

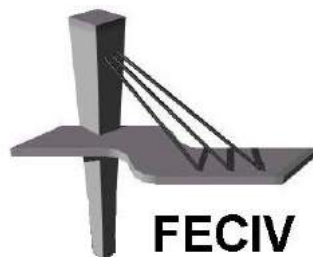
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Nº 088

**A REINSERÇÃO DOS CURSOS DE ÁGUA EM
ÁREAS URBANAS. ESTUDO DE CASO:
MICROBACIA DO CORRÉGO JATAÍ-
UBERLÂNDIA/MG.**

Elaine Saraiva Calderari

UBERLÂNDIA, JANEIRO/2012



FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL
Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL



Elaine Saraiva Calderari

**A REINSERÇÃO DOS CURSOS DE ÁGUA EM ÁREAS
URBANAS. ESTUDO DE CASO: MICROBACIA DO
CORRÉGO JATAÍ-UBERLÂNDIA/MG.**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia Civil da
Universidade Federal de Uberlândia, como parte dos
requisitos para a obtenção do título de **Mestre em
Engenharia Civil**.

Orientador(a): Profa. Dra. Ana Luiza Ferreira C. Maragno.

Uberlândia, Janeiro/2012.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL



ATA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO ACADÊMICO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

ATA Nº: 088/2011

CANDIDATA: Elaine Saraiva Calderari

ORIENTADORA: Prof.^a Dr.^a Ana Luiza Ferreira Campos Maragno

TÍTULO: "A reinserção dos cursos de água em áreas urbanas. Estudo de caso: microbacia do córrego Jataí – Uberlândia/MG"

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: Engenharia Urbana

LINHA DE PESQUISA: Planejamento e Infraestrutura Urbana

DATA DA DEFESA: 18 de janeiro de 2012

LOCAL: Sala de Projeção Prof. Celso Franco de Gouvea

HORÁRIO DE INÍCIO E TÉRMINO DA DEFESA: 9h14min - 12h30min

Após avaliação do documento escrito, da exposição oral e das respostas às arguições, os membros da Banca Examinadora decidem que a candidata foi:

APROVADA

REPROVADA

OBS: ACATAR A RECOMENDAÇÃO DOS MEMBROS DA BANCA, ATÉ 18/02/2012
EM RESPEITO A NORMA INTERNA PPGEC 02/04.

Na forma regulamentar, foi lavrada a presente ata que está assinada pelos membros da Banca:

Ana Luiza Maragno
Professora Orientadora: **Prof.^a Dr.^a Ana Luiza Ferreira Campos Maragno – FECIV/UFU**

Gilson Lameira de Lima
Membro externo: **Prof. Dr. Gilson Lameira de Lima – UFABC**

Marcio Ricardo Salla
Membro: **Prof. Dr. Marcio Ricardo Salla – FECIV/UFU**

Uberlândia, 18 de JANEIRO de 2012.

“As cidades falam, dizem-nos onde estamos e como podemos ir de um lugar para outro. Algumas falam com fluência, outras confundem. A facilidade ou a dificuldade de compreendê-las depende muito mais de suas formas, de possuírem configurações únicas, capazes de cunhar sua identidade”. (KOHLSDORF, 1996)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha mãe: única, singular e insubstituível na minha vida, pela sua luta e perseverança, pelo apoio e incentivo, pela força e dedicação em sempre estar ao meu lado em sua ajuda constante em realizar meus objetivos profissionais e pessoais. Por ela, tenho respeito e uma eterna gratidão;

Agradeço ao Anderson, meu grande companheiro, meu amor, meu sócio, meu colega, meu amigo, que auxiliou na materialização deste trabalho, com muito apoio, paciência e incentivo durante todas as suas etapas;

Agradeço a minha avó, que durante todos esses anos sempre me recebeu com um lindo sorriso e um carinhoso abraço. Não presente neste momento comigo, mas com certeza presente em meus pensamentos e no meu coração eternamente, fica aqui registrado o meu obrigado pelo carinho sempre constante em minha vida;

Agradeço aos meus mentores espirituais, sempre presente em minha vida, por meio da minha crença;

Agradeço a minha família, pai, irmãos, cunhadas, cunhado, sobrinhas, sogros, tios, tias, primas e primos pelo incentivo e apoio;

Agradeço a paciência de todos os meus amigos, que souberam entender e compreender a minha falta (que não foram poucas) em momentos tão importantes, em especial ao Geraldo, Maria de Lourdes, Júlio Cesar e Leonor;

Aos meus colegas e funcionários, em especial a Sueli, da Faculdade de Engenharia Civil, que contribuíram de forma direta e indireta para a realização deste trabalho;

Agradeço a todos os colegas da prefeitura universitária da UFU, principalmente ao Prof. Renato Pereira, ao Eng. Blaine Alves, ao Prof. Elisson Prieto e as arquitetas Gláucia, Flávia e Leonor, que souberam entender meus momentos de afastamento no trabalho;

Agradeço ao geógrafo e amigo Alfredo, por sua enorme paciência em me auxiliar na elaboração dos mapas em ArcGIS;

A minha orientadora, Prof. Dra. Ana Luiza Maragno, pelo apoio no desenvolvimento da dissertação. E ao Prof. Dr. Laerte Barruda, por seu significativo conhecimento e auxílio durante a elaboração deste trabalho;

A Prefeitura Municipal de Uberlândia pela disponibilidade de dados necessários, em especial a Secretaria de Planejamento Urbano, Secretaria do Meio-Ambiente e a Secretaria de Obras;

À Universidade Federal de Uberlândia e à Faculdade de Engenharia Civil, que forneceram o apoio necessário à realização da pesquisa.

Calderari, Elaine S. A reinserção dos cursos de água em áreas urbanas. Estudo de caso: microbacia do Córrego Jataí - Uberlândia/MG. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, 2012.

RESUMO

O objetivo principal deste trabalho foi promover a reinserção das águas urbanas no contexto do planejamento físico-territorial nas cidades, por meio do estudo da microbacia do córrego Jataí, na cidade de Uberlândia-MG, com a busca do reequilíbrio das águas com o meio urbano, promovendo a conectividade e o fortalecimento das relações físicas e ambientais entre homem/natureza. O estudo analisou os impactos ambientais gerados na microbacia com o processo de urbanização e as obras de infraestrutura realizadas no córrego e no entorno. Foram propostas as simulações de 4 (quatro) cenários e levantados os parâmetros hidrológicos na condição natural (anterior ao processo de urbanização), urbanização atual, urbanização completa e urbanização ideal. Para elaboração do cenário ideal, foram propostas diretrizes para intervenções urbanas preventivas e diretas, por meio da inserção de um desenho urbano ecológico e sustentável, com a inserção de parques e áreas verdes e a utilização de infraestruturas verdes, baseadas nos princípios de planejamento ambiental e estruturadas em um Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) da microbacia do córrego Jataí. Os resultados foram comparados e avaliados de forma integrada com a utilização de técnicas de sensoriamento remoto, e as diretrizes adotadas apresentaram um resultado positivo nas simulações hidrológicas, com o aumento significativo das taxas de permeabilidade, aumento no tempo de concentração e a diminuição dos picos de vazões, apresentando respectivamente nos cenários A, B, C e D, os seguintes valores: 2,81 m³/s, 19,70 m³/s, 51,24 m³/s e 15,15 m³/s. Assim entende-se que por meio do controle da taxa de permeabilidade considerando apenas as áreas destinadas ao uso público, são suficientes para promoverem efeitos significativos no controle do escoamento superficial direto e inundações, permitindo a minimização dos impactos ambientais.

Palavras-chave: Renaturalização – Córrego Jataí – Infraestrutura verde – Canalização ou Retificação – Sustentabilidade – Desenho urbano ecológico – Planejamento Ambiental – Sensoriamento remoto.

Calderari, Elaine S. The reinsertion of the watercourses in urban areas. Case study: the Stream watershed Jataí - Uberlândia/MG. MSc Dissertation, College of Civil Engineering, Federal University of Uberlândia, 2012.

ABSTRACT

The main objective of this work is to promote the reinsertion of urban water in the context of physical and territorial planning, in the cities, through the study of the watershed of Jataí stream in Uberlândia-MG. Pursuing the rebalancing of the waters with the urban environment, this work promote the connectivity and physical strengthening of the relations between man and environment / nature. The study analyzed the environmental impacts generated in the watershed with the process of urbanization and infrastructure works carried out in the stream and surrounding areas. Simulation of 4 (four) scenarios were proposed and hydrological parameters were raised in a natural conditions (before the urbanization process), as far as current urbanization, complete urbanization and ideal urbanization. To develop this ideal scenario, direct and preventive urban interventions were proposed, through the inclusion of an ecological and sustainable urban design, with the use of green infrastructure, such as parks and green areas, based on the principles of an environmental planning and structured in an Ecological-Economic Zoning (EEZ) of the watershed of Jataí stream. The results were compared and evaluated in an integrated manner, with the use of remote sensing techniques and the guidelines adopted showed a positive result in the hydrological simulations, with the significant increase in permeability, time of concentration and reduction of peak flows, showing, respectively, in the scenarios A, B, C and D the following values: 2,81 m³/s, 19,70 m³/s, 51,24 m³/s, and 15,15 m³/s. Thus, it is understood that, through the control of the permeation rates, considering only the areas of public use, such interventions are sufficient to promote significant effects on the control of direct runoff and flooding, allowing the minimization of environmental impacts.

Keywords: Renaturation - Stream Jataí - Green Infrastructure - Pipelines or Correction - Sustainability - Urban Design Eco - Environmental Planning - Remote Sensing.

SÍMBOLOS, ABREVIATURAS E SIGLAS

SÍMBOLOS

Km- Kilômetro

°C – Graus Celsius

°W.Gr. – West Greenwich

.DWG – drawing

α - coeficiente alfa

i-d-f – intensidade duração e frequência

C - coeficiente de escoamento superficial

h – altura

% - porcentagem

Q – vazão

ABREVIATURAS

h – hora

s - segundo

m – metros

ha – hectares

hab – habitantes

min. – minutos

mm- milímetros

m² - metros quadrados

m³ - metro cúbico

m³/s – metro cúbico por segundo

km² - quilômetro quadrado

km/h – Kilômetro por hora

n^o - número

s/d – sem data

SIGLAS

APP – Área de Preservação Permanente

CABC – Sistema automático de análise de bacias complexas

CCBE - Consórcio Capim Branco de Energia

CN – Número de chuva

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

ESEBA - Escola de Ensino Básico

ESTES - Escola Técnica de Saúde

FCTH – Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica

IBGE - Instituto de Geografia e Estatística

IGC - Instituto Geográfica e Cartográfica

MG – Minas Gerais

MMA - Ministério do Meio Ambiente

MNT - Simulação numérica de terreno

MP – Medida Provisória

PDI - Processamento digital de imagens de sensores remotos

PERH - Política Estadual de Recursos Hídricos

PMU – Prefeitura Municipal de Uberlândia

PNRH - Política Nacional de Recursos Hídricos

SC – Santa Catarina

SCS – Soil Conservation service

SEGRH - Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos

SIG- Sistema de informação geográfica

SNGRH - Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

SP – São Paulo

SRH - Secretaria de Recursos Hídricos

TR – Tempo de retorno

UFU – Universidade Federal de Uberlândia

UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

USP – Universidade de São Paulo

UTM - Unidade Transversa de Mercator

ZEE – Zoneamento Ecológico-Econômico

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
1.1 Apresentação.....	10
1.2 Objetivos.....	14
1.2.1 Objetivo geral.....	14
1.2.2 Objetivos específicos.....	14
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
2.1 A definição de paisagem urbana.....	17
2.2 O papel dos cursos de água na paisagem.....	18
2.3 Os efeitos do processo de urbanização nos recursos hídricos.....	21
2.4 Os processos de intervenções urbanas.....	27
2.5 Estudos de casos.....	41
2.5.1 Parque Linear do Ribeirão das Pedras – Campinas-SP.....	41
2.5.2 Bacia do Córrego Mineirinho – São Carlos-SP.....	51
2.5.3 Rio Cheong Cheon – Seoul.....	58
3. INFLUÊNCIA DO PROCESSO DE URBANIZAÇÃO NA⁶⁴ TRANSFORMAÇÃO DA PAISAGEM DOS CURSOS DE ÁGUA NA CIDADE DE UBERLÂNDIA-MG.....	64
3.1 Caracterização do município.....	64
3.2 O processo histórico de formação e estruturação.....	67
3.3 Legislações e projetos existentes.....	84
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	91
4.1 Características da área de estudo.....	91
4.2 Características da microbacia do córrego Jataí.....	94
4.2.1 Histórico.....	97
4.2.2 Clima.....	102

4.2.3 Solos.....	102
4.2.4 Vegetação.....	105
4.2.5 Uso e ocupação do solo.....	106
4.3 Base cartográfica.....	110
4.4 Cenários ambientais.....	111
4.5 . Estruturação do cenário ideal.....	113
4.5.1 Intervenções preventivas.....	115
4.5.2 Intervenções diretas.....	130
4.6 Simulações Hidrológicas.....	138
5. SIMULAÇÕES HIDROLÓGICAS E RESULTADOS.....	140
5.1 Zoneamento Ecológico Econômico.....	140
5.2 Parâmetros hidrológicos.....	145
5.2.1 Dados do córrego.....	145
5.2.2 CN (Numero da curva).....	145
5.2.3 Área impermeabilizada.....	157
5.2.4 Área diretamente conectada.....	165
5.2.5 Declividade Média.....	166
5.2.6 Tempo de concentração.....	170
5.2.7 Precipitação e de tempo de retorno.....	173
5.2.8 Amortecimento no córrego e no reservatório.....	174
5.3 Aplicação do modelo hidrológico.....	179
6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	185
6.1 Comparação dos resultados obtidos.....	185
6.2 Conclusões e recomendações.....	189
Referências Bibliográficas.....	192
Anexo A.....	200

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO

A urbanização consiste no processo pelo qual a população urbana cresce em proporção superior à população rural, sendo um fenômeno de concentração urbana e conseqüente crescimento e desenvolvimento das cidades.

A partir da segunda metade do século XX, a urbanização - considerada como parte do processo de modernização progressiva da sociedade, tanto em termos sociais como econômicos - passou a ser uma meta política que indicava o grau de inserção da sociedade no processo de industrialização e, sobretudo, na sociedade moderna (OJIMA, 2007).

O processo de urbanização inicia-se em busca da estruturação da cidade, legitimada pelo moderno discurso do poder público em consolidar o ambiente urbano, condicionando as mudanças realizadas no espaço físico, de acordo com as transformações do modo de produção capitalista.

Com a intensificação desse processo, a cidade passou por um crescimento populacional acelerado, por uma alta taxa de concentração de atividades econômicas e o extenso uso e ocupação do solo, promovendo o adensamento urbano, a sobrecarga nos sistemas de infraestrutura e serviços e a ocupação em áreas de riscos (mananciais, várzeas, fundo de vales, entre outros).

Em conseqüência da elevada concentração e a necessidade de expansão no território, a partir do final do século XX, surge uma cidade polinucleada, sem necessariamente apresentar continuidade física da mancha urbana, por meio dos deslocamentos populacionais e a constituição de espacialidades, onde o processo de redistribuição interna da população vem (re)definindo as áreas que compõem essas territorialidades em uma forma esparsa e fragmentada (OJIMA, 2007).

As novas áreas são ocupadas não apenas pela expulsão das camadas sociais mais empobrecidas para áreas periféricas como forma de segregação socioespacial, mas também pela generalização dessa dispersão para as demais camadas sociais sob uma nova orientação dos padrões de consumo (VILLAÇA, 2004; OJIMA, 2007).

O processo caracteriza-se pela transferência da população, de diversas classes sociais, para áreas cada vez maiores e distantes das aglomerações urbanas com um volume populacional cada vez menos extenso, sendo incentivado pela especulação imobiliária e pela indústria de meios de transporte, que encontraram nesta prática, a oportunidade de ampliação de seus métodos capitalistas, em busca da transação do lucro.

“A nova escala da urbanização produz impactos sobre o território e (*no*) assim chamado espaço ”natural” de forma distinta do período anterior. Antes o que tínhamos era a expansão de uma malha contínua a se espriar e estender a partir do que conhecíamos enquanto cidade sobre o espaço “natural”, hoje esta disseminação dá-sede forma difusa e segmentada sem que haja necessariamente uma continuidade e contigüidade física entre os aglomerados e emerge em diversos pontos e manchas” (LIMONAD, 2005).

No entanto, a configuração espacial dispersa promove um elevado investimento para a cobertura dos serviços públicos (segurança, educação, saúde, etc.) e infraestrutura urbana (sistema de transportes, viário, abastecimento de água, esgoto, energia, etc.). Como também, o agravamento dos conflitos sociais por meio do aumento da segregação socioespacial; o maior consumo de recursos naturais (água, energia elétrica e combustível fóssil); o crescimento da demanda por transporte automotivo individual para percorrer longas distâncias, além de congestionamentos, maior consumo do tempo médio das viagens diárias e o aumento na emissão de poluentes; entre outros (ROGERS et al., 2001).

Esse complexo processo de urbanização, juntamente com a falta ou ineficiência de um planejamento urbano eficaz e contínuo em longo prazo, contribuiu para que o crescimento e a expansão da cidade fossem constituídos de maneira acelerada e desordenados, promovendo a alteração das configurações formais e funcionais do meio urbano (forma

urbana¹ e estrutura física²), além de um intenso processo de degradação ambiental por meio do desequilíbrio dos ecossistemas e a descaracterização da paisagem natural.

Segundo Seabra (1991) *apud* Lima (2000), a degradação ambiental compreende impactos no solo, no ar, na água e na vegetação, gerando problemas que não só estão inter-relacionados, como há uma sinergia entre eles, provocando um efeito em cadeia. Sendo assim, os efeitos provocados pela alteração das características físicas, químicas e biológicas de uma determinada área, também refletem em seu potencial socioeconômico para a cidade.

Um dos principais impactos ambientais identificados pelo processo de urbanização é a ocupação inadequada nas áreas marginais aos cursos da água, por meio da modificação da paisagem natural, com a devastação da vegetação nativa, a impermeabilização do solo e a canalização/retificação dos córregos, provocando alterações no ciclo ecológico (processos físicos, químicos e biológicos) existente no local.

As modificações nessas áreas podem promover a perda das matas ciliares, a progressiva erosão do solo com o decorrente assoreamento dos cursos da água, a contaminação das águas superficiais e subterrâneas, a destruição do habitat de inúmeras espécies e a eliminação de superfícies de drenagem natural, o aumento do pico de vazão, o aumento do nível do escoamento superficial e inundações com prejuízos materiais e sociais, por meio da perda de recursos de valor paisagístico e o desperdício de áreas de lazer em potencial (SILVA; JUNQUEIRA, 2007).

“As decisões quanto ao ambiente construído, tomadas em um passado irrevogável constroem o presente, e nem sempre podem ser facilmente revertidas. E o mais grave, essas decisões correntes são marcadas pelas incertezas quanto ao seu impacto futuro (...). Ademais, essas mudanças podem, muitas vezes, implicar fenômenos não antecipados” (SMOLKA, 1996).

¹ O conceito de forma urbana como o produto das relações estabelecidas pelo homem, e como um dos instrumentos de controle climático para obter condições de conforto e salubridade do espaço citadino.

² Estrutura física é um conjunto de elementos estruturais que enquadram e suportam os sistemas de infraestrutura urbana como: abastecimento de água, esgoto, drenagem pluvial, comunicações, transportes e sistema viário, energia, áreas públicas, entre outros.

Diante desse cenário, o objetivo principal deste estudo foi estabelecer uma nova abordagem para os cursos da água, no sentido de recuperá-los e reinseri-los como elementos referenciais na paisagem urbana. Para isto, torna-se necessária a elaboração de diferentes intervenções preventivas e diretas de planejamento urbano e ambiental, por meio de intervenções urbanas que considerem os aspectos ambientais, estéticos e sociais, de acordo com a destinação que se pretende dar à área, permitindo a minimização dos impactos e um novo equilíbrio ecológico.

“Em algumas cidades, as iniciativas de requalificação urbana têm dirigido esforços no sentido de recuperar o potencial dos rios enquanto espaços livres públicos, e desta forma sua inserção paisagística prevê áreas de acesso de pedestres, jardins públicos e equipamentos culturais, além da recuperação ambiental” (COSTA, 2002).

As propostas deverão contribuir para a construção de paisagens representativas de valores culturais e ambientais. Essa transformação “trata a dimensão físico-ambiental da cidade, enquanto conjunto de sistemas físico-espaciais e sistemas de atividades que interagem com a população através de suas vivências, percepções e ações cotidianas” (DEL RIO, 1990).

No entanto, vale destacar que uma intervenção não significa a volta a uma paisagem original não influenciada pelo homem, mas corresponde ao desenvolvimento planejado e sustentável dos rios/córregos e da paisagem em conformidade com as necessidades e conhecimentos contemporâneos.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo principal deste trabalho foi promover a reinserção das águas urbanas no contexto do planejamento físico-territorial nas cidades, por meio do estudo da microbacia do córrego Jataí, na cidade de Uberlândia-MG.

A estratégia foi elaborar um zoneamento ecológico da paisagem na microbacia, por meio do ordenamento territorial, incorporando a estrutura e os processos que ocorrem na paisagem. Esse zoneamento parte do princípio da inserção de infraestruturas urbanas, projetadas com preocupações e finalidades urbanísticas, além de critérios funcionais e estéticos, por meio de soluções naturais de drenagem urbana, ampliando as condições de permeabilidade e escoamento das águas pluviais no solo.

Os resultados deste trabalho em conjunto com outros já desenvolvidos e em desenvolvimento, poderão ser implementados por meio de um Plano Diretor de Águas Pluviais (ou como alguns denominam de Drenagem Urbana) ou inseridas no Plano Diretor Urbano da cidade de Uberlândia-MG, resultando num espaço organizado e de qualidade físico-ambiental permitindo a convivência harmônica da paisagem natural com a paisagem construída.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Com a realização desta pesquisa foram atingidos os seguintes objetivos específicos:

- Entender a concepção da paisagem urbana e as suas modificações com o crescimento das cidades, assim como o papel dos cursos de água neste contexto, por meio da revisão bibliográfica sobre as principais teorias contemporâneas. Foram estudadas a dinâmica do processo natural na formação da paisagem urbana e a importância da construção de valores ambientais, culturais, paisagísticos e estéticos destas paisagens, destacando o papel dos cursos de água como elemento estruturador do desenvolvimento urbano;
- Realizar estudos de casos onde foram identificados os efeitos provocados pelas alterações dos recursos hídricos com a intensificação do processo de urbanização e que apresentam propostas e soluções de intervenções físicas e ambientais;

- Compreender o processo de desenvolvimento urbano nas áreas marginais ao longo dos cursos de água na cidade de Uberlândia-MG, por meio da análise do processo histórico de formação e estruturação do espaço urbano. E entender os fatores que influenciaram e contribuíram na transformação da paisagem, determinando os lugares e elementos que a compõem;
- Levantamento de dados e mapeamento de informações, junto a Prefeitura Municipal, Institutos e Faculdades, entre outros, dos aspectos socioeconômicos, culturais, demográficos, uso e ocupação do solo, infraestrutura e físico-ambientais (vegetação, geológicos, geomorfológicos, hidrológicos, climáticos, pluviométricos, entre outros); avaliação da legislação, de planos e projetos existentes, e em desenvolvimento, que tenham alguma interface com o sistema de drenagem urbana;
- Elaboração de base cartográfica por meio de mapas cedidos pela prefeitura municipal, adaptados no programa AutoCAD e georreferenciados no programa ArcGIS para proporcionar a criação de dados espaciais integrados a serem analisados;
- Elaboração de cenários ambientais com a condição natural (anterior ao processo de urbanização) - Cenário A, urbanização atual – Cenário B, urbanização crítico – Cenário C e urbanização ideal – Cenário D, por meio de um conjunto de dados: comparados, sobrepostos e avaliados de maneira integrada;
- Elaboração de um cenário ideal, com um desenho urbano ecológico e sustentável com diferentes intervenções urbanas preventivas e direta, baseadas nos princípios de planejamento ambiental e estruturadas em um Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) da microbacia do córrego Jataí;
- Levantamento de parâmetros hidrológicos em cada cenário, como as dimensões da micro bacia, o comprimento do córrego, CN (número da curva), a área diretamente conectada, a área impermeabilizada, o tempo de concentração, a declividade média, a precipitação média, o tempo de retorno e o amortecimento no córrego e no reservatório existente;
- Elaboração de simulações hidrológicas em cada cenário, com a utilização do programa “Cabc” – Sistema Automático de análise de Bacias Complexas, versão 7.3, desenvolvido pela Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica (FCTH), da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo;

- Comparação e análise dos resultados alcançados em cada cenário, avaliando-os positivamente ou negativamente.

CAPÍTULO 2

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A DEFINIÇÃO DE PAISAGEM URBANA

A intensificação do processo de urbanização ocorrido no final do século XIX alterou completamente a relação entre a cidade (meio físico) e o meio ambiente (meio biótico), e conduziu ao processo contínuo de modificações na qualidade do ambiente e da paisagem. Sendo assim, a paisagem adquiriu um importante papel nas relações e transformações entre o sistema da natureza e os processos de desenho urbano.

É importante salientar que o termo paisagem designa uma construção artificial, sendo um espaço criado e estruturado com os elementos naturais existentes e não como um espaço com uma natureza intacta e intocável. Segundo Macedo (1999), é possível considerar a paisagem como um produto e como um sistema.

“Como um produto porque resulta de um processo social de ocupação e gestão de um determinado território. Como um sistema, na medida em que, a partir de qualquer ação sobre ela impressa, com certeza haverá uma reação correspondente, que equivale ao surgimento de uma alteração morfológica parcial ou total” (MACEDO, 1999).

Macedo (1999) considera que a paisagem urbana é constituída “pelo relevo, pelas águas, construções, estradas, formas de propriedade do solo, ações humanas decorrentes (como plantios e edificações) e, finalmente, pelo comportamento (individual e coletivo) dos seres humanos”. Outros autores, como Franco (1997), determinou que a paisagem seja entendida como um sistema ecológico onde a topografia, o tipo de solos, a vegetação, a fauna, o clima e também as intervenções antrópicas são elementos fundamentais. Essa classificação deve estar correlacionada com a geologia, a geomorfologia e o clima, sendo que as

diferentes partes desse sistema de paisagem constituem as unidades de paisagem que estão mais relacionadas com a escala de percepção humana.

Assim, a paisagem urbana é considerada como “um todo constituído de elementos que se relacionam entre si de tal forma que a alteração de um elemento ou de uma relação altera todos os demais elementos e todas as demais relações” (FRANCO, 1997).

Os elementos construídos e/ou modificados somam-se à presença de outros de ordem biótica: recursos naturais renováveis e não renováveis, águas (superficiais e subterrâneas), solos (formação rochosa e mineral), ar, energia solar, fauna e flora. Tais elementos estruturam, ao mesmo tempo, o ambiente e a paisagem. E se associados aos elementos urbanos, configuram o ambiente urbano ou a paisagem urbana. Em ambos os casos, são estruturas distintas, mas interligadas entre si.

Para Porath (2004), o importante é destacar que a paisagem é dinâmica, ou seja, de evolução constante. Cada vez que a sociedade passa por um processo de mudança, o espaço e a paisagem se transformam para adaptar-se às novas necessidades. Tais alterações são apenas parciais, pois alguns elementos não mudam e permanecem como testemunhas do passado, ou mesmo são flexíveis e se adaptam às novas situações, e assim, a paisagem representa uma acumulação de tempos.

Para a autora, as inter-relações entre as populações e o meio ambiente nas cidades criam e modificam as paisagens urbanas e, sendo assim, também é possível considerá-las como paisagens culturais, pois são apropriadas e transformadas pela ação do homem e possuem diferentes significados para aqueles que “a fizeram, a alteraram, a mantiveram, (e) a visitaram (...)”

2.2 O PAPEL DOS CURSOS DE ÁGUA NA PAISAGEM

Na maioria das cidades, o processo de urbanização encontra-se relacionado às margens de rios, córregos, baias e/ou beira-mar, com a consolidação de uma conexão entre a forma, o uso e a cultura de cada lugar. As transformações dos recursos hídricos por meio de padrões de desenho, uso e desenvolvimento urbano, desempenharam um elemento fundamental na estruturação das paisagens, por meio da modificação das paisagens fluviais em paisagens urbanas (COSTA, 2006).

A relação que se estabeleceu entre a urbanização e os recursos hídricos basearam-se num modelo técnico e gerencial de exploração extensiva, expresso nas relações espaciais e ambientais da cidade com suas águas, e passaram a negar os rios/córregos, iniciando-se uma ruptura progressiva entre o homem e esses elementos naturais, conforme apresentado nas Figuras 01 e 02, com a modificação do trajeto do Rio Tietê, na cidade de São Paulo-SP, por meio da intensificação do processo de urbanização (MELLO, 2010).



FIGURA 01 – Modificações na morfologia natural, em vermelho e atual traçado, em azul, do Rio Tietê na cidade de São Paulo-SP.
FONTE: MELLO (2010).



FIGURA 02 – Modificações das margens, durante o processo de urbanização (antes, durante e atual), do Rio Tietê na cidade de São Paulo-SP.
FONTE: MELLO (2010).

Segundo Vital (2003), sob o ponto de vista ambiental, as margens dos rios, córregos, entre outros, são locais singulares onde, devido à interface entre terra, água, ar e sol, algumas das mais produtivas associações de espécies vegetais podem ser encontradas. Muitas destas margens, com sua vegetação ciliar são os principais habitats de diversas espécies da fauna e flora e desta forma, os rios configuram-se em verdadeiros corredores biológicos por

aonde a natureza chega e pulsa no tecido urbano e que promove a conexão do meio natural e do meio urbano.

Os processos de fragmentação dessas áreas causam ruptura na continuidade dos ecossistemas naturais, gerando dois efeitos distintos e inter-relacionados: diminuição da área e redução da conectividade entre eles, com o rompimento dos fluxos entre os elementos bióticos (PELLEGRINO, 2006).

Sendo assim, a compreensão dos cursos de água, como formação da paisagem urbana e sua importância na construção de valores ambientais, paisagísticos, culturais e sociais avançam na idéia de uma peça de saneamento e drenagem imposta durante o processo de estruturação urbana.

O papel social das paisagens fluviais é tão importante que, mesmo poluídos ou degradados, grandes ou pequenos, são utilizados para fins cerimoniais, circulação, comércio, ou mesmo recreação e lazer, por que a água, além de ser fonte de vida e conforto, é também símbolo de poder e de renascimento (COSTA, 2006).

A autora ainda defende que a inserção paisagística dos elementos hídricos no âmago das cidades é fundamental como experiência da paisagem, articulando questões ambientais, estéticas e culturais. A construção destas paisagens, representativas de valores ambientais e culturais, leva em consideração as diretrizes paisagísticas, dentre elas, o desejável acesso ao rio e ao longo de suas margens, enfatizando o sentido de continuidade, aliado à possibilidade de, periodicamente, cruzar suas margens.

Segundo Pellegrino (2006), ainda dentro do valor paisagístico, a idéia de permeabilidade visual urbana às águas do rio, com suas indispensáveis áreas de acesso e de contato físico, nos quais as pessoas podem tocar a água em distintas atividades e múltiplas possibilidades de lazer, implicam na integração de valores ecológicos e utilitários com as pressões de uso pela população e na recuperação de paisagens degradadas, apontando para o uso e apropriação humana das paisagens como um dos instrumentos de conservação dos líquidos e sólidos limites e bordas fluviais urbanos.

Os processos de planejamento e projeto que associam aos rios urbanos os valores ambientais, paisagísticos, culturais e sociais na construção da paisagem urbana

estabelecem o fortalecimento da identidade da cidade e conseqüentemente da requalificação de sua dinâmica urbana.

2.3 OS EFEITOS DO PROCESSO DE URBANIZAÇÃO NOS RECURSOS HÍDRICOS

De acordo com Vital (2003) e Porath (2004), ilustrado na Figura 03, as margens dos cursos de água “abrangem um extenso e completo sistema de inter-relações com o meio em que se inserem”, já que funcionam como um dreno natural, pois uma parte da água das chuvas escoam imediatamente para essas regiões e por elas atinge os rios e posteriormente os mares e outra parte infiltra-se no solo e por percolação ou por drenagem, alcançam o mesmo destino. Além disso, as “matas galerias ao longo desse rio/córrego são extremamente importantes na manutenção da heterogeneidade espacial e no fluxo de matéria orgânica para estes sistemas”, pois possuem a função de evitar a contaminação do ecossistema aquático, manter a integridade das de suas margens e contribuir para a manutenção da temperatura da água e para condição climática local (TUNDISI et al. (1999) *apud* VITAL, 2003).

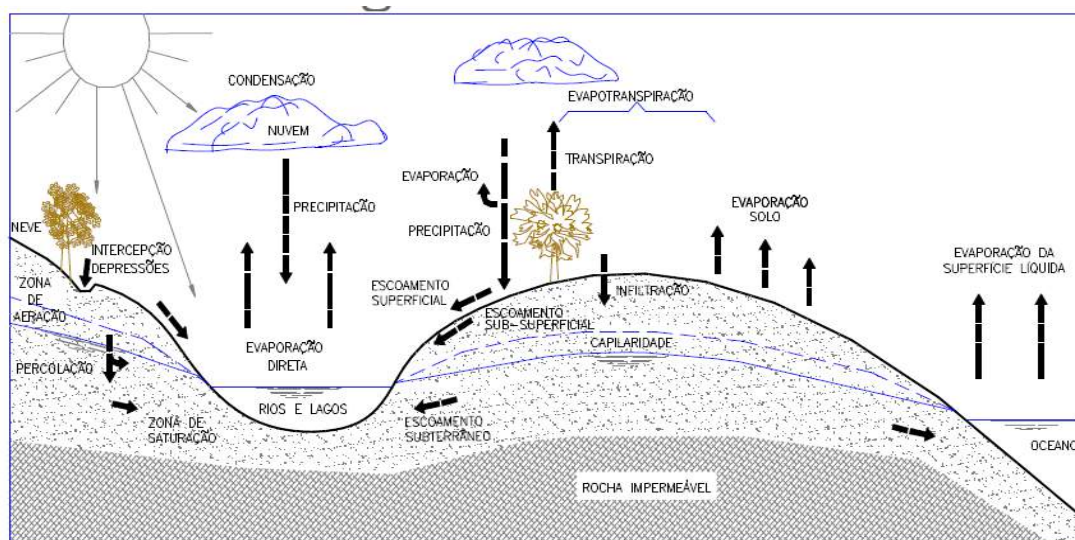


FIGURA 03 – Ciclo hidrológico natural.
FONTE: PORATH (2004).

Além da importância no ciclo ecológico, outros autores descrevem sobre a importância da visibilidade das paisagens dos rios urbanos como uma estratégia para promover consciência e responsabilidade ambiental. Em outras palavras, os projetos para os rios devem reconhecer e considerar a multiplicidade de valores e significados que são atribuídos a eles e tomar estas paisagens visíveis. O papel dos rios, enquanto corredor

biológico, também vem sendo destacado em diversos estudos sobre os valores dos mesmos, que há muito vem defendendo a necessidade de sua preservação.

De acordo com Tucci (2005), os conflitos entre os processos fluviais e os processos de urbanização, de um modo geral enfrentado por meio dos rios/córregos, provocam alterações na drenagem das águas pluviais, sendo as enchentes urbanas um dos mais significativos impactos ambientais sobre a cidade.

As enchentes das várzeas ribeirinhas ocorrem principalmente pelo processo natural no qual o rio ocupa o seu leito maior, conforme apresentando na Figura 04, no qual a dimensão varia de acordo com os eventos chuvosos extremos e com o tempo de retorno variável e ocorrem normalmente em bacias grandes, decorrentes de processos naturais. O solo edificado ganha maior impermeabilização com a ocupação urbana e a água que outrora facilmente infiltrava, passa a escoar ganhando também mais velocidade, conforme demonstrado na Figura 05 (TUCCI, 2005).

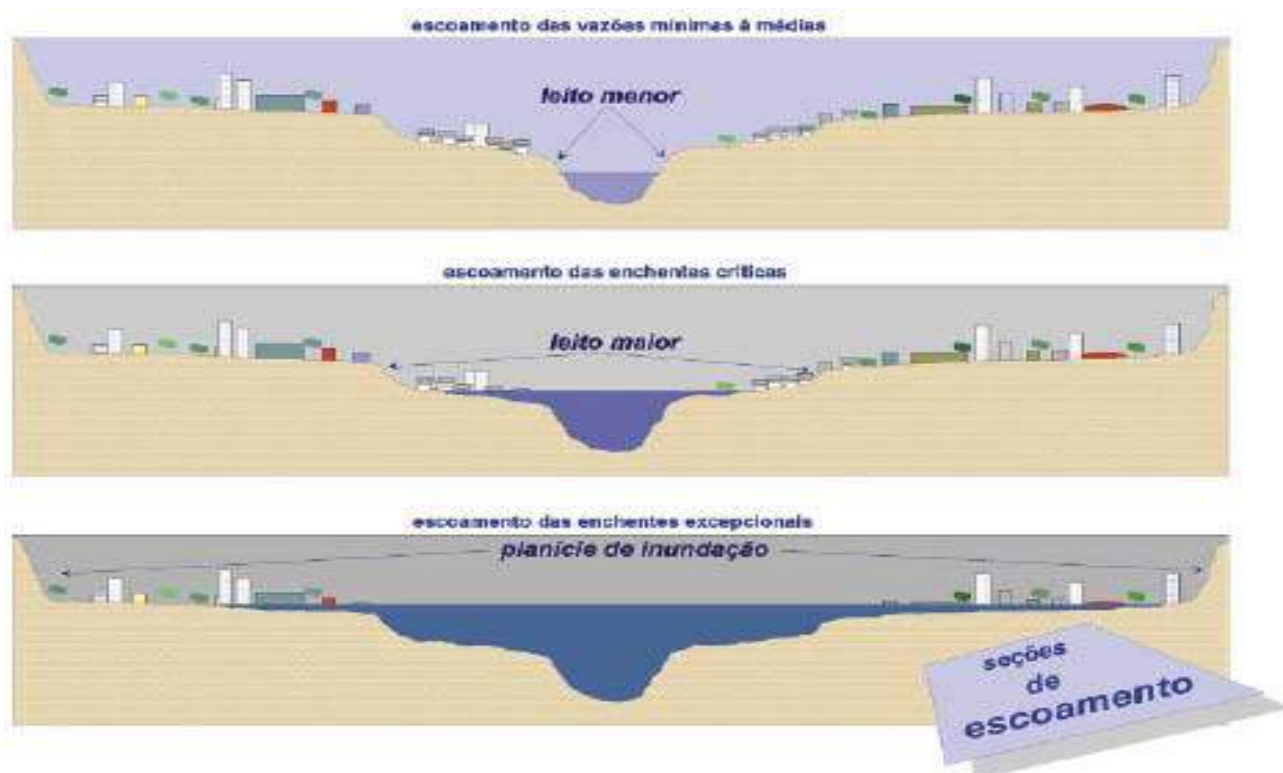


FIGURA 04 – Esquema de seções de escoamento.
FONTE: SEMADS, 2001.

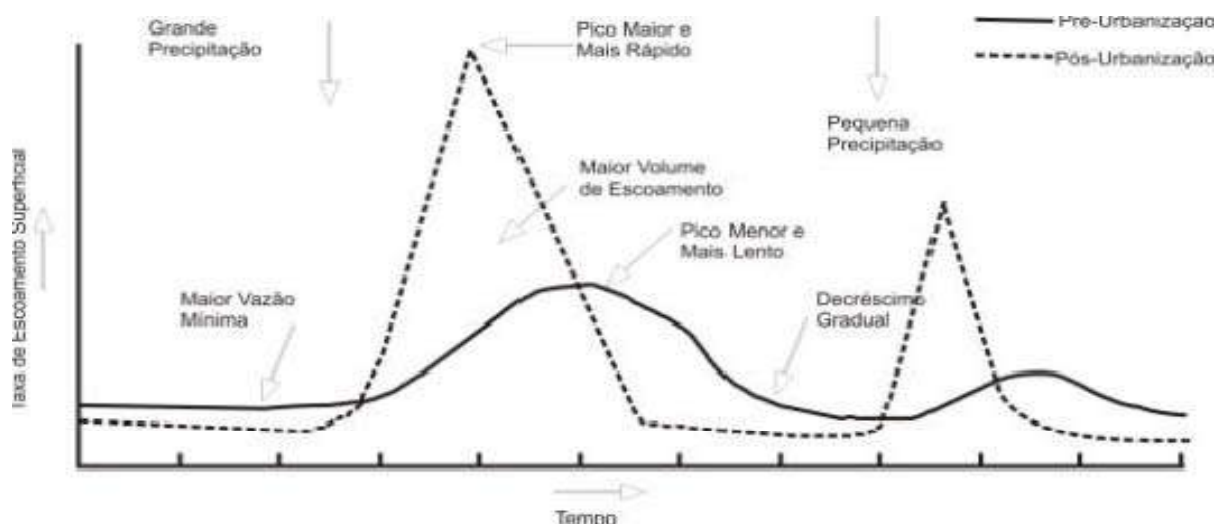


FIGURA 05 – Escoamento superficial na pré e pós-urbanização.
 FONTE: PORATH (2004).

A busca pela ideologia de uma cidade progressista, por meio de um processo de urbanização de forma ilimitada, gerou a sua estruturação física baseada na implantação de infraestruturas urbanas³. Essas estruturas foram consideradas como equipamentos potencialmente importantes para configurar os elementos de estruturação, qualificação e representação do espaço urbano, além de viabilizarem o funcionamento da cidade e conferirem atributos funcionais aos lugares a que servem (BRAGA, 2006).

Os elevados investimentos em soluções e execuções imediatas são percebidos durante todo o processo histórico de qualquer cidade, sejam na forma de propostas em planos urbanísticos, ou como intervenções diretas no tecido urbano. No entanto, suas implantações visavam a uma intervenção local, ignorando a escala territorial⁴, promovendo um tecido urbano desarticulado e desconectado, promovendo o desequilíbrio ambiental com a falta de uma percepção integrada com desenvolvimento da cidade.

Além disso, o investimento desigual promoveu um grande contraste de qualidade entre as áreas centrais e a periférica, além de um desenho do traçado urbano, que desde sua formação, colocou em evidência o desenvolvimento da cidade com drásticas alterações na

³ Segundo Mesquita (2006), entende-se como infraestrutura urbana, o sistema técnico de equipamentos e serviços necessários ao desenvolvimento das funções urbanas, sendo composto por subsistemas: Viário; Drenagem Pluvial; Abastecimento de Água; Esgotos Sanitários; Energético e Comunicações.

⁴ Para Lamas (1992), a divisão do meio urbano em partes promove o estudo da articulação destes entre si e o conjunto de elementos morfológicos que definem os lugares que constituem o espaço urbano. O autor propõe a divisão em três escalas urbanas: a escala setorial (a escala da rua), a escala urbana (a escala do bairro) e a escala territorial (a escala da cidade).

estrutura ambiental (VITAL, 2003). Na Tabela 01 e Figura 06 são apresentados por Braga (2006), os principais impactos ambientais sofridos diretamente em cada elemento do meio ambiente e no ciclo hidrológico, conseqüentes do processo de urbanização tradicional.

Tabela 01 – Impactos ambientais da urbanização tradicional.

ELEMENTOS NO MEIO	PRINCIPAIS PROCESSOS
SOLO	IMPERMEABILIZAÇÃO ENCHENTES EROSÃO
RELEVO	MOVIMENTOS DE MASSA SUBSIDÊNCIA
HIDROGRAFIA	DESREGULAÇÃO DO CICLO HIDROLÓGICO ENCHENTES POLUIÇÃO DOS MANANCIAIS CONTAMINAÇÃO DOS AQUÍFEROS
AR	POLUIÇÃO (PRINCIPAIS POLUENTES: SO ₂ , CO ₂ , CO, MATERIAL PARTICULADO)
CLIMA	EFEITO ESTUFA ILHAS DE CALOR DESUMIDIFICAÇÃO
VEGETAÇÃO	DESMATAMENTO REDUÇÃO DA DIVERSIDADE PLANTIO DE ESPÉCIES INADEQUADAS
FAUNA	REDUÇÃO DA DIVERSIDADE PROLIFERAÇÃO DE FAUNA URBANA ZONÓSES
HOMEM	ESTRESSE DOENÇAS URBANAS (INFECCIOSAS, DEGENERATIVAS, MENTAIS) VIOLÊNCIA URBANA

FONTE: BRAGA (2006).

Segundo Tucci (2005), essas alterações proporcionam uma série de alterações na dinâmica urbana, sendo destacados como principais: o desmatamento devido a ocupação dos terrenos marginais aos recursos hídricos, com a destruição da mata ciliar e a impermeabilização do solo, no qual contribuiu para agravar os problemas de drenagem, de assoreamento dos mananciais e de inundações; a própria impermeabilização extensiva do solo, que impede a infiltração da água da chuva e o aumento da velocidade da água que alcança os cursos de água já sem a mata ciliar, retificados e canalizados; alteração na qualidade da água, tanto superficial quanto subterrânea, pelo aporte de dejetos orgânicos e inorgânicos direta ou indiretamente decorrentes das atividades humanas, entre outros.

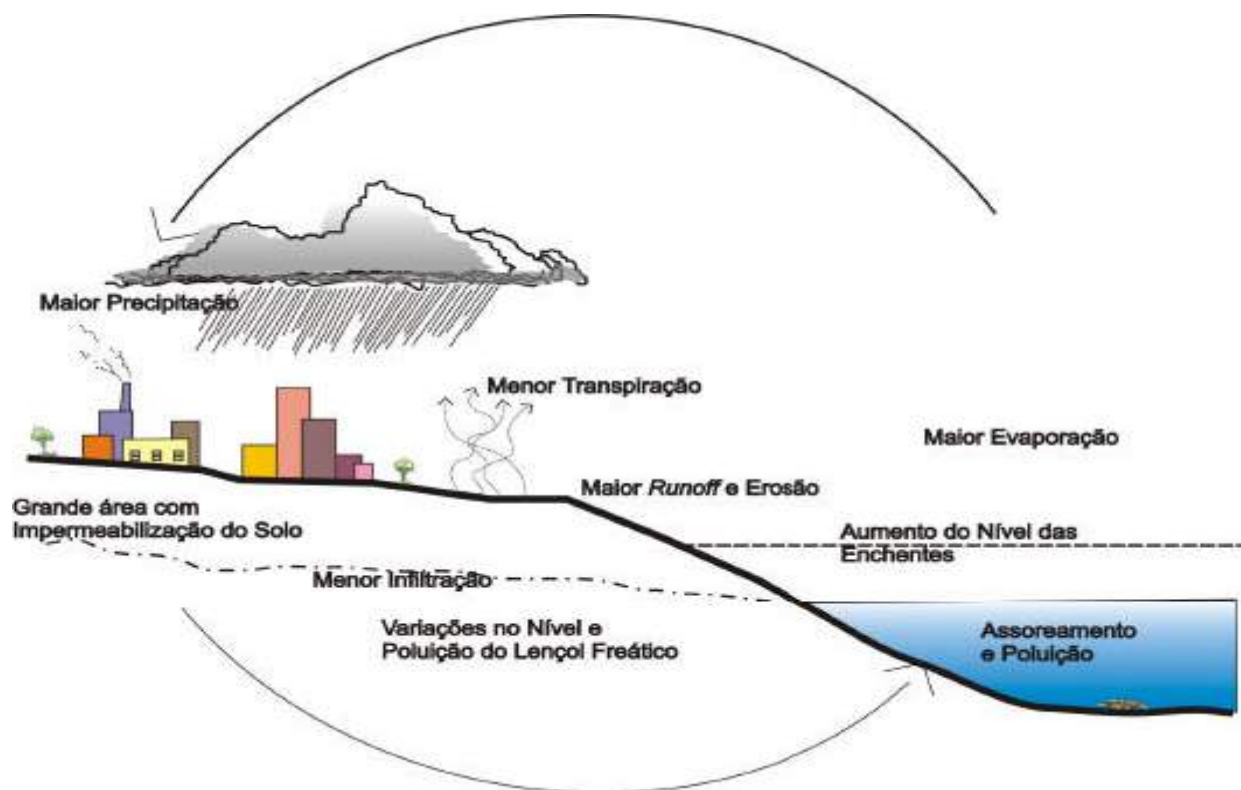


FIGURA 06 – Ciclo hidrológico em áreas urbanizadas.
FONTE: BRAGA (2006).

Neste contexto, os recursos hídricos sempre estiveram em destaque, sendo essenciais na estruturação e construção das paisagens urbanas e na consolidação de uma conexão entre forma e uso culturalmente exclusiva. Em ênfase, os rios e córregos geralmente são considerados como as espinhas dorsais das cidades, que se desenvolvem e estruturam o tecido urbano que lhes é adjacente, tornando-se muitas vezes eixos de desenvolvimento do desenho da cidade, onde limitam o crescimento, delimitam a configuração urbana e, em alguns casos, servem como divisa de municípios (COSTA, 2006).

No entanto, o processo de urbanização tem dado pouca, quando nenhuma relevância aos recursos hídricos, privilegiando soluções tecnológicas ou formais que não contribuem para uma integração entre espaços urbanos e ecossistemas nos quais estão inseridos.

Aliado a isso, os poderes públicos, por meio de uma gestão inadequada, preferem adotar medidas desnecessárias, custosas e ineficientes como fórmulas “mágicas” capazes de resolver os mais diversos problemas, que são falsamente atribuídos aos cursos de água urbanos. Um dos principais exemplos são as obras e “políticas” equivocadas de impermeabilização do solo urbano, de canalização de córregos e retificação de canais

urbanos como medidas urgentes para resolução rápida, fácil e definitiva das enchentes, mau cheiro, desbarrancamentos, proliferação de insetos e doenças, bem como outros efeitos da má conservação, proteção e preservação do meio ambiente.

As principais modificações das características hidráulicas das calhas decorrem das obras de canalização. Esta regra geral envolve retificações, ampliações de seções e revestimentos de leito ou, ainda, as substituições das depressões e dos pequenos leitos naturais por galerias. Os canais artificiais oferecem menor resistência ao escoamento e, conseqüentemente, maior velocidade, o que resulta num efeito de redução dos tempos de concentração das bacias (POMPÊO, 2000; TUCCI, 2005).

Essas medidas têm uma grande repercussão na paisagem urbana. Segundo Spirn (1995), se exclue os grandes rios, os córregos e cursos de água da paisagem anterior à urbanização, e assim estão desaparecendo dos mapas contemporâneos. Cobertos e esquecidos, antigos cursos de água correm através da cidade, enterrados sob o solo em grandes tubulações. “Enfocados, de um modo geral, como um problema de drenagem urbana, como fundos de lote ou como local de despejos, os rios têm sido pouco considerados como elementos enriquecedores na construção da paisagem urbana” (COSTA, 2002).

No entanto, a retificação dos rios/córregos ou o revestimento de seu leito vivo com calhas de concreto e substituição de suas margens vegetadas por vias asfaltadas, como alternativa de projeto para sua inserção na paisagem urbana na busca do controle das enchentes urbanas, são muito criticados não só pela fragilidade sócio-ambiental no resultado final do projeto, como também pela pouca eficiência no controle destas mesmas enchentes.

De acordo com Braga (2006), a fim de concretizar esta potencialidade, essas infraestruturas deveriam ser projetadas com preocupações e finalidades urbanísticas, que incorporem critérios que vão além dos funcionais e específicos dos seus respectivos sistemas. A investigação de critérios urbanísticos que pautem o projeto das infraestruturas como arquitetura urbana é do ponto de vista do urbanismo contemporâneo uma das soluções para amenizar os impactos causados por essas estruturas.

Segundo Pellegrino (2006), a idéia é elaborar infraestruturas conectadas com espaços livres, no qual são agregados corredores verdes urbanos (*Greenways*), alagados construídos (*constructed wetlands*), parques (*parkways*), reflorestamentos de encostas e ruas verdes,

além da definição de índices e parâmetros sustentáveis nas áreas urbanizadas, entre outras intervenções de baixo impacto, incorporando melhores práticas de manejo das águas, com a intenção de fornecer importantes contribuições para um desenho ecologicamente mais eficiente nas cidades.

2.4 OS PROCESSOS DE INTERVENÇÕES URBANAS

Segundo Portas (1986) *apud* Attux (2001), as intervenções urbanas podem ser definidas como um conjunto de programas e projetos públicos ou iniciativas privadas que incidem sobre os tecidos urbanizados dos aglomerados antigos ou recentes, com a finalidade de reestruturar ou revitalizar atividades e redes de serviços, recuperar ou reabilitar (edificações e espaços públicos), requalificar por meio da preservação, conservação e recuperação dos recursos naturais e reapropriar socialmente e culturalmente grupos sociais que habitam ou trabalham em tais estruturas, relações de propriedade e troca, atuações no âmbito da segurança social, educação, tempos livres, entre outros. Historicamente podem ser classificados em três períodos distintos: embelezamento urbano, renovação urbana e revitalização urbana.

Os planos de melhoramentos e embelezamentos, realizados durante o século XIX e início do século XX, substituíram a forma urbana medieval (e colonial, no caso do Brasil). O conceito estava baseado na implantação de um novo padrão de estética urbana, onde a beleza e os melhoramentos técnicos em infraestrutura representavam não só a ascensão da burguesia no espaço urbano, mas também o impacto segregador na instauração da modernidade (SIMÕES JR, 1994).

São exemplos, os projetos das cidades de Versalhes, de Washington, de Paris e do Rio de Janeiro. A intervenção realizada em Paris (ver Figuras 07 e 08), sob o comando do barão Eugène Haussmann, foi o primeiro projeto de adaptação urbana deste período. O objetivo do projeto de Haussmann foi enobrecer o novo ambiente urbano com os instrumentos urbanísticos tradicionais: a busca da regularidade, a escolha de um edifício monumental antigo ou moderno como referência de cada nova rua, a obrigação de manter uniforme a arquitetura das fachadas nas praças e nas ruas mais importantes com a ruptura do sistema viário existente, modificaram por completo a fisionomia da capital francesa.



FIGURA 07 – Cidade de Paris – Anterior aos trabalhos de Haussmann, 1853.
 FONTE: BENEVOLO (1997).

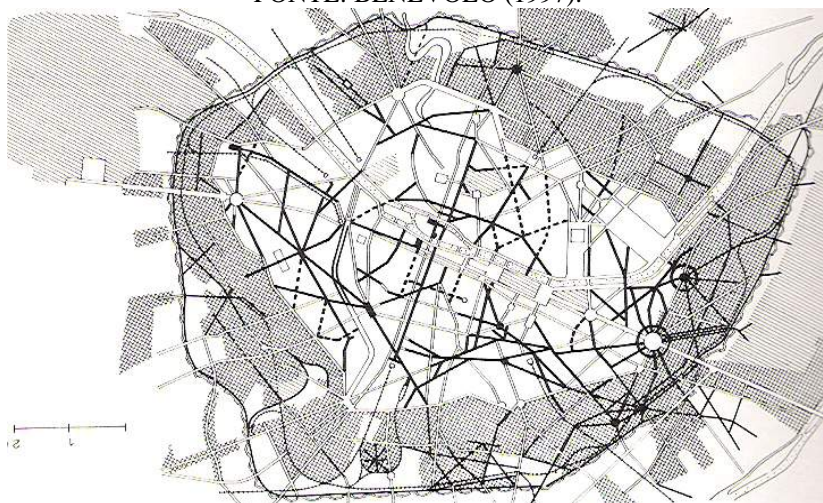


FIGURA 08 – Plano de Paris – Em destaque negrito as intervenções no tecido urbano propostas por Haussmann.
 FONTE: BENEVOLO (1997).

O período de renovação urbana (“*urban renewal*”) surge em 1929 nos EUA, relacionada a uma política de substituição de habitações precárias existentes nas cidades norte-americanas. A cidade de Boston é um dos exemplos deste período e nas Figuras 09 e 10 são apresentados um fragmento do espaço urbano com moradias irregulares e traçado urbano desordenado, que após a implantação do plano de renovação urbana transformou-se em grande centro de negócios.

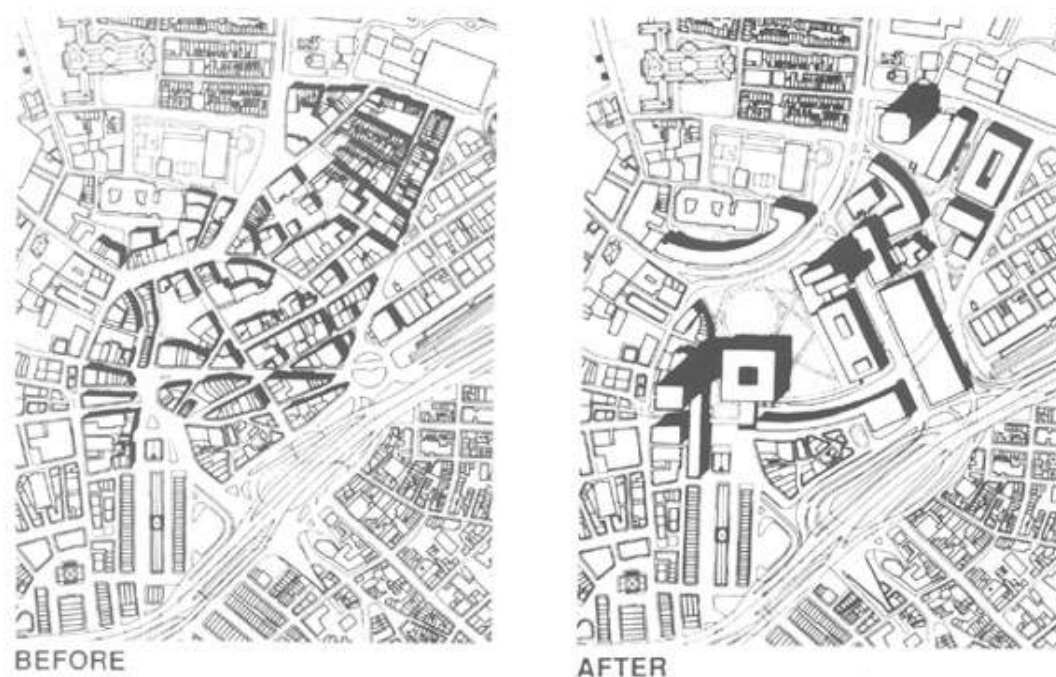


FIGURA 09 (a) e (b) – Plano de renovação urbana de Boston – Massachusetts – 1961.
FONTE: SEM AUTOR. Disponível em: < <http://www.pcfandp.com> >. Acesso em maio 2010.



FIGURA 10 (a) e (b) – Imagens antes e depois da intervenção de renovação urbana de Boston – Massachusetts – 1961.

FONTE: SEM AUTOR. Disponível em: < <http://www.pcfandp.com> >. Acesso em maio 2010.

A idéia era promover o redesenho da cidade que a um só tempo servisse à sua humanização e à sua densificação, por meio da previsão de espaços verdes e de áreas destinadas ao lazer e ao convívio social, da verticalização dos edifícios, do ordenamento do uso do solo e da circulação viária segundo os critérios de funcionalidade e eficiência (COMPANS, s/d).

Pode-se concluir que as intervenções realizadas nesse período estiveram mais condicionadas às demolições de áreas consideráveis do tecido urbano e a reconstruções e,

portanto, recebeu de alguns estudiosos a definição de “*bulldozer days*”, que significa um arrasamento de quarteirões, recebendo inúmeras críticas.

Uma das maiores críticas contra esse modelo urbanístico foi feita por Jacobs (2000) em seu livro “*The Death and Life of Great American Cities*”, que argumentou essencialmente em defesa do ambiente das ruas ricamente conectadas e continuamente acessíveis, com mistura de funções e altas densidades de uso. Estes ambientes eram contrapostos aos centros culturais e cívicos subutilizados e aos subúrbios monótonos e sem vida; eles também eram vistos como solução em relação aos projetos de melhoria habitacional.

O ano de 1974 marca o fim do movimento de renovação urbana e do urbanismo modernista, cuja crítica aos seus postulados inicia-se nos anos 60 e se intensifica, sob a argumentação de que sua aplicação é responsável pela construção de paisagens urbanas monótonas e estritamente funcionais.

