

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

***Avaliação hidrológica preliminar para subsidiar a
construção de cenários sobre o futuro da ocupação
humana na Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Gama e
do Córrego Cabeça de Veado - Distrito Federal.***

Maria Rita Souza Fonseca

Orientador: Professor Doutor Mário Diniz de Araújo Neto

Dissertação de Mestrado

Brasília-DF: Outubro / 2008

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

***Avaliação hidrológica preliminar para subsidiar a
construção de cenários sobre o futuro da ocupação
humana na Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Gama e
do Córrego Cabeça de Veado - Distrito Federal.***

Maria Rita Souza Fonseca

Dissertação de Mestrado submetida ao Departamento de Geografia da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Mestre em Geografia, área de concentração Gestão Ambiental e Territorial, opção Acadêmica.

Aprovado por:

Mário Diniz de Araújo Neto, Doutor (Universidade de Brasília, UnB)
Orientador

Ercília Steinke, Doutora em Ecologia (Universidade de Brasília)
(Examinador Interno)

Antônio José Andrade Rocha, Doutor
(Aposentado da Universidade de Brasília, UnB)
(Examinador Externo)

Brasília-DF, 24 de Outubro de 2008

FICHA CATALOGRÁFICA

FONSECA, MARIA RITA SOUZA

Avaliação hidrológica preliminar para subsidiar a construção de cenários sobre o futuro da ocupação humana na Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Gama e do Córrego Cabeça de Veado - Distrito Federal. 106 p, (UnB-GEA, Mestre, Gestão Ambiental e Territorial, 2008)

Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Departamento de Geografia.

- | | |
|----------------------|----------------------|
| 1. Gestão Ambiental | 2. Urbanização |
| 3. Balanço Hídrico | 4. Recursos Hídricos |
| 5. Cenário Ambiental | |
| I. UnB-GEA | II. Título (série) |

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação e emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Maria Rita Souza Fonseca

REFLEXÃO

ÁGUA

O poder desse elemento da natureza está ligado diretamente ao fluxo das emoções. Quando um homem ama a natureza está no caminho da evolução, mas, quando mergulha na essência da natureza (e a água faz parte dessa essência), trilha um caminho doloroso, porque busca a própria evolução, estando sempre diante de si mesmo. Neste caminho o homem sofrerá decepções e dificuldades e só os fortes superam e, quando isso acontecer, as águas os levarão ao bom lugar.

Leonardo Morelli

Participe do movimento pela natureza !!! Com a participação e comprometimento, novos valores surgem, a inteligência se desenvolve, o sentimento se fortifica e a alma cresce.

Agradeço à luz Divina, e na mesma intensidade agradeço em essência à pequena Maíra, à minha mãe e meu pai, irmãos João Jorge, Pedro Celso, Ana Carolina e Luiz Gustavo, amigas para sempre Naiara e Inaê, e ao coração que bate junto com meu, Paulo Lacerda.

Agradeço a dedicação da professora Ercília Steinke e ao Gustavo D'Angiolella, por suas inspirações, especialmente ao meu orientador pela paciência e responsabilidade, e Instituto Nacional de Meteorologia pela disponibilidade de informações climatológicas.

RESUMO

Um dos maiores problemas ambientais é a redução dos recursos naturais. A principal causa para a ocorrência dessa redução é a forma como se dá a ocupação humana em decorrência dos usos múltiplos da terra. Neste sentido, é observada uma desconexão entre padrão de ocupação e ambiente físico.

Esta pesquisa tem como foco a Bacia do Ribeirão do Gama e do Córrego Cabeça de Veado, situa-se na Bacia Hidrográfica do Lago Paranoá, parte central do Distrito Federal. Encontram-se inseridas nesta bacia: - ocupação urbana *Park Way*, quadras 15, 16, 18, 19, 20, 21 e 23; a Agrovila Vargem Bonita; a Reserva Ecológica e Científica da Fazenda Água Limpa – Universidade de Brasília; a Estação Ecológica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE; e a Reserva Biológica do Jardim Botânico.

No contexto em que é necessário usar os recursos hídricos de maneira sustentável, esta dissertação tem como objetivo geral construir cenários descritivos: exploratório extrapolativo e exploratório alternativo e, normativo ou desejado. O caminho escolhido para a construção destes cenários fundamentou-se na análise das alterações ambientais, interpretadas a partir das imagens de satélites, dos eventos pluviométricos, da variação da vazão e balanço hídrico nos anos de 1994, 1998, 2001 e 2005 da referida bacia.

Ao se avaliar os valores pluviométricos, de vazão e o balanço hídrico ficaram nítidos como os dados de vazão e balanço hídrico acompanham a tendência dos valores de precipitação. No período das chuvas os valores se elevam, enquanto que no período de seca há uma diminuição da quantidade de água no ciclo hidrológico. Mas uma leitura que se faz, a priori, é que a diminuição dos picos de vazão é muito mais intensa em proporção que a diminuição das médias de precipitações anuais, nos anos analisados (1994, 1998, 2001 e 2005), e as mesmas também apresentam bastante irregularidade quanto à frequência e a intensidade apontando para um quadro de alerta.

Como síntese, a pesquisa realizada indica que a ação antrópica sem planejamento sustentável pode ocasionar degradação ambiental nesta bacia. Assim, com o objetivo de elaborar possíveis cenários optou-se pelo uso das informações Socioambientais da bacia hidrográfica buscando identificar os elementos exógenos que podem influenciar os processos endógenos.

Diante dos resultados parece ser possível encontrar caminhos que aproximem as aspirações do decisor em relação ao futuro e, não apenas a representação de uma vontade ou de uma esperança (utopia) no sentido de construir um cenário normativo ou desejado. Assim, alguns seguimentos de recomendação podem ser apontados para a bacia em estudo, com a finalidade de aprimorar o sistema de planejamento territorial existente para o fortalecimento de uma gestão democrática e participativa.

Palavras – chave: Gestão Ambiental, Bacia Hidrográfica, Recursos Hídricos, Uso do Solo, Pluviometria, Balanço Hídrico e Cenários.

ABSTRACT

The scarcity of natural resources is one of the most acute environmental problems. Its major cause lies in the mode of human occupation resultant from multiple uses of soil. In this context, one may observe a discrepancy between the occupational model and the environment.

The present study focuses on the Ribeirão do Gama and Córrego Cabeça de Veado small catchment area, situated in Lago Paranoá Basin, central area of Federal District. That area includes: Park Way urban area, blocks 15, 16, 18, 20, 21 and 23; Rural Zone Vargem Bonita, Água Limpa Ecological and a Scientific Reserve (University of Brasília) Ecological Station of Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) and Jardim Botânico Biological Reserve.

In such a situation in which water resources must be used in a sustainable way, this dissertation aims to propose different scenarios, such as exploratory extrapolative and exploratory alternative, and a normative or a desirable one. The method chosen has been based on an analysis of environmental changes by means of interpreting satellite images, rainfall data, and the variation of rainfall in the years 1994, 1998, 2001, and 2005.

An analysis of the rainfall data reveals a clear relationship between water balance and rainfall variations. The initial interpretation points to the fact that the decrease of the rainfall peaks has been proportionally far higher than the decrease of the average annual precipitation rates in the years 1994, 1998, 2001, and 2005. Moreover, the former have also shown an alerting irregularity in terms of frequency and intensity.

On the scope of synthesis, the research shows that the human action devoided of sustainable planning has resulted in a degradation of environment in the small catchment area. Thus, we have opted for the use environmental informations, as a means of identifying exogenous elements which may influence physical processes in the study area.

Considering the results of the research, it appears feasible to envisage ways of bringing closer the decision-maker's aspirations in relation the future, rather than a representation of a desire or a hope (utopia) to create a normative or desirable scenario. Thus, certain recommended actions for the study small catchment area can be highlighted in order to improve the existing territorial planning and to reinforce a democratic and participative model of governance.

Key words: environmental governance, catchment area, hydric resources, soil usage, pluviometry, rainfall scenarios.

SUMÁRIO

Lista de Figuras	
Lista de Fotos	
Lista de Tabelas	
Lista de Mapas	
Lista de Gráficos	
Lista de Siglas	
Apêndice	
Anexo	
INTRODUÇÃO.....	1
I. REVISÃO DA LITERATURA.....	6
1.1. Recursos Hídricos no Contexto Ambiental.....	6
1.2. Bacias Hidrográficas como Unidade de Planejamento.....	9
1.3. Urbanização e Recursos Hídricos.....	11
1.4. Influência da Urbanização no Ambiente Natural.....	17
1.4.1. Balanço Hídrico.....	17
1.5. Evolução dos Estudos de Cenários.....	20
II. ASPECTOS FÍSICOS E BIÓTICOS DO DISTRITO FEDERAL – EM FOCO A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DO GAMA E DO CÓRREGO CABEÇA DE VEADO.....	23
2.1. Caracterização da Rede Hidrográfica do Distrito Federal.....	23
2.2. Relevo.....	24
2.3. Unidades Geológicas e Hidrogeológicas.....	25
2.4. Pedologia.....	28
2.5. Cobertura Vegetal.....	30
2.6. A Bacia Hidrográfica Ribeirão do Gama e do Córrego Cabeça de Veado.....	33
2.6.1. Localização e Características.....	33
III. MATERIAIS E MÉTODOS.....	39
3.1. Material.....	40
3.2. Procedimento Metodológico.....	41

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44
4.1. Avaliação Temporal do Uso e Ocupação da Terra	44
4.2. Avaliação da Variação da Precipitação, Vazão Hídrica.....	51
4.2.1. Caracterização da distribuição temporal da chuva no Distrito Federal	51
4.2.2. Caracterização da variação temporal da chuva no período de 1994 a 2005	52
4.2.3. Avaliação preliminar da variação da vazão hídrica na Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Gama e do Córrego Cabeça de Veado no período de 1994 a 2005.....	54
4.3. Avaliação Temporal da Variação do Balanço Hídrico na Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Gama e do Córrego Cabeça de Veado no período de 1994 a 2005.....	57
V. CAMINHOS PARA A ELABORAÇÃO DE CENÁRIOS DA BACIA EM ESTUDO	61
5.1. Cenário Exploratório Extrapolativo, Exploratório Alternativo e Normativo ou Desejado	62
VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS	67
6.1. Recomendações e Conclusões	69
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71

Lista de Figuras

Figura 1 - Representação esquemática dos processos hidrológicos qualitativos em uma bacia hidrográfica florestada (modificado de Lima, 1996. 215p.).....	8
Figura 2 – Área de Sensibilidade Ambiental (MELO, 1999).	14
Figura 3 – Características do Balanço Hídrico em uma Bacia Urbana (OECD, 1986).	18
Figura 4 – Fluxograma Metodológico – Adaptado de LIBAULT (1994)	39

Lista de Fotos

Foto 1 – Campo de Murundus. Fonte: Maria Rita 2007	29
Foto 2 – Cerrado <i>sensu stricto</i> . Fonte: Maria Rita 2007.	30
Foto 3 – Área de Solo Exposto. Fonte: Maria Rita, 2007.....	31
Foto 4 – Zona Ripária. Fonte: Maria Rita 2007.....	32
Foto 5 – Estrada de Ferro e Impactos na Cabeceira do Córrego Mato Seco. Fonte: Maria Rita 2007.	36
Foto 6 – Buritizal e Vereda. Fonte: Maria Rita 2007	46
Foto 7 - Chácaras Existentes nas Bordas do Córrego Mato Seco. Fonte: Maria Rita, 2007.....	67

Lista de Tabelas

Tabela 1– Uso do Solo, segundo área total e tipo de ocupação, em 1994, 1998, 2001 e 2005.	44
Tabela 2– Descrição dos Tipos de Ocupação do Solo na Bacia do Ribeirão do Gama e Córrego Cabeça de Veado.....	46
Tabela 3 - Avaliação Socioambiental da Bacia Hidrográfica do Córrego do Gama e Ribeirão Cabeça de Veado.	63

Lista de Mapas

Mapa 1 – Geomorfológico – Bacias Hidrográficas do Distrito Federal	24
Mapa 2 – Compartimentação Geomorfológica do Distrito Federal	26
Mapa 3 – Geológico Simplificado do Distrito Federal	27
Mapa 4 – Síntese das Coberturas de Solos do Distrito Federal	28
Mapa 5 - Localização da área de estudo - Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Gama e do Córrego Cabeça de Veado.	35
Mapa 6 - Imagem de Satélite <i>Landsat TM</i> 1994 da Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Gama e do Córrego Cabeça de Veado.....	47
Mapa 7 - Imagem de Satélite <i>Landsat TM</i> 1998 da Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Gama e do Córrego Cabeça de Veado.....	48
Mapa 8 - Imagem de Satélite <i>Landsat TM</i> 2001 da Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Gama e do Córrego Cabeça de Veado.....	49
Mapa 9 - Imagem de Satélite <i>Landsat TM</i> 2005 da Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Gama e do Córrego Cabeça de Veado.....	50

Lista de Gráficos

Gráfico 1 – Distribuição Anual dos Totais Mensais, - Estação Brasília – Período: 1961–1990.....	51
Gráfico 2 – Total anual de precipitação para Brasília, no período de 1994 a 2005.....	52
Gráfico 3 – Precipitação Pluviométrica Mensal, em mm, 1994.....	55
Gráfico 4 – Precipitação Pluviométrica Mensal, em mm, 1998.....	53
Gráfico 5 – Precipitação Pluviométrica Mensal, em mm, 2001.....	55
Gráfico 6 – Precipitação Pluviométrica Mensal, em mm, 2005.....	53
Gráfico 7 – Totais de precipitação com a vazão hídrica da Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Gama e do Córrego Cabeça de Veado, DF.....	55
Gráfico 8 – Vazão, em m ³ /s, 1994.....	58
Gráfico 9– Vazão, em m ³ /s, 1998.....	56
Gráfico 10 – Vazão, em m ³ /s, 2001.....	58
Gráfico 11 – Vazão, em m ³ /s, 2005.....	56
Gráfico 12 – Balanço hídrico climatológico da região de Brasília, DF. Normal Climatológica 1961 – 1990.....	57
Gráfico 13 – Balanço Hídrico Climático da bacia hidrográfica, 1994.....	61
Gráfico 14 - Balanço Hídrico Climático da bacia hidrográfica, 1998.....	60
Gráfico 15 - Balanço Hídrico Climático da bacia hidrográfica, 2001.....	61
Gráfico 16 - Balanço Hídrico Climático da bacia hidrográfica, 2005.....	60

Lista de Siglas

ACPW – Associação Comunitária do *Park Way*

APA – Área de Preservação Ambiental

APP – Área de Preservação Permanente

CODEPLAN – Companhia de Desenvolvimento do Distrito Federal

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

DF – Distrito Federal

DNPM – Departamento Nacional de Prospecção Mineral

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia

OCDE – Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico

PDOT – Plano Diretor de Ordenamento Territorial

PNMA – Política Nacional do Meio Ambiente

PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

SICAD – Sistema Cartográfico do Distrito Federal

SMPW – Setor de Mansões *Park Way*

SNUC – Sistema Nacional de Unidade de Conservação

UNESCO – *United Nations Educational Scientific and Cultural Organization*

UNPIN – *United Nations Population Information Network*

O espaço geográfico nada mais é do que um suporte de um sistema de relações derivado da dinâmica do meio físico e da ação das sociedades que o utiliza em conformidade com seu grau de desenvolvimento econômico e social [...]. É, em síntese, o tecido que reflete a espessura histórica de uma civilização. (DOLFUSS, 1970)

INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos são ativos ambientais sensíveis no contexto do funcionamento dos ecossistemas porque é o primeiro dos bens naturais a sofrer deteriorações provocadas pelas atividades humanas. (Fórum Internacional Ambiental, 2002). De maneira ativa ou passiva, direta ou indiretamente, a água é necessária para a realização de quase todos os processos em que o homem está envolvido, inclusive, e principalmente, o próprio processo vital. A amplitude das alterações fruto dessas atividades dá a medida de tal vulnerabilidade.

Convém ressaltar que a sustentabilidade de um ecossistema não consiste na mera relação entre recursos disponíveis e seus usos chamados racionais. Trata-se de considerar uma “sustentabilidade difusa” na qual a economia leve em conta a ecologia porque, em última análise, não se trata de produzir e acumular riquezas descartáveis, mas, acima de tudo, o objetivo é atender às necessidades dos sistemas vivos, entre os quais se inclui a espécie humana, com perspectiva de sobrevivência e bem-estar de toda a Terra.¹

A água é o recurso natural mais intensamente utilizado pelo homem, na atualidade, estima-se que o seu consumo decorrente das atividades humanas tenha ultrapassado 5.000 Km³/ano em 1999 (UNPIN – *United Nations Population Information Network*). Para a sociedade humana, a água está diretamente associada à saúde e ao conforto das populações, já que as

¹ Fórum Internacional Ambiental, 2002.

propriedades deste recurso permitem usos e funções múltiplas, essenciais ao modelo de desenvolvimento atual.

Em geral, no Distrito Federal, o intenso processo de ocupação do território, decorrente dos fluxos migratórios, do crescimento populacional e do desenvolvimento sócio-econômico têm engendrado alterações na paisagem natural, como o desmatamento e o desenvolvimento dos processos erosivos, acarretando redução das reservas de água do solo e conseqüente diminuição da oferta hídrica.

Esta dissertação é desenvolvida em VI capítulos. No capítulo I aborda-se os recursos hídricos no contexto ambiental apresentando o ciclo hidrológico; considera-se a bacia hidrográfica como unidade de planejamento, associando-se as preocupações ambientais às estratégias de desenvolvimento sustentável com possibilidades de se construir um meio viável de aplicação de uma política preventiva.

Em seguida apresenta-se o estudo da urbanização e os recursos hídricos, que constituem um universo amplo de possibilidades de pesquisa, pois a urbanização sem planejamento acaba por trazer uma série de impactos negativos de natureza física, social e cultural.

No capítulo II procurou-se conhecer, em uma escala local, a bacia hidrográfica, tendo-se como referência os aspectos físicos e bióticos do Distrito Federal, destacando-se a sua importância por estar localizada na parte central do Distrito Federal e por ser Zona Núcleo da Biosfera do Cerrado – Fase 1.

A partir da espacialização da bacia (mapa 5), fica nítida a importância da Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Gama e Córrego Cabeça de e Veado, por estar localizada em uma Área de Proteção Ambiental – APA.

Utilizando a metodologia desenvolvida por André LIBAULT (1994), apresenta-se no capítulo III o fluxograma que evidencia as seguintes etapas: compilação, correlação e semântica. Inicialmente, apresentam-se os materiais referentes aos “dados espaciais” tabulados e mensurados e os “não-espaciais” coletados, os quais serão avaliados e cruzados.

No capítulo IV serão avaliados o uso e ocupação da terra a partir das imagens de satélites dos anos de 1994, 1998, 2001 e 2005, a variação da precipitação e vazão hídrica e o balanço hídrico da bacia no mesmo período com o objetivo de cruzar estas informações para posterior mensuração das mudanças ocorridas, que irão subsidiar a elaboração de cenários futuros.

No capítulo V, utiliza-se o estudo da semântica – fase interpretativa, na qual se chega aos resultados das mudanças e/ou transformações ocorridas no tempo e no espaço, apropriando-se do saber teórico, da interpretação das imagens, e dos dados selecionados e correlacionados. Corresponde à etapa de estudo integrado (síntese). Em seqüência serão elaborados os cenários descritivos: exploratório extrapolativo, exploratório alternativo e normativo ou desejado.

Nas considerações finais, como síntese da pesquisa realizada e segundo a interpretação das imagens de satélites, conclui-se que a ação antrópica sem planejamento sustentável pode ocasionar degradação ambiental na Bacia do Ribeirão do Gama e Córrego Cabeça de Veado. A leitura que se faz, *a priori* é que os valores da vazão acompanham a diminuição das médias de precipitações anuais, nos anos analisados, e as mesmas apresentam bastante irregularidade quanto à freqüência e a intensidade.

Finalmente serão apresentadas algumas recomendações para a bacia em estudo, com a finalidade de aprimorar o sistema de planejamento territorial existente, visando o fortalecimento de uma gestão democrática e participativa, fundamentando as aspirações do decisor em relação ao futuro e não apenas a representação de uma vontade ou de uma esperança (utopia).

JUSTIFICATIVA

O bioma “cerrado”, que ocupa a maior parte do Planalto Central do Brasil, constitui o berço dispersor das águas, tornando-se uma região estratégica, para onde devem ser direcionados todos os esforços no sentido da conservação e recuperação dos seus sítios naturais formadores de bacias hidrográficas importantes. É neste bioma que se localiza o Distrito Federal, onde o intenso processo de ocupação, decorrente dos fluxos migratórios, do crescimento populacional e do desenvolvimento socioeconômico têm feito com que inúmeros impactos desencadeados ao longo do tempo, degradem os recursos hídricos superficiais locais.

Em escala geográfica mais detalhada, um exemplo emblemático ocorre em algumas bacias hidrográficas, onde se supõe que suas vertentes, quando ocupadas de forma desordenada, podem comprometer a quantidade de suas águas, como é o caso da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Gama e do Córrego Cabeça de Veado.

A bacia a ser estudada foi escolhida por estar contida no bioma cerrado, localizada na APA Gama e Cabeça de Veado - Distrito Federal, e engloba o maior número de áreas de preservação, ou proteção dentro do seu território, pertencentes a diversas instituições federais e distritais. Além disso, há ocupação urbana e rural, constituindo-se em uma unidade de estudo singular, e de grande importância, por ser formada de nascentes que contribuem para a formação do Lago Paranoá. Outro argumento é por estar inserida em na Zona Núcleo da Biosfera do Cerrado – Fase 1 (UNESCO, 2000), e por estar localizada em uma área de APA, onde as ocupações humanas devem ser prioritárias nas análises socioambientais.

Com algumas observações realizadas na Bacia Hidrográfica Ribeirão do Gama e do Córrego Cabeça de Veado, durante a disciplina Urbanização e Meio Ambiente, em relação ao atual uso da terra na Bacia Hidrográfica, percebeu-se que as ocupações se dão em áreas próximas aos córregos, dessa forma, futuramente, a quantidade dos recursos hídricos sofrerá influências.

OBJETIVOS

No contexto em que é necessário usar os recursos hídricos de maneira sustentável, pressupõe-se entre outras ações, o entendimento do comportamento hídrico, a partir da interface terra-água, levando em consideração a bacia hidrográfica como unidade de planejamento. Partindo dessa premissa, este estudo tem como objetivo geral construir cenários descritivos: exploratório extrapolativo, exploratório alternativo e, normativo ou desejado, uma vez que a área em estudo está sob constante pressão por instituições públicas vinculadas ao planejamento territorial.

No escopo da pesquisa também está previsto como objetivo específico a avaliação temporal da ocupação da terra; caracterização da distribuição temporal da chuva no Distrito Federal; avaliação preliminar da variação na vazão hídrica e avaliação temporal do balanço hídrico nos anos de 1994, 1998, 2001 e 2005 da Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Gama e Córrego Cabeça de Veado, - DF.

Espera-se, a partir dos resultados, oferecer aos atores públicos e privados envolvidos na gestão dos recursos hídricos, os meios para melhor avaliarem as conseqüências de suas ações prevendo a ocorrência de possíveis problemas de escassez de água, assoreamento dos corpos hídricos. Essa situação apresenta graves conseqüências para o sistema hídrico, que atualmente já se apresenta com viés de alerta, em virtude da expansão urbana.

Paralelamente, aos cenários, e para garantir a quantidade apropriada dos recursos hídricos, é indispensável o planejamento de ações eficientes que permitam o gerenciamento de bacias hidrográficas, como um todo. E para tal, se faz necessário considerar a variedade dos usos e ocupações, avaliando os mais variados tipos de dados espaciais (exemplos: características da rede hidrográfica, relevo, unidades geológicas e hidrogeológicas, uso do solo e cobertura vegetal, pedologia e geomorfologia) e não espaciais (exemplos: valores pluviométricos, vazão e balanço hídrico) que justifiquem e embasem uma tomada de decisões para um manejo sustentável.

I. REVISÃO DA LITERATURA

Nesta dissertação são apresentados os seguintes conceitos: gestão de bacias hidrográficas, ciclo hidrológico, vazão hídrica e balanço hídrico. Apresentam-se também considerações sobre o tema central do trabalho: a urbanização (elementos naturais modificados) em relação à vazão e a pluviometria na área em estudo, como caminhos para a elaboração de cenários.

