

PEDRO FRANARIN ALVES

MODELO GEOGRÁFICO PARA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NA BACIA DO
RIO PRETO – DISTRITO FEDERAL

Dissertação Apresentada ao Programa de Pós-Graduação “Strictu Sensu” em Planejamento e Gestão Ambiental, da Universidade Católica de Brasília, como requisito para obtenção do Título de Mestre em Planejamento e Gestão Ambiental.

Orientador: Dr. Paulo Jorge Rosa Carneiro

Brasília, 2006

TERMO DE APROVAÇÃO

Dissertação defendida e aprovada como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Planejamento e Gestão Ambiental, defendida e aprovada, em 31 de outubro de 2006, pela banca examinadora constituída por:

Prof. Dr. Paulo Jorge Rosa Carneiro
ORIENTADOR

Oscar Cordeiro Netto, Dr.

Marcelo Gonçalves Resende, Dr.

Gustavo Macedo de Mello Baptista, Dr.

**A minha amada família, professores
e amigos que acreditaram em mim e
me ajudaram sempre.**

Ao Prof. Dr. Paulo Carneiro,

**Motivador, orientador, norte, amigo e
companheiro.**

Aos demais professores (as),

**Por acreditarem e me transmitirem o que há de
maior importância na formação do caráter de
uma pessoa, o conhecimento.**

Aos Colegas de turma,

Parceiros e incentivadores de uma nova mente.

**E a Deus, todo poderoso, pela generosidade e
oportunidades que vem me dando nesta vida.**

RESUMO

A presente dissertação trata do desenvolvimento de um Modelo Geográfico para a Gestão de Recursos Hídricos, com a finalidade de auxiliar a tomada de decisão e ao planejamento a cerca da outorga de uso de água, instituída pela Lei 9.433 de 97, que trata da Política Nacional de Recursos Hídricos. A área objeto do estudo fica localizada na porção da bacia do rio Preto inserida no Distrito Federal, com base em dados levantados e confeccionados pelo projeto Rio Preto: Modelo Geográfico para Gestão de Recursos Hídricos, da Universidade Católica de Brasília – UCB.

A bacia do rio Preto é o principal pólo de desenvolvimento agrário do Distrito Federal, tendo como principal fator condicionante ao desenvolvimento, a gestão de seus recursos naturais. Localizada em áreas de cabeceiras do rio Preto e a montante do reservatório da Usina Hidroelétrica de Queimado, a agricultura de alta tecnologia (irrigada) fica limitada à quantidade de água disponível para o seu uso.

Tendo em vista o desafio da gestão dos seus recursos, esta dissertação traz um modelo que espacializa e define, com auxílio das ferramentas mais modernas de geoprocessamento e a partir dos dados dos meios físico, biótico e sócio-econômico, zonas onde volumes limites de água podem ser disponibilizados para o uso direto na irrigação a partir de pontos de controle estabelecidos para o cálculo das respectivas áreas de drenagem.

Este zoneamento permite uma primeira impressão visual da sensibilidade ambiental e das respectivas disponibilidades em termos de recursos hídricos, auxiliando tomadas de decisão com agilidade e precisão, ações necessárias ao processo de gerenciamento dos recursos hídricos.

Além do zoneamento da bacia, esta dissertação também traz uma primeira avaliação do uso da água a partir de dados cadastrais dos usuários, mostrando a situação de necessidade premente de mecanismos de gestão dos recursos hídricos, ressaltando as áreas prioritárias para este tipo de ação, assim como para o atendimento da expansão da agricultura de alta tecnologia.

PALAVRAS-CHAVE: Planejamento e Gestão ambiental, Recursos Hídricos, Modelagem Ambiental e Geoprocessamento.

ABSTRACT

The present dissertation deals with the development of a Geographic Model for Water Resources Management, with the purpose of assisting the decision taker and the planning about the grant of water uses, instituted from the Brazilian Law 9.433 of 1997, which deals the Water Resources National Politics. The study's object is located in Preto's river basin portion inserted in the Distrito Federal territory, based in data raised and confectioned for the Rio Preto: Geographic Model for Water Resources Management project, of the Universidade Católica de Brasília - UCB.

The Preto's river basin is the main region of agrarian development in Distrito Federal having the main condition factor to its development the management of its natural resources. Located in the Preto's river headboard areas and in the sum of Queimado's Water Plant reservoir, the agriculture of high technology (irrigated) is limited to the amount of water availability.

Considering the challenge of natural resources management, this dissertation brings a model that show places, positions and defines, with the assistance of the most modern GIS tools and from biotic, physic and social-economic data, zones where water volumes limits can be amounted for the direct use in the irrigation from the establishment of control points that calculates the respective draining areas.

This zoning allows the first visual impression of environmental sensitivity and its respective availabilities in terms of water resources, assisting the decision taker with agility and precision, attributes necessaries to the process of water resources management.

Beyond the basin zoning, this dissertation also brings a first evaluation of the water's uses from cadastral data of water users, showing the situation and necessity of water resources management mechanisms, standing out the priority areas for this type of action, as well the attendance of high technology agriculture expansion.

KEY WORDS: Planning and Environmental Management, Water Resources, Environmental Modeling and GIS.

Sumário

Índice de Tabelas	ix
Índice de Figuras	x
Índice Cartográfico	xii
1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Objetivos	18
1.2 Justificativa	18
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	24
2.1 Marco Legal	24
2.1.1 Outorga de direito de uso da água e cobrança pelo uso da água.....	25
2.1.2 Licenciamento ambiental de projetos de irrigação	29
2.1.3 Agenda 21.....	31
2.2 Sistemas / Modelos.....	37
2.3 Espaço Geográfico.....	39
2.4 Modelos em Geografia.....	40
2.4.1 Paisagem	41
2.5 Cartografia	44
2.5.1 Representação Gráfica	44
2.5.2 Cartografia Temática.....	44
2.5.3 Carta-Base	45
2.5.4 Cartografia Ambiental	45
2.6 Geoprocessamento.....	46
2.7 Irrigação	47
2.7.1 A irrigação no Brasil.....	48
2.8 Hidroeletricidade	53
2.9 Água para Abastecimento Humano	55
3 DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	56
3.1 Histórico de Ocupação da Bacia	56
3.2 Organização Institucional dos produtores	58

3.3	Ação Governamental das Instituições.....	59
4	DESCRIÇÃO DA ÁREA DO MODELO	66
4.1	O rio Preto.....	66
5	METODOLOGIA	70
5.1	Sistemas de Apoio Cartográfico.....	73
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	75
6.1	Cartas-base	75
6.1.1	Carta de Compartimentação Geológica	75
6.1.2	Carta de compartimentos geomorfológicos.....	82
6.1.3	Carta de Classificação de Solos	85
6.1.4	Carta de Cobertura Vegetal / Uso e ocupação	93
6.1.5	Carta de Clima e Estações	100
6.1.6	Carta Altimétrica.....	108
6.2	Cartas-derivadas.....	111
6.2.1	Carta das Condições Naturais de Recarga.....	111
6.2.2	Carta de Drenabilidade	114
6.2.3	Carta de Demanda de Água	117
6.2.4	Carta de Disponibilidade Hídrica.....	120
6.2.5	Carta Institucional	123
7	APLICAÇÃO DO MODELO GEOGRÁFICO PARA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS	125
7.1	Carta Síntese	125
7.1.1	Zona 1	126
7.1.2	Zona 2.....	127
7.1.3	Zona 3.....	128
7.2	Gerenciamento da bacia e aplicação do Modelo	130
7.2.1	Zona 1.....	130
7.2.2	Zona 2.....	132
7.2.3	Zona 3.....	132
8	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	134
9	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	137
10	ANEXO FOTOGRÁFICO	143