A partir da década de 70 surge o movimento de revitalização urbana sendo que, segundo Vargas e Castilho (2006), este pode ser separado entre PRESERVAÇÃO URBANA, ocorrido durante as décadas de 1970 e 1980 e a REINVENÇÃO URBANA, iniciada por volta de 1990 até os dias atuais.

Com a crítica ao modernismo racionalista e a resistência contra a expulsão da classe baixa, consequência da execução de projetos de renovação urbana, surge um novo movimento intelectual denominado por alguns autores de “contextualismo”, ou como denomina Vargas e Castilho (2006) de Preservação Urbana. Esse movimento visava à valorização do tecido histórico e a “reconquista social da cidade”. Seu enfoque estava na reabilitação do centro histórico a partir de sua destinação a novos usos e possibilidades produtivas, na reconversão dos edifícios antigos e na manutenção dos antigos moradores. O exemplo mais famoso foi à revitalização das “*Docklands*” (Figura 11) na Inglaterra, em 1970.



FIGURA 11 – “Docklands” – Inglaterra – 1970.

FONTE: SEM AUTOR. Disponível em: < <http://www.olhares.com/docklands/foto51807.html> >. Acesso em maio 2010.

Com a crise do fordismo e a reestruturação e globalização que transformaram o desenvolvimento urbano no final do século XX, surge um período denominado de reinvenção urbana. No intuito de atrair investidores, os governos locais norte-americanos ampliaram os incentivos fiscais ao setor imobiliário, ofereceram contrapartidas em terrenos, infraestruturas e regras mais flexíveis para viabilizar empreendimentos e se lançaram na formação de “parcerias” com empresas privadas para a promoção de projetos de renovação urbana. Sendo, a mais recente intervenção deste período, a recuperação da orla fluvial no Puerto Madero (Figura 12), em Buenos Aires, inaugurada em 2005.



FIGURA 12 – Puerto Madero - Buenos Aires – 2005.

FONTE: VARAS, Estudio Alberto. Recuperação da orla fluvial para o uso público de convívio, de encontros e de consumo. Disponível em: < http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq054/arq054_03.asp >. Acesso em maio 2010.

Portanto, neste momento, em vez de buscar ordenar o crescimento urbano, interessava agora circunscrever projetos a áreas específicas, como as áreas centrais ou as antigas zonas industriais e portuárias, nas quais se pudesse garantir uma rentabilidade atraente ao investimento privado. A subordinação à lógica do lucro privado resultou na crescente seletividade e na fragmentação espacial da intervenção pública na cidade, levando ao abandono gradativo do planejamento normativo, com planos diretores e leis de zoneamento, e à sua substituição por acordos oportunistas negociados com investidores “projeto a projeto”.

Nesse momento surge a expressão e modelo da “*city marketing*”, ou seja, a promoção da cidade mediante a construção e a divulgação de uma imagem “de marca”, positiva e sólida, capaz de facilitar a venda de seus “produtos”, sejam mercadorias, recursos humanos ou serviços, sua crescente incorporação à política urbana.

Em meados dos anos 80, segundo Vital (2003), ocorreu uma mudança de percepção do homem quanto à existência da vida, que passou a compreender que tudo se interage e se inter-relaciona entre si, em níveis de complexidades diversos, deu origem à idéia sobre a necessidade de preservação, conservação e recuperação de ecossistemas, aliados a inserção do conceito de sustentabilidade como um paradigma que enseja mudanças nos conceitos tradicionais de desenvolvimento.

Assim, a sustentação da paisagem urbana depende tanto dos aspectos culturais e naturais, e depende da reinserção dos processos biofísicos básicos – clima, água, solos, fauna, e flora, conectados ao ecossistema local e regional. (VITAL, 2003).

Essa situação promoveu o surgimento de um novo processo que busca a recuperação dos recursos naturais dentro de áreas urbanas deterioradas ou degradadas, denominado de “renaturalização” (*Renaturalization*), sendo este, “uma tentativa de restabelecimento, por meio de medidas de configuração do biótopo, de uma condição natural, ou quase natural, de um espaço paisagístico danificado por intervenções humanas”. (ALVES, 2003).

O processo consiste na recriação da natureza de um modo que significa a busca da imitação da natureza, ou seja, do ecossistema e de sua condição preexistente ao distúrbio. Assim parece ser um conceito muito próximo ao conceito de “Restauração” proposto por Kageyama (2003), que é um processo que envolve decisões e manejo que direcionem e

auumentem a capacidade de reabilitação da natureza e com isso prevê alcançar as condições mais próximas possíveis do ecossistema original.

No caso da renaturalização de rios e córregos, trata-se de um desenvolvimento de águas correntes sob considerações especiais das relações ecológicas (água, terra, vegetação, fauna). Na maioria das vezes, entende-se como o retorno das águas correntes que foram tecnicamente modificadas e significa medidas de engenharia hidráulica que têm especial consideração pelos aspectos ecológicos entre os cursos de água e o solo, a vegetação e a fauna. Pode também tratar-se da restauração do curso “ondulante” (meandros) original e da recomposição vegetal de suas margens, por meio de etapas a serem estipuladas e distribuídas em torno de 10 anos, conforme apresentado nas Figuras 13 e 14.

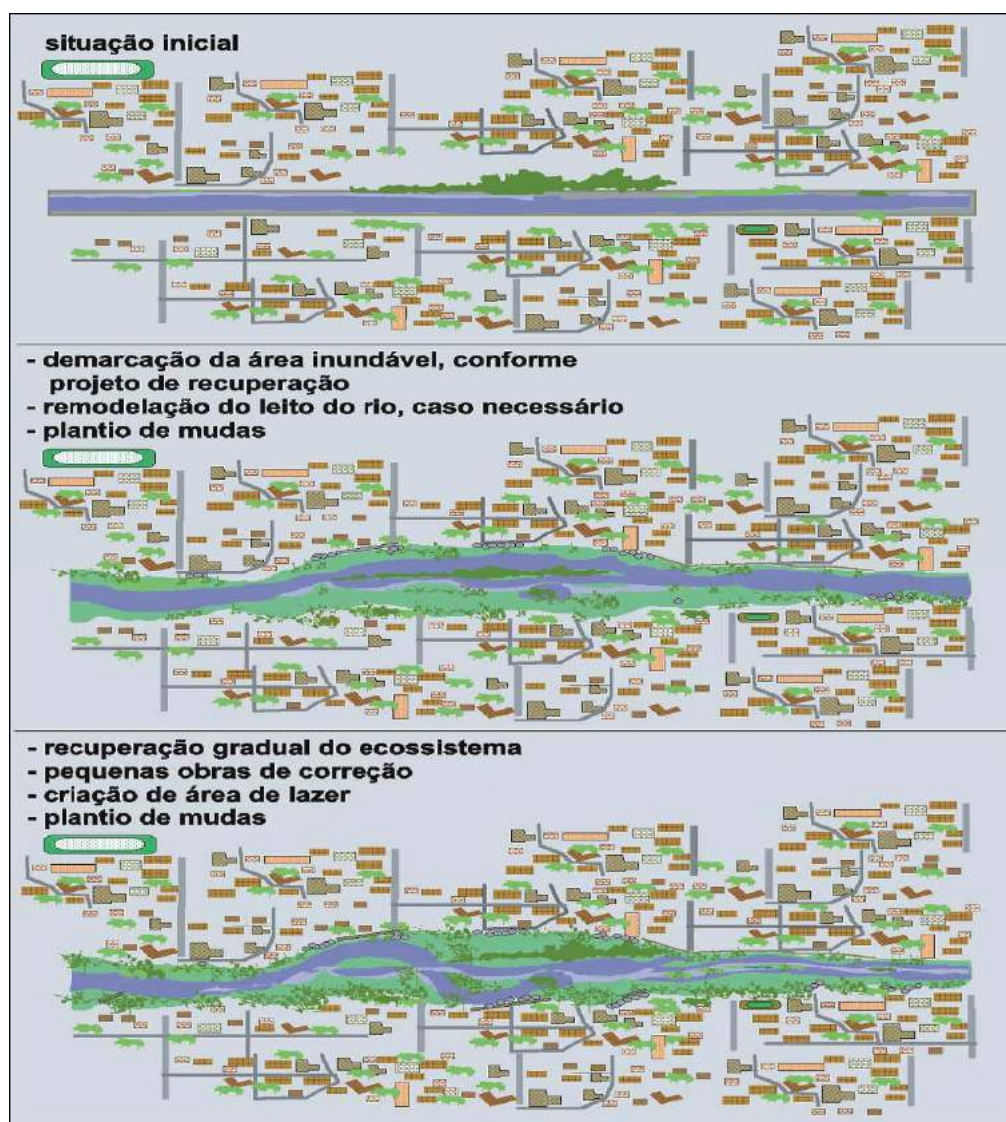


FIGURA 13 – Esquema do processo de renaturalização em áreas urbanas.
FONTE: SEMADS, 2001.

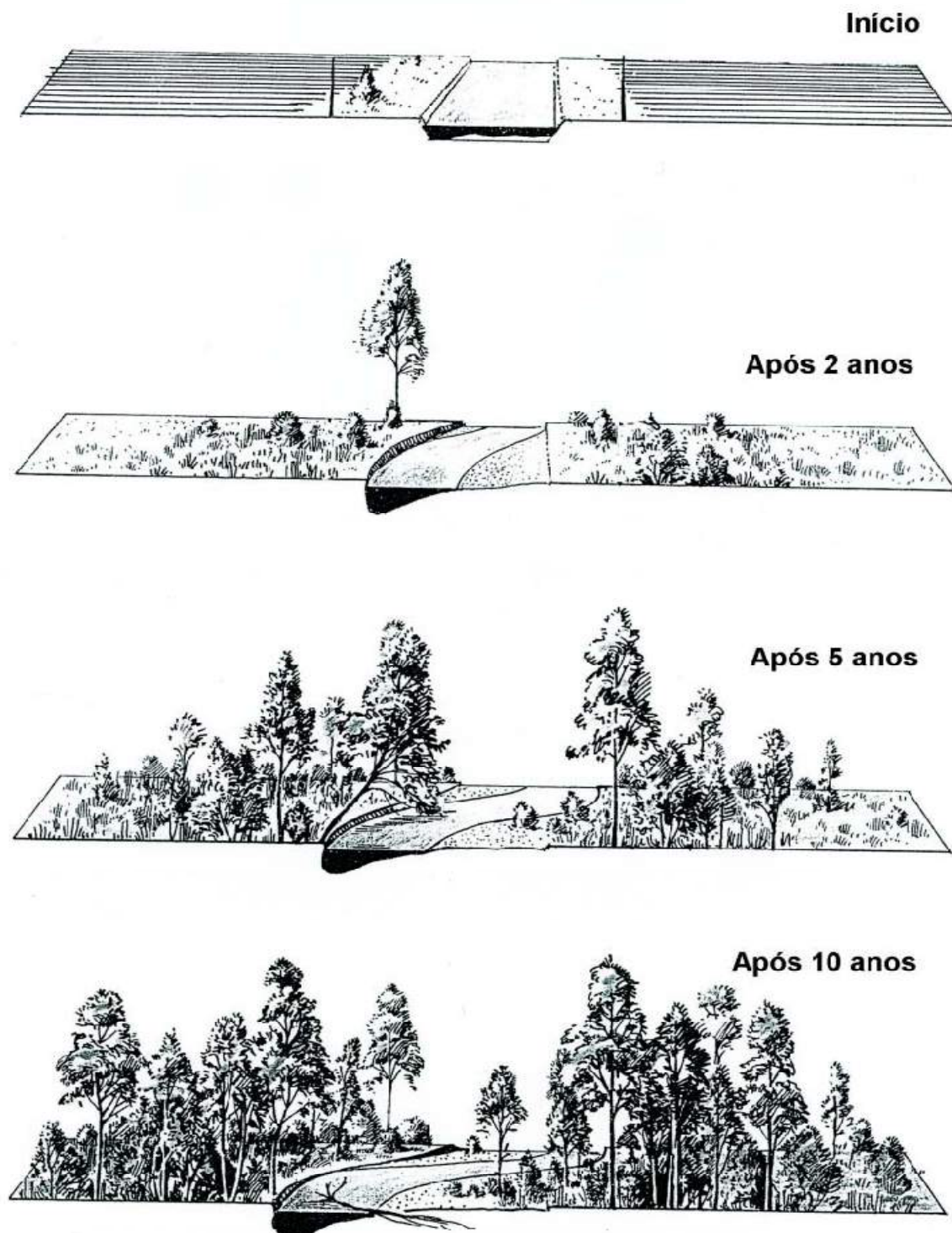


FIGURA 14 – Evolução da implantação da mata ciliar. Pré-requisito: área disponível e protegida contra o pastoreio
FONTE: SEMADS, 2001.

Segundo Binder (1998), os objetivos da renaturalização consistem em recuperar os rios e córregos de modo a regenerar o mais próximo possível a biota natural, através de manejo regular ou de programas de renaturalização, preservar as áreas naturais de inundação e impedir quaisquer usos que inviabilizem tal função.

A renaturalização pode depender de muitos fatores, inclusive da intensidade e extensão do esquema de retificação. A renaturalização também depende do melhoramento do habitat, contudo, isso pode ser naturalmente ou artificialmente induzido, afirma Brookes (1988).

Sabe-se que as aplicações da renaturalização integraram 3 sistemas de intervenção: o rio, as baixadas inundáveis (várzeas) e a bacia de drenagem. A partir dessa integração, princípios específicos permeiam o projeto: 1) resiliência, capacidade do ecossistema de absorver as mudanças e externalidades naturais e/ou antrópicas, 2) continuidade, incorporando corredores ecológicos ao longo do eixo de intervenção, e 3) biodiversidade, aumentando o número de espécies de fauna e flora local. (MEDIONDO; PERES, 2004).

Segundo a Semads(2001), algumas medidas gerais são necessárias para uma renaturalização, tais como: buscar a morfologia mais natural dos rios; arborizar e/ou estabelecer a vegetação espontânea marginal; restabelecer a continuidade dos cursos de água para fauna migratória (piracema); restabelecer os locais para desova e biótopos aquáticos; dentre outras.

Nas Figuras 15 e 16 são apresentadas as etapas detalhadas para a transformação das calhas e seções retificadas, denominado de sistema de formação de leito: Fase I – disposição de áreas marginais ao rio/córrego (compra ou desapropriação de terrenos ocupados), deslocamentos das construções existentes nas margens transformação do uso do solo em faixa marginal de proteção, aumento da calha por meio de obras transversais (o ideal é modificar uma lateral da calha por vez) e iniciar o plantio de mudas, principalmente nas baixadas inundáveis; FASE II – Observar o desenvolvimento natural, permitir a sucessão natural, modificação da outra lateral da calha e intervir com métodos de engenharia

ambiental⁵ quando necessário; FASE III – Observar o processo de renaturalização em desenvolvimento e manutenção do sistema.

⁵ Em relação aos rios, a busca da morfologia mais natural desses, pode ser feita através de técnicas de engenharia ambiental, onde se procura transformar o trecho retificado em meândrico, por meio de novas maneiras de construção. A redescoberta de métodos tradicionais esquecidos durante as últimas décadas, como, por exemplo, quebra-corrente de gabiões, de pedras e de tronco de árvores, são técnicas usuais. (ALVES, 2003).

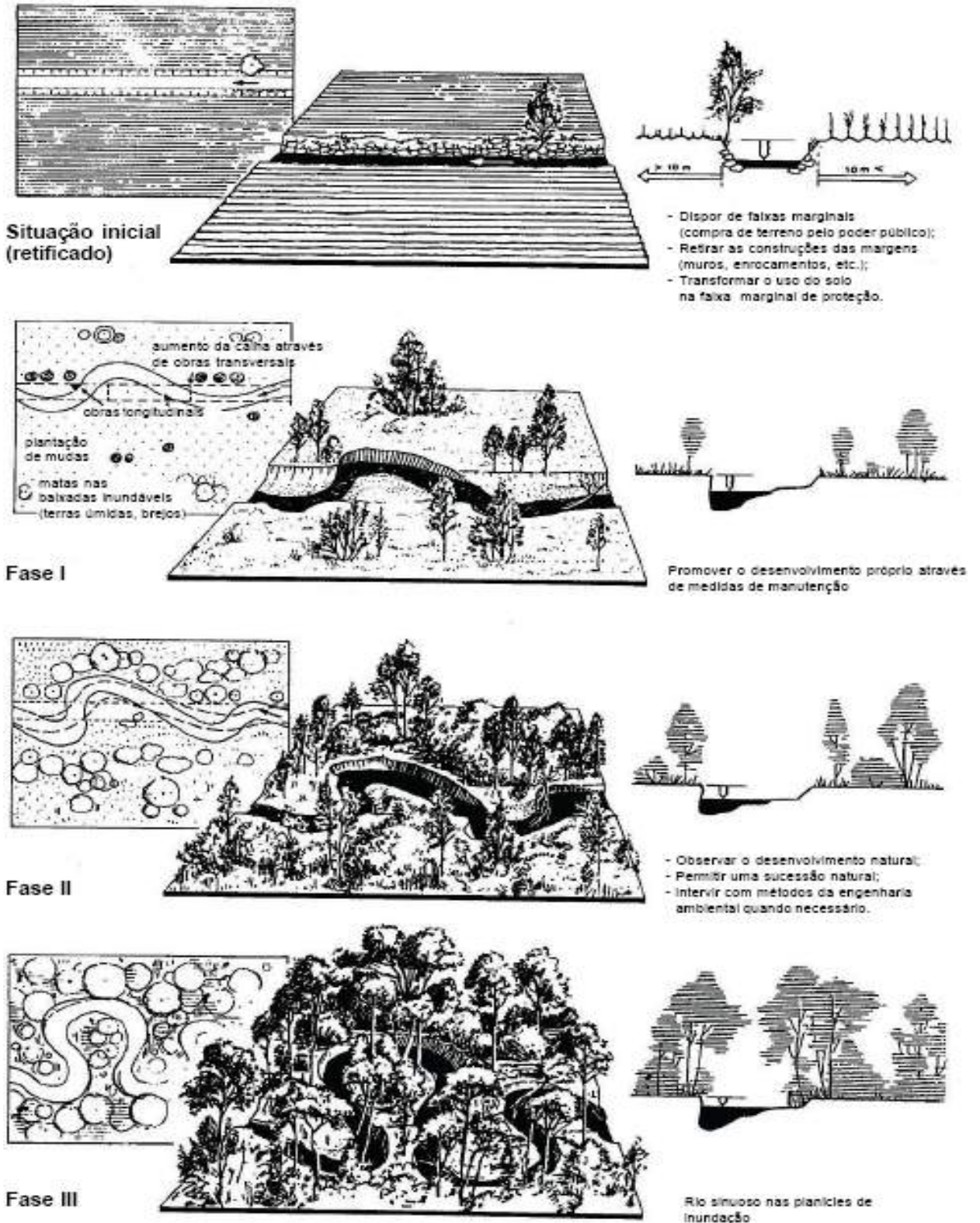


FIGURA 15 – Incentivos de processos fluviais desenvolve trechos de rios e córregos mais naturais – As calhas retificadas se transformam em calhas meândricas (Sistema de formação do leito).

FONTE: SEMADS, 2001.

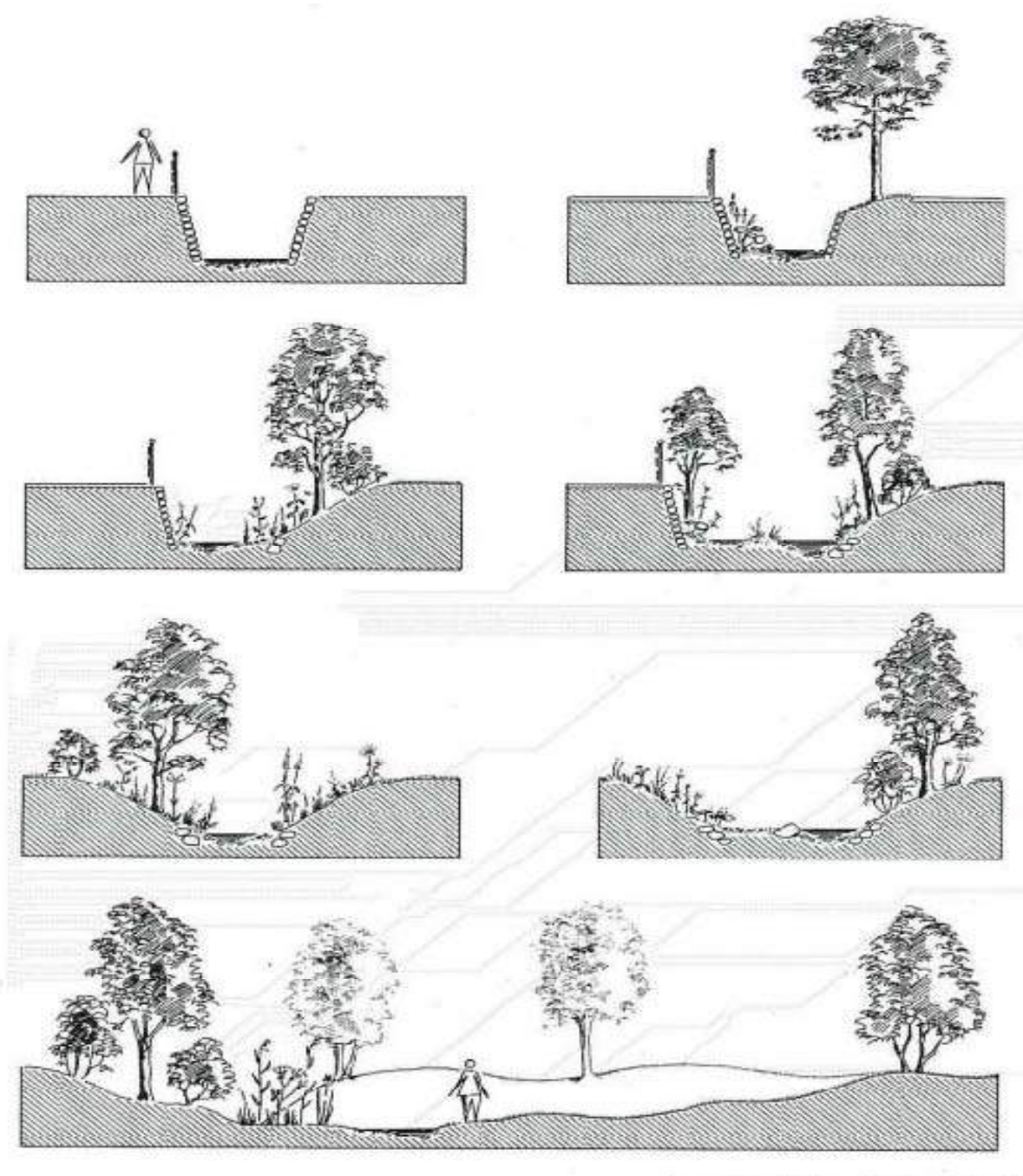


FIGURA 16 – Esboço de seções transversais de cursos da água cujo tipo de recuperação depende da área disponível.

FONTE: SEMADS, 2001.

Os planos implantados na Alemanha, como o Rio Vils (Figura 17) e o Rio Isar (Figura 18), demonstram as possibilidades de preservar, conservar e renaturalizar o leito dos rios, as zonas marginais e as baixadas inundáveis, com objetivos ambientais, sem colocar em risco as zonas urbanas e vias de transporte, e sem causar desvantagens para a população e para os proprietários das áreas vizinhas (SEMADS, 2001).



FIGURA 17 – Rio Vils na Baviera (Alemanha) – Região rural.
Preservação das condições naturais do leito maior em harmonia com a agricultura intensiva.
FONTE: SEMADS, 2001.

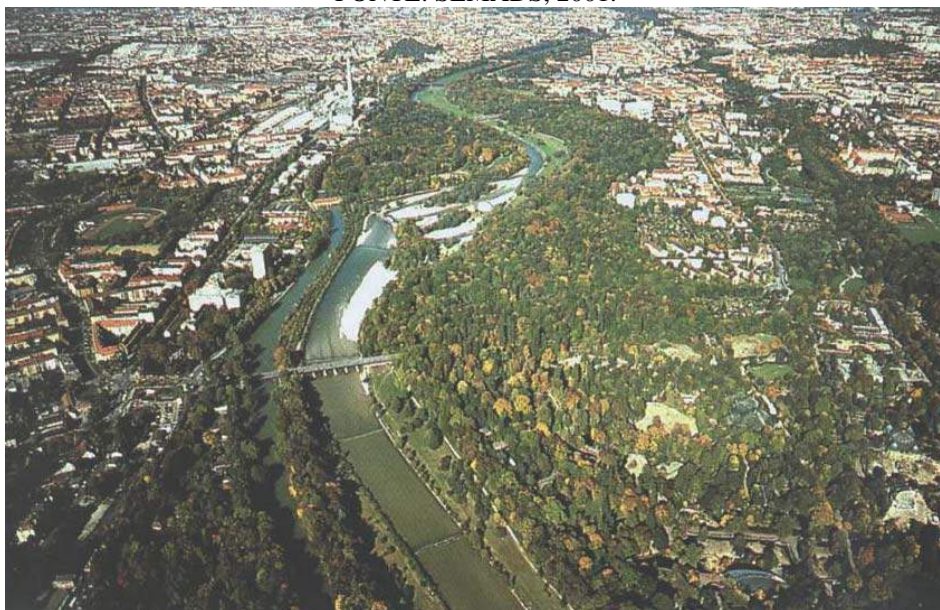


FIGURA 18 - Rio Isar em Munique (Alemanha) – Região urbana.
Preservação do leito maior, criando harmonia entre as atividades de recreação e lazer, fauna e flora
e controle de enchentes.
FONTE: SEMADS, 2001.

Outro exemplo significativo na Alemanha foi a transformação da região do Ruhr, no rio Emscher (Figura 19). A paisagem era então composta por velhas indústrias, altos-fornos e minas abandonadas, canais de esgoto ao ar livre e montanhas de refugos industriais. Diante desta situação e na busca de um caminho para a retomada do desenvolvimento econômico da região, foi elaborado um plano de recuperação de abrangência regional, que objetivava a requalificação dessa paisagem.

O projeto para o rio agrega diversas ações, que vão desde a melhoria da qualidade da água até um novo desenho de seu leito e margens. Visa recompor sua dinâmica e reinseri-los como elementos visíveis na paisagem urbana. As intervenções não se limitam aos cursos da água, mas procuram interferir na escala de ciclo hidrológico, nas águas de chuva, buscando colocá-las em circulação, promovendo maior infiltração e controle de enchentes (ALVES, 2003).

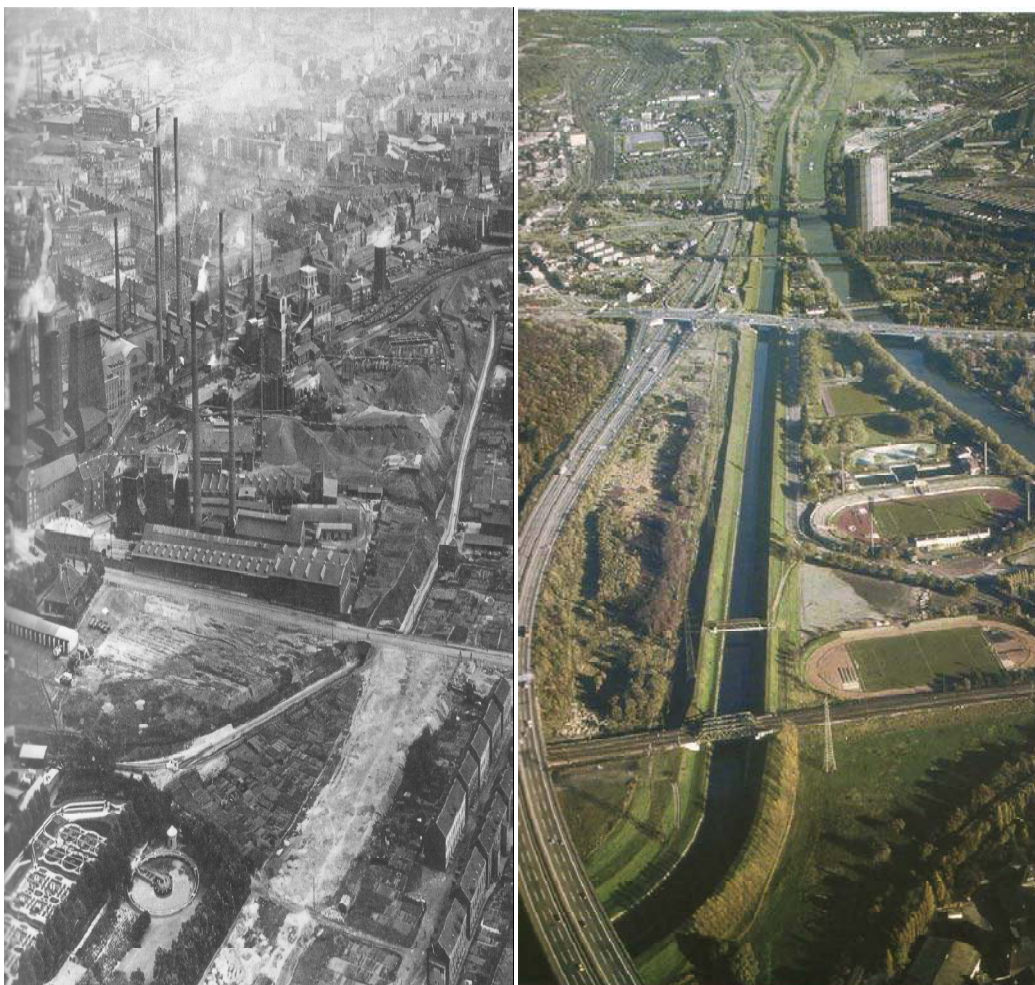


FIGURA 19 – (a) Vista aérea de parte da região do Ruhr (Alemanha). Como elemento central, o Rio Emscher, canalizado nas formas tradicionais para o carregamento de esgoto;
(b) Vista aérea do Rio Emscher (a direita) e do canal Rhein-Heme (a esquerda).

FONTE: ALVES (2003).

Como resultados do processo de renaturalização, ocorrem melhorias ambientais, tais como aumento ou restabelecimento da fauna e flora, além das vantagens econômicas para a região. A preocupação com o desenvolvimento da população global e com a qualidade da água tem sido uma preocupação expressa em políticas públicas internacionais e nacionais, visando garantir o acesso universal a esse recurso indispensável (SEMADS, 2001).

2.5 ESTUDOS DE CASOS

Foram selecionados 3 estudos de casos sobre o tema discutido neste trabalho, sendo dois teóricos, o Parque Linear do Ribeirão das Pedras – Campinas/SP e a Bacia do Córrego Mineirinho – São Carlos/SP, que realizaram pesquisas sobre a transformação das águas no meio urbano. E o terceiro uma aplicação prática e executada sobre os princípios da renaturalização, como um exemplo de intervenção física e ambiental no meio urbano, no Rio Cheong Gye Cheon – Seoul – Coréia do Sul.

2.5.1 – Parque Linear do Ribeirão das Pedras – Campinas/SP

Este estudo foi apresentado como tese de doutorado na Universidade de Campinas na área de Concentração Planejamento e Desenvolvimento Sustentável, e elaborado por Oliveira (2004), cujo objetivo principal foi o desenvolvimento de uma metodologia por meio de critérios hidrológicos para a inserção das várzeas no contexto do planejamento físico-territorial regional, visando otimizar sua função no controle de cheias urbanas e a definição de critérios para a restauração ecológica das áreas situadas ao longo dos cursos da água.

A área de estudo, possui área total aproximada de 2.974,59ha, compreende a bacia Ribeirão das Pedras, localizada na região Norte do Município de Campinas-SP, entre o bairro do Alto Taquaral até o Distrito de Barão Geraldo, englobando totalmente o *campus* da UNICAMP, conforme Figura 20.

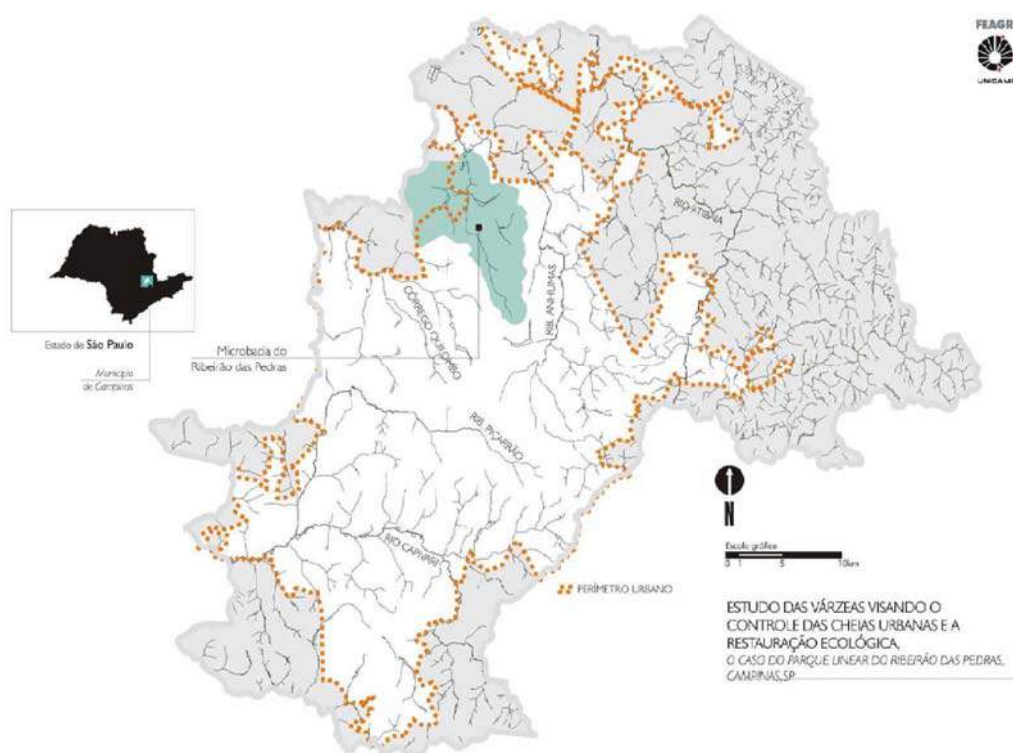


FIGURA 20 – Delimitação da microbacia do Ribeirão das Pedras.
FONTE: OLIVEIRA (2004).

O estudo foi baseado no mapeamento das planícies de inundação e áreas de preservação permanente na bacia do Ribeirão das Pedras, conforme Figura 21, tecendo uma análise comparativa e a elaboração de simulações hidrológicas para um cenário original e outro projetado para a urbanização completa da bacia, avaliando os impactos da urbanização no deflúvio da bacia.

O mapeamento das planícies de inundação e a definição dos locais de implantação do sistema de bacias de detenção foram elaborados através de fotografias aéreas e visitas de campo, sendo locadas em cada trecho de planície de inundação ainda não ocupado (e, portanto, onde há viabilidade ainda da implantação das bacias sem a necessidade de remoção de estruturas urbanas tais como edificações e sistema viário). Definiu-se como área mínima no entorno de 5.000,00 m², de maneira a garantir um valor mínimo de capacidade de armazenamento na bacia.

Como resultado, calculou-se em 333,70 ha a área total ocupada por planícies de inundação, o que corresponde a 11,22% da área total da bacia, que é de 2.974,59 ha. Com relação às Áreas de Preservação Permanente, as mesmas incidem sobre 302,88 ha, o que corresponde

a 10,18% da área total da bacia do Ribeirão das Pedras, conforme apresentando na Figura 21.

Na Figura 22, são apresentadas as localizações das 19 bacias de retenção propostas, as quais representam um total de 96,92 ha de área alagada, correspondendo a 3,29% da área total da bacia do Ribeirão das Pedras. Com relação à área total da planície de inundação, as áreas destinadas a abrigar as bacias de retenção representam 29%.

O volume total de água contendo as 19 bacias de retenção atinge 1.179.760 m³, o qual se igualmente distribuído pela área alagada representa uma lâmina média de 1,22 metros. Considerando a área total da planície de inundação, o volume total de água, se igualmente distribuído, representa uma lâmina média de 0,35 metros.

As simulações hidrológicas foram realizadas com a utilização do programa “CABC” Sistema Automático de Análise de Bacias Complexas, versão 2.02, (FCTH, 1999), desenvolvido pela Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica (FCTH). Através do sistema, a chuva excedente foi calculada através do modelo do SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS, 1957), e os hidrogramas através do método Hidrograma Unitário Triangular do SCS - SOIL CONSERVATION SERVICE (SCS, 1957).

O tempo de retorno da precipitação adotado foi de $T_r=100$ anos, no modelo de blocos alternados, utilizando-se a equação $i-d-f^6$, proposta por Vieira (1981) *apud* Oliveira (2004), para o Município de Campinas.

⁶ Equação Intensidade – Duração – Frequência.

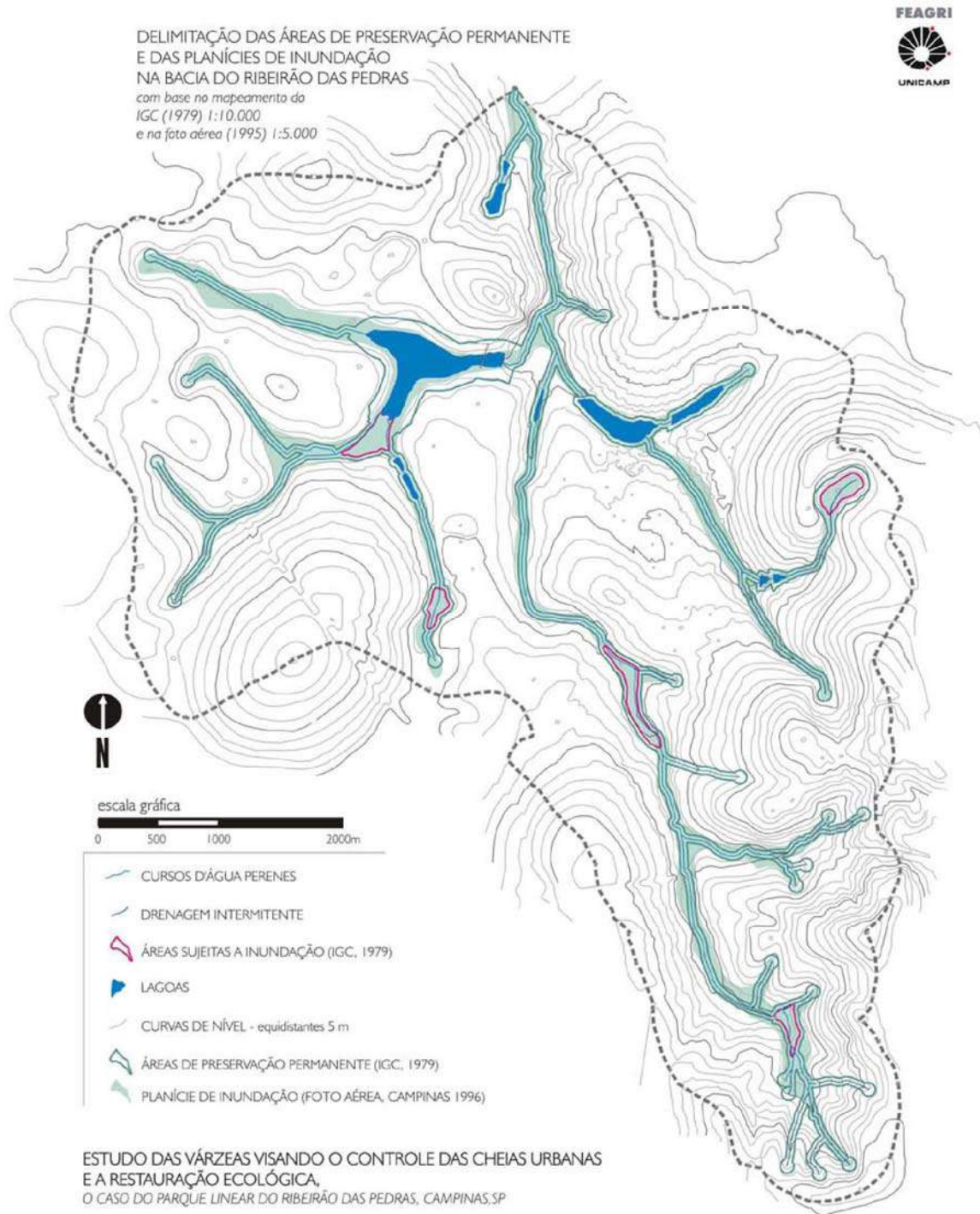


FIGURA 21 – Delimitação das áreas de preservação permanente e das planícies de inundação na Bacia do Ribeirão das Pedras.
FONTE: OLIVEIRA (2004).



FIGURA 22 – Delimitação das propostas de bacias de retenção na Bacia do Ribeirão das Pedras.
FONTE: OLIVEIRA (2004).

Foram simulados 4 (quatro) cenários, descritos a seguir:

- **Cenário A: SITUAÇÃO ORIGINAL DE COBERTURA VEGETAL**, classificada como Mata Mesófila Semidecídua. Do ponto de vista hidrológico, de acordo com o publicado em Tucci (2000), o uso do solo estaria enquadrado como Florestas densas com alta transpiração. Considerando o grupo hidrológico do solo C e condição média de umidade antecedente, tem-se **CNcenário A = 62**.
- **Cenário B: URBANIZAÇÃO COMPLETA DA BACIA NOS MOLDES ATUAIS**, projetando-se uma taxa de impermeabilização total de 85% da área da bacia, o que considerando o grupo hidrológico do solo C e condição média de umidade antecedente, tem-se **CNcenário B = 94**.
- **Cenário C: URBANIZAÇÃO COMPLETA DA BACIA COM A IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE BACIAS DE DETENÇÃO NAS PLANÍCIES DE INUNDAÇÃO**. Da mesma maneira que para o cenário B, de urbanização completa, projetou-se uma taxa de impermeabilização total de 85% da área da bacia, o que considerando o grupo hidrológico do solo C e condição média de umidade antecedente, tem-se que **CNcenário C = 94**.

Foi considerada a implantação do sistema de bacias de retenção sendo simulado seu efeito através do amortecimento em reservatórios do modelo CABC.

- **Cenário D: URBANIZAÇÃO COMPLETA DA BACIA COM A IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE BACIAS DE DETENÇÃO NAS PLANÍCIES DE INUNDAÇÃO E CONTROLE DA TAXA DE IMPERMEABILIZAÇÃO ATÉ O MÁXIMO DE 65%**. Para simular os efeitos do controle de taxas de impermeabilização máximas na bacia, adotando-se o limite de 65%, o que considerando o grupo hidrológico do solo C e condição média de umidade antecedente e a arborização e reflorestamento das áreas permeáveis, tem-se que **CNcenário D = 83**.

Foi considerada a implantação do sistema de bacias de retenção sendo simulado seu efeito através do amortecimento em reservatórios do modelo CABC. Como resultados, são apresentados os hidrogramas e tabelas com os dados de vazão

obtidos nas simulações hidrológicas, para oito seções de controle distribuídas na bacia hidrográfica.

As simulações foram realizadas em 7 (sete) nós, por meio do programa “CABC”, sendo que, no trabalho não foram apresentadas as localizações dos nós em mapa, e apenas a descrição da localização na bacia, sendo eles: a) Nó 7 - Lagoa Parque Dom Pedro Shopping; b) Nó 9: Montante da Rod. D. Pedro I; c) Bacia de detenção 8. Seção de controle Bacia Santa Genebra II - Montante da Av. Romeu Tórtima; d) Nó 24: Avenida 3 Cid. Universitária Posto Rio Das Pedras; e) Nó 37: Piscinão UNICAMP; f) Nó 42: Vertedouro Lagoa UNICAMP; g) Nó 59: Saída da Lagoa Rio das Pedras e h) Nó 63: Foz do Ribeirão das Pedras no Ribeirão das Anhumas.

Conforme observado na Figura 23, na simulação realizada no Nó 7, os picos de vazão da situação original (Cenário A) encontram entre os valores de 10 m³/s a 16 m³/s, e já com o processo de urbanização (Cenário B), chegaram a elevar em torno de 300% em determinados nós. O sistema mostrou uma queda significativa de valores para o cenário C, com a introdução das bacias de detenção, mas foi com a limitação de impermeabilização em 65%, conjuntamente com as bacias de detenção, que a redução tornou-se eficiente.

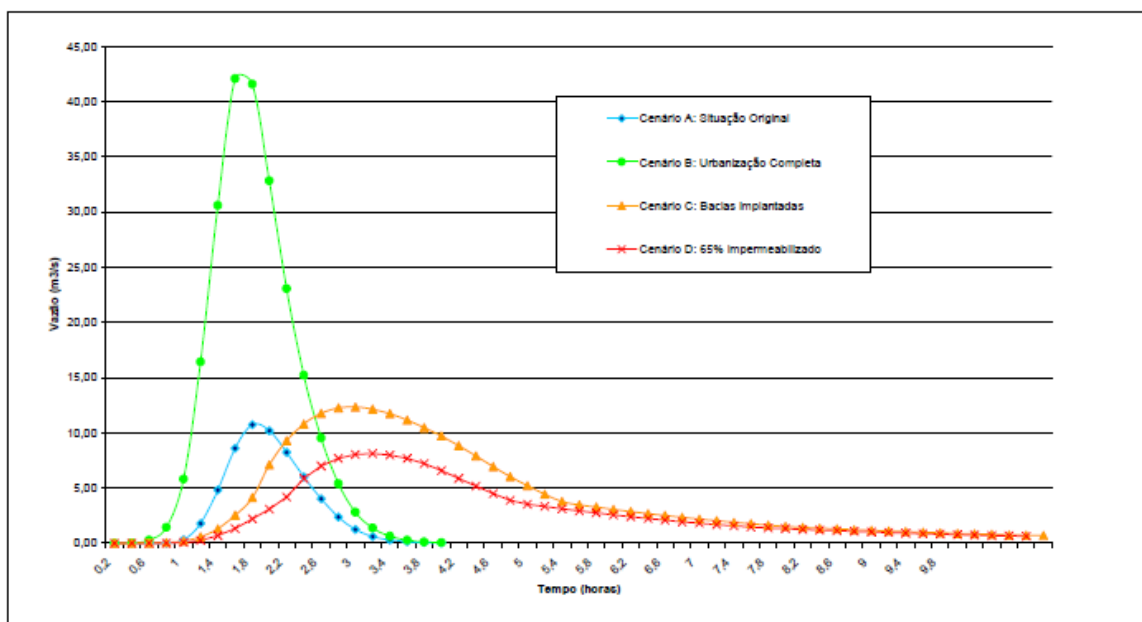


FIGURA 23 -: Hidrograma gerado para os quatro cenários simulados, para chuva com $T_r=100$ anos pela equação i-d-f proposta por VIEIRA (1981). Seção de Controle: Nó 7: Lagoa Parque Dom Pedro Shopping. Bacia de detenção 2.

FONTE: OLIVEIRA (2004).

Na Figura 24 pode-se verificar a vazão na situação inicial (Cenário A) de 15,8 m³/s, sendo elevada para 61,12 m³/s com o processo de urbanização simulado (Cenário B). Neste local, com a implantação das bacias de retenção 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8, proporcionaram uma vazão de 20 m³/s, cerca de 26,5 % acima do valor original. Caso seja limitado a impermeabilização de 65% da área total da bacia de contribuição (Cenário D) a vazão atingiria 15,1 m³/s, cerca de 4,5 % inferior ao Cenário A.

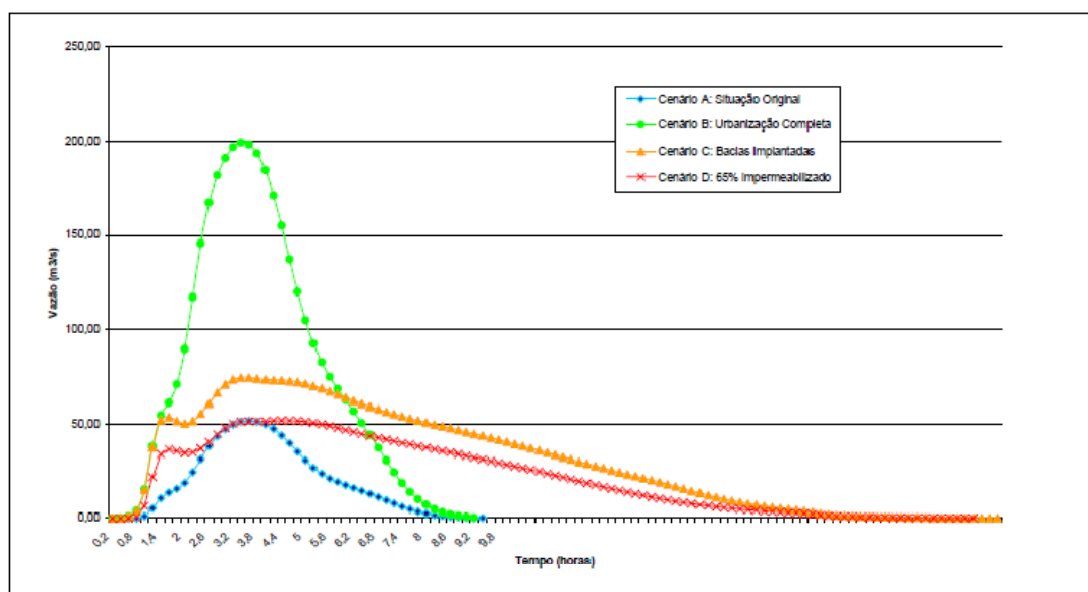


FIGURA 24 - Hidrograma gerado para os quatro cenários simulados, para chuva com $T_r=100$ anos pela equação i-d-f proposta por VIEIRA (1981). Nó 63: Foz do Ribeirão das Pedras no Ribeirão das Anhumas. FONTE: OLIVEIRA (2004).

Sendo assim, observa uma aproximação dos valores das vazões de pico para o cenário A (original) e cenário D (projetado), demonstrando a importância das planícies de inundação para mitigação de impactos da urbanização dessa bacia de contribuição.

Oliveira (2004) indica que, para a situação da bacia do Ribeirão das Pedras, as áreas de preservação permanente exigidas pela legislação não previnem a ocupação das áreas de planície de inundação, sujeitando a ocupação urbana legal aos processos de inundação temporária, agravados por altas taxas de impermeabilização, características dos processos de ocupação na região metropolitana.

Para isso, é proposta a elaboração de um cenário ideal, apresentando na Figura 25, com a definição de áreas ao longo da rede de drenagem (fundo do vale) que devem compor um sistema de áreas verdes estruturado como um parque linear na bacia do Ribeirão das

Pedras, sendo necessária a adoção dos seguintes critérios para a delimitação da área destinada ao parque linear:

- a) Faixa de 15 metros na borda da planície de inundação (leito maior excepcional), suficiente para abrigar as bacias de retenção propostas e proteger as áreas sujeitas à inundação e ciliar brejoso;
- b) Faixa de 30 metros de largura ao longo do curso da água onde se verifica o leito encaixado sem a ocorrência de planície de inundação. No caso de situação intermediária entre os itens a e b, aplicam-se os dois critérios adotando o que resultar na faixa maior de recuo;
- c) Raio de 50 metros no caso das nascentes em cabeceiras de drenagem, onde se verifica o leito encaixado sem a ocorrência de planície de inundação;
- d) Faixa de 50 metros na borda de nascente ou cabeceira de drenagem que ocorre na forma de vereda;
- e) Faixa de 100 metros no caso da lagoa da Fazenda Rio das Pedras;
- f) Faixa de 30 metros ao redor dos açudes;
- g) Nas áreas onde já ocorreu o parcelamento do solo e a ocupação urbana, incorporar as áreas verdes (praças ou sistemas de lazer/recreio) que se situem ao longo dos cursos da água;
- h) Fragmentos de vegetação nativa ou arbórea heterogênea nas áreas ao longo dos cursos da água.

Com a delimitação indicada, o parque linear apresentaria área total de 498,42 ha, o que representa 16,75% da área total da bacia. Tal índice é 64% superior ao obtido com a aplicação do Código Florestal (áreas de preservação permanente) com base no mapeamento do IGC.

No interior da área destinada ao parque linear estariam inseridos 141,97 ha de formações vegetais arbóreas heterogêneas, as quais representam o se pode chamar de testemunho da vegetação natural autóctone da bacia, ou o que sobrou dela. Sua preservação representa a

garantia da conservação do banco genético de espécies da fauna e flora de ocorrência natural na bacia hidrográfica.

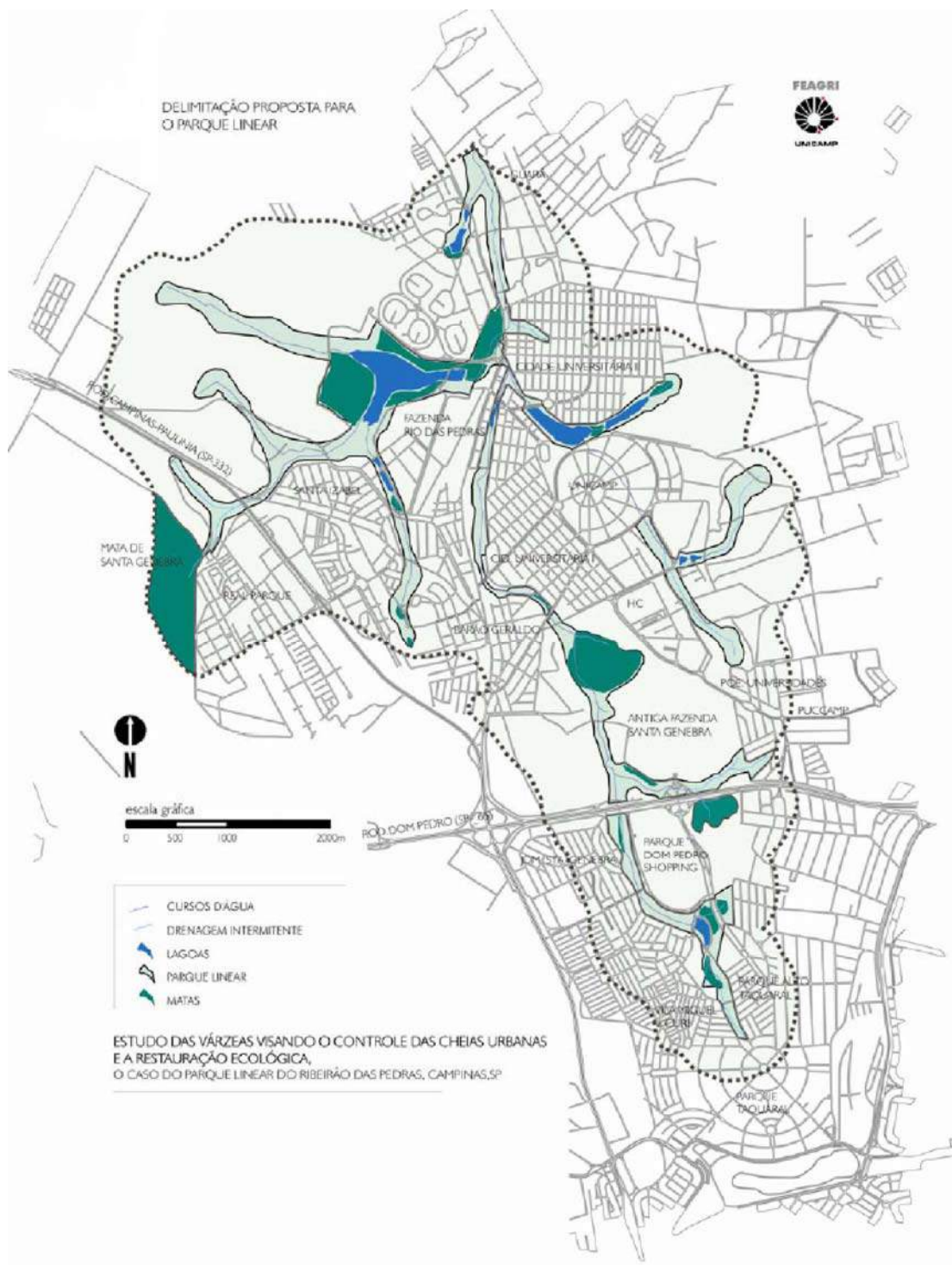


FIGURA 25 – Delimitação proposta para o parque linear do Ribeirão das Pedras.
FONTE: OLIVEIRA (2004).

Da área total do parque, 66,95% é composto por planícies de inundação e lagos, que se encontram completamente inseridos, podendo abrigar as bacias de retenção de maneira a garantir o controle da macro-drenagem urbana, com capacidade de anular impactos da urbanização no deflúvio da bacia para determinadas intensidades de precipitação e taxas de impermeabilização do solo.

O reflorestamento ciliar de trechos contínuos das planícies de inundação pode garantir a conectividade dos fragmentos de vegetação nativa remanescentes, garantindo condições para o fluxo gênico de espécies da fauna e flora, criando assim uma situação mais favorável para a conservação da biodiversidade de espécies na bacia hidrográfica.

O perímetro da área destinada ao parque linear atinge cerca de 61,4 Km, o qual fica em contato direto com o tecido urbano, compondo a paisagem da ocupação da bacia hidrográfica.

Dessa forma, conclui-se que a delimitação da área por meio da aplicação dos critérios adotados permite que o parque linear apresente condições de desempenhar múltiplas funções como área verde urbana, contribuindo assim para o desenvolvimento sustentável e a qualidade ambiental e de vida da população

Segundo Oliveira (2004), o estudo apresentou ser possível que o planejamento físico-territorial das áreas de expansão urbana possa ser baseado em critérios hidrológicos e de conservação da biodiversidade, integrados às novas funções que devem ser desempenhadas pelas áreas verdes urbanas, tendo em vista a necessidade de se garantir a qualidade de vida e ambiental nas regiões metropolitanas.

2.5.2 - Bacia do Córrego Mineirinho – São Carlos/SP.

Este estudo foi apresentado como dissertação de mestrado para a Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo no curso de pós-graduação em Ciências da Engenharia Ambiental, e elaborado por Benini (2005), cujo objetivo principal foi estabelecer e comparar diferentes cenários de ocupação urbana e seus efeitos no ciclo hidrológico. Buscou-se avaliar os riscos de enchentes à jusante, causados pelo crescimento urbano e aumento das áreas de impermeabilização que ocorrerão com a implantação do novo Campus da USP – São Carlos – SP e a conseqüente ocupação da bacia devido à especulação imobiliária.

A área de estudo, possui área aproximada de 100,00 ha e abrange em seu terreno 1.800 m do córrego do Mineirinho (pertencente à bacia do Rio Monjolinho), compreende a bacia do córrego do Mineirinho, na qual encontra-se situado o Campus 2 da USP, é uma sub-bacia da bacia hidrográfica do Rio do Monjolinho, possui uma área de aproximadamente 3,37 km², conforme apresentado na Figura 26.

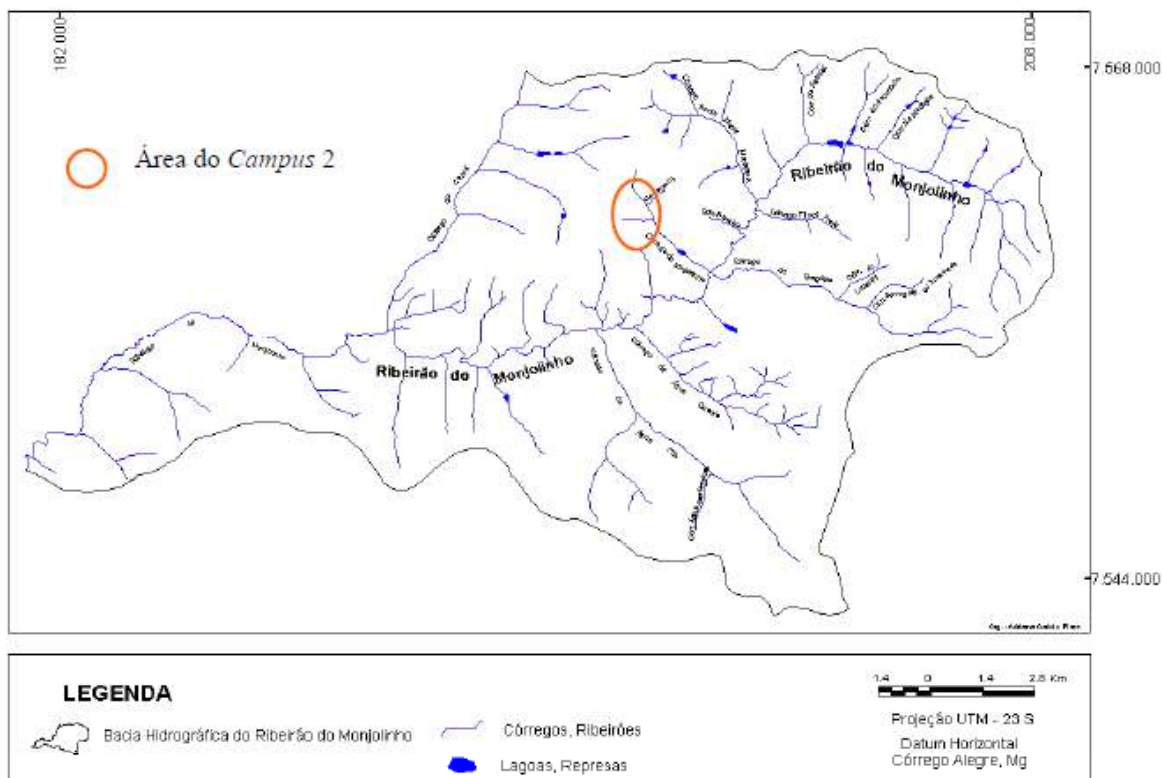


FIGURA 26 – Localização do Campus 2 da USP – São Carlos-SP.
 FONTE: BENINI (2005).

