão apresentados a seguir. Primeiramente, após as análises, com base no material cartográfico produzido, com os dados atualizados, foi possível constatar que a área da Bacia encontra-se totalmente ocupada pela área urbana da cidade de Uberaba, com os consequentes impactos socioambientais, conforme mostra a Figura 11.

**Figura 11- Bacia do Córrego das Lajes e malha urbana de Uberaba (MG) – 2015**



Org. Rodrigues, J. P. S (2015)

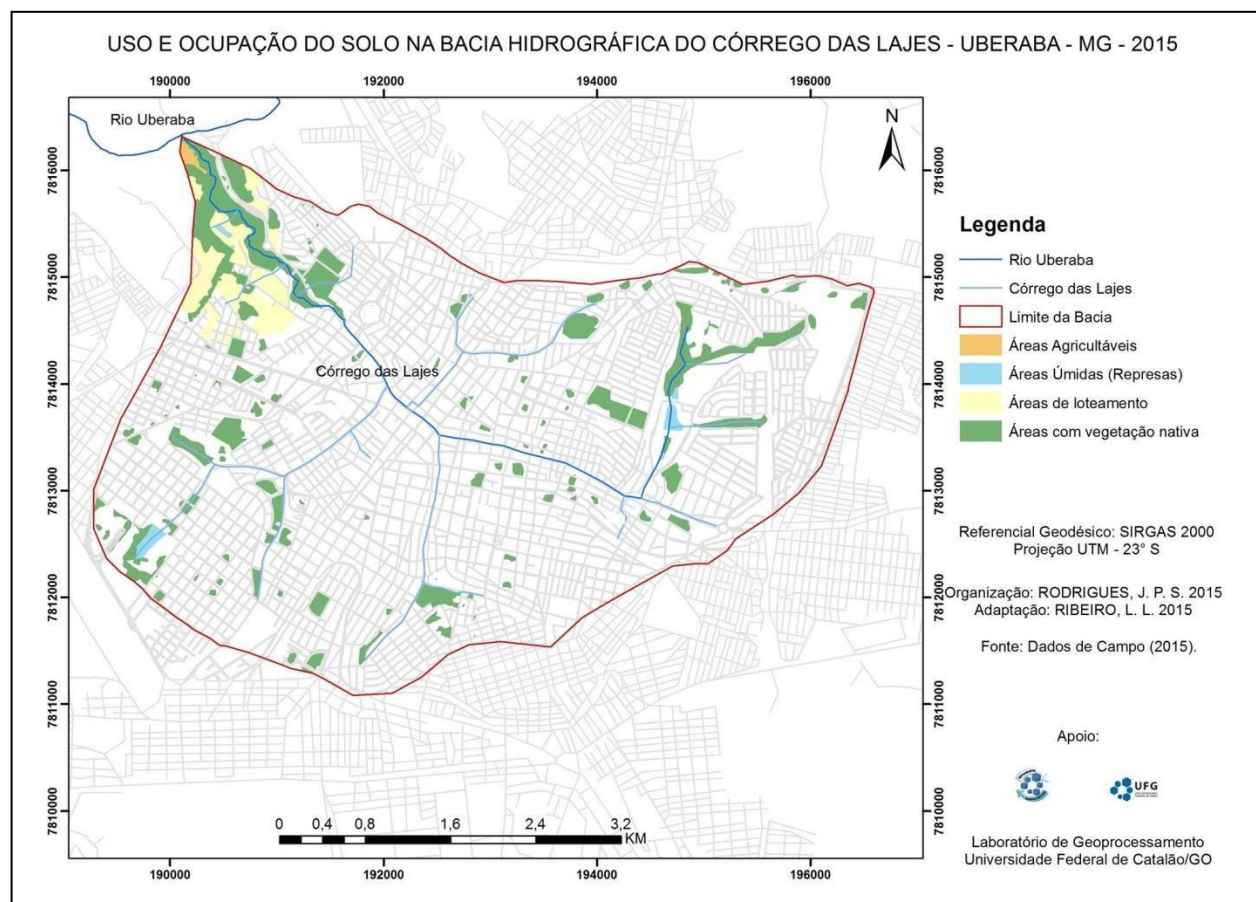
## **5.2. Análise do uso e ocupação do solo na Bacia Hidrográfica do Córrego das Lajes**

A importância de se ter dados de uso e ocupação do solo em estudos ambientais urbanos se dá, pois, grande parte dos desequilíbrios ambientais é proveniente de ações antrópicas, que muitas vezes são realizadas sem levar em consideração as potencialidades e limites dos sistemas naturais. Conforme, afirma Costa (2008):

O uso e a ocupação do meio físico pelo homem, em todas as suas formas, têm sido os responsáveis pela maioria dos desequilíbrios nas interações meio físico/meio biótico, meio físico/meio físico e meio biótico/meio biótico; portanto, acabam por afetar todos os ecossistemas terrestres (ZUQUETTE, 1991). Embora se saiba, há muito tempo, que a ocupação desordenada do meio físico, sem considerar as suas potencialidades e limitações e as diferentes interações entre os sistemas naturais, é a principal causa da degradação ambiental, pouco se tem realizado para a sua minimização, em níveis aceitáveis. (COSTA, 2008. p. 27).

A partir das análises do uso e ocupação do solo na Bacia foi possível constatar que a mesma encontra-se altamente urbanizada, devido, sobretudo, à criação de vários loteamentos novos, como mostra a Figura 12.

**Figura 12 – Carta de Uso e Ocupação do Solo na área da Bacia Hidrográfica do Córrego das Lajes em Uberaba (MG) – 2015**

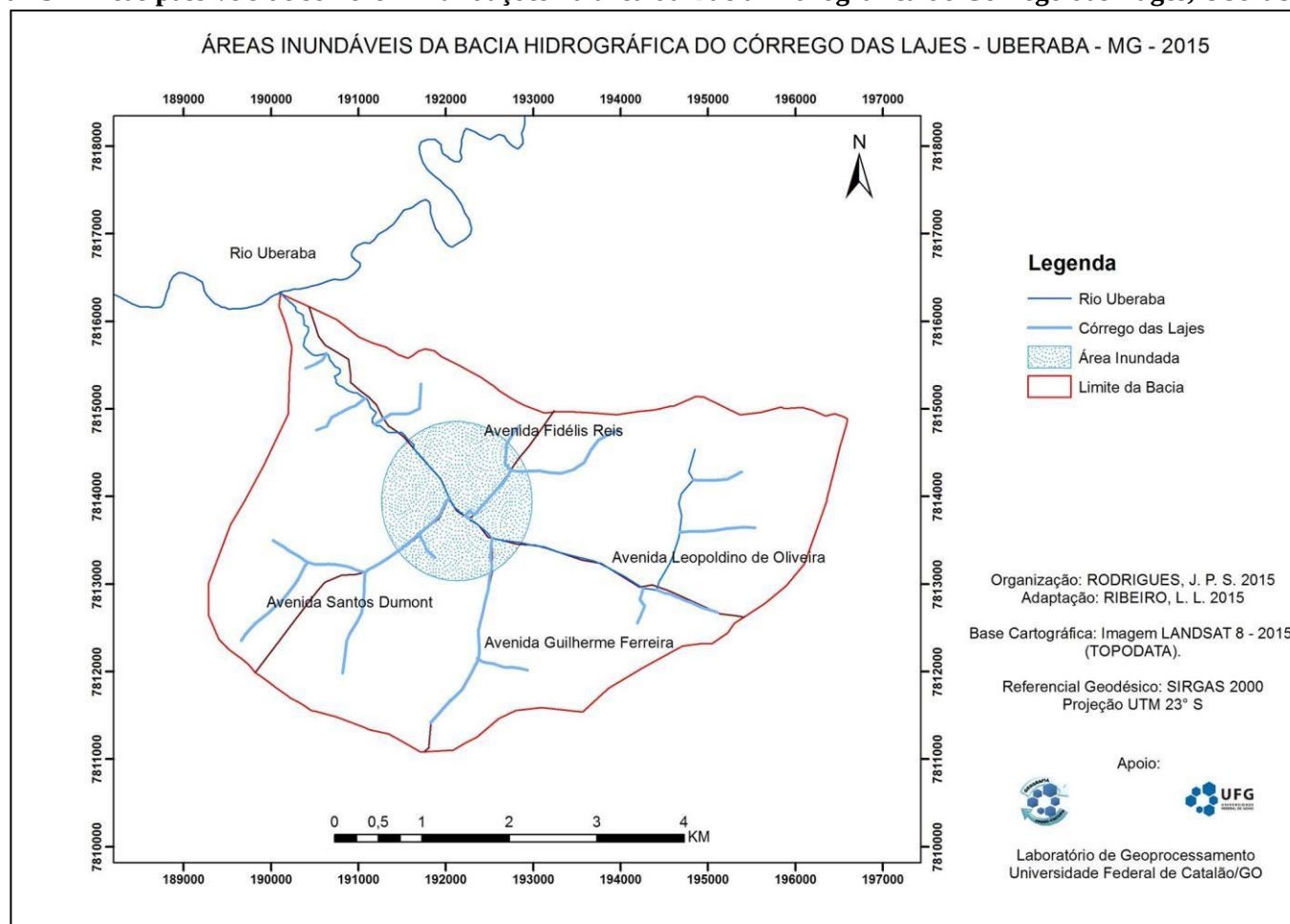


Org. Rodrigues, J. P. S. (2015).

A partir das análises da Carta de Uso do Solo, é possível observar que a área da Bacia Hidrográfica encontra-se ocupada por edificações, restando apenas poucas áreas próximas à jusante do Córrego, ou seja, quase chegando ao Rio Uberaba. Essas poucas áreas são representadas por vegetação nativa, o restante já será, futuramente, ocupada por novos loteamentos que estão sendo implantados.

O que chama atenção também é o fato de existirem poucas áreas com vegetação nativa, em contrapartida há grandes áreas impermeabilizadas na bacia, o que favorece o escoamento em detrimento à infiltração. O que, nas áreas centrais da Cidade, associado aos aspectos físicos da bacia, favorece as enchentes. Com base em análises bibliográficas sobre a bacia, sobretudo em relação às enchentes, assim como nos materiais cartográficos produzidos, mapearam-se as áreas passíveis de sofrer inundações, Figura 13.