1.1. Recursos Hídricos no Contexto Ambiental

O grande acontecimento natural responsável pela renovação das águas é o ciclo hidrológico, ativado pela energia solar, pelo qual as águas são evaporadas e precipitadas sobre mares e continentes, em um ciclo interminável, que provoca a circulação e purificação da água. Todos os anos, aproximadamente 110.000 km³ de água são precipitados sobre os continentes, dos quais cerca de 70.000 km³ evaporam, retornando à atmosfera, e 40.000 km³ se dividem em escoamento superficial e subterrâneo, de modo que esses 40.000 km³ são, em média, o limite máximo renovável em um ano, no mundo. A quantidade que vai para os aquíferos subterrâneos irá alimentar os cursos d'água superficiais na estiagem (REBOUÇAS, 1997).

A distribuição dos recursos hídricos varia, tanto espacialmente, quanto temporalmente. A sua variabilidade dentro do ano e ao longo do tempo, conforme a condição climática promove eventos naturais de situações extremas de enchentes e secas, que podem ser agravadas ou mitigadas artificialmente pela ação antrópica (por um lado, prejudiciais, em virtude da impermeabilização do solo, desflorestamentos e outras ações deletérias, e, por outro, mitigadoras por meio de diques de proteção, reflorestamento, irrigação e outras ações) (LEAL, 1998).

Os fenômenos do ciclo hidrológico, em suas fases terrestre e fluvial são intimamente relacionados aos componentes do meio ambiente, como cobertura vegetal, declividade e características geológicas. Alterações em qualquer um desses componentes, conseqüentemente, influenciarão no ciclo hidrológico e vice-versa.

Uma característica importante da água, fundamental em qualquer abordagem que se faça desse recurso, diz respeito ao seu deslocamento espacial nos cursos d'água. Assim, a mesma água pode ser usada por diversos usuários em seu trajeto e é influenciada pelas características e atividades das várias regiões por onde passa. Ademais, serve de transporte para as substâncias despejadas nos leitos dos rios. Tal propriedade cria relações de interdependência entre os trechos de montante e jusante, tanto do ponto de vista dos fenômenos físicos quanto de relações entre usuários. Ou seja, qualquer ocorrência em um trecho da bacia, natural ou não (enchentes, desmatamentos, captações, despejos, etc.) pode influenciar nas características da água em outros trechos. Os resultados, em alguns casos, podem ser percebidos somente a jusante da ocorrência como normalmente se dá no caso de despejos de efluentes, enquanto determinadas interferências também podem ser sentidas a montante (remansos provocados por barramentos, instalação de pontes, etc.) (LEAL, 1998). Figura 1.

O desmatamento de uma área da bacia, por exemplo, pode alterar o ciclo hidrológico, modificando tanto as proporções de água infiltrada ou escoada quanto velocidade desse escoamento, induzindo mudanças no regime e diminuindo a recarga dos aquíferos subterrâneos. Esses fenômenos, por sua vez, podem intensificar processos erosivos no solo, com carreamento de sedimentos para os cursos d'água, além de possível alteração da capacidade de absorção de poluentes, em decorrência das alterações do regime. Os fenômenos estão interligados e estão em geral em frágil equilíbrio.

Existe grande interação e interdependência dos recursos hídricos com os demais componentes do meio ambiente, especialmente no que se refere à ocupação do solo: uso urbano, com lançamentos de esgotos, deposição do lixo, captações para abastecimento, impermeabilização do solo; uso industrial, com lançamentos de poluentes e captações; uso rural, com irrigação, carreamento de fertilizantes, agrotóxicos, matéria orgânica e contaminação do lençol freático; desflorestamentos, que provocam carreamento de sedimentos, erosão de encostas e assoreamentos de cursos d'água; aproveitamentos minerais, com despejos de rejeitos e metais pesados e modificação do leito dos rios.

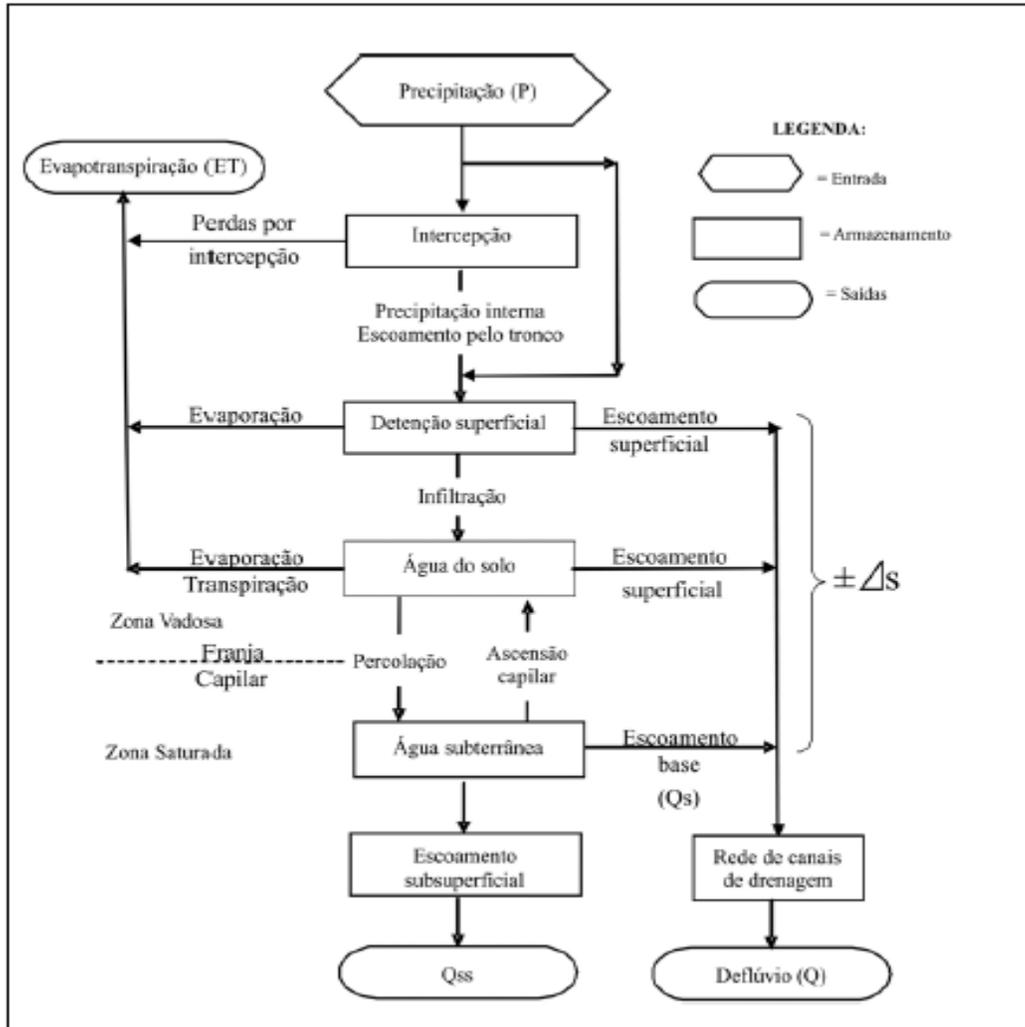


Figura 1 - Representação esquemática dos processos hidrológicos qualitativos em uma bacia hidrográfica florestada (modificado de Lima, 1996. 215p.)

Quando se consideram todas essas relações, as condições da água podem ser vistas como um bom indicador da situação de toda a bacia, sendo uma espécie de sintetizador dos diversos componentes do meio ambiente. Práticas deletérias ao meio ambiente e a ocupação inadequada do solo de, alguma maneira, acabam em geral por se refletir nas condições da água.

1.2. Bacias Hidrográficas como Unidade de Planejamento

A bacia hidrográfica, tida como o palco principal onde acontecem as interações ambientais, é considerada a unidade territorial mais adequada por alguns especialistas para a gestão não somente dos recursos hídricos, mas também, para uma gestão ambiental integrada que busque adotar práticas sustentáveis, sob aspectos físicos e econômicos. Isto porque a água participa da maioria das intenções ambientais, seja fazendo parte dos organismos, seja como receptora de substâncias nos corpos d'água. (FERNANDES; SILVA, 1994)

Pode também ser considerada como integralizadora das condições do meio ambiente. A divisão de uma bacia em sub-bacias permite a pontualização de problemas difusos, tornando mais fácil identificação de problemas de degradação de recursos naturais, e processos de degradação ambiental instalados e o grau de comprometimento da produção sustentada existente. (FERNANDES; SILVA, 1994)

Segundo ARAÚJO NETO (1995), as bacias hidrográficas são áreas da superfície terrestre onde ocorre a drenagem da água, transporte de sedimentos e material dissolvido para um ponto comum do rio chamado foz ou embocadura. (...) Uma definição mais precisa considera as bacias hidrográficas vistas como sistemas abertos, em termos de entrada (de chuvas e radiação solar) e saídas (representadas pelas descargas dos rios e evaporação).

A Bacia Hidrográfica refere-se a uma compartimentação geográfica natural delimitada por divisores de água (SOUZA; FERNANDES, 2000), drenada superficialmente por um curso d'água principal e seus afluentes. Cada bacia hidrográfica interliga-se com outra de ordem hierárquica superior, constituindo, em relação à última, uma sub-bacia. A bacia hidrográfica, como unidade hidrográfica² de intervenção, é uma das alternativas de estabelecimento do sistema a ser gerenciado.

² Utiliza-se o termo Unidade Hidrográfica conforme empregado o Sistema de Informação Cartográfica do Distrito Federal

A Lei 9.433/97 estabelece que “a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do poder público, dos usuários e das comunidades”. A gestão compartilhada é um pilar fundamental da gestão ambiental sustentável, chegando a ser referida “como a única maneira provável de ultrapassar os limites da gestão pública estática e da privatização” (MAGALHÃES JÚNIOR, 2007)³

- Importância da Mata Ciliar

Levando em conta a integridade da sub-bacia hidrográfica, a mata ou floresta ciliar é um componente de fundamental importância para sua manutenção, devido às diversas funções e por sua ação direta em uma série de processos importantes para a estabilidade da sub-bacia. Estas matas ocupam as áreas mais dinâmicas da paisagem, tanto em termos hidrológicos, como ecológicos e geomorfológicos. Estas áreas têm sido chamadas de Zona Ripária. (MORING *et al.*, 1985)

A zona ripária está ligada ao curso d'água, mas seus limites não são facilmente demarcados, devido à planície de inundação. Os processos físicos que moldam continuamente os leitos dos cursos d'água, que vão desde intervalos de recorrência curtos das cheias anuais até fenômenos mais intensos de enchentes decenais e seculares, impõem, também, a necessidades de se considerar um padrão temporal de variação da zona ripária. (MORING *et al.*, 1985)

Devido à elevada frequência de alterações que ocorrem na zona ripária, a vegetação que ocupa normalmente esta zona (mata ciliar) deve, em geral, apresentar uma alta variação em termos de estrutura, composição e distribuição espacial. Esta variação deve ocorrer ao longo do curso d'água, refletindo variações de microssítios resultantes da dinâmica dos processos fluviomórficos, que resultam em trechos característicos de deposição de sedimentos, assim como trechos característicos de erosão fluvial.

³ Gestão descentralizada é aqui compreendida como a que não se limita ao poder político central de um país ou região, mas se distribui entre diferentes organismos e instâncias decisórias de diferentes unidades espaciais, incluindo os níveis locais mais próximos do cidadão (município, bairro, bacia hidrográfica etc.)

Do ponto de vista ecológico, as zonas ripárias têm sido consideradas como corredores extremamente importantes para o movimento da fauna ao longo da paisagem, assim como para a dispersão vegetal. Além das espécies tipicamente ripárias, nelas ocorrem também espécies típicas de terra firme, e as zonas ripárias, desta forma, são também consideradas como fontes importantes de sementes para o processo de regeneração natural (TRIQUET *et al.*, 1990), (GREGORY *et al.*, 1992).

Esta função ecológica já é, sem dúvida, razão suficiente para justificar a necessidade de conservação das zonas ripárias. A isto, deve-se somar a função hidrológica das zonas ripárias na manutenção da integridade da unidade hidrográfica, representada por sua ação direta em uma série de processos importantes para a estabilidade hidrológica da microbacia, para a manutenção da qualidade e da quantidade de água, assim como para a manutenção do próprio ecossistema aquático.

1.3. Urbanização e Recursos Hídricos.

Um aspecto diferencial que marca a criação do Distrito Federal diz respeito à propriedade das terras por parte do poder público. Na implantação das principais ações estratégicas de planejamento urbano havia a primazia do agente estatal. Os planos públicos se sucederam em momentos distintos⁴ e se tornaram meios para a retomada da ordenação territorial pelo Estado, visto que a imensa migração moldou o espaço à sua própria dinâmica.

A ocupação territorial do Distrito Federal, desde o seu nascedouro, apresentou conflitos e contradições, que sempre serão um desafio à investigação da pesquisa urbana atual. Compreende um aglomerado urbano em processo de metropolização que, fora das suas peculiaridades de ser Distrito Federal, segue o padrão de metropolização corrente nas cidades latino-americanas. (SILVEIRA, 1999)

⁴ O Plano Piloto de Lúcio Costa vencedor do concurso público em 1957, o Plano Estrutural de Organização Territorial do DF (PEOT – 1977), o Plano do Ordenamento Territorial (POT – 1985), o o projeto Brasília Revisitada (1987) que define o Plano Piloto de Brasília com "Patrimônio Cultural da Humanidade" pela UNESCO, o Plano de Ocupação e Uso do Solo do DF POUISO – (1989) e o Plano Diretor de Ordenamento Territorial do DF (PDOT – 1992) e sua revisão em 1996.

Nesse aglomerado urbano, há uma concentração de atividades, população e investimento público. A maior parte dos problemas urbanos decorrentes dessa aglomeração foi atendida por meio de políticas públicas elaboradas, no âmbito de uma tecnocracia centralizada altamente compartimentalizada, praticada pelo Governo do Distrito Federal – GDF.

A realidade que se apresenta é de uma metrópole em formação, com ocupação urbana dispersa em todo o território do Distrito Federal, que extrapola seus limites políticos/administrativos e abriga uma população de mais de dois milhões de habitantes, segundo Miragaya e Cordeiro⁵.

Brasília, cidade concebida nos moldes do urbanismo moderno, capital nacional, centro político e de decisões, pólo indutor de crescimento, imprimiu, inicialmente, uma dinâmica própria na ocupação do quadrilátero do Distrito Federal. Além desses atributos, a Capital Federal possui um elenco de particularidades que são exclusivamente relacionadas a seguir: o papel do Estado na concepção, na construção e no controle do seu território; a condição política e administrativa do Distrito – Estado e município; a propriedade das terras e controle imobiliário pelo Estado; o tombamento como Patrimônio Cultural da Humanidade – estabelecido pela Unesco, condição única – pelos seus 37 anos – no cenário mundial da urbanização mundial; reserva da biosfera; capital da Agenda XXI.

- Conflitos, Contradições e Degradação Ambiental

A propriedade pública das terras não garantiu, no entanto, a ocupação democrática do território; quando as conseqüências das migrações começaram a ameaçar o projeto da “cidade mãe”, o Estado reagiu criando espaços para alojar os migrantes.

Nesse sentido a preocupação maior foi a elaboração de um planejamento integrado/compreensivo dentro desse território, por ser esta região um centro dispersor de águas onde ocorre um número elevado de nascentes de diferentes bacias hidrográficas (MELLO, 1999).

⁵ Júlio Miragaya e Luiz Cordeiro, *Delimitação do espaço metropolitano de Brasília*, p. 44.

As conseqüências sociais e ambientais desta dinâmica populacional estão, majoritariamente, relacionadas à falta ou à insuficiência de infraestrutura e serviços urbanos, contribuem para a redução da qualidade de vida das comunidades de baixa renda, em especial. Os impactos resultam em transtornos de natureza urbana e de saúde pública, em especial para as populações dos assentamentos. Assim, já no início dos anos 70, a degradação ambiental é uma preocupação, embora, nesse momento, ainda, era direcionada ao abastecimento de água potável e a conservação do Lago do Paranoá.

Atualmente a dinâmica populacional, que vem se expressando a uma velocidade muito maior do que a própria capacidade de implementação dos planos é agravada pela existência de outros processos de não-regulação, pelo Estado e das ações da própria comunidade. Desde os anos 90 ocorre acelerada transformação de áreas rurais em chácaras de uso urbano, aumento do déficit de infra-estrutura e de serviços urbanos, redução das condições de habitabilidade, aparecimento de grandes extensões de solo exposto que reforçam a ocorrência de assoreamento dos ribeirões e córregos pelo impacto gerado por alguns vetores urbanos como o parcelamento dos lotes no *Park Way*.

Dados divulgados pelo extinto Instituto de Ecologia e Meio Ambiente do Distrito Federal (IEMA, 1995) confirmam que “Cerca de 10% do território local destina-se à ocupação urbana. Característica muito comum é a localização de manchas urbanas em *Áreas de Sensibilidade Ambiental* que apresentam condições naturais impróprias para densa ocupação. São áreas de alto risco à erosão advinda das condições geológicas e geomorfológicas e também a impermeabilização das cabeceiras de drenagem, processos esses agravados pela perda contínua da área de vegetação natural. A Estação Ecológica de Águas Emendadas, Parque Nacional de Brasília e a APA Gama e Cabeça de Veado compõem as Áreas de Sensibilidade Ambiental. A figura 2 identifica as Áreas de Sensibilidade Ambiental

O Plano Diretor (PDOT/92) “determinou estratégias de reorganização espacial, definiu as diretrizes de uso e ocupação do solo e um sistema de

planejamento ancorado em Planos Diretores Locais e em Conselhos Locais que deveriam exercer o controle social do uso do espaço”. Entre 1996/97, o governo local revisa o PDOT e “fundamenta as modificações propostas em princípios de autonomia e na maior integração das cidades, com o objetivo de possibilitar a participação das comunidades e o exercício da cidadania”.

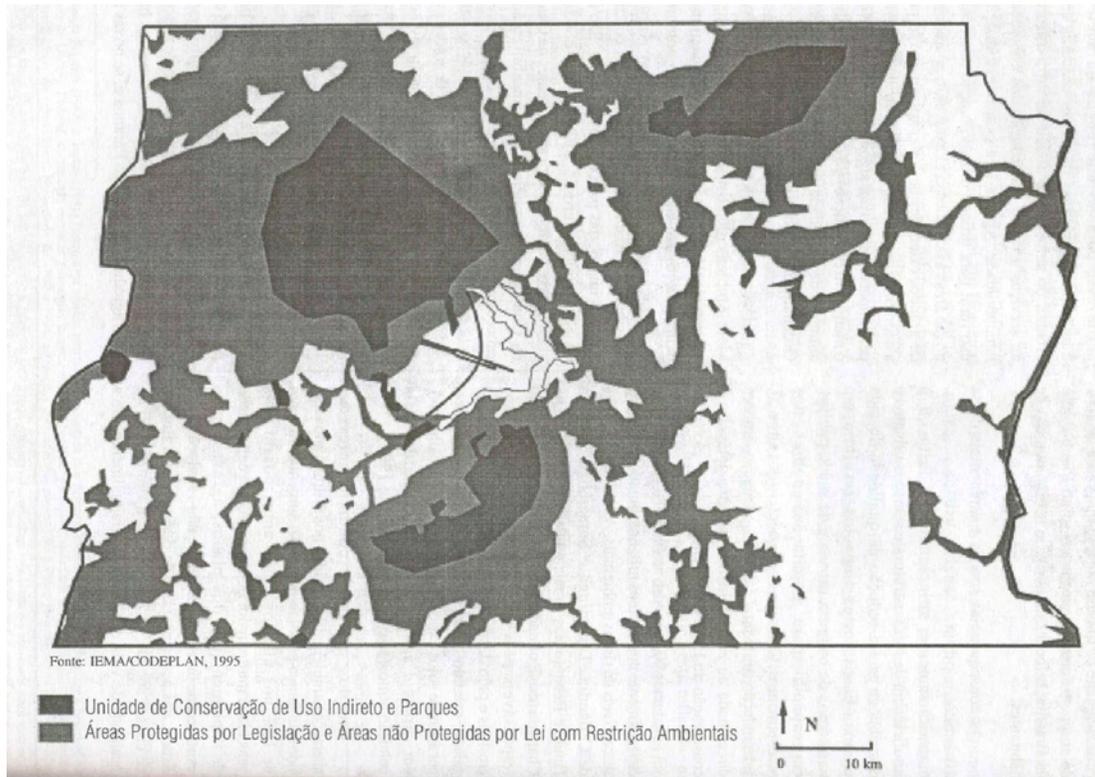


Figura 2 – Área de Sensibilidade Ambiental (MELO, 1999).

Na visão de (MELO, 1999) todo esse processo guarda uma semelhança com o que ocorre em outras grandes cidades brasileiras e de pouca valia tem sido a estrutura jurídica e institucional já consolidada pelo Estado. Há leis que regulam o uso dos ecossistemas locais, dos recursos naturais e do solo urbano e rural, suficientes para garantir a qualidade ambiental nesses espaços. Mas, o próprio Estado age de maneira omissa e muitas vezes como o principal agente degradador. As leis dão ao Executivo o poder de polícia, mas, este não o exerce – não fiscaliza, não monitora os padrões exigidos, as instituições governamentais não seguem as indicações técnicas e recomendações dos

estudos de impactos no meio ambiente e seus respectivos relatórios (EIA/RIMAs).

Apesar de todo esse processo, conflituoso e contraditório, e do debate público, as cidades, os assentamentos e os parcelamentos irregulares continuam o seu caminho de consolidação. Cabe ao Estado, em seus vários papéis, consolidar ou reprimir tendências e estímulos. Diante desta complexidade é preciso ser criativo na solução dos problemas ambientais. Faz-se necessário o uso de instrumentos técnicos e metodologias urbano-ambientais, que levadas ao conhecimento das populações, induzirá o debate, a participação efetiva e o comprometimento da comunidade local e regional, ao possibilitar a busca de alternativas para a conservação e o desenvolvimento sustentável, praticando ações para minimizar os impactos sociais, especialmente no que diz respeito aos recursos hídricos.

Nos últimos anos, tornou-se de conhecimento público a adoção da bacia hidrográfica como unidade de gerenciamento ambiental. Os princípios gerais e os mecanismos de gestão de bacias hidrográficas constituem a Declaração de Morélia (1996, Morélia, México, Rede Internacional dos Organismos de Bacia – RIOB) e da Agenda 21 demonstrando a importância mundial do tema. Em substituição ao Código das Águas, em vigor desde 1934, o Brasil acompanhando essa tendência mundial sanciona, em 08/01/97, a Lei 9433, lei das Águas e estabelece um sistema de gerenciamento, cria os comitês de bacias hidrográficas e suas agências de águas, adequando o instrumento legal ao conceito de que a água é um recurso natural finito e estratégico.

No Distrito Federal, a Lei 353/92 instituiu a bacia hidrográfica como unidade básica do planejamento territorial. Em 1993, a lei 512, instituída pelo Sistema de Gerenciamento Integrado dos Recursos Hídricos e a Política de Recursos Hídricos visam ao controle do uso da água, por meio da promoção de ações integradas nas bacias hidrográficas, para o tratamento de efluentes, de esgotos urbanos industriais e outros, antes do lançamento nos corpos d'água.

No entanto, apesar desses avanços jurídicos, entre 96 e 97, optou-se por tornar como unidade de planejamento as divisões administrativas. Isto foi

um retrocesso em termos de gestão ambiental urbana, pois desconsidera, principalmente, o fator que fundamenta a necessidade de um planejamento integrado/compreensivo no que diz respeito à gestão dos recursos hídricos no DF - a localização deste território em uma região caracterizada como um centro dispersor de drenagem radial, - onde ocorre um número elevado de nascentes de pequeno porte de diferentes bacias hidrográficas brasileiras.

Mais recentemente a política do Ministério do Meio Ambiente instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza, que estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação (SNUC, 2002). A área da pesquisa constitui o grupo das Unidades de Uso Sustentável – Área de Proteção Ambiental – APA.

A Área de Proteção Ambiental é uma área em geral extensa, com um certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais, sendo constituída por terras públicas e privadas (SNUC, 2002).

O planejamento governamental (que inclui, portanto, o planejamento microrregional) é o processo de construção de um projeto coletivo capaz de implementar as transformações que levam ao futuro desejado, como uma proposta convergente dos atores e agentes que organizam as ações na perspectiva do desenvolvimento sustentável. Por isso, o planejamento é sempre um processo político. No entanto, ele é também um processo ordenado e sistemático de decisão, o que lhe confere uma conotação técnica e racional de formulação e suporte para as escolhas da sociedade. Dessa forma, o planejamento incorpora e combina uma dimensão política e uma dimensão técnica, constituindo, portanto, uma síntese técnico - política.