Para que a simulação fosse possível, a parte montante da bacia do Mineirinho foi dividida em sub-bacias, conforme Figura 27, de acordo com pontos de interesse (exutórios principais) e em função das áreas urbanas ou rurais, com uso da abordagem de bacias embutidas.

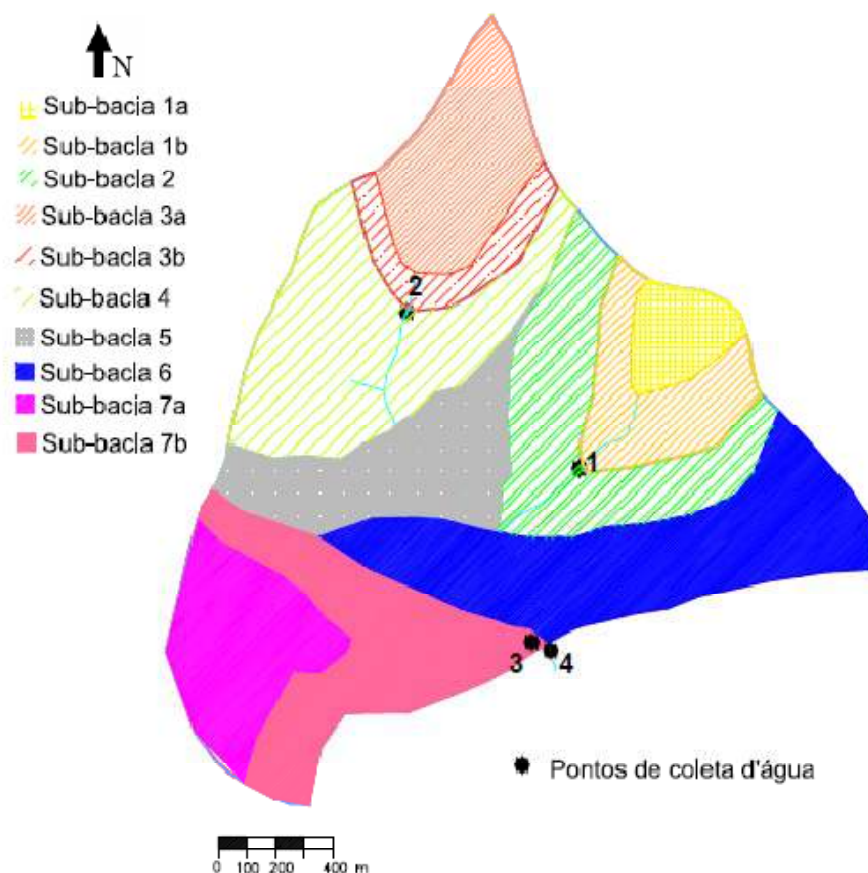


FIGURA 27 – Sub-bacias inseridas na parte à montante da bacia do córrego do Mineirinho.
FONTE: BENINI (2005).

As simulações foram aplicadas em 4 (quatro) cenários ambientais: pré-urbanização, atual, futuro com plano diretor e futuro sem plano diretor, conforme apresentado na Figura 28 e descritos a seguir:

- Cenário pré-urbanização (1972): apresenta ausência de áreas urbanizadas com exceção de poucas ruas e vias de terra (15,31 ha) que tinham sido recentemente implantadas, principalmente nas sub-bacias 1a, 1b e 6. Porém, a bacia do Mineirinho já apresentava características de ações antrópicas, que ocorreu devido à expansão agrícola que fragmentou e suprimiu as áreas de remanescentes florestais em todo Estado de São Paulo.
- Cenário atual (2000): Identificação do uso e ocupação do solo no ano de 2000. A cidade de São Carlos se destaca, apresentando em 1980, uma taxa de crescimento anual de 2,57%, superior à média do Estado de São Paulo.
- Cenário sem Plano Diretor (2025 - SPD): O cenário hipotético futurístico, para o ano 2025, sem Plano Diretor (SPD), foi estabelecido prevendo-se uma ocupação

desordenada, sem normas e diretrizes, conforme acréscimo observado, nos últimos anos, na bacia do córrego do Mineirinho (Figura 30), que cresceu cerca de 80 % em apenas 10 anos.

- Cenário com Plano Diretor (2025 - CPD): cenário estabelecido prevendo-se o crescimento da urbanização, porém levando-se em consideração a aplicação das diretrizes estabelecidas no Plano Diretor Municipal de São Carlos (PDMSC) e de Plano Diretor de Ocupação (PDO) do Campus 2.

O PDMSC 2004 estipula o coeficiente de permeabilidade de 15 % nos novos lotes a serem implantados na região onde se localiza a bacia do córrego do Mineirinho. Já o PDO prevê a restauração florestal no interior do Campus 2, de acordo com a legislação ambiental vigente (Lei Federal 4.771/65 – Código Florestal) e formação de corredores interligando os remanescentes florestais.

Este cenário também prevê a criação de novas áreas impermeáveis no interior do Campus devido à implantação do mesmo, porém, de forma mais controlada quando comparada à implantação do campus no cenário 2025 SPD. A urbanização do Campus 2, neste cenário, foi estimada em 10,40 ha (3,1 % da área total da bacia), enquanto no cenário SPD a área de construções no interior do Campus 2 foi de 18,51 ha (5,5 % da área da bacia).

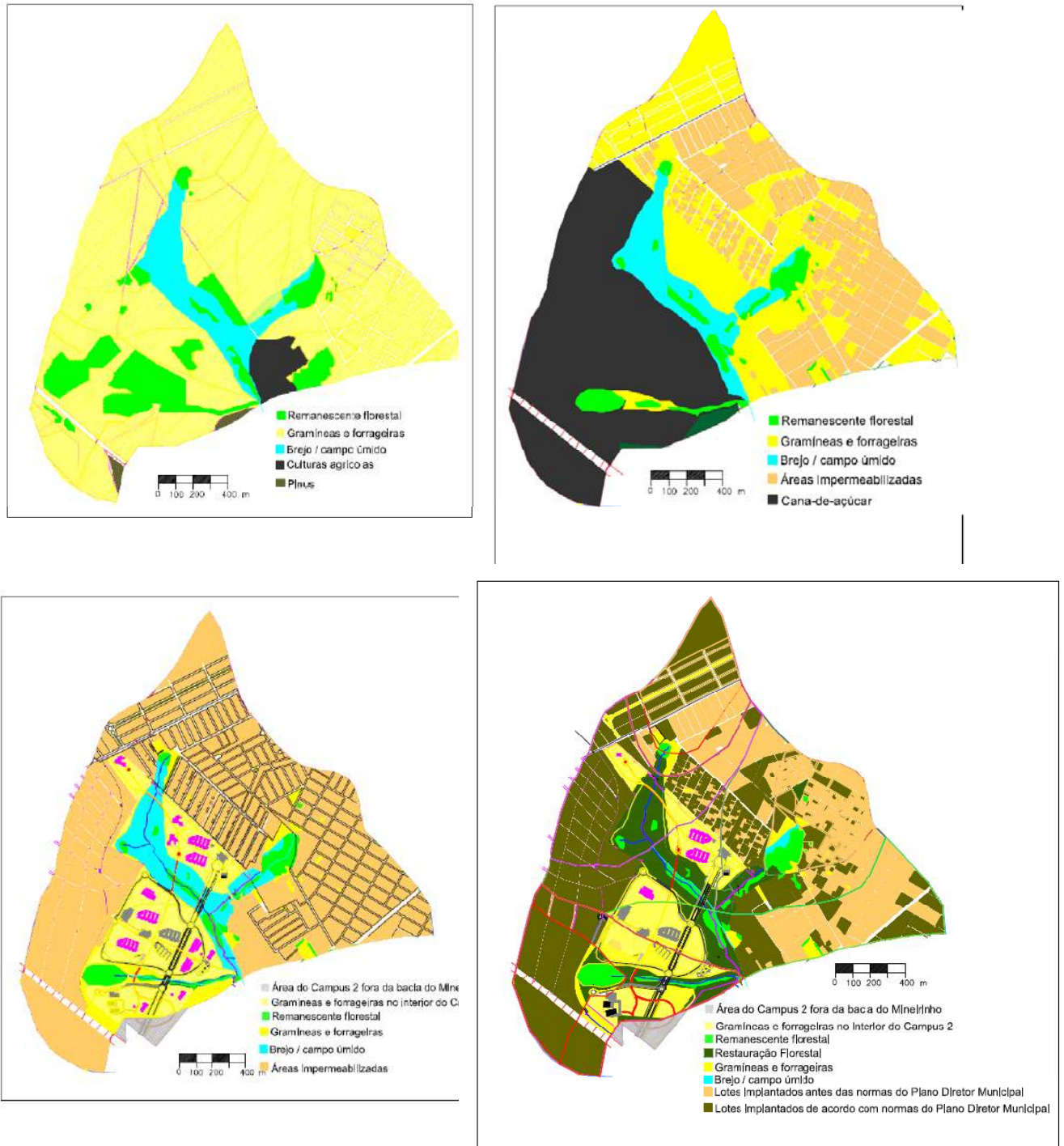


FIGURA 28 – (a) Cenário pré-urbanização (1972); (b) Cenário atual (2000); (c) Cenário 2025 sem Plano Diretor e (d) Cenário com Plano Diretor (2025).

FONTE: BENINI (2005).

As simulações hidrológicas foram realizadas no programa IPHS-1 para Windows, versão 2.11, desenvolvido pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). As simulações foram realizadas com o uso do modelo concentrado IPH II.

Os dados de precipitação utilizados foram os observados na estação climatológica do monitoramento ambiental instalada no Campus 2. Os dados foram coletados e armazenados no Data Logger da estação climatológica de 5 em 5 minutos em eventos de 24 horas (288 intervalos de tempo). Foram selecionados os 15 maiores eventos ocorridos durante o período de 01 de novembro de 2004 a 31 de março de 2005. E utilizados 3 eventos críticos, conforme apresentados nas Figuras 29, 30 e 31, para as simulações: 17 e 18 de novembro de 2004; 6 e 7 de dezembro de 2004 e 19 e 20 de dezembro de 2004.

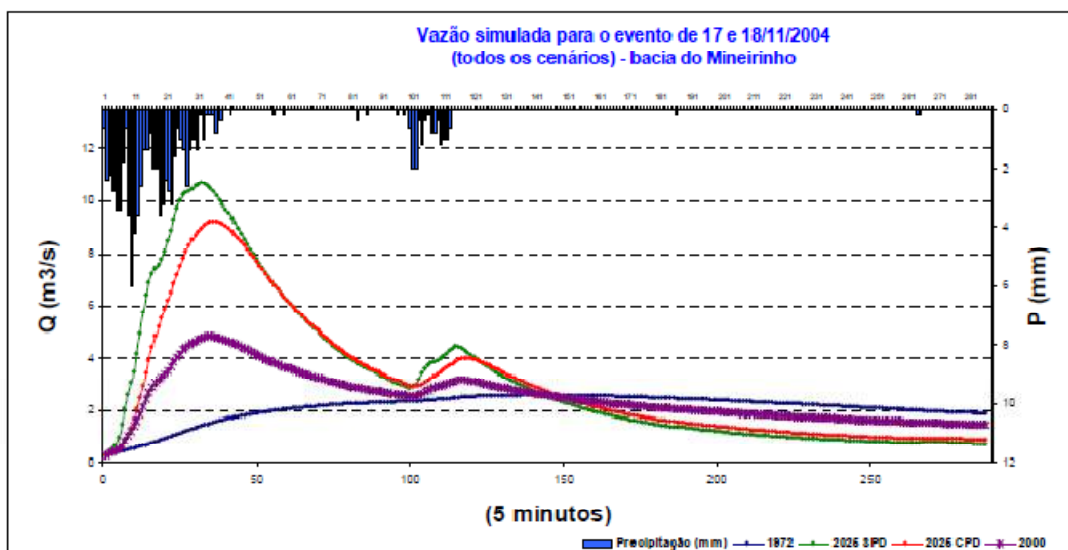


FIGURA 29 - Evento 1 (Simulação para todos os cenários, evento 17 e 18 de Nov/2004 (bacia do Mineirinho)).
 FONTE: BENINI (2005).

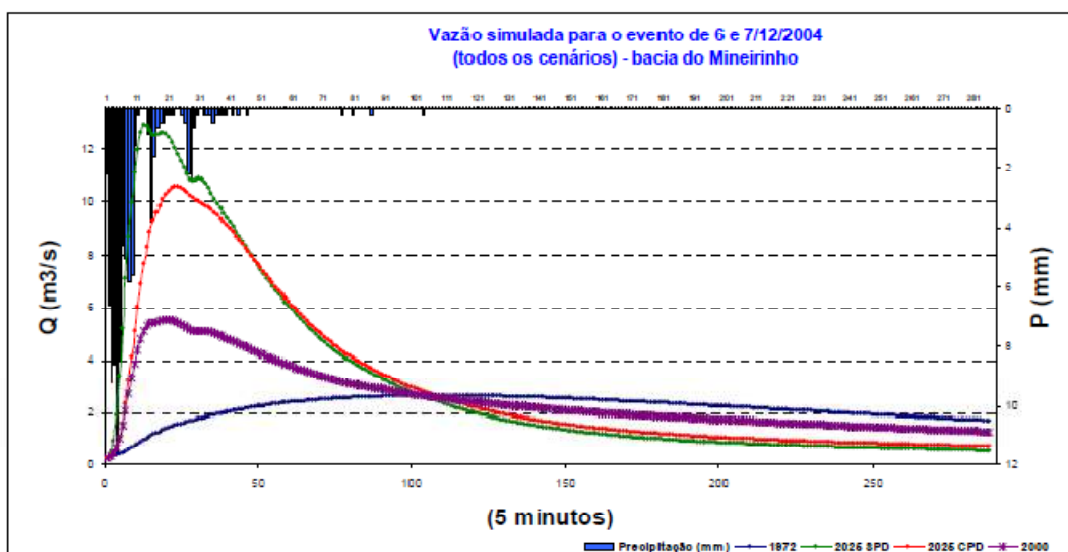


FIGURA 30 - Evento 2 (Simulação para todos os cenários, evento 6 e 7 de Dez/2004 (bacia do Mineirinho)).
 FONTE: BENINI (2005).

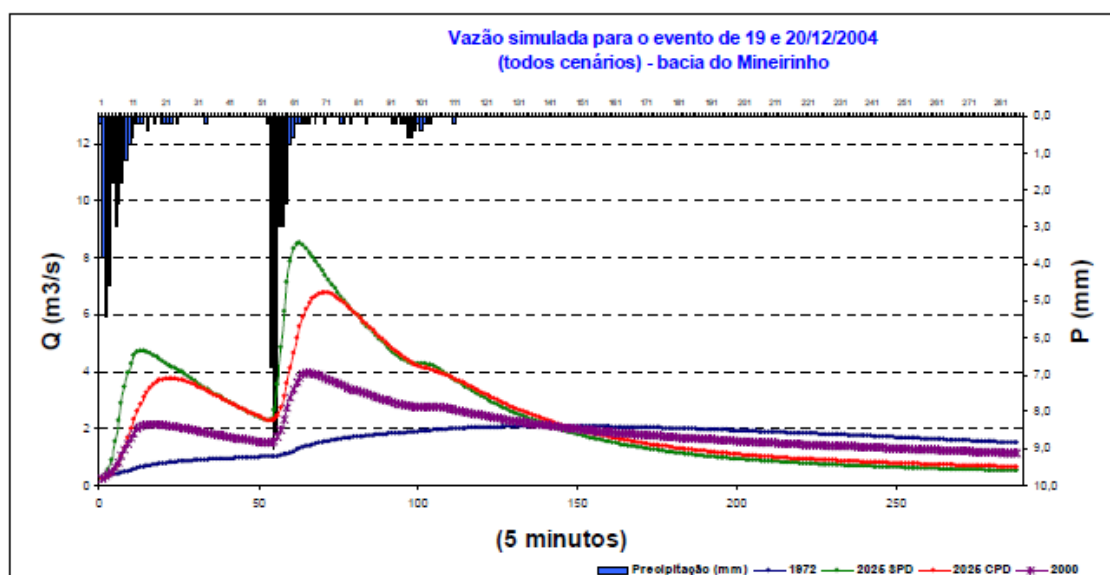


FIGURA 31 - Evento 3 –(Simulação para todos os cenários, evento 19 e 20 de dez/2004 (bacia do Mineirinho)).

FONTE: BENINI (2005).

Em relação às simulações hidrológicas apresentadas nos gráficos, pode-se observar que para o cenário 2025 SPD, a vazão máxima simulada foi de 12,93 m³/s e o tempo de pico de cheia foi de 65 minutos. Portanto, nesse cenário a vazão máxima cresceu 388,0 % quando comparada ao cenário 1972 e 319,4 % quando comparada ao cenário 2000. O tempo de pico foi reduzido em 465 min, quando comparado ao cenário 1972 e 35 min quando comparadas ao cenário 2000.

No cenário 2025 CPD a vazão máxima foi de 10,57 m³/s e o tempo de pico foram de 115 minutos. Ou seja, entre os cenários 2025 CPD e 2025 SPD há uma diminuição de 22,3 % na vazão máxima e um aumento no tempo de pico é de 50 minutos. Dessa forma, diretrizes de Plano Diretor permitem atrasar e diminuir os picos de cheias que ocorreria caso nenhum controle (SPD) fosse implantado. Também, esses resultados colaboram com sistemas de alerta antecipado de cheias para as áreas de jusante da bacia.

Os valores mais altos de vazões máximas observadas foram para o evento 3, que apesar de não ter sido o maior, foi o que apresentou menor distribuição no tempo de chuva (86 mm em 240 minutos). Conclui-se que chuvas mais rápidas contribuem para ocorrência de enchentes.

O escoamento superficial é mais rápido e mais intenso conforme a bacia é impermeabilizada. Porém, a redução de 22,3 % nos valores de vazão máxima entre o

cenário CPD e SPD não são suficientes para conter as inundações, que provavelmente ocorrerão à jusante da bacia. Isso mostra a necessidade de incluir medidas estruturais de controle no Plano Diretor.

De acordo com Benini (2005), além da recuperação das zonas ripárias e permeabilidade de 15 % dos lotes, conclui-se que seriam necessárias medidas estruturais para o controle de enchentes. Quanto mais se prevê a ocupação urbana sem diretrizes, menor é a capacidade de resiliência do meio; e maiores serão as ocorrências de enchentes e conseqüentemente os prejuízos causados por inundações. Dessa forma, podemos verificar a fragilidade hidrológica de bacias hidrográficas em relação à impermeabilização do solo e torna-se fácil perceber a razão do crescimento de enchentes nas regiões urbanas do país.

A utilização de técnicas de sensoriamento remoto, associadas ao uso do modelo hidrológico IPH II, mostrou-se eficiente para previsão de cenários mostrando-se importante ferramenta para gestão e planejamento de bacias pouco urbanizadas.

Diante dos hidrogramas apresentados para os cenários de tendência, observa-se progressivamente o crescimento das vazões máximas. Assim, a impermeabilização do solo e a diminuição de fragmentos florestais, diminuiram o tempo de pico e elevaram as vazões máximas para todas as sub-bacias.

Finalmente, o autor conclui que a diminuição de áreas permeáveis e a supressão de fragmentos florestais afetam a capacidade de armazenamento do solo e disponibilizam maiores volumes de escoamento superficial, além de impor sérios riscos quanto à ocorrência de inundações.

2.5.3-Rio Cheong Gye Cheon – Seoul.

O projeto de intervenção na capital da Coreia do Sul é o exemplo mais atual executado referente à aplicação da conceituação de renaturalização. O plano e o projeto proposto contemplam a gradual transformação da paisagem edificada e alterada para um ambiente natural, com a recuperação da fauna e da flora e, foram propostas diretrizes e ações diferenciadas em cada área da intervenção de acordo com as funções que desempenham na cidade.

A cidade de Seoul, capital da Coreia do Sul está situada na bacia hidrográfica do Hangang, que tem perto de 497 km de extensão, com uma área de 26 km². Na área central de Seoul, um dos afluentes do Hangang, o rio Cheong Gye Cheon, sofreu uma forte degradação ao longo do processo de crescimento da cidade, conforme apresentado na Figura 32.



FIGURA 32– Localização do Rio Cheong Gye Cheon.

FONTE: SEM AUTOR. Disponível em: < <http://english.seoul.go.kr/cheonggye>>. Acesso em outubro 2010.

Na década de 50, quando as suas margens encontravam-se tomadas por habitações de baixa renda, conforme Figura 33 (a), que praticamente invadiram seu leito natural, foi realizado um projeto de saneamento urbano, com a sua canalização. Em agosto de 1958, iniciaram-se as obras que duraram até 1977. Simultaneamente, em 1967, apresentando na Figura 32 (b), iniciaram-se as obras de um elevado – Cheonggye Highway - com 5,6 km de extensão por 16 m de largura, que ligava a região de Gwarggyo à Majang Dong, representados pela Figura 33.

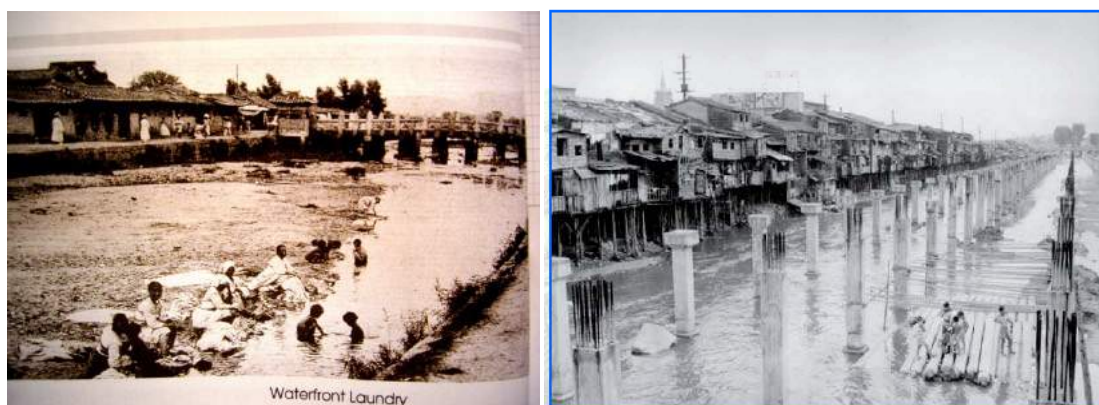


FIGURA 32 – (a) Rio Cheong Gye Cheon em 1950 e (b) Rio Cheong Gye Cheon em 1958.

FONTE: SEM AUTOR. Disponível em: < <http://english.seoul.go.kr/cheonggye>>. Acesso em outubro 2010.



FIGURA 33 (a) e (b) - Elevado construído sobre o rio, denominado de Cheong Gye Highway
FONTE: SEM AUTOR. Disponível em: < <http://english.seoul.go.kr/cheonggye>>. Acesso em outubro 2010

A área do entorno do elevado teve uma grande valorização e transformou-se na maior concentração comercial do país com a construção de aproximadamente 6000 edifícios e mais de 100.000 pequenas lojas. Posteriormente, na década de 90 surgiram problemas na estrutura do elevado ao mesmo tempo em que se verificava a decadência da região, que perdia competitividade em relação a outras áreas da cidade para a implantação de atividades econômicas, apresentava diminuição na geração dos empregos e evidenciava um esvaziamento da população.

Em 1997, somente carros pequenos podiam utilizar o elevado, enquanto o custo para sua recuperação representava algo em torno de 50 milhões de dólares. Baseado na premissa de que era necessário mudar o paradigma de desenvolvimento urbano voltado para o automóvel, e da importância de recuperar uma convivência sadia com o meio natural, o governo elaborou o plano que propunha a demolição do elevado, a recuperação do rio e a criação de um parque linear ao longo de suas margens, por meio de um processo de renaturalização, ou seja, o retorno ao ambiente natural.

O plano criou um cinturão verde ao longo do rio, a gradual transformação da paisagem edificada para um ambiente natural, com a recuperação da fauna e da flora e a implantação de espaços temáticos de cascatas e fontes. Por meio de um diagnóstico com o levantamento das principais características, o percurso do rio foi fragmentado em 3 partes distintas, conforme Figura 34: Núcleo histórico, Núcleo Cultural+Urbano e Núcleo Natural (rural) e para cada núcleo foram propostas diretrizes e ações diferenciadas de acordo com as funções que desempenham na cidade.

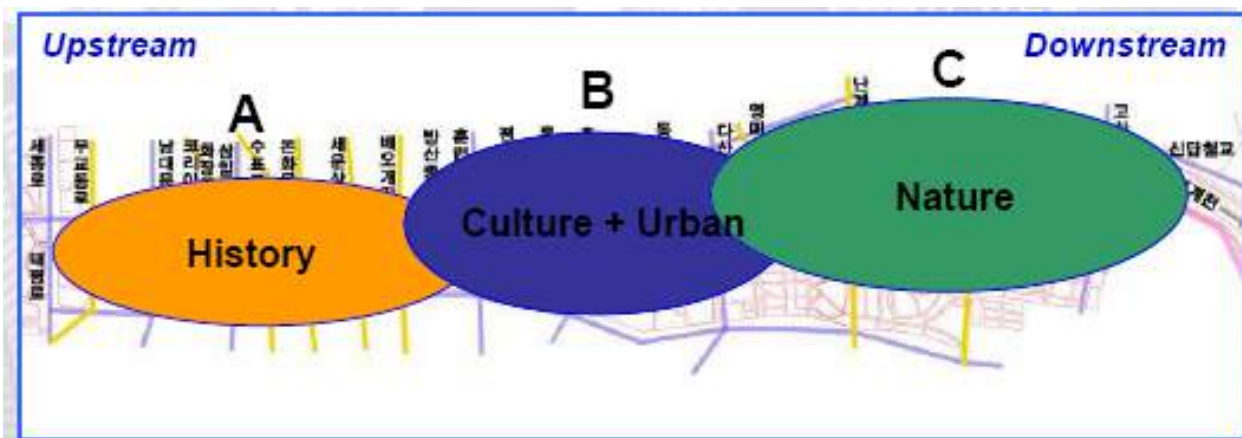


FIGURA 34 - Esquema de divisão do percurso do rio.
 FONTE: SEM AUTOR. Disponível em: < <http://english.seoul.go.kr/cheonggye>>. Acesso em outubro 2010.

Foram realizadas aproximadamente 4200 reuniões com a população para discussão do projeto, uma vez que 170.000 veículos/ dia que passavam pelo elevado teriam que alterar seus trajetos, além das mudanças que implicariam no uso do solo no seu entorno. Na Figura 35, é apresentada a maquete do projeto final desenvolvido para a renaturalização do rio e requalificação do entorno e na Figura 36, o perfil esquemático do projeto.

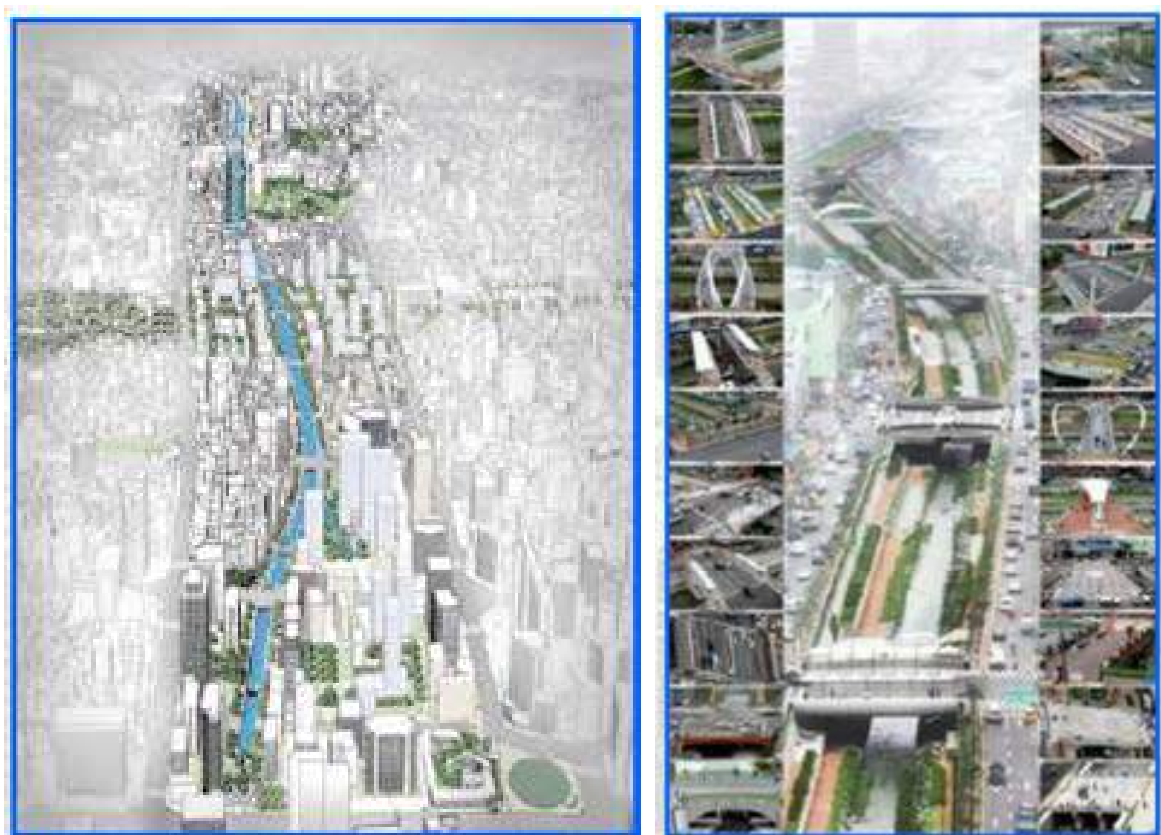


FIGURA 35 (a) e (b) – Imagens do projeto de renaturalização.
 FONTE: SEM AUTOR. Disponível em: < <http://english.seoul.go.kr/cheonggye>>. Acesso em outubro 2010.



FIGURA 36 – Perfil esquemático do projeto.

FONTE: SEM AUTOR. Disponível em: < <http://english.seoul.go.kr/cheonggye>>. Acesso em outubro 2010.

Em 2003, foram iniciadas as obras orçadas em 357 milhões de dólares e em 2005 a área já estava disponível ao uso público. O monitoramento de sua implantação apresentou uma redução sensível da poluição atmosférica, com uma melhora significativa da qualidade da água. Na Figura 37, é apresentada a monitoração das alterações no micro-clima do local e nota-se que a temperatura atmosférica se reduziu em aproximadamente 4 graus, passando de uma média de 37° para 32,7°, alcançando índices mais significativos nas áreas do rio e em suas margens.

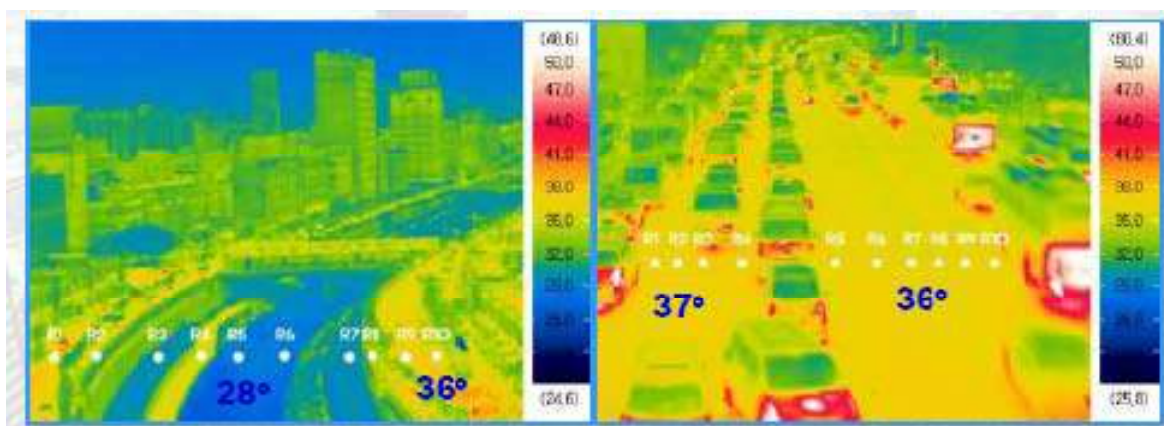


FIGURA 37 – Comparação do micro-clima antes e depois da intervenção.

FONTE: SEM AUTOR. Disponível em: < <http://english.seoul.go.kr/cheonggye>>. Acesso em outubro 2010.

A água do rio passou por tratamento que resultou na recuperação de 14 espécies de peixes, enquanto aproximadamente 18 espécies de pássaros voltaram a freqüentar a região. Com uma proposta voltada para o pedestre, a área recuperou a imagem da cidade frente a seus habitantes e a sua história. Provavelmente restaram problemas não resolvidos, mas no geral

observa-se que a decisão de demolir um espaço exclusivo dos automóveis e desenterrar o rio foi na direção da busca da sustentabilidade urbana e da harmonia com o ambiente, que se expressou no diálogo que se estabeleceu entre o ambiente recuperado e a população, conforme apresentado nas Figuras 38 e 39. Estima-se que, nos fins de semana, aproximadamente 30.000 pessoas freqüentam o parque linear. Trata-se de um projeto que envolveu recursos financeiros vultosos e pode ser enquadrado nos moldes dos grandes projetos urbanos europeus (Barcelona, Paris, Bilbao, Londres) e americanos (Boston, Nova York).



FIGURA 38 (a) e (b) - Imagens do antes e depois da intervenção no Rio Cheong Gye Cheon.
FONTE: SEM AUTOR. Disponível em: < <http://english.seoul.go.kr/cheonggye>>. Acesso em outubro 2010.



FIGURA 39 (a) e (b) – Imagens do projeto implantado.
FONTE: SEM AUTOR. Disponível em: < <http://english.seoul.go.kr/cheonggye>>. Acesso em outubro 2010.

CAPÍTULO 3

INFLUÊNCIA DO PROCESSO DE URBANIZAÇÃO NA TRANSFORMAÇÃO DA PAISAGEM DOS CURSOS DE ÁGUA NA CIDADE DE UBERLÂNDIA-MG.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO

A cidade de Uberlândia encontra-se localizada no oeste do estado de Minas Gerais, na região do Triângulo Mineiro, conforme apresentado na Figura 40 e é a maior cidade do interior mineiro, com aproximadamente 579 mil habitantes (IBGE, 2010), e uma área em torno de 4000 km², com 135 km² de área urbana. (Ver anexo A – MAPA 01).

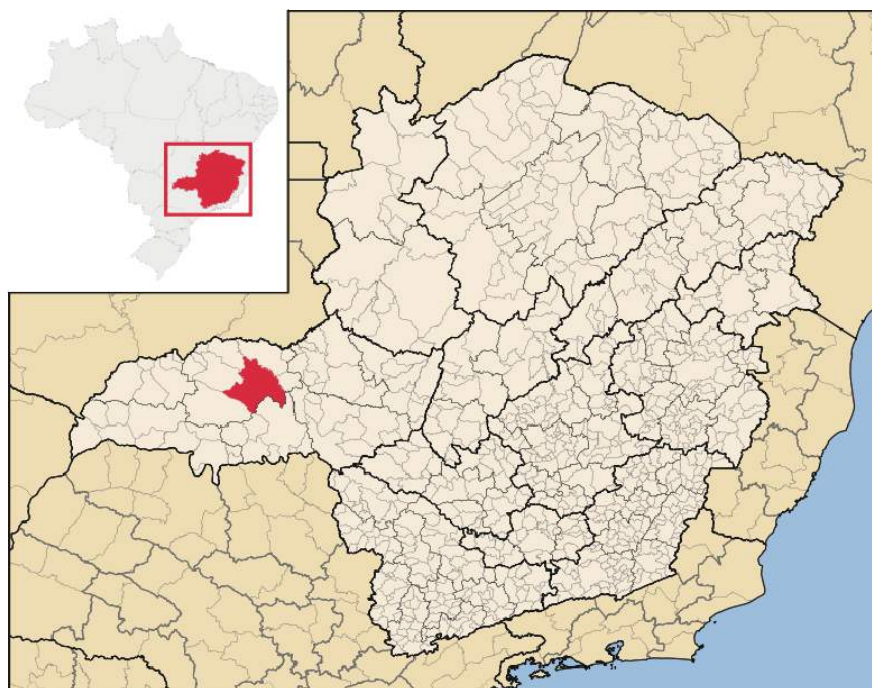


FIGURA 40 – Localização da cidade de Uberlândia no Brasil e no estado de Minas Gerais.
FONTE: SEM AUTOR. Disponível em: < [http:// www.ibge.br](http://www.ibge.br),>. Acesso em outubro 2010.

O município é dividido em cinco distritos, conforme Figura 41: Uberlândia, Cruzeiro dos Peixotos, Martinésia, Miraporanga e Tapuirama e possui como principais acessos as rodovias: BR-050, R-365, R-452, R-455 e BR-497 e a Ferrovia Paulista S/A (ver Figura 42).

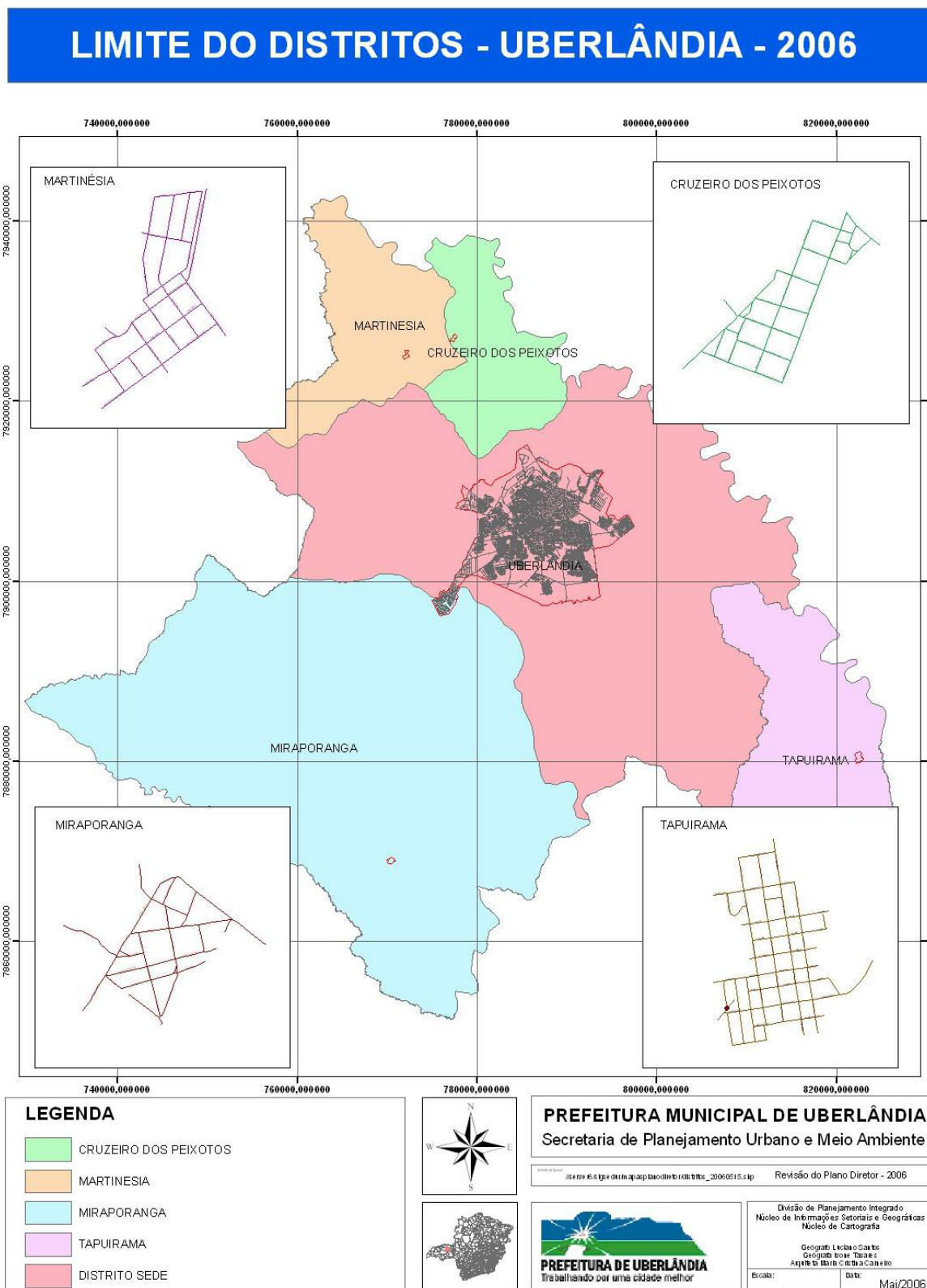


FIGURA 41 – Distritos do município de Uberlândia-MG.
FONTE: Prefeitura Municipal de Uberlândia.



FIGURA 42 – Principais acessos pelas rodovias a cidade de Uberlândia-MG.

FONTE: SEM AUTOR. Disponível em: < <http://maps.google.com.br>>. Acesso em outubro 2010.

O processo de urbanização da cidade de Uberlândia iniciou-se com a passagem das bandeiras rumo ao interior do país, na procura de riquezas minerais e da captura indígena, e posteriormente foi consagrada com a chegada da estrada de ferro e as ligações rodoviárias. Tal processo também está relacionado aos condicionantes ambientes, como clima agradável, terra fértil, pasto natural e disponibilidade de recursos hídricos, proporcionando um ambiente favorável ao crescimento populacional e urbano (VITAL, 2003).

A inserção do Triângulo Mineiro na economia nacional deve ser entendida a partir de três fatores: a extensão da Estrada de Ferro Mogiana; a construção da ponte Afonso Pena sobre o rio Paranaíba, ligando o Triângulo Mineiro ao Centro Oeste; e a construção de rodovias, pela Companhia Mineira de Autoviação em 1912, que possibilitavam o escoamento de produtos e o transporte de passageiros entre diversas cidades dos estados de Goiás, São Paulo e Minas Gerais.

A partir desses acontecimentos, ocorreu um aprofundamento das relações comerciais entre São Paulo e o Triângulo Mineiro, particularmente com a cidade de Uberlândia, que se especializava na comercialização de alimentos, transformando-se num espaço de

circulação de mercadoria e de intermediação entre Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso e São Paulo.

Com as decisões de transferência da capital brasileira para o centro-oeste, a cidade de Uberlândia e região tornaram-se pontos estratégicos de integração entre a industrialização de São Paulo e os mercados do interior em expansão, e os investimentos em infraestrutura.

Segundo Fonseca (2007), a cidade de Uberlândia pode ser considerada atualmente como um centro regional, associada à produção agrícola e de serviços, principalmente no setor atacadista e varejista, setor agro-industrial e os serviços de telefonia. Suas estruturas de serviços de saúde e de educação superior pública e privada contribuíram para a atração de um grande número de pessoas à cidade.

3.2 O PROCESSO HISTÓRICO DE FORMAÇÃO E ESTRUTURAÇÃO

A formação do núcleo urbano da cidade de Uberlândia/MG ocorreu no início no século XVIII, nas encostas de pequenos cursos de água e ao longo de seus vales, inicialmente, entre dois córregos: o São Pedro (atual Avenida Rondon Pacheco) e o Cajubá (Atual Avenida Getúlio Vargas) e, o rio Uberabinha. Nota-se que, desde as suas origens, a hidrografia foi um elemento fundamental para o desenvolvimento da cidade, com a determinação da organização espacial, além do abastecimento e do cultivo agrícola/pecuária para a população (SOARES, 1995; VITAL, 2003).

O núcleo urbano era composto por um pequeno povoado, com uma capela, pequenos comércios e poucas residências, conforme apresentado na Figura 43. As atividades sociais, políticas e econômicas ainda estavam concentradas na área rural e a transformação da paisagem natural não alcançou proporções significativas, já que estava limitada à abertura de valos da água e à construção de edificações de pequeno porte. No entanto, com o aumento das produções agropecuárias das primeiras fazendas, as condições de apossamento de terras e as notícias de terra fértil ocorreram correntes migratórias para a região e conseqüentemente o aumento na população e a modificação da organização espacial (TEMMER, 2001; VITAL 2003).

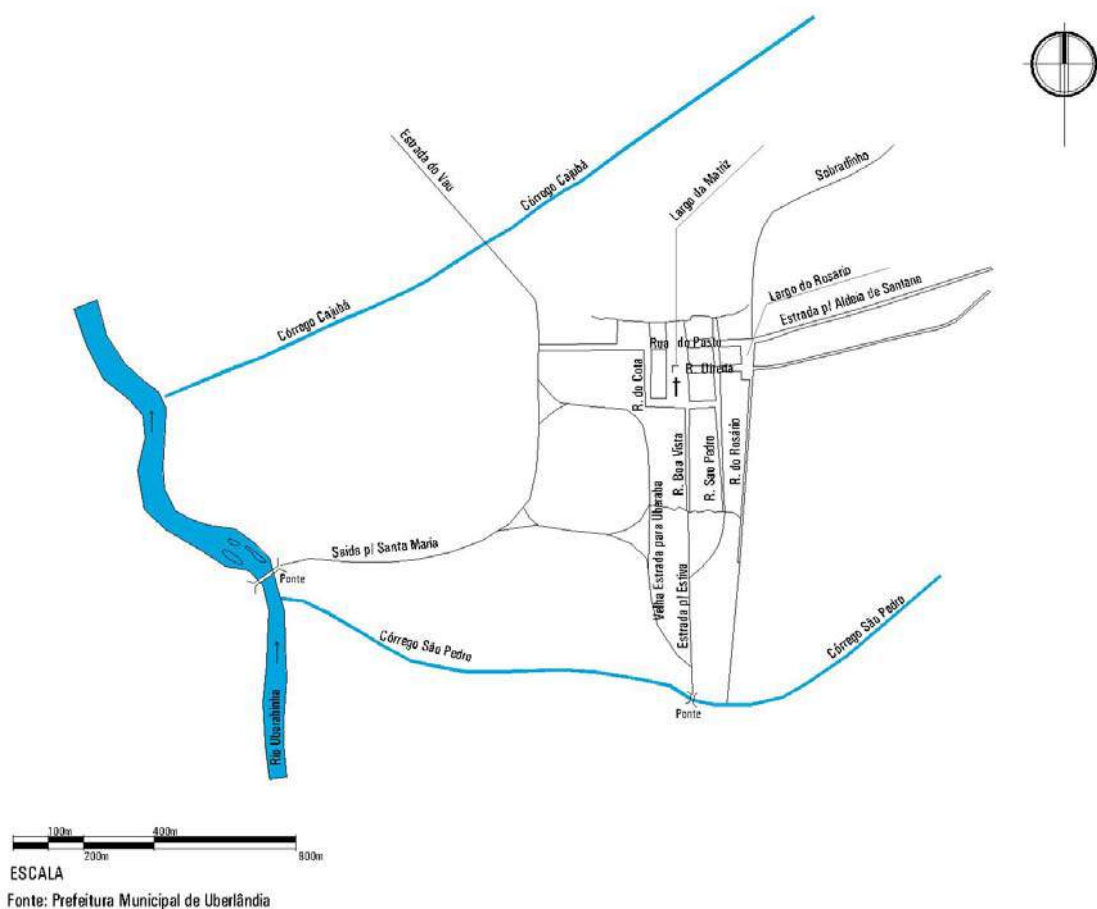


FIGURA 43 - 1º Processo de crescimento urbano em 1856.
FONTE: Prefeitura Municipal de Uberlândia – Adaptado pela autora.

Essa expansão do núcleo urbano, principalmente em direção à parte alta do terreno, conforme apresentado na Figura 44, promoveu as primeiras transformações significativas no meio ambiente, com o desmatamento para abertura de vias e construções de edificações, as queimadas para a agricultura e, sobretudo, a utilização das águas dos rios e córregos como esgotamento sanitário (excrementos humanos e resíduos sólidos) (VITAL, 2003).

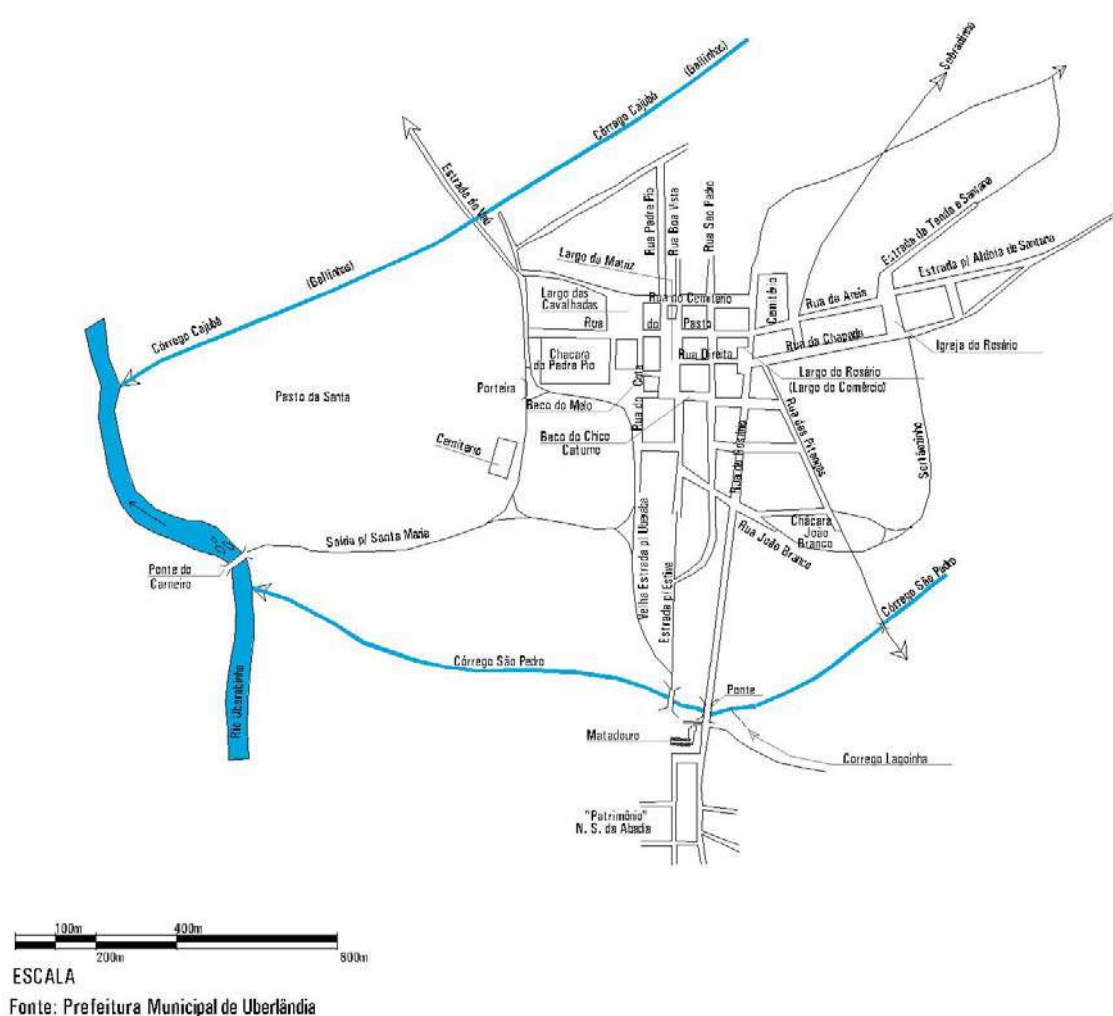


FIGURA 44 – Crescimento urbano em 1891.
FONTE: Prefeitura Municipal de Uberlândia – Adaptado pela autora.

Nesse período, foi implantada uma série de serviços e equipamentos urbanos como escola pública, estação telegráfica, praça pública, calçamento da avenida comercial, cadeia, entre outros, e a construção da primeira transformação significativa da paisagem natural, uma rede de esgoto com 23 linhas distintas, com deságüe nos córregos São Pedro (atual Avenida Rondon Pacheco) e Cajubá (atual Avenida Getulio Vargas), como também uma rede de distribuição de água potável por meio de canalizações e represamentos de córregos (GROSSI, 1991; SOARES, 1995).

Além da atratividade que a cidade passou a oferecer com os novos equipamentos, o processo de consolidação urbana, também se encontra associado a dois fatores: a imigração e o trabalho assalariado. Os trabalhadores rurais migraram para a cidade e assumiu uma

nova condição, a de operários, vendedores, ambulantes, trabalhadores braçais em geral; e de pessoas que se transferiram para a cidade, induzidas pelas oportunidades de trabalho que surgiu provenientes das imagens divulgadas textualmente e iconograficamente, por meios da imprensa local.

Tais fatores promoveram o crescimento urbano, o qual impôs novas necessidades, caracterizadas, principalmente, pela incorporação de áreas agrícolas ao sítio urbano e a construção intensa de edificações, criando uma nova configuração espacial de forma acelerada e desordenada. Assim ocorreu a ruptura com a condição rural e as transformações, tanto culturais como de infraestrutura passaram a distinguir o espaço urbano do campo (TEMMER, 2001).

Em 1888, o núcleo urbano foi emancipado e ocorreu a transferência da população rural para a área urbana, promovendo intervenções diretas das classes dirigentes na estruturação física da cidade, com a fragmentação em áreas apropriadas para o comércio, o lazer e moradias em grandes palacetes, mansões, sobrados, e a aglomeração das instituições fundamentais⁷ na organização da sociedade no núcleo urbano.

Tal situação promoveu a consolidação do núcleo central (atual bairro Fundinho) e paralelamente, segundo Soares (1995), o surgimento de uma estrutura estratificada em termos de classes sociais, com a “expulsão” da população de menor poder aquisitivo e racialmente discriminado para a periferia. A valorização da área central incentivou a aceleração dos processos de especulação imobiliária, e “surgem bairros distantes ocupados não por sua melhor localização e infraestrutura e sim porque os lotes eram vendidos com mais facilidades, portanto, mais acessíveis ao poder aquisitivo da população existente” (SOARES, 1995).

Com a chegada da Companhia Mogiana de Estrada de Ferro (1895) e a inauguração da estação de Uberabinha, a cidade passou a ter o contato direto com os estados de São Paulo e Goiás, gerando a ligação da implantação de transporte com a atividade mercantilista e especialmente com o comércio de terras. Esse fato também influenciou na nova forma de estruturação urbana principalmente com relação ao uso do solo e a redefinição dos setores de expansão e de desenvolvimento da cidade.

⁷ Termo utilizado por Villaça (2004) associada à organização da sociedade, em seus aspectos essenciais: a vida econômica (os mercados, comércios, trocas), a vida política (palácios, grandes praças), a vida religiosa (templos) e a defesa do território.

No final do séc XIX, a chegada da ferrovia, a abertura de estradas e construção de pontes alavancou a economia, a densidade demográfica e a industrialização. Com as influências das reformas propostas nos planos de melhoramento e embelezamento empreendidos pelo prefeito Pereira Passos, na cidade do Rio de Janeiro⁸, a classe dirigente passou a divulgar idéias de superação dos laços que unem os habitantes do “antigo arraial em relação à natureza, ou seja, transformar, eliminar ou substituir os aspectos de ligação com a terra, cobrindo o sítio natural com o ambiente artificial” (TEMMER, 2001).

A idéia de transformação da imagem da cidade, legitimada pelo moderno discurso da higiene, beleza e consciente ação disciplinar social, induziu o poder público na contratação de um plano urbanístico, entre os anos 1907 e 1908, visando à reordenação do espaço urbano e à criação de uma nova área central, entre a ferrovia e o núcleo urbano existente. Entre suas resoluções, destacaram-se: a adoção do formato retangular para o parcelamento dos quarteirões no núcleo central e a criação de um conjunto de largas e extensas avenidas arborizadas, seguindo a forma “tabuleiro de xadrez”.

Neste momento, a hidrografia era objeto para intervenção principalmente para três usos, ou demandas: diluição e afastamento de esgotos, abastecimento da população e drenagem pluvial. Em 1909, os recursos hídricos ganharam um novo uso na cidade, o de geração de energia com a instalação de uma pequena usina hidroelétrica. Sua construção só foi possível devido à presença das quedas da água na região, o que demonstrou em outro momento da história a contribuição deste recurso natural para a definição e formação do desenho urbano da cidade.

Em 1920, nota-se na Figura 45 que “O centro ocupava, então, os terrenos planos delimitados à nordeste pela ferrovia, ao norte pelo córrego Cajubá, para o qual o relevo descendia suavemente, ao sul pelo córrego São Pedro, onde se encontravam declives mais fortes, e à oeste pela estrada que levava ao povoado de Santa Maria, além do Rio Uberabinha” (FONSECA, 2007).

⁸ Baseado no modelo das grandes reformas das cidades européias no século XIX: Paris, Viena, Washington.



FIGURA 45 - Crescimento Urbano em 1920.

FONTE: Prefeitura Municipal de Uberlândia e FONSECA (2007) – Adaptado pela autora.

As instalações de diversas empresas na cidade e as facilidades de ligação com outras regiões, por meio das estradas de rodagem e de ferro, promoveram o estabelecimento e a consolidação do comércio. A estrutura urbana recebeu concomitante ao seu desenvolvimento, a construção de estradas regionais e vicinais, rede de abastecimento de água potável, grandes edificações, amplas e espaços avenidas, jardins públicos, matadouro modelo, rede de esgoto e outros benefícios públicos, para que rapidamente o capital imobiliário ocupasse os terrenos ociosos com residências e prédios significativos (TEMMER, 2001; VITAL, 2003).

A fisionomia da cidade transformou-se novamente, não só com as novas edificações que contrastavam, por suas dimensões e estilos arquitetônicos, com aqueles existentes até então, mas também como a diversificação das atividades centrais e o aumento, tanto populacional quanto dos estabelecimentos comerciais e de serviços.

Na década de 40, a área urbanizada estava dividida em duas áreas distintas: aquela situada abaixo da estação conhecida popularmente como cidade (centro), e a outra que era a Vila Operária (periferia), e que eram identificados por elementos de separação naturais (córregos São Pedro e Cajubá) e/ou construídos (linha férrea). Segundo Fonseca (2007), “o núcleo urbano estava limitado entre os trilhos da ferrovia (bairro Vila Brasil e Operaria) ou por barreiras físicas como os córregos (Bairros: Roosevelt, Fluminense, Industrial, Patrimônio, Belo Horizonte, Oswaldo, Martins e Carneiro)”, conforme apresentado na Figura 46.