Índice de Tabelas

Tabela 1.1 - Dados básicos da UHE Queimado.....	21
Tabela 1.2 - Impactos da Irrigação na geração de energia na Usina Hidrelétrica de Queimado.....	22
Tabela 2.1 - Classificação dos projetos de irrigação pelo método empregado e dimensão efetiva da área irrigada, por propriedade individual.	30
Tabela 2.2 - Participação da irrigação no setor agrícola brasileiro em hectare (ha) (CHRISTOFIDIS, 1999).....	50
Tabela 2.3 - Potencial Hidrelétrico Brasileiro no ano de 1998 (Eletrobrás, 1998)	54
Tabela 2.4 - Variação do consumo per capita em função da população urbana atendida	55
Tabela 6.1 - Tipos de Vegetação de Média Escala do Distrito Federal.....	94
Tabela 6.2 - Média dos Totais Mensais e Anuais de Precipitação das Estações Pluviométricas da CAESB (1979 - 1995)	102
Tabela 6.3 - Descrição dos pontos selecionados.....	105
Tabela 6.4 - Dados para geração da Curva-Chave Q_{MLT} (MAURIZ, 2005)	120
Tabela 7.1 – Dados hidrológicos de referência para o zoneamento proposto pelo Modelo Geográfico para Gestão de recursos Hídricos na Bacia do Rio Preto – DF.	126
Tabela 7.2 – Dados de utilização da água na Zona 1	131
Tabela 7.3 - Dados de utilização da água na Zona 2	132
Tabela 7.4 - Dados de utilização da água na Zona 3	132

Índice de Figuras

Figura 1.1 - Relações de consumo de água conforme os principais setores da sociedade (ONU, 1997).....	14
Figura 1.2- Distribuição espacial das cinco principais bacias hidrográficas no Distrito Federal.	15
Figura 2.1 - Concepção geral do modelo computacional.	38
Figura 2.2 - Relações interdisciplinares entre SIG e outras áreas. Fonte: MAGUIRE et al. (1991).....	46
Figura 2.3 - Evolução da área irrigada no Brasil entre 1950 e 2003 (Adaptado de ANA, 2004b).....	48
Figura 2.4 - Participação da irrigação na área cultivada (42 milhões de hectares).Fonte: FAO (2001).....	49
Figura 2.5 - Limitações da agricultura pelas condições dos climas e dos solos. (CORREIO AGRÍCOLA, 1997).....	51
Figura 2.6 - Produção mundial de cereais necessária e estimada. (CORREIO AGRÍCOLA, 1997).....	52
Figura 2.7 - Aumento de produtividade pelos diferentes fatores. (Baseado em dados de CHRISTOFIDIS, 2000).....	53
Figura 3.1 - Organização Institucional dos Produtores por ocorrência no cadastro. .	59
Figura 3.2 - Distribuição dos escritórios da Emater – DF no Distrito Federal (EMATER, 2006).....	63
Figura 4.1 - Localização da bacia hidrográfica do rio Preto (Adaptado de ANA (c), 2005).....	67
Figura 4.2 - Área de estudo no Distrito Federal e entorno.	68
Figura 5.1 - Interação entre cartas.	72
Figura 5.2 – Fluxograma metodológico do modelo	73
Figura 6.1 - Precipitação Anual (adaptado de www.inmet.gov.br).....	101
Figura 6.2 - Isoietas do Distrito Federal, baseada nos dados da tabela 1(Fonte: Baptista, 1997).....	103
Figura 6.3 - Evaporação Anual (adaptado de www.inmet.gov.br).	105
Figura 6.4 – Histograma altimétrico proposto pelo <i>Software ArcGIS</i>	109

Figura 6.5 - Distribuição percentual dos usuários de água cadastrados na bacia do rio Preto – DF	118
Figura 6.6 - Distribuição percentual modalidades de irrigação cadastradas na bacia do rio Preto – DF(PC - Pivô central,AC – Aspersão Convencional, AP – Autopropelido, GT – Gotejamento, MN – Mangueira, MA – Micro aspersão, SC – Superfície Sulcos) (Alves, 2003).	118
Figura 6.7 - Curva-Chave do rio Preto considerando as Vazões Médias de Longo Termo (Q_{MLT}).....	121
Figura 6.8 - Curva-Chave do rio Preto considerando as Vazões com 95% de permanência (Q_{95}).....	121
Figura 7.1 – Distribuição percentual do zoneamento proposto pelo Modelo Geográfico para Gestão de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Preto no DF.	125
Figura 7.2 – Exemplificação dos Pontos de Controle.....	126

Índice Cartográfico

Carta 1 - Carta Hidrográfica	69
Carta 2 - Carta Geológica	81
Carta 3 - Carta de Unidades Geomorfológicas.....	84
Carta 4 - Carta Pedológica.....	92
Carta 5 - Carta de Cobertura Vegetal / Uso e ocupação.....	99
Carta 6 - Carta de Clima e Estações.....	107
Carta 7 - Carta Hipsométrica.....	110
Carta 8 - Carta das Condições Naturais de Recarga	113
Carta 9 - Carta de Drenabilidade.....	116
Carta 10 - Carta de Demanda de Água.....	119
Carta 11 - Carta de Disponibilidade Hídrica	122
Carta 12 - Carta Institucional.....	124
Carta 13 - Carta síntese	129
Carta 14 - Carta da Situação Atual do Uso da Água	133

1 INTRODUÇÃO

A maior parte dos problemas ambientais e econômicos de uma sociedade ou uma região tem sua origem na falta de um planejamento elaborado com base em conhecimento das dinâmicas ambientais e socioeconômicas.

Grigg (1996) afirma que gestão de recursos hídricos está, em essência, na aplicação de medidas estruturais como: construção de reservatórios e transposição de vazões, por exemplo, e não-estruturais como: políticas públicas, campanhas de sensibilização, educação e treinamento, que atuam no controle tanto dos sistemas naturais como dos artificiais de recursos hídricos, em benefício da humanidade e do meio ambiente. No Brasil, que ainda adota uma visão compartimentada do ambiente e da sociedade se convive, principalmente, e muitas vezes, somente com a adoção de medidas estruturais para solução dos conflitos que envolvem recursos hídricos. Isto porque, a maioria das decisões tomadas para gestão de conflitos é de caráter circunstancial e imediatista que, muitas vezes, não constitui a forma mais completa de solução dos problemas.

A visão compartimentada e a adoção de medidas meramente estruturais acaba por acentuar os conflitos no Brasil, que possui uma grande disponibilidade hídrica, embora mal distribuída. Esses aspectos tornam a gestão deste recurso extremamente difícil e onerosa. Mais expressivo ainda é a questão da agricultura de alta tecnologia, que cresce, gerando renda e divisas para o país, porém exercendo cada vez mais pressões sobre os recursos hídricos, e proporcionando o estabelecimento de conflitos com outros usos. A expansão da fronteira agrícola implica mudança nos padrões da economia, que por outro lado agrava a problemática da gestão dos recursos hídricos no Brasil.

Dados da ONU (1997) revelam que no mundo o consumo total de água doce praticamente triplicou nos últimos 60 anos, acompanhando o crescimento da população, sendo que o consumo de água na agricultura, das três situações analisadas (agrícola, industrial e humano) é o principal responsável por este salto (Figura 1.1)

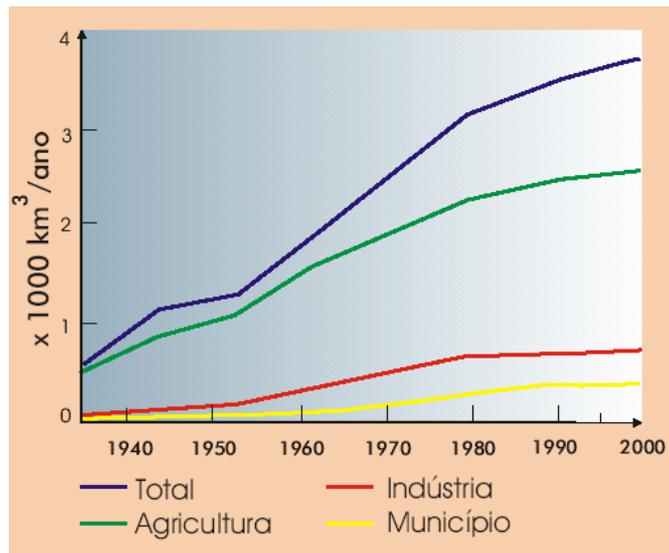


Figura 1.1 - Relações de consumo de água conforme os principais setores da sociedade (ONU, 1997).