Tal concepção de planejamento demanda a utilização de metodologias de participação e de mobilização da sociedade na tomada de decisões, embora sempre orientadas por uma reflexão técnica. Dessa maneira, o processo de

planejamento e a definição de futuros – alternativos e desejados – contribuem para a construção de um projeto coletivo reconhecido pela sociedade, em torno do qual os atores sociais e os agentes públicos estejam efetivamente comprometidos. Assim, tanto o planejamento quanto à elaboração de cenários implementam um processo estratégico de reflexão na sociedade a partir do qual o projeto de futuro é estruturado.

Por outro lado, segundo VAN DER HEIJDEN (1996), o poder da metodologia de cenários decorre da habilidade e da capacidade para a organização lógica (causal) de um grande volume de informações e de dados relevantes e diferenciados. Isso só é possível se os técnicos responsáveis pelo exercício da construção do futuro contarem com uma base conceitual e analítica capaz de identificar incertezas, classificar os eventos, analisar as relações causais e lógicas de grande massa de informações e processos.

1.4. Influência da Urbanização no Ambiente Natural.

Segundo PEPLAU (2004), a urbanização intensifica as transformações do uso e ocupação da terra, causando efeitos diretos sobre os recursos hídricos no meio ambiente antrópico, alterando o ciclo hidrológico.

Para a avaliação da interferência da urbanização no ambiente natural, mais especificamente da quantidade de água disponível no solo, será utilizado o balanço hídrico como método de análise.

1.4.1. Balanço Hídrico

As alterações no comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica em área urbana podem ser analisadas sob os seguintes aspectos: segundo o balanço hídrico, nas enchentes ou nas estiagens.

O balanço hídrico na bacia urbana altera-se com o aumento do volume do escoamento superficial, a redução da recarga natural dos aquíferos e da evapotranspiração. O balanço hídrico de uma área urbana, considerando-se

apenas a entrada da água da precipitação, pode ser observado na Figura 3 (VEN, 1990 *apud* TUCCI, 1995).

Além da precipitação e da correspondente recarga, o aquífero recebe partes da água da rede de abastecimento de água. Essa rede sofre perdas de 10% a 50% do volume transportado. Esse volume abastece o aquífero com volume que pode estar na faixa entre 100 e 300 mm/ano (LERNER, 1990), podendo chegar a 3.000 mm/ano, de acordo com a densidade populacional e a rede de abastecimento. Por exemplo, na cidade de São Paulo, considerando-se uma vazão média de 54m³/ano de abastecimento, 35% de perdas e a área de atendimento de 700 km², obtêm-se uma recarga de 851 mm anuais.

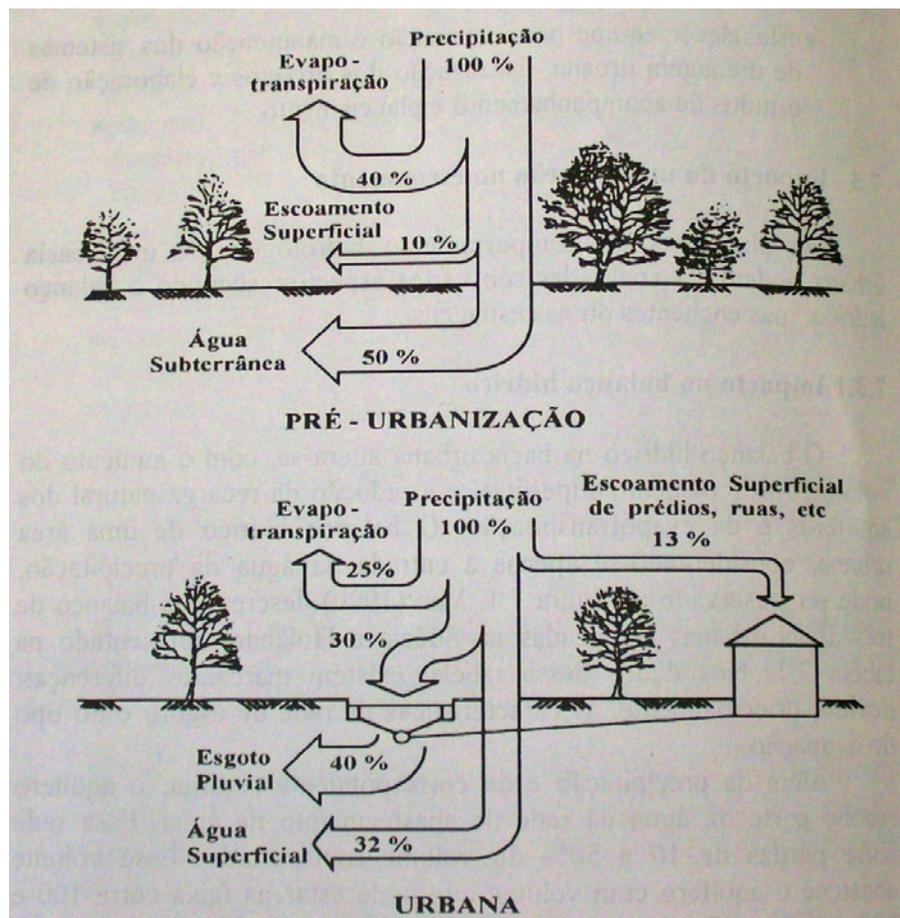


Figura 3 – Características do Balanço Hídrico em uma Bacia Urbana (OECD, 1986).

Fonte: Organization for Economic Cooperation and Development, 1986.

Além da recarga da rede de abastecimento, existem as perdas da rede de esgotos cloacal e pluvial, quando separadas, ou da rede combinada. Quando não existe rede cloacal, todo o volume abastecido descarrega nos aquíferos através das fossas sépticas. Esse volume apresenta o agravante de contaminar o aquífero, criando condições ambientais indesejáveis.

As perdas por evapotranspiração alteram-se de acordo com o clima e a época do ano. Em períodos com alta temperatura, a perda por evaporação da superfície impermeável pode ser alta, devido ao calor armazenado em asfaltos, telhados ou pavimentos.

Para a determinação dos parâmetros deficiência hídrica e excesso hídrico, variáveis de suma importância para o planejamento quando definidas as tendências de seus comportamentos, foi utilizado o balanço hídrico segundo a metodologia de THORNTHWAITE e MATHER (1955), com a estimativa da evapotranspiração potencial pelo método THORNTHWAITE (1948), através do programa computacional para cálculo de Balanço Hídrico Climatológico, utilizando a planilha eletrônica Excel e elaborado por D'ANGIOLELLA e VASCONCELLOS (2003).

Segundo (AYOADE, 1996) *apud* STEINKE, 2004), o termo “balanço hídrico” refere-se a uma expressão quantitativa do clima hidrológico e seus vários componentes, sobre uma área específica, em determinado período de tempo. Sua determinação serve, principalmente, para oferecer uma visão geral das condições hídricas sobre uma área e conhecer o impacto do homem sobre o ambiente hidrológico.

O balanço hídrico desenvolvido por (THORNTHWAITE & MATTER, 1955 *apud* STEINKE, 2004) é uma das várias maneiras de se monitorar a variação do armazenamento de água no solo. Partindo-se do suprimento natural de água ao solo, da demanda atmosférica, e da capacidade de água disponível, o balanço hídrico fornece estimativas da evapotranspiração⁶ real (ETR), da

⁶ O termo evapotranspiração diz respeito ao processo simultâneo de transferência de água para a atmosfera por evaporação da água do solo e por transpiração das plantas. A evapotranspiração potencial (ETP) é a quantidade de água que seria utilizada por uma superfície vegetada sem restrição hídrica. Já a evapotranspiração real (ETR) é a quantidade de água realmente utilizada por uma superfície vegetada, com ou sem restrição hídrica. (PEREIRA *et al.*, 2002).

deficiência (DEF), do excedente hídrico (EXC) e do armazenamento de água no solo (ARM). O balanço hídrico assim calculado torna-se um indicador climatológico da disponibilidade hídrica em uma região (PEREIRA et al., 1997 *apud* STEINKE, 2004), o que é fundamental no planejamento.

1.5. Evolução dos Estudos de Cenários

Nos tempos modernos, com a descoberta do risco e com a menor sujeição da humanidade aos caprichos da natureza, a expectativa em relação ao futuro assume um papel importante como referência para as decisões e escolhas, tanto as individuais quanto as coletivas (famílias, empresas ou nações). Por conta disso, era inevitável que o futuro se constituísse na própria essência do planejamento e das escolhas coletivas das sociedades ou das organizações, perscrutando as alternativas para definir e calibrar suas ações, introduzindo um componente de racionalidade e análise técnica para tratar a incerteza.

Enquanto as transformações na realidade se davam de forma mais lenta e relativamente previsível e, principalmente, quando se tratava de formulações de curto e de médio prazo, o planejamento podia contentar-se com simples definições gerais, intuitivas e voluntaristas do futuro. À medida que a realidade se complica, que as mudanças se aceleram e as incertezas em relação ao futuro aumentam cresce a necessidade de maior rigor e de sistematização na antecipação de futuro, o que leva ao desenvolvimento de metodologias e de técnicas, bem como a uma ampliação do uso do recurso de construção de cenários.

Segundo estudos de BUARQUE (2003), as condições de incertezas e de mudanças do fim do século XX criaram, por outro lado, um campo fértil também para muitos ensaios, individual e coletivo, de prospecção e de especulação do futuro, os quais surtiram diversos impactos no mundo acadêmico e político.

O ano 2000 – ano de referência para os primeiros exercícios de futurologia da ficção científica e também das experiências sérias de estudos

prospectivos – chegou sem grandes surpresas, mas com a consagração das técnicas de cenários como importante ferramenta de planejamento.

No terreno estritamente acadêmico, o Brasil apresenta as primeiras referências às técnicas de antecipação de futuro na década de 1970 e realiza, na segunda metade da década de 1980, alguma investida na produção de cenários futuros, entre os quais o trabalho de Hélio JAGUARIBE (1989), intitulado *Brasil 2000*, que procura desenhar um cenário desejado para o Brasil com base em alguns parâmetros gerais de desenvolvimento. Contudo a utilidade dos diversos estudos para o planejamento e a efetiva tomada de decisões tem sido limitada, por um lado, em razão das descontinuidades de orientação das instituições patrocinadoras do trabalho e, por outro, em virtude da excessiva instabilidade político-institucional do Brasil.

A construção de cenários lida, normalmente, com sistemas altamente complexos – sistemas não-lineares – e dinâmicos, que convivem com contínuas mudanças. Normalmente esses cenários devem lidar com as realidades nas quais os resultados de uma mudança original não são proporcionais às causas, também múltiplas e diversificadas. Os sistemas complexos caracterizam-se por processos de retroalimentação que estabelecem condições de auto-organização e de mudança. Como salienta (CAPRA 1996 *apud* BUARQUE 2003), os “... processos de retroalimentação não-lineares constituem a base das instabilidades e da súbita emergência de novas formas de ordem, tão típicas da auto-organização”.

Dessa forma, mesmo em sistemas complexos e caóticos, a antecipação do futuro é possível dentro dos espaços de imponderabilidade, pelo menos no que diz respeito às características qualitativas gerais do comportamento do sistema (exceto os valores precisos e suas variáveis em um determinado instante) (CAPRA, 1996 *apud* BUARQUE, 2003). Por último, é o padrão de organização dos sistemas que define os espaços de comportamentos aleatórios ao condicionar o curso das interações e, por assim dizer, ao delimitar as imponderabilidades futuras.

Desse ponto de vista, para os estudos de cenários, é necessário considerar a inevitabilidade de lidar e de aceitar a incerteza, tentando, portanto, apenas limitar seus espaços de possibilidades. A incerteza constitui uma característica do mundo real, principalmente nos sistemas complexos, e não um “desvio ocasional e temporário de algo razoavelmente previsível” (WACK, 1998 *apud* BUARQUE, 2003). Apesar de incertezas, o comportamento de qualquer objeto tende a expressar determinados padrões logicamente interpretados e analisados, que decorrem das circunstâncias históricas e da lógica de funcionamento e interação.

Assim, tenta-se combinar uma reflexão conceitual sobre a incerteza e o planejamento com a demonstração de técnicas auxiliares na organização e sistematização das informações. Isto só é possível quando os técnicos responsáveis pelo exercício de construção do futuro contarem com uma base conceitual e analítica capaz de identificar incertezas, classificar os eventos, analisar as relações causais e lógicas da grande massa de informações e processos.

Para delimitar o objeto e compreender a sua forma de funcionamento e as leis gerais de seu comportamento e definir as variáveis relevantes e o jogo de causa e efeito entre elas – responsável pelo seu movimento e pelo seu padrão de mudança –, é necessário contar com o modelo mental de interpretação (teoria). Essa definição do marco teórico demanda uma interação entre as visões de mundo e os modelos mentais dos técnicos envolvidos no trabalho, articulando diferentes disciplinas de conhecimento – especialmente das ciências humanas –, algumas das quais ainda convivem com a disputa de paradigmas científicos, o que dificulta a formulação do marco teórico de estudo.

II. ASPECTOS FÍSICOS E BIÓTICOS DO DISTRITO FEDERAL – EM FOCO A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DO GAMA E DO CÓRREGO CABEÇA DE VEADO

Considerando a localização da bacia em estudo, na área central do Distrito Federal, optou-se por trabalhar os aspectos físicos e bióticos de forma mais ampla, uma vez que, para o acompanhamento da dinâmica da Bacia do Ribeirão do Gama e do Córrego Cabeça de Veado, é necessário conhecer de forma integrada a área na qual a bacia está inserida.

2.1. Caracterização da Rede Hidrográfica do Distrito Federal

O sistema hidrológico do Distrito Federal é caracterizado por cursos d'água que apresentam características típicas de drenagem de área de planalto, onde são freqüentes os desníveis e os vales encaixados. Segundo (NOVAES PINTO, 1986b), o quadrilátero do Distrito Federal foi dividido em três macros unidades geomorfológicas correspondentes às áreas de Chapada, de Dissecação Intermediária e Dissecada de Vale (Mapa 1). No caso, a bacia em estudo ocupa uma área de dissecação intermediária e outra de região de chapada.

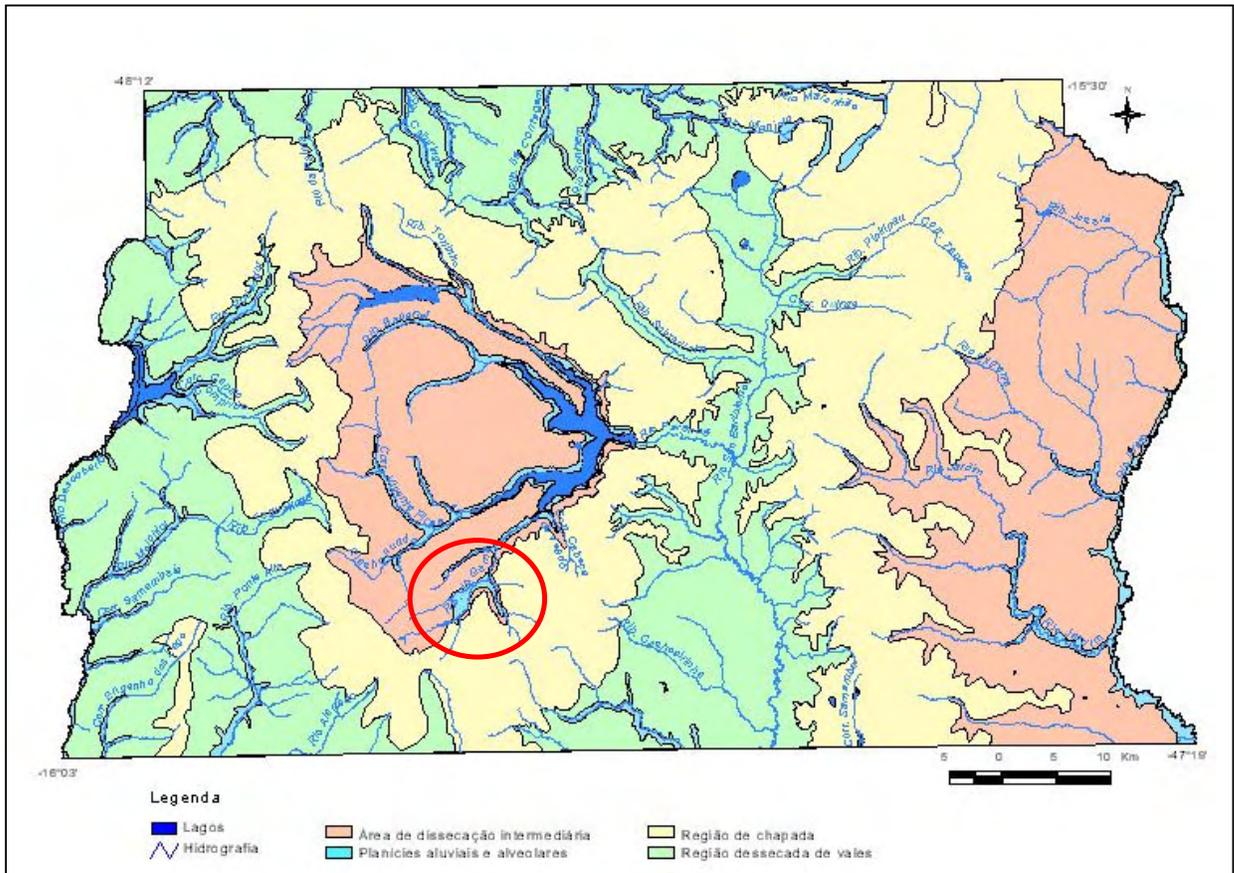
As bacias de drenagem do Ribeirão do Gama e Córrego Cabeça de Veado encontram-se inseridas em dois compartimentos geomorfológicos distintos, assim designadas por NOVAES PINTO (1988): Encostas das Chapadas da Contagem e de Brasília e Depressão do Paranoá. Suas embocaduras encontram-se localizadas no Lago Paranoá.

Em relação aos tipos de drenagens, existem dois padrões: o anelar, superimposto, com vales côncavos adaptados a linhas estruturais, localizados na porção da Depressão do Paranoá; e o radial, com vales adaptados a linhas estruturais, na unidade das encostas das Chapadas da Contagem e de Brasília.

A exceção das áreas de cabeceiras dos cursos d'água dentro da bacia, todos os cursos constituem vales rasos e relativamente entulhados de

sedimentos aluviais, sem expressarem qualquer tipo de controle estrutural (CODEPLAN, 1987).

Mapa 1 – Geomorfológico – Bacias Hidrográficas do Distrito Federal



Fonte: Base Cartográfica do Distrito Federal (SICAD), escala 1:10.000 – CODEPLAN/1991

2.2. Relevo

Em estudo, mais recente de compartimentação geomorfológica do DF, (MARTINS; BAPTISTA 1998), consideram uma divisão da área em 5 compartimentos: Chapadas Elevadas ou Planaltos (20,41% do DF), Rebordos (11,72%), Escarpas (3,91%), Planos Intermediários (43,31%) e Planícies (19,24%), baseada nas características descritivas do relevo (Mapa 2). Convém ressaltar que todos os compartimentos estão relacionados com diferentes processos de erosão, deposição e pedogênese. Segundo os autores acima a área da Bacia Hidrográfica Ribeirão Gama e Cabeça de Veado

geomorfologicamente está inserida no compartimento denominado de Planos Intermediários.

Entre os componentes geomorfológicos do Distrito Federal, destacam-se as formas de relevo caracterizadas pelos níveis aplainados situados acima da cota de 1.000 m de altitude – as chapadas –, pelos níveis inclinados dos pediplanos e pedimentos que se estendem da base das chapadas e dos relevos residuais em direção aos vales e pelas encostas retilíneas das chapadas, convexas–côncavas e côncavas dos vales fluviais dissecados. O entalhamento da drenagem nos pediplanos e nas chapadas constitui um curso d'água alongado – a vereda – onde predomina o buriti – *Mauritia flexuosa*. A área da bacia em estudo apresenta quatro tipos de forma de relevo característica: os níveis aplainados, as encostas, as planícies aluviais e os campos de murundus.

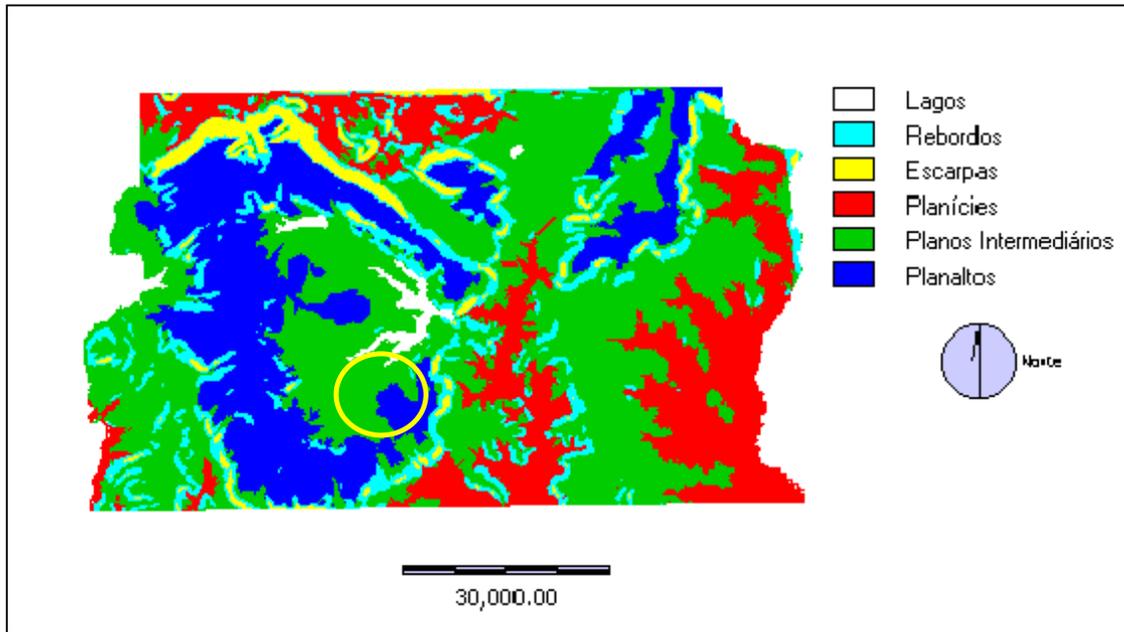
2.3. Unidades Geológicas e Hidrogeológicas

Com base na classificação empírica por formas (HOWARD, 1967; NOVAES PINTO, 1990), a área do DF apresenta-se como um centro dispersor de drenagem radial, enquanto que algumas bacias possuem padrões de drenagem anelar, entre as quais se encontram os rios formadores da Bacia do Paranoá, onde se localiza a bacia em estudo, retangular controlado pela estrutura quartizítica das chapadas (rio Pipiripau e rio Sobradinho), e subdendrítico, cujo controle estrutural secundário ocorre em densidades variadas (rios: Descoberto, São Bartolomeu, Preto e ribeirão Ponte Alta).

Geologicamente, o Distrito Federal (Mapa 2) é formado por litologias proterozóicas representadas pelos grupos: Paranoá, cujas rochas ocupam 65% da área total do DF; Canastra, unidade distribuída nas porções central e norte do Distrito Federal, ocupando cerca de 15% da sua área, cujas principais rochas são filitos e quartzitos; Grupo Araxá, de rochas xistosas cuja área de ocorrência destas localiza-se no extremo sudoeste do Distrito Federal, ocupando cerca de 5% da área total; e o Grupo Bambuí, que ocupa, longitudinalmente, toda a borda da porção externa da Faixa Brasília e recobre

parte do Cráton do São Francisco, representando 15% da área total sendo composto essencialmente por rochas metassedimentares.

Mapa 2 – Compartimentação Geomorfológica do Distrito Federal.