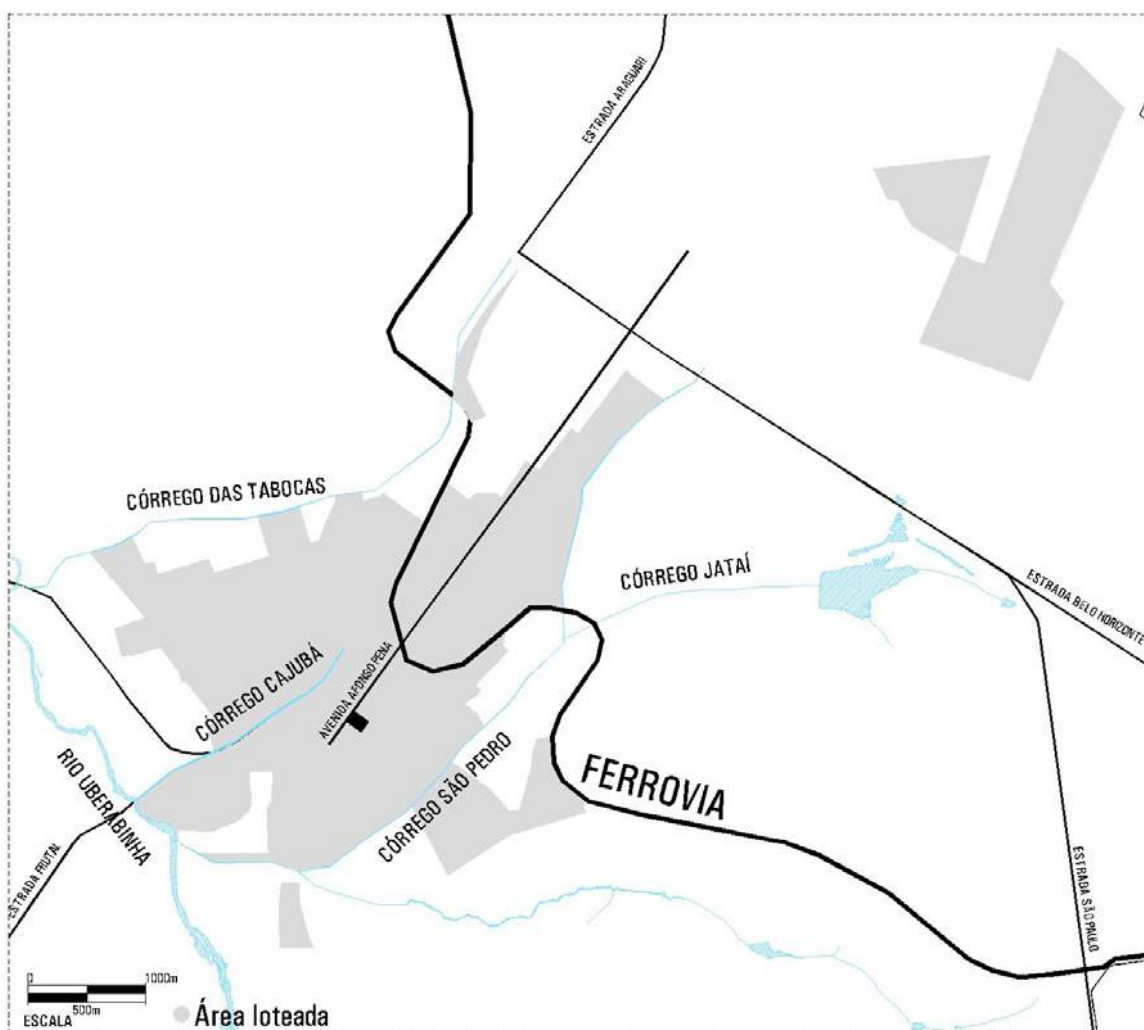


FIGURA 46 – Crescimento urbano em 1940.

FONTE: Prefeitura Municipal de Uberlândia e FONSECA (2007) – Adaptado pela autora

Segundo Vital (2003), o desenvolvimento comercial, tecnológico e industrial, com a modernização dos processos produtivos e conseqüentemente da conformação urbana promoveu “um distanciamento da relação da população com o campo e artificialização do espaço urbano, intensificando os processos de desequilíbrio ambiental”.

Nas décadas de 50, influenciados pelas teorias da *City Beautiful* e das remodelações urbanas internacionais, o poder público promoveu a estruturação da cidade em grandes eixos viários. Neste período é encomendado ao departamento geográfico do DER/MG (1954), um plano de urbanização, com o objetivo de reordenação do sistema viário e a criação de um zoneamento, por meio da realocação de equipamentos urbanos, como por exemplo: as estações: ferroviária e rodoviária, o centro administrativo e o cemitério (SOARES, 1995).

A cidade, até então, se desenvolvera sob um traçado ortogonal rígido, sem grandes avenidas para escoamento do tráfego, que se distribuía indistintamente por todas as ruas e a ocupação urbana, embora dependesse da existência de rios e córregos próximos, quando ocorreu sua expansão pelo território, surgiu a necessidade de novas áreas habitacionais, mas que estavam limitadas pelos recursos hídricos no qual se comportavam como barreiras físicas para a criação de áreas passíveis de urbanização e de novas formas de ocupação (FONSECA, 2007).

Assim, o foco do plano de urbanização era de solucionar a questão da circulação, com a abertura das denominadas artérias de penetração e, como estratégia de intervenção, foram sugeridos o aproveitamento dos fundos de vale (com a canalização dos córregos) e a conversão de antigas estradas e ferrovias para a ampliação da infraestrutura viária.

O plano não dava diretrizes para o desenvolvimento da cidade em longo prazo, mas apesar de suas limitações, segundo Fonseca (2007), representou, de uma forma, a “primeira tentativa de adoção do planejamento como um novo paradigma de gestão da cidade”, mas por outro lado, a adoção de uma estratégia de expansão urbana, com a transformação da hidrografia no sistema viário da cidade e que futuramente causaria grandes danos ambientais.

Inicialmente, a expansão da área central foi determinada pela canalização do córrego Cajubá (1950), conforme apresentado na Figura 47, que limitava o centro dos bairros operários, como Vilas Oswaldo, Carneiro e Martins e cujo leito se encontrava a menos de 40 m de distância da Avenida Afonso Pena. Essa obra resultou na construção da Avenida Rio de Janeiro, posteriormente denominada de Avenida Getúlio Vargas (ver Figura 48), que foram implantadas com o intuito de melhorar a comunicação com os demais bairros,

ao mesmo tempo em que as aprovações de novos loteamentos ampliaram consideravelmente sua área urbana.

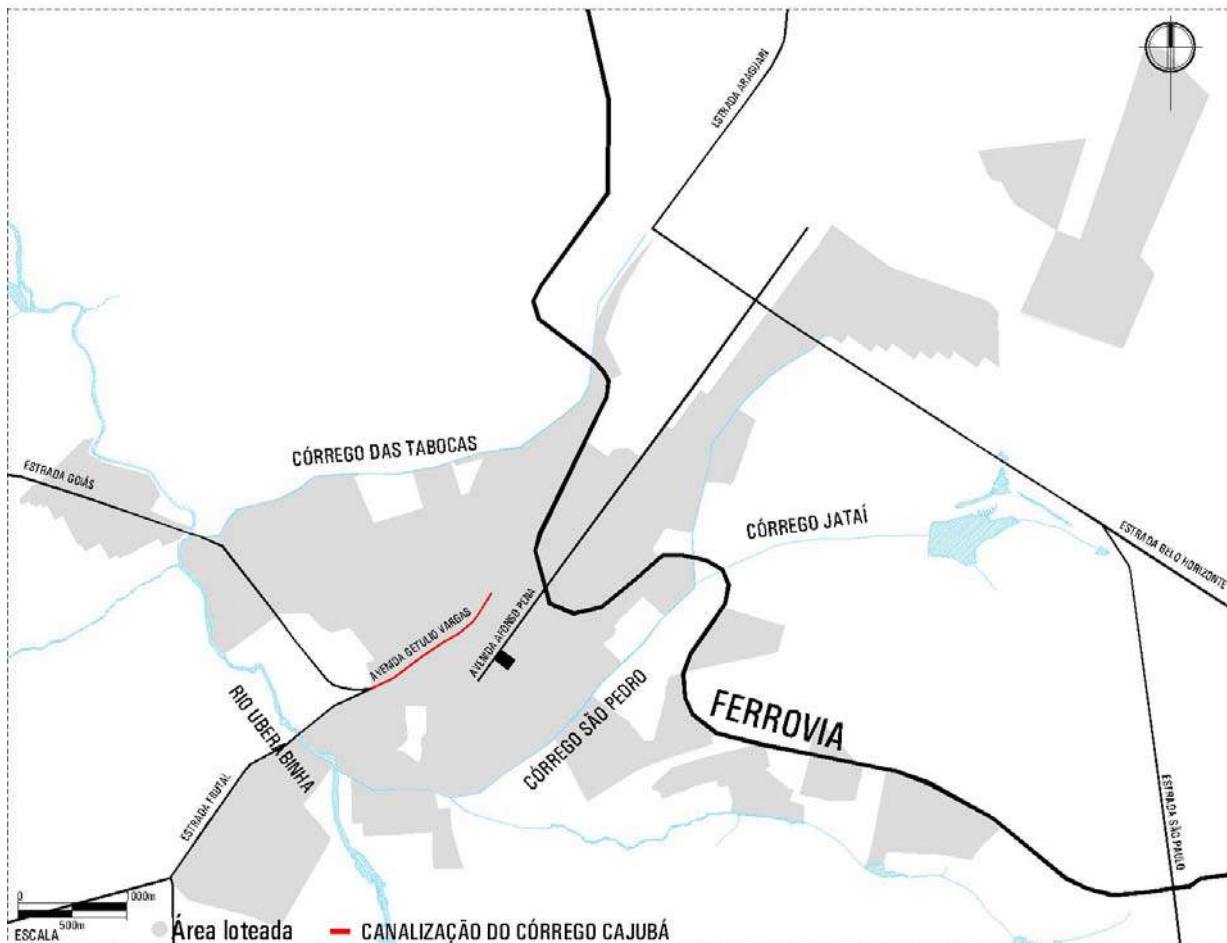


FIGURA 47 – Crescimento urbano em 1950 – Canalização do córrego Cajubá.
FONTE: Prefeitura Municipal de Uberlândia e FONSECA (2007) – Adaptado pela autora



FIGURA 48 – (a) Avenida Getúlio Vargas (antiga Avenida Rio de Janeiro), em 2010;
(b) Marco de inauguração.
FONTE: SEM AUTOR. Disponível em: < <http://maps.google.com.br> >. Acesso em outubro 2010.

Na década de 60, aportaram à cidade as bases para o seu desenvolvimento: o início da implantação da cidade industrial e da universidade, além da melhoria da rede de rodovias que a conectavam as cidades mais importantes do país. Esse fato consolidou o papel de cidade industrial e do pólo regional, trazendo o aumento populacional, a expansão das áreas periféricas, com a construção dos conjuntos habitacionais, a modernização e adensamento do centro.

Tal situação ocasionou constantes pedidos de construção de pontes sobre os córregos São Pedro e Tabocas com o intuito de melhorar as condições de crescimento do vetor norte, permitir a continuidade da BR-365 e a comunicação com o centro. E assim, em 1967 ocorreu a canalização do córrego Tabocas, conforme apresentado na Figura 49, com a abertura da avenida do contorno, atual Avenida Minervina Cândida de Oliveira (ver Figura 50), promovendo a expansão da zona norte com bairros de caráter popular, assim como a consolidação do Distrito Industrial.

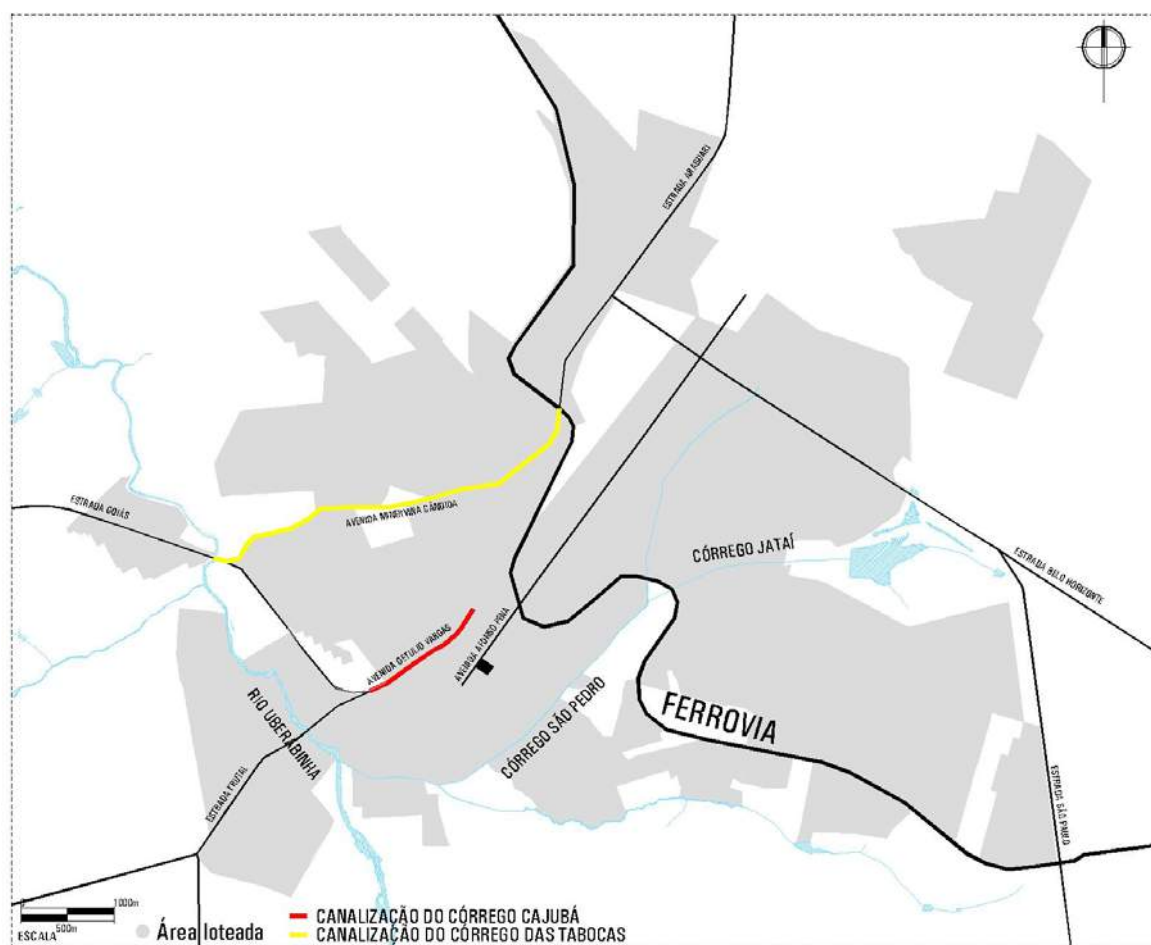


FIGURA 49 – Crescimento urbano em 1960 – Canalização do córrego das Tabocas.
FONTE: Prefeitura Municipal de Uberlândia e FONSECA (2007) – Adaptado pela autora

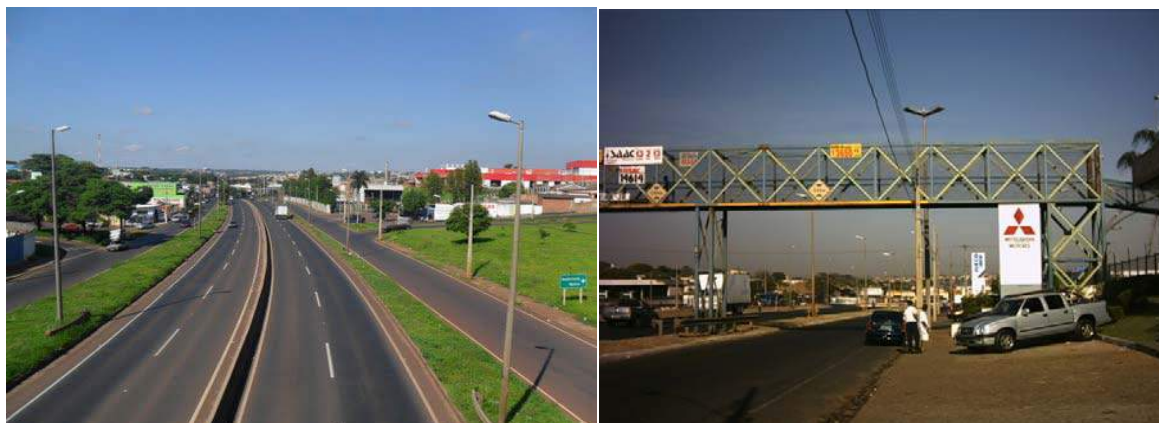


FIGURA 50 (a) e (b) – Avenida Getúlio Minervina Cândida, em 2010.

FONTE: SEM AUTOR. Disponível em: < <http://maps.google.com.br>>. Acesso em outubro 2010.

Em 1971, iniciou-se a canalização do córrego São Pedro, trecho entre o Rio Uberabinha até a BR-050, conforme apresentado na Figura 51, com objetivo de permitir a abertura de uma nova avenida, a Avenida São Pedro, que passou a ser chamada de Avenida Rondon Pacheco (ver Figura 52). Sua construção era justificada pela necessidade de urbanização e ocupação da zona sul da cidade, com amplas possibilidades de investimentos por parte do mercado imobiliário.

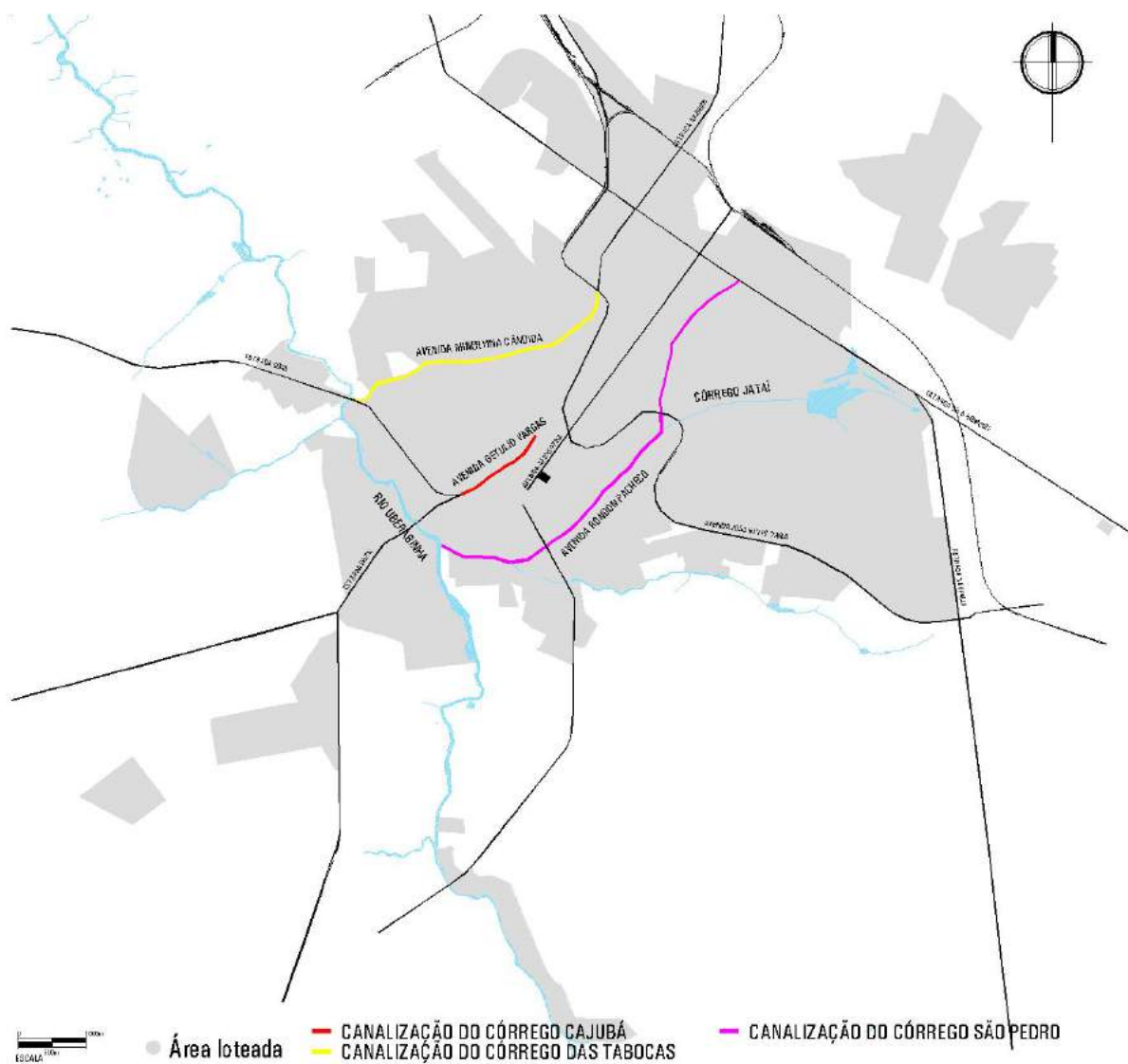


FIGURA 51 – Crescimento urbano a partir de 1970 – Canalização do córrego São Pedro.
FONTE: Prefeitura Municipal de Uberlândia e FONSECA (2007) – Adaptado pela autora



FIGURAS 52 – Avenida Rondon Pacheco, em 2010.
FONTE: SEM AUTOR. Disponível em: < <http://maps.google.com.br>>. Acesso em outubro 2010.

Com o crescimento populacional acelerado, a malha urbana expandiu-se em várias direções e a falta de planejamento e de normativas que norteassem o crescimento físico da cidade fazia com que o debate e as ações públicas fossem pautadas pelos interesses e as concepções urbanísticas dos prefeitos e dos respectivos grupos políticos que representavam (TEMMER, 2001).

De acordo com Fonseca (2007):

“A expansão sem limites do tecido urbano era visto como símbolo de progresso, bem como o processo de adensamento do centro. A dispersão urbana foi permitida pela construção de grandes obras viárias e da flexibilidade permitida pelo automóvel particular e pelo ônibus coletivo, criando a dispersão da população em áreas cada vez mais isoladas e permite o surgimento de novas centralidades”.

Fonseca (2007) ainda ressalta que essa expansão, juntamente com “a carência de leis de uso e ocupação do solo urbano, promoveu um tecido urbano formado em retalhos, onde o traçado regular dos bairros contrasta com a falta de articulação entre eles, quando se observa o conjunto de espaços vazios e construídos”.

Diante dessa situação, em 1978 foi contratada a empresa Hidroservice, com o objetivo de elaborar um Plano Diretor para o Sistema Viário, que diferentemente do plano anterior proposto pelo DER/MG, foi baseado em dados estatísticos no intuito de promover um controle do uso e da ocupação do solo urbano através dos instrumentos de gestão: a lei de uso e ocupação e a lei de loteamento.

No entanto, o plano elaborado não se converteu em lei, sendo a maioria de suas propostas ignoradas, a não serem as que propunham solução imediata aos problemas do sistema viários. Mas os estudos realizados serviram de base para a formulação da primeira lei de zoneamento de uso e ocupação do solo, a hierarquização do sistema viário e as normas de parcelamento do solo surgindo, neste momento, a preocupação em adotar critérios para proteção dos mananciais e cursos da água.

Em 1982, a prefeitura assumiu um caráter democrático com adoção de um planejamento participativo, sendo substituída a velha prática de encomenda de planos urbanísticos de

escritórios de outras cidades e regiões. Para isto, foram implantadas a Secretaria de Planejamento e de Meio-Ambiente com a contratação de uma equipe técnica local, com o intuito de uma aproximação à realidade uberlandense.

Essa equipe técnica, juntamente com a assessoria da empresa Jaime Lerner Planejamento, foram os responsáveis pela elaboração de um novo plano diretor⁹. Além deste plano, outros quatro estavam sendo elaborados: o Plano de Estruturação Urbana, o Plano de Trânsito, o Plano de Transportes e o Plano de Obras.

O plano de Lerner propunha uma configuração urbana baseada em eixos de estruturação urbana¹⁰ que já estavam consolidados na cidade nos anos anteriores, além da elaboração de uma nova lei de uso e ocupação, com propostas de adensamento articulado ao longo desses eixos.

Com o novo plano de expansão e a implantação de equipamentos significativos, o setor leste tornou-se um novo vetor de crescimento na cidade. A implantação de grandes equipamentos urbanos¹¹ ao longo da Avenida João Naves de Ávila, próximo ao cruzamento com a Avenida Rondon Pacheco, levaram como parte das negociações entre a Prefeitura e os antigos proprietários da área do hipermercado Carrefour e do *CenterShopping*, a abertura da Avenida Anselmo Duarte (ver Figura 53), sobre o leito do Córrego Jataí, canalizado com o objetivo de propiciar um acesso alternativo ao hipermercado, conforme destacado na Figura 54 (FONSECA, 2007).

⁹ Em 1994, devido à obrigatoriedade definida pela Constituição Federal de 1988 de elaboração de um plano diretor de desenvolvimento urbano para todos os municípios com população superior a 20.000 habitantes.

¹⁰ Os eixos de estruturação urbana foram compostos em: **Eixo nordeste**: formado pelas avenidas João Pinheiro, Afonso Pena, Floriano Peixoto e Cesário Alvim, ligando o centro à BR-050 e ao Bairro Umuarama; **Eixo sudeste**: formado pelas avenidas João Naves de Ávila, ligando o centro aos bairros Segismundo Pereira, Santa Mônica, Santa Luzia, São Jorge e Laranjeiras; **Eixo oeste**: formado pelas avenidas Imbaúbas, que se liga ao centro por meio das avenidas Aspirante Mega e Getúlio Vargas e dá acesso aos bairros Jaraguá, Planalto, Canaã, entre outros; **Eixo norte**: formado pelas avenidas Monsenhor Eduardo e Três de Outubro e as ruas Curitiba, Rondônia e Amapá, e dá acesso ao Distrito Industrial; **Eixo sul**: formado pela Avenida Nicomedes Alves dos Santos, que liga o centro à zona sul da cidade. (FONSECA, 2007).

¹¹ O hipermercado Carrefour, em 1990, o centro comercial Centershopping, em 1992, e o Centro Administrativo da Câmara Municipal e Prefeitura, em 1993.



FIGURA 53 (a) e (b) – Avenida Anselmo Duarte, em 2010.
FONTE: SEM AUTOR. Disponível em: < <http://maps.google.com.br>>. Acesso em outubro 2010.

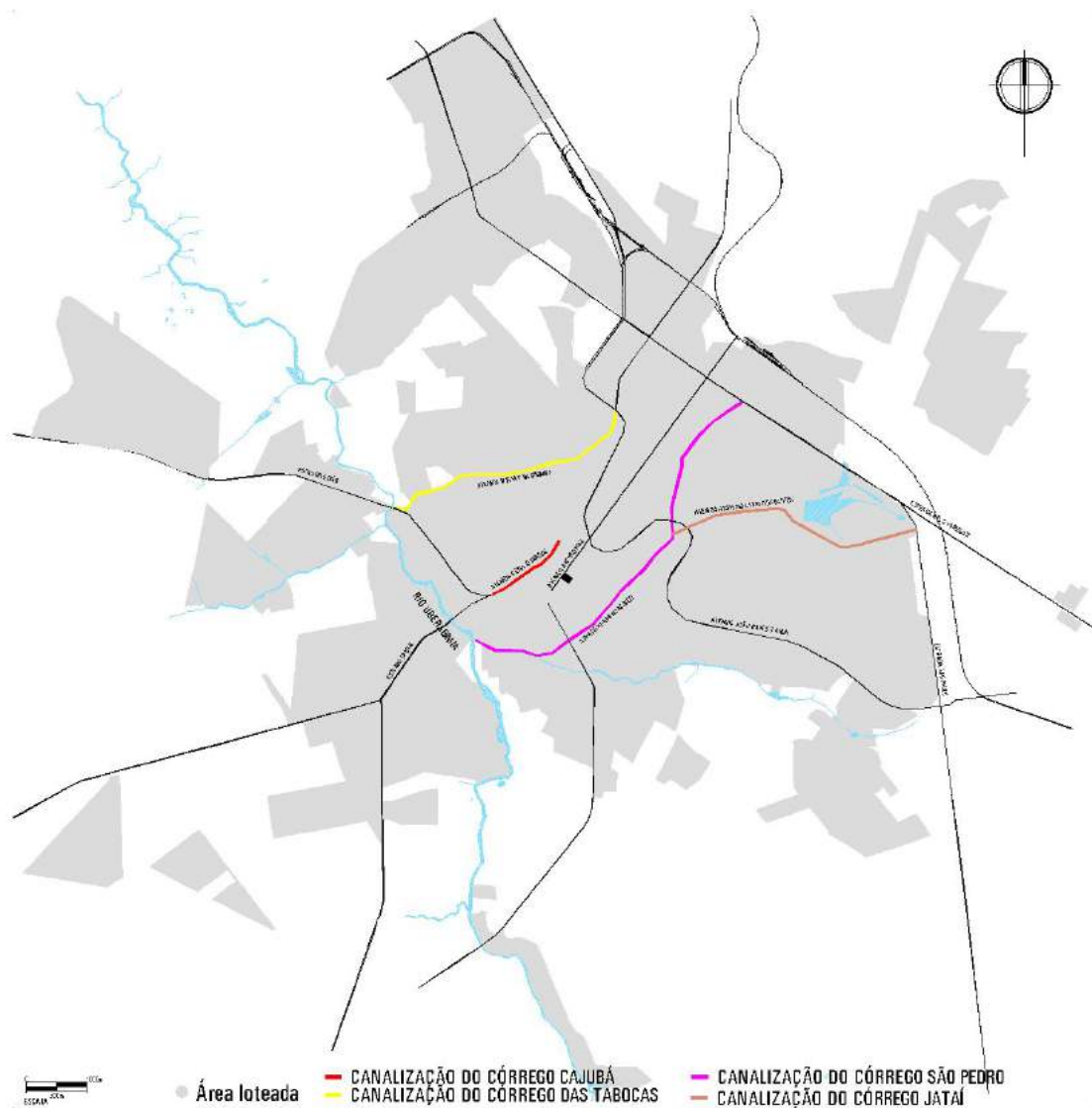


FIGURA 54 – Crescimento urbano em 1980 – Canalização do córrego Jatá (1982).
FONTE: Prefeitura Municipal de Uberlândia e FONSECA (2007) – Adaptado pela autora

A partir da década de 90, o crescimento urbano ainda promoveu a canalização de outros córregos, parcialmente ou em alguns trechos como o córrego do Liso, do Óleo e Lagoinha e a construção de uma avenida marginal ao Rio Uberabinha (Figura 55), contornando parte de seu percurso, conforme apresentado na Figura 61.

Entende-se que o processo de estruturação do espaço urbano da cidade de Uberlândia-MG foi realizado por meio da expansão horizontal, com o crescimento de bairros residenciais na periferia e a verticalização dos bairros mais centrais, além da inserção de infra-estruturas que proporcionaram o suporte dos serviços urbanos básicos, viabilizando o funcionamento da cidade e proporcionando atributos funcionais aos lugares a que servem (FONSECA, 2007).

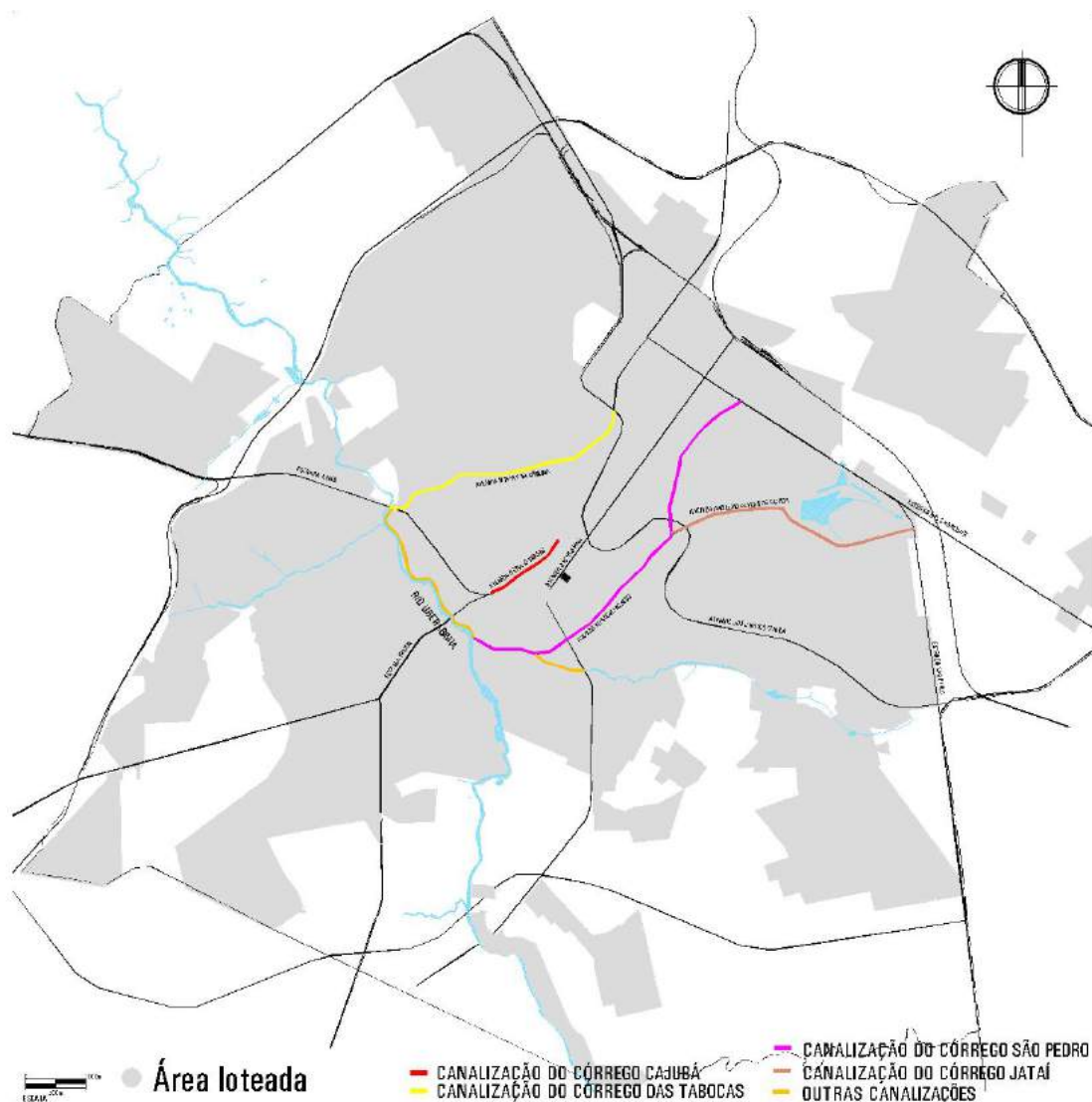


FIGURA 55 – Crescimento urbano em 2002 – Canalizações de trechos de outros córregos.
FONTE: Prefeitura Municipal de Uberlândia e FONSECA (2007) – Adaptado pela autora

Dentre essas infraestruturas, é possível destacar a estruturação do sistema viário, concebido em grandes eixos, construídos sobre antigos córregos canalizados ou convertendo antigas estradas e ferrovias em avenidas, o qual resultou em profundas modificações da paisagem urbana.

A partir de 1940, as grandes obras de infraestrutura de retificação dos córregos e o revestimento de seu leito vivo com calhas de concreto e substituições de suas margens vegetadas por vias asfaltadas foram bastante praticadas, com as canalizações dos córregos Cajubá, São Pedro, Tabocas, Jataí e parcialmente ou em alguns trechos os córregos Lagoinha, Óleo e Liso e o Rio Uberabinha, que apesar de não terem tido uma canalização fechada, tiveram seus percursos alterados, decorrentes da implantação de vias em suas margens.

A urbanização acelerada e desordenada, a implantação de infraestruturas inadequadas e a impermeabilização do solo provocaram alterações no sistema de drenagem das águas pluviais, resultando constantemente em inundações urbanas, conforme apresentado na Figura 56, principalmente nas áreas próximas aos córregos Tabocas (atual Avenida Minervina Cândida), São Pedro (atual Avenida Rondon Pacheco), Cajubá (atual Avenida Getúlio Vargas) e Jataí (atual Avenida Anselmo dos Santos), que além de afetarem a estrutura física da cidade, promovem prejuízos financeiros para a prefeitura municipal e moradores.



FIGURA 56 – (a) Episódios de inundações na Avenida Rondon Pacheco e (b) na Avenida Getúlio Vargas em 2010.

FONTE: SEM AUTOR. Disponível em: < <http://maps.google.com.br>>. Acesso em outubro 2010.

3.3 LEGISLAÇÕES E PROJETOS EXISTENTES

No Brasil, as legislações sobre a regulação dos corpos de águas e suas áreas marginais iniciaram seu processo, com o Código de Águas, em 1934, Decreto °24.643, ao estabelecer algumas restrições para ocupação dessas áreas, “de interesse social, a proteção do solo e a preservação de cursos e mananciais de água e de reservas florestais”, no entanto, foi a partir da década de 1960 que foram consolidadas em normativa jurídica brasileira.

O Código Florestal – Lei Federal nº 4771 de 1965, estabeleceu padrões às florestas e ao meio ambiente de modo geral, incluindo padrões de proteção às florestas e ao meio ambiente de um modo geral, incluindo aspectos como proteção de nascentes e dos corpos de água e áreas particularmente frágeis como mangues e restingas, designadas então como Áreas de Proteção Permanente¹².

É importante ressaltar que o Código Florestal – Lei Federal nº 4771/65 exigia apenas 5,00m (cinco metros) de APP, para rios com menos de 10,00m de largura; passando a exigir 30,00m (trinta metros) somente em 1986, além de outras modificações significativas, como regularização da metragem de proteção as nascentes, olhos da água, bordas dos tabuleiros e chapadas, entre outros.

A Lei Federal nº 6766/79 que trata do parcelamento do solo previa “providências para assegurar o escoamento das águas” em terrenos alagadiços e sujeitos a inundação; levando a entender que existia a possibilidade de drenagem de áreas úmidas e APP’s e da construção das “avenidas sanitárias” sobre córregos canalizados; sendo que na mesma lei foi previsto faixa “*non aedificandi*” de 15,00 (quinze metros) de cada lado ao longo de águas correntes e dormentes.

A Constituição Federal de 1988, em seu artigo 225, teve um papel de principal norteador do meio ambiente, devido a seu complexo teor de direitos, mensurado pela obrigação do Estado e da Sociedade na garantia de um meio ambiente ecologicamente equilibrado, já

¹² As Áreas de Preservação Permanente são áreas de grande importância ecológica, cobertas ou não por vegetação nativa, que têm como função preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas. Como exemplos de APP estão às áreas de mananciais, as encostas com mais de 45 graus de declividade, os manguezais e as matas ciliares. Essas áreas são protegidas pela Lei Federal nº 4.771/65 (alterados pela Lei Federal nº 7.803/89).

que se trata de um bem de uso comum do povo que deve ser preservado e mantido para os presentes e futuras gerações.

No entanto, somente em 1989 que o Código Florestal, por meio da alteração de lei, passou a ser aplicado diretamente nas áreas urbanas. Várias outras legislações e resoluções não conseguiram resolver os problemas ambientais e suas interfaces com a ocupação urbana, causadas principalmente pelo intenso processo de urbanização ocorrida nas décadas 80 e 90.

Em 1995 foi criada a Secretaria de Recursos Hídricos (SRH), vinculada ao Ministério do Meio Ambiente (MMA), com o objetivo de atuar no planejamento e controle das ações relativas aos recursos hídricos no Governo Federal. Esta mudança institucional significou a incorporação do conceito de uso múltiplo da água no contexto ambiental

Com a aprovação no ano de 1997 da Lei 9.433¹³, denominada Lei das Águas, o país passou a contar com um dos mais completos marcos regulatórios voltados para o gerenciamento de recursos hídricos no cenário internacional. A Lei estabelece que a bacia hidrográfica é a unidade territorial para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e para as ações do Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos.

A Medida Provisória nº 2.166/2001 trouxeram modificações sobre aplicação do disposto às APPs em áreas “cobertas ou não por vegetação nativa” – o que pode significar áreas já ocupadas por assentamento urbano. A definição de APP passou à seguinte definição: “área protegida nos termos dos artigos 2º e 3º dessa lei, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas” (artigo 1º § 2º da Lei n.4.771/65 modificada pela M.P. 2.166/2001).

Em paralelo ao fortalecimento das normas ambientais, ocorreu a consolidação das normativas de planejamento e gestão territorial por meio da Lei Lehmann (Lei Federal

¹³ Estabelece a água como um bem público de valor econômico e que dispõe seis instrumentos: os planos de recursos hídricos para bacias hidrográficas; o enquadramento dos cursos de água; a outorga para o uso da água; a cobrança para o uso da água; a compensação aos municípios e o sistema de informação de recursos hídricos. Essa lei designa o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SNGRH) para empregar a gestão integrada das águas; resolver os conflitos; executar a PNRH e promover a cobrança dos recursos hídricos.

6.766/79) e o Estatuto da Cidade (Lei 10.257, de 10 de julho de 2001), que regulamentou e referendou novos instrumentos administrativos e jurídicos para o planejamento das cidades, incluindo os Planos de Bacia Hidrográfica.

Na Resolução do CONAMA nº 369 de 2006, foram definidos os casos excepcionais para intervenções ou supressão de vegetação em APP, tais como “obras essenciais de infraestrutura destinada a serviços públicos de transporte, saneamento e energia” e “implantação de área verde pública em área urbana”. Prevê, ainda, intervenções paisagísticas; estabelece percentuais de impermeabilização; define as funções de manutenção, recuperação e lazer (ciclovias, trilhas, acesso e travessias dos corpos de água, mirantes, etc).

Em relação a cidade de Uberlândia-MG, a Lei Orgânica do Município, define a APP urbana com base na Resolução CONAMA e do Código Florestal. Com esta definição a Prefeitura Municipal de Uberlândia teve amparo para implantá-la e preservá-la por meio de parques urbanos, respeitando as questões estéticas, ecológicas e ambientais destes espaços, que são áreas em fundos de vales, veredas e nascentes e também esclarece alguns pontos da qualidade ambiental e dos impactos ambientais exercidos pela atividade humana no município.

Em 1991, a Lei nº 017 de 1991, apresentou a política de proteção, controle e conservação do meio ambiente no município. Considerando como área permanente de preservação as faixas constantes em zona urbana de:

- a) em nascentes raios de 50 (cinquenta) metros;
- b) 30 (trinta) metros nas margens dos córregos;
- c) os remanescentes de matas ciliares, capões da mata e buritizais;
- d) uma faixa de 50 (cinquenta) metros de largura em ambas as margens do Rio Uberabinha, em toda sua extensão;

Além disso, considerados como APPs, a vegetação natural existente junto a lagos, reservatórios naturais e artificiais, nascentes e cursos de água, além das respectivas faixas de proteção e os buritizais, em qualquer situação, serão preservados integralmente.

Em 1994, o Plano Diretor do Município, estabeleceu dentre as diretrizes ambientais a implantação de parques lineares ao longo do rio Uberabinha e de todos os seus afluentes não canalizados, na malha urbana. Em 2006, o Plano Diretor foi revisado e aprovado, baseado principalmente nas Lei Federal nº 9.433/97 de Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), na Lei Estadual nº 13.199/99¹⁴ e no Estatuto da Cidade, no qual consta, dentre outras, as seguintes diretrizes e ações, referentes as APPs, descritas a seguir:

- Recuperar os fundos de vales, nascentes e córregos das áreas urbanas e rurais, implantar e adequar sistemas de dissipação nos lançamentos das águas pluviais, para possibilitar a recuperação das áreas de preservação e criação de parques lineares e unidades de conservação;
- Elaborar projeto de intervenção de parques, praças e áreas ambientais;
- Elaborar o plano de arborização urbana;
- Elaborar o plano diretor de drenagem;
- Elaborar os projetos dos parques lineares e unidades de preservação;
- Estabelecer programa municipal de microbacias hidrográficas, cuja finalidade será assistência técnica gratuita para recuperação, manutenção e conservação de nascentes;
- Promover estudos visando a criação de parques e unidades de conservação;
- Valorizar a diversidade ambiental com potencialidade turística, paisagística, arquitetônica e biológica e, deste modo, evidenciar exemplares expressivos do ecossistema do cerrado.

Em 2007, a Prefeitura Municipal da cidade de Uberlândia/MG, em uma tentativa de alcançar as premissas do desenvolvimento sustentável e o cumprimento das diretrizes estabelecidas no Plano Diretor, iniciou o projeto Reverdejando, cuja proposta principal era de repensar os recursos hídricos da cidade como uma rede interconectada por meio das áreas verdes naturais que conservam valores e funções ecológicas sustenta ar e águas

¹⁴ Estabelece a Política Estadual de Recursos Hídricos (PERH) e o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SEGRH). Essa lei adotou além dos instrumentos citados acima os seguintes: o plano estadual de recursos hídricos; os planos diretores de recursos hídricos de bacias hidrográficas; o rateio de custos das obras de uso múltiplo e as penalidades.

limpas e proporcionam uma ampla variedade de benefícios para as pessoas e a vida selvagem no intuito de garantir a existência dos processos vivos no presente e no futuro.

Tal projeto pretende instituir e efetivar as áreas ao longo dos córregos urbanos como parques lineares que seriam considerados como elementos estruturadores para a criação de corredores ecológicos e cuja principal função é a conexão entre o meio biótico e abiótico, e não têm a função única de lazer e sim de recuperação e preservação da APP, além de serem áreas importantes na drenagem pluvial, no desenvolvimento da educação e consciência ambiental da população.

O projeto contempla a conexão dos parques lineares, sendo o Rio Uberabinha, o elemento reestruturador, juntamente com mais 23 córregos na cidade, incluindo os 4 córregos canalizados, conforme apresentado na Figura 57.

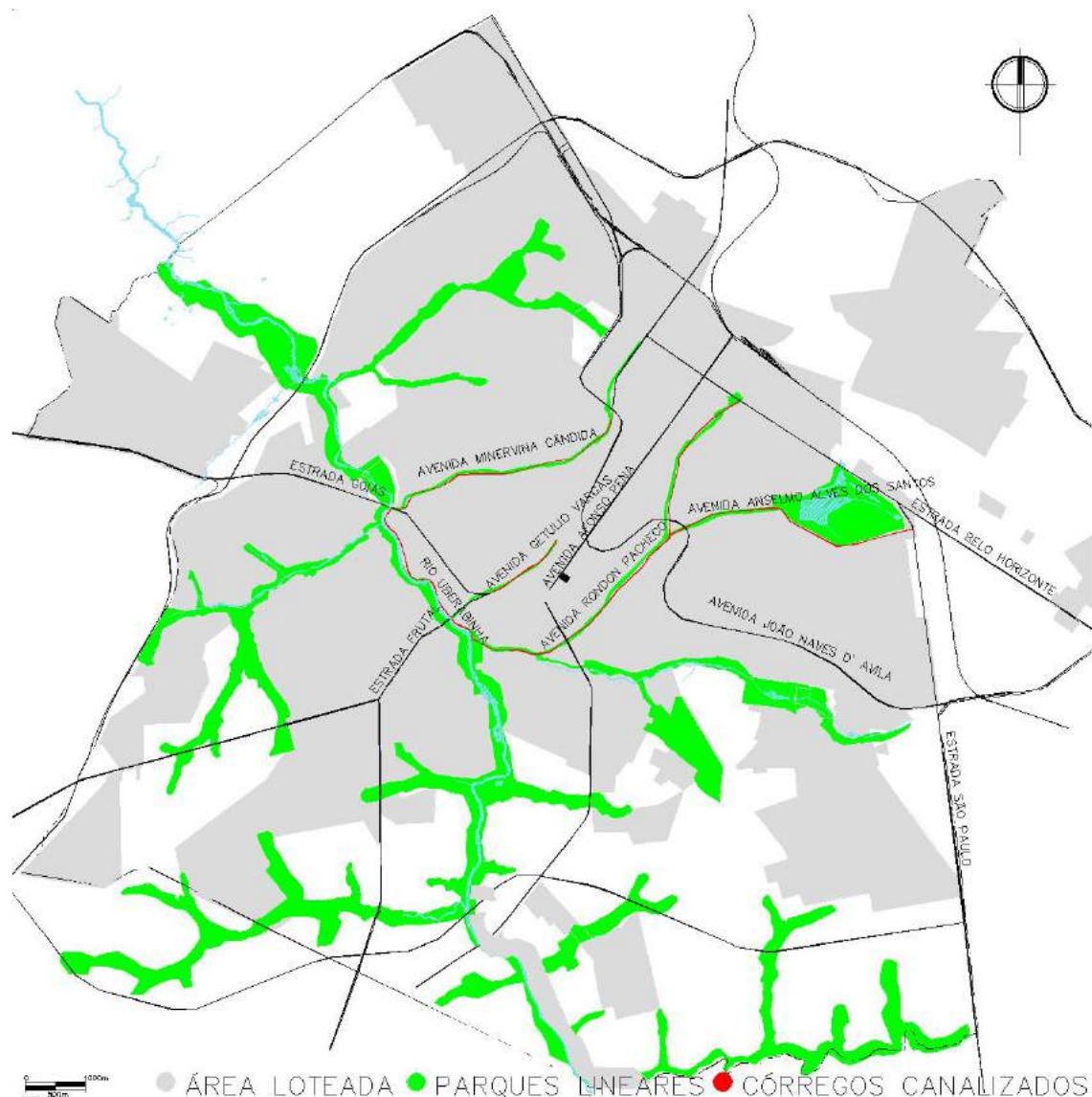


FIGURA 57 – Proposta da Prefeitura Municipal de transformação das áreas marginais aos córregos em parques lineares na cidade de Uberlândia-MG.

FONTE: Prefeitura Municipal de Uberlândia e FONSECA (2007) – Adaptado pela autora.

O parque do Rio Uberabinha, por ser o elemento reestruturador do projeto, teve o primeiro trecho implantado (no total dos 7 trechos projetados), em parceria com o Consórcio Capim Branco de Energia (CCBE) e compreende a margem esquerda do rio, entre as avenidas Getúlio Vargas e Brigadeiro Sampaio, no bairro Jaraguá, e já se encontra em utilização pelos moradores, conforme apresentada na Figura 58.

Esse trecho do projeto¹⁵ contemplou a recomposição do entorno e no estímulo ao uso adequado do espaço público. Cerca de R\$2,3 milhões foram investidos no local, que conta com 100 mil metros de área, 1.150 metros lineares de ciclovia e pista para caminhada, cinco lagos, 1.839,2 metros de calçadas, arborização nativa feita através do plantio de 800 mudas do cerrado e de 90 mil m² de grama, 48 bancos de alvenaria e um posto de apoio (com bicicletário, telefones públicos, equipamentos para ginástica, bebedouros e mapa de localização do parque). Além disso, o espaço está equipado com placas para orientar os visitantes por meio da educação ambiental.



FIGURA 58 – Imagens do Parque do Rio Uberabinha.
FONTE: Prefeitura Municipal de Uberlândia – Fotografia: Marlúcio Ferreira.

Outros trechos já foram iniciados, como os parques lineares municipais do Luizote de Freitas, córrego do Óleo e mais 5 (cinco) córregos, já estão com as margens recuperadas e já contam com ciclovia, pista para caminhada ou corrida e áreas com barras para alongamento. Atualmente, mais 4 (quatro) córregos estão em fase de planejamento e finalização de projetos para execução prevista em 2012, além do início da execução do segundo trecho do Parque Uberabinha.

¹⁵ O projeto do Parque Linear do Rio Uberabinha foi resultado de um concurso de idéias oferecido pela Prefeitura Municipal, onde a equipe vencedora foi um grupo de docentes da Universidade Federal de Uberlândia, da Faculdade de Arquitetura, Urbanismo e Design.

CAPÍTULO 4

MATERIAL E MÉTODOS

4.1 CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDO

A bacia hidrográfica é uma área da superfície terrestre que drena águas, sedimentos, materiais dissolvidos para uma saída comum, num determinado ponto de um canal fluvial. São sistemas fechados e organizados, cujos limites são os divisores da água, ou seja, as linhas imaginárias que cortam perpendicularmente os interflúvios (fundos de vale), marcando as direções contrárias dos fluxos de água que entram no sistema (NETTO, 1984).

A cidade de Uberlândia encontra-se localizada no divisor de águas da bacia do Rio Uberabinha e a bacia do Rio Araguari, denominado de planalto Uberlândia-Araguari. A bacia do Uberabinha é de 2.198 km², com uma extensão de 149 km, com um total de 49 afluentes e 23 cursos de água (GROSSI, 1991), conforme apresentado na Figura 59, que também ilustra as demais bacias abrangidas na área do município.

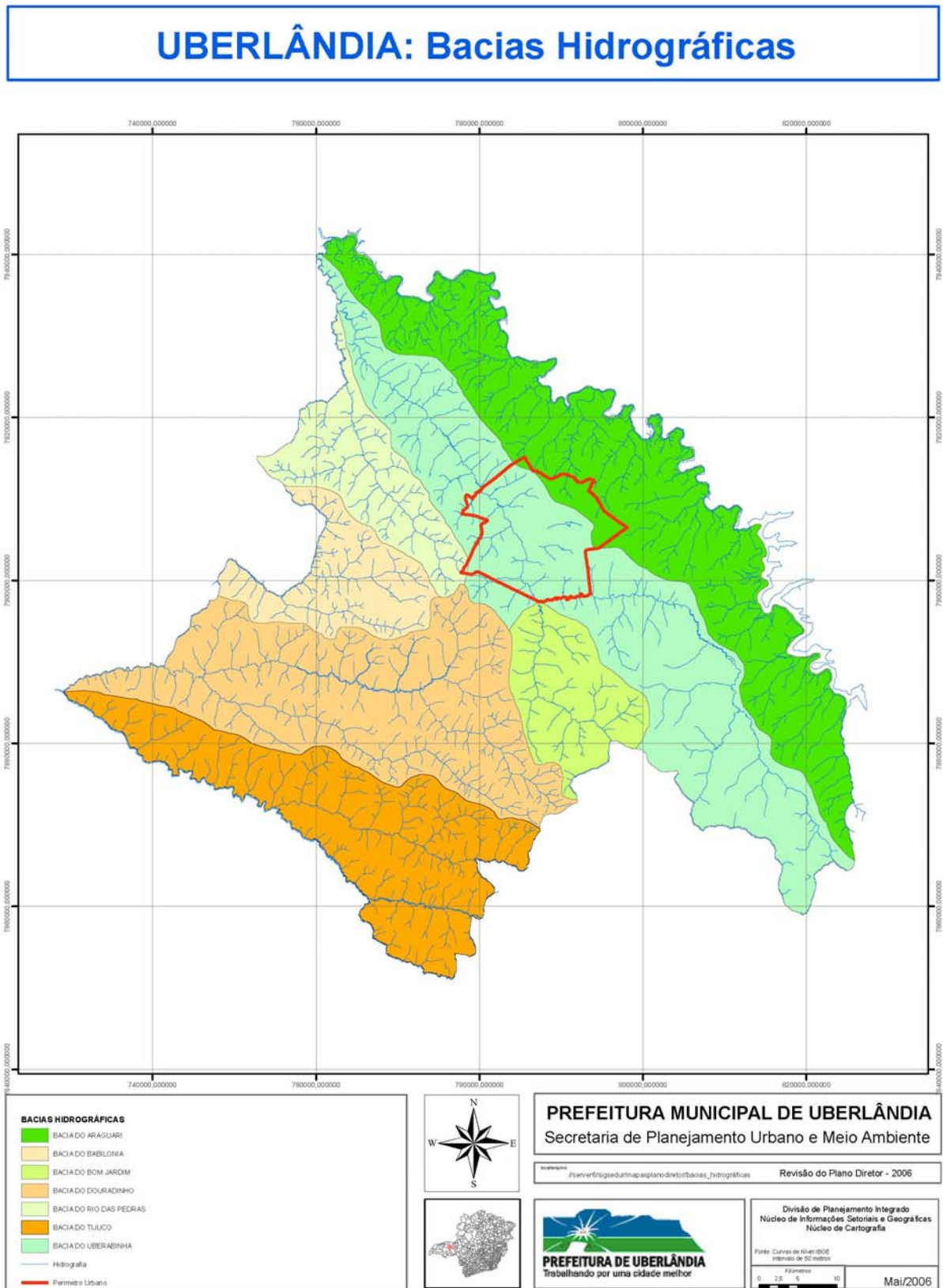


FIGURA 59 – Localização da Bacia do Rio Uberabinha.
FONTE: Prefeitura Municipal de Uberlândia.

Na área urbana destacam-se, como principais sub-bacias¹⁶ (Ver anexo A – Mapa 02):

- 1) SUB-BACIA DO CÓRREGO SÃO PEDRO: Possui como afluentes os córregos Lagoinha, Mogi e Jataí.
- 2) SUB-BACIA DO CÓRREGO CAJUBÁ.
- 3) SUB-BACIA DO CÓRREGO DAS TABOCAS.
- 4) SUB-BACIA DO CÓRREGO LISO: Possui como afluentes o córrego do Lobo e o córrego do Buritizinho.
- 5) SUB-BACIA DO CÓRREGO DO SALTO.
- 6) SUB-BACIA DO CÓRREGO VINHEDO OU BICUDO.
- 7) SUB-BACIA DO CÓRREGO GUARIBAS.
- 8) SUB-BACIA DO CÓRREGO BONS OLHOS.
- 9) SUB-BACIA DO CÓRREGO DO ÓLEO.
- 10) SUB-BACIA DO CÓRREGO DOS CAVALOS OU CAIAPÓS.

¹⁶ Dados coletados na Secretaria de Planejamento Urbano e Meio-Ambiente (PMU).

4.2 CARACTERÍSTICAS DA MICROBACIA DO CÓRREGO JATAÍ

A escolha da microbacia do córrego Jataí foi determinada pelo significado que a região possui na cidade, constituindo um novo pólo de comércio, turismo e administrativo, o que implica em transformações profundas na dinâmica de uso e ocupação dos bairros do entorno, e conseqüentemente na degradação ambiental, principalmente com constantes episódios de inundações associados às obras de canalização, impermeabilização do solo, acúmulo de resíduos sólidos, desmatamento, entre outros (Ver Figura 60).

A microbacia passou por intervenções urbanas durante o processo de urbanização que alteraram suas características físicas e ambientais como a canalização/retificação. Além disso, essa microbacia, de todos os córregos atualmente canalizados, é o único que dispõe de áreas disponíveis em suas marginais para ser reestruturada e transformada em um futuro parque linear, conforme descrito no capítulo anterior.



FIGURA 60 (a) e (b) – Episódios de inundações na Avenida Anselmo Duarte em 2010.
FONTE: Prefeitura Municipal de Uberlândia.

A microbacia do córrego Jataí encontra-se localizada no setor leste da cidade de Uberlândia, conforme apresentado na Figura 61, possui uma área de 17,05 km²¹⁷ e abrangem partes do bairro Tibery, Santa Mônica, Segismundo Pereira, Custódio Pereira, Alvorada, Mansões Aeroporto, São Francisco e Joana D'arc. (Verificar Figura 62).

¹⁷ Área obtida por meio do programa AutoCAD.