**Figura 13 - Áreas passíveis de sofrerem inundações na área da Bacia Hidrográfica do Córrego das Lajes, Uberaba (MG)**

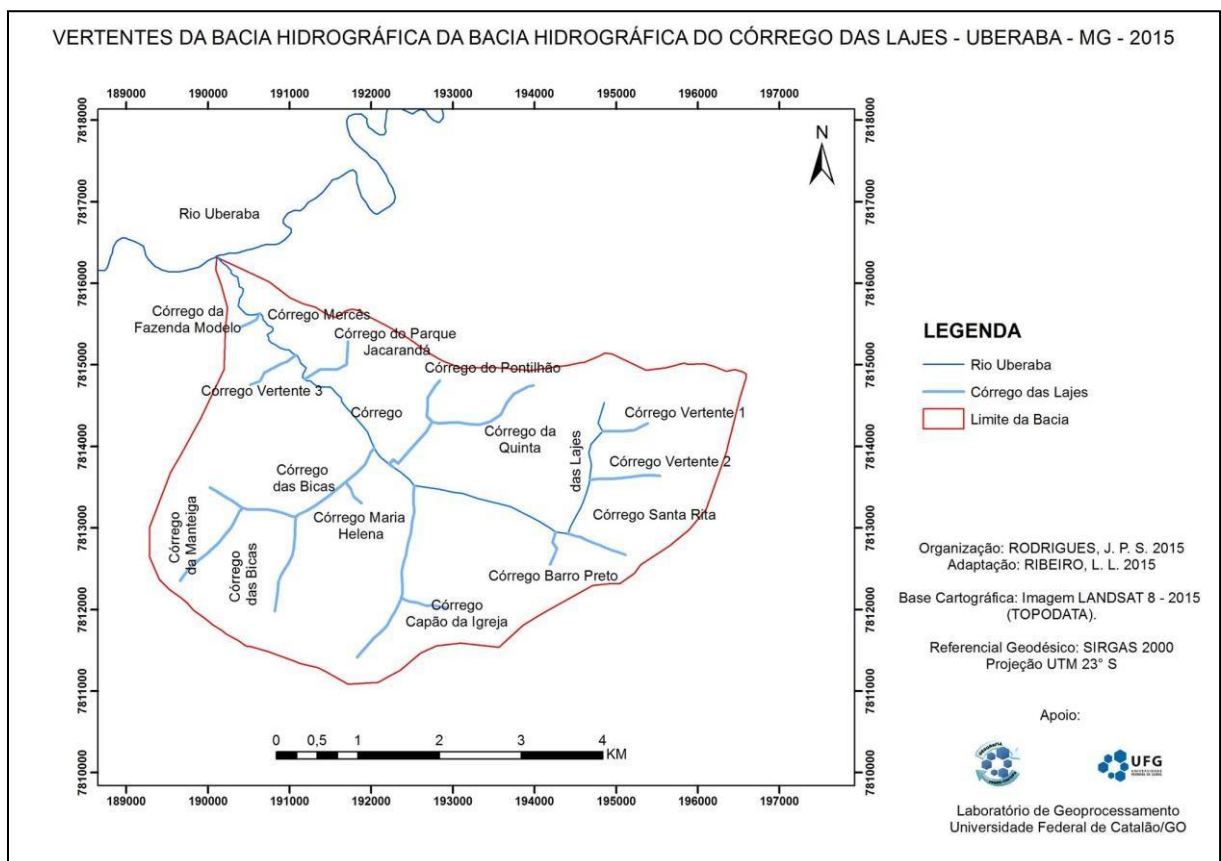


Org. Rodrigues, J. P.S (2015).

Nas poucas nascentes que sobraram na área da Bacia, a alta taxa de impermeabilização do solo ao seu redor, associada ao solo exposto, que se encontra nas proximidades dos arruamentos, aumenta a quantidade de água que escoar nessa superfície, uma vez que nessa área não há vegetação que possa “barrar” o escoamento, o que pode acarretar um aumento na quantidade de sedimentos transportados, podendo comprometer essas nascentes futuramente, conforme ocorre no Córrego Vertente 1.

Conforme já mencionado anteriormente, de acordo com Viera e Cunha (2012), em relação aos canais de primeira e segunda ordem, pode-se afirmar que os mesmos, na maioria dos casos, são ignorados, fazendo com que os cursos d’água sejam aterrados, desviados ou canalizados, sem qualquer tipo de preocupação com os possíveis impactos. O que aconteceu com grande parte desses canais na área da Bacia.

**Figura 14 - Vertentes da Bacia Hidrográfica do Córrego das Lajes em Uberaba (MG)**



Org. Rodrigues, J. P. S. (2015).

Dos canais de primeira e segunda ordem existente na Bacia, apresentados na Figura 14, apenas alguns se encontram correndo a seu aberto, e os poucos que se encontram ainda não tem sido preservados com os devidos cuidados.

Conforme pode ser constatado na Figura 10, referente à ocupação da Bacia até o ano 2000, cerca de 70% da área da Bacia encontrava-se ocupada, restando apenas áreas próximas a suas nascentes e nas proximidades de sua jusante com o Rio Uberaba. No entanto, no momento é possível observar que até as áreas próximas as nascentes estão sendo ocupadas. Em pesquisa na área do Córrego Vertente 1, uma das nascentes do Córrego das Lajes, Rodrigues e Campos (2013) constataram que a área estava sofrendo diversas consequências, que serão citadas no parágrafo seguinte, devido a implantação de um loteamento de casas populares, como mostra a Foto 7.

**Foto 7 - Loteamento com casas populares nas proximidades da nascente do Córrego Vertente 1, Uberaba (MG), em 2013**



Foto: Rodrigues, J. P.S. (Junho, 2013).

Nesse contexto, Rodrigues e Campos (2013), em pesquisas sobre uma das nascentes do referido Córrego, afirmam que a alta taxa de impermeabilização do solo, em seu entorno, proveniente da expansão urbana, faz com que se tenha um aumento do escoamento superficial em detrimento da infiltração. Os processos erosivos são intensificados devidos ao escoamento

superficial concentrado (Foto 8) , tendo como consequência a diminuição da infiltração e uma perda no abastecimento de água no lençol subterrâneo, uma vez que a área de recarga foi diminuída, além dos aspectos da contaminação do aquífero superficial, bem como a eliminação das diferentes fitofisionomias primárias de Cerrado.

**Foto 8- Presença de sulcos e lixo nas proximidades do Córrego Vertente 1  
(2013)**



Foto: Rodrigues, J. P. S (2013)

Em trabalhos de campo realizado em 2015 constatou-se que nos loteamentos existente na área da Bacia já se encontram finalizada as construções das casas e em estado consolidado. Conforme pode ser observado na Foto 9. Com isso, além dos problemas ambientais já sofridos anteriormente, observou-se também a presença de lixo deixado no local e o total descaso com a área, uma vez que se encontra descuidada, sem a Área de Preservação Permanente (APP) delimitada.

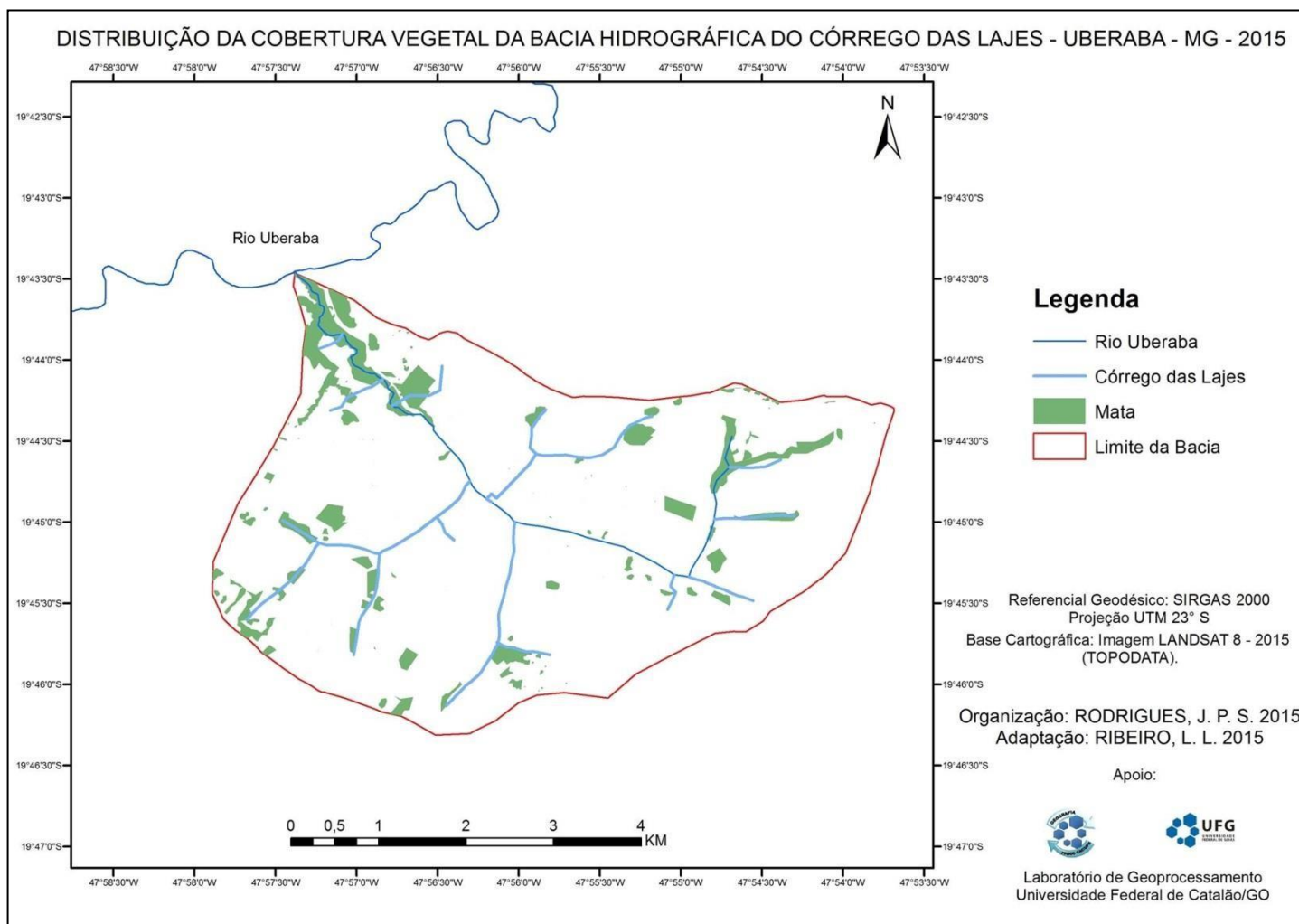
**Foto 9- Loteamento próximo a área das nascentes do Córrego das Lages, Uberaba (MG), em 2016**



Foto. Rodrigues, J. P.S (Janeiro/2016).

Com base na Carta de Uso e Ocupação do Solo na Bacia, realizou-se também a Carta de Cobertura Vegetal (Figura 15), identificando as manchas de vegetação, sendo possível realizar o cálculo de ICV (Índice de Cobertura Vegetal), que obteve o resultado de 11,6 % da área total da Bacia Hidrográfica. O resultado demonstrou a precariedade da área de estudo, uma vez que, segundo Nucci (2001), o índice satisfatório para efeitos positivos da cobertura vegetal na Qualidade Ambiental Urbana deve ser um valor mínimo de 30%. A importância da vegetação é devido aos benefícios que as áreas verdes podem trazer ao ser humano nas cidades, tais como: estabilizam de forma significativa as superfícies por meio da fixação do solo com a ação das raízes das plantas, também criam obstáculos contra o vento; protegem a qualidade da água; filtram o ar; diminuem a poeira em suspensão; equilibram os índices de umidade no ar; reduzem o barulho; servem de abrigo para a fauna e demais biota; contribuem para a organização e composição de espaço no desenvolvimento das atividades humanas; e atenuam o impacto pluvial auxiliando na captação de águas pluviais, uma vez que a impermeabilização crescente prejudica a infiltração dessa água no solo e/ou subsolo. (NUCCI, 2008).