Os impactos da agricultura irrigada e a importância do seu manejo, face à escassez que se enuncia de recursos hídricos está evidenciada na Agenda 21 (1992) capítulos 14 e 18, onde se vêem propostos programas vinculados ao uso da água para produção de alimentos, ressaltando-se que:

“...a sustentabilidade da produção de alimentos depende cada vez mais de práticas saudáveis e eficazes de uso e conservação da água, entre as quais se destacam o desenvolvimento e o manejo da irrigação, inclusive o manejo das águas em zonas de agricultura de sequeiro, o suprimento de água para a criação de animais, aproveitamentos pesqueiros de águas interiores e agrosilvicultura”.

A Agenda 21 (1992) enfatiza ainda o caráter prioritário de se alcançar a segurança alimentar e, ao mesmo tempo, economizar água para outras finalidades, em países onde a agricultura não deve apenas proporcionar alimentos para populações em crescimento.

O Distrito Federal, dentre as demais unidades da Federação, já apresenta um quadro de disponibilidade hídrica que preocupa, pela sua condição geográfica, de região de nascentes e pelo processo de expansão do uso da terra, que pode, em breve tempo, conduzir a região para a situação de escassez.

A região do DF pode ser dividida em cinco bacias hidrográficas (Paranoá, Maranhão, Descoberto, São Bartolomeu e Preto), cada uma com distinta e específica vocação passando, conseqüentemente, por diferentes tipos de pressões (Figura 1.2).

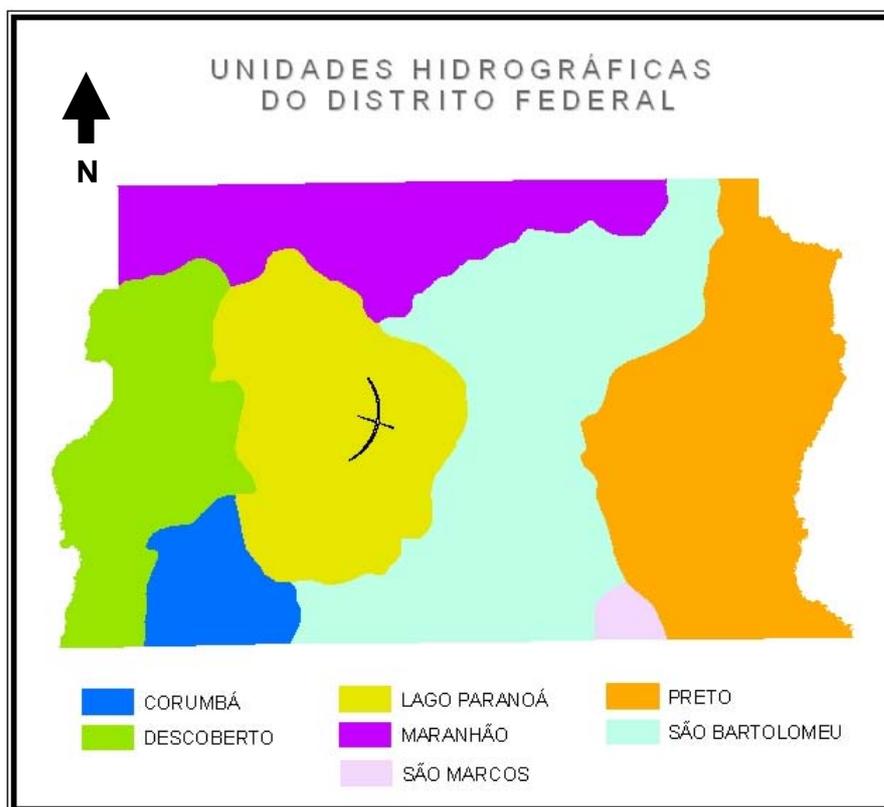


Figura 1.2- Distribuição espacial das cinco principais bacias hidrográficas no Distrito Federal.

Na bacia do rio Preto, conforme discutido durante o Seminário Interinstitucional promovido pela Universidade Católica de Brasília - UCB, em setembro de 2003 (Carneiro, 2003), dos 195.000 ha que constitui seu território, no DF e nas áreas que drenam para o leito principal, cerca de 70.000 ha são ocupados por atividades agropecuárias e destes, cerca de 7.000 ha são de lavouras irrigadas. Trata-se de uma região altamente produtiva, responsável por 80% da produção agrícola do Distrito Federal e que, todavia, apresenta evidentes registros de conflito pelo uso da água (Maldaner, 2003).

A irrigação na bacia do rio Preto se dá por meio de diversos processos, destacando-se: Pivô-central (40%), Aspersão Convencional (30%), Superfície e Sulcos (21%) e outras modalidades (9%) e ainda conta com incentivos do Governo Distrital para sua expansão, atendendo aos interesses dos produtores. A preocupação da sociedade e das entidades gestoras (SEMARH – Secretaria de Meio Ambiente e Recursos

Hídricos, ADASA – Agência de Água e Saneamento do Distrito Federal e ANA – Agência Nacional de Águas), no entanto é que tal expansão não comprometa a sustentabilidade da bacia.

E assim sendo tem-se um imenso desafio pela frente, que consiste não apenas da aplicação dos instrumentos estruturais, como a engenharia, ou o desenvolvimento de máquinas, equipamentos e implementos mais eficientes, mas também da adoção de políticas públicas, planos e práticas de planejamento e gestão ambiental que proporcione capacitação, conscientização e educação aos atores envolvidos, motivando-os à adoção de uma postura consciente diante das exigências do uso racional e compartilhado dos recursos hídricos.

Assim sendo a presente dissertação busca estabelecer numa discussão sobre a importância da gestão dos usos múltiplos dos recursos hídricos, por meio de ações não estruturais, a partir da adoção de um modelo geográfico para a gestão de recursos hídricos. Este modelo foi elaborado com base nos estudos desenvolvidos pela Universidade Católica de Brasília, em projetos de pesquisa da graduação em Engenharia Ambiental e do Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Gestão Ambiental. Utiliza também dados da esfera pública, mostrando a variedade da importância da temática tratada.

Explicita como o Poder Público pode utilizar esta ferramenta metodológica de forma a auxiliar o processo de planejamento regional e gestão do uso e ocupação do solo, trazendo uma metodologia inovadora, tendo em conta a necessidade de correlacionar informações espacializadas de forma mais eficiente e econômica possível se empregando recursos de base de dados disponibilizados por meio de Sistemas de Informação Geográfica – SIG.

A Dissertação apresenta-se dividida em 9 capítulos e um Anexo. A primeira parte, em seqüência a esta introdução, traz os objetivos e a justificativa da dissertação mostrando o que será apresentado no restante do trabalho, explicitando-se o porque de se estar estudando esta metodologia e problemática gerencial.

O segundo capítulo, Referencial Teórico, inicia com uma descrição da legislação aplicável à gestão dos recursos hídricos, trata do processo de outorga do licenciamento ambiental de projetos de irrigação (principal uso da água na bacia

estudada) e traz uma descrição das partes que possuem relação com o modelo, já sinalizado na Agenda 21, documento internacional assinado por mais de 100 países, no ano de 1992 na Rio 92 Conferência mundial do Meio Ambiente, que sugere os passos, metas e custos aproximados para implantação de ações prioritárias para o desenvolvimento sustentável no mundo para o século 21.

Ainda na segunda parte apresenta-se uma conceituação e descrição de sistemas e modelos, espaço geográfico, modelos em geografia, cartografia e geoprocessamento. Estes tópicos possibilitam um entendimento das atividades realizadas por este trabalho, fazendo com que o leitor tenha maior afinidade com os termos utilizados para se descrever a metodologia e a própria descrição do modelo.