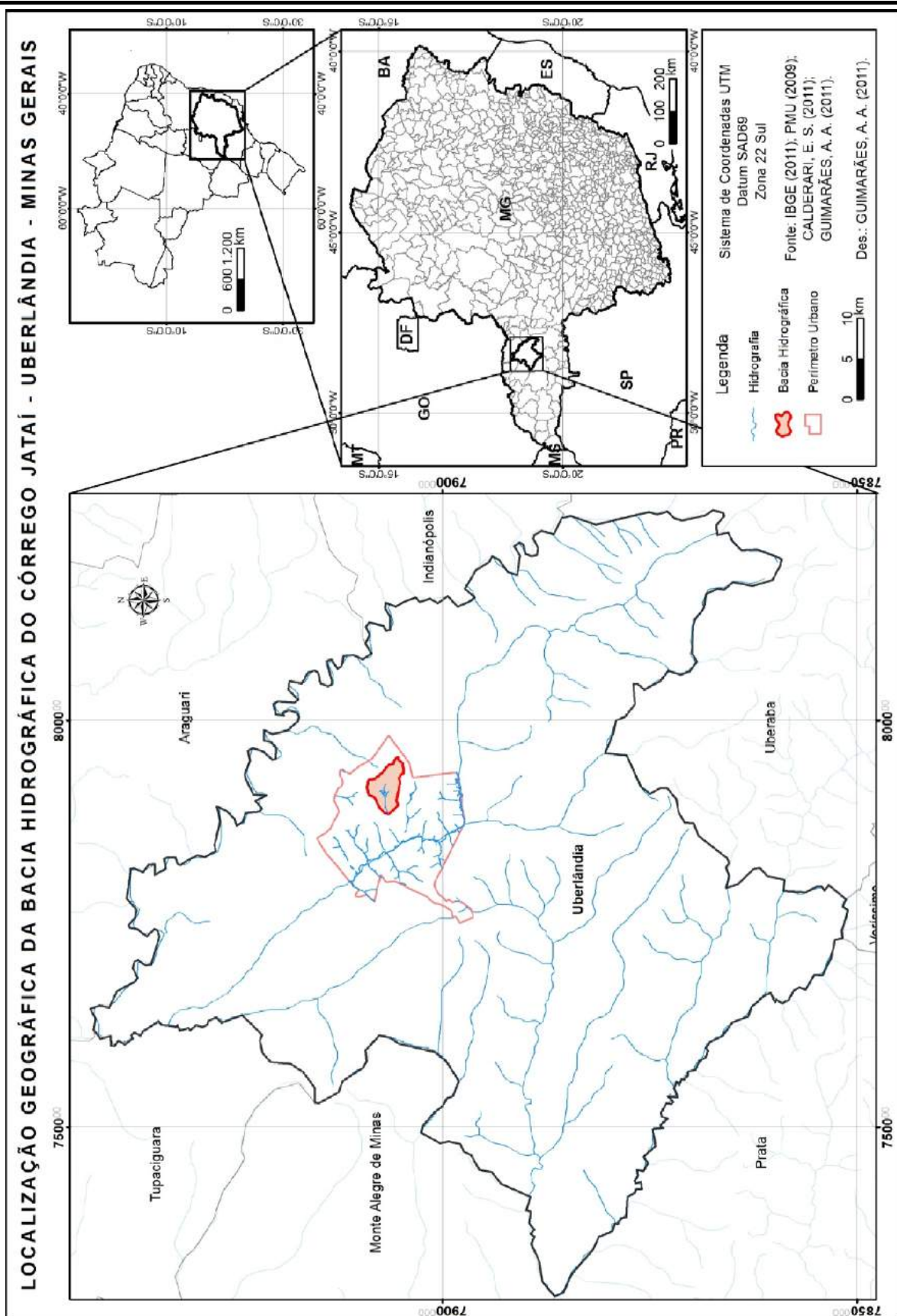


FIGURA 61 – Localização da microbacia do córrego Jataí (Brasil, Minas Gerais e Uberlândia).
 FONTE: Prefeitura Municipal de Uberlândia – Adaptado pela autora.

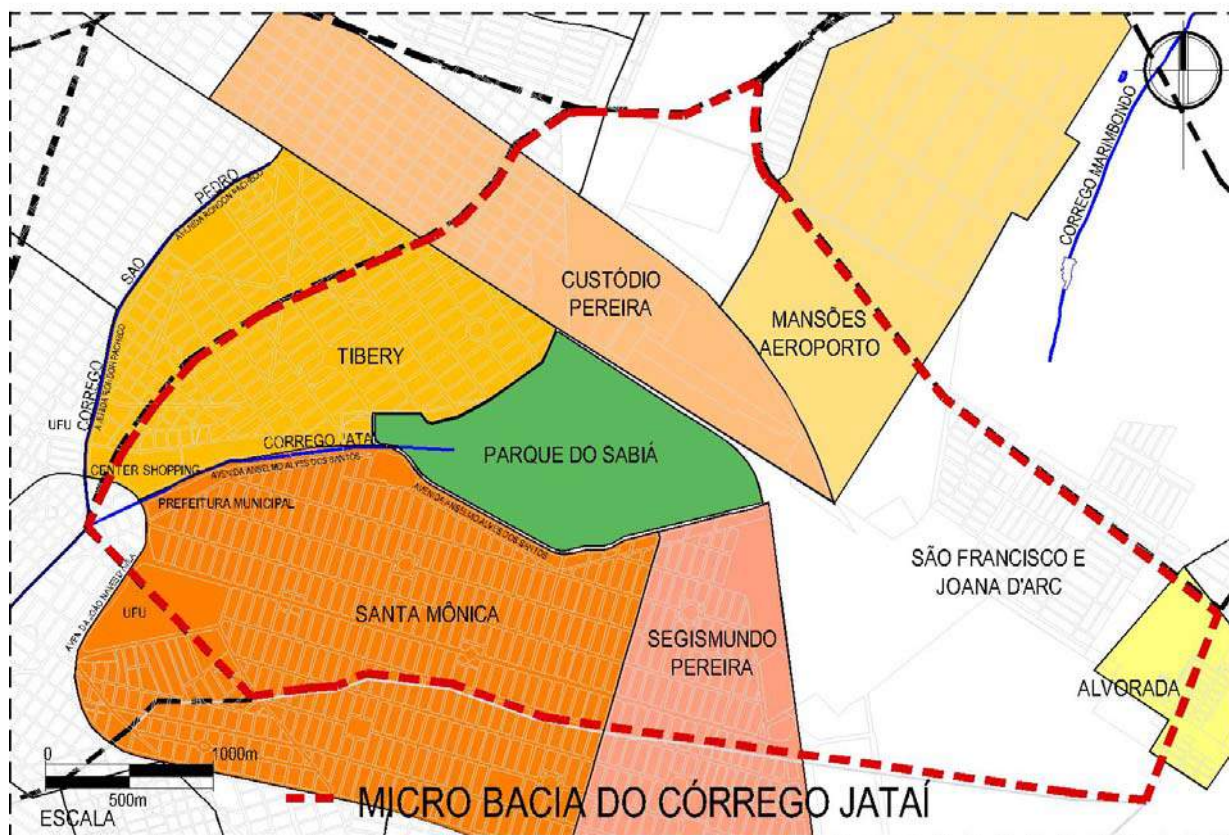


FIGURA 62 – Microbacia do córrego Jataí.

FONTE: Prefeitura Municipal de Uberlândia – Adaptado pela autora.

A micro-bacia do córrego Jataí é delimitada ao norte pelo bairro Tibery, ao sul pelo bairro Santa Mônica, ao leste pelo bairro Alvorada e ao oeste pela Avenida Rondon Pacheco. A extensão do córrego é de aproximadamente 8 km, sendo que parte do seu percurso (2,4 km) encontra-se dentro do parque do Sabiá, onde é represado, formando um reservatório de aproximadamente 2,6 km².

Ao sair do parque, o córrego encontra-se canalizado, formando a denominada Avenida Anselmo Alves dos Santos. Segundo Peppe (2008), esta avenida assumiu uma função significativa na cidade, pois se localiza próxima da região com os maiores fluxos de trânsito, além de ser uma via de acesso a grandes empreendimentos (ver anexo A – mapa 03) e ser considerada, pela Lei de Uso e Ocupação do solo de Uberlândia (2000), uma via arterial, pois interliga avenidas estruturais como: Avenida Rondon Pacheco e Avenida João Naves de Ávila.

De acordo com Peppe (2008), o córrego Jataí possui a nascente principal situada próximo à BR-050. O seu curso superior segue cerca de 1.200 m até encontrar o seu primeiro afluente, o qual nasce no lado oposto da BR 050 e após a confluência destes canais de 1 ° ordem, recebe o 2 ° afluente pela margem esquerda, deste ponto segue até o deságüe no córrego São Pedro, conforme apresentado na Figura 63.

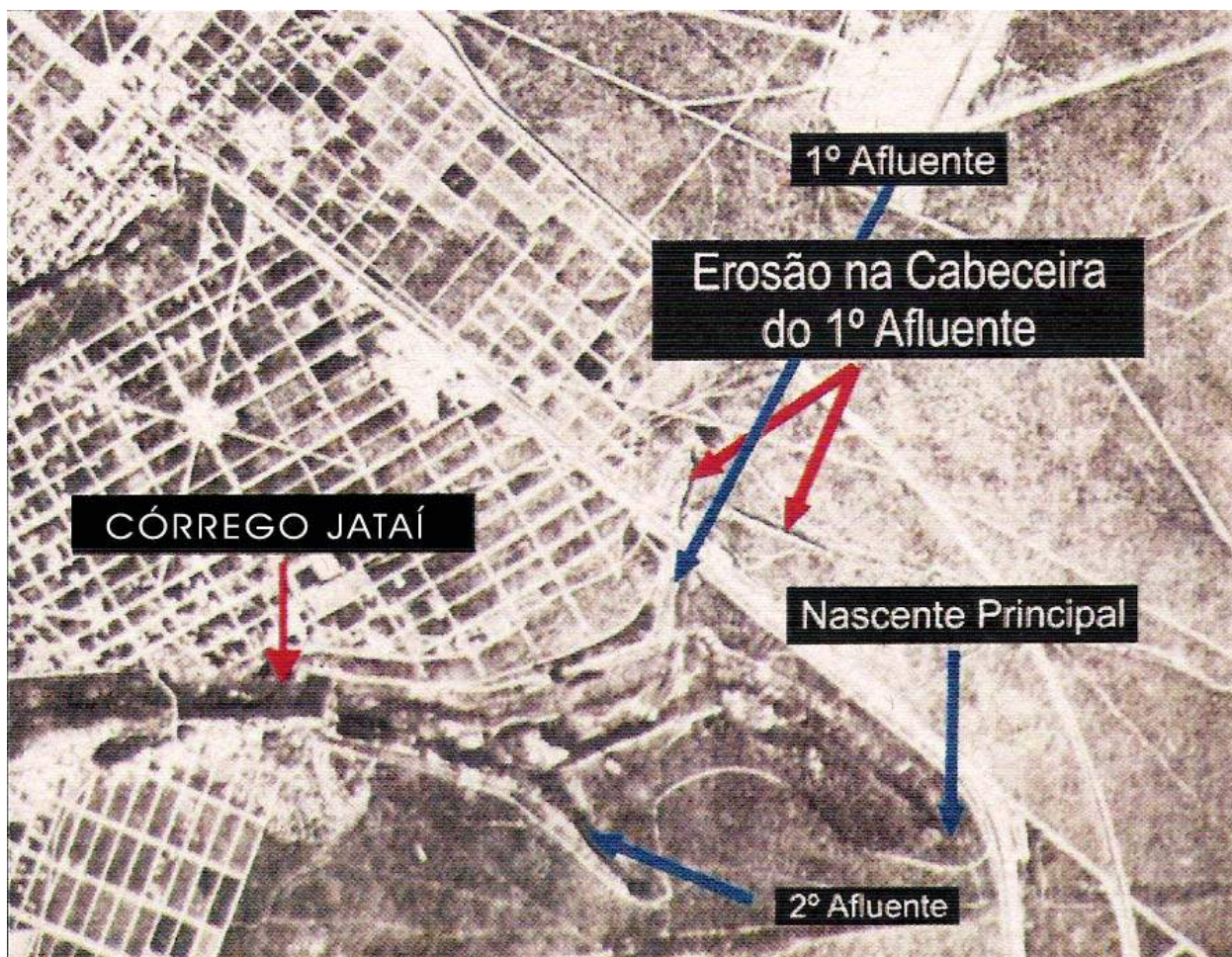


FIGURA 63 – Identificação da nascente principal e os afluentes - Anteriormente à canalização e ao reservatório do Parque do Sabiá.

FONTE: PEPPE (2008) - Adaptado pela autora.

4.2.1 – HISTÓRICO

Essa região inicialmente ficou despovoada, com poucos habitantes ao redor, em virtude da sua distância entre o núcleo urbano e pela presença de um grande brejo que dificultava o acesso e a construção de edificações.

No início da década de 50, o bairro Tibery foi ocupado por meio do loteamento de antigas fazendas. Durante seu desenvolvimento, o bairro foi dividido em quatro loteamentos: Tibery, Vila Correa, Eduardo Rende e Vila Ana Angélica. Já o bairro Santa Mônica foi fundado em 08 de maio de 1963 por Segismundo Pereira e Almerinda Rezende Pereira, durante a gestão do ex-prefeito Raul Pereira de Resende e surgiu do loteamento da fazenda Campo Alegre, em uma área de 500 há, conforme Figura 64 (SOARES, 1995).



FIGURA 64 – Vista aérea parcial da zona leste em 1974.
FONTE: PEPPE (2008) - Adaptado pela autora.

O bairro Santa Mônica foi parcelado em nove loteamentos (Fabio Felice, Jardim Finotti, Santos Dumont, Santa Mônica setor A, Santa Mônica setor B, Santa Mônica setor C, Santa Mônica setor D, Progresso, Conjunto Universitário e Jardim Parque do Sabiá), conforme apresentando na Figura 65.

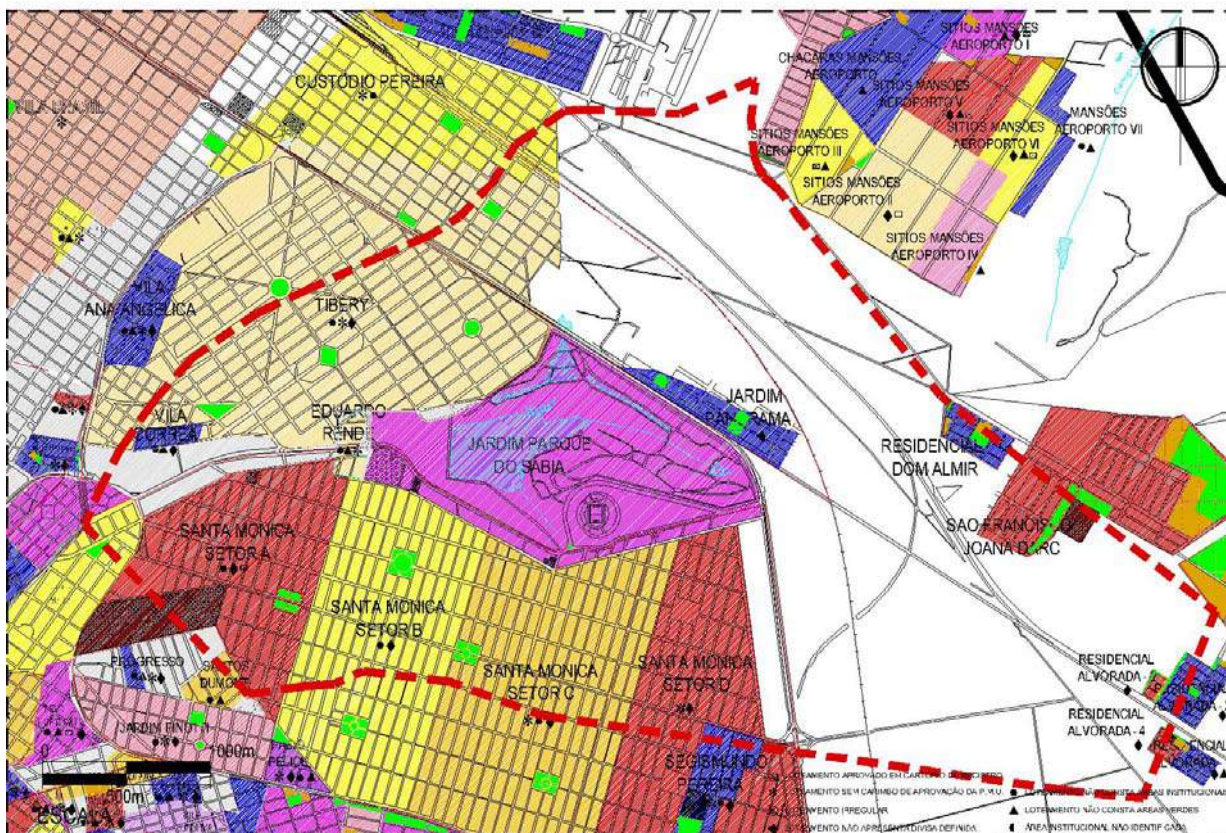


FIGURA 65 – Delimitação dos loteamentos.
 FONTE: Prefeitura Municipal de Uberlândia – Adaptado pela autora.

Em 1977 iniciou-se a construção, junto à nascente do Córrego Jataí, do conjunto do Parque do Sabiá e do estádio de futebol, conforme Figura 66, com capacidade para 70.000 pessoas, sendo inaugurado em 1982, com uma área de 1.850.000 m². O parque abrange um bosque de 350.000 m² de área verde, um conjunto hidrográfico composto por três nascentes que abastecem sete represas e originam um grande lago e sete outros menores; uma praia artificial com 300 metros de extensão; um zoológico com animais em cativeiro de dezenas de espécies; entre outros. A proposta de sua criação teve, como principal objetivo, proporcionar ao cidadão menos favorecido um local para a prática desportiva e outras atividades de lazer, promovendo o crescimento e desenvolvimento para o setor Leste.

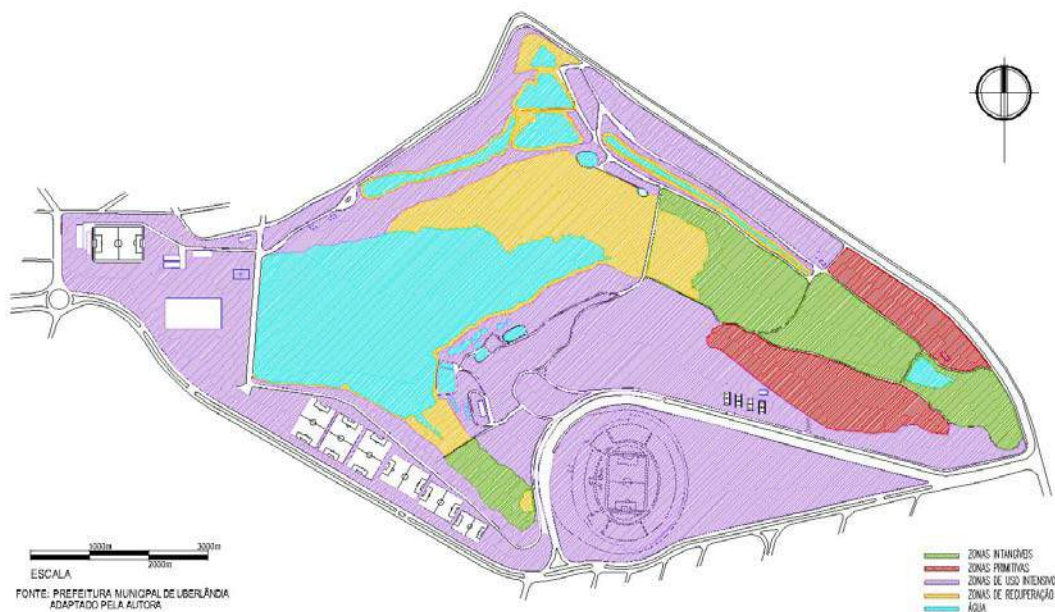


FIGURA 66 - Área destinada ao Parque do Sabiá.
FONTE: Prefeitura Municipal de Uberlândia – Adaptado pela autora.

As populações do bairro Santa Mônica e Tibery foram aumentando aos poucos, chegando a 13.390 habitantes em 1982, elevando para 14.870 em 1984, estando em 1989 com 29.696 habitantes, segundo levantamento realizado pelo IBGE - Instituto de Geografia e Estatística (SOARES, 1995).

No entanto, a expansão desta região deve-se também em parte à fundação e à consolidação da Universidade Federal de Uberlândia onde, ainda hoje, situa-se um dos Campi (Santa Mônica)¹⁸ da Instituição. A presença da Universidade atraiu uma população de estudantes, os quais, por sua vez, atraíram a chegada crescente de comerciantes e outros investidores.

¹⁸ A Universidade Federal de Uberlândia é composta por 3 (três) Campi: Santa Mônica (onde concentram-se os cursos nas áreas de exatas e humanas), Umuarama (onde concentram-se os cursos nas áreas biológicas, a ESTES (Escola Técnica de Saúde) e o Hospital Universitário) e o da Educação Física (onde localiza-se o curso de Educação Física, Fisioterapia e a ESEBA (Escola de ensino básico). Além de dois prédios administrativos localizados no centro da cidade na Rua Duque de Caxias e na avenida Engenheiro Diniz e a Fazenda do Glória (onde concentram-se os cursos ligados a área rural e será implantando o novo campi da universidade).

Na década de 1990, essa região passou por outra fase de crescimento com a construção de novos empreendimentos que promoveram a dinamização e valorização de seu entorno. Além da universidade e do parque do Sabiá, outros grandes equipamentos foram importantes para a consolidação da região como a implantação da nova sede da Prefeitura Municipal de Uberlândia, que abriga o Centro Administrativo e a Câmara Municipal e a instalação do hipermercado Carrefour e do complexo do Center Shopping (Shopping, Hotel Plaza e o *Center Convention*).



FIGURA 67 – Evolução da ocupação por meio de fotos aéreas.

- (a) Em 1974, em destaque o córrego aberto e
- (b) Em 2004, em destaque para o córrego canalizado e o reservatório no Parque do Sabiá.

FONTE: Prefeitura Municipal de Uberlândia – Adaptado pela autora.

4.2.2 – CLIMA

A cidade de Uberlândia está inserida, segundo a classificação Koppen, do tipo Aw, megatérmico, com chuvas de verão e secas de inverno (ASSUNÇÃO, 2004). A estação climatológica da UFU¹⁹ indica uma média de temperatura do ar, nos últimos 10 anos, de 22° C, sendo que, nos meses mais quentes, a média chegou a 23,4 C° e nos meses mais frios em torno de 18,8 °C.

O regime pluviométrico é demarcado pela sazonalidade das chuvas, isto é, são chuvas de verão, iniciando em outubro e novembro (estação úmida) e tornando-se mais raras a partir de março e abril (estação seca). A precipitação, no município, é mais elevada no verão, entre os meses de novembro e março, sendo que a média anual atinge 1.550 mm.

A predominância dos ventos é na direção nordeste a uma velocidade de 5 a 10 km/h, podendo chegar até 15 km/h nas demais direções cardeais. As manhãs de primavera e verão possuem ventos mais fortes, enquanto que nas tardes destes mesmos períodos há uma queda na velocidade do vento. No inverno, a velocidade é bastante baixa, com alguns pequenos picos às 10h e 15h.

4.2.3 - SOLOS

A cidade encontra-se localizada na região entre o Rio Tijuco e Rio Araguari, no domínio dos Planaltos e Chapadas da Bacia Sedimentar do Paraná, estando inserido na subunidade do Planalto Meridional da Bacia do Paraná. A topografia caracteriza-se por ser tabular, levemente ondulada, conforme apresentando no anexo A - mapa 04, com altitude inferior a 1000 m.

Na área de estudo, segundo Nishyama (1998), são encontradas litologias sedimentares e magmatitos básicos da seqüência mesozóica desta bacia, representada pelos grupos São Bento e Bauru. Sendo que, na região são encontrados do grupo São Bento, a formação Serra Geral e o grupo Bauru, a formação Marília (ver anexo A – mapa 05).

¹⁹ Universidade Federal de Uberlândia.

O autor ainda destaca que a formação Serra Geral é representada pelos basaltos e arenitos intertrapeados intercalados aos derrames, e corresponde a fase magmática da bacia sedimentar do Paraná. Nesta micro-bacia, essas formações afloram em porções restritas, razão do recobrimento imposto pelos arenitos e conglomerados da Formação Marília ou por sedimentos recentes depositados no fundo do vale do córrego Jataí. São solos com características argilo-siltosa, ostentando coloração entre róseo e lilás e com espessuras que não ultrapassam o limite de 5 m. No caso da formação Marília, foi verificada a presença de arenitos finos, arenitos conglomeráticos e conglomerados, com espessura máxima de 25 m.

No estudo apresentado por Peppe (2008), também foi verificado a presença de uma cobertura cenozóica, caracterizada por sedimentos inconsolidados com textura argilosa e, de um depósito de sedimentos holocênicos, caracterizados por materiais sedimentares mobilizados das partes mais altas do vale para o fundo do córrego e associados a camadas orgânicas, demonstrando uma fase intensa de assoreamento deste vale, conforme apresentando na Figura 68.

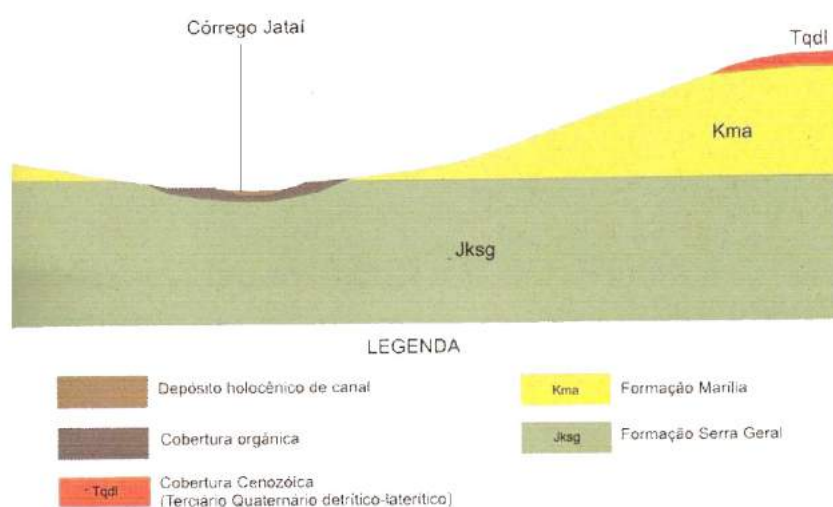


FIGURA 68 – Perfil geológico transversal ao vale do córrego Jataí. Em estudo realizado pela construtora Klabin Segall. FONTE: PEPPE (2008).

Em relação aos materiais inconsolidados, Nishyama (1998) descreve três tipos distintos encontrados na micro-bacia do córrego Jataí, conforme apresentando no anexo A – mapa 06: Residuais da formação Marília – arenoso I, com espessuras superiores a 5 m, textura areno-argiloso e coloração em diferentes matizes de vermelho; Retrabalhado argiloso II, cobertura em chapadas, com espessuras variáveis entre 5 a 20 m, texturas argilo-siltosa e

argilo-arenosa e coloração vermelho-escuro e os Hidromórficos, com espessuras variáveis entre 2 a 5 m, textura argilosa e argilo-arenosa, e coloração amarelada, ocre e branco-acinzentada.

Em relação à topografia, a micro-bacia do córrego Jataí, possui a forma dos perfis transversais em “U” e assimetria das vertentes fluviais. Na Figura 69, pode ser verificado o perfil transversal da vertente direita do córrego Jataí. Assim verifica-se que o divisor de águas entre as bacias do Rio Uberabinha e Araguari (segmento “A”) desenvolve-se sobre uma superfície relativamente plana a qual pode ser caracterizada como parte remanescente de chapada. No segmento “B”, ocorre uma suave inclinação, em torno de 5 a 10% e no trecho “C”, uma superfície quase plana. Nos segmentos “D” e “E” é verificada uma mudança com declives mais acentuados, superiores a 10%. O trecho “F” estende-se desde a base da porção íngreme até o canal fluvial, representado por formas côncavas de encosta.

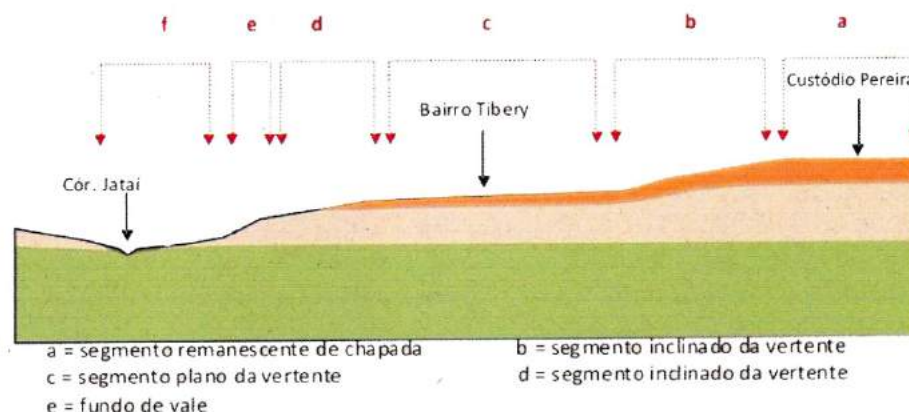


FIGURA 69– Seção transversal esquemática da vertente direita do córrego Jataí (sentido Parque Sabia-Centro da cidade). Em estudo realizado pela construtora Klabin Segall.
 FONTE: PEPPE (2008).

Com relação ao lençol freático, de acordo com Nishyama (1998), este se encontra bem próximo à superfície e conseqüentemente são encontrados pontos úmidos, que também surgem em decorrência da impermeabilização do solo e a retirada da cobertura natural, transformando alguns terrenos como únicos locais permeáveis e passíveis para acumulação e infiltração da água pluvial.

4.2.4 – VEGETAÇÃO

Anteriormente às obras de canalização, a área de estudo possuía da sua nascente até o córrego São Pedro, características de vereda, com porções, que margeavam o seu talvegue, saturadas de água, desenvolvimento de solos hidromórficos e orgânicos e presença de vegetação típica deste ambiente, principalmente o buriti (*Mauritia flexuosa*). Nas áreas ao redor do córrego, havia a presença de campo limpo úmido, situada principalmente nos terrenos de baixa declividade, conforme apresentado na Figura 70 (PEPPE, 2008).



FIGURA 70 – Delimitação da área de veredas em vermelho e campo limpo (restante da microbacia) em torno do córrego Jataí em 1974.
FONTE: PEPPE (2008)– Adaptada pela autora.

Atualmente, a cobertura vegetal constitui-se de espécies vegetais tipicamente utilizadas em arborização urbana, como também espécies frutíferas. A forma e a estrutura variam de médio a grande porte, em árvore, e de pequeno porte em arbustos e são encontrados de maneira dispersa pela área, principalmente nas vias e/ou em menores quantidades nos quintais das edificações.

Na área da micro-bacia foram encontradas sete praças significativas, entre outras de pequenas dimensões, mas que, no entanto, a maioria é constituída por pisos impermeáveis, além de possuírem pequenas taxas de cobertura vegetal. Sendo que, apenas no Parque do Sabiá, foram encontradas porcentagens significativas de áreas verdes, com formações naturais heterogêneas como: floresta estacional semidecídua, transição com cerradão e mata de galeria. A diversidade de vegetação chega a mais de 300 espécies de árvores

nativas em torno de uma área de 30 ha, com algumas centenárias, como a copaíba, o jatobá e o araticum e algumas com característica do cerrado mineiro como: jacarandás, pequis, sucupiras e caviúnas.

A Futel²⁰, instituição responsável pela administração do Parque, desenvolve várias ações de controle ambiental para garantir a preservação da reserva verde e, com isto, o Parque do Sabiá possui um dos remanescentes de mata nativa de maior importância do âmbito regional, enquadrada como Unidade de Conservação na categoria Parque Municipal, desde 1997²¹.

4.2.5 - USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Na área de estudo, encontra-se a Zona Residencial 2 (ZR2), Zona Central 2 (ZC2), Zona de Serviços (ZS), Zona de Preservação Total (ZPT), Zona de Transição (ZT), Zona Estrutural (ZE), Zona de Preservação Permanente (ZPP) e Zona de Proteção do Aeroporto (ZPA)²², conforme apresentado na Figura 71 e quantificados na Tabela 02. As restrições urbanísticas estipuladas para cada zona de ocupação são apresentadas na Tabela 03, de acordo com as normas municipais.

A ZR2 e ZC2 acomodam a função habitacional de forma menos restrita e permitem qualquer atividade compatível com esse uso como: comercial, de serviço e institucional. A ZS é destinada às atividades industriais, comerciais e de serviços, sendo que a habitação é proibida e os equipamentos sociais e comunitários são restritos.

A ZPT compreende o Parque do Sabiá e nesta área não é permitida a ocupação e a construção de edificações, exceto quando utilizadas para recreação e sua estrutura de apoio. As margens direitas e esquerdas das áreas úmidas deverão possuir uma largura mínima de 30 (trinta) metros de proteção contra qualquer tipo de ocupação.

A ZPP compreende uma pequena porção na micro-bacia e localiza-se em regiões impróprias à urbanização ou ocupação intensivas. Funciona como elemento de contenção urbana, e seus índices urbanísticos e usos são bastante restritivos, sendo os últimos limitados ao comércio, serviços e equipamentos locais, além do residencial unifamiliar

²⁰ Fundação Uberlandense do Turismo, Esporte e Lazer de Uberlândia/MG.

²¹ Dados obtidos na Secretaria do Meio-Ambiente da PMU.

²² Lei Complementar n° 245 de Uso e Ocupação do Solo (PMU), 2000.

A ZT é caracterizada como uma zona intermediária para controle de duas tipologias de usos que são conflitantes. A ZE, região lindeira às vias estruturais e que funciona como um prolongamento do centro, definindo um crescimento linear para a cidade ao longo dos eixos de estruturação urbana.

A ZPA é definida pelo Plano Específico de Zoneamento de Ruído e pelo Plano de Proteção do Aeroporto de Uberlândia, nesta região será permitida a construção de qualquer edificação com mais de 01 (um) pavimento acima do nível do logradouro.

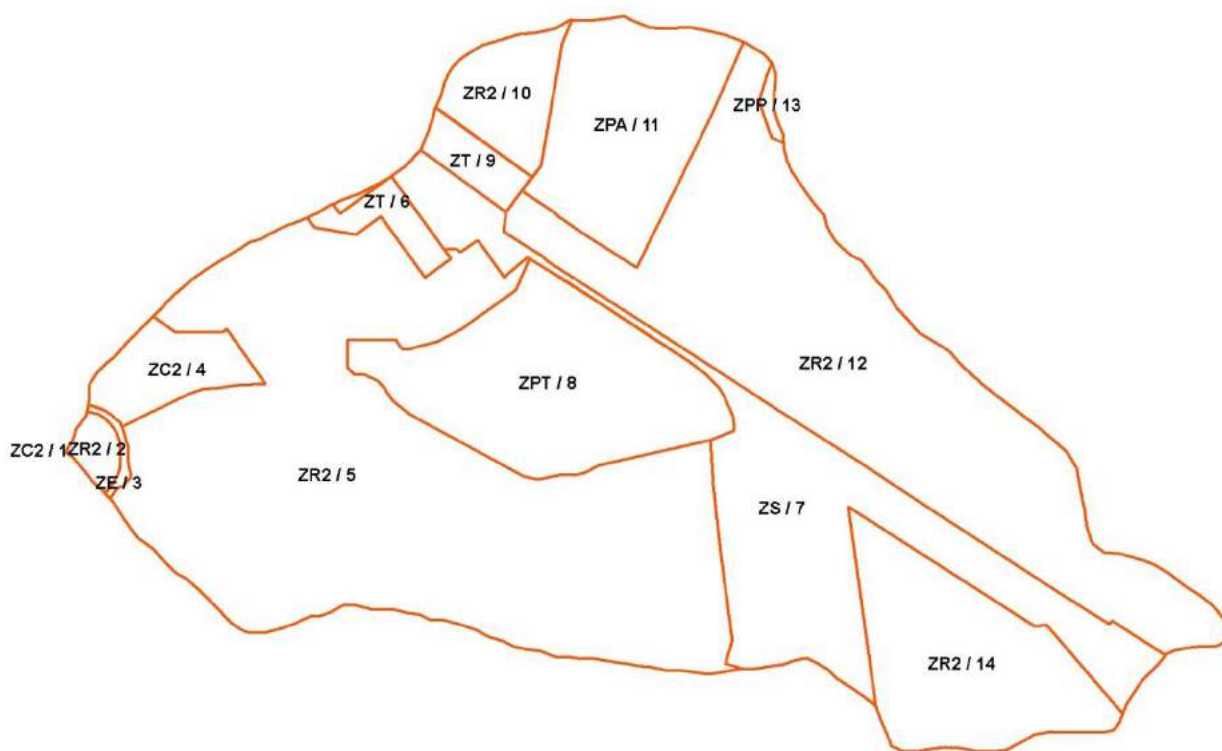


FIGURA 71 – Uso e ocupação do solo na micro-bacia do córrego Jataí.
FONTE: Prefeitura Municipal de Uberlândia – Adaptado pela autora.

Tabela 02 – Quantificação de cada zona de ocupação.

Zona	Descrição	Numeração no mapa	Área ocupada na micro-bacia (km ²)	%
ZR2	Zona Residencial 2	2, 5, 10, 12 e 14	11,229	65,869
ZC2	Zona Central 2	1 e 4	0,374	2,193
ZS	Zona de Serviços	7	2,186	12,822
ZPT	Zona de Preservação Total	8	1,646	9,656
ZPA	Zona de Proteção do Aeroporto	11	1,197	7,023
ZPP	Zona de Preservação Permanente	13	0,031	0,184
ZT	Zona de Transição	6 e 9	0,352	2,064
ZE	Zona Estrutural	3	0,032	0,190

Tabela 03 - Restrições urbanísticas de cada zona de ocupação.

Zona	Taxa de Ocupação Máxima (%)	Coefficiente de Aproveitamento Máximo	Afastamento Frontal e Recuo Mínimo (m)	Afastamento Lateral e Fundo Mínimo (m)	Testada Mínima (m)	Área Mínima do Lote (m ²)
ZR2	60	2,75	3	1,5	10	250
	H2≤4 pav. = 60					
	H2>4 pav. = 40					
ZC2	60	3,0	3	1,5	Vetado	Vetado
	H2≤4 pav. = 60					
	H2>4 pav. = 40					
ZS	70	1,4	3		14'	500'
ZPT	-	-	-	-	-	-
ZPA	60	1,2	3	1,5	10°	250°
ZPP	20	0,2	3	1,5	50	5000
ZT	60	1,2	3	-	-	-
ZE	70	4	3	1,5	Vetado	Vetado

FONTE: Prefeitura Municipal de Uberlândia (2010) – Adaptado pela autora.

Em visitas ao local, nota-se o uso predominante residencial, com a concentração de comércios e serviços nas principais avenidas. Foram encontrados equipamentos urbanos diversificados, relacionados à segurança, educação, esporte e lazer, assistência social, saúde, meio-ambiente, e cultura, como: Batalhão da Polícia Militar, Unidade de Atendimento Integrado de Saúde, Escolas de ensino básico a superior, praças e parques,

Shopping Center, Prefeitura Municipal, entre outros, conforme apresentado no anexo A – mapa 03.

Na área existe uma alta taxa de densidade demográfica na região próxima à Universidade Federal de Uberlândia, no bairro Santa Mônica, no entanto ao distanciar-se se verifica a presença de um grande número de lotes vagos e regiões desocupadas.

Atualmente, a área urbanizada da microbacia do córrego Jataí é de 9,5 km², em torno de 55,73 % da área total, que se soma à área destinada ao Parque do Sábã, com 1,64 km² (9,64%). Os 34,63% restantes da área de estudo encontram-se não urbanizado, conforme verificado na Figura 72.

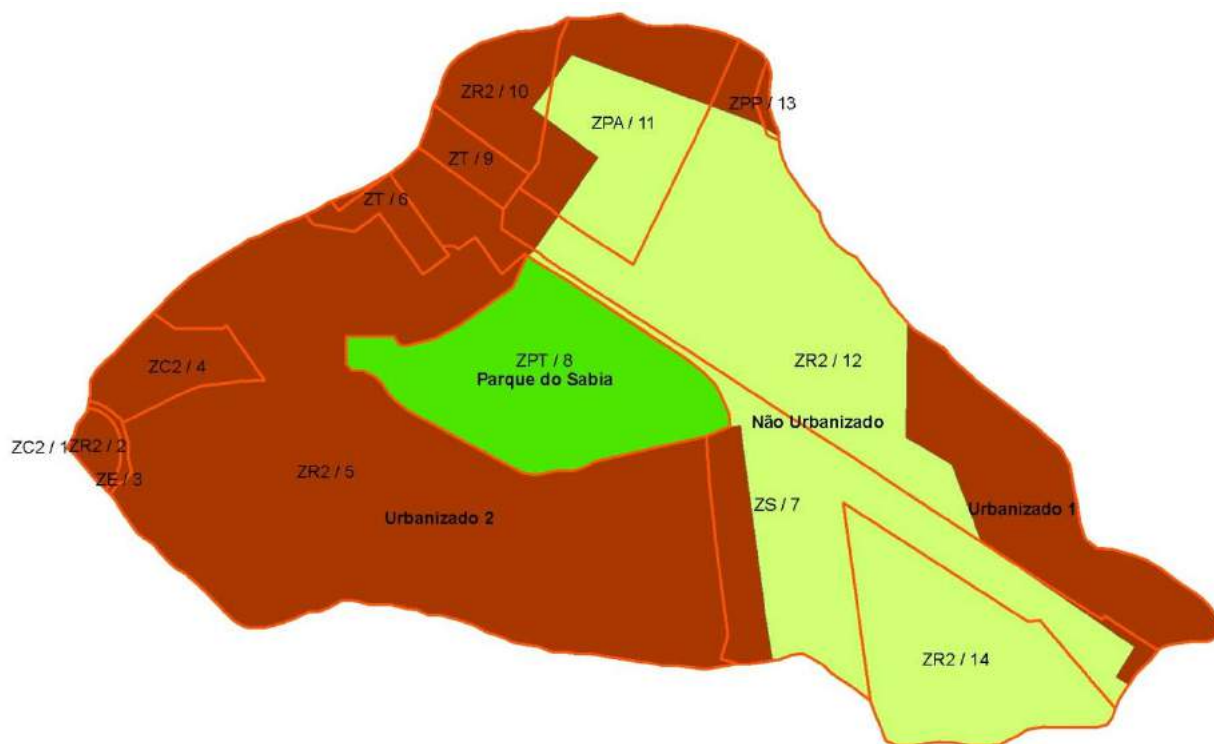


FIGURA 72 – Delimitação das áreas urbanizadas e não urbanizadas.
FONTE: Prefeitura Municipal de Uberlândia – Adaptado pela autora.

4.2.6 - INFRAESTRUTURA – REDE DE DRENAGEM PLUVIAL

O sistema de coleta de água pluvial, atualmente direciona grande parte de seu fluxo para a galeria do Córrego Jataí, oriunda dos bairros Tibery, Santa Mônica e Custódio Pereira, conforme apresentado no anexo A – mapa 07. No entanto, devido à deficiência ou inexistência de estruturas de captação, parte da água esco superficialmente sobre o solo, e

assim chega à Avenida Anselmo Alves dos Santos onde finalmente é captada pelas bocas-de-lobo existentes.

Outro problema encontrado foi a ruptura dos sistemas em alguns trechos e conseqüentemente o escoamento superficial da água. Além disso, foi verificada a presença de erosões no solo, sendo interceptada a zona saturada e, deste modo, água freática aflora no seu interior, misturando-se com as águas servidas.

4.3 – BASE CARTOGRÁFICA

A base cartográfica utilizado no trabalho foi adquirida na prefeitura municipal de Uberlândia-MG, na Secretaria de Planejamento Urbano. As fotos e imagens aéreas dos anos de 1962, 1974 e 2009 foram cedidas pelo Laboratório de Cartografia do Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia.

Para a análise de dados anteriores à canalização do córrego Jataí, foi adquirida a planta aerofotogramétrica do ano de 1962²³, elaborada na Projeção UTM (Universal Transversa de Mercator), com referência do Meridiano Central 51°W.Gr. Os mapas foram escaneados no formato.TIFF e georreferenciadas no programa ArcGIS. Posteriormente, foram vetorizadas as linhas de drenagem natural, curvas de nível, características do solo e da vegetação existente.

Os mapas utilizados para análise dos dados atuais encontram-se em formato. DWG, e apresentavam curvas de nível de 1,00 em 1,00 m, que permite boa avaliação da declividade e relevo.

Neste trabalho foram aplicadas técnicas de geoprocessamento, ou seja, cartografia digital, simulação numérica de terreno (MNT) e técnicas de processamento digital de imagens de sensores remotos (PDI), com a integração em ambiente de sistema de informação geográfica (SIG) para o tratamento de dados geoambientais e para a produção de informações cartográficas sobre o meio físico e a dinâmica de uso e ocupação do solo.

²³ O ano de 1962 foi determinado por ter sido a única base de mapeamento e informações encontradas sobre a área de estudo no período anterior a canalização do córrego Jataí.

4.4 – CENÁRIOS AMBIENTAIS

O planejamento é um processo contínuo que envolve coleta, organização e análise sistematizadas das informações por meio de procedimentos e métodos. Assim, como processo de planejamento foi determinado neste trabalho o uso de uma metodologia de análise e de diretrizes denominada de Cenários Ambientais, utilizada como instrumento do Planejamento Ambiental objetivando indicar alternativas futuras para contribuição da tomada de decisões.

De acordo com Franco (2000), os cenários ambientais são

“uma projeção de uma situação futura tendo em vista a solução de um problema ou a melhora de uma condição presente indesejável ou insatisfatória. Como a melhora de uma condição ambiental, é um conceito que envolve aspectos sócio-culturais complexos e cuja mudança vai naturalmente implicar em conseqüências que envolverão toda uma comunidade”.

A metodologia de cenários desenvolve-se por meio da idéia de paisagem como cenário, já que a primeira vista, é a forma de se conceber "paisagem". Esse caráter de cenário passou por evoluções que permitem considerar hoje a paisagem como "unidade de estudo" dentro do amplo espectro abordado pela ecologia e planejamento ambiental, definida tanto na área de ambiente natural, quanto no ambiente construído ou a ser construído.

Assim, os cenários foram elaborados com objetivo de comparar e avaliar de forma integrada o conjunto de dados levantados durante a pesquisa. A idéia principal foi analisar os impactos ambientais gerados na microbacia e relacioná-los com o processo de urbanização e nas obras de infraestrutura realizadas no córrego e no entorno.

Para isto, foram definidos 4 (quatro) cenários para a realização das simulações hidrológicas na microbacia do córrego Jataí:

- CENÁRIO A: Condição natural:

Neste cenário, foi simulada a condição natural do córrego, no período anterior à urbanização, no ano de 1962, onde a natureza permanecia relativamente intacta, não se tolerando quaisquer alterações humanas, representando o mais alto grau de preservação. Assim, considerou-se que neste período, havia a conservação dos recursos hídricos, da paisagem, da estabilidade geológica, da biodiversidade e do fluxo gênico da fauna e flora;

- CENÁRIO B: Urbanização atual:

O cenário apresenta o estudo dos elementos do meio físico natural e construído, resultado da ação humana e cultura local cujas características configuram sua história, no intuito de retratar o uso e a ocupação da área no ano de 2009 e, as alterações modificadas na paisagem devido à urbanização acelerada e sem planejamento adequado, a implantação de grandes equipamentos e as obras de infraestrutura;

- CENÁRIO C: Urbanização completa:

O cenário é hipotético e é apresentado prevendo-se a continuação da situação existente nas áreas urbanizadas e a ocupação desordenada das áreas não urbanizadas, sem um planejamento urbano adequado. Foi simulada uma situação com a urbanização completa das áreas ociosas, assim como dos lotes vagos existentes na área urbanizada. A canalização do córrego permanece conforme apresentado no cenário B e não são previstas mudanças ou modificações no sistema de drenagem existente. Sendo assim, a idéia é simular a situação mais crítica para a área de estudo;

- CENÁRIO D: Urbanização ideal:

Os cenários anteriores serão subsídios para a estruturação e comparação com a simulação deste cenário. A idéia é prever uma situação adequada para a ocupação do solo, além da reinserção a rede hídrica, com a morfologia natural, como elemento estruturador da paisagem, prevendo suas áreas marginais de inundação, permeabilidade do solo e maciços vegetais (naturais e de arborização urbana) para promover e restabelecer o equilíbrio do ecossistema urbano. Entende-se que este cenário por meio de um planejamento urbano-ambiental, pode-se mitigar a degradação ambiental promovida pela urbanização inadequada.

4.5 ESTRUTURAÇÃO DO CENÁRIO IDEAL

Para a formação deste cenário, foram identificados e comparados nos cenários anteriores as principais fragilidades e impactos ambientais na microbacia e, elaborado um cenário hipotético, cuja principal estratégia é estabelecer um desenho urbano ecológico e sustentável. Para a determinação das diferentes intervenções urbanas preventivas e diretas, foram considerados os seguintes fatores para análise: a rede hídrica, o uso do solo, as manchas de vegetação, a permeabilidade do solo, as reestruturações viárias e dos equipamentos urbanos existentes e delimitados as áreas de influência de cada tipologia de intervenção, conforme apresentado Figura 73.

O cenário proposto buscou a reinserção do curso da água na paisagem urbana, por meio da recuperação de suas propriedades naturais e do resgate do seu valor ecológico e paisagístico, assim como a manutenção e ampliação das possibilidades de seu uso pela população, baseado nos princípios de planejamento ambiental. E como resultado, a elaboração do Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) da microbacia do córrego Jataí, que foi utilizada como base para a realização da simulação hidrológica deste cenário.

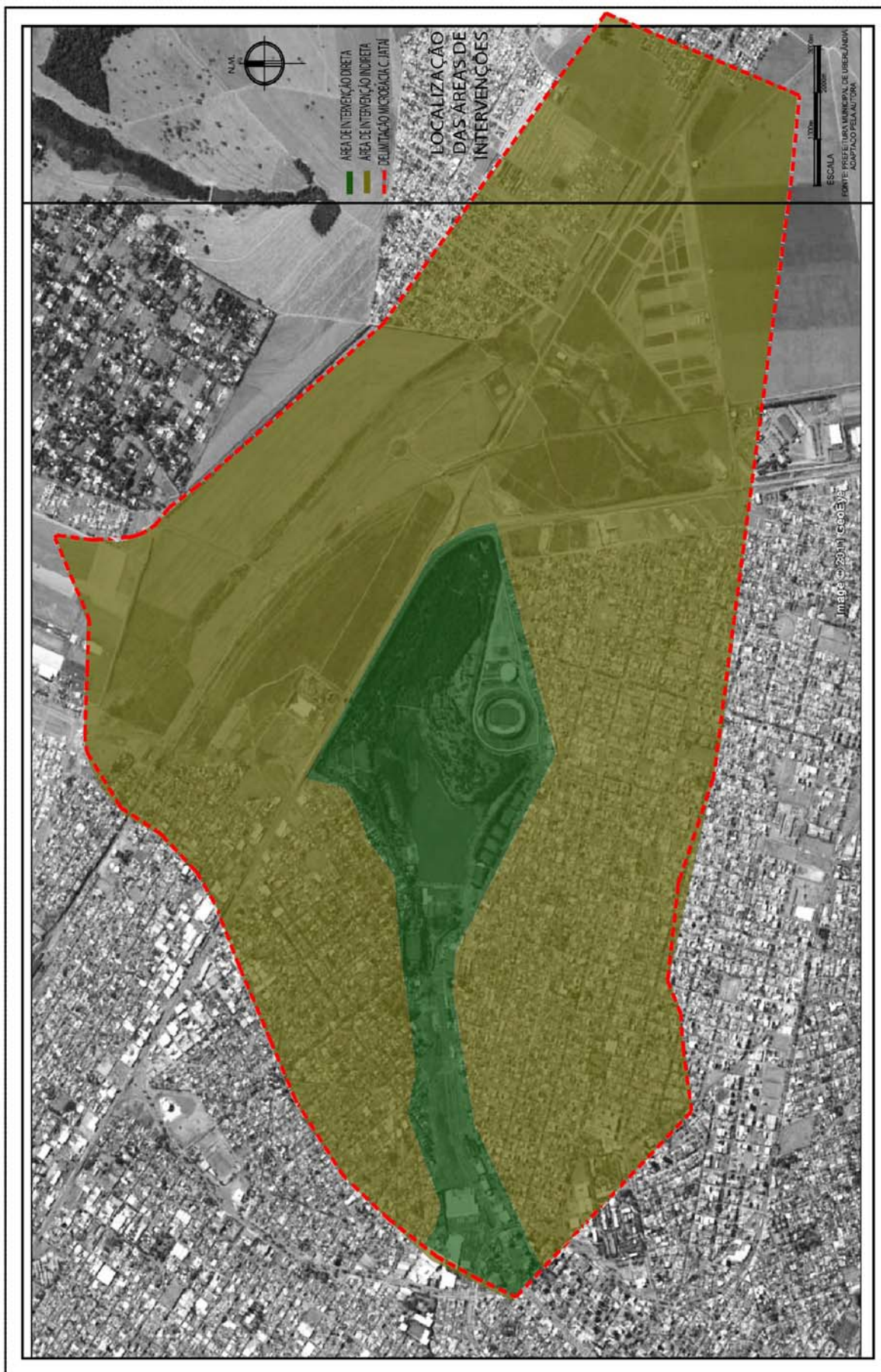


FIGURA 73 – Delimitação das áreas de intervenções diretas e preventivas.
FONTE: Prefeitura Municipal de Uberlândia – Adaptado pela autora.

4.51 INTERVENÇÕES PREVENTIVAS

As intervenções preventivas foram propostas em forma de diretrizes gerais e possuem o objetivo de mitigar os riscos ambientais, sociais e econômicos gerados no sistema de drenagem urbana de toda a microbacia do córrego Jataí, assim como o entorno imediato.

Foram determinados 6 (seis) princípios de intervenções preventivas, conforme apresentado na Figura 74: a gestão ambiental, a educação ambiental, os corredores verdes, as áreas verdes, as ruas verdes e as áreas urbanizáveis, que em conjunto devem buscar resultados positivos para auxiliarem e promoverem o alto desempenho nas propostas de intervenções diretas, a médio e longo prazo.



FIGURA 74 – Propostas das intervenções preventivas.
FONTE: Prefeitura Municipal de Uberlândia – Adaptado pela autora.

- Gestão ambiental

A gestão ambiental permite elaborar um sistema de planejamento e manutenção da micro-bacia, considerando-a como unidade de análise e instrumento decisivo no ordenamento e controle do uso e ocupação do solo, focado no gerenciamento das restrições urbanísticas (taxa de ocupação, coeficiente de aproveitamento, taxa de permeabilidade, entre outros), de forma a ser aplicada por meio do funcionamento das estruturas urbanas como infraestruturas verdes,

Assim, a permeabilidade do solo, sendo a principal restrição urbanística para monitoramento e controle do sistema de drenagem urbana, deverá ser estipulada não dentro das unidades de loteamento²⁴, mas sim incorporado nas infraestruturas urbanas e, portanto, controlados diretamente pelo órgão público responsável, e considerando a bacia hidrográfica como um todo e não em trechos isolados.

Essa mudança permite não só o controle, como o direito de propriedade do poder público, ou seja, livre acesso nesta área, e a fiscalização adequada por meio de um monitoramento por equipe técnica treinada, além de, ser um exemplo notório e a ser seguido pela população.

Na Figura 75, verifica-se um modelo de gestão ambiental em uma bacia hidrográfica, por meio do controle do balanço hídrico, sendo considerados índices de evaporação em torno de 38%, com a preservação de áreas verdes, índices de infiltração em torno de 42%, com a permanência de áreas permeáveis significativas e índices de escoamento superficial de 20% direcionados para os cursos de água.

²⁴ O Código de Obras Municipal vigente possui como obrigatoriedade a taxa de permeabilidade de 20% dentro de cada lote. No entanto, devido à falta de fiscalização e monitoramento adequado, como também a falta de conhecimento e trocas de informações sobre importância desta área para a população, esse índice é dificilmente alcançado.



FIGURA 75 – Balanço hídrico para gestão da bacia hidrográfica.

FONTE: SEM AUTOR. Disponível em: < <http://www.humannature.cc> >. Acesso em junho 2011.

Adaptado pela autora.

- Educação Ambiental

A aplicação de programas que promovam a conscientização da população sobre a importância da manutenção de áreas verdes, permeáveis e com vegetação abundante, para o controle de impactos ambientais, vinculados principalmente, as enchentes e inundações.

A educação ambiental deverá ser realizada por equipe técnica treinada em escolas, creches, universidades, eventos, manifestações culturais, cursos, propagandas e visitas guiadas, disseminando informações e experiências para a construção de relações ambientais, sociais, culturais e principalmente afetivas. A concepção de apropriação do espaço é comprovada em diversos estudos, pois geram laços afetivos e, portanto promovem a atenção, colaboração e cuidado com essas áreas pela população local.

Além disso, a preparação e treinamento especializado aos engenheiros, arquitetos, agrônomos e geólogos, entre outros profissionais e dos administradores públicos, para que as decisões públicas sejam tomadas conscientemente por todos envolvidos.

- Corredores verdes

A cobertura vegetal tem capacidade de armazenar parte do volume de água precipitado pela interceptação vegetal, aumentar a evapotranspiração, reduzir a velocidade do escoamento superficial e permitir o controle da erosão do solo.

Portanto, é proposta a criação de um sistema de conectividade ao longo dos principais cursos da água de toda a cidade, por corredores contínuos suficientemente largos, para o movimento de espécies-chaves que formam uma rede principal de corredores verdes, pois são considerados o melhor mecanismo para a movimentação de espécies e reequilíbrio do sistema biótico. Além disso, essas áreas devem desempenhar também função recreacional, lazer, contemplação, convivência e estética, conforme Figura 76.

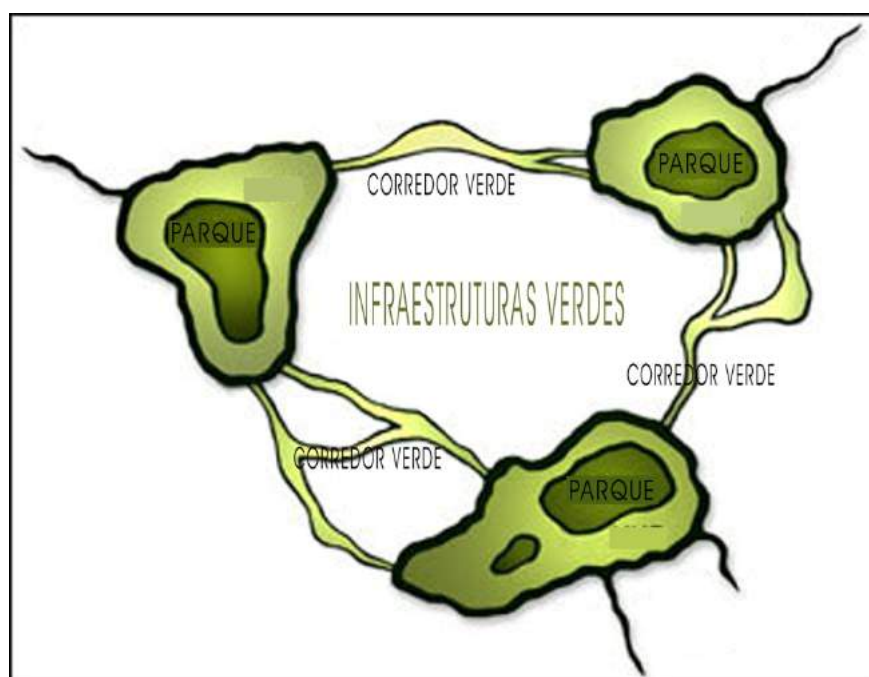


FIGURA 76 – Sistema de conectividade de corredores verdes.

FONTE: SEM AUTOR. Disponível em: < <http://www.humannature.cc> >. Acesso em junho 2011.
Adaptado pela autora.

Entende-se que a reinserção do córrego Jataí unicamente na microbacia seria apenas um projeto de “maquiagem” da paisagem, pois não conseguiria garantir o fluxo gênico de

espécies da fauna e da flora, e tampouco promover o equilíbrio dos sistemas de recarga hídrica e proteção da biodiversidade.

Para isso, é essencial o estabelecimento dos “links”²⁵ ecológicos, que possibilitam a reconexão do tecido urbano com o meio biótico em todo o sistema, a fim de manter e restabelecer as funções ecológicas e estabelecer redes multifuncionais, hidrológicas e de drenagem, de fragmentos permeáveis e vegetados no tecido urbano, preferencialmente arborizado e conectados por meio dos espaços verdes, incluindo sistema viário e propriedades públicas e privadas, com o intuito de integrar as áreas verdes existentes com as infraestruturas construídas reestruturando a paisagem por meio da inserção de um sistema de corredores verdes.

Assim, a idéia é interligar diretamente o córrego Jataí com os córregos São Pedro, Marimbondos, Perpétua e Glória e indiretamente com os demais córregos da cidade, conforme apresentado na Figura 77.