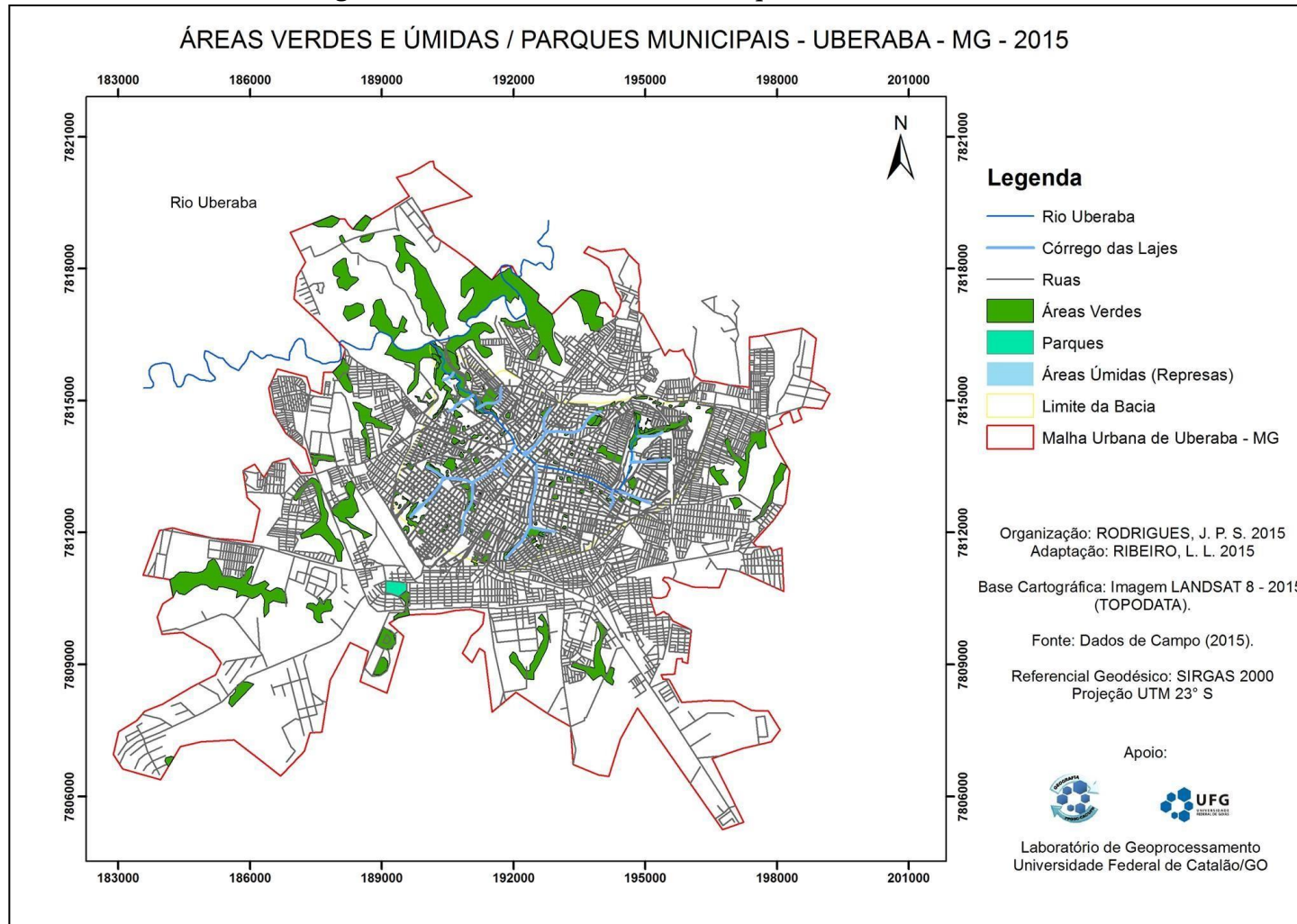
**Figura 15 - Cobertura Vegetal na Bacia Hidrográfica do Córrego das Lajes em Uberaba (MG), 2015**



Org. Rodrigues, J. P. S. (2015).

Com base na Carta de Áreas Verdes e áreas institucionais da Secretaria Municipal de Infraestrutura de Uberaba, realizou-se o mapeamento de áreas verdes do Município (Figura 16). Nesse contexto, optou-se por considerar área verde apenas os parques da cidade e áreas que possuam vegetação, não acrescentou as praças públicas devido à dificuldade de se realizar esse mapeamento, devido ao curto tempo da pesquisa. Após sua análise é possível constatar a pouca quantidade de áreas verdes, nesse caso parques, existentes na Cidade.

**Figura 16- Áreas Verdes e Úmidas/Parques de Uberaba - 2015**



Org. Rodrigues, J. P.S (2015).

A partir do que foi exposto, optou-se por realizar uma análise das atuais condições em que se encontram os Parques da cidade de Uberaba (MG). Assim, discorre-se sobre os Parques Jacarandá, Mata do Ipê e Mata do Carrinho.

O Parque da Mata do Carrinho encontra-se localizada no Bairro Volta Grande (coordenadas 19° 46' 26" S; 47° 57' 53" W). O Parque encontra-se todo cercado por alambrados, há a presença de trilhas que atravessam a vegetação. Há as edificações administrativas na entrada do Parque, devidamente separada da área florestada, bem como a quadra de esportes e, logo na entrada do Parque, encontra-se o Orquidário Municipal. Têm-se ainda várias nascentes perenes que alimentam o curso d'água responsável pela formação de alagados no Parque.

Ao adentrar no Parque, o que mais chama atenção é o abandono do mesmo. Nas edificações administrativas não há funcionários recebendo os visitantes e a própria edificação encontra-se descuidada, com janelas quebradas (Foto 10-a). Os sanitários também se encontram em estado de má conservação, com a falta de iluminação e limpeza. Os equipamentos de recreação existentes no Parque, como a quadra e o *playground*, também se encontram abandonados. Os poucos bancos existentes são de troncos de madeiras e encontram-se estragados (Foto 10- b). As trilhas estão mal sinalizadas e de difícil acessibilidade. O Orquidário Municipal localizado no Parque encontra-se abandonado com as espécies mortas, como mostra a Foto 11.

**Foto 10 a e b - Instalações do Parque Mata do Carrinho, Uberaba (MG), com estrutura danificada**



Foto: RODRIGUES, J. P. S. (2014)

**Foto 11- Orquidário Municipal no Parque Mata do Carrinho, em Uberaba (MG), com espécies mortas**



Foto: RODRIGUES, J. P. S. (2014)

Na área da vegetação nativa do Parque tem-se grande quantidade de árvores que foram cortadas e outras derrubadas. Outro problema que se pode observar nessa área do Parque é a presença de plantas exóticas, pois a invasão de plantas concorrentes é uma das principais causas de desequilíbrio ambiental, pois causam danos as espécies nativas levando-as até mesmo a extinção.

No Parque observam-se ainda erosões que estão presentes principalmente nas trilhas e na rua que separa a porção leste da oeste do Parque. Erosão essa em decorrência do fluxo de água pluvial. A erosão que ocorre no Parque é do tipo ravinamento, com a presença de canal de escoamento pluvial concentrado, com feições erosionais com traçado bem definido. A tendência é que, sem o devido tratamento desse processo, o canal se aprofunde devido ao fluxo de água das enxurradas. Há ainda grande área caracterizada como solo exposto, o que pode ocasionar o aparecimento de novos processos erosivos. E há áreas que a grama implantada foi feito sem o devido cuidado.

O Parque Jacarandá, localizado na Vila Militar (coordenadas 19° 44' 04" S; 47° 56' 36" W), cujo local é cercado por muros e em alguns pontos por calçadas de cimentados, de 2 a 3 m de largura, delimitando espaços onde a vegetação é mantida. O bosque abriga ainda um pequeno Zoológico (PEGORARI, 2007).

O Parque Jacarandá passou por uma reforma após a ameaça de ser desativado para a implantação de um *Shopping Center*, possibilidade que foi descartada após a mobilização da população local. Assim, o mesmo teve mudanças que melhoraram a sua conservação, mas ainda há alguns problemas. Na área de mata observa-se a presença de espécies nativas e

exóticas, o que pode comprometer as espécies nativas. Há a presença de clareiras e árvores mortas. Há também áreas com solo exposto e compactado, o que pode ocasionar o aparecimento de processos erosivos (Foto 12).

**Foto 12 - Área com solo exposto no Parque Jacarandá em Uberaba (MG)**

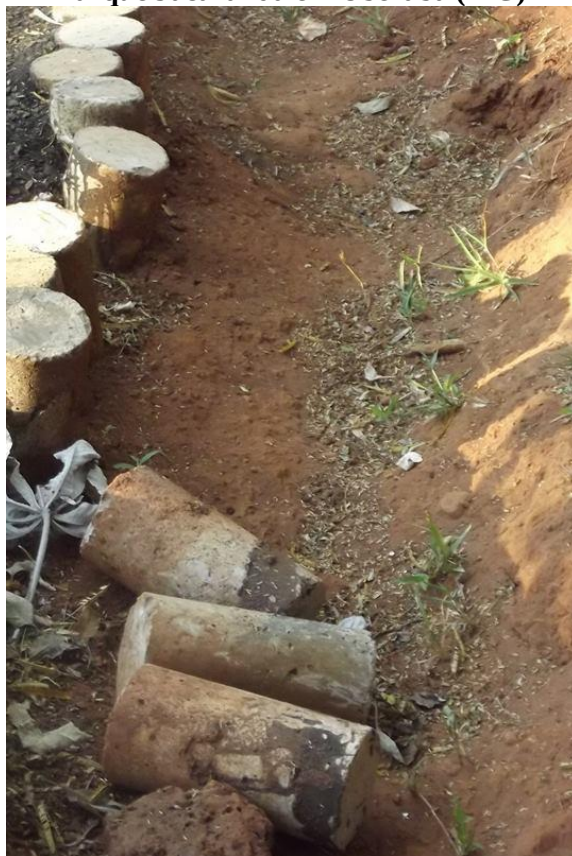


Foto: RODRIGUES, J. P. S. (2014)

Em algumas áreas foi possível observar o descuido, referente à limpeza e manutenção, o que compromete o valor estético do Parque.

O Parque Mata do Ipê situa-se na área central da Cidade (coordenadas 19° 45' 45'' S; 47° 56' 00'' W). A Mata do Ipê passou por uma revitalização no ano de 2014, porém há ainda alguns problemas em sua conservação. A área de mata do Parque é formada por espécies nativas e por espécies exóticas, o que pode comprometer as espécies nativas. Tem-se também a presença de clareiras, número elevado de árvores mortas e compactação do solo em algumas áreas (Foto 13).