Finalizando o capítulo se tem uma descrição dos principais tipos de uso de água na área de estudo dentre eles a irrigação, o abastecimento humano e a geração de energia.

No terceiro capítulo faz-se uma descrição da área estudada, indicando o histórico da ocupação na bacia, a forma que os produtores se organizam, institucionalmente, e a ação governamental das instituições na bacia do rio Preto, fazendo jus aos aspectos político-sociais da região.

Na quarta parte descreve-se aos aspectos físicos da área do modelo, tratando principalmente dos aspectos do ciclo da água na região. Estes aspectos auxiliam no entendimento das características referentes à disponibilidade hídrica e a sazonalidade que ocorre na região de estudo.

No capítulo 5 descreve-se a metodologia utilizada para aquisição de dados para o modelo e como este modelo foi gerado a partir da sobreposição de temas relativos ao meio físico, uso e ocupação da bacia e fatores políticos regionais.

Na parte final da Dissertação, capítulos 6 e 7, apresentam-se os dados levantados e processados para bacia, mostrando e descrevendo as bases utilizadas e os aspectos característicos de cada atributo utilizado, aplicando-se os dados cadastrais da bacia no modelo.

Por fim no capítulo 8 faz se uma discussão e recomendações para gestão de áreas prioritárias da bacia hidrográfica do rio Preto inserida no Distrito Federal.

A dissertação também conta com um apêndice fotográfico e imagens que retratam a realidade de conflito pelo uso da água na bacia além das referências bibliográficas utilizadas para o seu desenvolvimento.

1.1 Objetivos

O objetivo geral da presente dissertação é desenvolver um Modelo Geográfico para a Gestão dos Recursos Hídricos, tendo em conta a bacia do rio Preto, no Distrito Federal - DF, no intuito de auxiliar a tomada de decisão e o processo de planejamento do uso sustentável dos seus recursos.

Tendo em conta o que é inerente ao objetivo geral da presente dissertação, os objetivos específicos a serem alcançados são:

- Produzir um sistema de utilização permanente e de atualização prática da base de dados cadastrais da bacia do rio Preto;
- Propor estratégias e mecanismos flexíveis de interação interinstitucional voltados para os interesses dos atores sociais; e
- Identificar indicadores que permitam a avaliação de eficiência e consolidação do modelo.

1.2 Justificativa

As práticas agrícolas desenvolvidas na bacia do rio Preto vem se desenvolvendo desde a implantação dos Núcleos Rurais do rio Preto, do rio Jardim, do rio Taquara e do rio Tabatinga, tendo se intensificado a partir do início dos anos 1980, com a implantação do Programa de Assentamento Dirigido do Distrito Federal PAD-DF (CARNEIRO, 2003 e MALDANER, 2003).

Todavia, após a estagnação econômica do início dos anos 1990 o GDF instituiu o Plano de Desenvolvimento Rural do Distrito Federal - PRÓ-RURAL/DF/RIDE, por meio da Lei 2.499/99 (DODF de 23.12.1999), alterada pela Lei nº 2.653/00 (DODF de 28.12.2000), que permitiu à Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Distrito Federal – SEAPA desenvolver o Projeto de Aproveitamento Hidroagrícola da Bacia do Rio Preto, com o qual se pretende ampliar a área irrigada em até 120%, a partir da construção de 30 novas barragens acumuladoras, a um custo total de cerca de US\$160 milhões (GAZETA MERCANTIL, 2001 apud CARNEIRO, 2003).

Atualmente, a bacia do rio Preto apresenta uma série de conflitos que estão diretamente ligados às dificuldades que tem origem na forma de organização dos usuários e no modo como se dá a exploração dos recursos da bacia o que tem evidenciado a necessidade de se estabelecer uma entidade gestora e de se desenvolver instrumentos e mecanismos que viabilizem o desenvolvimento da bacia (ALVES, 2003).

A bacia do rio Preto ainda mantém sua vocação rural, sendo a única bacia do DF que ainda não tem parcelamentos urbanos em sua área, sendo um ponto positivo, que contrasta com a falta de informações sobre a região. Não existem dados hidrológicos confiáveis disponíveis, que deveriam ter sido implantados a partir dos estudos iniciais do Projeto da SEAPA, com estações de monitoramento com séries históricas já com pelo menos 10 anos de dados. O que se dispõe atualmente, se baseia em dados secundários, decorrentes de regionalizações, obtidas por meio da série hidrológica da Usina Hidrelétrica - UHE Queimado (VEIGA et al., 2006).

Este é um ponto que chama a atenção por se tratar de um problema decorrente da falta de medidas não estruturais, o que seria um passo importante para a utilização racional dos recursos naturais da região.

Conforme citado por Maldaner (2003), as principais causas dos conflitos residem no: favorecimento dos pioneiros (os primeiros usuários da região foram beneficiados, em relação ao acesso à água); na falta de comprometimento dos produtores (em relação à manutenção dos canais coletivos e na disponibilidade de água a jusante); na ausência de planejamento nas instalações dos equipamentos (pivôs centrais instalados nas cabeceiras e nascentes dos rios); e na má conservação das nascentes, rios e canais. Soma-se a estas questões ainda a distribuição irregular das chuvas, o desperdício e a falta de organização dos usuários.

Na região da bacia do rio Preto é possível distinguir cinco modalidades diferentes de conflito pelo uso da água (ALVES, 2003 e MALDANER, 2003).

Primeira: Irrigantes *versus* não irrigantes;

Segunda: entre pequenos irrigantes;

Terceira: pequenos irrigantes *versus* grandes irrigantes;

Quarta: entre grandes irrigantes; e

Quinta: irrigantes *versus* Usina Hidrelétrica (UHE) de Queimado.

A primeira situação ocorre na bacia como um todo, pois existem potenciais irrigantes que têm acesso privilegiado à água, têm a intenção de irrigar, mas não conseguem autorização governamental para este fim.

A segunda situação ocorre, principalmente, na área dos canais de uso coletivo em época de estiagem, pois a vazão do canal diminui muito na estação seca. Não sendo revestidos e não havendo uma manutenção adequada, o canal não consegue manter a vazão necessária para atender a todos os usuários. Portanto, fica privilegiado aquele que está situado nos trechos iniciais dos canais, que acabam por estipular como será o uso da água a jusante, interrompendo o seu fluxo quando há pouca disponibilidade de água ou deixando-a fluir quando têm atendidas às suas necessidades.

A terceira situação é muito comum em corpos hídricos de pequeno porte e de pequena vazão. Ela se estabelece quando um grande produtor fica situado a montante de um pequeno produtor, pois quando os grandes irrigam não há água disponível para quem está localizado a jusante.

Por se tratar de uma área que possui um prolongado período de estiagem e por existirem grandes captações, muitas vezes mal dimensionadas, este tipo de conflito se torna grave entre os produtores.

A quarta situação é muito parecida com a anterior. Isto porque em muitos casos existem vários produtores de grande porte em um único tributário do rio Preto. Quando se inicia o plantio de milho irrigado, por exemplo, a partir dos meses de setembro e outubro, quem está localizado a montante é sempre beneficiado em detrimento dos demais.

A quinta e última situação de conflito para região se dá por conta da implantação da usina hidrelétrica de Queimado, com 105 MW de potência instalada e outorgada para produzir 90 MW de energia.

Segundo o Consórcio CEMIG/CEB (Carneiro, 2003), cada uma das três máquinas instaladas, tem capacidade máxima de engolimento de 22 m³/s que juntas equivalem

a uma vazão de 66 m³/s. Por outro lado a Vazão Média de Longo Termo (Vazão MLT), segundo o Operador Nacional do Sistema Elétrico Brasileiro, é de 57,0 m³/s (MAURIZ, 2005).

O reservatório de Queimado, considerado como reservatório regulador de vazão, do seu volume total, da ordem de 590 x 10⁶ m³, dispõem de um volume útil de cerca de 389,5 x 10⁶ m³. Este volume, no caso das três unidades de geração, operando na capacidade máxima, seria suficiente para cerca de 70 dias de geração (Tabela 1.1).