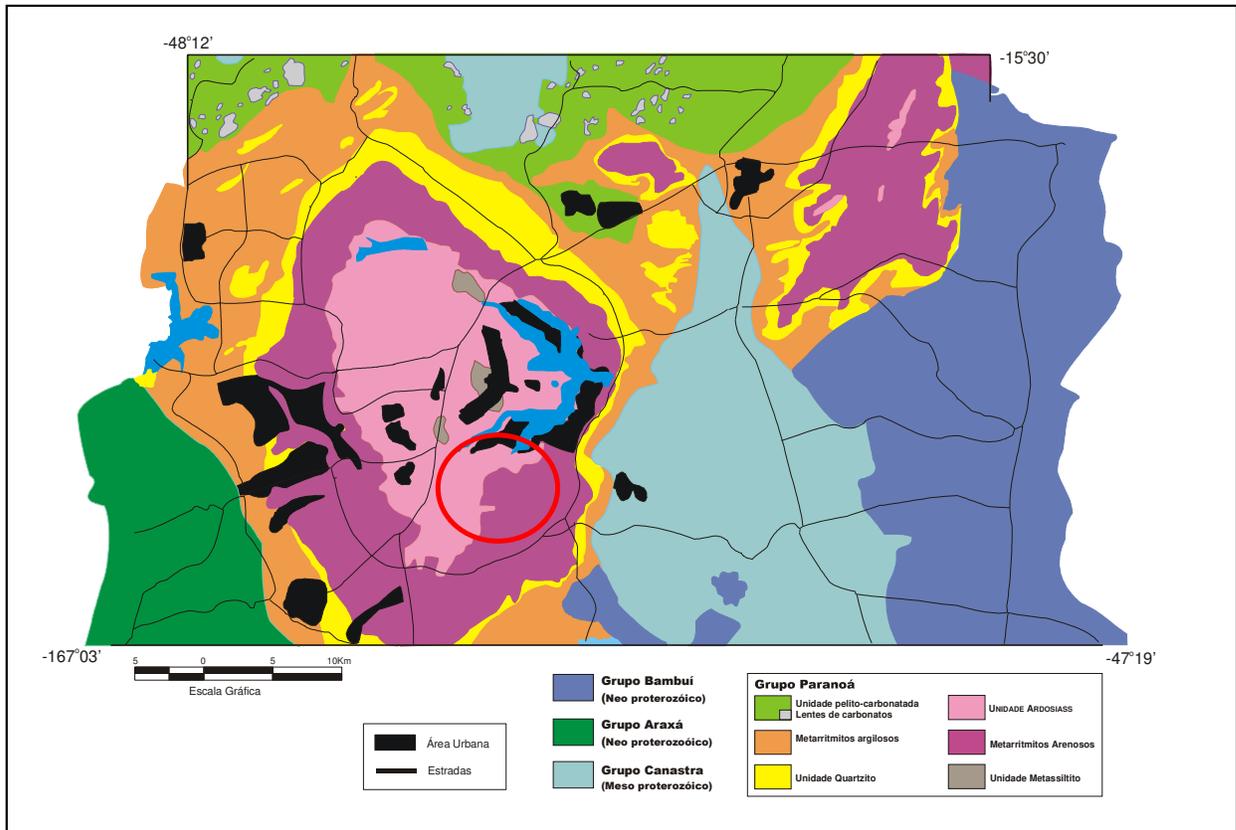
Fonte: MARTINS & BAPTISTA, 1998

A geologia é a base para a determinação da vocação hidrogeológica de uma região. Condiciona a infiltração, a circulação, o armazenamento e a exploração da água nos horizontes superficiais da crosta terrestre. No Distrito Federal predominam as rochas metamórficas e os aquíferos que são, principalmente, do tipo fissural onde percolam anualmente cerca de 1,2 bilhão de m³ de água, funcionam como grandes caixas d'água, limitadas e estanques, com características próprias. No manto de cobertura ou de superfície estão contidas as águas superficiais. Este corresponde ao período Cenozóico; é areno-argiloso e argilo-arenoso, com diferentes intensidades de laterização com espessura média de 20 m, sendo normalmente poroso e permeável.

Na bacia hidrográfica Ribeirão do Gama e Cabeça de Veado, em termos litológicos, o solo é formado de detritos argilo-arenosos, normalmente oxidados e fracamente consolidados e, algumas vezes, formam pequenas áreas de concreção ferruginosa (lateritas).

Nas áreas mais movimentadas do relevo, aparecem as ardósias e, na porção sudoeste da APA onde está localizada a bacia em estudo, nas cabeceiras de drenagem, ocorrem os metassiltitos, meta-argilitos e quartzitos. Os estratos variam de espessura de centímetros até metros (CODEPLAN, 1987).

Mapa 3 – Geológico Simplificado do Distrito Federal



Fonte: FREITAS-SILVA & CAMPOS, 1998

As encostas da APA Gama e Cabeça de Veado apresentam classes de declividade variadas, entre 5% a maiores que 20%. A Depressão do Paranoá possui valores topográficos suaves, entre 5 e 10%. As encostas retilíneas com menos de 8% de declividade associam-se a encostas de perfil côncavo. A área da encosta das Chapadas possui declividades maiores, entre 10 e 20% e maiores que 20%. Nesses casos, as encostas aparecem íngremes (UNESCO, 2003).

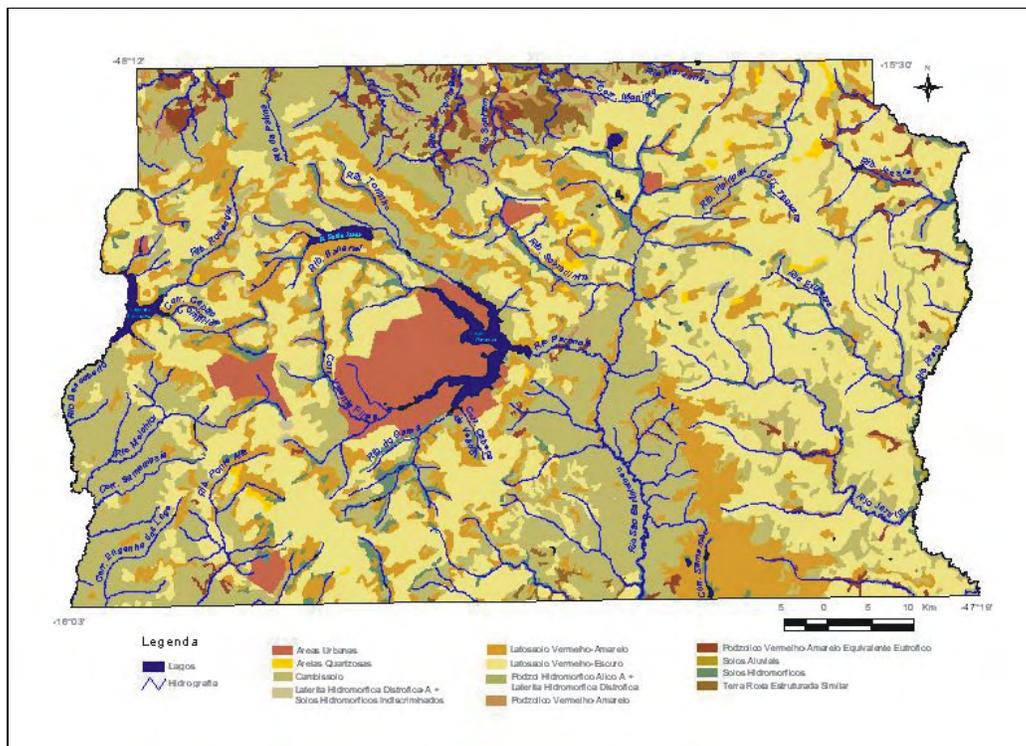
Os aluviões formam depósitos de areia e argilas, com pequenas espessuras e normalmente impregnados de matéria orgânica. A principal área de afloramento rochoso na bacia é na porção das cabeceiras do ribeirão do Gama.

2.4. Pedologia

Os latossolos são os solos de maior importância para explicar a evolução geomorfológica da região do Cerrado, no DF, pois esses solos parecem estar mineralogicamente relacionado à rocha matriz; ácidos e pobres em minerais, possivelmente têm sua origem relacionada aos processos de intemperismo químico, corrosão e lixiviação intensos.

Os solos espessos, denominados latossolos, predominam na bacia Gama e Cabeça de Veado. Eles ocorrem principalmente na Depressão do Paranoá. Na área do relevo mais movimentado, aparecem os solos mais rasos, denominados cambissolos. Os solos litólicos aparecem nas áreas de afloramento rochoso, na porção das cabeceiras dos cursos d'água.

Mapa 4 – Síntese das Coberturas de Solos do Distrito Federal



Fonte: Base Cartográfica do Distrito Federal (SICAD), escala 1:10.000 – CODEPLAN / 1991

Os solos hidromórficos aparecem nas áreas planas, nas áreas dos vales, onde aparecem as matas de galeria e veredas. Uma das áreas de maior ocorrência do solo hidromórfico é na porção onde se encontra a Agrovila Vargem Bonita. Através das fotos aéreas, no *Relatório Belcher* (1956), observa-se que nessa área rural ocorria uma extensa vereda, com largas áreas de matas de galeria (UNESCO, 2000).

Na área onde se estabeleceu Vargem Bonita, existiam extensas veredas paralelas às matas de galeria ou cabeceiras de drenagem. A presença de murundus (Foto 1) associada às veredas nas cabeceiras denota que existia uma umidade maior na área, com a ocorrência de afloramentos d'água que já não são encontrados. Atualmente, devido aos aterros e a ocupação intensa pela atividade de horticultura em Vargem Bonita, praticamente não existem vestígios das veredas e ocasionando possível redução da oferta hídrica para a bacia do Paranoá.



Foto 1 – Campo de Murundus. Fonte: Maria Rita 2007

2.5. Cobertura Vegetal

A vegetação predominante no Distrito Federal é o Cerrado, cobrindo cerca de 90% de sua área; segundo RIBEIRO (2001) destacam-se as formações savânicas e florestais. As fisionomias savânicas diferenciam-se dentre as principais fitofisionomias associadas às regiões de interflúvio, além do cerrado. São também encontradas matas mesofíticas em solos com fertilidade mais elevada e formações associadas a cursos d'água. A fisionomia predominante, o cerrado *sensu stricto* (Foto 2), é uma vegetação de interflúvio, ocorrendo tipicamente sobre solos profundos e bem drenados. As principais classes de solo onde ocorre são latossolos vermelhos e vermelho-amarelos, com diferentes conteúdos de argila, que são os solos predominantes da região. Nos solos mais superficiais ou com baixa capacidade de drenagem predominam as fisionomias campestres.



Foto 2 – Cerrado *sensu stricto*. Fonte: Maria Rita 2007.

Atualmente, a vegetação natural típica do cerrado tem sido bastante afetada, seja pela substituição da vegetação do cerrado por projetos agrícolas, seja pela expansão urbana, como é o caso da bacia em estudo. Essa dinâmica

econômica tem afetado o equilíbrio ecológico deste ecossistema, provocando o aumento das áreas erosionadas e mudanças no sistema hidrológico da região. (Foto 3)

Um exemplo é o provável aumento da velocidade das enxurradas e de sua carga de sedimentos e material tóxico dissolvido e em suspensão, ocasionando assoreamento dos rios e poluição de suas águas, o que ocorre principalmente no período com elevada taxa de precipitação.



Foto 3 – Área de Solo Exposto. Fonte: Maria Rita, 2007.

Esta situação ocorre com o Córrego do Cedro, tributário do Ribeirão do Gama. (FELFILI, 19 de maio de 2008)⁷

O córrego Cedro atravessa os trechos 26 a 29 do Park Way onde estão as suas nascentes, passa pela estrada de ferro na Q. 15 na altura da torre da Telebrasilíia e então perde o seu leito e torna-se uma vereda, aparentemente um campo úmido com alguns buritis ao longe na Q. 16. No ponto onde é cortado pelo asfalto na Q. 16, o terreno encharcado foi aterrado e drenado com manilhas, por isso forma a conhecida Lagoa do Cedro. Na realidade temos nas Q. 16, 18, 19 um fenômeno: um córrego subterrâneo, o Cedro se dilui em um charco e só retoma o leito já nos limites com a segunda pista do aeroporto. Ele é um dos tributários do Ribeirão do Gama, no qual deságua na altura das quadras 24 e 25. O Gama por sua vez deságua no Lago Paranoá já no Lago Sul.

Por essa razão, as obras viárias e de construção civil em geral devem ser muito bem feitas e planejadas. Não se trata de aterrar uma poça d' água e nem de construir calçadas, estradas, balões sobre o leito de um córrego que é dinâmico. Obras de engenharia apressadas, sem licença ambiental criteriosa além de exaurir as fontes de água doce que já se tornam escassas, contribui para assorear e poluir o já combalido Lago, ainda coloca em risco a vida dos moradores do Park Way e visitantes na área. Haja vista estrada que recentemente se abriu em um

⁷ FELFILI, J. O córrego do Cedro (curso de água subterrâneo) x restrições ambientais para obras de calçadas e balões no trecho do SMPW Q. 16 a 24. Mensagem recebida por: mariacaliandra@hotmail.com em 19 de maio de 2008.

grande fosso em Goiás e causou mortes de pessoas que lá trafegavam no momento da catástrofe.

O licenciamento ambiental na nossa região úmida e frágil é pré-requisito para a segurança das famílias que vivem e trafegam pelo Park Way.

A Associação Comunitária espera uma completa revisão das obras que estão sendo executadas com o orçamento pelo qual tanto lutamos na região do Córrego Cedro, considerando a passagem de um córrego subterrâneo pelo terreno com várias nascentes e não apenas uma poça d água fácil de aterrar, a água tem uma força tremenda, rompe barragens.

Tem sido demonstrado que a recuperação da vegetação ciliar contribui para com o aumento da capacidade de armazenamento da água na bacia ao longo da zona ripária, o que contribui para o aumento da vazão na estação seca do ano (ELMORE; BESCHTA, 1987) (Foto 4). Esta verificação permite, talvez, concluir a respeito do reverso. Ou seja: a destruição da mata ciliar pode, a médio e longo prazo, pela degradação da mata ripária, diminuir a capacidade de armazenamento da microbacia e conseqüentemente a vazão na estação seca.



Foto 4 – Zona Ripária. Fonte: Maria Rita 2007.

A partir dessa leitura, em escala regional, focaliza-se em escala local a bacia em estudo, iniciando-se com o mapa detalhado. (Mapa 5)

2.6. A Bacia Hidrográfica Ribeirão do Gama e do Córrego Cabeça de Veado

Para uma melhor compreensão, foi definido neste trabalho que a bacia hidrográfica será o limite espacial em análise.

A bacia a ser estudada foi escolhida por estar contida no bioma cerrado, localizada na APA Gama e Cabeça de Veado - Distrito Federal, e engloba o maior número de áreas de preservação, ou proteção dentro do seu território, pertencentes a diversas instituições federais e distritais. Além disso, há ocupação urbana e rural, constituindo-se em uma unidade de estudo singular, e de grande importância, por ser formada de nascentes que contribuem para a formação do Lago Paranoá.

2.6.1. Localização e Características

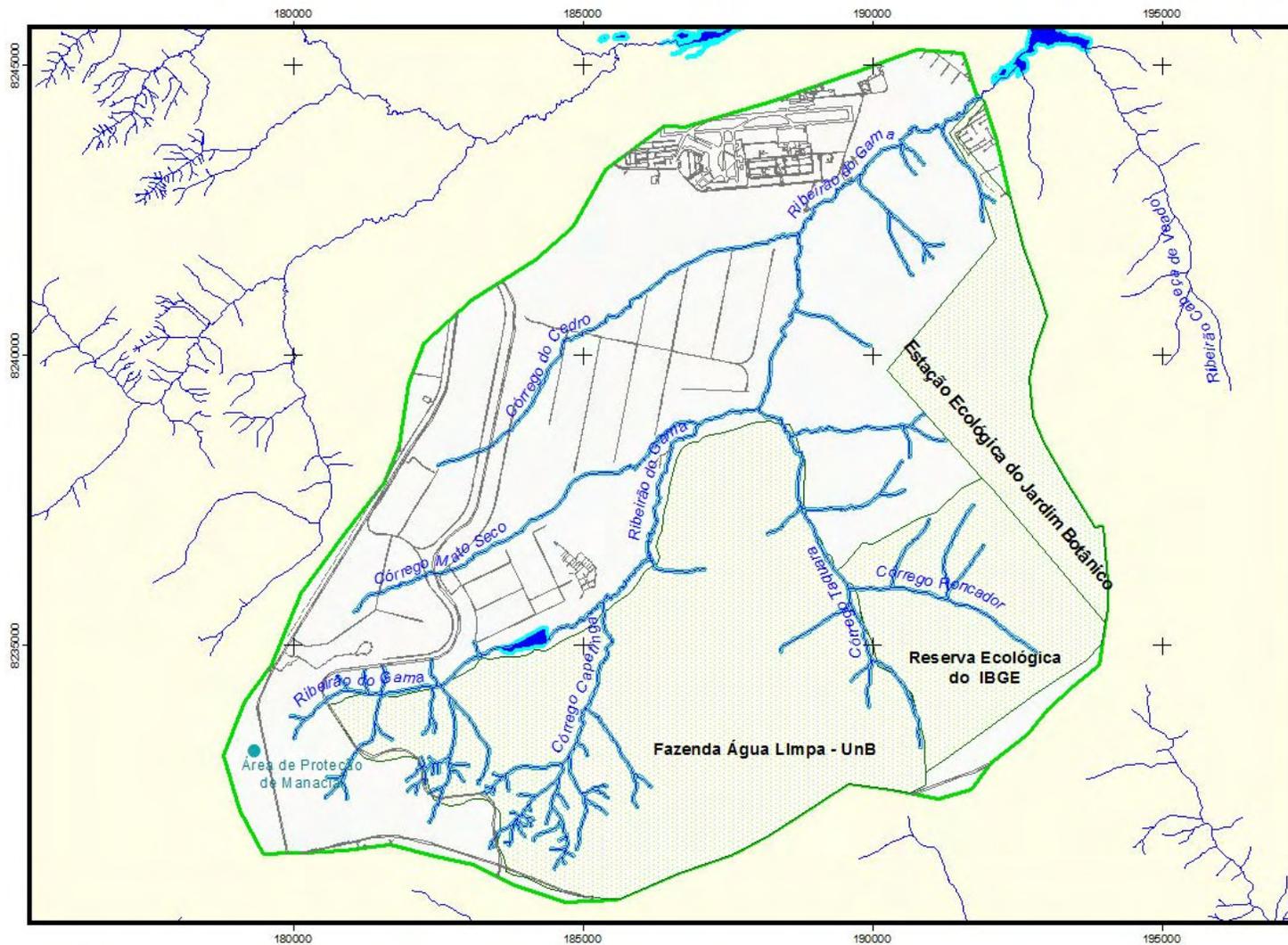
A Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Gama e Córrego Cabeça de Veado (Mapa 5) situam-se na Bacia Hidrográfica do Lago Paranoá, parte central do Distrito Federal. Encontram-se inseridas nesta bacia: - ocupação urbana *Park Way*, quadras 15, 16, 18, 19, 20, 21 e 23; a agrovila Vargem Bonita; a Reserva Ecológica e Científica da Fazenda Água Limpa – Universidade de Brasília; a Estação Ecológica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE; e a Reserva Biológica do Jardim Botânico.

A bacia hidrográfica em estudo, por sua vez, está inserida na Área de Proteção Ambiental Gama e Cabeça de Veado, criada pelo Decreto nº 9.417 de abril de 1986, e, juntamente com as áreas do Parque Nacional de Brasília e a Estação Ecológica de Águas Emendadas, compõe a Zona Núcleo da Reserva da Biosfera do Cerrado – Fase 1 (UNESCO, 2000). O decreto de criação desta APA estabelece, entre seus objetivos, a proteção dos mananciais, a preservação da quantidade e qualidade de seus recursos hídricos, do *habitat* e biota aquáticos, de forma a contribuir para a redução do assoreamento e poluição do Lago Paranoá.

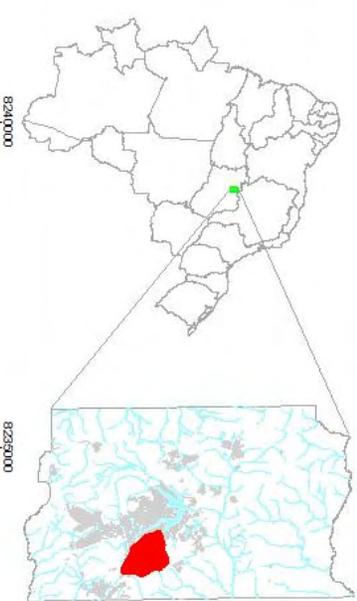
Como se observa esta bacia hidrográfica é singular, sendo composta por áreas naturais protegidas, zona rural e zona urbana de uso controlado I (PDOT, 2007). As áreas totais urbanas ocupam 46.367 km² da Área de Proteção Ambiental Gama e Cabeça de Veado. Deste total, 4.915 ha são representadas pelo Setor de Mansões *Park Way*, seguido do Lago Sul e Candangolândia. Esta bacia se caracteriza por estar encaixada entre dois compartimentos geomorfológicos distintos designados por (NOVAES PINTO, 1988): encostas das Chapadas da Contagem e de Brasília e Depressão do Paranoá e suas embocaduras encontram-se localizadas no Lago Paranoá.

As bacias do Ribeirão do Gama e do Córrego Cabeça de Veado estão praticamente contidas na APA. O Ribeirão do Gama possui uma extensão de 20,76 km e sua bacia ocupa uma área de 14.472,4 ha, com perímetro de 58,2 km. Os tributários de sua margem direita possuem água pura e rica em fauna, que compõem as áreas contíguas de preservação. Encontram-se nessas condições as nascentes do Ribeirão do Gama (APM Catetinho), os Córregos Capetinga e Taquara (ARIE Capetinga-Taquara, Reserva Ecológica do IBGE e Estação Ecológica do Jardim Botânico de Brasília), bem como pequenos contribuintes, como os Córregos Macacos, Grito e Cacherê.

Em contrapartida, a margem esquerda da bacia de drenagem do Ribeirão do Gama encontra-se sob forte pressão antrópica, face à urbanização e à agricultura (Núcleo Hortícola Vargem Bonita e Fazenda Água Limpa - UnB), além de outras atividades tais como: áreas de lazer (*Country Club de Brasília* e Clubes da Base Aérea); parte do Aeroporto e Base Aérea; e estrada de ferro.



Mapa 5
Localização da área de estudo -
Bacia Hidrográfica do Ribeirão
do Gama e do Córrego Cabeça
de Veado



Legenda

- | | | |
|--------------|----------------------|---|
| Hidrografia | Lago ou reservatório | Zonas Núcleo |
| Vias Urbanas | Buffer - 30m | Bacia do Ribeirão do Gama e Córrego Cabeça de Veado |



Projeção Transversa de Mercator
Escala 1:95.000
Datum SAD 69



As nascentes do Ribeirão do Gama são ainda utilizadas para o abastecimento público do Núcleo Bandeirante, SMPW e Lago Sul, a partir de três barragens de nível (Captações do Catetinho I, II e III). O Córrego Mato Seco sofre impactos tanto pela estrada de ferro (foto5) e ocupações urbanas, em sua cabeceira, como por área agrícola, em seu curso médio-inferior; já o Córrego Cedro sofre influências basicamente urbanas e do clube da Base Aérea. O Córrego Capão da Onça, apesar de localizado na margem direita do canal principal, sofre interferências diretas de ocupação agro-urbana em sua cabeceira, além de ser cortado pela estrada de ferro em seu curso médio.



Foto 5 – Estrada de Ferro e Impactos na Cabeceira do Córrego Mato Seco. Fonte: Maria Rita 2007.

O segundo tributário em extensão que compõe essa bacia – Córrego Cabeça de Veado – possui uma extensão de 6,91 km, cobre uma área de 3.135,1 ha e um perímetro de 24,2 km. Seu curso superior e médio encontra-se protegidos pela Estação Ecológica do Jardim Botânico de Brasília, todavia, a CAESB utiliza as nascentes desse córrego para abastecimento público, sendo a água captada a partir de quatro barragens de nível (captações Cabeça de Veado I, II, III, IV). (GOEPFERT, 2000).

Segundo dados da UNESCO (2000) em termos percentuais, as áreas que constituem o sistema urbano correspondem cerca de 20% da área total da APA e inclui a Região Administrativa do *Park Way*, que representa 68% desse total, seguido do Lago Sul, com 29%, e Candangolândia com 3%.

É importante ressaltar que as ocupações humanas devem ser prioritárias nas análises dos indicadores ambientais da APA, porque a fragmentação da vegetação, dentro e fora da unidade de conservação, é um alerta para que se tomem medidas para estabelecer as zonas de amortecimento e corredores ecológicos

No caso dos sistemas hídricos, a espacialização da densidade urbana é importante, pois permite planejar com mais critério o grau de ocupação humana no interior da bacia hidrográfica. Por conseguinte, é possível reduzir os impactos, uma vez que se passa a trabalhar a capacidade de suporte dos sistemas hídricos a partir dos usos atuais e desejados.