**Foto 13 – Presença de árvores mortas no Parque Mata do Ipê em Uberaba (MG)**



Foto: RODRIGUES, J. P. S. (2014)

Devido à compactação do solo em algumas áreas, associado à drenagem pluvial do entorno, observa-se o aparecimento de processos erosivos. A drenagem pluvial do entorno, principalmente nos Bairros Abadia, Parque São Geraldo e Leblon, está direcionada para a área do Parque, trazendo consigo lixo e provocando a instalação de diversos processos erosivos, desde sulcos até ravinamentos (Foto 14).

**Foto 14- Presença de Ravinamento na área do Parque Mata do Ipê em Uberaba (MG)**



Foto: RODRIGUES, J. P. S. (2014)

Com base no que foi exposto, é possível constatar que os Parques existentes na cidade de Uberaba, em sua maioria, encontram-se em estado de abandono por parte do Poder Público. A atual situação em que se encontram esses Parques acaba por interferir na qualidade ambiental urbana, uma vez que estes são considerados como indicadores da qualidade socioambiental, pois a ausência deles interferem na qualidade do ambiente, afetando a vida das populações envolvidas. No que tange as áreas verdes urbanas, os Parques surgem como áreas que “[...] devem satisfazer três objetivos principais: ecológico-ambiental, estético e de lazer.” (FILHO; NUCCI, 2006. p. 50). Desse modo, as áreas verdes devem servir a população humana de forma a propiciar lazer e recreação contribuindo para a qualidade ambiental e de vida dessas populações.

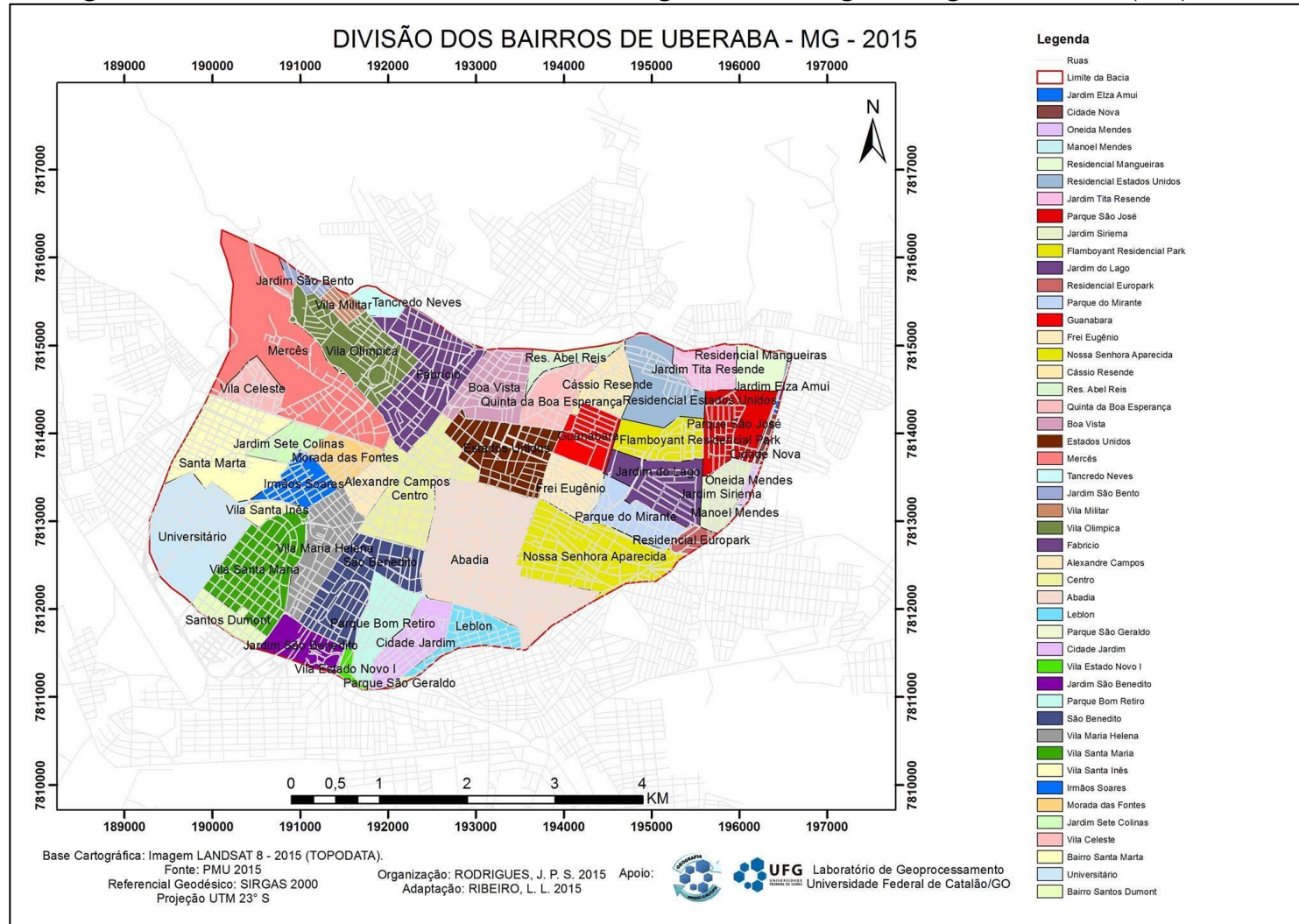
### 5.3. Carta de Qualidade Ambiental Urbana

Inicialmente, para a elaboração de cartas temáticas que deram origem à Carta de Qualidade Ambiental, a fim de facilitar o trabalho de campo e a disposição dos dados no produto final, foi elaborada uma carta base contendo os limites da Bacia hidrográfica, com a divisão dos bairros existentes na referida área, Figura 17.

A partir dessa divisão foram elaboradas cartas temáticas com base em variáveis ambientais que interferem diretamente na qualidade ambiental urbana. É necessário salientar que foram elaborados cartas com dados da bacia toda, com base nas variáveis e escolheram-se áreas que fossem mais representativas, no caso, que tenha menor qualidade ambiental urbana. Portanto, escolheu-se a área do centro da Cidade.

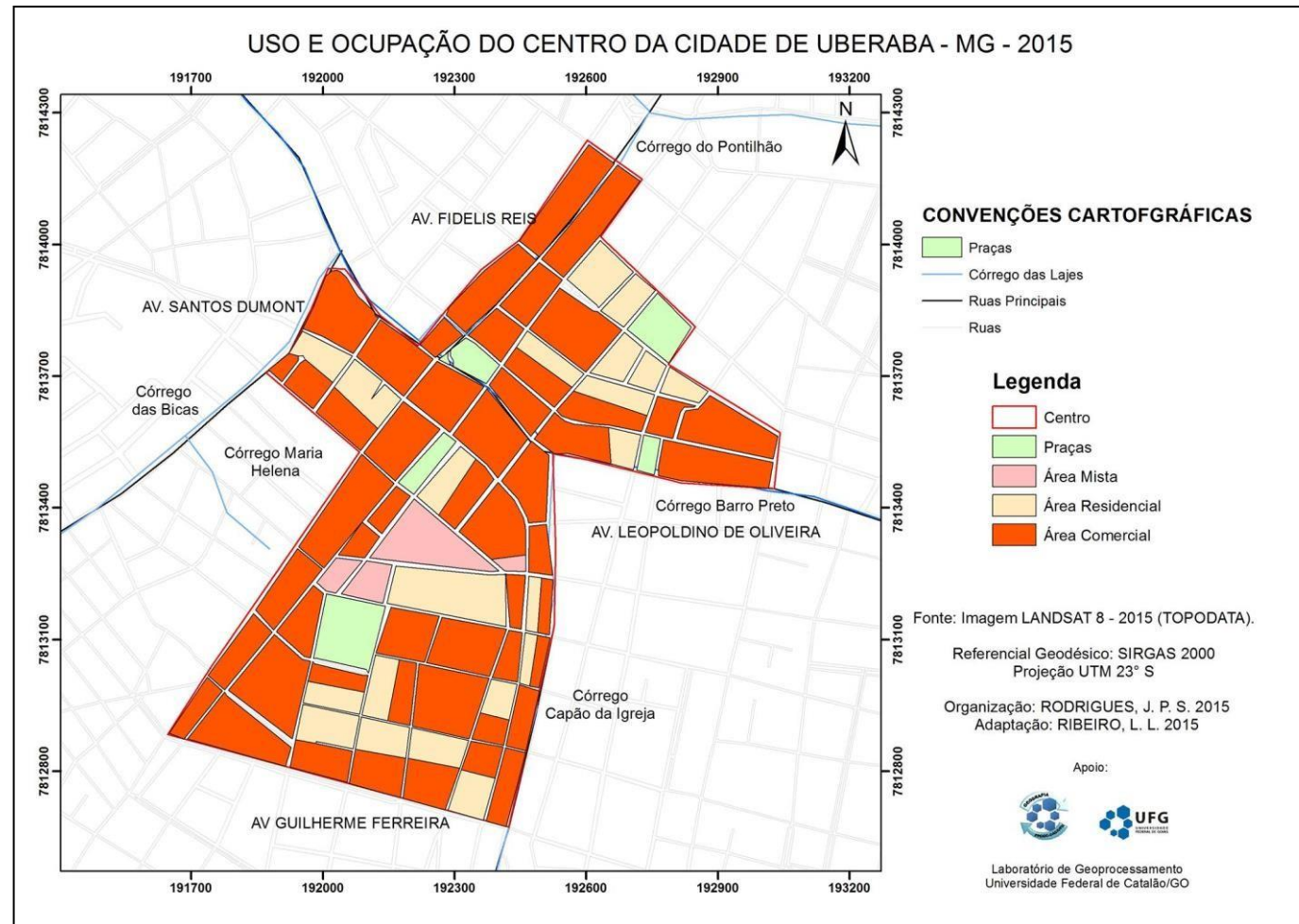
A primeira Carta, de Uso do Solo, avalia o uso do solo de acordo com duas variáveis, o uso residencial e o uso misto, sendo que a concentração do uso misto é um fator negativo, pois esse uso geralmente é mais poluidor do que o residencial, Figura 18.