Carneiro (2003) salienta que o Consórcio CEMIG/CEB, entende que seja possível utilizar, como recurso hídrico para irrigação, aquilo que for excedente à vazão garantida e segundo seu próprio entendimento, “a irrigação no rio Preto não deverá representar problemas para a geração”.

Tabela 1.1 - Dados básicos da UHE Queimado.

	Localização	Unaí MG / Cristalina GO
	Rio	Rio Preto
	Potência	105 MW
	Geradores	3
	Comp. Barragem	1060,0 m
	Altura da Barragem	62 m
	Queda Total	189 m
	Volume Útil	389,5 x 10 ⁶ m ³

Fonte: (<http://www.cemig.com.br/institucional/usinas/30.asp>)

Simulações realizadas por conta ainda dos estudos de impactos ambientais de Queimado (IESA, 1993), evidenciaram uma perspectiva não tão otimista quanto ao impacto da irrigação na geração de energia. Os cenários avaliados foram baseados em práticas de irrigação que levam em conta um consumo médio de 3 m³/h/ha, 20% de retorno da água, turno de irrigação de 20 horas/dia e irrigação por 90 dias/ano (Tabela 1.2).

Tabela 1.2 - Impactos da Irrigação na geração de energia na Usina Hidrelétrica de Queimado.

Cenários da Irrigação na bacia do rio Preto (ha)	Consumo anual (m³/ano)	Perda Potencial na Energia Firme
8.000	34,1 x 10 ⁶	2,6%
13.000	56,2 x 10 ⁶	4,3%
16.000	69,1 x 10 ⁶	?

Fonte: IESA, 1993

Observando-se os mesmos cenários com base nas condições apresentadas pelos dados mais recentes (Fundação Rural, 2004) tem-se que (considerando somente a porção da bacia que fica no território do Distrito Federal), para os atuais 7.646,05 hectares ocupados com sistemas de irrigação, já deve existir um comprometimento na energia firme daquela usina da ordem dos 2,6%, e qualquer perspectiva de expansão da irrigação, na bacia em geral, é suficiente para se ultrapassar esta previsão.

Conforme se observa em Carneiro (2003), o Distrito Federal, além de não dispor de uma fiscalização que permita atender situações deste porte, não dispõem de informações compartilhadas entre os diferentes órgãos governamentais distritais que deveriam estar atuando numa gestão integrada dos recursos do seu território.

Dentro deste cenário surgiu, em 1999, a proposta de um Programa de Certificação da Agricultura Irrigada, que já no ano de 2000 teve seus estudos iniciais estabelecidos por meio de um convênio entre a Agência Nacional de Águas - ANA, a Fundação da Universidade Católica de Brasília - Funiversa e o Movimento Brasil Competitivo – MBC. Este Programa visava a implementação de atividades relacionadas à normalização e regularização de usos (cadastro e outorga); monitoramento hidrometeorológico; sistemas de informações georreferenciada, programa de proteção de nascentes; recomposição de matas ciliares e recarga de mananciais e uso racional e conservação de solo e água; difusão de ações e tecnologias para economia de água e formação de associações.

É neste contexto que surgem então as primeiras propostas de se mediar os conflitos, regulando e racionalizando os usos da água, reduzindo-se o desperdício, utilizando-

se a educação ambiental como ferramenta básica para estimular os usuários da bacia a compreender a sua situação e se trabalhar pela sustentabilidade da produção.

Destaca-se como um dos méritos deste Programa a participação da coletividade no processo de busca por alternativas de cunho não estruturais e estratégicas para assistir o desenvolvimento da bacia do rio Preto. Ações que motivam uma proposta para o desenvolvimento de um Modelo Geográfico para Gestão dos Recursos Hídricos, que almeja se aprofundar no desenvolvimento da base de dados necessária para subsidiar a tomada de decisões e estabelecer diretrizes para desenvolvimento agrícola sustentado com perspectivas de crescimento.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Marco Legal

A Constituição da República Federativa do Brasil, de 1988, (Art. 20, III e 26, I) estabelece que as águas de lagos, rios e as águas subterrâneas constituem bens da União ou dos Estados.

Assim sendo, fica para o Poder Público, estadual ou federal, no âmbito da competência comum, a responsabilidade pela gestão, cabendo-lhes a competência de registrar, acompanhar e fiscalizar quaisquer tipo de intervenção, seja para fins de pesquisa ou de exploração de recursos hídricos. Essa autorização é denominada de Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos, regulamentada pela Lei n.º 9.433, de 08 de janeiro de 1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos.

Trata-se, portanto de um ato administrativo mediante o qual o Poder Público outorgante (União, Estados ou Distrito Federal) faculta ao outorgado (usuário da água) o uso de recurso hídrico, por prazo determinado, nas condições expressas no respectivo ato. Os objetivos deste instrumento é assegurar o controle quantitativo e qualitativo da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso a este recurso, disciplinando a sua utilização e compatibilizando demanda e disponibilidade hídrica.

A Lei n.º 9.984/2000, que criou a Agência Nacional de Águas – ANA, conferiu a esta Agência a competência para emitir outorgas de direito de uso dos recursos hídricos de domínio da União. A maioria dos Estados e o Distrito Federal possuem órgãos próprios com competência legal para emitir as outorgas de direito de uso das águas de seus domínios (CARDOSO e MONTEIRO, 2004).

Dentre as leis citadas acima ainda cabe a observância da legislação aplicada, considerando vários diplomas legais e regulamentos e, em especial os seguintes:

a) Resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA

- Resolução do Conama 284/2001 – Dispõe sobre o licenciamento de empreendimentos de irrigação

- Resolução do Conama 237/97 – Dispõe sobre os procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental e, respectivos instrumentos de gestão ambiental.
- Resolução do Conama 001/86 – Dispõe sobre a elaboração do Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto sobre o Meio Ambiente

b) Legislação Federal

- Lei No 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.
- Lei Nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.
- Lei 6938, de 31 de Agosto de 1981, que institui a Política Nacional de Meio Ambiente.
- Lei 6.662/79, que trata da Política Nacional de Irrigação.
- Lei No 4.771, de 15 de Setembro de 1965, que institui o Código Florestal

c) Legislação Distrital

- Lei Orgânica do Distrito Federal
- Lei 2.725, de 13 de Junho de 2001. Institui a Política Distrital de Recursos Hídricos e cria o Sistema de Gerenciamento Integrado do DF.
- Lei 041, de 13 de Setembro de 1989. Institui a Política Ambiental do DF – alterada pela Lei 1339/97.
- Decreto 22.359, de 22 De Agosto de 2001, que dispõe sobre a outorga dos recursos hídricos do DF.

2.1.1 Outorga de direito de uso da água e cobrança pelo uso da água

Observando-se que os diversos usos da água (abastecimento humano, dessedentação animal, irrigação, indústria, geração de energia elétrica, aquicultura,

preservação ambiental, paisagismo, lazer, navegação, etc.) podem ser concorrentes, gerando conflitos entre setores usuários, nota-se que gerir recursos hídricos é uma necessidade premente e que tem o objetivo de ajustar as demandas econômicas, sociais e ambientais por água em níveis sustentáveis, de modo a permitir, sem conflitos, a convivência dos usos atuais e futuros da água.

De acordo com Garrido (2001), a outorga é um instrumento de gestão do Poder Público, voltado para a sociedade civil organizada, capaz de produzir efeitos positivos em favor dos usuários da água. A experiência brasileira já demonstrou que a introdução do regime de outorga em algumas regiões, foi extremamente útil para promover a atenuação, quando não a completa erradicação, de conflitos entre usuários competidores pela água.

Segundo Cardoso e Monteiro (2004) deve-se observar que a outorga é um instrumento articulado com o plano de recursos hídricos, com o enquadramento e com a cobrança pelo uso da água. Uma vez que os critérios de alocação de água serão definidos pelo plano, esses deverão respeitar as metas de qualidade do enquadramento e, ainda, deverão determinar os quantitativos a serem arrecadados pela cobrança.