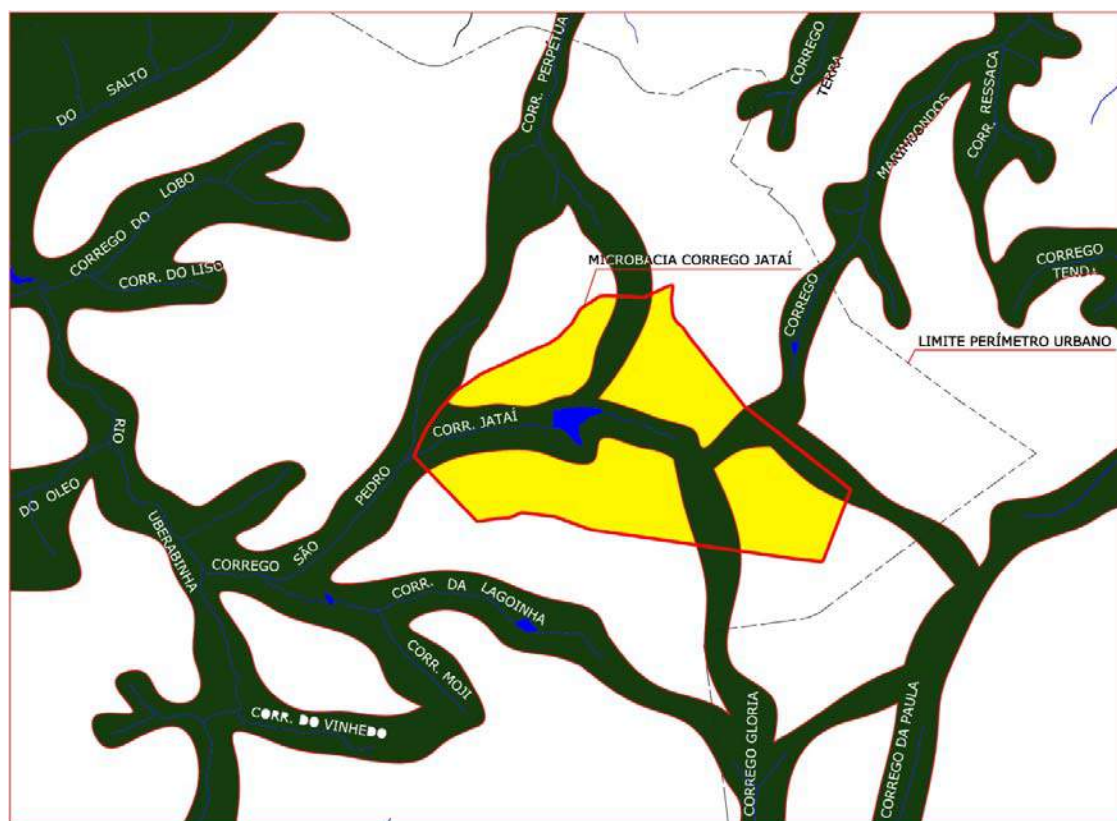


FIGURA 77 – Conexão do córrego Jataí com outros córregos na cidade.
FONTE: Prefeitura Municipal de Uberlândia – Adaptado pela autora.

²⁵ Conceito trabalhado por FRANCO (2000).

- Áreas verdes

A manutenção das áreas verdes existentes, como o Parque do Sabiá (Figura 78) e praças e criação de novos espaços em lotes vagos e pulverizados pela microbacia. É importante para a conservação de pequenos espaços verdes no meio das áreas construídas no intuito de possibilitar curta conectividade e o movimento de algumas espécies (principalmente aves) por toda a microbacia.

As áreas verdes devem possuir funções, em princípio, atreladas aos conceitos ambientais e de lazer/recreação, mas também como ambiente construído de ligação entre equipamentos da cidade, referenciais de localização ou histórico-culturais, impacto visual, saneamento e conforto ambiental, etc.



FIGURAS 78 (a) e (b) – Imagens da área de preservação permanente e do reservatório no Parque do Sabiá na área de estudo.

FONTE: Prefeitura Municipal de Uberlândia – SEM AUTOR.

Os espaços verdes deverão ser planejados com a determinação de uma área de influência, com raio em torno de 300 metros, configurando, assim, a distância máxima idealizada para um percurso a pé e/ou bicicletas (transportes não motorizados), seja ela de natureza pontual ou linear. Para uma delimitação mais precisa, devem-se levar em conta, dentro outros, os seguintes critérios para o planejamento desses espaços, conforme apresentado na Figura 79: definição da escala de influência e conflitos (territorial regional e local); a existência de eixos viários que direcionem os usuários a determinados destinos pré-estabelecidos; conectividades com outros equipamentos coletivos significativos na área de estudo e homogeneidade nos padrões tipológicos de uso, ocupação e parcelamento do solo.

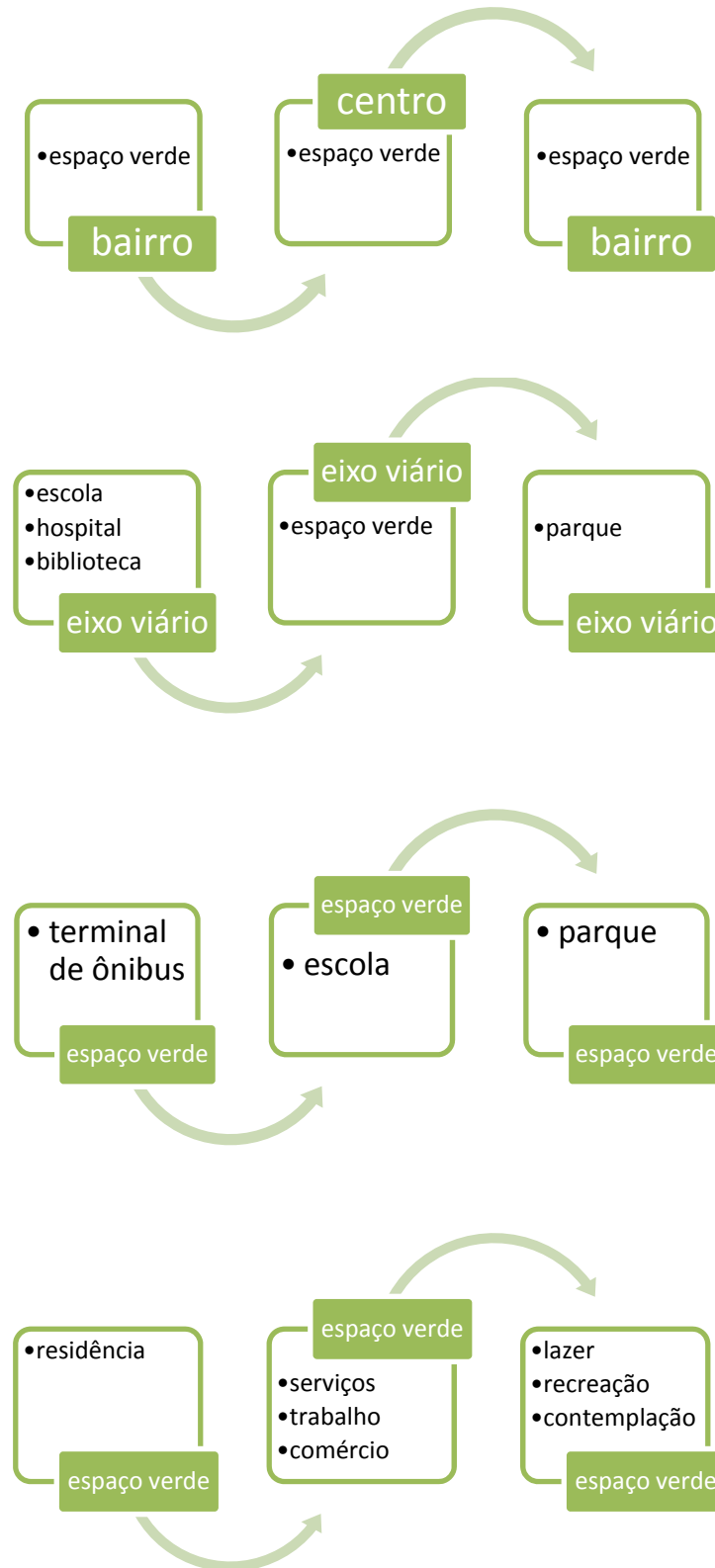


FIGURA 79 - Planejamento para determinação de áreas de influência dos espaços verdes.

- Ruas verdes

As ruas deverão ser readaptadas como infraestruturas verdes e funcionaram como mecanismos de controle das águas pluviais nas áreas urbanas, conforme apresentado na Figura 80. Elas passaram a ser coletoras, permitindo a infiltração com o uso de pisos permeáveis e semipermeáveis, a acumulação de parte do volume escoado em pequenos reservatórios incorporados na paisagem, a interceptação vegetal com a presença de cobertura vegetal significativa e o direcionamento das águas pluviais para cursos da água.



FIGURA 80 – Esquema para planejamento das ruas verdes.

FONTE: SEM AUTOR. Disponível em: < <http://www.humannature.cc> >. Acesso em junho 2011.
Adaptado pela autora.

Essa modificação permite o amortecimento, a retenção, a evaporação e a redução da velocidade do fluxo, no intuito de reduzir o volume nas tubulações, retardar e diminuir os picos de vazão no escoamento superficial que chegam à rede hídrica, durante o período das chuvas. Além disso, diminuem a poluição difusa que é carregada em superfícies impermeabilizadas, proporcionam a moderação na formação de ilhas de calor, captura de carbono, possibilitam a visibilidade aos processos hidrológicos e permite o funcionamento da infraestrutura verde, garantindo qualidade ambiental e integração a paisagem urbana.

Como ruas verdes, passam a integrar o sistema de drenagem urbana, cuja principal objetivo é o manejo adequado de águas pluviais e a recuperação das funções hidrológicas naturais em áreas urbanas. Assim, as áreas permeáveis são incorporadas nas vias de trânsito, e passam a ser de propriedade do poder público permitindo a manutenção e a fiscalização adequada, conforme Figura 81.



FIGURA 81 (a) e (b)– Exemplos de “jardins de chuva”, no Mercado *New Seasons* e no *High Point Redevelopment* em *Seattle*- Estados Unidos, ambas são intervenções propostas do projeto denominado *Open Space Seattle*.

FONTE: SEM AUTOR. Disponível em: <http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos_2007-1/drenagem/index.html>. Acesso em junho 2011.

Para um resultado adequado, deverão ser realizados estudos geotécnicos para identificação com precisão das características do solo e ser for necessário ser adicionado alguns compostos, que possuem a finalidade de agir como uma esponja que suga a água, além de serem analisados e calculados os efeitos de infiltração e transbordamento durante os picos de vazão (ver Figuras 82). Com a vegetação aumenta o efeito da evapotranspiração e com a presença de microrganismos e bactérias no solo ocorre a remoção de alguns poluentes (ver Figura 83).



FIGURA 82 (a) e (b) - A construção inicial e o resultado “jardins de chuva”, da *Street Edge Alternative*, em *Seattle*, Estados Unidos.

FONTE: SEM AUTOR. Disponível em: <http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos_2007-1/drenagem/index.html>. Acesso em junho 2011.



FIGURA 83 (a) e (b) – Sistema de contenção, nas bordas e fundo dos “jardins de chuva”, em vias no norte de *Seattle*, Estados Unidos.

FONTE: SEM AUTOR. Disponível em: <http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos_2007-1/drenagem/index.html>. Acesso em junho 2011.

Também deverão ser previstos áreas específicas para sedimentação, conforme apresentado nas Figura 84, pois previne que os sedimentos se depositem ao fundo, reduzindo a capacidade de infiltração, e periodicamente, esta área deverá ser limpa e com remoção do sedimento.



FIGURA 84 (a) e (b)– Área específica para sedimentação e limpeza de resíduos, em vias de *Pinehurst*, em *Seattle*, Estados Unidos.

FONTE: SEM AUTOR. Disponível em: <http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos_2007-1/drenagem/index.html>. Acesso em junho 2011.

A arborização urbana deverá ser intercalada por espécies específicas de médio porte, que sofrem o fenômeno da caducidade, ou seja, as espécies decíduas, pois propiciam sombreamento no verão e aquecimento no inverno e com copas densas, sendo necessária a implantação a cada 10 m de testada/lote nas ruas verdes para a formação de uma massa significativa (ver Figura 85).

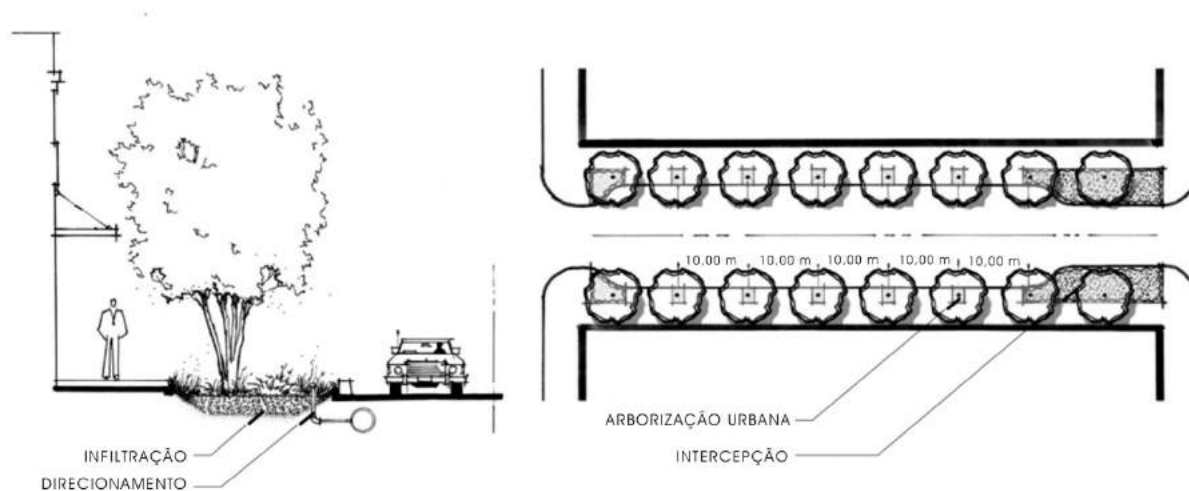


FIGURA 85 – Projeto de implantação da arborização urbana.

FONTE: SEM AUTOR. Disponível em: <<http://www.humannature.cc>>. Acesso em junho 2011.
Adaptado pela autora.

Os revestimentos nos passeios e vias deverão ser obrigatórios semipermeáveis ou permeáveis como: asfalto poroso, concreto permeável, blocos intertravados, concregrama, drenante, brita e pedriscos, entre outros e intercalar com forrações vegetais, conforme apresentado nas Figuras 86 e 87. Para que possam contribuir com os processos de infiltração e percolação da água que ocorre através dos poros do solo, mas garantindo áreas para deslocamento seguro dos pedestres por faixas específicas e travessias elevadas.



FIGURA 86 – Exemplos de tipos de pisos – drenante, pedrisco, intertravado, madeira, gramado.
FONTE: SEM AUTOR. Disponível em: < http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos_2007-1/drenagem/index.html >. Acesso em junho 2011.

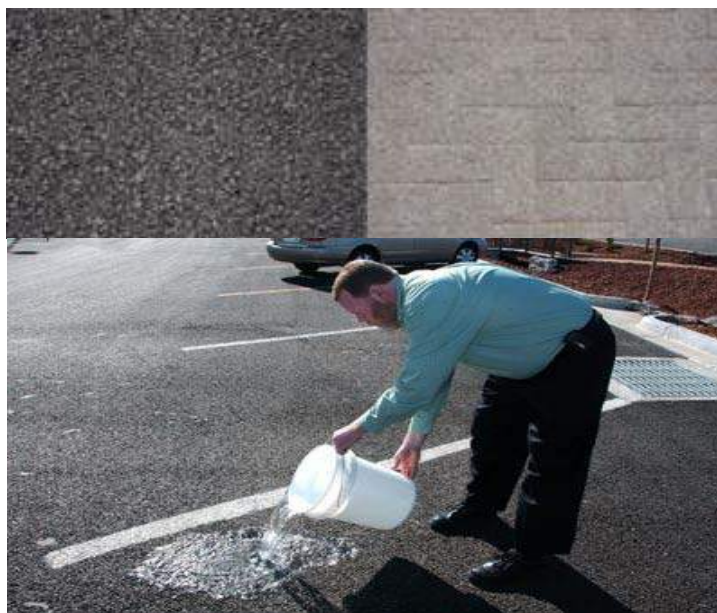


FIGURA 87 – Asfalto e concreto poroso, desenvolvido pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, indicam que essas pavimentações podem reduzir pela metade a velocidade com que água pluvial chega aos córregos e rios urbanos.

FONTE: SEM AUTOR. Disponível em: < <http://www.usp.br> >. Acesso em junho 2011.

Além disso, as ruas verdes deverão conectar as praças existentes e novas com as grandes áreas verdes, fazendo a conexão entre fragmentos de vegetação, por meio de caminhos acessíveis, seguros e confortáveis para população, conforme Figura 88, incentivando os deslocamentos por bicicletas e a pé.



FIGURA 88 – Espaços para bicicletários e caminhos para o pedestre.

FONTE: SEM AUTOR. Disponível em: < http://www.arq.ufsc.br/arq5661/trabalhos_2007-1/drenagem/index.html >. Acesso em junho 2011.

- Áreas urbanizáveis

As áreas urbanizáveis, inseridas dentro da área de estudo, constituídas por lotes vagos e vazios urbanos, devem receber novo traçado urbano ecológico, fazendo-se a “costura” da malha por meio da urbanização qualificada dessas lacunas.

Para isso, a legislação vigente deve ser revisada, pois possuem a possibilidade imediata de alterações, buscando-se uma relação mais equilibrada entre o uso antrópico e as funções naturais, visando, entre outros benefícios, à melhoria quantitativa e qualitativa dos recursos hídricos.

Assim, a elaboração de normas e critérios que incentivem a utilização de princípios sustentáveis e de conforto ambiental, conforme Figura 89, como sistemas de ventilação e iluminação naturais; a captação e utilização das águas pluviais (rede de captação nos prédios, ecocalhas); a utilização de pavimentos permeáveis e semipermeáveis; a separação e tratamento dos esgotos anterior ao lançamento no córrego; separação dos resíduos

recicláveis e compostagem do resíduo orgânico; a utilização de energias renováveis (placa solar, fotovoltaica e energia eólica); a utilização do desenho universal, entre outros.

Deverá ser incentivada a utilização de materiais sustentáveis e inovações tecnológicas que possibilitem a alcançar a obtenção de certificações ambientais, garantindo maior integração entre espaços construídos e as áreas verdes, respeitando o sistema de drenagem natural.

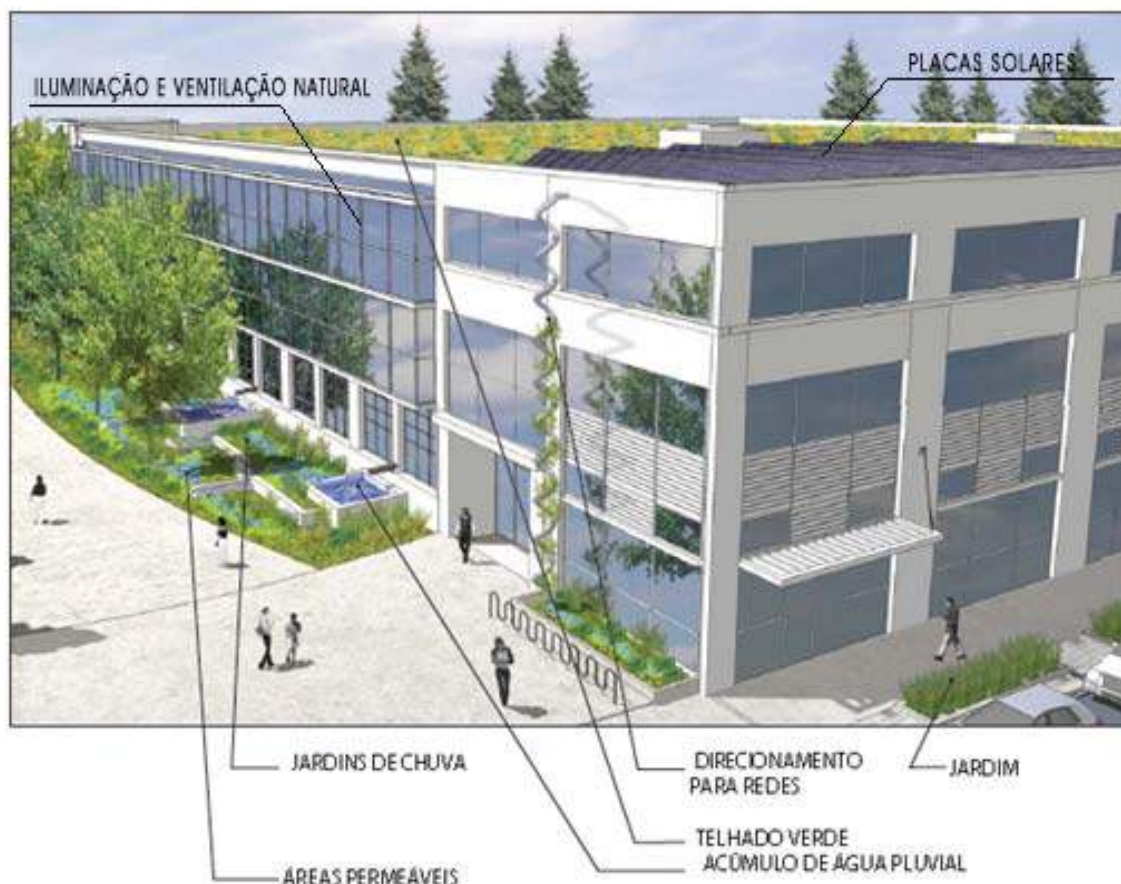


FIGURA 89 – Exemplo da aplicação de princípios sustentáveis e de conforto ambiental em uma edificação.
FONTE: SEM AUTOR. Disponível em: < <http://www.humannature.cc> >. Acesso em junho 2011.

A reorganização físico-espacial deverá estar baseada na idéia da concentração, compactação e verticalização das edificações, transformando o espaço urbano em denso e socialmente diversificado, promovendo a otimização do uso do solo, criação de amplas áreas permeáveis, valorização e dinamização do patrimônio físico e ambiental, organização eficaz do transporte ao favorecer distâncias confortáveis para o pedestre caminhar – na sua prática, movimento, e no atendimento de suas rotinas, minimização do consumo de

materiais, energia e água, otimização de infraestrutura e o aumento da complexidade dos sistemas e da coesão social, entre outros.

Os esforços devem estar focados em um planejamento de sistemas cíclicos e em cadeia, conforme Figura 90 ou seja, em sistemas concentrados, e não mais em sistemas lineares, onde os tecidos urbanos são expandidos de forma impactantes. Esse conceito deve ser utilizado não só para minimizar os impactos gerados ao meio ambiente, mas, especialmente, integrá-lo aos ciclos naturais da biosfera de forma a criar efeitos positivos, sendo um agente renovador, reparador e restaurador.

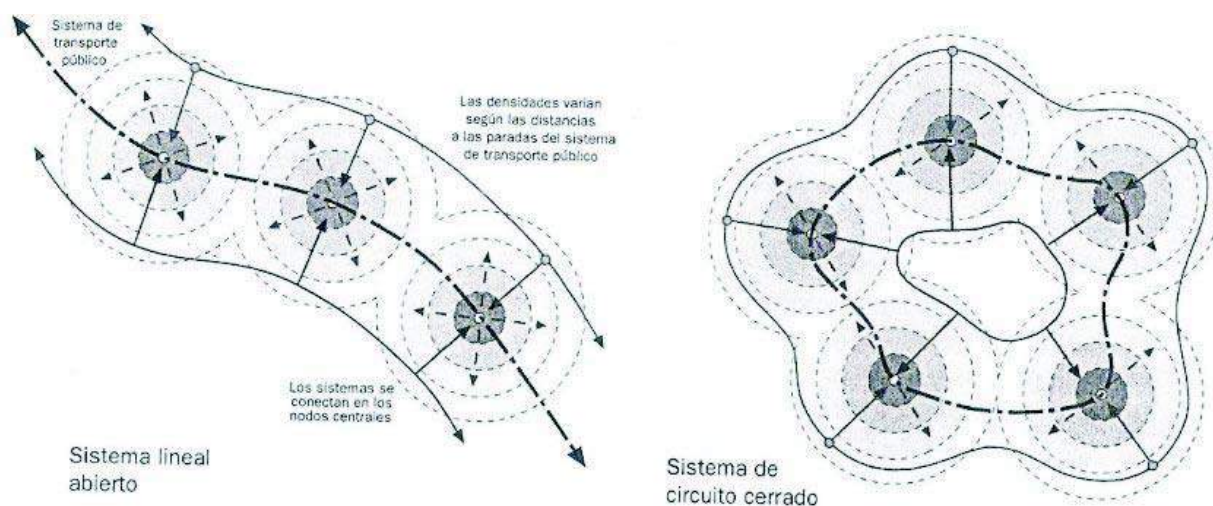


FIGURA 90 – Modelo linear X Modelo cíclico.
FONTE: ROGERS (2001).

4.5.2 INTERVENÇÕES DIRETAS

As intervenções diretas foram propostas em forma de diretrizes específicas para o entorno imediato do córrego Jataí e tem como objetivo o fortalecimento da rede hídrica no sentido de recuperá-la e incorporá-la como elemento referencial na paisagem urbana. Estrutura-se na intervenção direta de 4 (quatro) elementos da paisagem: a rede hídrica, restabelecimento ecológico, paisagem construída e as conexões urbanas, conforme apresentado na Figura 91.

As propostas indicadas deverão ser utilizadas como princípios norteadores para a elaboração do projeto urbano de um parque linear em torno de todo o córrego Jataí, que promova a conexão ambiental com os demais parques planejados da cidade, além de promover um espaço de lazer e recreação de qualidade para toda a população.

De acordo com Franco (1997), a idéia de implantação de parques lineares como solução para preservação e manutenção das áreas ambientais, difere dos convencionais enfoques de conservação do solo e proteção dos recursos naturais, porque vê a conservação conectada com desenvolvimento do solo e planejamento de infraestrutura com fins antrópicos e cuja função deve ser definida por:

- **Conectividade** – delinea a força do seu foco em conectividade, entre espaços naturais e os parques e outros espaços abertos, entre as pessoas e os programas. A conservação biológica tem demonstrado que a conexão é essencial para os sistemas naturais desempenharem sua função genuína e para propiciar a vida selvagem. Assim, é de fundamental importância estabelecer a conexão entre os componentes dos ecossistemas – parques, áreas de preservação, áreas ripárias, áreas úmidas e outros espaços verdes- para que eles juntos possam manter valores e serviços dos sistemas naturais, tais como carregar e filtrar água da chuva, e manter a saúde e a diversidade das populações de vida selvagem;
- **Contexto** - o entendimento dos ecossistemas e da paisagem requer uma análise do contexto onde esses ecossistemas existem isto é a compreensão dos fatores físicos e biológicos das áreas de entorno;
- **Estrutura** - funcionamento como estrutura para a conservação e para o desenvolvimento;
- **Comprometimento** - requer comprometimento de longo prazo por parte do poder público e dos agentes sociais, assim como a apropriação da população.

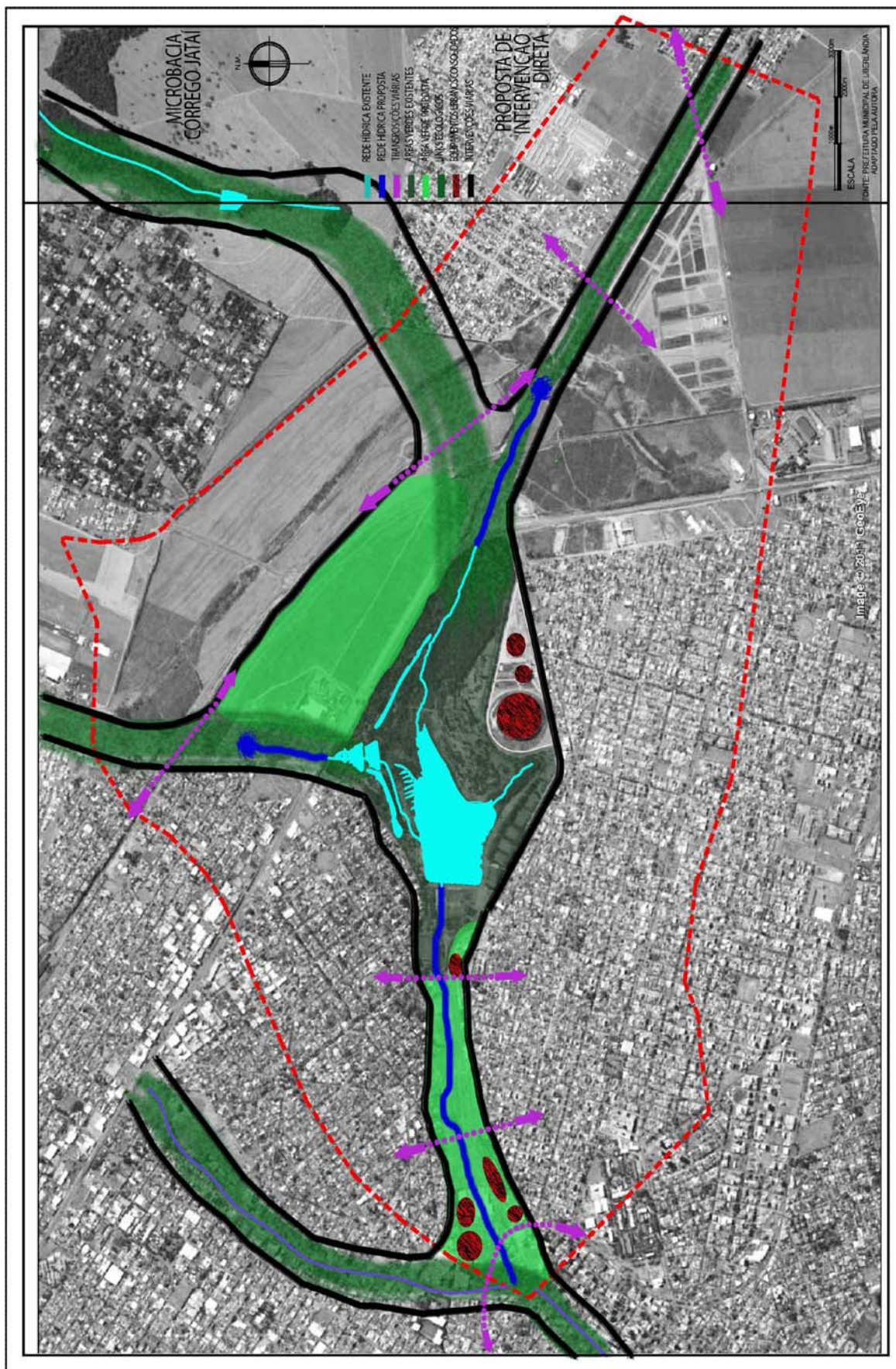


FIGURA 91 – Propostas das intervenções diretas.
FONTE: Prefeitura Municipal de Uberlândia – Adaptado pela autora.

- Rede Hídrica

É proposta a reinserção do córrego Jataí, conforme Figura 92, por meio do processo de renaturalização, garantindo o fluxo contínuo das águas e do material transportado, bem como, a mobilidade e condições naturais do fundo do leito (dinâmica do fundo); a mobilidade e condições naturais das margens (dinâmica das margens) e as condições naturais para inundação, relacionada ao uso adequado das baixadas inundáveis (dinâmica das zonas inundáveis).

Sendo indicada a elaboração de um programa de recuperação e projetos urbanísticos detalhados em etapas de implantação e a separação do projeto em trechos, sendo que a determinação de qual variante será empregada em cada trecho deverá atender também a critérios como: escoamento superficial (água de chuva), de esgotos, dinâmica do leito do córrego, vazão de enchentes, perfil longitudinal, material transportado, vegetação e o potencial de repovoamento ecológico.

A recuperação do córrego inicia-se com a restauração do traçado “ondulante” (meandros) original, como também da reconstituição de sua dinâmica, com a recuperação das áreas de nascentes originais, recomposição da forma e aparência mais próximas do estado natural (cenário passado).

Para isso, alguns aspectos deverão ser considerados relevantes, como: a ampliação do leito do rio; a recuperação da continuidade do curso de água; a aplicação de técnicas da engenharia ambiental; o restabelecimento de faixas marginais de proteção e da mata ciliar; a reconstituição de estruturas morfológicas típicas no leito e nas margens como depósitos de seixos rolados; a promoção de biotas especiais, o acesso à água e a propiciação de elementos favoráveis ao lazer.

Deverão ser identificadas áreas distintas no entorno do córrego de acordo com as principais características físicas e possibilidades de inserção de funções e atividades para o uso e aproximação da população com o elemento água, como:

- Áreas destinadas para recuperação dos aspectos ecológicos entre os cursos de água e o solo, a vegetação e a fauna, com acesso limitado, declividade acentuada, e que deverá ser mantida com isolamento temporário e parcial até o fortalecimento das espécies;

- Áreas destinadas ao acesso visual ao longo de suas margens, mantendo-se e enfatizando-se o sentido de continuidade, com a inserção de caminhos para pedestres e ciclistas ao longo do curso de água, como também a possibilidade de cruzar periodicamente suas margens;
- Áreas para a composição de elementos paisagísticos com a criação de espaços de recreação e lazer como *playgrounds*, pergolados, caminhos, bancos, ciclovias, estações de ginásticas, quadras poliesportivas, pista de skate, entre outros, e o curso da água deverá ser trabalhado como elemento incorporado a esses equipamentos de lazer, como: lagos, duchas, fontes, cascata, entre outros, com possibilidade de contato físico com a água;
- Áreas destinadas à implantação de equipamentos urbanos, observados os critérios de mitigação dos impactos ambientais culturais e ambientais, como centros de convivência, educação ambiental, entre outros.



FIGURA 92 – Reinscrição do córrego Jataí na microbacia.

FONTE: SEM AUTOR. Disponível em: < <http://maps.google.com.br>>. Acesso em outubro 2010.
Adaptado pela autora.

- Restabelecimento ecológico

Entende-se que para alcançar a mobilidade e as condições naturais das margens do córrego (dinâmica das margens), assim como as condições naturais para inundação (dinâmica das zonas inundáveis), é imprescindível a recomposição vegetal de modo a recuperar o ambiente vital do crescimento e fortalecimento das espécies.

Além disso, a recomposição vegetal tem como objetivo a proteção da qualidade da água de aquíferos e cursos da água; a conexão da rede inferior de cursos da água; habitat para espécies de interior de manchas; habitat-núcleo e refúgio para espécies que precisam de grande território, fonte de dispersão de espécies; zona-tampão contra extinção durante mudança ambiental, entre outros.

Portanto, é proposta a recomposição vegetal da mata ciliar à cobertura vegetal na microbacia, a manutenção das grandes manchas de vegetação existente, como no Parque do Sabiá, além da destinação de novas áreas verdes nas margens do córrego e nas áreas urbanizadas e interligadas em rede e articuladas com outros córregos, formando um parque único e contínuo, conforme Figura 93.



FIGURA 93 – Reinscrição das áreas de preservação e proteção ambiental ao longo das margens do córrego Jataí.

FONTE: SEM AUTOR. Disponível em: < <http://maps.google.com.br> >. Acesso em outubro 2010.
Adaptado pela autora.

- Paisagem construída

Para o estabelecimento das condições naturais das margens do córrego, assim como a criação de zonas inundáveis, é necessário a incorporação de áreas urbanizadas, que serão recuperadas com a reconstituição vegetal e reinseridas na paisagem em composição com o córrego, conforme Figura 94.

Portanto foram determinados a permanência de alguns equipamentos privados e públicos já implantados nessas áreas, sendo eles: Shopping Center e Hipermercado Carrefour, Prefeitura e Câmara Municipal, Batalhão da Polícia Militar, Estádio João Havelange, Ginásio do Sabiazinho e futuro parque aquático. A permanência deve-se a dimensão construída e, portanto dificuldade de desapropriação, como também do significado destes equipamentos na cidade, além da compatibilidade e possibilidade de inserção desses equipamentos na área, pois são de uso permanente e coletivo pela população.

No entanto, esses equipamentos deverão passar por adequações dentro de um conceito de sustentabilidade, garantido maior integração entre espaços construídos e as áreas verdes e a reorganização espacial das atividades, respeitando o sistema de drenagem natural e promovendo a implantação de áreas permeáveis, principalmente nos grandes estacionamentos, que permitam intercalar forração vegetal e prever o plantio de espécies arbóreas.

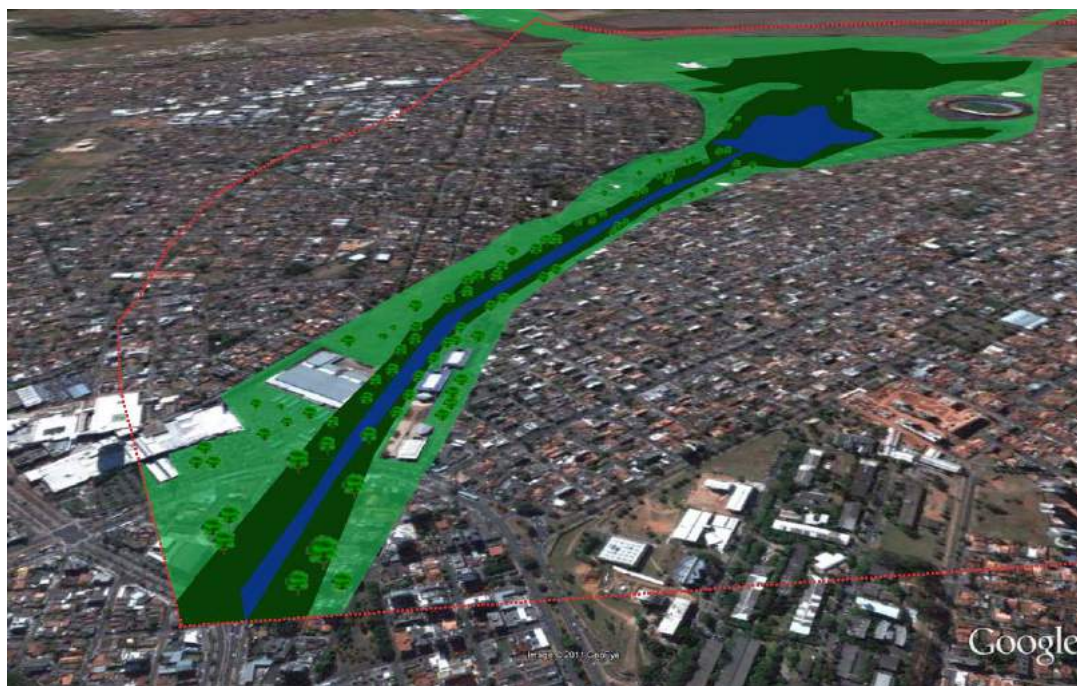


FIGURA 94 – Incorporação de equipamentos consolidados.
FONTE: SEM AUTOR. Disponível em: < <http://maps.google.com.br>>. Acesso em outubro 2010.
Adaptado pela autora.

- Conexões urbanas

As conexões urbanas deverão ser reestruturadas de forma que não agridam o meio ambiente, investindo-se em um desenho adequado, que não seja uma barreira física e sim, que possam integrar-se à paisagem urbana, conforme Figura 95. Além disso, deve-se assegurar o conforto dos usuários, a segurança e a qualidade ambiental.

Para isso, são propostas vias marginais em torno de toda a área verde proposta, que além de percorrer todo o entorno do córrego, torna-se um limitador físico e visual, não permitindo a invasão dessas áreas.

As transposições que forem necessárias nas áreas de preservação deverão ser realizadas por estruturas elevadas para garantir o fluxo gênico visando conservar e restaurar áreas com aspectos ecológicas e, se encarregarão de fazer a “costura” com o tecido urbano, permitindo também a visibilidade da paisagem.

E a necessidade de alteração dos trechos de rodovias presentes na área, por meio da conclusão de um anel viário e conseqüentemente deslocamento desse tipo de circulação dentro da área urbana, para evitar-se conflitos e aumentar a segurança da população,

permitindo a modificação dos usos e tráfegos, como a colocação de sinalização adequada, semáforos, travessias no mesmo nível, dentre outros.



FIGURA 95 – Delimitação de vias marginais e transposições viárias.

FONTE: SEM AUTOR. Disponível em: <<http://maps.google.com.br>>. Acesso em outubro 2010.
Adaptado pela autora.

4.6 – SIMULAÇÕES HIDROLÓGICAS

As simulações hidrológicas foram realizadas com a utilização do programa “Cabc” – Sistema Automático de análise de Bacias Complexas, versão 7.3, desenvolvido pela Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica (FCTH). Através do sistema, a chuva excedente é calculada pelo modelo *SOIL CONSERVATION SERVICE* e os hidrogramas através do método Hidrograma Unitário Triangular SCS (SCS,1957).

Segundo FCTH (1999), o modelo *Cabc* se aplica aos problemas de drenagem urbana e rural, em especial aos que podem ser classificados como macro drenagem. Sua aplicação apresenta vantagens em relação aos casos em que o método racional apresenta restrições, ou seja, bacias com áreas de drenagem superior a 100 ha. O modelo aplica-se também a grandes bacias urbanas (superiores a 50 km²), uma vez que as diversidades de distribuição de chuvas e ocupação do solo podem ser levadas em conta através da segmentação em sub-bacias.

Para a aplicação das simulações hidrológicas nos cenários propostos: condição natural (anterior ao processo de urbanização), urbanização atual, urbanização completa e urbanização ideal, foram realizados o levantamento de dados sobre a microbacia: o comprimento do córrego, o CN (numero da curva), a área impermeabilizada, a área diretamente conectada, a declividade média, o tempo de concentração, a precipitação média, o tempo de retorno e o amortecimento no córrego e no reservatório em cada cenário.

CAPÍTULO 5

SIMULAÇÕES HIDROLÓGICAS E RESULTADOS

5.1 ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO

Com a determinação das intervenções preventivas e diretas foi elaborado o Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE)²⁶, conforme Figura 96, como instrumento de planejamento do uso do solo e gestão ambiental, no qual delimita as zonas ambientais e atribuição de usos e atividades compatíveis segundo as características (potencialidades e restrições) de cada uma delas, visando o uso sustentável dos recursos naturais e o equilíbrio dos ecossistemas existentes.

Assim, são estipuladas 05 (cinco) zonas ambientais: ZAPP- Zona ambiental de Preservação Permanente; ZAP – Zona ambiental de Restabelecimento Ecológico. ZAT – Zona ambiental de Transição; ZAU – Zona ambiental urbanizada e ZAE – Zona ambiental expansão.

As zonas ambientais são ferramentas de gestão e a regularização do uso e ocupação do solo, e que de maneira adequada podem ser implementada através do Plano Diretor de Águas Pluviais (ou como alguns denominam de Drenagem urbana) ou utilizadas na elaboração do Plano Diretor Urbano da cidade.

²⁶ O ZEE é previsto no inciso II do artigo 9º da Lei n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981, que estabelece a Política Nacional de Meio Ambiente. O Decreto N° 4.297, de 10 de julho de 2002 regulamenta o Art. 9º, inciso II, da Lei n° 6.938 estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil - ZEE. Segundo o Artigo 2º do referido decreto, o ZEE é definido como um "... instrumento de organização do território..." que "... estabelece medidas e padrões de proteção ambiental destinados a assegurar a qualidade ambiental, dos recursos hídricos e do solo e a conservação da biodiversidade, garantindo o desenvolvimento sustentável e a melhoria das condições de vida da população."

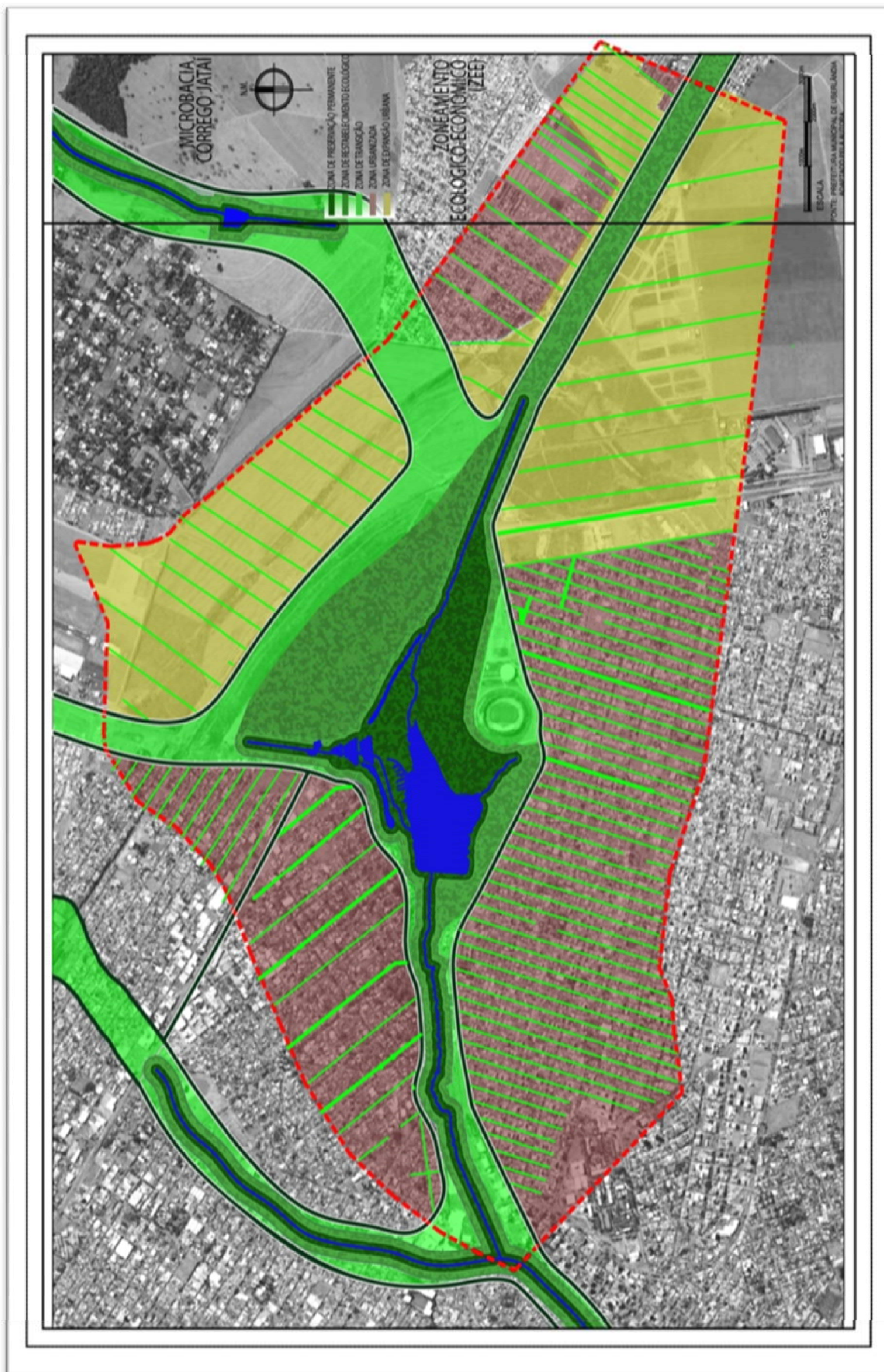


FIGURA 96 – Proposta de zoneamento ecológico- econômico.
 FONTE: Prefeitura Municipal de Uberlândia – Adaptado pela autora.

- **ZAPP- Zona ambiental de Preservação Permanente.**

O objetivo é a reinserção do curso da água, a recuperação das áreas de fundo de vale, o controle das erosões, a recuperação da mata ciliar através do plantio de espécies nativas, a biodiversidade, o fluxo gênico da fauna e flora e assegurar o bem-estar das populações humanas. São permitidas atividades submetidas ao uso controlado e limitado a preservação/conservação, pesquisa científica, ecoturismo, a implantação de parques lineares e a manutenção dos remanescentes florísticos.

Essa zona é composta por uma faixa marginal de 30 metros nas margens do córrego, ao redor dos reservatórios de água naturais ou artificiais e remanescentes de matas ciliares, capões e buritizais no Parque do Sabia e raio de 50 metros em torno das nascentes e afloramentos da água e demais áreas determinadas com excepcional beleza ou de valor científico ou histórico.

- **ZAP – Zona ambiental de Restabelecimento Ecológico.**

O objetivo desta zona ambiental é minimizar os efeitos de borda, mantendo as funções ambientais das áreas de preservação ambiental, como a manutenção do clima, controle de erosão e sedimentação de cursos da água e reservatórios, recarga dos lençóis freáticos, conservação a biodiversidade local, redução de riscos de incêndios e segurança de usuários.

Essa zona é composta de uma faixa de proteção de 50 metros, no entorno das ZAPP's, que funcionará como área verde de transição, sem construções ou equipamentos que prejudiquem as funções ecológicas das áreas de interesse ambiental.

- **ZAT – Zona ambiental de Transição.**

A zona ambiental de transição tem como objetivo a conexão de forma gradual entre o meio natural e o meio urbano, com a conservação e manutenção da paisagem e a incorporação de áreas urbanas consolidadas de modo controlado.

Essa zona é composta de uma faixa variável de 50 a 100 metros, dependendo da disponibilidade de áreas, no entorno das ZAPs e poderá ter vegetação ou não. No entanto deverá ser mantida a taxa de permeabilidade superior a 80%, podendo ser utilizada para

paisagismo e para abrigar atividades de lazer e recreação, além de vias para tráfego de veículo. Também é indicada a inserção de equipamentos urbanos coletivos consolidados ou novos que promovam crescimento cultural e ambiental por meio da integração e sociabilização da população, desde que suas construções sejam avaliadas como ambientalmente corretas.

- **ZAU – Zona ambiental urbanizada.**

O objetivo desta zona é promover a recuperação do meio ambiente existente e a requalificação das áreas urbanas consolidadas, por meio da adequação dos espaços com a revisão das normas específicas de uso e ocupação e principalmente com controle e fiscalização adequados das propriedades privadas e do poder público, além da implantação do sistema de infraestruturas verdes.

Nesta zona, deverá ser mantida a taxa de ocupação de 60%, a taxa de permeabilidade de 20%, dentro do lotes e o coeficiente de aproveitamento de 2,75, além disso, a implantação de um controle de poluentes, de tratamento de efluentes, o tratamento, disposição e reciclagem de resíduos, da redução do consumo de energia e água, do monitoramento da água pluvial, entre outros.

Em toda zona ambiental urbanizada deverá o sistema viário deverá ser reestruturado em ruas verdes, nas vias em sentido perpendicular ao fundo de vale (córrego Jataí). Nestas vias deverá ser obrigatória a permanência de uma faixa de afastamento frontal de 5,00 metros em todos os lotes, com livre acesso, sem fechamento frontal ou lateral nas divisas. Além disso, a execução em 3,00 metros dos “jardins de chuva”, em cotas mais baixas ao longo de vias para a infiltração e retenção das águas da chuva de superfícies impermeáveis adjacentes e a obrigatoriedade de utilização de pisos semipermeáveis no calçamento do passeio.

E a implantação da normatização no plantio da vegetação, com um plano de arborização urbana, com a determinação das espécies e porte, a cada 10m de testada/lote, monitorados por uma equipe técnica especializada da prefeitura municipal.

- **ZAE – Zona ambiental de expansão.**

A zona de expansão é composta por áreas passíveis de urbanização, sobretudo aquelas que apresentam vazios ou lacunas no tecido urbano e que devem ser ocupadas gradativamente no sentido dos vetores de crescimento e desenvolvimento da cidade.

Os objetivos são que essas áreas devem complementar parte do ambiente construído, estabelecendo critérios de mitigação dos impactos ambientais e a implantação de infraestrutura urbana e de equipamentos adequados.

Nesta zona, deverão ser utilizados como parâmetros urbanísticos uma taxa de ocupação de 40% e coeficiente de aproveitamento de 5, assim os lotes são indicados em dimensões maiores de 500 m² a 1000 m², no intuito de incentivar a verticalização e compactação das novas edificações, sendo indicado gabaritos de 10 a 15 pavimentos, e conseqüentemente com liberação de áreas para pavimentações permeáveis ou semipermeáveis, regulamentados em 40 % de taxa de permeabilidade por lote, além da taxa estipulada para controle e manutenção da microbacia nas estruturas urbanas.

No Código de Obras municipal deverá ser inseridas normas específicas que tornem obrigatória a inserção das infraestruturas verdes nas edificações, nos quais serão avaliadas por equipe técnica especializada, como sistemas de ventilação e iluminação naturais; a captação e utilização das águas pluviais (rede de captação nos prédios, ecocalhas, teto-verde); a separação e tratamento dos esgotos anterior ao lançamento no córrego; separação dos resíduos recicláveis e compostagem do resíduo orgânico; a utilização de energias renováveis (placa solar, fotovoltaica e energia eólica); a utilização do desenho universal, entre outros.

Nas estruturas urbanas, a obrigatoriedade de implantação do conceito de ruas verdes sendo que nesta área de expansão serão planejadas com 10 metros de faixa, sendo que 7 metros serão utilizados apenas para implantação de “jardins de chuva”.

5.2– PARÂMETROS HIDROLÓGICOS

5.2.1 - DADOS DO CÓRREGO

Os dados referentes às dimensões do córrego Jataí foram retirados dos modelos topográficos gerados no programa ArcGIS. O comprimento do talvegue foi calculado nos anos de 1962 e 2009, sendo respectivamente, 4,21 km e 3,97 km.

No ano de 1962, a altitude máxima encontrada é de 940 m e a mínima de 832 m e no ano de 2009, a máxima de 949 m e a mínima de 819 m. A diferença de dimensões nos períodos estudados, deve-se à movimentação do terreno, com cortes e aterros em consequência a canalização e retilinização do curso do córrego, além da ocupação por meio dos loteamentos no entorno da área.

5.2.2 – CN (NÚMERO DE CURVA)

O algoritmo do “S.C.S.”, para o cálculo de chuva excedente, utiliza o conceito do “número de deflúvio” – CN, que procura definir, através de um único valor numérico, a influência do terreno no comportamento do escoamento superficial. Os valores de CN dependem de três fatores: umidade antecedente do solo, o tipo do solo e o tipo de ocupação.

Para a umidade do solo existem as condições:

Condição I – Solos Secos: As chuvas nos últimos dias não ultrapassam 1 mm;.

Condição II – Situação muito freqüente em épocas chuvosas. As chuvas nos últimos cinco dias não ultrapassam valores entre 1 e 40 mm;

Condição III – Solo Úmido (próximo da saturação) – as chuvas nos últimos dias foram superiores a 40 mm e as condições meteorológicas foram desfavoráveis a altas taxas de evaporação.

O SCS distingue em seu método quatro grupos hidrológicos de solos, conforme apresentado por Tucci, (2000), Usbr (1997) e Mccuen (1982). A adaptação do trabalho daquela entidade para o Estado de São Paulo classificou tipos de solos como se segue. Embora adaptada para as condições do Estado de São Paulo, a classificação que se segue é bastante geral e pode ser aplicada a outras regiões do Brasil.

Grupo A - Solos arenosos com baixo teor de argila total inferior a 8%. Não há rocha nem camadas argilosas e nem mesmo densificadas até a profundidade de 1 m. O teor de húmus é muito baixo, não atingindo 1%;

Grupo B - Solos arenosos menos profundos que os do grupo A e com maior teor de argila total, porém ainda inferior a 15%. No caso de terras roxas, este limite pode subir a 20%, graças a maior porosidade. Os dois teores de húmus podem subir respectivamente a 1.2 e 1.5%. Não pode haver pedras e nem camadas argilosas até 1m, mas é quase sempre presente camada mais densificada do que a camada superficial;

Grupo C - Solos barrentos com teor total de argila de 20 a 30%, mas sem camadas argilosas impermeáveis ou contendo pedras até a profundidade de 1.2m. No caso de terras roxas estes dois limites máximos podem ser 40% e 1m. Nota-se, a cerca de 60 cm de profundidade, camada mais densificada que no grupo B, mas ainda longe das condições de impermeabilidade;

Grupo D - Solos argilosos (30-40% de argila total) e ainda com camada densificada a uns 50 cm de profundidade ou solos arenosos como B, mas com camada argilosa quase impermeável ou horizonte de seixos rolados;

A determinação do grupo hidrológico e as características do solo na área de estudo foram determinadas por meio da análise dos estudos de Nishiyama (1998) e de Andrade (2005), que elaboraram um mapeamento geotécnico do município de Uberlândia-MG.

Devido à diversidade dos grupos hidrológicos e da cobertura vegetal encontrados na área de estudo, foi utilizado o cálculo do CN ponderado para cada cenário estudado, conforme Equação 01.

$$CN = \frac{(a1 * cn1) + (a2 * cn2) + (a3 * cn3) + (a4 * cn4) + \dots}{A} \quad (01)$$

Onde:

CN = CN Ponderado;

A = Área total da micro-bacia;

(a1,a2,a3,a4.....) = áreas específicas;

(cn1,cn2,cn3,cn4.....) = cn específicos.

Foram identificadas, na bacia do córrego Jataí, três unidades geotécnicas de materiais inconsolidados: Hidromórfico (H), Residuais da Formação Marília - arenoso I (RMA - Ar I) Retrabalhado argiloso II - Cobertura de chapadas (Arg II), conforme apresentado na Figura 111 para o cenário A, em condição natural e a Figura 112, para os cenários B e C e Figura 113 para o cenário D, em condições de urbanização ideal.

Os solos hidromórficos são predominantes das contribuições dos arenitos da formação Marília que sofreram erosão e transporte, assim ocupando as áreas de fundo de vale dos córregos que deságuam no rio Uberabinha (Andrade, 2005). Na área de estudo foram encontrados índices de argila em torno de 15 a 41% e de areia entre 45 a 75%, sendo assim, apesar de ser encontrado um teor de argila superior a 15%, a maioria dos pontos estudados nesta região possuem uma alta taxa de areia, e portando sendo considerado como solo arenoso e como grupo hidrológico do solo “B”.

Os solos residuais da Formação Marília- arenoso I são geneticamente relacionado aos arenitos da formação Marília, sendo distribuídos em sua maior parte na vertente direita do Rio Uberabinha. O índice de argila encontrado nessas áreas foi de 14 a 65% e areia 17 a 77%, considerado como grupo hidrológico do solo “C”.

E os solos de material retrabalhado argiloso II – Cobertura de chapadas são contribuições dos arenitos da formação Marília e, principalmente da Formação Serra Geral e são considerados relevos com baixa declividade. O índice de argila encontrado ficou entre 55 a 72% e areia em torno de 13 a 33%, e assim caracterizado como grupo hidrológico do solo “D”, por apresentar um elevado índice de argila.

Além disso, a ocupação do solo é caracterizada pela sua cobertura vegetal e pelo tipo de defesa contra erosão eventualmente adotada. Os valores de CN foram obtidos através das curvas de escoamento superficial de chuvas intensas, conforme o tipo hidrológico do solo e sua cobertura vegetal, conforme apresentado nas Tabelas 04 e 05, respectivamente para bacias rurais (também utilizados para condições naturais) e bacias urbanas (também utilizado para as condições de urbanização), considerando a condição de umidade antecedente II (média).

Tabela 04 – Valores do parâmetro CN para bacias rurais

Uso do solo	Superfície	Tipo de Solo			
		A	B	C	D
Solo lavrado	Com sulcos retilíneos	77	86	91	94
	Em fileiras retas	70	80	87	90
Plantações regulares	Em curvas de nível	67	77	83	87
	Terraceado em nível	64	76	84	88
	Em fileiras retas	64	76	84	88
Plantações de cereais	Em curvas de nível	62	74	82	85
	Terraceado em nível	60	71	79	82
	Em fileiras retas	62	75	83	87
Plantações de legumes Ou cultivados	Em curvas de nível	60	72	81	84
	Terraceado em nível	57	70	78	89
	Pobres	68	79	86	89
	Normais	49	69	79	94
	Boas	39	61	74	80
Pastagens	Pobres, em curvas de nível	47	67	81	88
	Normais, em curvas de nível	25	59	75	83
	Boas , em curvas de nível	6	35	70	79
Campos permanentes	Normais	30	58	71	78
	Esparsas, de baixa transpiração	45	66	77	83
	Normais	36	60	73	79
	Densas, de alta transpiração	25	55	70	77
Chácaras, estradas de Terra	Normais	56	75	86	91
	Más	72	82	87	89
	De superfície dura	74	84	90	92
Florestas	Muito esparsas, baixa transpiração	56	75	86	91
	Esparsas	46	68	78	84
	Densas, alta transpiração	26	52	62	69
	Normais	36	60	70	76

FONTE: TUCCI, (2000).

Tabela 05 – Valores de CN para bacias urbanas e suburbanas.