**Figura 17- Divisão dos Bairros na área da Bacia Hidrográfica do Córrego das Lages em Uberaba (MG) - 2015**



Org. RODRIGUES, J. P. S.(2015)

**Figura 18- Uso e ocupação do Centro da Cidade de Uberaba (MG)- 2015**

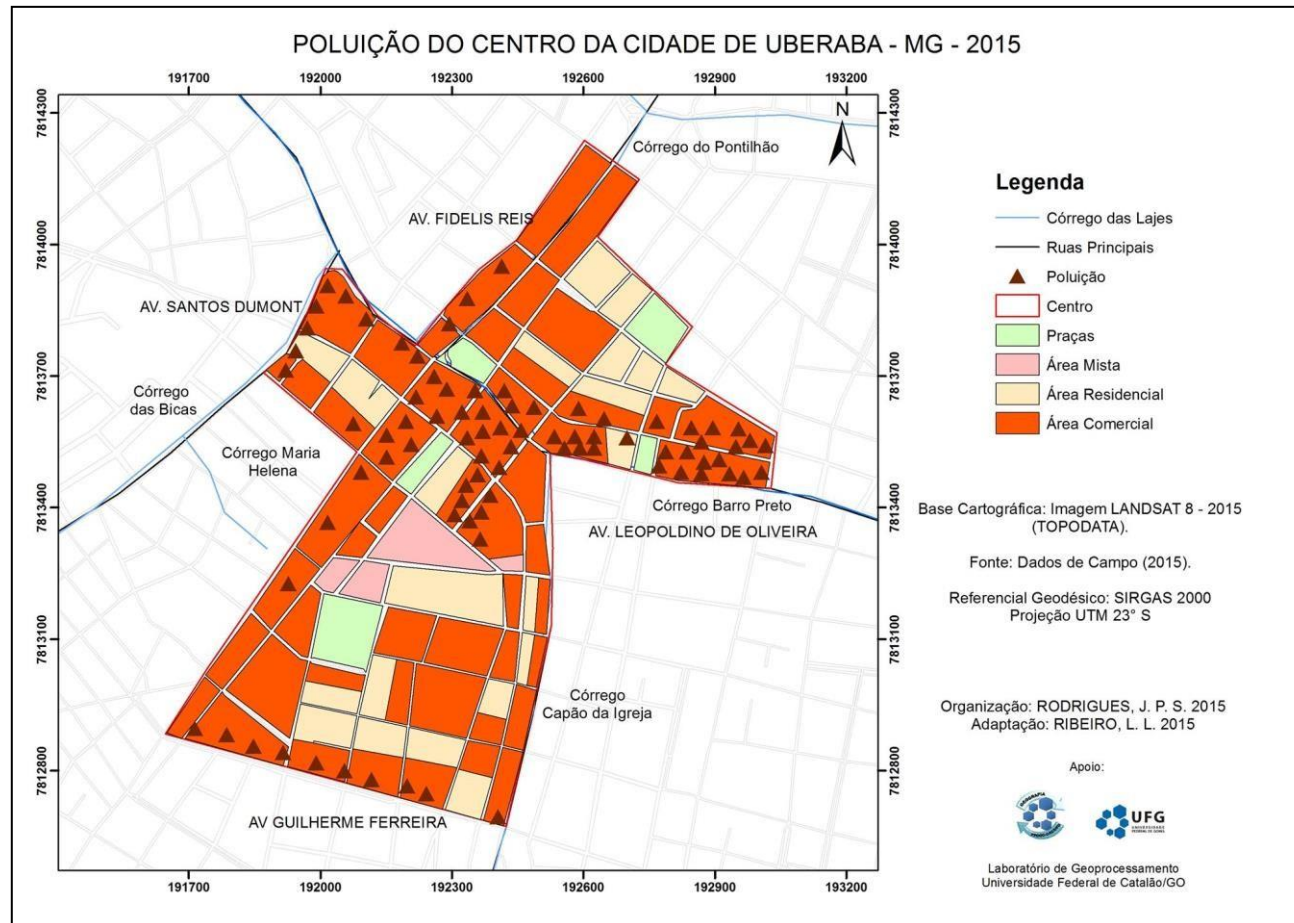


Org.: RODRIGUES, J. P. S. (2015)

A partir desta Carta, observou-se que há uma concentração de estabelecimentos de comércio e de serviços na parte central de Uberaba, sobretudo na Avenida Leopoldino de Oliveira (na qual encontra-se embaixo dessa via, canalizado, o Córrego das Lajes). Contribuindo para a diminuição da qualidade ambiental no entorno dessa Avenida, assim como para o aumento da poluição do manancial, sobretudo pela quantidade de resíduos sólidos gerados pelos estabelecimentos comerciais e demais usuários que trafegam no local. O que de certo modo, ainda que pouco expressivo, contribui para as enchentes, uma vez que o lixo espalhado entope os bueiros, impedindo a passagem da água pluvial.

Com base nas análises desta Carta de Uso do Solo, associada aos trabalhos de campo, foi possível estabelecer a Carta de Poluição (Figura 19), que tem o intuito de identificar as ocorrências pontuais de poluição de diferentes origens, seja sonora, hídrica, visual e atmosférica. Por essa Carta é possível observar que os pontos de poluição estão distribuídos por toda a área do Centro da Cidade, mas há uma concentração próxima às Avenida Leopoldino de Oliveira, Avenida Guilherme Ferreira e Avenida Santos Dumont, por serem as principais vias de comércio de Uberaba, o que provoca intenso fluxo de veículos e, consequentemente, concentração de poluição atmosférica pela emissão de gases e sonora.

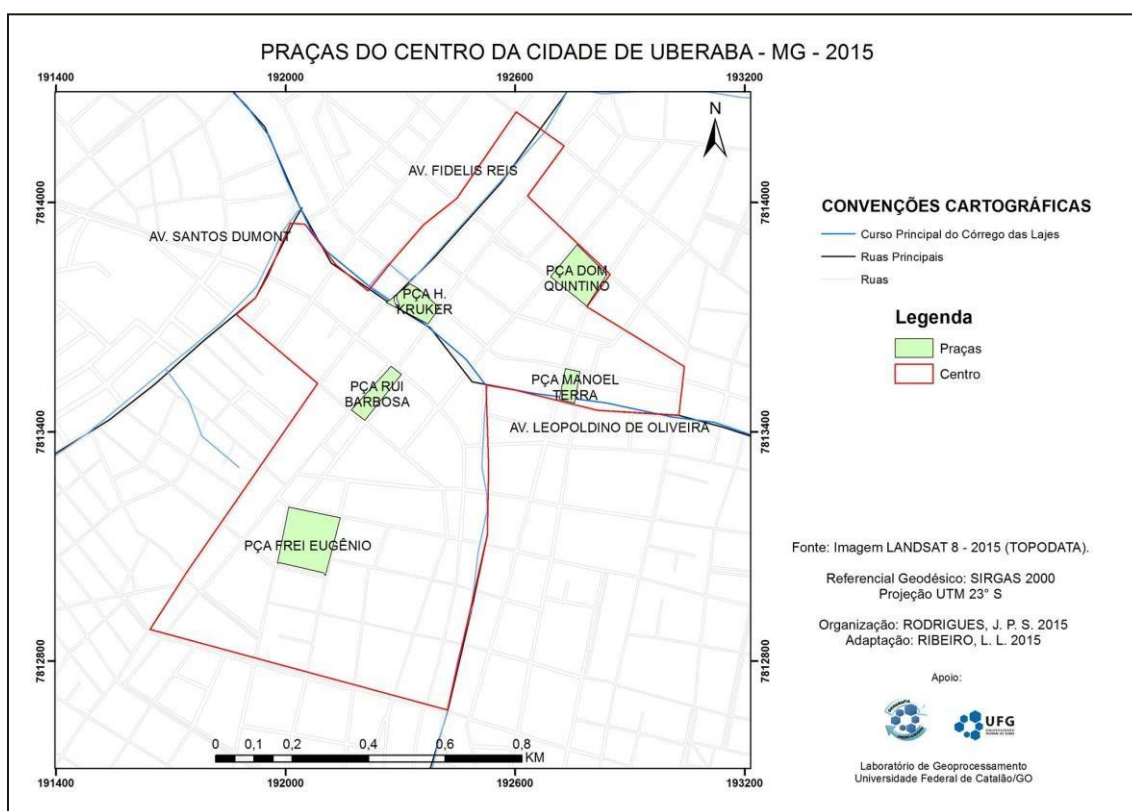
**Figura 19-** Carta de poluição do centro da cidade de Uberaba (MG)- 2015



Org.: RODRIGUES, J. P. S. (2015)

Outro parâmetro utilizado foi a Carta de Áreas Verdes, sendo que, nesse caso, considerou-se como ‘área verde’ os espaços livres públicos com predomínio de vegetação, como praças e parques. Uma vez que, nessas áreas, não se encontram parques, sendo catalogadas apenas as praças. Com base em análises de imagens aéreas, e nos trabalhos de campo, foi catalogado um total de cinco (cinco) espaços livres públicos, que podem ser considerados áreas verdes. Posterior a esse levantamento, procedeu-se ao cálculo do IAV (Índice de Áreas Verdes), que é medido em metros quadrados por habitante ( $\text{m}^2/\text{hab}$ ). É recomendado pela SBAU (Sociedade Brasileira de Arborização Urbana) que o IAV deva ser de  $15 \text{ m}^2/\text{hab}$ . Portanto, observou pouca preocupação com maior arborização e áreas de lazer.

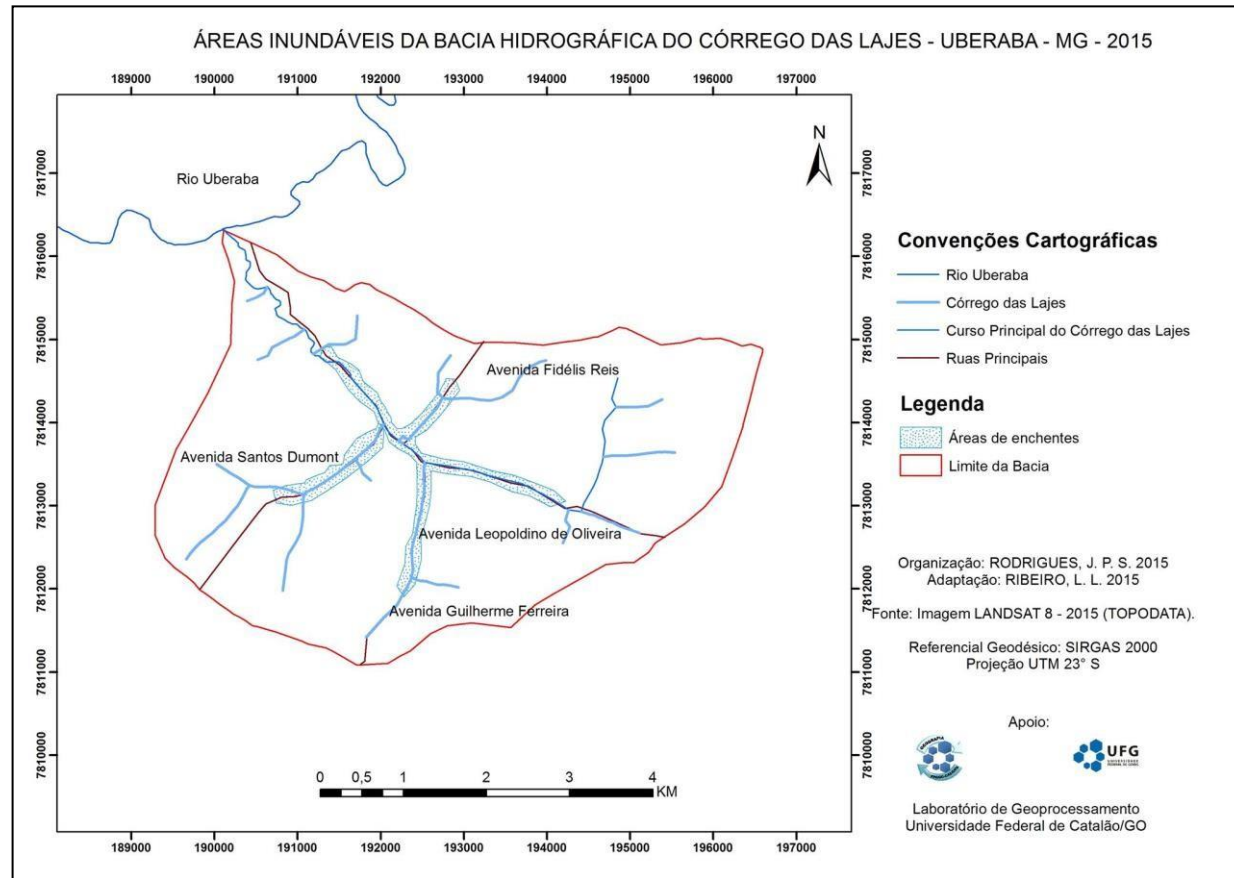
**Figura 20- Áreas verdes (praças) no centro da cidade de Uberaba (MG)**