Ressalta-se que a população residente é de 19.252 habitantes e o número de domicílios na área do *Park Way* é de 4.813, correspondendo a 4 habitantes por domicílio (CODEPLAN, 2004). A densidade populacional do *Park Way* reflete a pressão antrópica das atividades humanas sobre o ambiente natural e estes índices, apesar de considerados satisfatórios, apresentam, um viés de alerta para uma área de APA.

O nível de escolaridade da população residente é bastante elevado: dos 19.252 habitantes, 7.515 têm nível superior completo e apenas 476 moradores não sabem ler e escrever. Dentre as atividades exercidas pelos moradores maiores de 10 anos de idade, destaca-se o funcionário público federal e do governo do Distrito Federal, totalizando 2.792 habitantes. Outros 1.216 moradores envolvem-se em atividades de saúde, educação, comunicação e transporte, 1300 no comércio e 2.616 em outras atividades. Uma grande parcela da população (6.470) exerce ocupação não remunerada. O nível salarial é marcado por dois extremos: 1.917 pessoas ganham apenas 1 salário mínimo enquanto que 1.077 ganham mais de 20 salários mínimos (CODEPLAN, 2004).

Para compreender melhor a dinâmica de ocupação da bacia em estudo, serão analisados a seguir os tipos de uso da terra e a delimitação das áreas naturais e

antrópicas, urbanas e rurais. Para tal, foram pesquisados os tipos de usos e ocupações do solo na bacia hidrográfica, em quatro anos distintos: 1994, 1998, 2001 e 2005.

Este capítulo será seguido do Capítulo III – Materiais e Métodos, que fará a correlação quantitativa dos elementos não-espaciais com a interpretação dos elementos espaciais da paisagem, a partir da tabulação e da mensuração das informações avaliadas nas imagens de satélites da bacia hidrográfica em estudo.

III. MATERIAIS E MÉTODOS

Para compreender a dinâmica da bacia hidrográfica em estudo utilizou-se a metodologia desenvolvida por André LIBAULT (1994), apresentada a partir do fluxograma que evidencia as etapas de compilação, correlação e semântica, que foram trabalhadas e constituíram o escopo da estrutura desta dissertação.

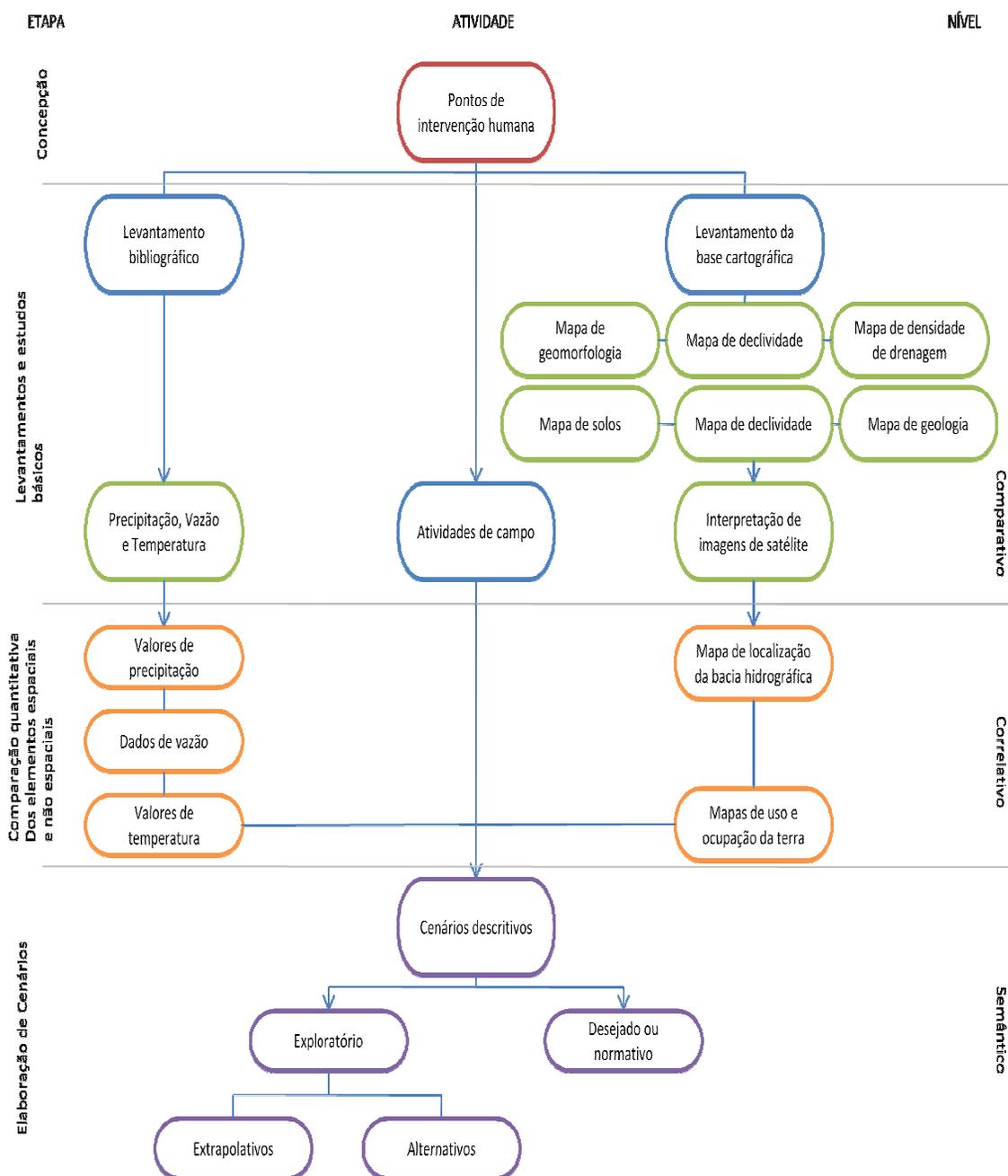


Figura 4 – Fluxograma Metodológico – Adaptado de LIBAULT (1994)

A pesquisa foi dividida em três etapas distintas, porém, complementares, conforme descritas e, apresentadas no fluxograma metodológico (figura 4).

A primeira etapa da pesquisa corresponde ao nível compilatório, em que foi determinada a área de estudo regional e da bacia a ser pesquisada. Foram realizados levantamentos bibliográficos e cartográficos onde foi possível caracterizar a área. Em seguida, procedeu-se a uma seleção prévia de conceitos, dados e informações técnicas que foram adequadas, para a fundamentação e o respaldo teórico e técnico necessário ao objetivo da pesquisa. Isto corresponde à etapa de concepção, levantamentos e estudos básicos.

No nível correlativo, fase da correlação de dados para posterior interpretação, procurou-se compreender as relações entre a fundamentação teórica e os dados não-espaciais: a pluviometria, vazão hídrica e temperatura em períodos distintos e a visualização dos elementos da paisagem observados nas imagens de satélite, correspondentes ao mesmo período.

Na última etapa utilizou-se o estudo da semântica – fase interpretativa – na qual se chegou a resultados das mudanças e ou transformações ocorridas no tempo e no espaço, apropriando-se do saber teórico, da interpretação das imagens e dos dados selecionados que serão correlacionados na etapa a seguir. Corresponde a etapa de estudos integrados – síntese. É a etapa em que atividades de fundamentação teórica, correlação dos dados com as imagens são de extrema importância para a elaboração dos cenários.

3.1. Material

a) Imagem de Satélite *Landsat TM*, para 1994, 1998, 2001 e 2005, disponível pela empresa Greentec Tecnologia Ambiental;

b) Mapas Temáticos:

- mapa geológico simplificado do Distrito Federal, escala 1:100.000, fonte: MARTINS & BATISTA, 1998;

- mapa geomorfológico do Distrito Federal, escala 1:100.000, fonte: Base Cartográfica do Distrito Federal (SICAD), CODEPLAN/1991;

- mapa geomorfológico simplificado do Distrito Federal, escala 1:100.000, fonte: MARTINS & BATISTA, 1998;

- mapa síntese das coberturas de solos do Distrito Federal, escala 1:100.000, fonte: Base Cartográfica do Distrito Federal (SICAD), CODEPLAN/1991;

- fotografias da área em estudo, 2007, fonte: Maria Rita Souza Fonseca

c) Coleta de informações fluviométricas referentes à vazão extraídas do *software Hidroweb*, disponível no *site* da ANA. A estação fluviométrica pesquisada localiza-se na Base Aérea do Distrito Federal identificada com o número 60478500. Os dados obtidos referem-se aos anos de 1994, 1998, 2001 e 2005, correspondentes aos anos das imagens de satélite analisadas.

d) Coleta de informações pluviométricas e de temperatura média obtidas no Instituto Nacional de Meteorologia do Distrito Federal - INMET, referentes aos anos de 1994, 1998, 2001 e 2005.

3.2. Procedimento Metodológico

Para a entrada, organização, manipulação, processamento e saída das informações dos resultados da presente pesquisa, utilizou-se à versão ArcGIS, 9.0 da *ESRI (Environmental Systems Research Institute, Inc.)*, que conjuga funções próprias do programa, para a análise espacial e consulta a banco de dados espaciais.

A base de dados necessita ser bem documentada e organizada, pois cada tipo de dado tem maneira própria de armazenamento que o identifica e o separa em arquivos de dados espaciais (mapas, figuras em geral). Os produtos gerados pelo SIG, e arquivos de atributos (tabelas) são organizados pelo SGBD (Sistema Gerenciador de Banco de Dados).

As informações relativas aos diferentes elementos da paisagem (rochas e estruturas, elementos do relevo, solos, cobertura vegetal e uso do solo) foram pesquisadas a partir de mapas temáticos na escala 1:100.000. Para os elementos não-espaciais, como a precipitação, temperatura e vazão, foram coletadas na estação climatológica principal de Brasília/DF do INMET e Estação

Agroclimatológica – FAL/UnB, e pelo Sistema de Informações Hidrológicas - *software Hidroweb* da ANA, respectivamente.

O conjunto de informações hidrológicas pesquisadas para a Bacia Hidrográfica Ribeirão do Gama e Córrego Cabeça Veado visa caracterizar a distribuição temporal da chuva; avaliar preliminarmente a variação da vazão hídrica; e avaliar o balanço hídrico nos anos de 1994, 1998, 2001 e 2005. Para esta análise serão utilizadas as informações de chuva e temperatura da Estação Brasília, INMET e para a vazão, as informações coletadas na estação fluviométrica da Base Aérea do Distrito Federal, correspondentes aos anos de 1994, 1998, 2001 e 2005 (datas das imagens de satélite a serem analisadas), relativas a um período de dez anos. A estação fluviométrica, na qual foram coletados os dados, abrange uma área de drenagem de 136 km², e localiza-se na latitude - 15°52'18" e longitude – 47°53'46", em uma altitude de 1.011m acima do nível do mar.

Para a elaboração dos gráficos do balanço hídrico foi utilizado um programa em planilha eletrônica para cálculo do Balanço Hídrico Normal, de acordo com a metodologia de THORNTHWAITE & MATHER (1995). O procedimento de cálculo foi desenvolvido em *Excel*TM, de forma a facilitar sua utilização, confecção de gráficos, criação e manipulação de dados. Os dados de entrada são temperatura média e precipitação. (D'ANGIOLELLA; VASCONCELLOS, 2003)

Paralelamente à análise das chuvas, de vazão hídrica e do balanço hídrico, informações relativas aos anos de 1994, 1998, 2001 e 2005, os recortes temporais de imagens de satélite correspondentes aos mesmos anos serão utilizados para a análise do estado de conservação das matas ciliares e a dinâmica de ocupação da terra por uso antrópico.

A análise temporal foi realizada utilizando-se técnicas de geoprocessamento, o que possibilitou o desenvolvimento de uma base de dados geográficos de várias épocas do Distrito Federal. Todos os mapeamentos utilizaram como referência o Sistema Cartográfico do Distrito Federal – SICAD, adotado pela CODEPLAN (Companhia de Desenvolvimento do Planalto Central). A legenda unificada, a fim de possibilitar uma maior interação entre os mapeamentos, ou seja, áreas naturais: corpos d'água, mata, cerrado, campo e uso antrópico: ocupação urbana, área agrícola, reflorestamento e solo exposto.

A série de mapeamentos realizados nos anos de 1994, 1998, 2001 e 2005 foi obtida por meio de processamento digital de imagens do satélite *Landsat*, sensor TM. As imagens foram processadas em um sistema de tratamento digital de imagens, com o objetivo de georreferenciá-las e realçar as informações a serem interpretadas. Em seguida, iniciou-se o processo de classificação automática supervisionada utilizando-se o algoritmo de máxima verossimilhança, mediante a escolha de alvos semelhantes às feições terrestres estabelecidas de acordo com a legenda adotada. De posse de todas as informações, avaliou-se a coerência entre os mapeamentos e a dinâmica de ocupação do uso da terra no DF.

Através de um Sistema de Informações Geográficas (SIG), foram realizados cruzamentos entre os mapas no formato digital onde as possíveis incongruências foram detectadas e editadas, possibilitando a avaliação das transformações territoriais.

Com o objetivo geral de elaborar os diferentes cenários, foram utilizados materiais bibliográficos e cartográficos preexistentes para as análises dos atributos do meio físico (litologia, geomorfologia, pedologia, densidade de drenagens, pluviometria, usos e ocupação do solo) e biótico, que foram posteriormente cruzados e comparados.

Como os cenários são descrições do futuro com base em jogos coerentes de hipóteses sobre comportamentos plausíveis e prováveis das incertezas, a essência da metodologia reside na delimitação e no tratamento dos processos e dos eventos incertos. Desse modo, simplificando o processo, pode-se dizer que o grande segredo da metodologia de cenários reside no reconhecimento e na classificação dos eventos em graus diferentes de incerteza (VAN DER HEIJDEN, 1996). Seja qual for a abordagem ou o caminho escolhido para a elaboração de cenários, organização e tratamento das incertezas são pontos centrais de todas as metodologias.

O caminho escolhido para a elaboração dos cenários baseou-se na Tabela Socioambiental (apresentado na página 63) para a Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Gama e do Córrego Cabeça de Veado.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Avaliação Temporal do Uso e Ocupação da Terra

Na área da bacia hidrográfica, segundo o *Relatório Belcher – Relatório Técnico sobre a Nova Capital da República* (1956), o uso da terra era predominantemente natural, com uma pequena porcentagem de ocupação antrópica. As áreas das veredas e matas apareciam com uma largura significativa. As áreas de vereda, onde ocorrem afloramentos de água (nascentes), apareciam em várias áreas de cabeceira de drenagem, nas partes planas da unidade. Isso representa um indício de que havia mais afloramentos de água do que atualmente.

Nesta pesquisa realizou-se a tabulação e a mensuração das informações geradas pela interpretação das imagens de satélite dos anos 1994, 1998, 2001 e 2005, usando o *software ArcGis*, onde foram selecionadas as áreas naturais e antrópicas evidenciando os diversos tipos de uso e ocupação da bacia em estudo.

Tabela 1– Uso da Terra, segundo área total e tipo de ocupação, em 1994, 1998, 2001 e 2005.

Tipo de Uso	1994		1998		2001		2005	
	Área Total (ha)	Ocupação %						
Área Natural	11.891	82,0	10.420	71,94	10.423	71,96	9.552	66,0
Área Antrópica	2.649	18,0	4.066	28,06	4.063	28,04	4.915	34,0

Fonte: Maria Rita, 2008 – Análise Imagens de Satélite, *Landsat TM*, usando funções do *ArcGIS*.

Com o passar dos anos, esta paisagem modificou-se devido ao intenso processo de ocupação. Em 1994, 18% da área da bacia era ocupada com atividades antrópicas e este processo progrediu, totalizando, em 2005, 34% da área em uso pela ocupação humana, com a presença de atividade agrícola, de ocupação urbana, de reflorestamento e de solo exposto. Tabela 1

Acompanhando o processo de uso e ocupação do terra no período de 1994 a 2005, fica bastante evidenciada, na mesma tabela, a transformação da área em estudo. A área natural sofreu uma perda gradativa, passando de 11.891 ha em 1994 para 9.552 ha em 2005. Na área antrópica, houve um aumento em proporção bem mais acelerado, passando de 2.649 ha em 1994 para 4.915 ha, em 2005.

A partir da análise temporal das imagens de satélite referentes aos anos de 1994, 1998, 2001 e 2005 (tabela 2), foram tabulados os tipos de ocupação e uso da

terra e observou-se que ocorreram sensíveis alterações nas fitofissionomias cerrado, mata e campo, possivelmente em decorrência do aumento considerável da ocupação urbana. Em 1994 a área de cerrado, ocupava 7.113 ha enquanto que, em 2005, foi reduzida para 5.381 ha, já a ocupação urbana, que era de 1.056 ha em 1994, aumentou aceleradamente para 4.231 ha em 2005, ficando próximo da área total de cerrado.

Inferese que este processo foi motivado, a partir de 1998, com o decreto nº 18.910 de 15 de dezembro de 1997 que permitiu, dentro do *Park Way*, o parcelamento de cada lote de 20.000 m² em 6 lotes de 3.333 m² ou em até 8 lotes de 2.500 m², sendo que a área mínima de lote deve ser de 1.875 m². Em uma estimativa da Associação de Proprietários do *Park Way*, existem cerca de 790 lotes dentro da APA, sendo mais de 350 já transformados em condomínio. Isso significa que, em quatro anos, 44% dos lotes já se transformaram em condomínios (UNESCO, 2000).

Focando a imagem de satélite de 2005, percebe-se nitidamente o aumento do desmatamento da área de cerrado, que diminuiu, passando de 5.554 ha, em 1998, para 5.381 ha, no período correspondente à expansão do Aeroporto Internacional de Brasília, comprovando os dados tabulados, anteriormente. É importante ressaltar que esta obra foi precedida de avaliação e acompanhamento de uma proposta de compensação ambiental.

A análise temporal, realizada ao se comparar às imagens dos anos 1994 e 1998, permite visualizar o intenso processo de ocupação da bacia hidrográfica por área urbana. A imagem de satélite (1998) mostra a diminuição das áreas de matas de galeria, passando de 1.317 ha, em 1994, para 996 ha, em 1998, permanecendo estável em 2001, havendo um ganho real indicando um tímido processo de recuperação da área natural.

No mapa 9, a área anteriormente ocupada por uso agrícola aparece em processo de ocupação urbana, confirmando a perda de área agrícola, passando de 627 ha, em 2001 para 601 ha (2005). Esses empreendimentos além da expansão urbana na área do *Park Way*, justificam a considerável mudança da ocupação

urbana, quando esta área passou de 3.343 ha (2001) para 4.231 ha (2005) em apenas cinco anos (Tabela 2).

Tabela 2 – Descrição dos Tipos de Ocupação do Solo na Bacia do Ribeirão do Gama e Córrego Cabeça de Veado

Tipo de Uso e Ocupação do Solo	1994		1998		2001		2005	
	Área Total (ha)	Ocupação (%)						
Área agrícola	1347	9,29	589	4,06	627	4,32	601	4,14
Ocupação urbana	1056	7,28	3343	23,07	3343	23,07	4231	29,20
Campo	3393	23,41	3861	26,64	3869	26,7	2853	19,69
Cerrado	7113	49,09	5554	38,33	5554	38,3	5381	37,13
Mata de galeria	1317	9,08	996	6,87	991	6,8	1301	8,97
Curso d'água	14	0,09	9	0,06	9	0,06	17	0,11
Reflorestamento	121	0,83	134	0,92	93	0,64	_____	_____
Solo exposto	125	0,86	_____	_____	_____	_____	83	0,57

Fonte: Maria Rita, 2008 – Análise Imagens de Satélite, *Landsat TM*, usando funções do *ArcGIS*.

Complementando as análises realizadas a partir da interpretação das imagens de satélite, houve a preocupação em registrar *in loco* algumas peculiaridades na ocupação urbana da referida bacia hidrográfica. Como, exemplo: um trecho da área de vereda, próximo ao Córrego do Cedro, atualmente ocupada por condomínios que, por ocasião das chuvas, sofrem com o processo de alagamento. Foto 6



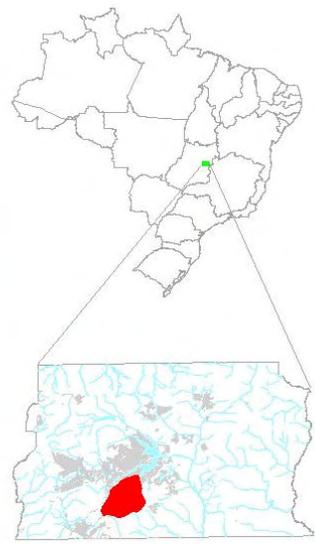
Foto 6 – Buritizal e Vereda. Fonte: Maria Rita 2007

Em seqüência a estas observações, com objetivos de cruzar os dados espacializados, passou-se a trabalhar em períodos correspondentes os valores de precipitação, vazão e o balanço hídrico da bacia em estudo.