Utilização ou cobertura do solo	Tipo de Solo			
	A	B	C	D
Zonas cultivadas: sem conservação de solo	72	81	88	91
Com conservação de solo	62	71	78	81
Pastagens ou terrenos em más condições	68	79	86	89
Baldios em boas condições	39	61	74	80
Prado em boas condições	30	58	71	78
Bosques ou zonas com cobertura ruim	45	66	77	83
Florestais: cobertura boas	25	55	70	77
Espaços abertos, relvados parques, campos de golfe, cemitérios, boas condições				
Com relva em mais de 75% da área	39	61	74	80
Com relva de 50 a 75% da área	49	69	79	84
Zonas comerciais e de escritórios	89	92	94	95
Zonas industriais	81	88	91	93
Zonas residenciais				
Lotes de (m ²)	% média impermeável			
≤ 500	65	77	85	90
1000	38	61	75	83
1300	30	57	72	81
2000	25	54	70	80
4000	20	51	68	79
Parques de estacionamento, telhados, viadutos, etc.	98	98	98	98
Arruamentos e estradas				
Asfaltadas e com drenagem de águas pluviais	98	98	98	98
Paralelepípedos	76	85	89	91
Terra	72	82	87	89

FONTE: TUCCI, (2000).

Na área de estudo, para a condição natural e, portanto no Cenário A, foram identificados na Tabela 04, como uso do solo, os campos permanentes para as áreas de campo limpo e florestas para as áreas de veredas, conforme delimitado na Figura 97 e, como superfícies, os campos permanentes, esparsas e de baixa transpiração e as florestas esparsas.

Foram encontradas 15,93 km² de campo limpo, em torno de 93 % da microbacia, sendo que 13,60 km² encontram-se em solos de material retrabalhado argiloso II, resultando no CN ponderado em 81,4, cujos resultados são apresentados na Tabela 06.

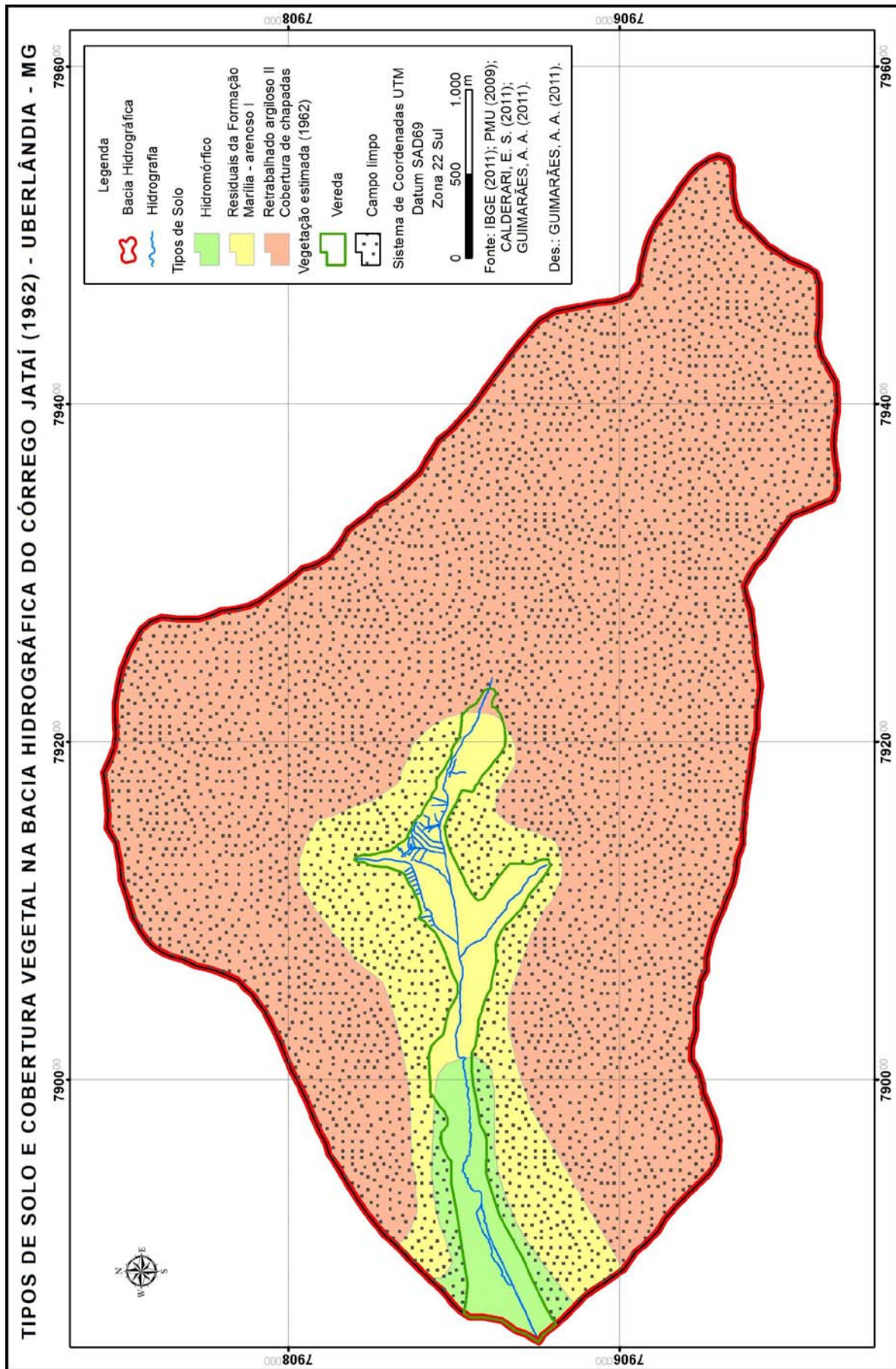


FIGURA 97 – Tipos de solos por cobertura vegetal original no ano de 1962 – Cenário A.

FONTE: Prefeitura Municipal de Uberlândia – Adaptado pela autora.

TABELA 06 – Cálculo CN Ponderado – Cenário A.

ÁREA DOS TIPOS DE SOLOS POR VEGETAÇÃO ORIGINAL (km²)				
	Hidromórfico (H)	Residuais da Formação Marília - arenoso I (RMA - Ar I)	Retrabalhado argiloso II - Cobertura de chapadas (Arg II)	TOTAL
Campo limpo	0,27	2,06	13,60	15,93
Vereda	0,46	0,64	0,01	1,12
TOTAL	0,74	2,70	13,61	17,05
CÁLCULO DO CN PONDERADO				
GRUPO DO SOLO	B	C	D	CN PONDERADO
CAMPO LIMPO				
Campos permanentes	66	77	83	81,4
Esparsas, de baixa transpiração				
VEREDAS				
Florestas	68	78	84	
Esparsas				

Já na condição de urbanização, ou seja, nos cenários B e C, foram identificadas como utilização ou cobertura do solo na Tabela 05, as florestas com boa cobertura na zona de preservação total (ZPT); os bosques nas zonas de preservação permanente (ZPP) e proteção do aeroporto (ZPA); as zonas residenciais <500 m² nas zonas de ocupação residencial 2 (ZR2) e transição (ZT); as zonas comerciais nas zonas de ocupação estruturais (ZE) e central 2 (ZC2) e as zonas industriais na zona de serviços (ZS), conforme delimitados na Figura 98.

Assim, foram encontrados significadamente 11,23 km² de zonas residenciais tipo 2, no qual representa 65 % da microbacia, e concomitantemente, as zonas de serviços com 2,19 km², as zonas de preservação permanente com 1,65 km² devido em grande parte pela presença do Parque do Sabiá, e a zona de proteção do aeroporto com 1,20 km², resultando em um CN Ponderado em 89,2, conforme apresentado na Tabela 07.

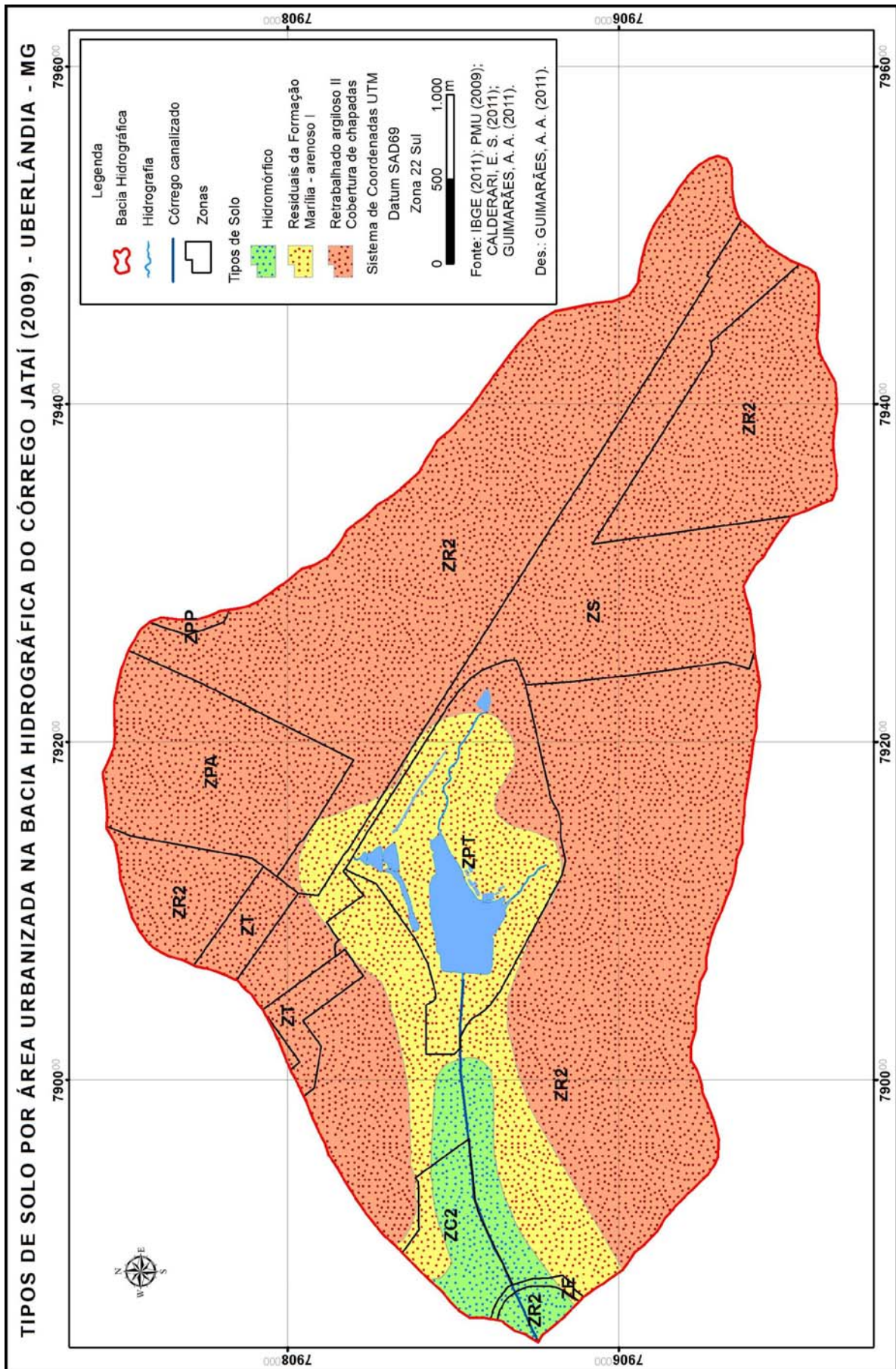


FIGURA 98 – Tipos de solos por cobertura vegetal no ano de 2009 – Cenário B e C.
 FONTE: Prefeitura Municipal de Uberlândia – Adaptado pela autora.

Tabela 07 – Cálculo CN Ponderado – Cenário B e C.

ÁREA DOS TIPOS DE SOLOS NAS ZONAS URBANAS (km²)				
	Hidromórfico (H)	Residuais da Formação Marília - arenoso I (RMA - Ar I)	Retrabalhado argiloso II - Cobertura de chapadas (Arg II)	TOTAL
ZC2	0,28	0,09	0,00	0,37
ZE	0,02	0,01	0,00	0,03
ZPA	0,00	0,00	1,20	1,20
ZPP	0,00	0,00	0,03	0,03
ZPT	0,00	1,35	0,29	1,65
ZR2	0,44	1,14	9,65	11,23
ZS	0,00	0,10	2,09	2,19
ZT	0,00	0,00	0,35	0,35
TOTAL	0,74	2,70	13,61	17,05
CÁLCULO DO CN PONDERADO				
GRUPO DO SOLO	B	C	D	CN PONDERADO
ZPT - FLORESTAS BOA COBERTURA	55	70	77	89,2
ZPP E ZPA - BOSQUES	66	77	83	
ZR2 E ZT - RESIDENCIAS < 500 m²	85	90	92	
ZE E ZC2 - COMERCIAIS	92	94	95	
ZS - INDUSTRIAIS	88	91	93	

Na condição ideal, no cenário D, foram identificadas como utilização ou cobertura do solo na Tabela 05, as florestas com boa cobertura nas zonas ambientais de preservação permanente (ZAPP) e de restabelecimento ambiental ecológico (ZARE); os espaços abertos (parques) com relva de 50% a 75% nas zonas de transição (ZPT); as zonas residenciais <500 m² na zona ambiental urbanizada (ZAU) e as zonas residenciais de lotes de 1000 m² na zona ambiental de expansão (ZAE), conforme delimitados na Figura 99.

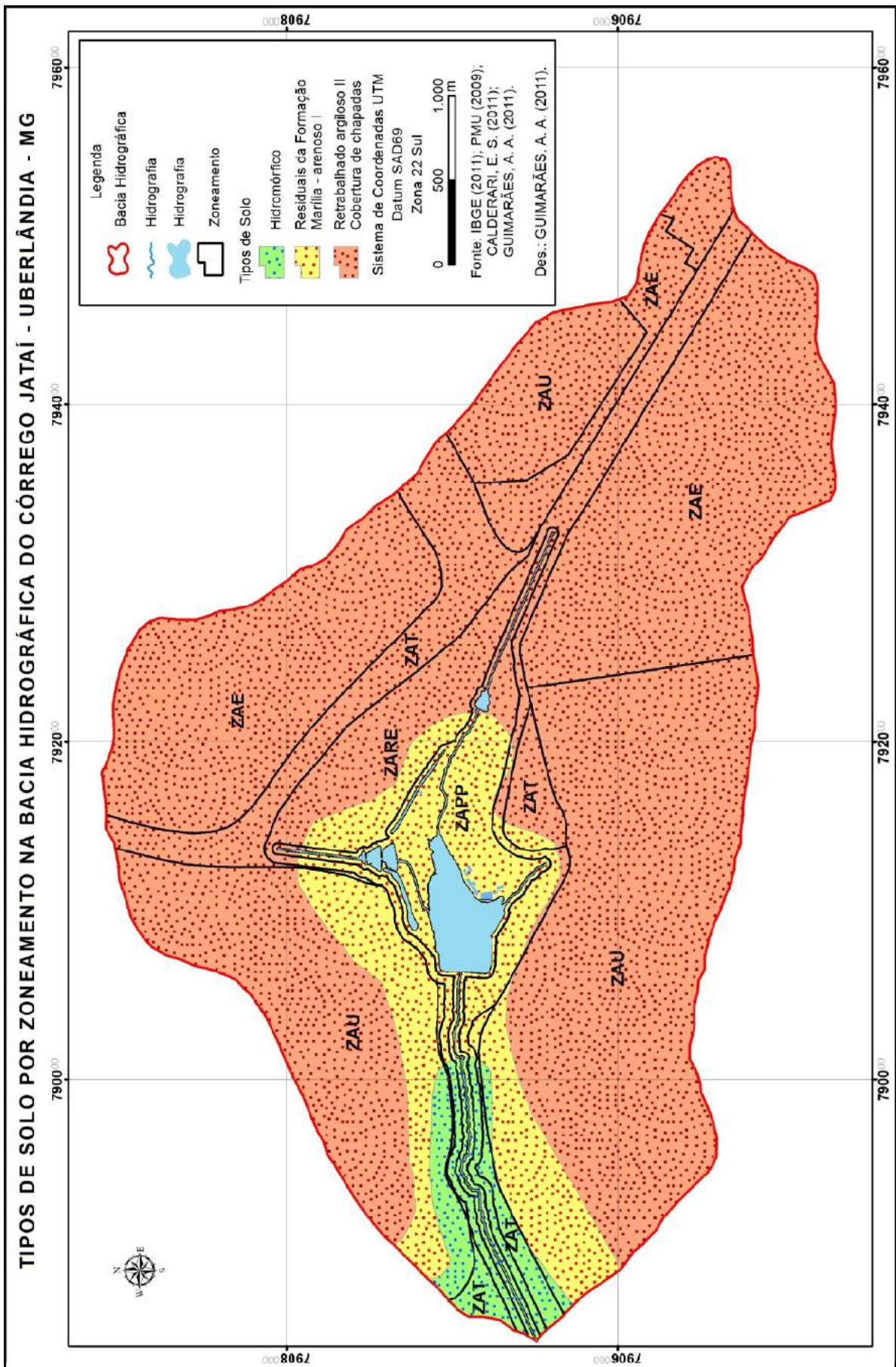


FIGURA 99 – Tipos de solos por cobertura vegetal cenário ideal – Cenário D.
 FONTE: Prefeitura Municipal de Uberlândia – Adaptado pela autora.

Neste cenário foram determinados 7.48 Km² de zonas urbanizadas e 5,18 km² de zonas de expansão, totalizando na ocupação de 74% da área da microbracia e 4,39 foram determinados exclusivamente para áreas ambientais, resultando em CN Ponderado de 89,83, conforme apresentado na Tabela 08.

Tabela 08 – Cálculo CN Ponderado – Cenário D.

ÁREA DOS TIPOS DE SOLOS NAS ZONAS URBANAS (km²)				
	Hidromórfico (H)	Residuais da Formação Marília - arenoso I (RMA - Ar I)	Retrabalhado argiloso II - Cobertura de chapadas (Arg II)	TOTAL
ZAPP	0,11	0,98	0,14	1,23
ZARE	0,18	0,51	1,12	1,81
ZAT	0,21	0,07	1,07	1,35
ZAU	0,23	1,16	6,09	7,48
ZAE	0	0	5,18	5,18
TOTAL	0,73	2,72	13,6	17,05
CÁLCULO DO CN PONDERADO				
GRUPO DO SOLO	B	C	D	CN PONDERADO
ZAPP E ZARE - FLORESTAS BOA COBERTURA	55	70	77	
ZAT - ESPAÇOS ABERTOS (PARQUES) - RELVA 50 A 75%	69	79	87	89,83
ZAU < 500 m²	85	90	92	
ZAE- 1000 m²	75	83	87	

5.2.3 - ÁREA IMPERMEABILIZADA

A impermeabilização do solo é um importante parâmetro urbanístico que reflete o impacto da urbanização sobre o sistema de drenagem de águas pluviais. Os valores das áreas impermeabilizadas são resultantes do somatório das áreas ocupadas por edifícios, vias, passeios, estacionamentos, lagos e demais obras que impeçam a absorção de água pelo solo.

A área impermeabilizada foi calculada com o auxílio do programa ArcGIS, com a identificação das áreas impermeabilizadas por meio da sobreposição da foto aérea com o mapa georreferenciado da área em estudo.

No cenário A, em sua condição natural, a microbacia do córrego Jataí foi representada com taxa de impermeabilização de 0%, assim, se pretende representar o mais próximo de um estado natural, sem intervenção humana.

No cenário B, foi realizado o levantamento das áreas ocupadas (permeáveis e impermeáveis), áreas asfaltadas e a área da represa do Parque do Sabiá, conforme apresentado na Figura 100. Para o levantamento, os lotes vagos e áreas não urbanizadas foram considerados como 100% permeável, e as áreas asfaltadas e os lotes ocupados foram considerados 100% impermeabilizadas.

A taxa de impermeabilização encontrada foi de 42,72%, de acordo com os valores apresentados na Tabela 09.

Tabela 09 – Cálculo da taxa de impermeabilização – Cenário B.

ÁREAS IMPERMEABILIZADAS NO ANO 2009 (km²)					
Zonas de ocupação	Área Total	Áreas impermeáveis	Sistema viário	Total de áreas impermeáveis	% Impermeabilizada
ZC2	0,374	0,185	0,086	0,272	1,594
ZR2	11,229	3,623	2,032	5,655	33,173
ZE	0,032	0,003	0,022	0,025	0,148
ZT	0,352	0,196	0,089	0,285	1,669
ZS	2,186	0,163	0,367	0,530	3,106
ZPT	1,646	0,085	0,091	0,439	0,000
ZPA	1,197	0,049	0,019	0,069	0,403
ZPP	0,031	0,001	0,008	0,009	0,052
TOTAL	17,05	4,305	2,714	7,28	42,72

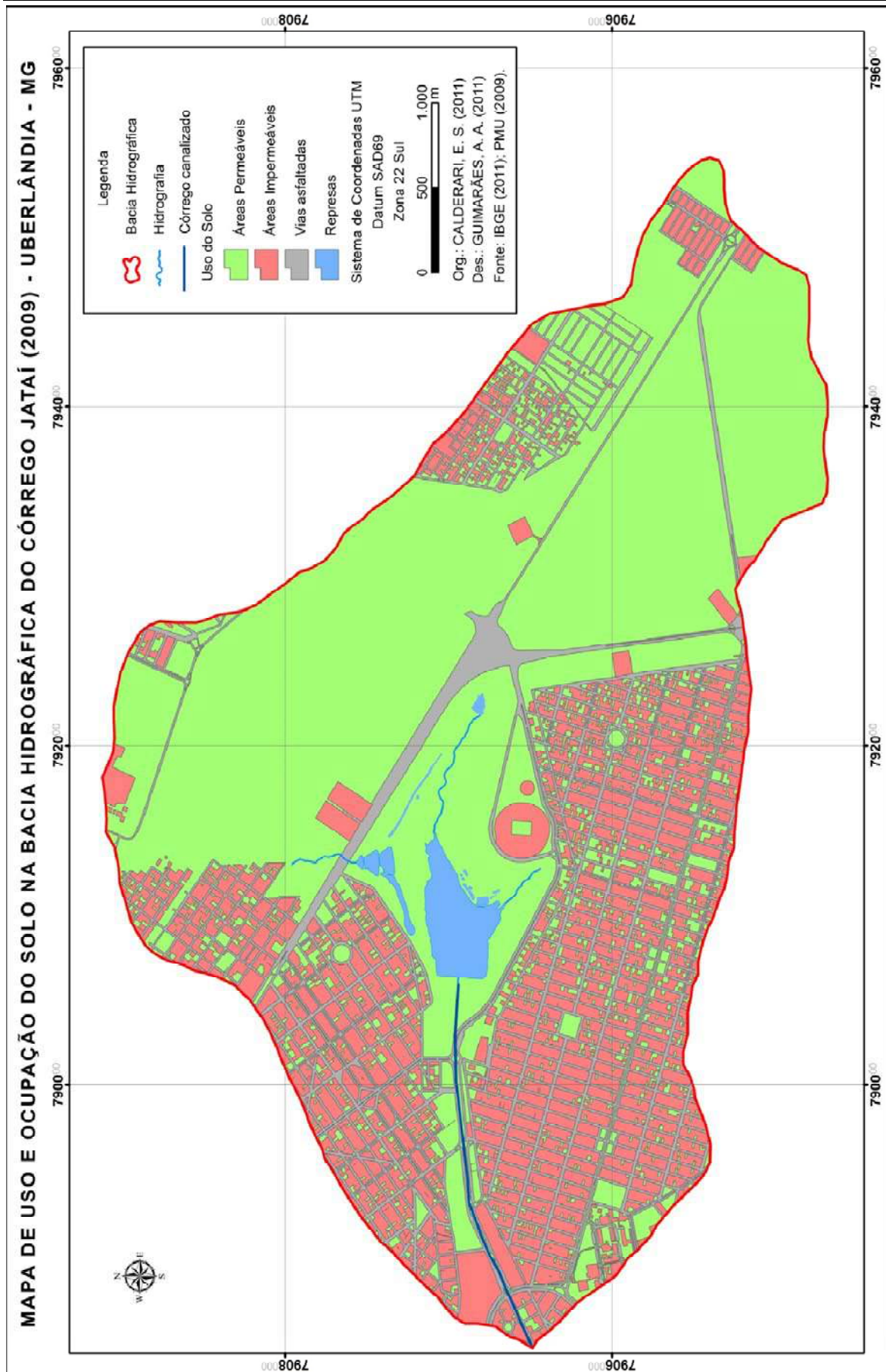


FIGURA 100 – Levantamento das áreas permeáveis e impermeáveis no ano 2009 – Cenário B.
FONTE: Prefeitura Municipal de Uberlândia – Adaptado pela autora.

No cenário C, para determinação da taxa de impermeabilização foram consideradas a ocupação de 100% dos lotes vagos das áreas urbanizadas encontradas no Cenário B, com exceção das praças existentes e do Parque do Sabiá, que não foram modificados.

Nas áreas não urbanizadas, foram criados novos loteamentos hipotéticos, de acordo com artigo 13 da Lei Complementar Nº 245 de novembro de 2000, onde os loteamentos propostos tiveram que destinar ao município áreas mínimas, calculadas sobre a área total loteável, que foram as seguintes:

- i. 20 % para o sistema viário;
- ii. 10 % para área de uso institucional;
- iii. 7 % para área de recreação pública.

Foram levantadas as áreas não urbanizadas no cenário B, e estipuladas às áreas mínimas destinadas ao sistema viário, institucional e de recreação pública, chegando-se à área loteável, ou seja, possível de ocupação, conforme apresentado Tabela 10.

Tabela 10 – Cálculo da área loteável nas áreas não urbanizadas – Cenário B.

Zonas de ocupação	Área não urbanizada (km ²)	ÁREAS MÍNIMAS ESPECÍFICAS (km ²)				Área loteável (Km ²)
		Sistema viário 20%	Institucional 10%	Recreação pública 7%	Total	
ZS	1,513	0,302598	0,151299	0,1059093	0,559806	0,953
ZR2	3,685	0,737069142	0,368534571	0,2579742	1,363578	2,322
ZPA	0,699	0,139825	0,0699125	0,04893875	0,258676	0,440
ZPP	0,002	0,000464576	0,000232288	0,0001626	0,000859	0,001
TOTAL	5,900				2,18292	3,717

Na área loteável, foram estipuladas 100% de ocupação com áreas impermeáveis, conforme Figura 101, já que a proposta é simular uma situação crítica para área e, sabendo-se que já existem muitas situações em que a ocupação existente já ultrapassou os limites propostos pelas legislações vigentes, devido às normas antigas e à fiscalização deficitária, além de ser uma prática comum de vários moradores em todo o município.

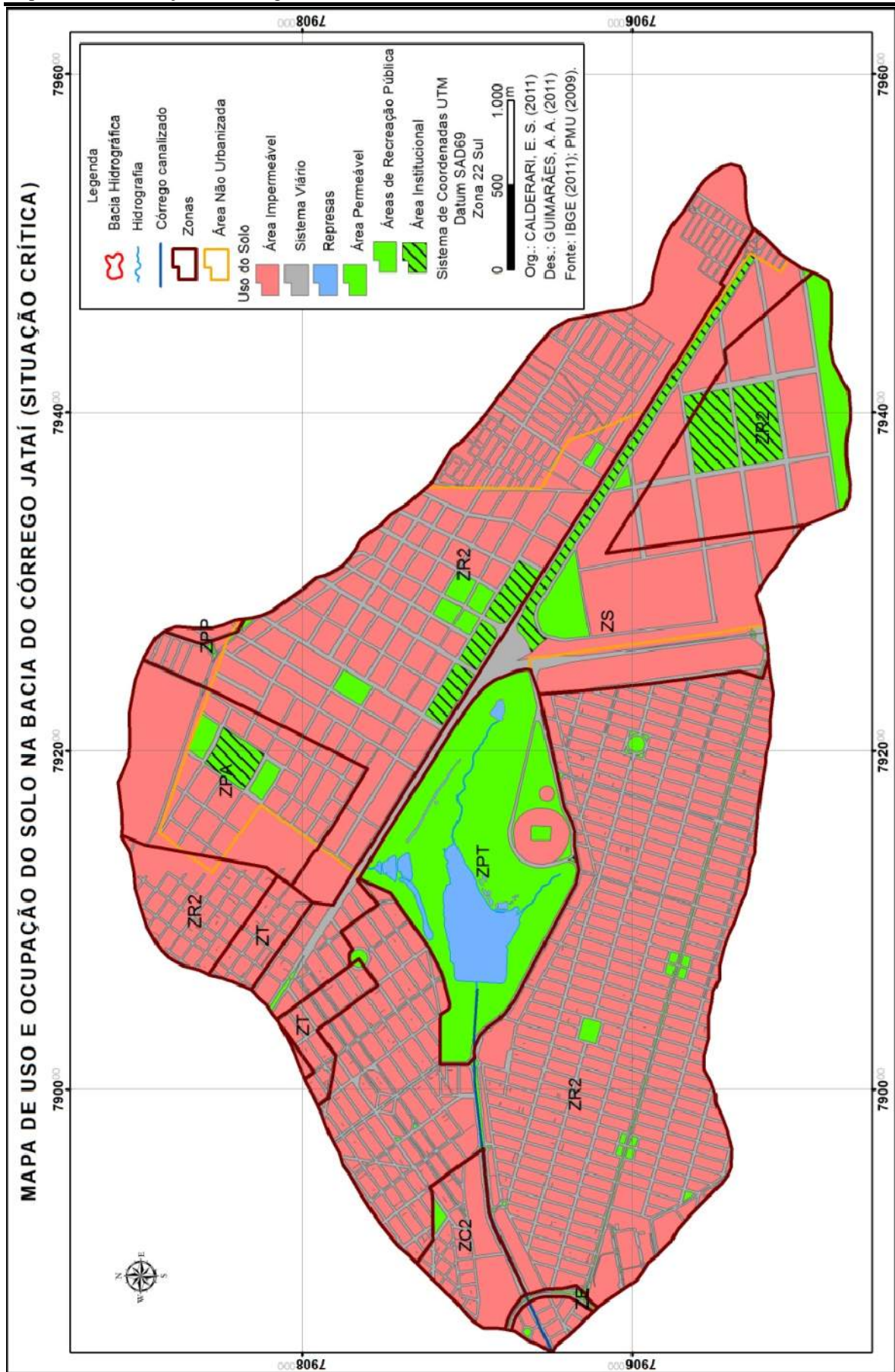


FIGURA 101 – Simulação das áreas permeáveis e impermeáveis na situação crítica – Cenário C.
 FONTE: Prefeitura Municipal de Uberlândia – Adaptado pela autora.

Com a somatória da área impermeabilizada existente no cenário B e a simulação de ocupação completa da microbacia, com a determinação das áreas impermeáveis no Cenário C, a taxa de impermeabilização encontrada foi de 74,91%, de acordo com os valores apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 – Cálculo da taxa de impermeabilização – Cenário C.

ÁREAS IMPERMEABILIZADAS (km²)		
Descrição	Áreas Impermeáveis	% Impermeabilizada
EXISTENTE (Cenário B)	7,28	42,72
SIMULADA	5,49	32,19
TOTAL	12,33	74,91

No cenário D foram simulados a inserção das áreas permeáveis propostas no zoneamento ambiental, conforme Figura 102. Assim, nas áreas urbanizadas foram simuladas as ocupações com taxa de 60% no lotes existentes, inclusive nos lotes vagos e, nas áreas não urbanizadas, com ocupação de 40%, simulados hipoteticamente em lotes maiores, em torno de 500 a 1000 m² com uma taxa de ocupação de 40%, conforme Tabela 12.

Nas áreas de preservação permanente, de restabelecimento ecológico foram considerados 100 % de áreas permeáveis. Na zona de transição foram previstos as ocupações sobre as taxas e estimado 20% de ocupação dos equipamentos consolidados.

As áreas permeáveis também foram consideradas em todos os espaços verdes simulados por todo o tecido urbano existente e o de expansão, respeitando a área de influência com raio de 300 metros de abrangência, totalizando em 0,65 km². Além disso, foram inseridas as ruas verdes, em todas as vias perpendiculares ao fundo de vale, com faixas permeáveis de 5 metros na zona ambiental urbanizada e de 10 metros na zona ambiental de expansão, totalizando em uma área de, 0,74 km².

Tabela 12 – Cálculo da área loteável nas áreas simuladas – Cenário D.

Zonas de ocupação	Área (km ²)	ÁREAS MINIMAS ESPECÍFICAS (km ²)				Área loteável (Km ²)
		Sistema viário 20%	Institucional 10%	Recreação pública 7%	Taxa de Ocupação (Ver texto) %	
ZAPP	1,23	0	0	0	0	0
ZARE	1,8	0	0	0		0
ZAT	1,35	0	0,135	0,095	0,224	1,12
ZAU	7,48	1,496	0,748	0,524	2,827	4,712
ZAE	5,19	1,038	0,519	0,363	1,308	3,270
TOTAL	17,05					9,102

A taxa de impermeabilização encontrada foi de 48,65%, de acordo com os valores apresentados na Tabela 13.

Tabela 13 – Cálculo da taxa de impermeabilização – Cenário D.

ÁREAS IMPERMEABILIZADAS (km ²)		
Descrição	Áreas Impermeáveis	% Impermeabilizada
ZAT	0,359	
ZAU	5,071	
ZAE	2,865	
TOTAL	8,295	48,65

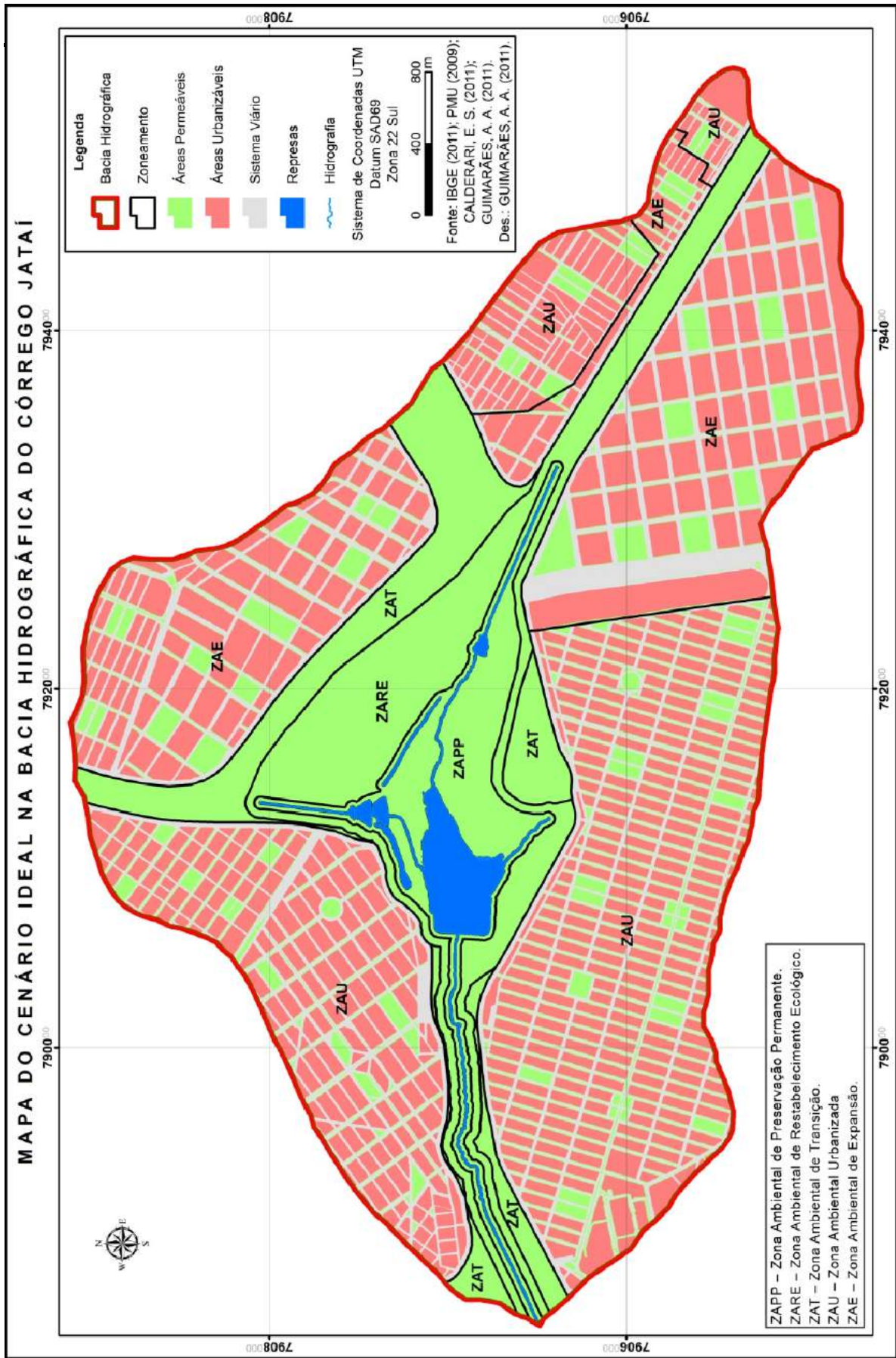


FIGURA 102 – Simulação das áreas permeáveis e impermeáveis na situação ideal – Cenário D.
FONTE: Prefeitura Municipal de Uberlândia – Adaptado pela autora.

5.2.4 - ÁREA DIRETAMENTE CONECTADA

Entende-se como a fração da área da bacia onde as águas pluviais são diretamente lançadas na rede de drenagem, sem que existam perdas adicionais por infiltração entre o ponto que a precipitação atinge o solo e a entrada na rede de drenagem.

De acordo com Boyd, Bufill e Knee (1993; 1994) *apud* Tucci (2000), o cálculo é realizado por meio dos cruzamentos dos dados de chuva e escoamento superficial, sendo assim, possível identificar a área impermeabilizada diretamente conectada (AIDC) utilizando em seqüência as equações empíricas 02 e 03, com o auxílio do programa AutoCAD para o cálculo das áreas indicadas.

$$Fi = \frac{0,75 * Ai}{A} \quad (02)$$

$$Fi = \frac{0,87 * Aic}{A} \quad (03)$$

Onde:

Fi : fração impermeabilizada efetiva;

Ai : área impermeabilizada total;

A : área total;

Aic : área impermeabilizada diretamente conectada (AIDC).

Os índices para efeito de cálculo das áreas diretamente conectadas encontradas em cada cenário são apresentados na Tabela 14.

Tabela 14 – Cálculo da área diretamente conectada.

Cenários	Área total (Km ²)	Área impermeabilizada total (Km ²)	Fração impermeabilizada efetiva (%)	AIDC
A		0	0	0
B		6,83	0,31	6,05
C	17,05	12,33	0,54	10,58
D		8,29	0,36	7,05

5.2.5 - DECLIVIDADE MÉDIA

O relevo de uma bacia hidrográfica tem grande influência sobre os fatores hidrológicos, pois a velocidade do escoamento superficial é determinada pela declividade. Assim, para o cálculo da declividade média, foi utilizado o método de Horton, apresentado por Wilken (1978) na equação empírica 04.

$$I = \frac{D}{A} (c_1 + c_2 + c_3 + \dots + cn) = \frac{DL}{A} \quad (04)$$

Onde:

D = equidistância entre as curvas de nível (10 metros);

A = área da micro-bacia contribuinte;

(c_1, c_2, cn) = comprimento das curvas de nível incluídas dentro da micro-bacia;

L = comprimento total das curvas de nível.

A declividade média foi calculada com o auxílio do programa ArcGIS, com a identificação das curvas de níveis no ano de 1962, portanto em condição natural (Cenário A), cujo mapa encontrado no arquivo municipal foi escaneado no formato.TIFF e georreferenciado para o mapeamento digital, conforme apresentado na Figura 103. Já para condição de urbanização (Cenários B, C e D), foi utilizado o mapa base com levantamento planialtimétrico em AutoCAD, do ano de 2009, cedido pela Prefeitura Municipal (ver Figura 104).

Para o ano de 1962, foram encontrados 0,039 m/m e para o ano de 2009, o índice de 0,041 m/m, conforme apresentado na Tabela 15. Nas Figuras 117 e 118, são apresentados os índices de declividade da microbacia do córrego Jataí nos dois períodos e por meio da comparação das declividades é possível identificar modificações acentuadas, principalmente próximas ao córrego Jataí (em tons de vermelho escuro), devido a movimentação de terras para a implantação dos loteamentos (quadras e sistema viário) e a execução da canalização do córrego, modificando completamente a configuração da forma do fundo de vale.

Tabela 15 – Cálculo da declividade média nos anos 1962 e 2009.

DECLIVIDADE MÉDIA -1962		DECLIVIDADE MÉDIA -2009	
COTAS (m)	Comp. (m)	COTAS (m)	Comp. (m)
840	2398	840	967
850	3621	850	2932
860	5994	860	4157
870	6930	870	6619
880	7692	880	8401
890	7793	890	8432
900	7248	900	7161
910	7252	910	7277
920	6172	920	6051
930	5978	930	6117
940	6908	940	11994
Equidistância entre as curvas de nível	10	Equidistância entre as curvas de nível	10
Área da bacia(m²)	17044260	Área da bacia(m²)	17044260
Declividade média (m/m)	0,039887915	Declividade média (m/m)	0,041132909

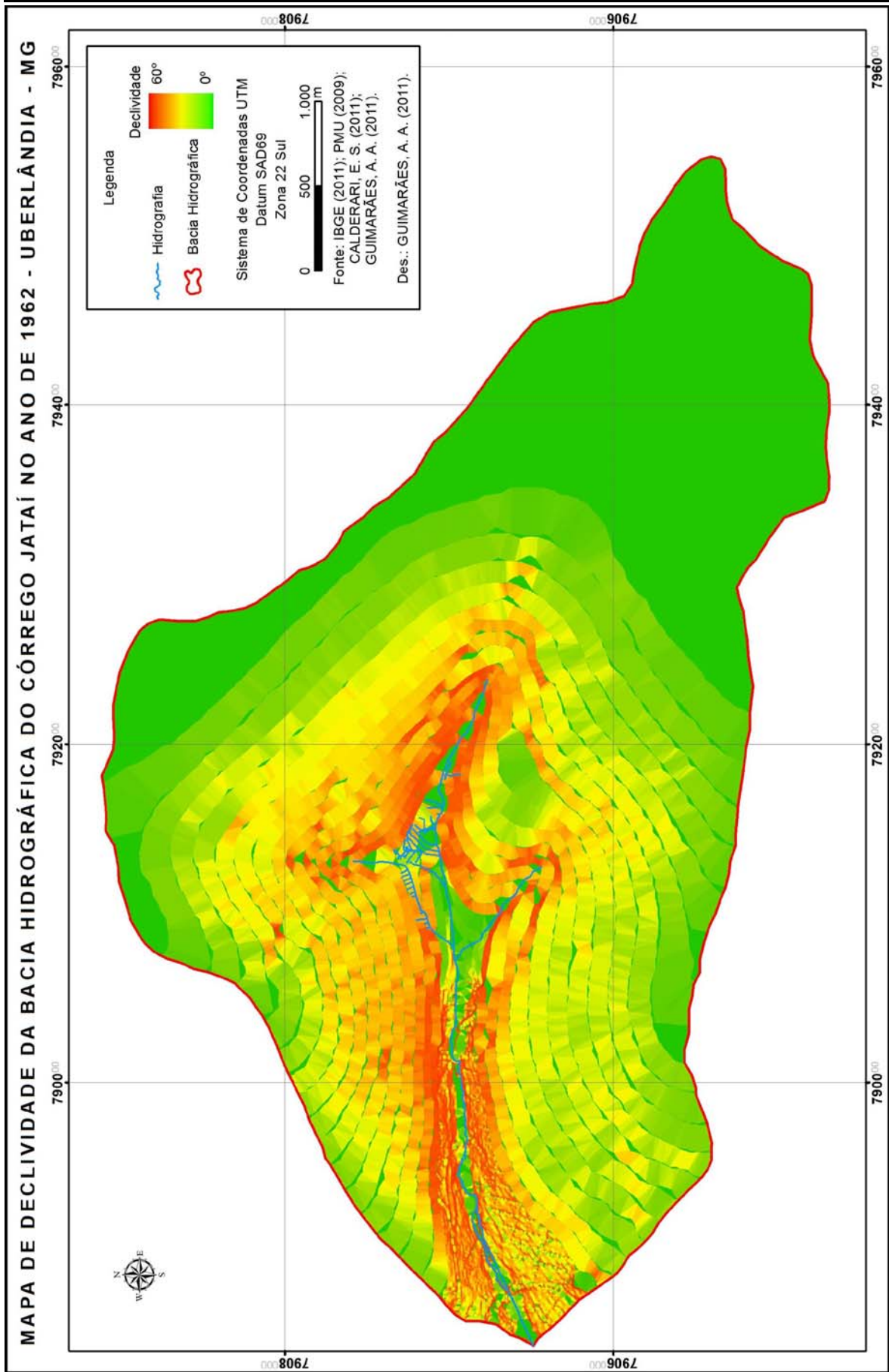


FIGURA 103 – Declividade no ano 1962 – Córrego natural.
FONTE: Prefeitura Municipal de Uberlândia – Adaptado pela autora.

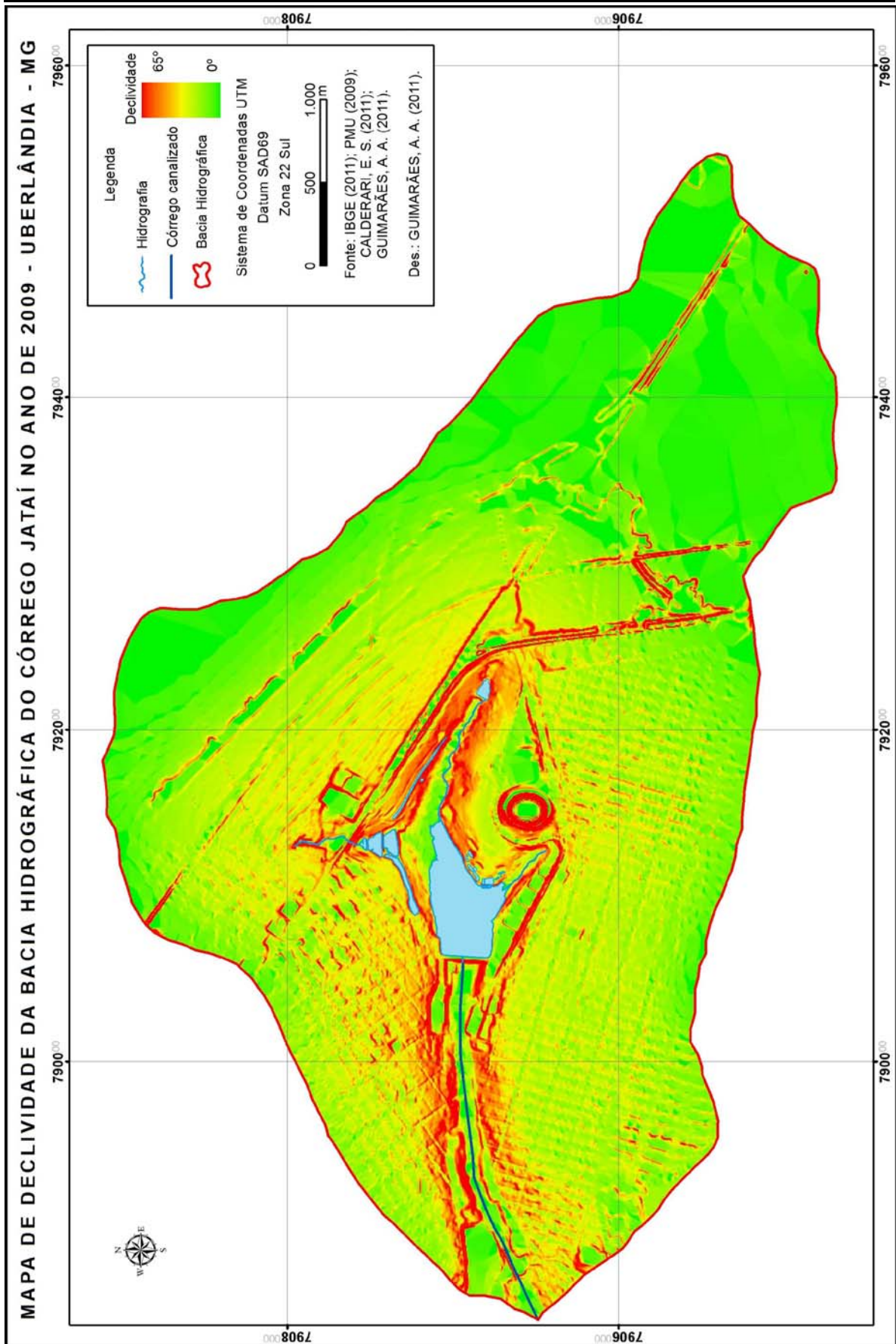


FIGURA 104– Declividade no ano 2009 – Córrego canalizado.
FONTE: Prefeitura Municipal de Uberlândia – Adaptado pela autora.

5.2.6 TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

O tempo de concentração é um dos parâmetros que estão diretamente relacionados com o escoamento superficial direto. No método racional, considera-se que a maior vazão ocorre quando toda a bacia está contribuindo na seção estudada, isto é, quando a duração da chuva é igual ou maior que t_c .

Este tempo pode ser estimado por fórmulas empíricas. Para o cálculo em condições naturais (no cenário anterior ao processo de urbanização – Cenário A e D), foi utilizada a fórmula de Kirpich (Equação 05).

$$t_c = 3,989 \cdot L^{0,77} S^{-0,385} \quad (05)$$

Onde:

L = comprimento do talvegue em km;

S = declividade do talvegue em m/km;

t_c é dado em minutos.

Assim, o tempo de concentração encontrado no cenário A considerando os dados dos afloramentos existentes para determinação do comprimento e da declividade do talvegue, é de 1,15 horas e para o cenário D considerando os dados das posições estimadas das nascentes originais²⁷ é de 2,06 horas, devido ao aumento significativo no comprimento e de declividade do talvegue, conforme apresentado na Figura 105.

²⁷ De acordo com um estudo realizado pela equipe da Secretaria de Meio-Ambiente da Prefeitura Municipal de Uberlândia, no ano de 2009, foram simuladas as possíveis posições de localização das nascentes originais.

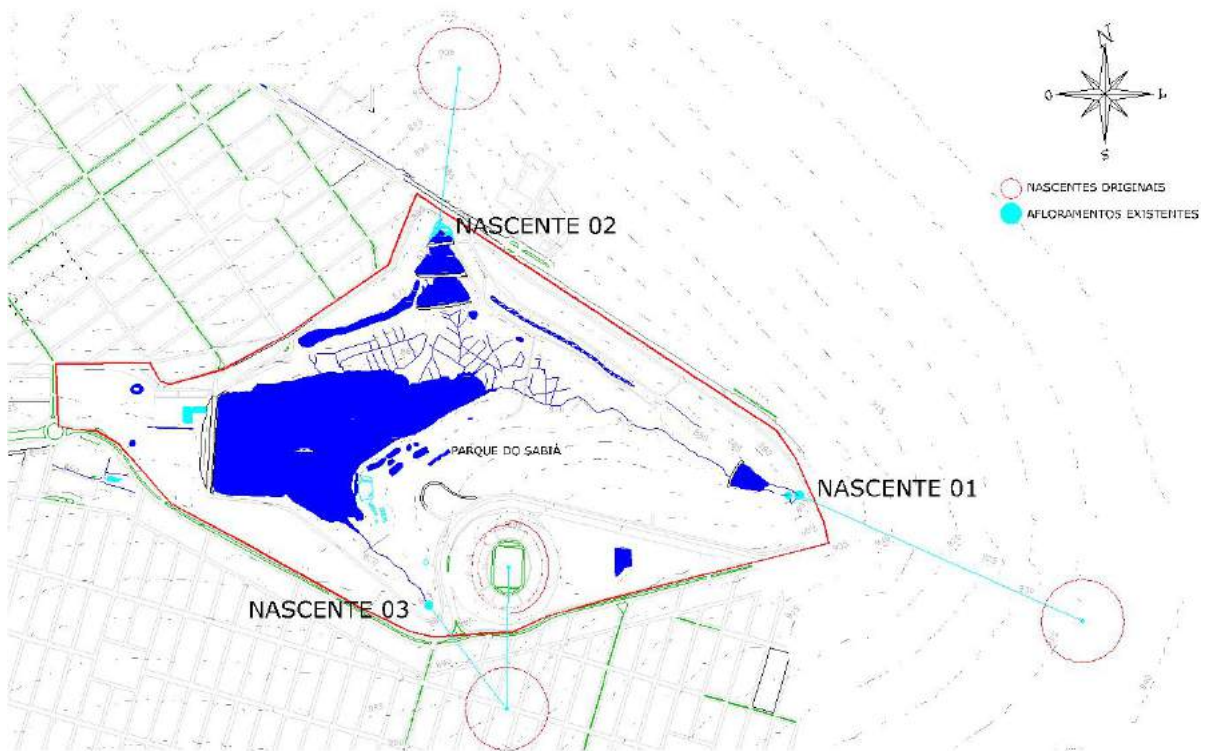


FIGURA 105 – Localização das nascentes originais e afloramentos existentes na microbacia do córrego do Jataí.

FONTE: Prefeitura Municipal de Uberlândia – Adaptado pela autora.

Em condições de urbanização (nos cenários urbanizados – Cenários B, C e D), foi utilizada a equação de *Manning* (Equação 06) e a Tabela 16, utilizando a cobertura da bacia em asfalto ou concreto.

$$V = \frac{Rh^{2/3} \cdot J^{1/2}}{n} \quad (06)$$

Com o cálculo da velocidade e o comprimento do canal, calcula-se o tempo de escoamento da água de chuva, também chamado de tempo de trânsito, de acordo com a Equação 07.

$$t_c = \frac{d}{V} \quad (07)$$

Onde:

V é a velocidade média do escoamento (m/s);

Rh é o raio hidráulico do canal (m);

I é a declividade do fundo do canal (m/m);

n é um coeficiente dado em função da rugosidade das paredes e do fundo do canal, conforme Tabela 06;

d é o comprimento do canal;

t_c é dado em minutos.

Tabela 16 – Valores de rugosidade de Manning.

COBERTURA DA BACIA	n
Asfalto suave	0,012
Asfalto ou concreto	0,014
Argila compacta	0,030
Pouca vegetação	0,200
Vegetação densa	0,350
Vegetação densa e floresta	0,400

FONTE: CRAWFORD; LINSLEY (1996).

Para os cálculos foram considerados o conduto de seção retangular, com base de 2,80 m e altura 2,58 m, conforme Figura 106, de acordo com dados levantados nos projetos de 1990 utilizados para a execução da obra de canalização do córrego Jataí, assinados pelo Eng. Paulo Euclides Ochiucci.

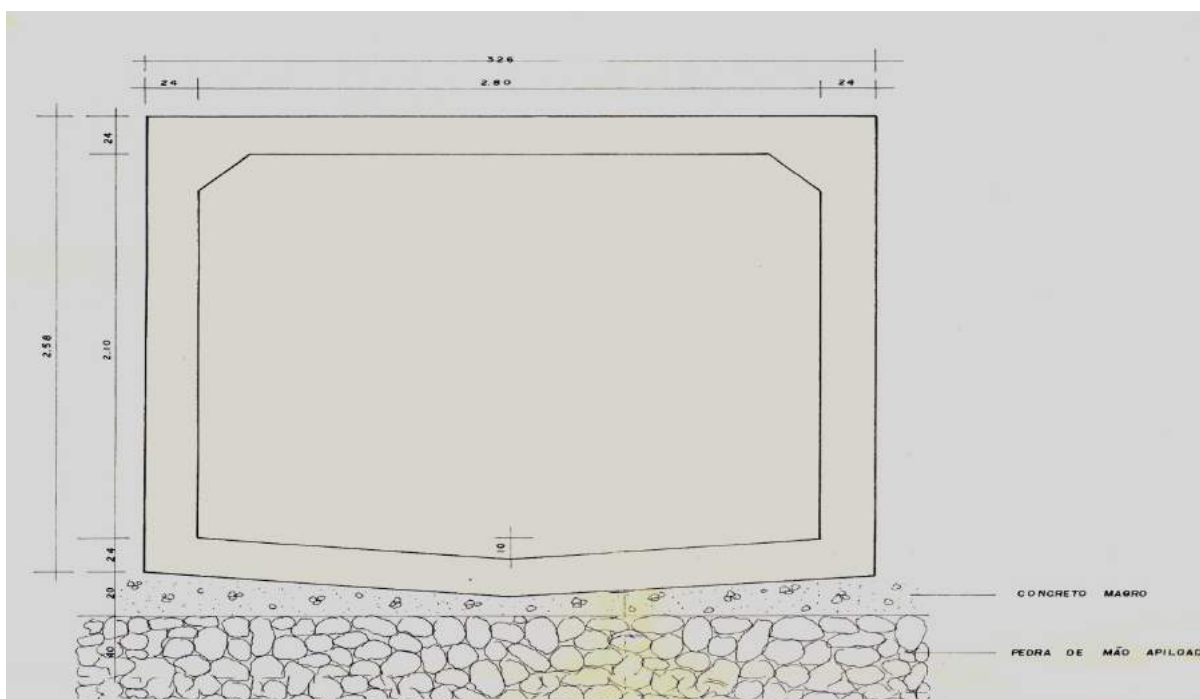


FIGURA 106 – Projeto da seção retangular do conduto executado no córrego Jataí.

FONTE: Prefeitura Municipal de Uberlândia.

Assim, nos cenários B e C, o tempo de concentração foi considerado em duas etapas, sendo a primeira, o tempo necessário para que as contribuições atinjam a seção inicial do projeto

de canalização em torno 27,84 minutos, e a segunda, o tempo gasto pelo escoamento através do conduto, em torno de 12,44 minutos. Portanto, a soma das duas etapas é o resultado do tempo de concentração para esses cenários, 40,28 minutos.

5.2.7–PRECIPITAÇÃO E TEMPO DE RETORNO

Para a determinação dos dados de precipitação, foram testadas três equações de chuva Intensidade - Duração- Frequência, propostas para a cidade de Uberlândia-MG. A equação de Pinto (1996), Freitas (2001) e Justino (2004), respectivamente apresentados nas equações 08, 09 e 10.

$$i = \frac{6050,000T^{0,190}}{(t + 54,122)^{0,999}} \quad (08)$$

$$i = \frac{1167,284T^{0,233}}{(t + 17,245)^{0,747}} \quad (09)$$

$$i = \frac{28,97T^{0,159}}{(t + 14)^{0,825}} \quad (10)$$

Onde i é a intensidade de chuva em mm/minuto, T é o tempo de retorno em anos e t é a duração da chuva em minutos.

Apesar de existirem outras equações desenvolvidas, não faz parte dos objetivos deste trabalho a discussão relativa às características da precipitação e sim a utilização de apenas um parâmetro para a realização da simulação hidrológica e, desta forma, a aplicação da metodologia pode ser realizada com a adoção de dados mais recentes ou detalhados sobre a precipitação relativa da região em questão.

Para as simulações hidrológicas deste trabalho foi utilizada a equação 10, conforme apresentado na Tabela 17, sendo utilizado o modelo de blocos alternados para a desagregação da precipitação, visando à simulação da situação crítica. A duração da chuva estudada foi de 2 horas, já que devido à área e à forma da micro-bacia é a duração suficiente para a criação de uma situação crítica. Além disso, foi considerada uma chuva uniformemente distribuída para toda a micro-bacia, uma vez que não há disponibilidade de dados que permitam a sua representação.

As simulações hidrológicas foram realizadas para chuvas com tempo de retorno de 100 anos, já que de acordo com Chin (2000) *apud* Thomaz (2002), é a frequência de inundação indicada para o controle urbano de grandes infraestruturas, sendo assim, consiste na probabilidade de inundação de 1% anual.

Tabela 17 – Cálculo da precipitação em 2 horas para o tempo de retorno de 100 anos.

Equações i-d-f (mm/minuto)			
	Pinto(1996)	Freitas(2001)	Justino(2004)
Duração(min)	Tempo de retorno (anos)		
	100		
12	2,20	2,74	4,10
18	2,02	2,39	3,45
36	1,62	1,75	2,39
48	1,43	1,51	2,00
60	1,28	1,33	1,73
72	1,16	1,19	1,53
84	1,06	1,08	1,37
96	0,97	1,00	1,25
108	0,90	0,93	1,14
120	0,84	0,86	1,06

5.2.8– AMORTECIMENTO NO CORRÉGO E NO RESERVATÓRIO

O amortecimento em córregos e canais foi considerado através das rotinas existentes no Modelo “CABC”, as quais possibilitam a introdução destes parâmetros.