Org.: RODRIGUES, J.P.S (2015)

Adotou-se como variável ambiental para a análise de qualidade ambiental urbana as enchentes. Portanto, fez-se um mapeamento das áreas de maior ocorrência de enchentes (Figura 21). Para tal procedimento utilizou-se de bibliografias sobre o assunto em Uberaba, ou seja, Projeto Água Viva do Codau, e com base em noticiários.

**Figura 21- Áreas de ocorrência de enchentes no centro da cidade de Uberaba 2015**



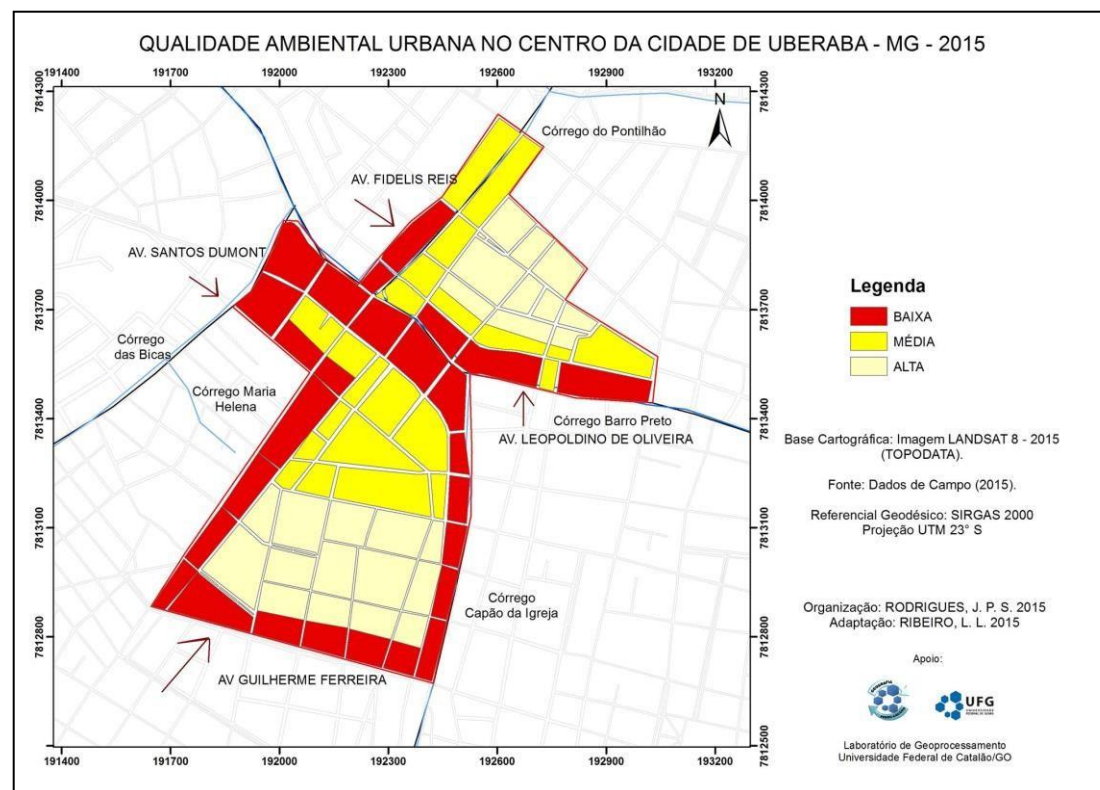
Org.: RODRIGUES, J.P.S (2015)

Com isso, as áreas de maior ocorrência de enchentes encontram-se nas avenidas principais: Avenida Leopoldino de Oliveira, Avenida Santos Dumont, Avenida Guilherme Ferreira e parte da Avenida Fidélis Reis. É necessário frisar que, no momento, estão sendo realizadas obras nessas avenidas a fim de diminuir as enchentes nessas áreas.

A partir do cruzamento e sobreposição das diversas cartas temáticas referentes aos parâmetros da qualidade ambiental urbana, assim como os trabalhos de campos realizados na área da pesquisa, foi possível a elaboração da carta de qualidade ambiental urbana da área central da cidade. É necessário frisar novamente que não foi possível realizar essa carta da área total da bacia devido ao curto tempo da pesquisa, portanto optou apenas pela área central devido à representatividade da área, uma vez que nela encontram-se os diversos impactos ambientais.

Após a análise da carta de qualidade ambiental urbana na área do centro da cidade de Uberaba (Figura 22), é possível observar que as áreas em que a qualidade ambiental é mais baixa são aquelas que têm o número maior de índices elencados para a pesquisa. Sendo assim, as áreas de qualidade mais baixa se concentram nas vias principais do centro da cidade, nas quais ocorre maior foco de poluição, seja sonora, audiovisual e atmosférica (em decorrência do fluxo maior de veículos), além da maior quantidade de resíduos sólidos devido aos estabelecimentos comerciais. Associado a esses impactos tem-se ainda o problema ambiental das enchentes, principal impacto e que mais incomoda a população humana da cidade. Além da quantidade insuficiente de áreas verdes que contribuiriam para o aumento da qualidade ambiental urbana.

**Figura 22- Carta de qualidade ambiental urbana**



Org.: RODRIGUES, J.P.S (2015)

Com base nas análises dos diferentes índices de qualidade ambiental, elencados para a presente pesquisa, foi possível constatar que a cidade de Uberaba necessita de medidas que busquem a melhoria de sua qualidade ambiental. Com o intuito de contribuir para tal são apresentadas algumas sugestões que, de forma sucinta, se resumem nos seguintes itens:

- 1) Ações que busquem a preservação do meio ambiente:
- 2) Manejo das áreas verdes (parques e praças);
- 3) Incentivo ao aumento de áreas verdes;
- 4) Projetos de drenagem urbana, sobretudo buscando a contenção do escoamento próximo ao local onde ele está sendo gerado;
- 5) Efetivação de leis ambientais já existentes. .

Essas sugestões serão mais bem discutidas nas considerações finais. É importante salientar que partes dessas já estão previstas no Plano Diretor do Município (Lei Complementar nº 359/2006 que institui o Plano Diretor do Município, e dá outras providências), porém, em vários momentos, as mesmas não são efetivadas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nessa seção é apresentada a síntese dos resultados obtidos com a pesquisa e as considerações sobre os mesmos. São elencadas as pressuposições que foram confirmadas ou rejeitadas, assim como o que faltou para alcançá-los. É importante frisar que houve algumas dificuldades durante a pesquisa, sobretudo em relação à elaboração de alguns mapas, devido a fato de não encontrar imagens de satélites com uma resolução maior, o que impossibilitou a realização de alguns mapeamentos, o que fez com que fossem necessárias certas adaptações na metodologia e, conseqüentemente, na escolha dos índices de qualidade ambiental, por isso não se utilizou todos os índices propostos por Nucci (2001).

Com base nas análises, tanto bibliográfica como do material cartográfico produzido, é possível constatar que a ocupação e a expansão urbana em Uberaba (MG) têm sido realizadas sem a devida preocupação com os aspectos físicos na área da Bacia Hidrográfica na qual a mesma está inserida. Com isso, têm-se conseqüentes impactos ambientais, sociais e culturais, provocando transtornos à população humana e demais biota, bem como dificuldades para a Administração Pública, como é o caso das enchentes. O que influencia na qualidade ambiental urbana e, conseqüentemente, na qualidade de vida da população humana envolvida.

A partir das análises geossistêmicas, os impactos ambientais que pode se observar no momento atual é conseqüência da combinação de diversos fatores, desde aspectos físicos, tais como geologia, geomorfologia, clima e vegetação, associado às modificações antrópicas. Destacando acontecimentos históricos, ou seja, desde a sua ocupação e formação ao entorno do Córrego das Lajes até a sua expansão urbana devido à migração de pessoas do campo para a cidade nas décadas de 1970 e 1980, e de administração pública que se demonstrou falhas, em diversos momentos, no sentido de proteção do meio ambiente e de planejamento urbano, permitindo que a expansão urbana ocorresse sem levar em consideração os aspectos físicos da área, e também de não se utilizar a bacia hidrográfica como unidade de gestão e planejamento do território.

Com base nos mapas de uso e ocupação solo e de cobertura vegetal da bacia hidrográfica do Córrego das Lajes é possível realizar algumas conclusões. O baixo índice de cobertura vegetal, abaixo do valor proposto por Nucci (2001), associado ao alto índice de

áreas impermeabilizadas devido às construções e arruamentos, repercute na capacidade de infiltração da água, favorecendo o escoamento superficial, e a concentração de enxurradas. Essa concentração de enxurrada, somada ao alto índice pluviométrico, e ao relevo e o formato da bacia, resulta nas enchentes nas áreas centrais da cidade.

Em relação às enchentes é necessário que sejam adotados cuidados especiais em relação à drenagem urbana. Apesar de no momento já existir projeto de macrodrenagem em execução nas áreas centrais da cidade, é necessário também que se busque medidas que propiciem a contenção do escoamento próximo ao local onde ele está sendo gerado, tais como superfícies de infiltração, valetas de infiltração abertas, bacias de percolação e pavimentos porosos (CANHOLI, 2005). Portanto, é necessário que a Prefeitura, por meio das secretarias de obra, efetive medidas de contenção, tais como, fiscalização das áreas mínimas permeáveis que devem ser preservadas nos lotes, determinar que estacionamentos utilizem de pavimentação permeável para reter a água da chuva, incentivar a criação de calçadas permeáveis, projetar as casas populares (que são entregues às pessoas de baixa renda) com dispositivos que retenham as águas pluviais no local e ainda incentivar a criação de novos edifícios com esse mecanismo através de descontos no IPTU, criação de mais reservatórios de contenção de cheias ligados ao sistema de drenagem. Além de planejamento urbano a fim de evitar que os desenhos dos arruamentos permitam a concentração demasiada do escoamento superficial. E de limpeza urbana, por parte da administração pública e da população, evitando que os bueiros e bocas de lobo não sejam entupidos pelo lixo, dificultando a passagem da água. Lembrando ainda de medidas relacionadas às áreas verdes, pois estas também auxiliando na captação, infiltração das águas pluviais, uma vez que essas áreas permeáveis auxiliam no amortecimento de vazões e diminuição dos volumes escoados.