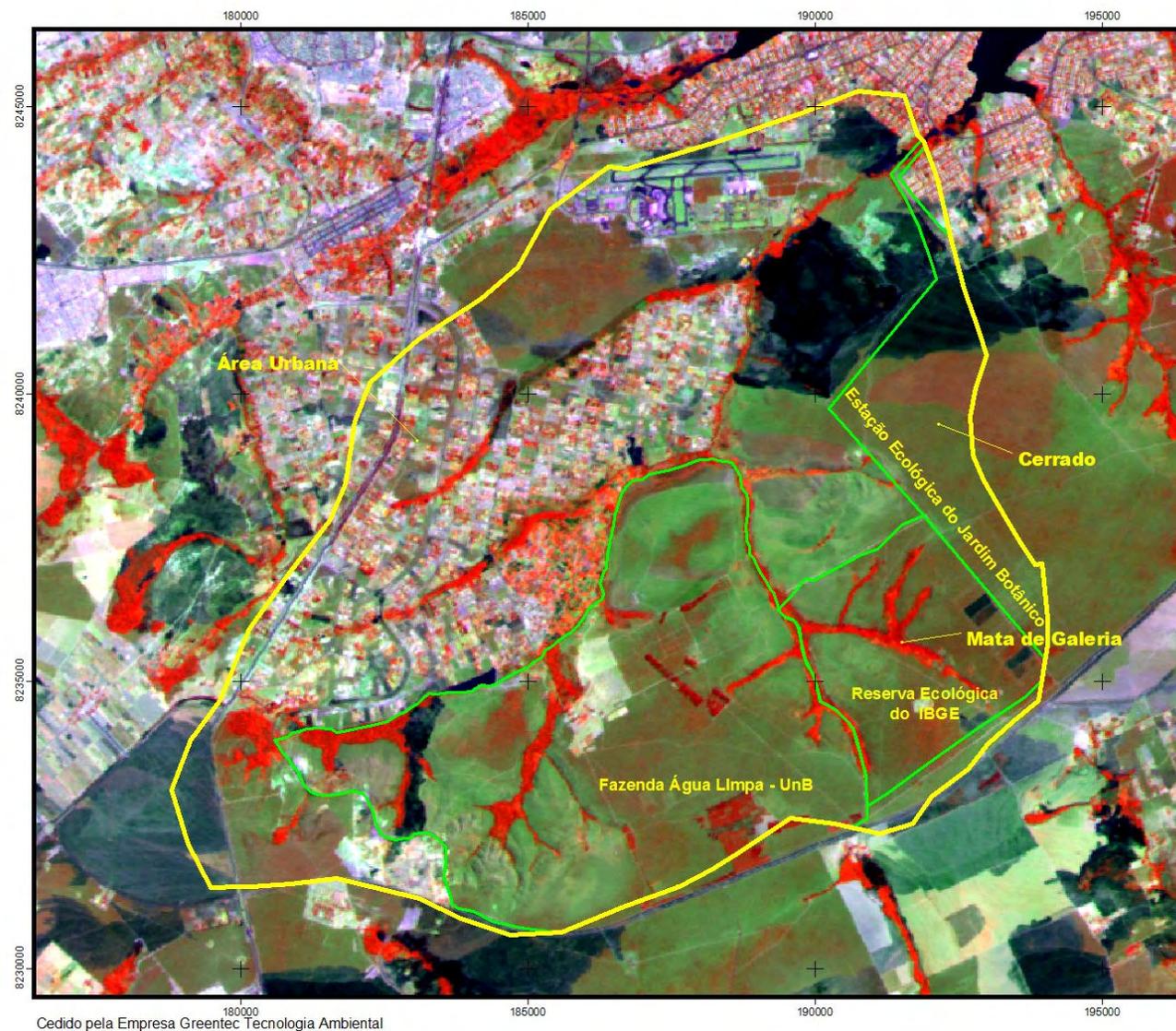
Cedido pela Empresa Greentec Tecnologia Ambiental

Mapa 6
 Imagem de satélite Landsat TM 1994
 Bacia Hidrográfica do Ribeirão
 do Gama e do Córrego Cabeça
 de Veado



Projeção Transversa de Mercator
 Escala 1:90.000

 Limite da Bacia Hidrográfica
 do Ribeirão do Gama e do
 Córrego Cabeça de Veado

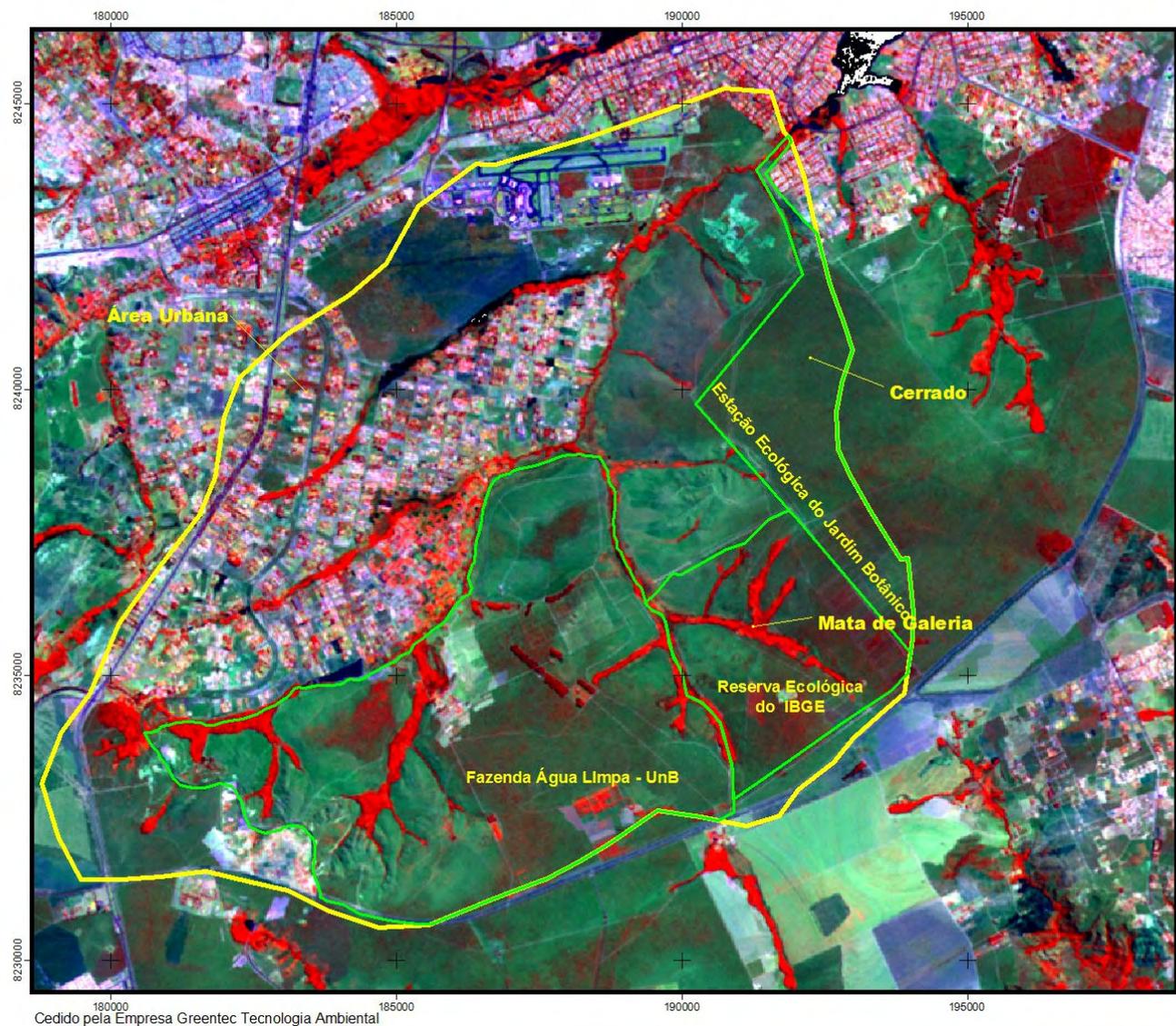


Mapa 7
 Imagem de satélite Landsat TM 1998
 Bacia Hidrográfica do Ribeirão
 do Gama e do Córrego Cabeça
 de Veado



N
 Projeção Transversa de Mercator
 Escala 1:90.000

 Limite da Bacia Hidrográfica
 do Ribeirão do Gama e do
 Córrego Cabeça de Veado



Mapa 8
Imagem de satélite Landsat TM 2001
Bacia Hidrográfica do Ribeirão
do Gama e do Córrego Cabeça
de Veado

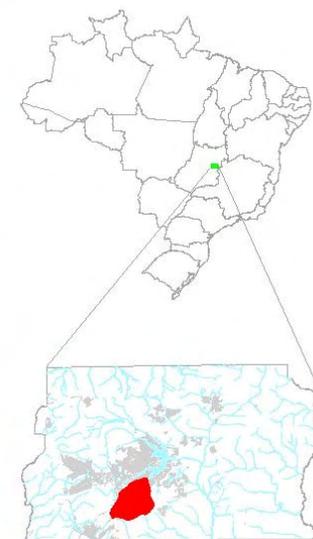


Projeção Transversa de Mercator
Escala 1:90.000

Limite da Bacia Hidrográfica
do Ribeirão do Gama e do
Córrego Cabeça de Veado



Mapa 9
 Imagem de satélite Landsat TM 2005
 Bacia Hidrográfica do Ribeirão
 do Gama e do Córrego Cabeça
 de Veado



Projeção Transversa de Mercator
 Escala 1:90.000

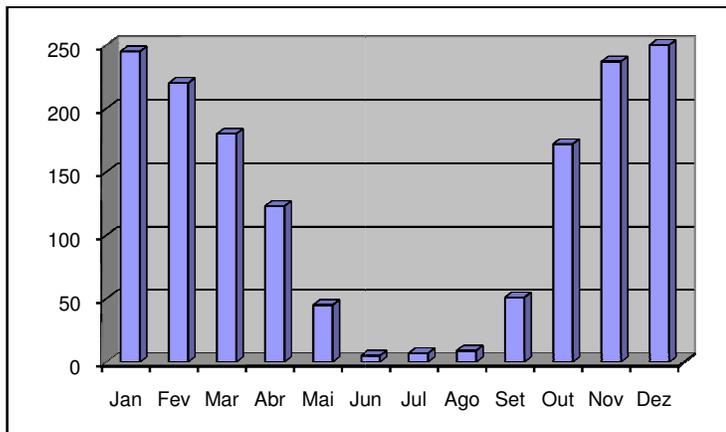
 Limite da Bacia Hidrográfica
 do Ribeirão do Gama e do
 Córrego Cabeça de Veado

4.2. Avaliação da Variação da Precipitação, Vazão Hídrica.

4.2.1. Caracterização da distribuição temporal da chuva no Distrito Federal

No ecossistema “cerrado” na região do Distrito Federal, os valores de precipitação alcançam valores médios totais entre 1.400 e 1.450 mm. O regime das chuvas caracteriza a forte sazonalidade e apresenta duas estações bem definidas, um verão chuvoso e inverno seco. Durante os meses de novembro, dezembro e janeiro, em média 47% do volume total das chuvas são precipitados. No mês de novembro, quando as chuvas se iniciam, é comum a instalação de chuvas torrenciais com eventos superiores a 90 mm, acompanhados de ventos fortes e descargas elétricas. O mesmo tipo de fenômeno é observado no mês de março, quando as chamadas chuvas de final do verão apresentam um forte componente torrencial. Durante estes meses os processos erosivos são amplificados e o maior volume dos solos é transportado em direção aos corpos hídricos, por outro lado a pluviosidade concentrada possibilita a infiltração das águas ao longo da camada dos solos e das fissuras das rochas e nos bordos das chapadas os lençóis subterrâneos afloram e formam os cursos d’água superficiais. No período mais seco, ocorrem meses com até 30 mm de chuva em média, podendo chegar a zero em determinados anos, o que ocasiona o estresse hídrico. (INMET, 2007)

Gráfico 1 – Distribuição Anual dos Totais Mensais, - Estação Brasília – Período: 1961–1990



Fonte: <http://www.inmet.gov.br> – Estação 83377 – Brasília.

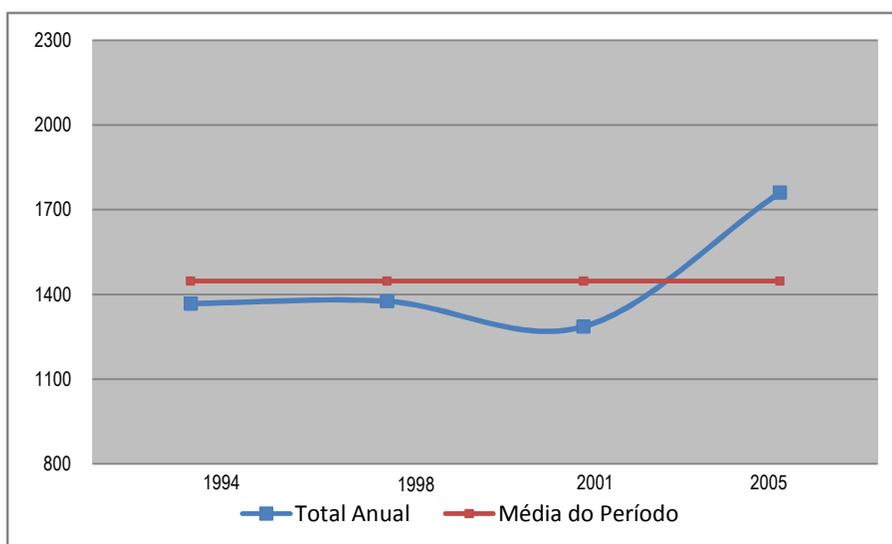
As médias mensais de precipitações registradas nos meses de fevereiro, correspondentes ao período de 1961 a 1990 (Gráfico 1) foram superiores a 200 mm,

situação inversa ocorre com as precipitações no mês de março, quando a média registrada no mesmo período correspondia a 180 mm (Gráfico 1).

4.2.2. Caracterização da variação temporal da chuva no período de 1994 a 2005

A média anual das precipitações no Distrito Federal fica em torno de 1447mm, como mostra o Gráfico 2, entretanto, no período em análise o comportamento pluviométrico em relação à média, tem apresentado pouco abaixo de 1447mm nos anos de 1994, 1998 e 2001, ocorrendo em 2005 aumento dos valores de chuva. (INMET, 2007)

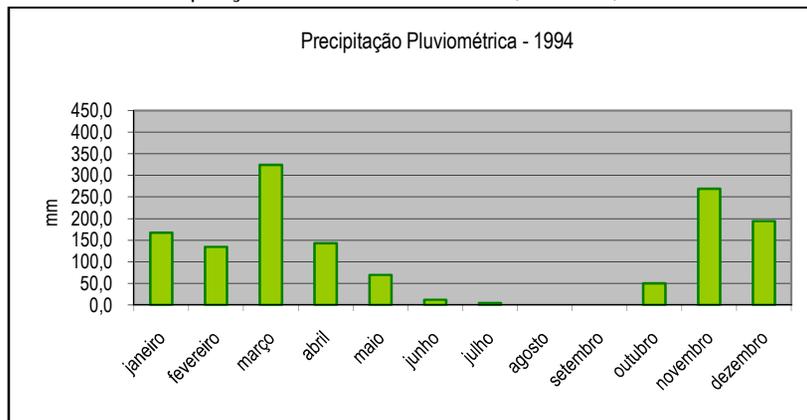
Gráfico 2 – Total anual de precipitação para Brasília, no período de 1994 a 2005.



Fonte: <http://www.inmet.gov.br> – Estação 83377 – Brasília.

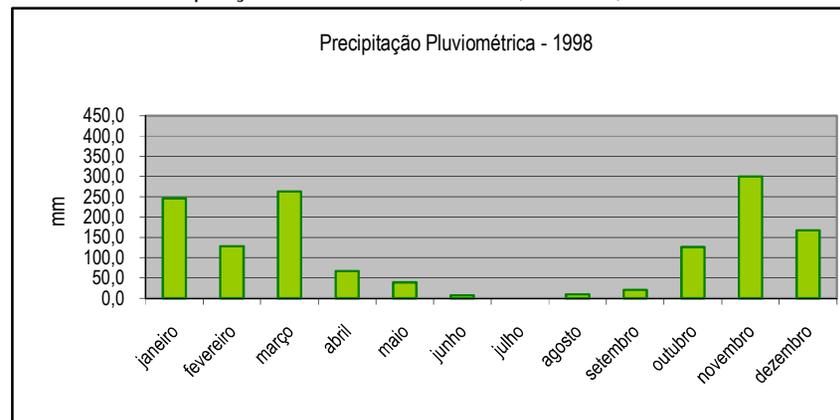
As precipitações pluviométricas registradas para os anos de 1994, 1998, 2001 e 2005 apresentam semelhanças quanto ao período de ocorrência das chuvas, com distribuição nos meses de novembro a março. Quanto ao volume de chuvas, registra-se certa regularidade, com médias mensais entre 200 e 250 mm, com exceção do ano de 2005, quando os índices foram superiores, alcançando uma média de 400 mm em dezembro e março. (INMET, 2007)

Gráfico 3 – Precipitação Pluviométrica Mensal, em mm, 1994.



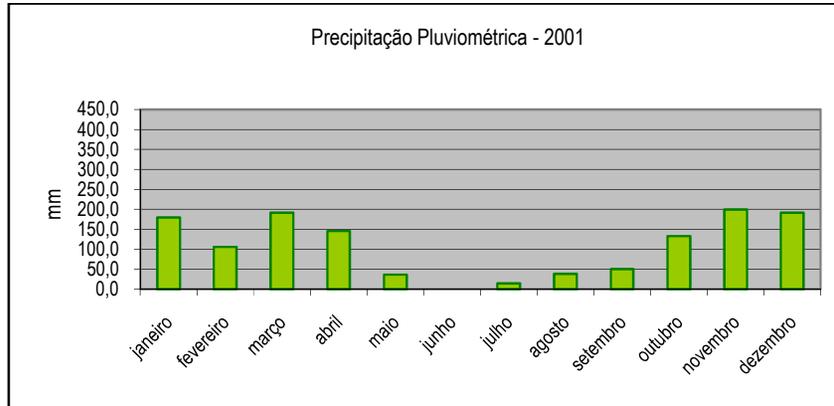
Fonte: <http://www.inmet.gov.br> – Estação 83377 – Brasília. Acesso: out, 2007

Gráfico 4 – Precipitação Pluviométrica Mensal, em mm, 1998.



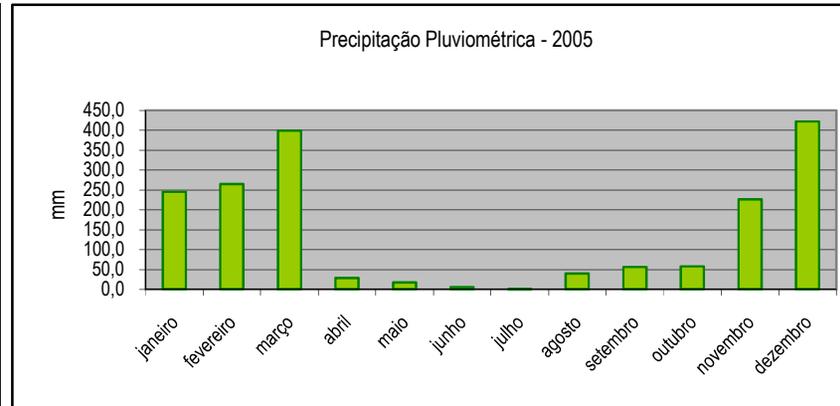
Fonte: <http://www.inmet.gov.br> – Estação 83377 – Brasília. Acesso: out, 2007

Gráfico 5 – Precipitação Pluviométrica Mensal, em mm, 2001.



Fonte: <http://www.inmet.gov.br> – Estação 83377 – Brasília. Acesso: out, 2007

Gráfico 6 – Precipitação Pluviométrica Mensal, em mm, 2005.



Fonte: <http://www.inmet.gov.br> – Estação 83377 – Brasília. Acesso: out, 2007

Os valores de chuva para o ano de 1994 mostram que no mês de março ocorreu um maior valor de precipitação (320 mm), com uma diminuição ao longo da estação seca, chegando ao seu mínimo em outubro, atingindo um valor de apenas 50 mm (Gráfico 3). A distribuição das precipitações em 1998 foi semelhante à distribuição de 1994. Com relação ao volume de chuvas, no mês de novembro, a maior média de precipitação de 300 mm (Gráfico 4).

O ano de 2001 apresentou os menores valores de chuva em relação aos anos de 1994 e 1998, alcançando valores inferiores a 200 mm no período chuvoso. Com relação ao volume de chuvas, a maior média mensal ocorreu no mês de novembro (200 mm) (Gráfico 5).

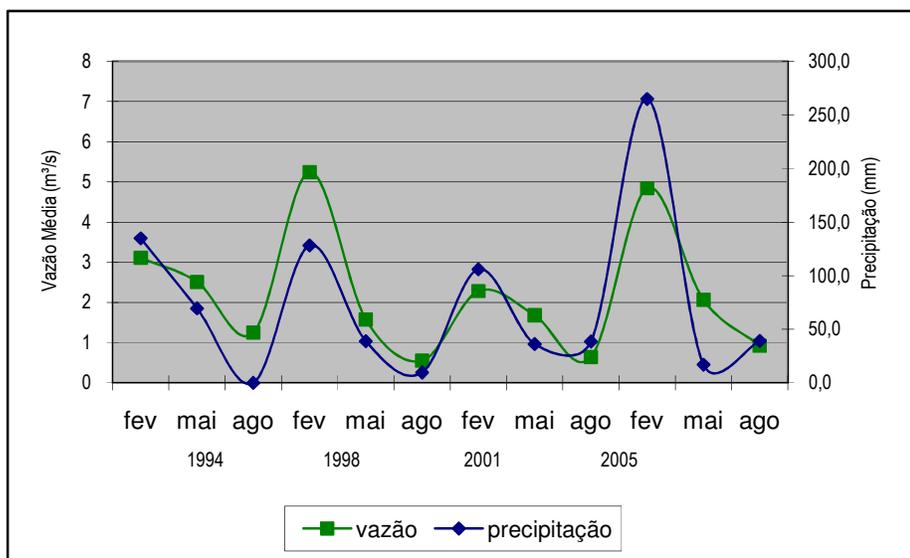
O volume de chuvas em 2005 se apresentou maior, em relação aos anos anteriormente estudados: a média de precipitação anual ficou em torno de 1.700 mm. As médias mensais de precipitação apresentaram picos de até 400 mm nos meses de março e dezembro (Gráfico 6).

4.2.3. Avaliação preliminar da variação da vazão hídrica na Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Gama e do Córrego Cabeça de Veado no período de 1994 a 2005.

O comportamento da precipitação determina a curva de vazão hídrica, com um pequeno deslocamento no tempo, devido à dinâmica de infiltração das águas superficiais no solo até serem incorporadas aos cursos d'água, como demonstrado no Gráfico 7. O mais importante é observar a relação expressiva entre precipitação e vazão em todo o período analisado.

No gráfico 7, pode se observar que a vazão hídrica acompanha a sazonalidade das chuvas e apresenta o que deverá ser o limite de consumo para fins domésticos, comércio, agricultura e outros usos. O limite inferior expressa o ponto crítico onde a demanda deverá ser controlada para que não haja um colapso nos sistemas de abastecimento. (SILVA; D'ANGIOLELLA, 2000)

Gráfico 7 – Totais de precipitação com a vazão hídrica da Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Gama e do Córrego Cabeça de Veado, DF.



Fonte: <http://www.inmet.gov.br> – Estação 83377 – Brasília; Hidroweb – ANA – Estação Fluviométrica Base Aérea do Gama. Acesso: out, 2007

O cruzamento dos valores pluviométricos com a vazão para o ano de 1994 mostra que, no mês de março, ocorreu uma máxima de vazão igual a 7,00 m³/s (Gráfico 7) correspondente ao maior índice de chuva (320 mm). A tendência de diminuição da vazão acompanha nitidamente a diminuição das precipitações chegando ao seu mínimo em outubro, atingindo a menor vazão (1,00m³/s) quando a precipitação era de apenas 50 mm (Gráfico 7).

Em 1998, o maior nível da vazão ocorreu no mês de fevereiro, com 5,00 m³/s, correspondendo ao período de maior freqüência de chuvas, mas mesmo assim permaneceu inferior ao ano de 1994 (7,00m³/s). Infere-se que, nesse momento, pela análise das imagens de satélite, ocorreram as maiores perdas de área de cerrado em função das ocupações urbanas, que possivelmente contribuíram para uma maior evapotranspiração e um rápido escoamento superficial, carreando sedimentos do solo desnudo, provavelmente assoreando os corpos hídricos.

Gráfico 8 – Vazão, em m³/s, 1994

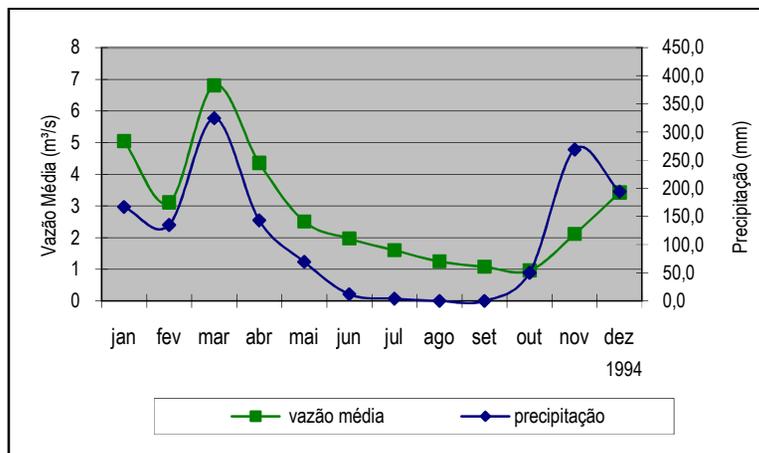
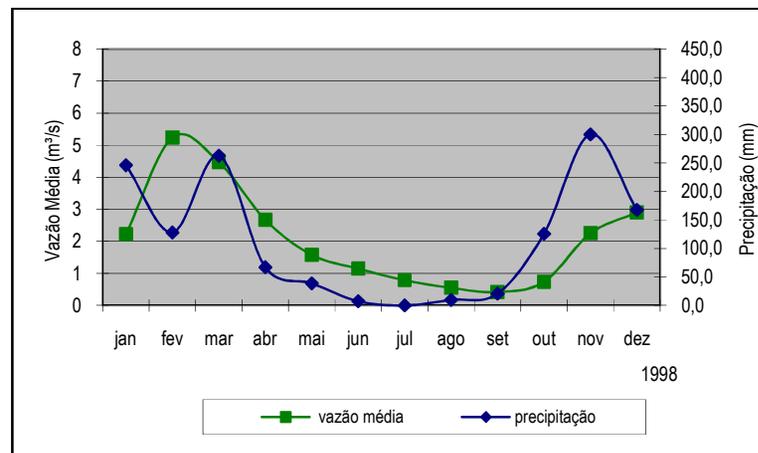


Gráfico 9– Vazão, em m³/s, 1998.



Fonte: <http://www.inmet.gov.br> – Estação 83377 – Brasília; Hidroweb – ANA – Estação Fluviométrica Base Aérea do Gama.

Gráfico 10 – Vazão, em m³/s, 2001.