Os citados autores ainda comentam que:

- O Art. 11 estabelece que o regime de outorga tem como objetivos assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água, e que para que isso seja possível, é fundamental o conhecimento dos impactos quali-quantitativos de cada usuário e, principalmente, a sistematização da avaliação cumulativa desses impactos sobre o corpo de água. Além disso, o “efetivo exercício dos direitos de acesso à água” reporta ao Art. 1º, inciso IV, dos fundamentos, o qual determina que “a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas”. Em outras palavras, implantar um regime de outorgas que favoreça uma única finalidade é descumprir triplamente a lei.
- O Art. 12 dispõe sobre os usos de recursos hídricos que estão sujeitos à outorga pelo Poder Público, dentre eles: captação de água, lançamento de efluentes e outros usos que alterem o regime, a qualidade ou a quantidade do corpo hídrico; o

uso para fins de aproveitamento de potenciais hidrelétricos e a extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo.

Estes tipos de uso são denominados de serviços que, juntamente com as travessias têm na água um obstáculo, a ser superado. Por não se constituírem em usos consultivos da água, propriamente, estes devem ser objeto de análises que avaliem as possíveis interferências no regime, na qualidade ou na quantidade das águas, bem como as interferências com a navegação.

– O Art. 12, §1º, estabelece que algumas formas de uso da água podem ser consideradas insignificantes, tirando, com isso, a obrigatoriedade da outorga, mas não a responsabilidade de computá-las e quantificá-las nos balanços quali-quantitativos, pois um conjunto de usos insignificantes pode tornar-se significativo.

Entretanto cabe perguntar como estabelecer o limite entre vazão insignificante e vazão outorgável? O Comitê da bacia do rio Paraíba do Sul, por exemplo, deliberou, em 2002, o limite mínimo de 1,0 L/s como vazão outorgável, ou seja, vazões inferiores a esse valor seriam consideradas insignificantes, portanto, dispensadas de outorga, uma vez que o Art 20 da Lei 9.433/97 permite essa condição. Aliás, a Lei 9.433/97 estabelece que o uso não precisa estar outorgado para que esteja habilitado a pagar pela água. Basta que esse uso seja sujeito à outorga.

– O Art. 13 estabelece que “Toda outorga estará condicionada às prioridades de uso estabelecidas nos Planos de Recursos Hídricos e deverá respeitar a Classe em que o corpo hídrico estiver enquadrado ou atender a manutenção de condições adequadas ao transporte aquaviário, quando for o caso”.

Este artigo dispõe, claramente, que as condições preexistentes que possibilitam o transporte aquaviário devem ser preservadas, mesmo após a implantação de interferências no corpo de água, tais como barragens e travessias.

– O Art. 14, §1º estabelece que “O Poder Executivo Federal poderá delegar aos Estados e ao Distrito Federal competência para conceder outorga de direito de uso de recursos hídricos de domínio da União”

Em maio de 2001 o Conselho Nacional de Recursos Hídricos aprovou a Resolução n.º 16, de caráter nacional, regulamentando a Lei n.º 9.433/97 no que diz respeito à outorga.

Há avanços importantes nessa Resolução, os quais procuram tornar o processo mais transparente e ágil. Nesse sentido, seguem observações sobre os artigos considerados mais relevantes para o presente texto.

– O Art. 10 estabelece que “A autoridade outorgante deverá assegurar ao público o acesso aos critérios que orientaram as tomadas de decisão referentes a outorga”. Essa norma permite que a população interaja diretamente na concessão de outorga, opinando e sugerindo modificações.

– O Art 12, § 1º, que estabelece que “as vazões e os volumes outorgados poderão ficar indisponíveis, total ou parcialmente, para outros usos no corpo de água, considerando o balanço hídrico e a capacidade de autodepuração para o caso de diluição de efluentes”, deixa evidente que podem existir conflitos entre diferentes usos e que alguns terão que ser priorizados de acordo com o artigo 13.

– O Art. 13 estabelece que “a emissão da outorga obedecerá, no mínimo, às seguintes prioridades: I - o interesse público e II - a data da protocolização do requerimento, ressalvada a complexidade de análise do uso ou interferência pleiteados e a necessidade de complementação de informações”.

Esse artigo procura resolver o problema das pressões políticas que os órgãos de recursos hídricos sofrem para aprovar determinados pleitos de outorga. Trata-se de uma regra simples e básica, mas que estabelece uma ordem mínima e prioritária no processo de análise e liberação das outorgas.

– O Art. 29 estabelece que “a autoridade outorgante poderá delegar às Agências de Água o exercício das seguintes atividades relacionadas à outorga de uso dos recursos hídricos situados em suas respectivas áreas de atuação: I - recepção dos requerimentos de outorga; II - análise técnica dos pedidos de outorga; III - emissão de parecer sobre os pedidos de outorga”.

2.1.1.1 Solicitação de Outorga

De acordo com a ANA para solicitação da outorga, é necessário detalhar o que está sendo solicitado pelo usuário em, basicamente, três grupos de informações. Cada grupo contém um conjunto de alternativas que contemplam diversas situações apresentadas a seguir.

Categoria de Outorga:

- Outorga de direito de uso de recursos hídricos – para os casos de novas outorgas;
- Alteração de outorga de direito de uso de recursos hídricos – altera as condições de uma outorga emitida;
- Renovação de outorga de direito de uso de recursos hídricos – para os casos de vencimento da outorga;
- Transferência/cessão de outorga de direito de uso de recursos hídricos – para os casos de transferência do empreendimento a terceiros, nas mesmas condições de utilização da água da outorga original.

Modalidade de Outorga:

- Derivação ou captação de água;
- Lançamento de efluentes;
- Obras hidráulicas – para os casos de construção de barragens, canalizações, diques, etc;
- Execução de serviços – para os casos de serviços de desassoreamento, derrocamento, limpeza de margens, etc;
- Travessia – para os casos de construção de pontes, dutos, túneis, etc. que cruzem o manancial;
- Outros.

Finalidade do Uso:

- Irrigação, Indústria, Aquicultura, Criação de animais para fins comerciais, Saneamento, etc.

2.1.2 Licenciamento ambiental de projetos de irrigação

A Resolução CONAMA 284/2001 dispõe sobre o licenciamento de empreendimentos de irrigação. Entende-se como empreendimento de irrigação o conjunto de obras e atividades que o compõem, tais como: reservatório e captação, adução e distribuição

de água, drenagem, caminhos internos e a lavoura propriamente dita, bem como qualquer outra ação indispensável à obtenção do produto final do sistema de irrigação.

A Resolução classifica os empreendimentos de irrigação em categorias, de acordo com a dimensão efetiva da área irrigada, por propriedade individual, e o método de irrigação empregado, conforme tabela a seguir:

Tabela 2.1 - Classificação dos projetos de irrigação pelo método empregado e dimensão efetiva da área irrigada, por propriedade individual.

Método de irrigação empregado	Área Irrigada (ha)				
	< 50	50 -100	100 - 500	500 - 1000	> 1000
Aspersão	A	A	B	C	C
Localizado	A	A	A	B	C
Superficial	A	B	B	C	C

Os métodos de irrigação empregados compreendem:

I - Aspersão - pivô central, auto propelido, convencional e outros;

II - Localizado - gotejamento, microaspersão, xique-xique e outros; e

III - Superficial - sulco, inundação, faixa e outros.

De acordo com a mesma Resolução o órgão ambiental licenciador, no exercício de sua competência e controle, expedirá Licença Prévia - LP, Licença de Instalação - LI e a Licença de Operação - LO, para os empreendimentos de irrigação.