No caso de amortecimento em canais no modelo “CABC”, o amortecimento de ondas de cheias em canais é feito pelo método de Muskingum, que admite uma relação linear entre os volumes armazenados em trecho de córrego e vazões de entrada e saída deste trecho.

É definido se vai existir ou não amortecimento de ondas de cheia no trecho. Se a opção Amortece no curso d’água está desativada, nenhum amortecimento ou translação será feito no caminhamento da onda de cheia ao longo do trecho. Caso a opção esteja ativa o usuário deve fornecer o valor do Coeficiente de amortecimento X do método de Muskingum, conforme a equação 11.

$$V = K * [X * I + (1 - X) * Q] \quad (11)$$

Onde:

V = volume armazenado no trecho em m^3 ;

I = vazão de entrada no trecho em m^3/s ;

Q = vazão de saída do trecho em m^3/s ;

K = constante de armazenamento em s;

X = fator de ponderação.

O valor de $X=0$ provoca o maior amortecimento possível em determinado trecho, e corresponde a uma “condição de reservatório”. Para o $X=0,5$ não se observa amortecimento, mas apenas uma translação do hidrograma de um tempo K . Rios naturais, geralmente apresentam valores de X de 0,1 a 0,35 (FCTH, 1999).

Assim, para simulação do amortecimento no córrego, foi utilizado o valor de 0,1 na condição natural do córrego, ou seja, cenários A e D, apenas para simular o efeito de amortecimento, pois não foi possível definir um valor específico, devido à falta de informações suficientes para aplicação da equação.

Nos cenários B, C e D, foram simulados com o reservatório do Parque do Sabiá, na opção “in line”, já que é uma estrutura de armazenamento localizada dentro do percurso do curso de água. Para simulação no programa são necessárias a definição do volume (capacidade) e da vazão em cada cota do reservatório.

No entanto, como não foram encontrados dados específicos sobre o projeto do reservatório foi estimada a altura máxima do reservatório em 9 metros, nas cotas de 855 m a 864 m, por meio de informações da equipe técnica da PMU²⁸ e as áreas de cada lâmina da água por meio da sua demarcação aproximada na base cartográfica, estimando-se sua área por meio do programa ArcGIS, conforme apresentado na Figura 107.

²⁸ Prefeitura Municipal de Uberlândia.

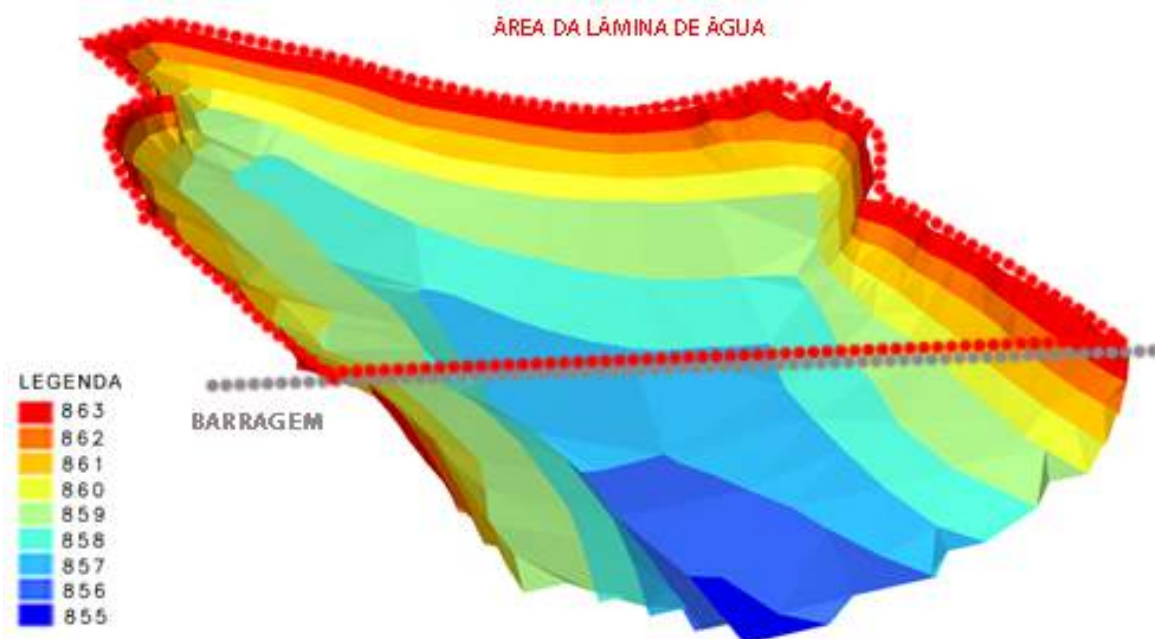


FIGURA 107 – Modelo Digital do reservatório do Parque do Sabia, para estimativa das áreas de lâminas de água em cada cota.

De acordo com os estudos apresentados por Oliveira (2004), tendo um valor estimado das áreas das lâminas de água e altura máxima do reservatório, a capacidade ou volume deve ser estimado com a utilização de um fator α , que representa a proporção do volume de água possível de ser armazenado em comparação com o volume máximo numa condição de “piscina”, onde o volume é dado pela multiplicação da área alagada pela altura. Neste caso, o Fator α foi considerado 0,30²⁹, representaria a condição de “piscina”, onde $V = A \cdot h$, conforme apresentado na equação 12 e os resultados apresentados na Tabela 18 e Figura 108.

$$V = \alpha * A * h \quad (12)$$

Onde:

V = Volume de espera das bacias de detenção, em m³;

A = Área inundada na altura máxima, em m²;

h = altura máxima da bacia de detenção, em m.

²⁹ Foi utilizado o mesmo fator α desenvolvido pelo Oliveira (2004), devido a semelhança entre os estudos e a falta de dados detalhados sobre o reservatório

Tabela 18 – Cálculo do volume estimado do reservatório.

Altimetria	Área da lâmina de água (m ²)	Altura (m)	Volume estimado (m ³)
855	0	0	0
856	937,86	1	281,36
857	9.075,51	2	5445,30
858	33.271,97	3	29944,75
859	75.310,19	4	90372,22
860	137.350,62	5	206025,93
861	160.033,97	6	288061,15
862	185.329,86	7	389192,72
863	199.575,66	8	478981,59
864	217.078,26	9	586111,30

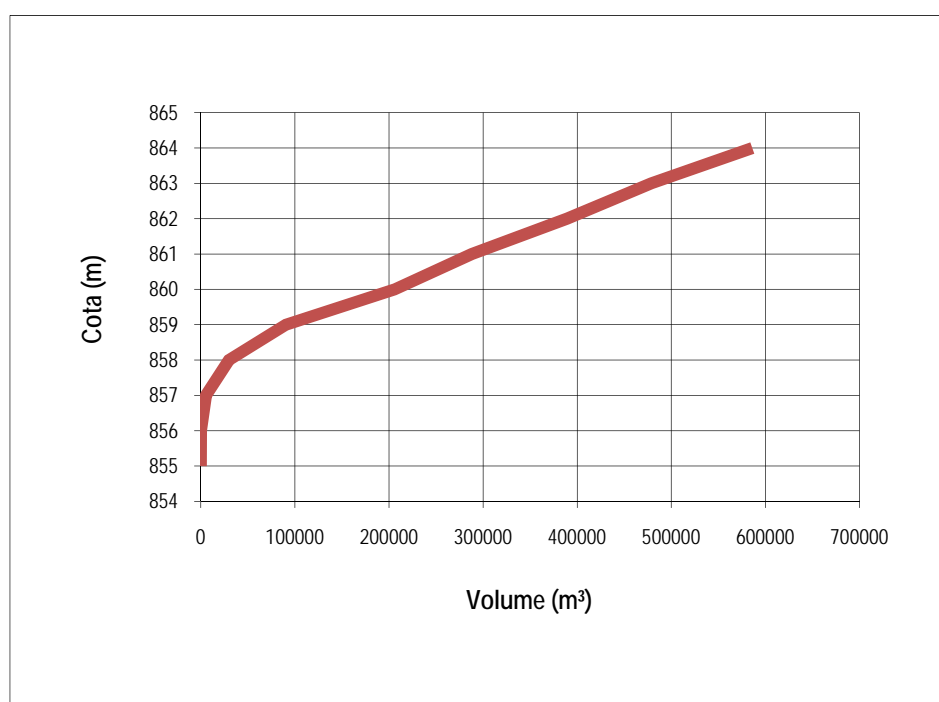


FIGURA 108 - Curva Cota x Volume do reservatório do Parque do Sabiá.

A determinação da curva cota-vazão das estruturas de controle de vazão ou extravazadores das bacias de retenção deve-se adotar um padrão, neste caso, utilizaram-se o padrão de um vertedouro quadrado de concreto com parede delgada, por ser uma estrutura aproximada da existente, cujas dimensões estimadas foram de 1,50 m. Dessa forma, a curva cota vazão foi elaborada por meio da equação 13 apresentada em PORTO (2001) e AZEVEDO NETO (1998):

$$Q = 1,838 * L * h^{3/2} \quad (13)$$

Onde:

Q = Vazão máxima em m³/s;

L = Largura de base do vertedouro retangular em metros;

h = altura da lâmina de água em metros.

Conforme descreve Porto (2001), tal equação, ainda que leve a valores aproximados, mas suficientes para resolver muitos problemas de hidráulica pela sua simplicidade, é a expressão mais utilizada na prática. Ressalta-se que tal equação está sujeita a $0,25 < h < 0,80$ m, $P > 0,30$ m e $P/h > 3,5$ m, não atendidos na presente aplicação, ressaltando-se a sua utilização apenas como parâmetro para determinação da curva cota-vazão e a necessidade de projetos hidráulicos detalhados para obtenção das vazões específicas, conforme Tabela 19 e Figura 109.

Tabela 19 – Cálculo da vazão estimada do reservatório.

Altimetria	Vazão (m³/s)
852,50	0
853,54	2,50
854,58	7,06
855,63	12,97
856,67	19,97
857,71	27,90
858,75	36,68
859,79	46,22
860,83	56,47
861,88	67,39
862,92	78,93
863,96	91,06

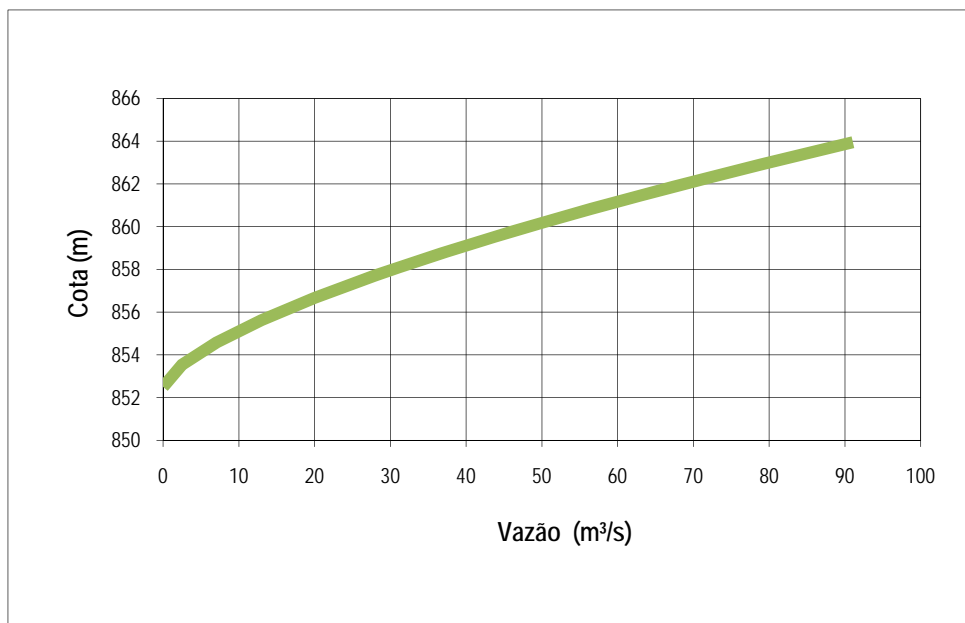


FIGURA 109 - Curva Cota x Vazão do reservatório do Parque do Sabiá.

5.3 – APLICAÇÃO DO MODELO HIDROLÓGICO

Nas Figuras 110, 111 e 112 são apresentadas a base gerada para as simulações em cada cenário, com a inserção das curvas de nível (em cinza), o curso de água existente (em azul) e a delimitação da bacia (em verde). Nota-se que o formato das curvas de nível e do curso da água são distintas em cada base, devido a canalização e/ou córrego natural e a presença do reservatório do Parque do Sabiá.

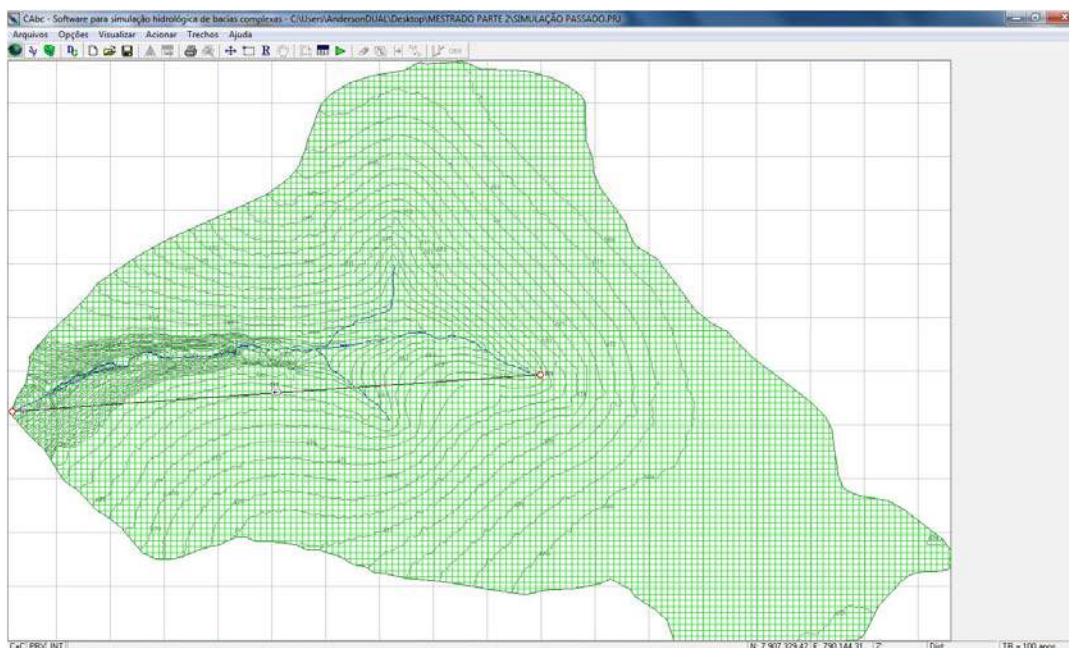


FIGURA 110 – Base gerada no programa Cabc para simulação do Cenário A.

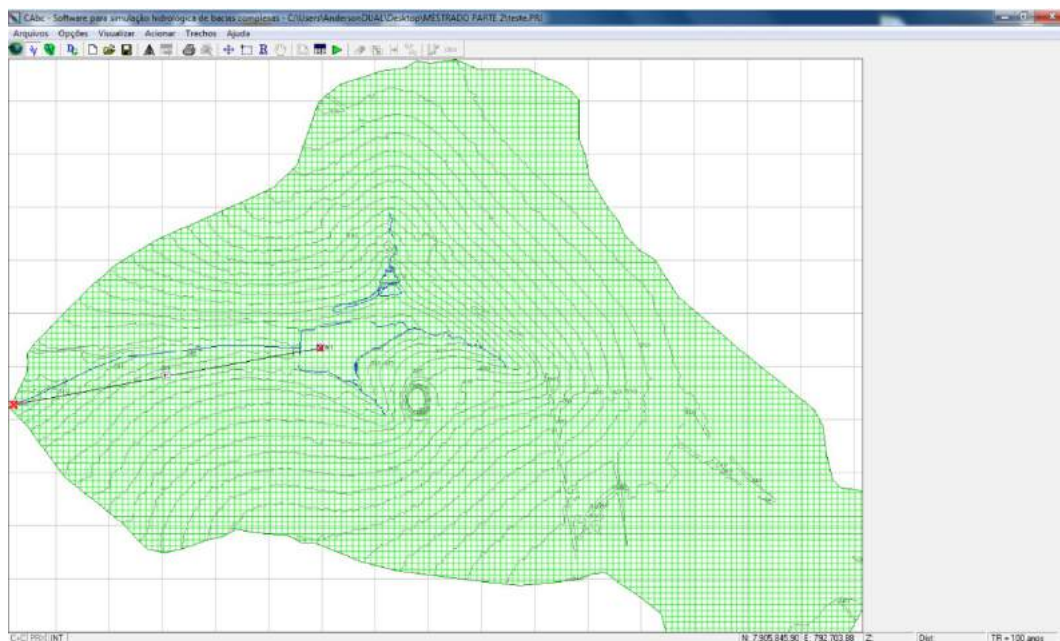


FIGURA 111 – Base gerada no programa Cabac para simulação do Cenário B e C.

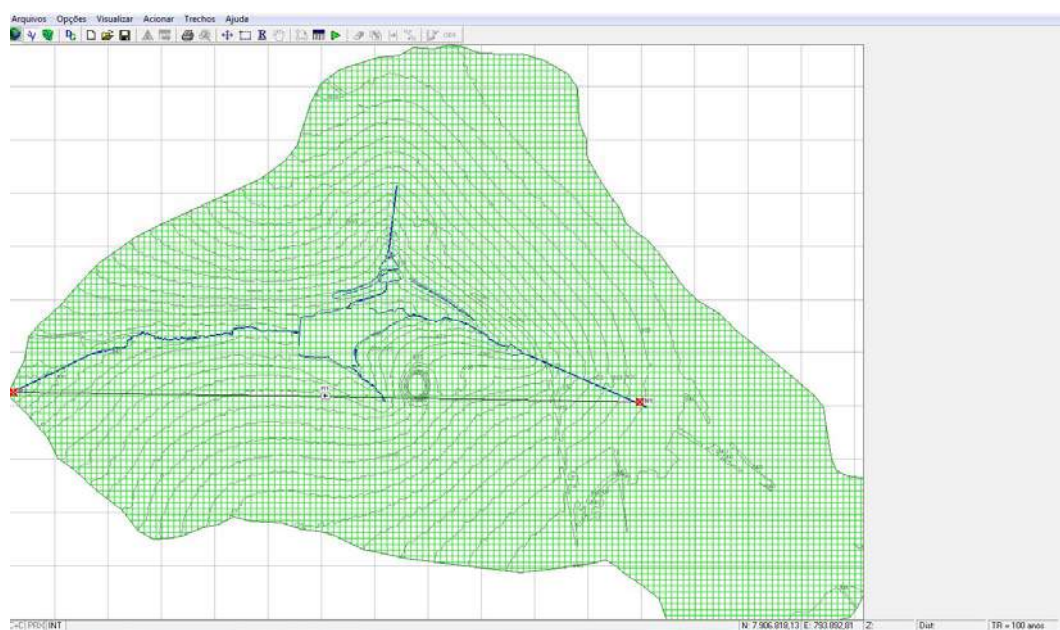


FIGURA 112 – Base gerada no programa Cabac para simulação do Cenário D.

As simulações hidrológicas geradas permitiram a elaboração dos hidrogramas e a obtenção dos picos de vazões na microbacia do córrego Jataí para cada cenário, conforme descritas a seguir:

– CENÁRIO A – CONDIÇÃO NATURAL.

Em sua condição natural, a microbacia do córrego Jataí foi representada com taxa de impermeabilização de 0% e área diretamente conectada foi 0%, ou seja, toda a microbacia foi considerada. Assim, se pretende representar o mais próximo de um estado natural, sem intervenção humana.

Considerando o tipo de solo, a cobertura vegetal, grupo hidrológico do solo e condição média de umidade antecedente, o CN ponderado para este cenário é de 81,4. E amortecimento do córrego natural foi estipulado em 0,1, apenas para efeito de cálculo, já que não temos dados suficientes e disponíveis sobre o córrego neste período para determiná-lo com precisão.

No programa Cabc foram inseridos as curvas de nível e a morfologia do córrego no ano de 1962, e inseridos dois nós (N1 e N2), um na nascente principal do córrego do Jataí e outro na foz (com o Córrego São Pedro), conforme Figura 110. O nó simulado foi o N2 e o hidrograma gerado encontra-se no Figura 113, no qual foi identificada uma vazão máxima de 2,83 m³/s, sendo observada após 2,0 horas do início da precipitação.

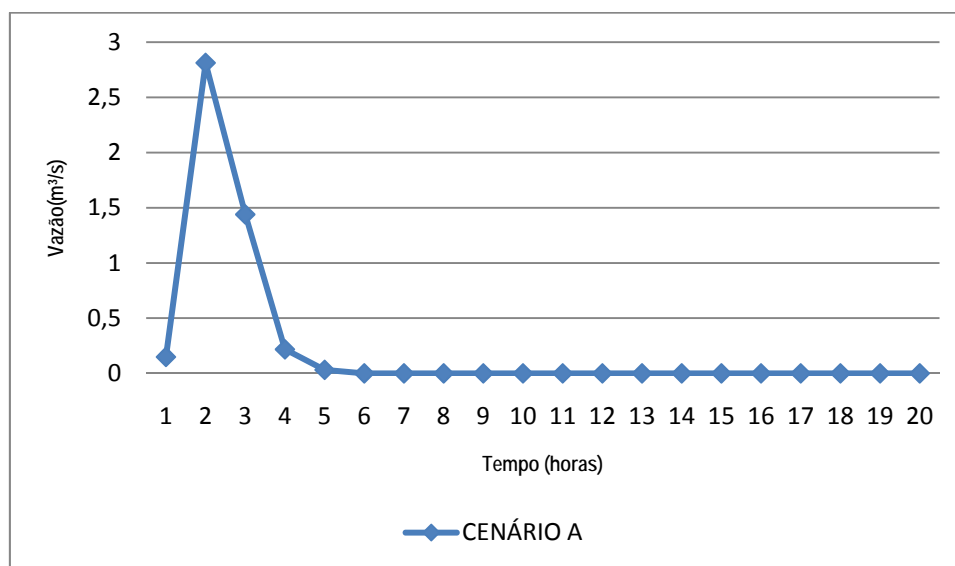


FIGURA 113 – Hidrograma – Tr 100 anos – Cenário A.

– CENÁRIO B – URBANIZAÇÃO ATUAL (2009)

Considerando o tipo de solo, a caracterização do zoneamento de uso e ocupação do solo³⁰, grupo hidrológico do solo e condição média de umidade antecedente, o CN ponderado para este cenário é de 89,2.

A área diretamente conectada é de 6,05% e taxa de impermeabilização de 42,72 %. Foi previsto o amortecimento in-line, devido ao reservatório existente no Parque do Sabiá ter sido implantando no percurso do curso do córrego, e inseridos os dados de volume e vazão.

No programa Cabc foram inseridos as curvas de nível, o percurso da canalização do córrego e o reservatório do Parque do Sabiá no ano de 2009, e inseridos dois nós, um na saída do reservatório e outro na foz (com o Córrego São Pedro), conforme Figura 111. O nó simulado foi o N2 e o hidrograma gerado encontra-se no Figura 114, no qual foi identificada uma vazão máxima de 19,70 m³/s, sendo observada após 2,0 horas do início da precipitação.

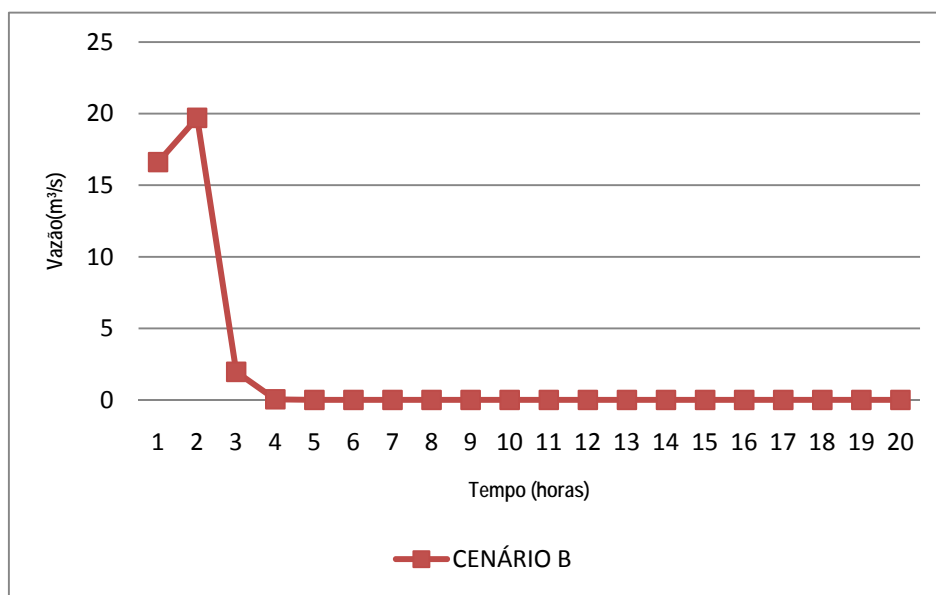


FIGURA 114 – Hidrograma – Tr 100 anos – Cenário B.

³⁰ Lei Complementar n° 245 de Uso e Ocupação do Solo (PMU) de 2000.

– CENÁRIO C – URBANIZAÇÃO COMPLETA (SITUAÇÃO CRÍTICA)

Neste cenário, foi simulada a ocupação de toda a microbacia por meio de um crescimento descontrolado e desordenado, utilizando o mesmo formato de ocupação existente e a canalização do córrego Jataí. Todos os lotes e espaços vagos foram ocupados, com exceção das praças existentes, do Parque do Sabia, e áreas mínimas exigidas pela legislação municipal de recreação pública e institucional.

Assim, considerando o tipo de solo, a cobertura vegetal, grupo hidrológico do solo e condição média de umidade antecedente, o CN ponderado para este cenário é de 89,2. A área diretamente conectada de 10,58 e a taxa de impermeabilidade de 74,91%.

Os cálculos de vazão e volume do reservatório do Parque do Sabia, foram os mesmos utilizados no Cenário B, apenas para efeito de cálculo foi previsto uma altura máxima de 7 metros, pois se sabe que com a urbanização intensificada é provável que a capacidade do reservatório seja diminuída devido a falta de áreas permeáveis e possíveis processos erosivos, como assoreamentos.

A base utilizada no programa Cabc foi a mesma utilizada no Cenário B. O nó simulado foi o N2 e o hidrograma gerado encontra-se no Figura 115, no qual foi identificada uma vazão máxima de 51,24 m³/s, sendo observada após 2,0 horas do início da precipitação.

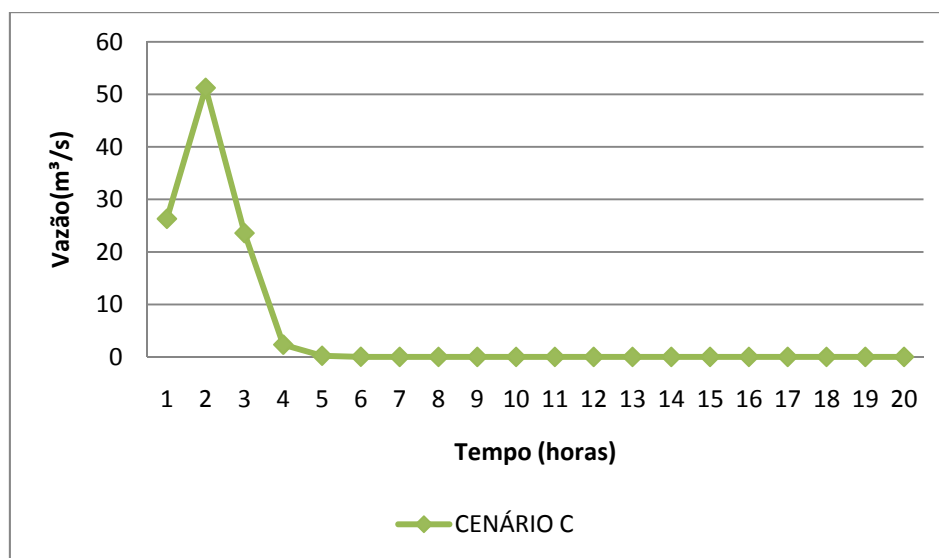


FIGURA 115 – Hidrograma – Tr 100 anos – Cenário C.

– CENÁRIO D – SITUAÇÃO IDEAL

Para esse cenário foi simulados uma situação adequada para a ocupação do solo, além da reinserção a rede hídrica, com a morfologia natural e as áreas marginais de inundação. Foram estabelecidos critérios de ocupação para área urbanizada e área de expansão, além da implantação de infraestruturas verdes em toda a microbacia.

A área diretamente conectada é de 7,05% e taxa de impermeabilização de 48,65%. Foi previsto o amortecimento in-line com o reservatório existente no Parque do Sabiá e inseridos os dados de volume e vazão descritos no capítulo 5. No entanto, com o curso de água natural Fo previsto também um amortecimento de 0,1, (já que não existem dados suficientes para precisão) apenas para que o programa entenda e o considere no cálculo.

Considerando o tipo de solo existente, a caracterização do zoneamento ambiental proposto e seus respectivos grupos hidrológicos do solo e condição média de umidade antecedente, o CN ponderado para este cenário é de 89,83.

No programa Cabc foram inseridos as curvas de nível, o percurso natural do córrego com o posicionamento das nascentes originais e o reservatório do Parque do Sabiá no ano de 2009, e inseridos dois nós, um na nascente original e outro na foz (com o Córrego São Pedro), conforme Figura 112. O nó simulado foi o N2 e o hidrograma gerado encontra-se no Figura 116, no qual foi identificada uma vazão máxima de 15,15 m³/s, sendo observada após 2,0 horas do início da precipitação.

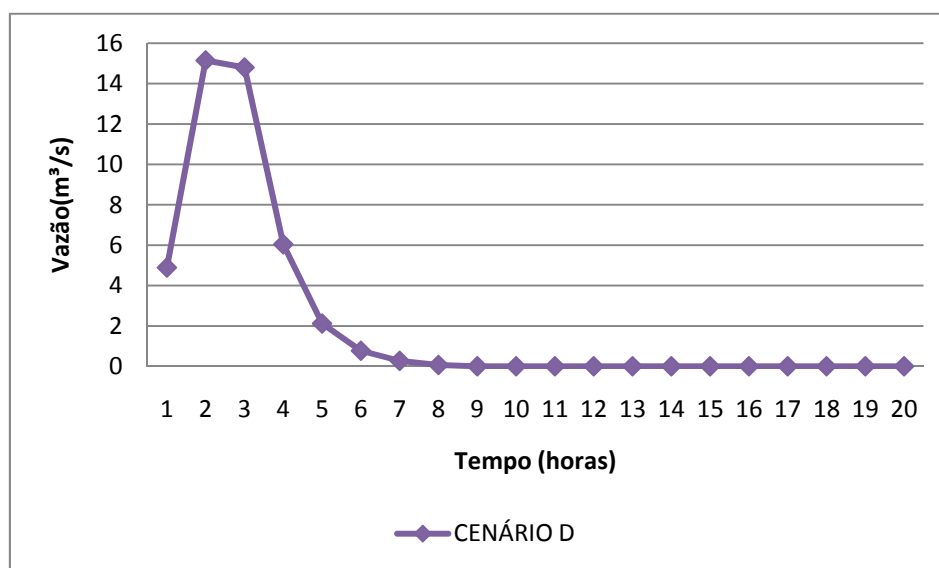


FIGURA 116 – Hidrograma – Tr 100 anos – Cenário D.

CAPÍTULO 6

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

6.1 COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS

O estudo pretendeu estabelecer um desenho urbano ecológico, eficiente e sustentável por meio de um conjunto de diretrizes que incidem sobre os tecidos urbanizados e a serem urbanizados, com a finalidade da busca do reequilíbrio das águas com o meio urbano, promovendo a conectividade e fortalecendo das relações físicas e ambientais entre homem/natureza.

Notadamente foram utilizados como estratégias de intervenção: a reinserção do curso de água e suas áreas inundáveis, aumento das áreas verdes já existentes, previsão de novos índices urbanísticos para novas ocupações e a implantação de infraestruturas verdes.

Todas as estratégias pretenderam estabelecer um significativo aumento das áreas permeáveis e semipermeáveis com a ocupação completa da microbacia, ora concentrados e ora pulverizados, mas formando um sistema de conexão ambiental em toda a microbacia. Assim, poderia ser possível uma alteração na dinâmica hidrológica da microbacia, com o controle das cheias urbanas, notadamente com relação ao escoamento superficial direto.

No estudo foram apresentados os valores encontrados de áreas permeáveis e impermeáveis em cada cenário proposto, conforme mostrado na Figura 117.

No cenário A, em condição natural, toda a microbacia foi considerada como permeável. Já no cenário B, onde foi encontrado 9,5 km² de áreas urbanizadas (não incluindo o Parque do Sabia em torno de 1,64 km²), ou seja, 55,73% de ocupação da microbacia foram encontrados 7,28 km² de áreas impermeáveis, sendo assim, 76,63% da área urbanizada já se encontra impermeável.

No cenário C, onde foram simulados a ocupação de 100% da microbacia, seguindo o modelo de urbanização atual, foram encontrados 12,77 km², ou seja, um aumento de 75,4% em relação ao cenário B e representando 74,89% de impermeabilidade em toda a microbacia.

A reinserção do curso da água e o planejamento ambiental de suas áreas marginais inundáveis no cenário D promoveram um aumento significativo nas áreas verdes da microbacia, com 0,94 km² de áreas de preservação permanente, 1,81 km² de áreas de restabelecimento ecológico e de 1,35 km² áreas de transição para composição do parque linear do córrego Jataí, um aumento de 156,25% em relação à área atual ocupada pelo Parque do Sabia.

Além disso, a inserção de espaços verdes pulverizados no tecido urbanizado, com raio de abrangência de 300 m, resultou em 0,64 km² de praças e a inserção das ruas verdes em 0,74 km² de áreas permeáveis que poderão funcionar para detenção e infiltração das águas pluviais.

Portanto, no total foram determinadas 8,75 km² de áreas impermeáveis no cenário D, sendo 31,48% de diferença do total de áreas impermeáveis que a mesma área de ocupação do cenário C, e um aumento de 124,76% de áreas permeáveis. Com apenas 1,47 km² de áreas impermeáveis que o cenário B, foi possível estabelecer a ocupação de toda microbacia, resultado em um índice de impermeabilização de 48,65%.

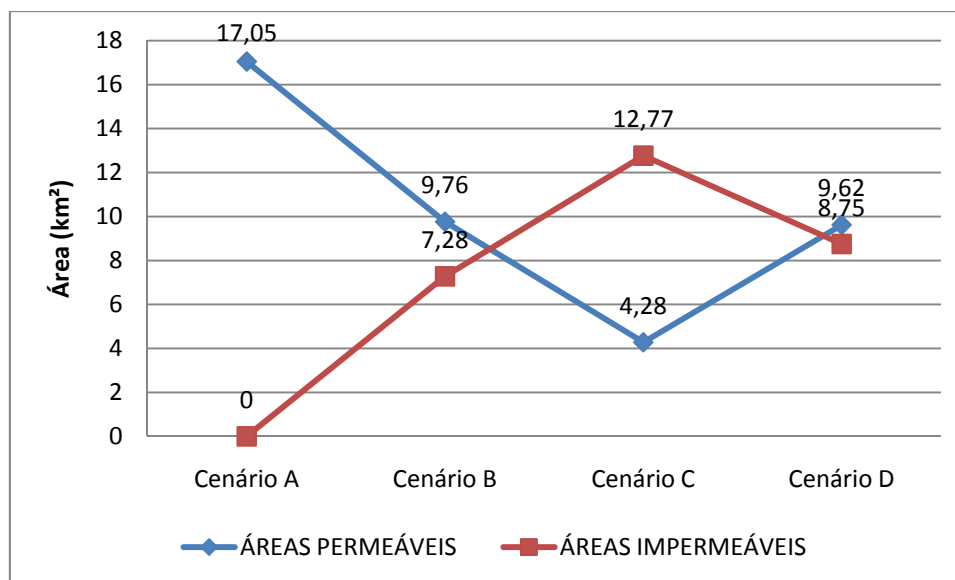


FIGURA 117 – Comparação da quantidades de áreas permeáveis e impermeáveis de todos os cenários.

O tempo de concentração também foi uma variável importante para o sistema, no cenário A considerando os dados dos afloramentos existentes para determinação do comprimento de 4,21 km e da declividade do talvegue são de 1,15 horas e para o cenário D considerando

os dados das posições estimadas das nascentes originais é de 2,06 horas, devido ao aumento significativo no comprimento de 4.67 km e de declividade do talvegue.

Já nos cenários B e C, o tempo de concentração foi considerado em duas etapas, sendo a primeira, o tempo necessário para que as contribuições atinjam a seção inicial do projeto de canalização em torno 27,84 minutos, e a segunda, o tempo gasto pelo escoamento através do conduto, em torno de 12,44 minutos. Portanto, a soma das duas etapas é o resultado do tempo de concentração para esses cenários, 40,28 minutos.

Assim, é demonstrado que a canalização do córrego nos cenários B e C com a diminuição do tempo de concentração comparado aos cenários A e D, promovem o aumento também da velocidade do escoamento superficial direto, ocasionando níveis de inundações elevados em um menor tempo.

As quantidades de áreas permeáveis e impermeáveis, acrescidas dos dados de comprimento do córrego, do CN (numero da curva), da área diretamente conectada, da declividade média, do tempo de concentração, da precipitação média, do tempo de retorno e do amortecimento no córrego e no reservatório em cada cenário, resultaram na elaboração do hidrograma, apresentado na Figura 118.

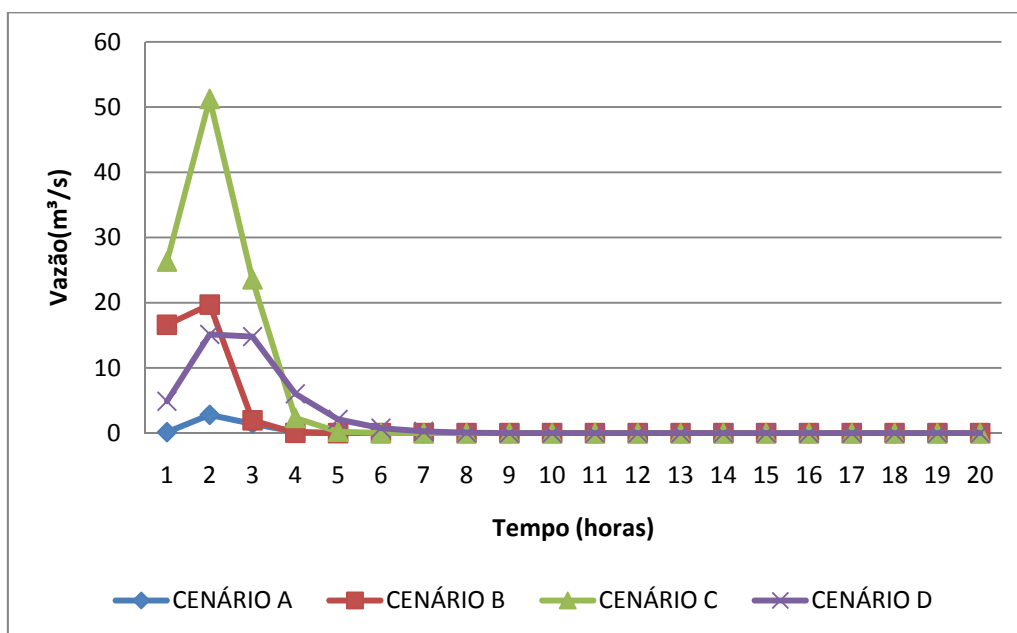


FIGURA 118 – Comparação dos hidrogramas obtidos em todos os cenários.

Conforme observado no hidrograma, apresentado para os cenários observa-se progressivamente o crescimento das vazões máximas. Os picos de vazão da situação original (Cenário A) é de 2,81 m³/s, sendo elevada para 19,70 m³/s com o processo de urbanização atual (Cenário B) e 51,24 m³/s no processo de urbanização crítico (Cenário C). Sendo assim, chegaram a elevar no mesmo nó, comparado com o Cenário A, em torno de 600% de simulação para o cenário B, chegando a 1.721,54% superior em relação ao cenário C.

No cenário D, o pico de vazão simulado foi de 15,15 m³/s, que apesar de ainda ser um valor elevado em comparação com cenário A, conseguiu ficar abaixo do cenário B, em torno de 23,09%, demonstrando a importância da presença de áreas permeáveis e do curso natural do córrego para mitigação de impactos da urbanização na microbacia.

Assim, a diminuição de áreas permeáveis e a supressão de fragmentos florestais afetaram a capacidade de armazenamento do solo, principalmente no cenário C e disponibilizaram maiores volumes de escoamento superficial, impondo sérios riscos quanto à ocorrência de inundações.

Conclui-se que, se adotar um controle de permeabilidade máxima em torno de 50% para toda a microbacia, incluindo as áreas verdes (parques, praças e ruas verdes) de posse do poder público, ou seja, sem considerar as áreas internas ao lotes, por meio de um rígido sistema de fiscalização e manutenção adequado, é possível proporcionar efeitos significativos para a ocupação planejada e ordenada de áreas urbanizadas,

No entanto, verificou-se que o sistema seria mais eficiente se os valores de vazão de pico no cenário D fossem reduzidos para os níveis próximos do original (Cenário A). E conforme verificados em outros estudos, tal situação poderia ser alcançada, se fossem simulados medidas estruturais para o controle de enchentes, como a inserção de bacias de detenção pulverizadas pela microbacia e/ou a simulação das próprias planícies de inundação desempenhando o papel de bacias de detenção, visando o armazenamento temporário de água e o amortecimento da onda de cheia. Assim, sendo indicado para simulações em trabalhos futuros.

6.2 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A sustentação da paisagem urbana depende tanto dos aspectos culturais e naturais, como depende da reinserção dos processos biofísicos básicos – clima, água, solos, fauna, e flora, conectados ao ecossistema local e regional.

No entanto, construir uma paisagem é estabelecer relações e conexões por meio de intervenções urbanas que considerem os aspectos ambientais, estéticos e sociais, de acordo com a destinação que se pretende dar à área, permitindo a minimização dos impactos e um novo equilíbrio ecológico, que pode ser dado a diferentes espaços que compõem um território.

A conscientização das interações entre as atividades antrópicas e o meio ambiente permite, hoje, que sejam consideradas novas estratégias dirigidas à renaturalização de rios e córregos, valorizando as condições naturais dos cursos hídricos e das baixadas inundáveis.

As metas de renaturalização envolvem a recuperação e a preservação da qualidade das águas, recomposição de fauna e flora, reposição de espaços para as águas naturalmente transbordadas e a correção das influências negativas da urbanização. As metas para os cursos hídricos necessitam abarcar todo o sistema e, mesmo que as intervenções não sejam simultâneas, as etapas devem fazer parte de um plano geral, contemplando desde as nascentes até a foz do curso principal em questão.

No entanto, este trabalho é uma experiência de mudança de paradigmas de projetos envolvendo a água urbana, ou seja, a cidade precisa recuperar os seus rio/córregos, torná-lo novamente um elemento que integra o ambiente da cidade e redescobrir os efeitos positivos para a qualidade de vida deste elemento na paisagem.

É evidente que esta concepção tem os seus limites, entende-se que não existirá uma solução definitiva com benefícios universais, no entanto acredita-se que por meio de monitoramento adequado e efetivo, é possível uma multiplicidade de tentativas e aplicações que implica em adaptações ao longo do tempo, à medida que as condições sociais, econômicas e ambientais se alteram e se reinventam.

De acordo com Tucci (2000), é ingenuidade do homem imaginar que poderá controlar totalmente as inundações e enchentes, as medidas e intervenções sempre visam minimizar as suas conseqüências.

Outras questões observadas, são que as áreas permeáveis também têm seus limites, sabe-se que essas áreas com o decorrer do tempo, são deformadas e compactadas, tornando-se impermeáveis, principalmente se houver trânsito constante e intenso, por isso para a eficiência das propostas seriam necessárias também medidas de prevenção e reversão constante deste processo do solo.

Os revestimentos semipermeáveis também têm limitações identificadas quanto à necessidade constante de manutenção e o maior custo por m² além da demanda de um investimento elevado, mas que em longo prazo poderiam ser compensados pela redução de custos na recuperação e ampliação das redes artificiais de drenagem urbana.

Além disso, é fundamental que haja a participação da população em um processo interativo, onde os usuários participam das soluções sugeridas e assumem um compromisso individual de apropriação do espaço urbano. Assim é possível responder às necessidades de bem estar dos moradores e consiga criar um ambiente urbano que responda de forma adequada às condições ambientais do local, às carências e principalmente aos desejos da comunidade com um espaço de convivência e lazer em contato com a natureza dentro do espaço urbano.

Em relação às recomendações para trabalhos futuros, a utilização de técnicas de sensoriamento remoto, associadas ao uso do modelo hidrológico, mostrou-se eficiente para previsão de cenários mostrando-se importante ferramenta para gestão e planejamento.

No entanto é sugerida a utilização de outro programa para as simulações hidrológicas. Apesar do fácil manuseio e aparente simplicidade³¹, foram identificados alguns limites e dificuldades de inserção de dados significativos, principalmente para a precisão de resultados. Foram necessários o auxílio de outros programas, como o AutoCAD, o ArcGIS

³¹ Vale destacar, que a versão disponível pela Faculdade de Engenharia Civil - UFU e utilizada neste trabalho, não é a mais recente disponibilizada pela empresa. Portanto, não é possível determinar se as dificuldades levantadas já foram adaptadas em versões recentes.

e o Excel para coleta e manipulação dos dados, atrasando e dispersando informações e que poderiam ser facilmente inseridos automaticamente.

Como também seria de grande importância, a inserção de um módulo de comparação automático de cenários, proporcionando a otimização do trabalho com a possibilidade de testes múltiplos e um resultado rápido e eficiente para o cenário ideal.

Também para os próximos trabalhos, é indicado que sejam simulados os efeitos dos microreservatórios propostos nas ruas verdes, ou mesmo que seja simulado outros reservatórios nas áreas verdes e vazias na microbacia, auxiliando a detenção do reservatório do Parque do Sabia. Também seria um trabalho interessante, a simulação de todos os córregos do município e a implantação dos parques lineares, mostrando de fato, os efeitos provocados pela implantação dos corredores verdes interligando o sistema hidrográfico e de drenagem com os espaços verdes da paisagem na cidade.

No entanto, de um modo geral, o trabalho apresentou um resultado positivo, pois indicaram que com a ocupação total da microbacia, planejada por meio de zoneamento ecológico - econômico, com a reinserção do córrego na paisagem construída, com o aumento significativo de áreas permeáveis e conseqüentemente controle da taxa de permeabilidade de toda a microbacia, apenas considerando as áreas de posse do poder público, são suficientes para promover efeitos significativos no controle do escoamento superficial direto.

Assim entende-se que essa visão “paradísíaca” dos parques lineares e interação com o meio ambiente, não é apenas sonho. É uma possibilidade real a partir da mudança da percepção, do imaginário e da mudança de mentalidade dos cidadãos, e principalmente do poder público. Um espaço como este irá valorizar o fundo de vale e as áreas do entorno e criará um espaço de convivência agradável e promoverá a manutenção da biodiversidade, podendo ainda cumprir a função de corredores ecológicos e ser uma ferramenta para a sustentabilidade da vida no meio urbano.

Acredita-se que essa mudança de paradigma e aplicação deste conceito nas áreas urbanas, busca a conscientização da sociedade em relação à degradação do meio ambiente e a preocupação para a necessidade de um planejamento e gestão adequada aos espaços construídos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, Maristela P. **A recuperação de rios degradados e a sua reinserção na paisagem urbana: A experiência do Rio Emscher na Alemanha.** Dissertação (Mestrado). Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo na Universidade de São Paulo São Paulo-SP, 2003.

ANDRADE, Ricardo F. **Mapeamento geotécnico preliminar em escala de semidetalhe (1:25.000) da área de expansão urbana de Uberlândia-MG.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Uberlândia, Programa de pós-graduação em Engenharia Civil, Uberlândia, 2005.

ARQUIPELAGO, **Engenharia Ambiental. Investigação confirmatória preliminar da qualidade da água subterrânea - Rua Bélgica com Avenida Anselmo Alves dos Santos** – Uberlândia/MG, Minas Gerais, 2008.

ATTUX, D. E. **Revitalização urbana em centros históricos: estudo de caso do Bairro Fundinho.** Dissertação (Mestrado em Geografia). Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2001.

BENEVOLO, Leonardo. **História da cidade.** São Paulo. Editora Perspectiva. 3ª edição, 1997.

BENINI, Rubens. **Cenários de ocupação urbana e seus impactos no ciclo hidrológico na bacia do córrego do Mineirinho.** Dissertação (Mestrado), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

BINDER, Walter. **Rios e Córregos- Preservar, Conservar e Renaturalizar.** Brasil: Rio de Janeiro. Projeto Planágua, SEMADS/ GTZ. 1998.

BOYD, M.J.; BUFILL, M.C.; KNEE, R.M. *Predicting pervious and impervious storm runoff from urban drainage basins. Hydrological Sciences Journal*, v. 39, n. 4, p. 321-332, 1994.

_____. *Pervious and impervious runoff in urban catchments. Hydrological Sciences Journal*, v. 38, n. 6, p. 463-478, 1993.

BRAGA, B.D.F. **Gerenciamento Urbano Integrado em Ambiente Tropical**. Seminário de Hidráulica Computacional aplicada a problemas de drenagem urbana, ABRH, São Paulo, SP, 2006.

BROOKES, Andrew. *“Channelized Rivers. Perspectives for environmental management”*. Great Britais: John Wiley & Sons, 1988.

COMPANS, Rose. **Intervenções de recuperação de zonas urbanas nas centrais: experiências nacionais e internacionais**, in: Caminhos para o Centro: estratégias de desenvolvimento para a região central de São Paulo, São Paulo, s/d.

COSTA, Lucia M. **Águas urbanas: os rios e a construção da paisagem**. Anais do Encontro Nacional de Ensino de Paisagismo em Escolas de Arquitetura e Urbanismo VIRAM, Recife, 2002.

_____. **Rios urbanos e o desenho da paisagem IN: Rios Urbanos e Paisagens Urbanas**. PROURB-FAU-UFRJ, Editora Viana e Mosley, Rio de Janeiro, 2006.

CRAWFORD, M.; LINSLEY, R. *Digital Simulation in Hidrology. Technical Report, n. 19. Department of Civil Engineer, Stanford University*, in: Modelos Hidrológicos. Modelos Precipitação-Vazão. UFRGS, Porto Alegre, 1996.

DEL RIO, Vicente. **Introdução ao desenho urbano no processo de planejamento**. São Paulo: Pini, 1990.

FCTH – Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica **Manual do Cabc – Simulador hidrológica de Bacias Complexas**, Versão 2.02, FCTH, USP, São Paulo, SP, 1999.

FRANCO, Maria de Assunção Ribeiro. **Desenho Ambiental, uma introdução a arquitetura da paisagem com o paradigma ecológico**. Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo, São Paulo, 1997.

_____. **Planejamento ambiental para a cidade sustentável.** Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo, São Paulo, 2000.

FREITAS. **Equações de Chuvas Intensas no Estado de Minas Gerais.** COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais e UFV – Universidade Federal de Viçosa, Belo Horizonte, 2001.

FONSECA, Maria de Lourdes P. **A forma urbana e o uso do espaço público: As transformações do centro de Uberlândia- Brasil.** Tese (Doutorado), Universidad Politécnica da Cataluña, Barcelona, 2007.

GROSSI, S. R. D. **De Uberabinha a Uberlândia: os caminhos da natureza.** (Tese, Doutorado). São Paulo: FFLCH/USP, 1991.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas - Censo 2010,** Rio de Janeiro, 2010.

JACOBS, Jane. **Morte e vida de grandes cidades.** Martins Fontes, São Paulo, 2000.

JUSTINO, Eliane A. **Estudo do controle do escoamento superficial com o uso de reservatório de retenção na bacia do córrego Lagoinha, município de Uberlândia-MG.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Uberlândia, Programa de pós-graduação em Engenharia civil, Uberlândia, 2004.

JUNQUEIRA, Cássia de Ávila Ribeiro; SILVA, Ricardo Siloto. **Análise comparativa de métodos de avaliação ambiental aplicável em áreas de fundos de vales urbanos.** Anais do APPURBANA – Seminário Nacional sobre o Tratamento de Áreas de Preservação Permanente em Meio Urbano e Restrições Ambientais ao Parcelamento do Solo, realizado em São Paulo-SP-Brasil, 4 a 6 de setembro de 2007.

KAGEYAMA, P.; GANDARA, F.B. **Recuperação de áreas ciliares.** In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F.L. (eds.) *Matas ciliares: conversação e recuperação.* São Paulo: EdUSP, 2003.

LAMAS, José M. R. G. **Morfologia urbana e desenho da cidade.** Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa – Portugal, 1992.

LIMA, G.. **O debate da sustentabilidade na sociedade insustentável**. Revista. Política & Trabalho, São Paulo, 2000.

LIMONAD, E. **Entre a urbanização e a sub-urbanização do território**. Anais do XI Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional – ANPUR, Salvador –BA-Brasil, 23 a 27 de maio de 2005.

MACEDO, Silvio. **Os espaços livres de edificação e o desenho da paisagem urbana**. In: II SEDUR – Seminário sobre Desenho Urbano no Brasil. Anais. São Paulo: FAPESP, 1999.

MCCUEN, R.H. *“A guide to hydrologic analysis using SCS method”* Prentice – Hall Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, 1982.

MENDIONDO, Eduardo Mario; PERES, Renata Bobo. **Desenvolvimento de cenários de recuperação como instrumento ao planejamento ambiental e urbano – Bases Conceituais e Experiências Práticas**. Artigo apresentado SEMINÁRIO NEUR/CEAM, 2004, Brasília, DF A questão Ambiental e Urbana: Experiências e Perspectivas, Brasília NEUR/CEAM, UnB, 2004.

NETTO, Alvarez A. **Manual de Hidráulica**. Editora Edgard Blucher, São Paulo, 1984.

NISHIYAMA, Luis. **Procedimentos de mapeamento geotécnico como base para análises e avaliações ambientais do meio, em escala 1:100000 aplicação no município de Uberlândia**. Tese (Doutorado). Universidade São Paulo, São Paulo, 1998.

OJIMA, Ricardo. **Análise comparativa da dispersão urbana nas aglomerações urbanas brasileiras: Elementos teóricos e metodológicos para o planejamento urbano e ambiental**. Tese (Doutorado), Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Departamento de Demografia da Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, 2007.

OLIVEIRA, Paulo Sérgio. **Estudo das várzeas visando o controle de cheias urbanas e a restauração ecológica: o caso do Parque Linear do Ribeirão das Pedras em Campinas-SP**. Tese (Doutorado). Faculdade de Engenharia Agrícola. Universidade Estadual de Campinas, 2004.

PELLEGRINO, Paulo R. M. **A paisagem da borda: Uma estratégia para a condução das águas, da biodiversidade e das pessoas IV: Rios Urbanos e Paisagens Urbanas.** PROURB-FAU-UFRJ, Editora Viana e Mosley, Rio de Janeiro, 2006.

PEPPE, Fernanda B. (Coordenação). **Estudo Ambiental da área localizada no Bairro Tibery, Município de Uberlândia (MG), designada como Lote 2 – Quadra 185 A.** Terra Consultoria Ambiental. Uberlândia (MG), 2008.

PINTO, F.A.; FERREIRA, P.A.; PRUSKI, F.F.; ALVES, A.R. & CECON, P.R. **Equações de chuvas intensas para algumas localidades do Estado de Minas Gerais.** Eng. Agric., 16:91- 104, 1996.

PORTO, R. M. **Hidráulica Básica.** Publicação EESC (Escola de Engenharia de São Carlos), Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001.

POMPÊO, César Augusto. **Drenagem urbana sustentável.** Artigo publicado pela Revista Brasileira de Recursos Hídricos / Associação Brasileira de Recursos Hídricos, volume 5, no. 1, Porto Alegre, RS, 2000.

PORATH, S.. **A Paisagem de Rios Urbanos. A presença do Rio Itajaí-Açu na Cidade de Blumenau.** Mestrado (Dissertação). Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis/SC, 2004.

PORTO, R.M. **Hidráulica básica.** Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, SP, 2001.

ROGERS, Richard, BURDETT, Richard. **Let's cram more into the city.** In ECHENIQUE, Marcial, SAINT, Andrew (ed) (2001). *Cities for the new millennium.* Londres: Spon Press, 2001.

RUEDA, Salvador. **Modelos de ciudad más sostenible.** Estratégias para competir. In ARRAIS GARCÍA, Miguel (ed.). *Ciudad para el siglo XXI.* Valencia: ICARO, 2001.

SANTOS, Rozely Ferreira. **Planejamento Ambiental: Teoria e Prática.** Oficina de textos São Paulo-SP, 2004.

SCS – *SOIL CONSERVATION SERVICE U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURAL ENGINEERING HANDBOOK – “Hydrology”*, section 4, supplement A “The Hydrology Guide”, 1957.

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (SEMADS). **Revitalização de rios - Orientação Técnica**. Ambiente das águas no Estado do Rio de Janeiro, Volume 11, Rio de Janeiro, 2001.

SIMÕES JR., J. G. **Revitalização de centros urbanos**. São Paulo: Pólis, 1994.

SMOLKA, M.O. **Meio ambiente e estrutura urbana**. IN: MARTINE, G. (org.) População, meio ambiente e desenvolvimento: verdades e contradições, 2a edição, Editora da UNICAMP, Campinas, 1996.

SOARES, Beatriz S. **Uberlândia: Da cidade jardim ao portal do cerrado – Imagens do cerrado e representações do triângulo mineiro**. Tese (Doutorado), Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

SPIRN, Anne W. **O Jardim de granito: a Natureza no desenho da cidade**. São Paulo: Edusp, 1995.

TEMMER, Sergio B. **Idéias urbanísticas - Uberlândia: de Uberabinha a “Curitiba” do Cerrado**. Dissertação (Mestrado). Pós-Graduação de Urbanismo da Pontifícia Universidade Católica de Campinas - FAU-PUCCAMP, Campinas-SP, 2001.

THOMAZ, P. **Cálculo hidrológico e hidráulico para obras municipais**. Piscinões, galerias, bueiros e canais, Método SCS, *Denver*, Santa Barbara Racional, TR-55, Editora Navegar, São Paulo, 2002

TRAVERS, Tony. *Density means better cities*. In ECHENIQUE, Marcial, SAINT, Andrew (ed). *Cities for the new millennium*. Londres: Spon Press, 2001.

TUCCI, Carlos E. M, (org). **Drenagem Urbana** – Associação Brasileira de Recursos Hídricos–ABRH, Editora da Universidade, UFRGS, Porto Alegre, RS, 1995.

TUCCI, Carlos E. M, **Modelos Hidrológicos**. Associação Brasileira de Recursos Hídricos–ABRH, Editora da Universidade UFRGS, Porto Alegre, RS, 2000.

TUCCI, Carlos E. M. **Gestão de águas pluviais urbanas**. Saneamento para todos, Programa de Modernização do Setor Saneamento – Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – Ministério das Cidades, Brasília, 2005.

USBR – U.S. BUREAU OF RECLAMATION “*Design of small Dams*” Cia. Editorial Continental S.A México, 1977.

VARGAS, H. C.; CASTILHO, A. L. Projetos, intervenções e dinâmica do lugar. In: VAZ, L. F.; SILVEIRA, C. B. **Intervenções em centros urbanos: objetivos, estratégias e resultados**. Barueri: Manole, 2006.

VILLAÇA. **Uma contribuição para a história do planejamento urbano no Brasil**. IN: DEAK, Csaba; SCHIFFER, Sueli Ramos. O processo de urbanização no Brasil, São Paulo, EDUSP, 2004

VITAL, Giovanna Damis. **Desenho Ambiental em Uberlândia: o caso do Córrego Lagoinha**. Dissertação (Mestrado). Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo na Universidade de São Paulo São Paulo-SP, 2003.