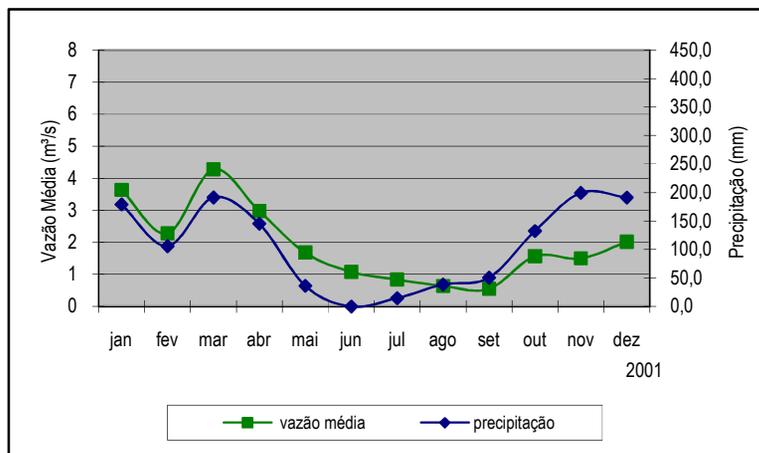
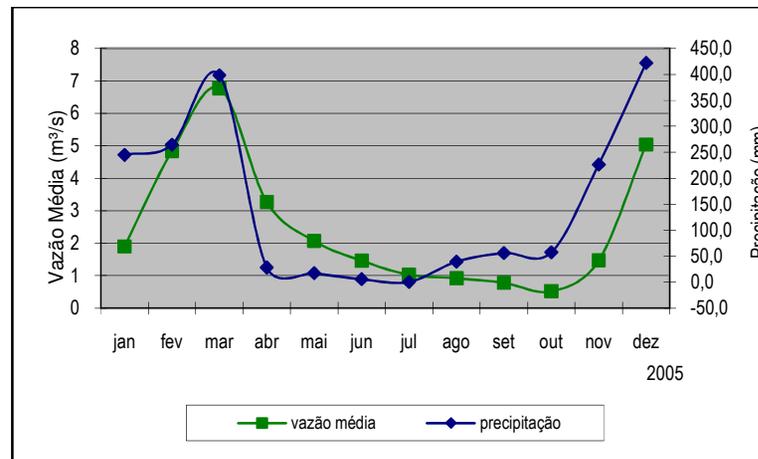


Gráfico 11 – Vazão, em m³/s, 2005.



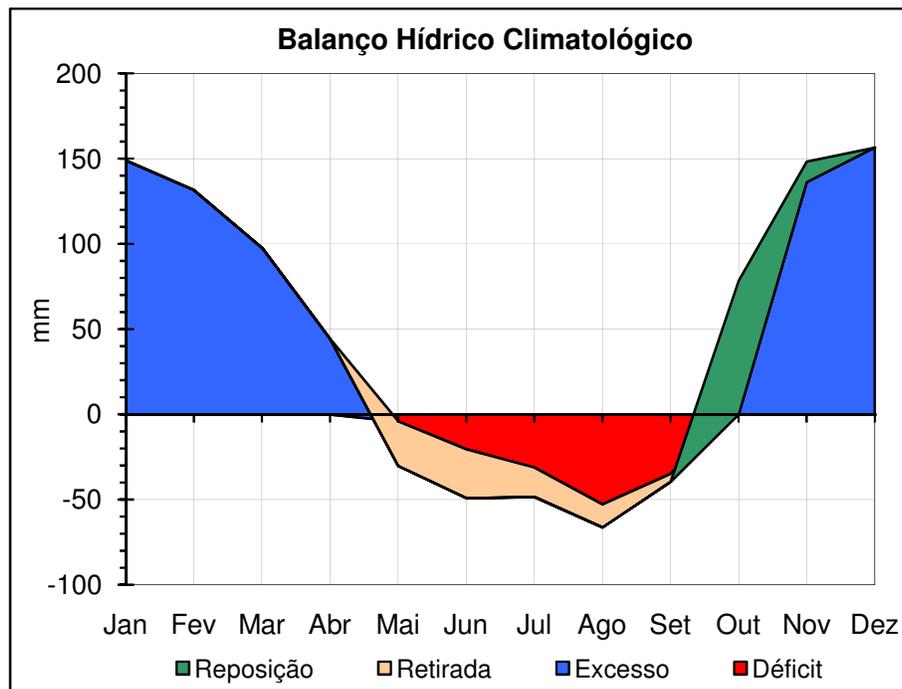
Fonte: <http://www.inmet.gov.br> – Estação 83377 – Brasília; Hidroweb – ANA – Estação Fluviométrica Base Aérea do Gama.

A vazão média mais alta no ano de 2001 foi alcançada no mês de março, atingindo apenas 4,00 m³/s, sendo a mais baixa de todo o período analisado. De acordo com o Gráfico 10, os níveis permaneceram baixos até o mês de dezembro, quando a vazão era 2,00 m³/s. Em 2005 o comportamento da vazão acompanhou os valores de chuva, apresentou dois picos nítidos e elevados nos meses correspondentes, ficando entre 5,00 m³/s e 7,00 m³/s (Gráfico 11).

4.3. Avaliação Temporal da Variação do Balanço Hídrico na Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Gama e do Córrego Cabeça de Veado no período de 1994 a 2005.

O processo de contabilidade hídrica no solo mais utilizado para fins climatológicos é o THORNTHWAITE & MATHER (1995), e este processo, o balanço hídrico, revela com bastante precisão as condições hídricas do solo representativas de determinada região. (SILVA; D'ANGIOLELLA, 2000)

Gráfico 12 – Balanço hídrico climatológico da região de Brasília, DF. Normal Climatológica 1961 – 1990.



Fonte: BHídrico GD 4.0 – 2004

O Gráfico 12 apresenta o curso anual do balanço hídrico com ocorrência de excesso de água no solo de novembro a abril e déficit de maio a setembro. A água que constitui o excedente hídrico (área azul) pode ser armazenada no solo (área verde) e utilizada à medida que as chuvas cessam (área laranja). Desta forma, as áreas em verde, azul e laranja, demonstram que existe umidade no solo. O período de deficiência (área vermelha) tem início em maio com término em setembro, se caracterizando como um período de estiagem prolongada. Nesse período, o estoque de água do solo é rapidamente esgotado, além de corresponder ao período de vazante dos rios, cessando totalmente alguns cursos d'água. (D'ANGIOLELLA, 2003)

O Gráfico 13 - balanço hídrico climático para 1994, aponta excedente hídrico se estendendo de novembro a maio, correspondendo ao período de chuva para o mesmo ano. Neste período a água infiltra no solo para recarregar o lençol freático e os aquíferos profundos e o excedente pode escoar superficialmente. O período de deficiência (área vermelha) inicia-se em junho até início de novembro, correspondendo ao período de estiagem. O período de chuva, neste mesmo ano teve início em outubro atingindo, no mês de março o seu maior valor mensal (320mm) totalizando 1352,3 mm anuais. Comparando-se com a normal climatológica neste ano (1994) o período de estiagem prolongou-se por mais um mês.

No balanço hídrico climático para 1998 (Gráfico 14) observa-se um excesso de água no solo de outubro a abril, ocorrendo um "veranico" (diminuição da chuva dentro do período chuvoso) no mês de fevereiro. O déficit de água no solo se inicia em abril e se estende até outubro. As chuvas apontam pequenos valores em setembro, correspondendo ao início da reposição de água no solo (área verde).

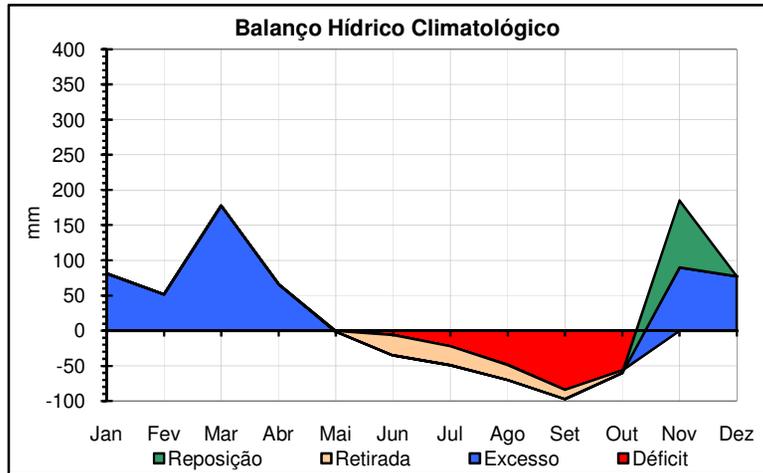
Para 2001 o balanço hídrico climático acompanhou os valores da chuva, apresentando excesso de água no solo, abaixo de 100mm, correspondendo ao período de outubro a maio. Houve também ocorrência de veranico em fevereiro. Nesse ano o período de deficiência não foi tão prolongado quanto os anos anteriores, correspondendo ao mesmo período de estiagem da normal climatológica.

O Gráfico 16 - balanço hídrico climático para 2005 aponta excedente hídrico de início de novembro a abril, o período de chuva iniciou em meados de outubro,

ocorrendo, até novembro a reposição (área verde). Neste ano os volumes precipitados foram extremamente elevados chegando a atingir cerca de 350mm nos meses de dezembro e março, sem ocorrência de veranico, porém com um longo período de deficiência hídrica (área vermelha) que se estendeu de abril a outubro.

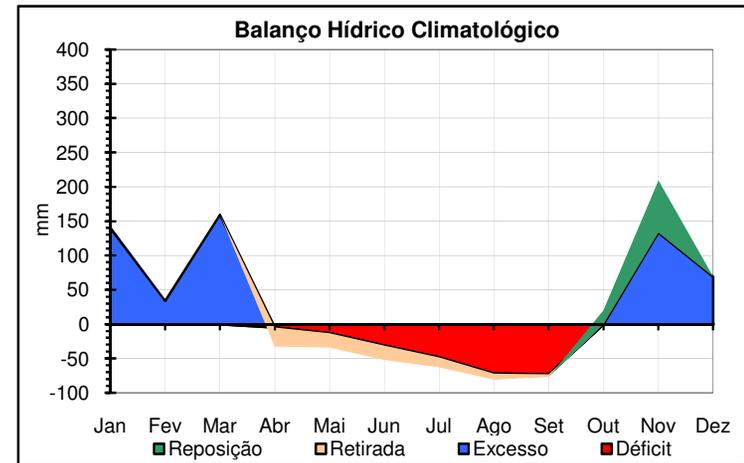
No capítulo V, a seguir, se fará uso da fase interpretativa – nível da semântica –, na qual se chegará aos resultados das mudanças e ou das transformações ocorridas no tempo e no espaço, apropriando-se do saber teórico, da interpretação das imagens e dos valores de precipitação, vazão e balanço hídrico analisado e correlacionados. Corresponde à etapa de estudos integrados (síntese). Elaboração dos Cenários: extrapolativo exploratório, extrapolativo alternativo e normativo ou desejado.

Gráfico 13 – Balanço Hídrico Climático da bacia hidrográfica, 1994 .



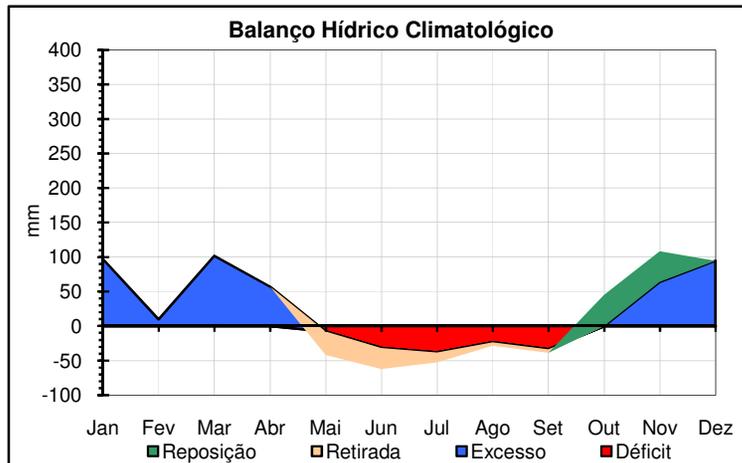
Fonte: BHídrico GD 4.0 – 2004

Gráfico 14 - Balanço Hídrico Climático da bacia hidrográfica, 1998.



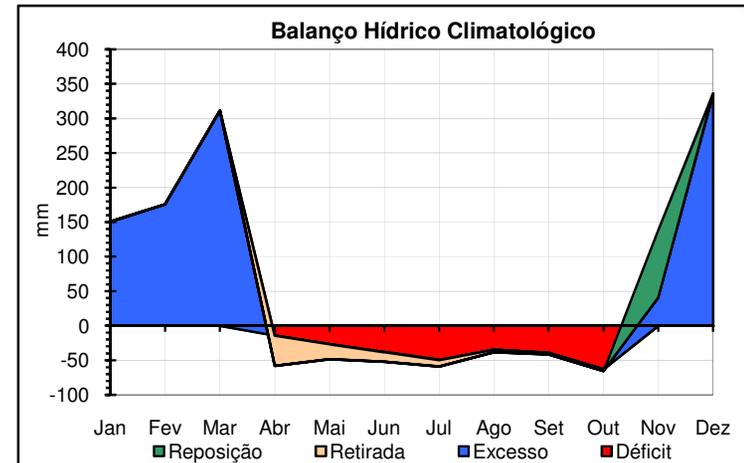
Fonte: BHídrico GD 4.0 – 2004

Gráfico 15 - Balanço Hídrico Climático da bacia hidrográfica, 2001.



Fonte: BHídrico GD 4.0 – 2004

Gráfico 16 - Balanço Hídrico Climático da bacia hidrográfica, 2005.



Fonte: BHídrico GD 4.0 – 2004

V. CAMINHOS PARA A ELABORAÇÃO DE CENÁRIOS DA BACIA EM ESTUDO

Segundo GODET (1985), cenários são configurações de imagens de futuro condicionadas e fundamentadas em jogos coerentes de hipóteses sobre os prováveis comportamentos das variáveis determinantes do objeto de planejamento.

Para organizar essa “arte da previsão”, têm sido desenvolvidos, nas últimas décadas, vários recursos analíticos que auxiliam no processo de elaboração de cenários, pois promovem e estimulam a criatividade e, ao mesmo tempo, estruturam a reflexão e a análise. No entanto, como se trata de uma “criação” (invenção), a elaboração de cenários não pode ficar presa a um rigoroso roteiro de trabalho e técnicas, embora tenha de se basear em uma estrutura lógica convincente e aceita pelo paradigma dominante.

Assim, com o objetivo de elaborar possíveis cenários para a Bacia do Córrego do Gama e Ribeirão Cabeça de Veado avaliou-se anteriormente o tipo de ocupação e de usos múltiplos. A falta de um planejamento prévio e adequado poderá implicar na bacia em estudo, processos de erosão superficial, acompanhado do assoreamento dos corpos d’água receptores, em particular do sistema de macro drenagem de terrenos aluvionares de baixa declividade. Exemplo apresentado nas fotos 2 e 3, ocorre próximo ao Córrego do Cedro, área de vereda.

O processo poderá ser acelerado em decorrência de ocupações inadequadas na bacia, sem os devidos cuidados conservacionistas, com o conseqüente incremento no aporte sólido. O assoreamento, em corpos d’água, poderá ocorrer dentro de um processo natural de redução de capacidade de transporte sólido, associado, de maneira geral, à redução dos níveis de energia de escoamento.

Complementando as informações observadas a partir da interpretação das imagens de satélite nos anos 1994, 1998, 2001 e 2005, os dados da CODEPLAN, 2004, apontam, que a população residente é de 19.252 habitantes e o número de domicílios na área do *Park Way* é de 4.813, correspondendo a 4 habitantes por domicílio (CODEPLAN, 2004). Estes indicadores considerados satisfatórios, mas com viés de alerta para uma área de APA, que faz parte da Zona Núcleo da Biosfera

do Cerrado – Fase 1 (UNESCO, 2000), onde é importante ressaltar que as ocupações humanas devem ser prioritárias nas análises ambientais.

Nesse sentido, para a avaliação socioambiental da bacia em estudo, com o objetivo de elaborar novos cenários, optou-se pela elaboração de uma tabela, buscando identificar os elementos exógenos que podem influenciar os processos e os eventos endógenos (Tabela 3).

5.1. Cenário Exploratório Extrapolativo, Exploratório Alternativo e Normativo ou Desejado

Os cenários tratam, portanto, da descrição de um futuro – possível, imaginável ou desejável – para um sistema e seu contexto, bem como do caminho ou da trajetória que o conecta com a situação inicial do objeto de estudo, como histórias sobre a maneira como o mundo (ou uma parte dele) poderá se mover e se comportar no futuro.

Na caracterização dos cenários, é possível distinguir dois grandes conjuntos diferenciados segundo sua qualidade, particularmente quanto à isenção ou presença do desejo dos formuladores do futuro: cenário exploratório e cenário normativo ou desejado.

Os cenários exploratórios podem ter várias formas de acordo com o grau de importância que for conferido às latências e aos fatores de mudança que amadurecem na realidade, indicando maior ou menor abertura para as inflexões e descontinuidades futuras. Assim, podem ser diferenciados dois grandes tipos diferentes de cenários exploratórios: i) extrapolativos, os quais reproduzem no futuro os comportamentos dominantes no passado; ii) alternativos, os quais exploram os fatores de mudança que podem levar a realidades completamente diferentes das do passado e do presente.

O cenário exploratório extrapolativo irá corresponder a um maior comprometimento da Bacia Ribeirão do Gama e Córrego Cabeça de Veado, se persistirem as mesmas ações do momento – sistema hidrológico pressionado pela ocupação urbana, como visto anteriormente.

Tabela 3 - Avaliação Socioambiental da Bacia Hidrográfica do Córrego do Gama e Ribeirão Cabeça de Veado.

INDICADOR	PRESSÃO	IMPACTO	ESTADO	RESPOSTA
Uso da terra	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Áreas protegidas afetadas ▪ Especulação imobiliária ▪ Compactação do solo ▪ Diminuição da área recarga hídrica ▪ Ampliação do Aeroporto 	<p>Comprometimento das nascentes</p> <p>Assoreamento dos mananciais</p> <p>Aparecimento de voçorocas</p> <p>Enxurradas</p> <p>Desmatamento</p>	<p>Áreas com solo exposto</p> <p>Alargamento do leito dos rios</p> <p>Processos erosivos</p> <p>Diminuição da área verde</p> <p>Diminuição da vazão</p> <p>Empobrecimento da fauna</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Contenção das áreas do Jardim Botânico com replantio de árvores - Compensação ambiental dentro da APA - Construção de bacias de contenção na área do aeroporto
Aumento populacional	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Futuro projeto de construção da Cidade do Catetinho para abrigar mais 40.000 moradores ▪ Futura construção de Terminal Rodoviário de Integração na Quadra 14 	<p>Comprometimento da segurança e das vias de trânsito com abertura de novas vias</p> <p>Água pluvial do Catetinho irá desaguar na bacia em estudo</p>	<p>Urbanização mais acelerada</p> <p>Perda de cobertura natural</p> <p>Desvalorização patrimonial</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Atuação mais efetiva da Associação Comunitária do <i>Park Way</i> em defesa das áreas naturais - Atuação do Instituto Vida Verde com participação no Conselho Gestor da APA Gama e Cabeça de Veado
Aumento da ocupação urbana	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Parcelamento de lotes de 20.000 m² em até 8 de 2.500 m² ▪ Pressão por construção de novos condomínios ▪ Pressão populacional por serviços básicos 	<p>Maior demanda por recursos hídricos</p> <p>Maior demanda por perfuração de poços artesianos</p> <p>Aumento de resíduo domiciliar</p> <p>Aumento do risco de poluição dos mananciais pelo resíduo domiciliar</p>	<p>Descaracterização da paisagem natural</p> <p>Aumento da qualidade de vida</p> <p>Aumento do fluxo de automóveis e abertura de novas vias de trânsito</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Maior participação na discussão da Associação Comunitária do <i>Park Way</i> com a SEDUMA sobre o PDL e PDOT, em defesa da proteção das nascentes e para manter as condicionantes ambientais de ocupação do <i>Park Way</i>
Acesso ao esgotamento sanitário	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Destinação final – aumento de uso de fossa séptica 	<p>Contaminação do solo com perigo para o lençol freático</p>	<p>Perda de qualidade da água</p>	<p>Há pouca preocupação com relação a este indicador</p>
Coleta seletiva do resíduo sólido	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pressão por maior dinamismo da coleta do resíduo sólido em decorrência do volume produzido 	<p>Aumento de resíduo domiciliar</p> <p>Aumento do risco de poluição dos mananciais</p>	<p>Por ser uma área de APA e de alto poder aquisitivo há uma frequência regular na coleta do resíduo sólido</p> <p>Diminuição dos problemas de saúde pública</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Cooperativa de Catadores – Sem Dimensão e a Fazenda Água Limpa - UnB, estimulam a coleta seletiva e a reciclagem dos resíduos sólidos Limpeza e revegetação nos cursos d'água e nascentes com maior participação da comunidade
Queimadas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ações individuais e isoladas de pessoas não esclarecidas 	<p>Emissão de CO₂</p> <p>Ressecamento do solo</p>	<p>Perturbação da biota terrestre</p>	<p>Maior articulação entre as instituições: Jardim Botânico, FAL-UnB, Estação Ecológica do IBGE</p>

Como avaliação preliminar a vazão hídrica tende a acompanhar os valores de chuva, mas quando se observa os valores do balanço hídrico percebe-se que a retirada de água do solo, em 1994 iniciou em maio - ocupação urbana representava 1056 ha, em 1998 a retirada de água do solo iniciou em abril - quando a ocupação urbana representava 3343 ha. E nos anos de 2001 e 2005 o quadro de retirada de água do solo iniciou também em abril.

A resposta, às alterações morfológicas de um curso d'água natural, quer seja, por um processo erosivo, ou por um assoreamento, só podem ser avaliadas a partir de um conhecimento adequado de todas as variáveis que regem o fenômeno, o que não é muito simples. Um complicador dos problemas dessa natureza ocorre em áreas urbanas, onde há alterações importantes, quer nas características hidrológicas de uma bacia, o que já é perceptível na bacia em estudo com a diminuição da vazão, aumento do déficit de água no solo e o assoreamento dos corpos hídricos.

O cenário exploratório alternativo, ao contrário, amplia as possibilidades de futuro e as incertezas das hipóteses. Correspondem à velocidade e à profundidade das mudanças contemporâneas. O cenário alternativo, ao considerar, descontinuidades e inflexões de tendências, contemplam a possibilidade e a probabilidade de o futuro ser completamente diferente do passado recente. Embora, tais cenários tenham o passado como uma referência, a base deles reside nos processos em maturação e nas perspectivas efetivas de descontinuidades no desenho do futuro: o importante é considerar o que está amadurecendo, na realidade atual, que poderá definir alternativa e desdobramentos futuros.

Na bacia em estudo o cenário exploratório alternativo poderá acontecer de forma sustentável, face à atuação da Associação Comunitária do *Park Way* em defesa das áreas naturais, do Instituto Vida Verde, com participação no Conselho Gestor da APA Gama e Cabeça de Veado, no sentido de discutir o projeto de construção da Cidade do Catetinho. Como exemplo incorporar as fases de coleta e tratamento da água na etapa de infra-estrutura do projeto.

O cenário normativo ou desejado, por sua vez, deve aproximar-se das aspirações do decisor em relação ao futuro, refletindo a melhor previsão possível. Embora se trate de ajustar o futuro aos desejos, para ser um cenário, a descrição deve ser plausível e viável e não apenas a representação de uma vontade ou de uma esperança. Desse ponto de vista, pode-se dizer que o cenário normativo ou desejado é uma utopia plausível, capaz de ser efetivamente construída e, portanto, demonstrada – técnica e logicamente – como viável.

Normalmente, utilizado para o planejamento governamental, o cenário normativo (desejado) tem uma conotação política e deve ser ao mesmo tempo, tecnicamente plausível e politicamente sustentável. Tal cenário procura administrar o destino com base no desejo, ajustando-o às probabilidades e às circunstâncias. Dessa forma, pode exercer um papel importante na orientação da ação dos atores para intervir e transformar o futuro provável no desejado, expressando o espaço da construção da liberdade dentro das circunstâncias.

O cenário desejado é a síntese do contraponto entre o presente (antítese) e as idéias e as utopias de uma sociedade em relação ao seu futuro, o que resulta em um futuro tão próximo das aspirações quanto possível nas circunstâncias históricas determinadas. Desse modo, consiste em um tratamento técnico e racional dos desejos, o qual recusa a simples probabilidade dos eventos futuros, mas também evita o voluntarismo descolado do mundo real.