Após a data de expedição desta Resolução os responsáveis pelos empreendimentos em operação, devem regularizar sua situação, em consonância com o órgão ambiental competente, mediante a obtenção de LO, nos termos da legislação em vigor, para a qual será exigida a apresentação dos estudos ambientais pertinentes, contendo:

I - descrição geral do empreendimento;

II - avaliação dos impactos ambientais provocados;

III - medidas mitigadoras e de proteção ambiental adotadas ou em vias de adoção; e

IV - instrumentos gerenciais existentes ou previstos para assegurar a implementação das medidas preconizadas.

Em adição, uma análise do artigo 5º permite concluir que o Projeto de Aproveitamento Hidroagrícola do Rio Preto, em função da sua premissa de utilização de métodos mais eficientes de irrigação com menor consumo de água, deveria ser contemplado com prioridade pelo órgão ambiental licenciador, estabelecendo critérios diferenciados de exigibilidade e procedimentos alternativos para o licenciamento,

É interessante notar, também, que o artigo 6º estabelece a possibilidade de “um único processo ambiental para pequenos empreendimentos e atividades similares e vizinhos, ou para aqueles integrantes de planos de desenvolvimento aprovados, previamente, pelo órgão ambiental licenciador, desde que definida a responsabilidade legal pelo conjunto de empreendimentos ou atividades .” Nesse sentido, a continuidade do licenciamento ambiental do Projeto de Aproveitamento Hidroagrícola do Rio Preto deveria ser considerada sob esta ótica.

2.1.3 Agenda 21

A questão sobre o uso da água para manejo integrado rural na irrigação é tratada na Agenda 21 das Nações Unidas principalmente no capítulo 18 “Proteção dos recursos de água doce e de sua qualidade”, área de programa F “Água para a produção de alimentos e desenvolvimento rural sustentáveis”.

Esta área reconhece a dependência da conservação da água no desenvolvimento e manejo da irrigação. Mostra que o desafio está em desenvolver e aplicar tecnologias e métodos de manejo economizadores de água.

Para isto deve-se fortalecer a parte institucional e técnica e permitir que as comunidades introduzam instituições e incentivos para que se possa adotar novos métodos de agricultura irrigada.

Objetiva também, no contexto rural, quatro passos que foram enunciados:

- (a) Deve-se considerar a água como um recurso finito que tem um valor econômico, com implicações sociais e econômicas significativas, refletindo a importância de satisfazer necessidades básicas;
- (b) As comunidades locais devem participar em todas as fases do manejo da água, assegurando a plena participação da mulher, tendo em vista o papel fundamental que desempenha no abastecimento, manejo e uso em suas atividades diárias;
- (c) O manejo dos recursos hídricos deve-se desenvolver dentro de um conjunto abrangente de políticas de (i) saúde humana; (ii) produção, conservação e distribuição de alimentos; (iii) planos de atenuação das calamidades; (iv) proteção ambiental e conservação da base de recursos naturais.
- (d) É necessário reconhecer e apoiar ativamente o papel das populações rurais, com particular ênfase na mulher.

Por fim prevê em seus objetivos assegurar a todos o acesso a água de boa qualidade, não só nesta geração mais também nas futuras fazendo alusão ao conceito de Desenvolvimento Sustentável.

As atividades previstas para o uso e manejo dos recursos hídricos em regiões agrícolas que os utilizem com a finalidade de irrigação são:

- (a) Uso eficiente dos recursos hídricos:
 - (i) Aumentar a eficiência e a produtividade do uso da água na agricultura para a melhor utilização de recursos hídricos limitados;
 - (ii) Fortalecer as pesquisas sobre manejo da água e do solo em condições de irrigação ou pluviais;
 - (iii) Monitorar e avaliar o desempenho de projetos de irrigação para garantir, entre outras coisas, sua utilização ótima e manutenção adequada;

(iv) Apoiar os grupos de usuários de água com o objetivo de melhorar o desempenho do manejo no plano local;

(v) Apoiar o uso adequado de água relativamente salobre para irrigação;

(b) Manejo da qualidade da água:

(i) Estabelecer e aplicar sistemas econômicos de monitoramento da qualidade da água para uso agrícola;

(ii) Prevenir os efeitos adversos das atividades agrícolas sobre a qualidade da água para outras atividades sociais e econômicas e sobre as zonas pantanosas por meio, entre outras coisas, do uso ótimo dos insumos procedentes da própria exploração e da minimização do uso de insumos externos nas atividades agrícolas;

(iii) Estabelecer critérios de qualidade biológica, física e química da água para os usuários da agricultura e para os ecossistemas marinhos e fluviais;

(iv) Reduzir ao mínimo o escoamento dos solos e a sedimentação;

(v) Eliminar adequadamente as águas servidas dos estabelecimentos humanos e o esterco produzido pela criação intensiva;

(vi) Minimizar os efeitos nocivos dos produtos químicos agrícolas mediante o manejo integrado das pragas;

(vii) Educar as comunidades sobre as conseqüências poluidoras do uso de fertilizantes e produtos químicos para a qualidade da água, a segurança dos alimentos e a saúde humana;

(c) Programas de desenvolvimento dos recursos hídricos:

(i) Desenvolver a irrigação e o abastecimento de pequena escala para os seres humanos e os animais e para a conservação do solo e da água;

(ii) Formular programas de desenvolvimento de irrigação de larga escala e longo prazo, levando em consideração seus efeitos sobre o nível local, a economia e o meio ambiente;

(iii) Promover as iniciativas locais para o desenvolvimento e manejo integrado dos recursos hídricos;

(iv) Oferecer assessoria e apoio técnico adequado e fomentar a colaboração institucional no plano das comunidades locais;

(v) Promover, tendo em vista o manejo da terra e da água, um enfoque da agricultura que leve em consideração o nível de informação, a capacidade de mobilizar as comunidades locais e os requisitos dos ecossistemas das regiões áridas e semi-áridas;

(vi) Planejar e desenvolver programas múltiplos de energia hidroelétrica, assegurando-se de que as preocupações ambientais sejam devidamente levadas em conta;

(d) Manejo dos recursos hídricos escassos:

(i) Desenvolver estratégias de longo prazo e programas de implementação prática para o uso da água na agricultura de maneira compatível com as condições de escassez e de demandas concorrentes;

(ii) Reconhecer a água como um bem social, econômico e estratégico no manejo e planejamento da irrigação;

(iii) Formular programas especializados centrados na preparação para as secas, com ênfase no problema da escassez de alimentos e na proteção ambiental;

(iv) Promover e intensificar a reutilização das águas servidas na agricultura;

A fim de se implementar estas atividades a Agenda 21 das Nações Unidas o documento também faz propostas mostrando de que forma, quanto tempo se levaria para implementar e um custo aproximado para os meios de implementação:

(a) Financiamento e estimativa de custos: foi previsto um custo total anual médio de 13,2 bilhões de dólares no período de 1993 a 2000.

(b) Meios científicos e tecnológicos: mostra a necessidade urgente de que os países monitorem os recursos hídricos seguindo os requisitos prioritários para pesquisa:

(I) Identificação das áreas críticas de pesquisa adaptativa relacionada com a água;

(II) Fortalecimento da capacidade de pesquisa adaptativa das instituições dos países em desenvolvimento;

(III) Intensificar a conversão dos resultados das pesquisas sobre os sistemas agrícolas e de pesca relacionados com a água em tecnologias práticas e acessíveis e dar o apoio necessário para a adoção rápida delas;

Além da transferência tanto vertical quanto horizontal da tecnologia e que os organismos de apoio exterior devem facilitar crédito, insumos, mercados, preços adequados, transporte além de incluir uma infra-estrutura para ensino e treinamento relacionado com água e serviços de apoio à agricultura. Isto deve ocorrer para que se contribua para o desenvolvimento da economia rural.