Como base em análises nos mapas de vegetação e áreas verdes da Bacia como um todo, foi possível observar que as mesmas mostram-se ineficientes para a população. Portanto, recomenda-se aumentar a oferta de Áreas Verdes e Espaços para o Lazer, e incentivar a arborização das áreas públicas e privadas. Aconselha-se, inicialmente, uma preocupação com as áreas verdes já existentes, desse modo, deve-se realizar projetos de revitalização dos três parques descrito no trabalho, pois os mesmos encontram-se descuidados, em alguns casos, impossibilitando até a visitação do público. Essas revitalizações desses parques devem ser realizadas levando em consideração que essas áreas devem cumprir três funções: ecológico-ambiental, estético e de lazer, com base em Filho; Nucci (2006), ou seja, mais do que cumprir suas funções ambientais, deve também propiciar lazer e recreação contribuindo para a

qualidade ambiental e de vida dessas populações. Além dessas medidas por parte do Poder Público, é necessário o empenho também da população na cobrança de melhorias e na preservação dessas áreas. Deve se realizar também uma revitalização das praças existentes e também o incentivo a criação e ampliação de áreas verdes na cidade.

Outra medida importante para a área de estudo diz respeito às poucas nascentes, que ainda não estão canalizadas, da Bacia do Córrego das Lajes. É preciso que se realize um projeto efetivo de recuperação dessas nascentes. Que sejam delimitadas a área proteção permanente, que sejam realizados projetos de recuperação da vegetação. Além de medidas de planejamento urbano que diminuam a quantidade de escoamento sendo direcionado para a área das nascentes, como é o caso do Córrego Vertente 1.

É necessário frisar ainda a importância do Poder Público em ações que visam à preservação do meio ambiente, seja através de fiscalizações e também da criação de mediadas que propiciem uma melhor qualidade socioambiental na cidade.

De modo geral, essas são algumas propostas que tem o intuito de contribuir para as melhorias na qualidade socioambiental da área de estudo, com bases nas informações levantadas a partir dos índices de qualidade ambiental urbana. Além dessas propostas, a presente pesquisa buscou discutir a importância de promover o cuidado com o meio ambiente no âmbito do planejamento urbano.

## REFERÊNCIAS

- ABDLA, V. L. **Diagnóstico hídrico do rio Uberaba – MG como subsídio para a gestão das áreas de conflito ambiental**. 76 f. Tese (Doutorado em Agronomia), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2012.
- BACCARO, C. Unidades Geomorfológicas do Triângulo Mineiro. In: **Revista Sociedade & Natureza**. Uberlândia, 3 (5 e 6): 37-42, dezembro 1991.
- BARCELOS, J.H. **Reconstrução paleogeográfica da sedimentação do Grupo Bauru baseada na sua redefinição estratigráfica parcial em território paulista e no estudo preliminar fora do estado de São Paulo**. 1984. 190f. Tese de Livre Docência - Departamento de Geociências de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista de Rio Claro, 1984.
- BARGOS, D. C.; MATIAS, L. F. Áreas verdes urbanas: um estudo de revisão e proposta conceitual. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba-SP, v. 6, n. 3, p. 172-188, 2011.
- BASILICI, G.; SGARBI, G. N.; BÓ, P. F. F. D. A sub-bacia Bauru: um sistema continental entre Deserto e Cerrado. In: HASUI, Y.; CARNEIRO, C. D. R; ALMEIDA, F. F. M.; BARTORELLI. (Org.) **Geologia do Brasil**. São Paulo: Beca, 2012.
- BELTRAME, A.V. **Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas: modelo e aplicação**. Florianópolis, SC: Ed. da UFSC, 1995. 112p.
- BERTRAND, G. **Paisagem e Geografia física- esboço metodológico**. Caderno de Ciências da Terra. Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, n. 13, 1972.
- BIGARELA, J. J. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2003.
- BOESCH, H.; CAROL, H. **Princípios do conceito de paisagem**. Boletim Geográfico. n. 202, ano 27, janeiro/ fevereiro 1968.
- BORJA, P. C. **Avaliação da qualidade ambiental urbana: uma contribuição metodológica**. Salvador, BA. 1997. 200f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) -Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura. Universidade Federal da Bahia. Salvador, 1997.
- BOTELHO, R. G. M. Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica. In: GUERRA, A. J. T. et al. **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. 6.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.
- BRAGA, T. M.; FREITAS, A. P. G.; DUARTE, G. S; SOUSA, J. C **Índices de sustentabilidade municipal: o desafio de mensurar**. Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar, 2003. Disponível e acesso em: < <http://www.cedeplar.ufmg.br/pesquisas/td/TD%20225.pdf>> Acesso em junho 2014.
- BRASIL. **Estatuto da Cidade: Lei 10.257/2001**. Estabelece diretrizes gerais da política urbana. Brasília: Câmara dos Deputados, 2001.

\_\_\_\_\_. **Lei Federal nº 9.433**, de 8 de janeiro de 1987. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Brasília: Câmara dos Deputados, 1987.

CAMPOS, C. A. A. **O uso de estações experimentais para avaliação da erosão laminar em área agrícola, em condições de vertente e fundo de vale, Córrego Pantaninho, Romaria – MG**. 2004. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós – Graduação em Geografia.

CAMPOS, C. A. A.; RODRIGUES, J. P. S.; NEVES, S.A. **Condicionantes Hidromorfodinâmicos nas cabeceiras do Córrego das Lajes – Uberaba (MG), Brasil**. In: 6 Coloquio Geográfico sobre América Latina, 2012, Paraná Província de Entre Ríos. Las Nuevas configuraciones territoriales latinoamericanas desde una perspectiva geográfica, 2012.

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

CARVALHO, R. M. B. de. **Vida e morte de um córrego: a história da expansão urbana de Uberaba, MG e do córrego das Lajes**. 2004. 304 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2004.

CASSETI, V. **Elementos de Geomorfologia**. Goiânia: Editora UFG, 1994

\_\_\_\_\_. **Ambiente e apropriação do relevo**. São Paulo: Contexto, 1991.

\_\_\_\_\_. **Estrutura e compartimentação da paisagem de Serra Negra – MG**. Goiânia: Editora UFG, 1981.

CAVALHEIRO, F.; DEL PICCHIA, P.C.D. Áreas verdes: conceitos, objetivos e diretrizes para o planejamento. In: 1º Congresso Brasileiro sobre Arborização Urbana e 4º Encontro Nacional sobre Arborização Urbana. **Anais do 1º Congresso Brasileiro sobre Arborização Urbana e 4º Encontro Nacional sobre Arborização Urbana**. Vitória, 1992. p. 29-38.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Editora Blucher, 1980.

\_\_\_\_\_. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Blucher, 1999.

COELHO, M. C. N. Impactos ambientais em áreas urbanas – teorias, conceitos e métodos de pesquisa. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B.; **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

COELHO NETO, A. L. **Hidrologia de Encosta na Interface com a Geomorfologia**. In: CUNHA, S.B; GUERRA, A.J.T (Orgs.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.

\_\_\_\_\_. **Evolução de Cabeceiras de Drenagem no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul (SP/RJ): a Formação e o Crescimento da Rede de Canais sob Controle Estrutural**. In: Revista Brasileira de Geomorfologia, Ano 4, n. 2 (2003).

COSTA, R. A. **Zoneamento Ambiental da Área de Expansão Urbana de Caldas Novas (GO): Procedimentos e Aplicações**. Tese de Doutorado em Geografia. Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2008.

CUNHA, S.B. Bacias Hidrográficas. In: CUNHA, S.B; GUERRA, A.J.T (Orgs.) **Geomorfologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.p.229-272.

CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. Degradação ambiental. In: GUERRA, A. J. T. CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (Orgs.). **Geomorfologia e meio ambiente**. 7.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.

CRUZ, L. B.S. **Diagnóstico Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Uberaba – MG**. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Estadual de Campinas- UNICAMP, Campinas, SP, 2003.

DE BIASI, M. **A carta clinográfica: os métodos de representação e sua confecção**. Revista do Departamento de Geografia da USP : São Paulo, n. 6, p. 45 – 61, 1992. Disponível e acesso em: < <http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47110>>. Acesso em outubro de 2015.

DREW, D. **Processos interativos homem-meio ambiente**. Trad. João A. dos Santos. São Paulo: DIFEL, 1986.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos- **Levantamento de reconhecimento de meia intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras do Triângulo Mineiro**. Rio de Janeiro, 1982, 562p.

FERREIRA, I. M. **O afogar das Veredas: uma análise comparativa espacial e temporal das Veredas do Chapadão de Catalão (GO)**. 2003. 242 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.

\_\_\_\_\_. Paisagens do Cerrado: um estudo do Subistema de Veredas. In: GOMES, H. (Coord.). **Universo do Cerrado**. Goiânia: UCG, 2008. v.1. p. 79-164.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de Satélite para Estudos Ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 97p.

FREITAS, A. L. **Análise estatística dos parâmetros de temperatura e precipitação do município de Uberaba – MG (Período de 1990-2013)**. Trabalho de Conclusão do Curso, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, 2014.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

GUERRA, A. J. T. (Org.). **Geomorfologia urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

GUERRA, A. J. T; MARÇAL, M. D. S. **Geomorfologia Ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.

HASUI, Y.; CARNEIRO, C. D. R; ALMEIDA, F. F. M.; BARTORELLI. (Org.) **Geologia do Brasil**. São Paulo: Beca, 2012.

INCRA – Instituto Nacional de Reforma Agrária. **Manual de obtenção de terras e perícia judicial**. 2006, 140p.

JORGE, M. C. O. Geomorfologia urbana: conceitos, metodologias e teorias. In: GUERRA, A. J. T. et al. (Org). **Geomorfologia urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. p.117-142.

LACERDA, H. Notas de geomorfologia urbana. In: Encontro Regional de Geografia – EREGEIO, 9, Porto Nacional.2005. Disponível em: [http://www2.unucseh.ueg.br/downloads/graduacao/geografia/docsgrupodeestudogeografia/Eregeo\\_GeoUrbana\\_2005.pdf](http://www2.unucseh.ueg.br/downloads/graduacao/geografia/docsgrupodeestudogeografia/Eregeo_GeoUrbana_2005.pdf). Acesso em junho de 2015.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. 2 ed. São Paulo: Oficina de textos, 2010.