No caso da Bacia do Ribeirão do Gama e Córrego Cabeça de Veado, considerando as circunstâncias históricas, o cenário desejado deverá contemplar de maneira técnica e politicamente sustentável, as diretrizes de uma Área de Preservação Ambiental e do Plano Diretor de Ordenamento Territorial que possam nortear as aspirações e as ações dos agentes interessados, com a finalidade de aprimorar o sistema de planejamento territorial existente para o fortalecimento de uma gestão democrática e participativa.

Para tal, ocorreu, em vinte de maio de 2005, a Audiência Pública para a Revisão do PDOT, em que estiveram presentes a direção e técnicos da SEDUH, técnicos do IBAMA, os administradores do *Park Way* e Lago Sul, com suas equipes e as comunidades do *Park Way* e Lago Sul.

Mais recentemente, Julho/2008, em encontro na Universidade de Brasília, foi debatida a questão da construção do Setor Habitacional do Catetinho, constituindo-se em um exemplo emblemático, pois a área a ser ocupada por este mega empreendimento está localizada em uma altitude mais elevada, o que provavelmente poderá ocasionar a impermeabilização da área de recarga do aquífero da Bacia do Ribeirão do Gama e Córrego Cabeça de Veado. Como alerta e, com base em estudos realizados por um pesquisador presente ao evento, foi observado que, em consequência da construção desse setor, ocorreria um lançamento, devido a enchentes, de 5,6 m³/s de água no Ribeirão do Gama.

Diante deste quadro, parece ser possível encontrar caminhos que aproximem as aspirações do decisor em relação ao futuro e, não apenas a representação de uma vontade ou de uma esperança (utopia). Assim já existem algumas propostas discutidas e apontadas que darão suporte às formulações das considerações finais e recomendações deste trabalho.

VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ocupação urbana do Park Way está inserida na bacia do Lago Paranoá e configura um sistema ambiental-paisagístico composto por unidades de conservação e por espaços livres públicos e privados. Do ponto de vista ambiental, é uma área sensível especialmente no que tange os recursos hídricos. Sendo bem drenada por pequenos córregos que desembocam no Lago Paranoá, sua ocupação tem reflexo direto no Lago: tanto na qualidade de suas águas, como na manutenção de seu espelho. (PDOT, 2007)

Apesar da manutenção da integridade ambiental existem chácaras ao longo dos Córregos Gama, Mato Seco e Cedro, considerados como Áreas Rurais Remanescentes do PDOT (foto 7), que ferem também o Código Florestal, pois as chácaras existentes estão nas bordas do córrego e na sua maioria, não executam atividades rurais como meio de subsistência, pois funcionam como moradias urbanas.



Foto 7 - Chácaras Existentes nas Bordas do Córrego Mato Seco. Fonte: Maria Rita, 2007.

Ao se cruzarem os valores pluviométricos com a vazão correspondente aos anos das imagens de satélites que foram analisadas (1994, 1998, 2001 e 2005) observou-se decréscimo dos valores de chuva, sem mostrar tendência, tendo em vista que as vazões decresceram, chegando a níveis de 7,00 m³/s em 1994, 5,00 m³/s em 1998, e apenas 4,00 m³/s em 2001, voltando aos níveis 7,00 m³/s em 2005, no mês de março, e no mês de dezembro, outro pico de vazão (5,00m m³/s), quando foi registrada uma média de precipitação de 400 mm.

A leitura que se faz, *a priori* é que os valores da vazão acompanham a diminuição das médias de precipitações anuais, nos anos analisados, e as mesmas apresentam bastante irregularidade quanto à frequência e a intensidade.

Quanto ao balanço hídrico, este, segue o ciclo dos períodos de chuva e estiagem, com detalhes em 1994, onde se observa que a retirada de água do solo iniciou em maio, enquanto em 1998 iniciou no final de março; em 2001 os valores de água no solo chegaram a 100 mm e em 2005 a quantidade de água no solo aumentou atingindo 330 mm, mas o déficit de água estendeu-se de abril a meados de novembro.

Como já ressaltado a retirada de água do solo, em 1994 iniciou em maio, quando a ocupação urbana representava 1056 ha, e em 1998 a retirada de água do solo iniciou em abril, quando a ocupação urbana representava 3343 ha. Infere-se que a ocupação urbana pode interferir no armazenamento de água no solo.

Essas variações dos valores de chuva e de vazão somadas à leitura da tabela 3 – Avaliação Socioambiental da Bacia aponta para um quadro de alerta com relação a empreendimentos de grande porte, pois existem ameaças, que devem ser controladas com a aplicação de ações preventivas quanto à ocupação da bacia em estudo, como a fiscalização e a aplicação mais vigorosa de instrumentos legais – PDOT.

Quanto ao sistema de recursos hídricos, algumas zonas do zoneamento do PDOT e as propostas de ampliação das vias públicas na Bacia do Ribeirão do Gama e Córrego Cabeça de Veado, caso sejam efetivadas, podem provocar

impactos irreversíveis aos ecossistemas terrestres e aquáticos da unidade, além de comprometerem as áreas de captações da CAESB. Parte da expansão do Núcleo Rural Córrego da Onça, por exemplo, prevista em lei, está dentro do Polígono de proteção da CAESB. Outro ponto relevante é a comprovação de retirada da água, pela CAESB, dentro da Reserva Biológica do Jardim Botânico, acima da vazão ecológica

6.1. Recomendações e Conclusões

Algumas recomendações podem ser apontadas para a bacia em estudo, com a finalidade de aprimorar o sistema de planejamento territorial existente visando o fortalecimento de uma gestão democrática e participativa, fundamentando as aspirações do decisor em relação ao futuro e não apenas a representação de uma vontade ou de uma esperança (utopia).

As recomendações para direcionar um zoneamento da bacia em estudo, com o objetivo de consolidar o cenário normativo ou desejado visam a:

- manter a baixa densidade populacional dos setores suburbanos inseridos na zona urbana de uso controlado I⁸;
- coibir a ocupação de bordas dos córregos nascentes e preservar as áreas de manancial do Catetinho;
- garantir as ligações de corredores ecológicos entre a Reserva Ecológica e Científica da Fazenda Água Limpa, a Reserva Biológica do Jardim Botânico, a Estação Ecológica do IBGE;
- preservar toda a zona de vida silvestre ao longo dos córregos Cedro, Mato Seco e Ribeirão do Gama;
- estimular as atividades econômicas adequadas aos condicionantes locais;
- aperfeiçoar e ampliar os instrumentos de monitoramento e fiscalização do uso e ocupação do solo; e

⁸ O quadro atual de ocupação na Zona Urbana de Uso Controlado I denota o uso predominante habitacional com baixa densidade, que favorece a manutenção de áreas verdes. Há, no entanto, alguns enclaves de maior densidade, como a Vila Varjão, o Paranoá e a Agrovila da Vargem Bonita. O perfil socioeconômico da população se distingue da seguinte forma: nas áreas menos densas a população é de média-alta e alta renda; e nas áreas de maior densidade a população é de média para baixa renda. Nesta zona, a ocupação urbana não está plenamente consolidada.

- maior participação da população local para a conservação das águas, estimulando a elaboração de programas de educação ambiental.

A avaliação preliminar hidrológica indica a necessidade de estudos mais específicos em relação à vazão desta bacia hidrográfica, para verificar com maior precisão a influência da urbanização na variação das descargas na área de drenagem objeto do estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agenda 21.

Águas e Florestas da Mata Atlântica. Por Uma Gestão Integrada. Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica e Fundação S.O.S Mata Atlântica. São Paulo: CNRBMA/SOS, 2003.

ALMEIDA, L. *Caracterização hidrogeológica da Bacia do Alto Rio Claro no Estado de Goiás: subsídios para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos*. Dissertação de Mestrado – Instituto de Geologia / UnB, 2003.

ARAÚJO NETO, M. D. *Recursos hídricos e ambiente*. Brasília, DF: Ed. Do Autor, 1995. 67p.

AYOADE, J. O. *Introdução à climatologia para os trópicos*. 4ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

BELCHER, D. J. *O Relatório técnico sobre a nova capital da República*. DASP, 1956.

BORMANN, F. H.; LIKENS, G. E. *Nutrient cycling*. *Science*, 1967. n. 155, p. 424-29.

BUARQUE, S. C. *Metodologia e técnicas de construção de cenários globais e regionais*. Brasília: Ipea, 2003.

CAESB. *Siágua: Sinopse do sistema de abastecimento de água*, 10ª edição. Brasília: CAESB, 2001.

CAPRA, F. *A teia da vida (The web of life): uma nova compreensão científica dos sistemas vivos*. São Paulo: Cultrix/Amana-key, 1996.

CHORLEY, R. J. *The drainage basin as a fundamental geomorphic unit*. In: *Water, Earth and Mar*. Ed.: R.J. Chorley. London: Methuen, 1969. p. 77-99.

COOKE, R.V.; DOORNKAMP, J. C. *Geomorphology in environmental management: a new introduction*. 2.ª ed. New York: Oxford University Press, 1990. 410p.

D'ANGIOLELLA, G. L. B. e VASCONCELLOS, V. L. de. *Planilha eletrônica para cálculo do balanço hídrico climatológico normal utilizando diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial*. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v. 11, n. 2, p. 375-378. 2003.

DOMINGUES; RIBEIRO, G. V. *Indicadores ambientais no sudoeste da Amazônia: uma experiência-piloto*. Rio de Janeiro: IBGE, Diretoria de Geociências, 1997. 32p.

- ELMORE, W.; BESCHTA, R. L. “*Riparian areas: perceptions in management*”. *Rangelands*, 9 (6): 260-265. 1987.
- FEITOSA, F. A. C.; FILHO, J. M. *Hidrogeologia: conceitos e aplicações*. Fortaleza: CPRM, LABHID – UFPE, 1997.
- FONSECA, M. R. *Monitoramento dos recursos hídricos superficiais do Distrito Federal*. Um Desafio. Uma Necessidade. Brasília, Departamento de Geografia - UnB, 2003.
- FONTES, A. R. M.; BARBASSA, P. A. Diagnóstico e prognóstico da ocupação e impermeabilização urbanas. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*. v. 8, n.2 abr/jun, 2003. pp. 137-147.
- FREITAS, P. L.; KERR, J. C. As pesquisas em microbacias hidrográficas: situação atual, entraves e perspectivas no Brasil. In: Manejo Integrado de Solos em Microbacias Hidrográficas. In: CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O. (eds) *Anais do Congresso Brasileiro e Encontro Nacional de Pesquisa Sobre Conservação de Solo*, 8. Londrina: IAPAR, 1996. p. 43-57
- GOEPFERT, A. S. *Avaliação do conflito do uso da água e possíveis medidas mitigadoras na bacia do Córrego Cabeça-de-Veados*. Brasília, dez. 2000. 59 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília.
- GREGORY, S. V.; SWANSON, F. J. ; MCKEE, W. A & CUMMINS, K. W. “Na Ecosystem Perspective of Riparian Zones”. *BioScience*, 41 (8): 540-551. 1992.
- HERCULANO, S. C. A Qualidade de vida e seus indicadores. *Ambiente e Sociedade*. Campinas: Nepam/Unicamp, ano I, nº 2, p. 77 – 99, 1998.
- HYNES, H. B. N. *The stream out its valley*. Vehr. Internat. Verein: Limnol, 1975. n. 19, p. 1-15.
- HOWARD, A. D. Drainage analysis in geologic interpretation. A summation. *Am. Assoc. Petroleum Geologist*, v.51, p.2246-2259, 1967.
- HUNDECHA, Y.; BÁRDOSSY, A. Modeling of the Effect of Land Use Changes or the Runoff Generation of a River Basin through Parameter Regionalization of a Watershed Model. *Journal of Hydrology*. 2004. v. 292, pp. 281-295.
- IFEN – Institut Français de l’Environnement. *Indicateurs de Performance environnementale de la France*. Orléans: Ed. Tec & Doc, ed. 1997. 125p.
- INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Observações. Disponível em <<http://www.inmet.gov.br>> Acesso em: 08 set. 2007.

- INSTITUTO DE ECOLOGIA E MEIO AMBIENTE – IEMA. 1995. *Documento básico de subsídio à revisão do PDOT*, mimeo, Brasília.
- Instituto Nacional de Meteorologia. <http://www.inmet.gov.br>. Acesso em outubro 2007.
- IRVING, M. de A. Participação e envolvimento comunitário: garantia ética de sustentabilidade em projetos de desenvolvimento. *Revista Espaço e Geografia*, Brasília, v.2, 1999.
- JAGUARIBE, H. *Brasil 2000*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1989.
- LEAL, M. S. *Gestão ambiental de recursos hídricos: Princípios e Aplicações*. Rio de Janeiro: CPRM, 1998. 176p.
- LIKENS, G. E. *Beyond the shoreline: a watershed – ecosystem Approach*. Verh. Internat. Verein. Leimnol. 1984. n. 22, p. 1-12.
- _____.;BORMANN, F.H. *An Ecosystem to Aquatic Ecology*. LINKEN, G. E. (ed), New york: Spring-Verlag, 1985.
- LIMA, W. P. *Impacto Ambiental do Eucalipto*. 2.º ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1996.
- LIMA, W. de P.; ZAKIA, M. J. B. *Hidrologia de Matas Ciliares*. Matas Ciliares: Conservação e Recuperação, São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: Fapesp, 2000.
- LIRA, A. M. *Avaliação das Condições do Sistema de Macrodrenagem da Cidade de São Carlos – SP*. USP, Escola de Engenharia de São Carlos. Dissertação (Mestrado), São Carlos, 2003. 188p.
- LOMBARDI NETO, F.; ROCHA, J. V.; BACELLAR, A. A. A. Planejamento agroambiental da microbacia hidrográfica do ribeirão Cachoeirinha – Município de Itacemópolis, SP, utilizando Sistema de Informação Geográfica. In: *Simpósio Nacional de Controle de Erosão*, 5. Bauru: 1995.
- MAGALHÃES JÚNIOR, ANTÔNIO P. Indicadores ambientais e recursos hídricos: realidade e perspectivas para o Brasil a partir da experiência francesa. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.
- MARTINS, J. A. *Infiltração*. Hidrologia Básica, São Paulo, Edgard Blücher, 1976. 44 – 55.
- MELLO, N. A. Gestão Participativa: um processo possível no espaço do Distrito Federal, *Revista Espaço e Geografia*; Ano 2, nº1 – Brasília: Instituto de Ciências Humanas, Universidade de Brasília, 1999.

- MITCHELL, G. *Problems and fundamentals of sustainable development indicators*. Sustainable Development. Leeds: vol. 3, nº 3, 1998.167 p.
- MORING, J. R.; GARMAN, G. C. & MULLEN, D. M. "The value of Riparian Zones for Protecting Aquatic Systems: General Concerns and Recent Studies in Maine". *Riparian Ecosystem and their Management*. USDA Forest Service, Gen. Tech. Report RM, 120: 315-319. 1985
- NOVAES PINTO, M. (org.). *Cerrado: Caracterização, ocupação e perspectivas*. Editora Universidade de Brasília, 1990.
- OECD – Organization for Economic Cooperation and Development. Environmental Indicators. Paris: OECD, p. 124-176. 1994.
- OECD – Organization for Economic Cooperation and Development. Control of Water Pollution from Urban Runoff. Organization for Economic Cooperation and Development. Paris. 1986.
- PDOT – Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal. Documento Técnico - versão final. Brasília: GDF. 2007.
- PEPLAU, G. R. *Influência da variação da vazão nas vazões de drenagem da Bacia do Rio Jacarecica em Maceió/AL*. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Engenharia Civil, 2005.
- PEREIRA, A. R., VILLA NOVA. N. A., SEDIYAMA.G. C. Evapo(transpi)ração. Piracicaba: FEALQ, 1997.
- PINTO, N. L. de S. *Hidrograma Unitário*. Hidrologia Básica, São Paulo, Edgard Blücher, 1976. 92 – 120.
- PIRES, J. S. R; SANTOS, J. E. *Bacias hidrográficas: integração entre meio ambiente e desenvolvimento*. Ciência Hoje, Rio de Janeiro: 1995. v. 19, n. 110, p. 40-45.
- POPPER, K. *El universo abierto – un argumento en favor del indeterminismo (post-scriptum a la lógica de la investigación científica)*. Madrid: Editorial Technos, 1984.
- RESENDE, M.; CURY, N.; REZENDE, S.B.; CORRÊA, G. F. *Pedologia: base para destruição de ambientes*. Viçosa: NEPUT, 1995. 304p.
- ROSA, R & BRITO, J. L. S. *Introdução ao geoprocessamento: Sistema de Informação Geográfica*, Uberlândia, 1996.
- REBOUÇAS, A.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Org.) *Águas Doces no Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação*. Revista e ampliada. IEA – Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo, 1997.

- SANTOS, M. *Técnica espaço tempo globalização e meio técnico-científico e informacional*. 2. ed, São Paulo: HUCITEC, 1996.
- SATTERLUND, Donald R. *Wildland watershed manegment*. Washington State University, 1972.
- SCHUMM, S. A. *The fluvial system*. New York: Wiley and Sons. Interscience, 1977. 338p.
- SELBORNE, Lord. *A ética do uso da água doce: um levantamento*. – Brasília: UNESCO, 2002.
- SEMATEC . *Mapa das Unidades Hidrográficas do Distrito Federal*. Brasília- DF, 1994.
- SENADO FEDERAL. *Legislação do Meio Ambiente – Dispositivos da Constituição Federal; Atos Internacionais; Leis; Decretos-Leis*. Brasília: vol.1, 4ª ed., 1998. 815 p.
- SILVA, D. D. PRUSKI, F. F. *Gestão de recursos hídricos: aspectos legais, Econômicos e Sociais*. Brasília, 2000.
- SILVA, J. de F. da e D´ANGIOLELLA, G. L. B. *A Manutenção do sistema hidrológico com base no balanço hídrico no acompanhamento climático e ambiental visando o desenvolvimento auto-sustentável da região de Brasília, jan/fev, 2002*.
- SILVEIRA, D. P. de F. *Gestão territorial do Distrito Federal: trajetórias e tendências*. In: *Brasília: gestão urbana: conflitos e cidadania*. PAVIANI, A. (org.) – Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1999. 294 p.
- SISTEMA Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC: lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000; decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002. 2 ed.aum. Brasília: MMA/SBF, 2002, 52p.
- STINKE, E. T. *Considerações sobre variabilidade e mudança climática no Distrito Federal, suas repercussões nos recursos hídricos e informações ao grande público*. 2004. 197 f. Tese (doutorado) - Universidade de Brasília, Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Ecologia.
- STRASKRABA, M.; TUNDISI, J. G. *Diretrizes para o gerenciamento de lagos*. Vol. 9: Gerenciamento da qualidade da água de represas. Instituto Internacional de Ecologia, São Carlos: Somus Gráfica e Editora Ltda., 2000.
- Subsídios ao Zoneamento da APA Gama-Cabeça de Veado e Reserva da Biosfera do Cerrado: caracterização e conflitos socioambientais. Brasília: UNESCO, MAB, Reserva da Biosfera do Cerrado, 2003.

- TRIQUET, A. M.; MCPEEK, G. A. & MCCOMB, W.C. "Songbird Diversity in Clearcuts with and without a Riparian Buffer Strip". *Journal of Soil and Water Conservation*, 45 (4): 500-503. 1990.
- THORNTHWAITE, C. W. An approach toward a rational classification of climate. *Geographic Review*, n. 38, p. 55-94, 1948.
- THORNTHWAITE, C. W., MATTER, J. R. The water balance. Publications in climatology. Laboratory of Climatology. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 1955.
- TUCCI, C. E. M. *Hidrologia – Ciência e aplicação*. Porto Alegre: Ed. da Universidade, São Paulo, EDUSP, 1993.
- TUCCI, C. E. M. Inundações Urbanas. In: TUCCI, C. E. M.; PORTO, R. L. L.; BARROS, M. T. de; (org). *Drenagem urbana*. Porto Alegre: Editora da Universidade UFRGS, São Paulo, EDUSP, 1995, cap. 1, pp. 15-36.
- TUCCI, C. E. M. e GENZ, F. (b) Controle do Impacto da Urbanização. In TUCCI, C. E. M. (org.) *Drenagem urbana*. Porto Alegre: Editora da Universidade UFRGS, São Paulo, EDUSP, 1995, cap. 7, pp. 277-347.
- TUCCI, C. E. M. Controle de Enchentes. In TUCCI, C. E. M. (org.) *Hidrologia: ciência e aplicação*. Porto Alegre: Editora da Universidade UFRGS, São Paulo, EDUSP, 2001, cap. 16, pp. 621-658.
- UNESCO – United Nations Educational Scientific and Cultural Organization. *Hidro-Environmental Indices: A Review and Evaluation of their use in the Assessment of the Environmental Impacts of Water Projects*. Paris: *Technical Documents in Hidrology*, Working Group on IHP-II Project A3.2, IHP, 1984. 179p.
- WACK, P. Cenários: águas desconhecidas à frente. In: MONTGOMERY, C. A.; PORTER, M. E. (org.). *Estratégia: a busca da vantagem competitiva*. Rio de Janeiro: Campus/Harvard Business Review Book, 1998.

APÊNDICES

Apêndice 1: Foto representativa do solo na margem da Lagoa do Cedro. Agosto, 2007



Maria Rita.

Apêndice 2: Foto representativa da ocupação urbana próxima à Lagoa do Cedro. Agosto, 2007



Maria Rita.

Apêndice 3: Fotos representativas da fitofisionomia Vereda, próximo a Lagoa do Cedro. Agosto, 2007



Maria Rita.



Maria Rita.

Apêndice 4: Fotos representativas do curso d'água do Córrego do Cedro. Agosto, 2007



Maria Rita.



Maria Rita.

Apêndice 5: Fotos representativas das galerias para o Córrego do Cedro atravessar a pista. Agosto, 2007



Maria Rita.



Maria Rita.



Maria Rita.



Maria Rita.

Apêndice 6: Foto representativa da fitofisionomia Campo de Murundus, lado oposto da Lagoa do Cedro. Agosto, 2007



Maria Rita.

Apêndice 7: Fotos representativas das placas informativas da Área de Proteção Ambiental Gama Cabeça de Veado. Agosto, 2007



Maria Rita.



Maria Rita.



Maria Rita.

Apêndice 8: Fotos representativas da fitofisionomia mata de galeria do Córrego Mato Seco. Outubro, 2007



Maria Rita.



Maria Rita.

Apêndice 9: Fotos representativas dos usos e ocupações da terra na área rural.
Outubro, 2007



Maria Rita.



Maria Rita.

Apêndice 10: Fotos representativas dos usos e ocupações da terra na ocupação urbana e a fundo a mata de galeria do Córrego Capetinga. Outubro, 2007



Maria Rita.



Maria Rita.



Maria Rita.



Maria Rita.

ANEXOS

Anexo 1

Informativos da Associação Comunitária do *Park Way*

Anexo 2

**Precipitação Média Mensal para os anos de 1994, 1998, 2001 e 2005,
Instituto Nacional de Meteorologia - INMET**



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO-MAPA

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET

ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA PRINCIPAL DE BRASÍLIA/DF

Lat : 15°47'00" S Long : 047°56'00" W Alt : 1159,54 m

PRECIPITAÇÃO MEDIA , MENSAL (°C)

Ano	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1994	166,5	134,6	324,4	143,1	69,4	14,6	4	0	0	49,7	278,9	167,1
1998	246,3	128,1	263,1	67	38,8	7,4	0	9,7	20,7	125,8	300,5	167,8
2001	197,4	105,9	191,5	145,4	36,2	0	14,6	38,5	50,5	132,5	199,6	191,4
2005	245,2	264,7	398,6	28,0	17,0	5,4	0,2	39,1	55,9	57,3	226,5	422,2

Anexo 3

**Temperatura Média Mensal para os anos de 1994, 1998, 2001 e 2005,
Instituto Nacional de Meteorologia - INMET**



MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO-MAPA

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET

ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA PRINCIPAL DE BRASÍLIA/DF

Lat : 15°47'00" S Long : 047°56'00" W Alt : 1159,54 m

TEMPERATURA MEDIA , MENSAL (°C)

Ano	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1994	21	21,9	26,9	21,2	20,5	18,1	18,3	20,3	23,2	23,7	22,2	21,4
1998	23,2	23,3	23,5	23,8	21,1	19,9	20	22,8	23,4	23,5	22,2	22,5
2001	22,5	23,3	22	22,5	21,4	19,9	20,2	20	22,4	21,6	22	22,1
2005	21,9	22,5	21,7	22,2	19,8	19,2	19,1	21,1	23,2	24,8	21,6	21,0