LOMBARDO, M. A. **Ilha de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo**. São Paulo: Hucitec, 1985. 244p.

LUDWIG, A. C. **Fundamentos e Práticas de Metodologia Científica**. Petrópolis: Vozes, 2009.

LUNA, S. V. **Planejamento de pesquisa: uma introdução**. São Paulo: EDUC, 2005. 108 p. (Série Trilhas).

MARANESI, D. A. **Avaliação geoambiental em áreas de cerrado no Triângulo Mineiro para implantação de pequenos reservatórios superficiais de água: aplicação na Folha de Tupaciguara, MG (1:100.000)**. 2002. Tese (doutorado) Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Rio Claro, SP : 2002. 141p. Disponível e acesso em: [http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/102920/maranesi\\_da\\_dr\\_rcla.pdf?sequence=1](http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/102920/maranesi_da_dr_rcla.pdf?sequence=1) Acesso em outubro de 2015.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados**. São Paulo: Atlas, 2003.

MINAKI, C.; AMORI, M. C. C. T. Espaços urbanos e qualidade ambiental – um enfoque da paisagem. In: **Revista Formação**, n. 14 volume 1 – p. 67-82, 2008.

MONIZ, A. C. (Coord.). **Elementos de Pedologia**. São Paulo: Poligono/EDUSP, 1972.

MONTEIRO, C.A. de F. - **Qualidade ambiental - Recôncavo e Regiões limítrofes**. Salvador, Centro de Estatísticas e Informações, 198.

MONTEIRO, C.A. de F. - **Teoria e clima urbano**. São Paulo, IGEOG/USP, 1976, 181 p.

NISHIYAMA, L. **Procedimentos de mapeamento geotécnico como base para análises e avaliações ambientais do meio físico, em escala 1:100.000: aplicação no município de Uberlândia - MG.**, 1998. Tese (Doutorado em Geotecnia) – Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 1998.

NOBREGA, M. T. **Fisiologia da Paisagem (tema geral)**. Seminários Gerais, Instituto de Geociências USP: 1989.

NUCCI, J. C.; FILHO, A. T. B. Espaços livres, áreas verdes e cobertura vegetal no bairro alto da XV, Curitiba. In: **Revista do Departamento de Geografia**. v. 18, n. 1, p. 48-59, 2006.

NUCCI, J. C. **Qualidade ambiental e adensamento urbano**. São Paulo: Humanitas/FAPESP, 2001. 236p.

\_\_\_\_\_. **Qualidade ambiental e adensamento urbano**. 2.ed. São Paulo: Humanitas/FAPESP, 2008. 142 p

PACHECO, C. NISHIYAMA, L. **Análise da altimetria dos topos de basaltos da formação Serra Geral na região do Triângulo Mineiro utilizando técnicas de geoprocessamento como subsídio para caracterização de atividades tectônicas recentes**. Uberlândia, Revista Eletrônica do Programa de Pós Graduação, 2002. Disponível em <[http://www.geografiaememoria.ig.ufu.br/downloads/Luiz\\_Nishiyama\\_Analise\\_da\\_altimetria\\_dos\\_topos\\_de%20basaltos\\_da\\_formacao\\_Serra\\_Geral\\_na\\_regiao.pdf](http://www.geografiaememoria.ig.ufu.br/downloads/Luiz_Nishiyama_Analise_da_altimetria_dos_topos_de%20basaltos_da_formacao_Serra_Geral_na_regiao.pdf)>: Acesso em Julho 2015

PANIZZA, A. C.; FONSECA, F. P. Técnicas de interpretação visual de imagens. **GEOUSP-Espaço e Tempo**, São Paulo, n 30, pp 30-43, 2011. Disponível e acesso em: <<http://www.revistas.usp.br/geousp/article/viewFile/74230/77873>>. Acesso em outubro de 2015.

PEGORARI, Pablo de Oliveira. **Fitossociologia de três fragmentos florestais urbanos de Uberaba, Minas Gerais**. 2007. 60 f. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2007.

PERES, R. B.; SILVA, R. S. A relação entre Planos de Bacia Hidrográfica e Planos Diretores Municipais: Análise de conflitos e Interlocuções visando Políticas Públicas Integradas. In: V Encontro Nacional de Anppas, **Anais do V Encontro Nacional de Anppas**, 4 a 7 de outubro de 2010, Florianópolis - SC- Brasil.

POLIVANOV, H.; BARROSO, E. V. Geotecnia Urbana In: A. J. T. G. (org). **Geomorfologia Urbana**. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. 280p

PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. L. Gestão de bacias hidrográficas. In: **Estudos Avançados**, v.22, p. 43-60, 2008. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40142008000200004&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40142008000200004&script=sci_arttext)>. Acesso em 18 de abril de 2015.

PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERABA. **Relatório de Avaliação Ambiental do Município de Uberaba**, Uberaba, 2005. Disponível em: <[http://www.uberaba.mg.gov.br/portal/acervo/agua\\_viva/arquivos/avaliacao\\_paleontologica/Avaliacao%20Preliminar%20das%20Potencialidades%20Paleontologicas.pdf](http://www.uberaba.mg.gov.br/portal/acervo/agua_viva/arquivos/avaliacao_paleontologica/Avaliacao%20Preliminar%20das%20Potencialidades%20Paleontologicas.pdf)> Acesso em: 09/09/2014.

\_\_\_\_\_. **Estudo de impacto ambiental e relatório de impacto ambiental dos reforços nos canais centrais da macrodrenagem urbana do centro da cidade de Uberaba, estado de Minas Gerais**. Dezembro de 2009.

\_\_\_\_\_. **Uberaba em dados**. Disponível e acesso em: <[http://www.uberaba.mg.gov.br/portal/acervo/desenvolvimento\\_economico/arquivos/uberaba\\_em\\_dados/Edicao\\_2009/capitulo\\_01.pdf](http://www.uberaba.mg.gov.br/portal/acervo/desenvolvimento_economico/arquivos/uberaba_em_dados/Edicao_2009/capitulo_01.pdf)> Acesso em agosto de 2014.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (ed.). **Cerrado: ambiente e flora**. Brasília, Embrapa Cerrados, 2008. p.87-166.

RICHTER, M.; SILVA, L. C. V; MENEZES, P. M. L. **Aplicação de MDE como suporte em estudos geoecológicos: caso das APAS da Serra da Mantiqueira e da Serrinha do Alambari, RJ**. In: Anais XI SBSR, Belo Horizonte, Brasil, 05-10 abril, 2003, INPE, p. 373-376. Disponível e acesso: <[http://marte.sid.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2002/11.14.17.37/doc/03\\_215.pdf](http://marte.sid.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2002/11.14.17.37/doc/03_215.pdf)> Acesso em setembro de 2015.

ROCHA, M. R.; FERREIRA, I. L.; BACCARO, C. D.; RODRIGUES, S. C. Mapeamento geomorfológico do Triângulo Mineiro – Brasil. Disponível e acesso em: <<http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal8/Nuevastecnologias/Cartografiatematica/03.pdf>> Acesso em setembro de 2015.

RODRIGUES, J. P. S. A expansão urbana e as consequências para cabeceiras de drenagem: um estudo de caso nas nascentes do Córrego Vertente 1 – Uberaba – MG. In: VI Congresso Iberoamericano de Estudios Territoriales Y Ambientales (CIETA), 2014, São Paulo (SP). **Anais do VI Congresso Iberoamericano de Estudios Territoriales Y Ambientales (CIETA)**

RODRIGUES, J. P. S.; CAMPOS, C. A. A.. Análise ambiental na cabeceira do Córrego Vertente 1 - Uberaba (MG). In: XIII Encontro Regional de Geografia, 2014, Anápolis (GO). **Anais do XIII Encontro Regional de Geografia: Geografia e redefinições territoriais do Cerrado**. Goiânia: Kelps, 2014. p. 8.

RODRIGUES, J. P. S.; FERREIRA, I. M.. Algumas considerações acerca da importância de áreas verdes urbanas, o caso de Uberaba (MG). In: **Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes**, v. 02, p. 1-106, 2014.

\_\_\_\_\_. Análise da Bacia Hidrográfica como unidade de gestão e planejamento em áreas urbanas: o caso do Córrego das Lajes – Uberaba – MG. In: XIV ENP (Encontro Latino Americano de Pós Graduação – Ciência para um Planeta Urbano). **Anais do XIV ENP (Encontro Latino Americano de Pós Graduação – Ciência para um Planeta Urbano)**.

\_\_\_\_\_. Avaliação da qualidade ambiental urbana na Bacia Hidrográfica do Córrego das Lajes em Uberaba (MG), período de 1994 a 2014. In: II Seminário de Pesquisa, Pós-graduação e Inovação da Regional Catalão – Universidade Federal de Goiás, 2014 Catalão, (GO). **Anais do II Seminário de Pesquisa, Pós-graduação e Inovação da Regional Catalão – Universidade Federal de Goiás**.

\_\_\_\_\_. Considerações acerca da avaliação da qualidade ambiental urbana na bacia hidrográfica do Córrego das Lajes em Uberaba (MG) - 1994 a 2014. In: I Congresso de Pesquisa, Ensino e Extensão – Regional Catalão – CONPEEX – RC, 2014, Catalão (GO). **Anais do I Congresso de Pesquisa, Ensino e Extensão – Regional Catalão – CONPEEX – RC**

SANTOS, Milton. **A Natureza do Espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção**. 4. ed. 2. reimpr. - São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006. - (Coleção Milton Santos; 1)

SCHIER, R. A. **Trajetórias do conceito de paisagem na geografia**. R. RA'E GA, Curitiba, n. 7, p. 79-85, 2003. Editora UFPR.

SILVA, A. S. Solos urbanos. In: GUERRA, A. J. T. (Org.). **Geomorfologia urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

SOUZA, J. S. **Áreas de preservação permanente urbanas: mapeamento, diagnósticos, índices de qualidade ambiental e influência no escoamento superficial, estudo de caso: Bacia do Córrego das Lajes, Uberaba (MG)**. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia (MG)

STRAHLER, A.N. Hypsometric (area-altitude) analysis and erosional topography. **Geological Society of America Bulletin**, v. 63, p.1117-1142, 1952.

TUCCI, C. E. M.; MENDES, C. A. **Avaliação ambiental integrada de bacia hidrográfica**. Brasília: MMA, 2006.

TUCCI, C. E. M.; HESPANHOL, I.; NETTO, O. M. C. **Gestão da água no Brasil**. Brasília: UNESCO, 2001.

TRICART, J. **Ecodinâmica**, Rio de Janeiro IBGE/SUPREN, 1977.p. 91.

TROPPMAIR, Helmut; GALINA, Marcia Helena. **Geossistemas**. Mercator – Revista de Geografia da UFC. Fortaleza, v.5, n. 10, p. 79-88, 2006.

VIEIRA, V. T. CUNHA, S. B. Mudanças na rede de drenagem urbana de Teresópolis (Rio de Janeiro). In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. org. **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. 9 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.