(c) Desenvolvimento dos recursos humanos: se tem a necessidade de promover o ensino e treinamento dos recursos humanos por meio de:

(I) avaliação das necessidades de manejo e formação de recursos humanos atuais e de longo prazo;

(II) estabelecimento de uma política nacional de desenvolvimento de recursos humanos; e

(III) início e implementação de programas de treinamento para o pessoal de todos os níveis, bem como para os agricultores. As medidas necessárias são as seguintes:

(d) Fortalecimento institucional: reconhece não só a estrutura institucional coerente e funcional no plano nacional, mais também a estrutura jurídica com regras

adequadas e regulamentos para facilitar a adoção de medidas sobre o uso agrícola de água. Para isto deve-se tomar medidas nas seguintes áreas:

(I) Melhora das políticas de utilização da água relacionadas com a agricultura, a pesca e o desenvolvimento rural e das estruturas jurídicas para a implementação dessas políticas;

(II) Revisão, fortalecimento e reestruturação, caso necessário, das instituições existentes, com o objetivo de aumentar suas capacidades em atividades relacionadas com a água, reconhecendo ao mesmo tempo a necessidade de gerenciar os recursos hídricos no nível mais baixo adequado;

(III) Revisão e fortalecimento, quando necessário, da estrutura organizacional, relações funcionais e vínculos entre ministérios e entre departamentos de um mesmo ministério;

(IV) Tomada de providências específicas de apoio ao fortalecimento institucional mediante, *inter alia*, orçamentos para programas de longo prazo, treinamento de pessoal, incentivos, mobilidade, equipamento e mecanismos de coordenação;

(V) Intensificação, quando apropriado, do envolvimento do setor privado no desenvolvimento dos recursos humanos e no estabelecimento de infra-estrutura;

(VI) Transferência de tecnologias existentes ou novas de uso da água com a criação de mecanismos de cooperação e intercâmbio de informações entre instituições nacionais e regionais.

Portanto a Agenda 21 das Nações Unidas coloca em termos claros que é possível mudar a realidade da agricultura irrigada se houver cooperação internacional, desenvolvimento de novas tecnologias, treinamento pessoal, fortalecimento institucional e melhora na utilização e confecção de políticas públicas.

2.2 Sistemas / Modelos

A Teoria Geral dos Sistemas – TGS, afirma que as propriedades dos sistemas não podem ser descritas significativamente em termos de seus elementos separados. A compreensão dos sistemas somente ocorre quando seus elementos são estudados globalmente, envolvendo todas as interdependências dos seus subsistemas (BERTALANFFY apud RIBEIRO, 1993).

A TGS fundamenta-se em:

a) Os sistemas existem dentro de sistemas. As moléculas existem dentro das células, as células dentro dos tecidos, os tecidos dentro dos órgãos, os órgãos dentro dos organismos, os organismos dentro de colônias, as colônias dentro de culturas nutrientes, as culturas dentro de conjuntos maiores de culturas, e assim por diante

b) Os sistemas são abertos. É uma decorrência da premissa anterior. Cada sistema que se examine, exceto o menor ou o maior, recebe e descarrega algo aos outros sistemas, geralmente aqueles que lhe são contíguos. Os sistemas abertos são caracterizados por um processo de intercâmbio infinito com seu ambiente, que são os outros sistemas. Quando o intercâmbio cessa, o sistema se desintegra, isto é, perde suas fontes de energia.

c) As funções de um sistema dependem de sua estrutura. Para os sistemas biológicos e mecânicos esta afirmação é intuitiva. Os tecidos musculares, por exemplo, se contraem porque são constituídos de uma estrutura celular que permite contrações.

Bertalanffy verificou que muitos princípios e conclusões de algumas ciências têm validade para várias outras ciências, quando tratam de objetos que podem ser visualizados como sistemas, sejam eles físicos, químicos, sociais, etc. Ciências que até pouco tempo atrás eram completamente estranhas entre si, talvez pela especialização avançada ou pelas características próprias de seus campos de

estudos, começaram a romper o isolamento e a entrever que havia uma repetição de esforços no desenvolvimento de certos princípios por outras ciências. Isto levou alguns cientistas a desenvolverem uma teoria geral de sistemas que espelhasse as semelhanças, sem prejuízo das diferenças, válida para todas as ciências. Essa preocupação começou com a Física, Biologia e as Ciências Sociais, principalmente, espalhando-se rapidamente para as demais ciências (BERTALANFFY apud CHIAVENATO,1993).

Na linguagem cotidiana, o termo modelo tem ao menos três usos diferentes: como substantivo, o modelo implica uma representação; como adjetivo, implica um ideal; e como verbo, “modelar” significa demonstrar. No uso científico, deve-se incorporar parte de todos três significados: na construção de modelos, criamos uma representação idealizada da realidade a fim de demonstrar algumas de suas propriedades. Os modelos são feitos necessariamente pela sua complexidade da realidade que representam. Eles são uma prova conceitual de nossa compreensão e como tal, fornecem ao pesquisador um quadro aparentemente racional e simplificado ou uma fonte de hipóteses de trabalho a testar contra a realidade. Os modelos não contêm toda verdade mais uma parte útil e compreensiva (HAGETT, 1965).

A modelagem conceitual se refere às entidades envolvidas dentro de um projeto específico e seus relacionamentos; a modelagem lógica refere-se à hierarquia e à rede relacional e a modelagem física às estruturas digitais utilizadas para organizar e armazenar os dados no computador (Figura 2.1).

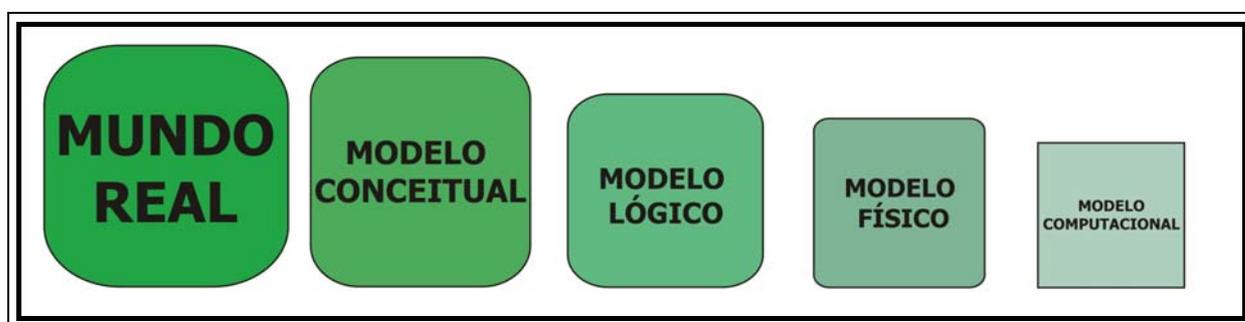


Figura 2.1 - Concepção geral do modelo computacional.

Entendendo-se modelo como uma representação simplificada da realidade o mesmo será elaborado de acordo como uma abordagem sistêmica, tratando da melhor

maneira possível, as relações de um espaço geográfico com o todo. O sistema deve ser definido como um nódulo, uma periferia e energia, mediante a qual as características pioneiras elaboradas e localizadas no centro conseguem projetar-se na periferia, podendo ser então modificado (SANTOS, 2002C).

De acordo com Santos (2002B), para cada situação de lugar, o modelo seria definido de duas maneiras. De um lado, ele é considerado como conjunto de sistemas locais tomado em um mesmo momento histórico e em lugares diferentes, no interior de um mesmo espaço.

O mesmo autor relata que do outro lado, o modelo pode ser construído a partir da simulação da evolução no tempo, dos sistemas locais, cada um dando como resultado um outro sistema local assim o primeiro seria o modelo descritivo, o segundo o modelo evolutivo enquanto que os modelos com caráter de previsão levarão em conta os modelos evolutivo e descritivo, a fim de permitir a compreensão dos dinamismos verticais e horizontais, isto é, a totalidade dos mecanismos e das tendências sem os quais nenhum modelo de previsão é possível.

2.3 Espaço Geográfico

Vidal de La Blache (apud Moraes, 1999) definiu o objeto da Geografia como a relação homem-natureza, na perspectiva da paisagem. Colocou o homem como um ser ativo, que sofre a influência do meio, porém, que atua sobre este, transformando-o. A natureza passou a ser vista como possibilidade para ação humana, concebendo o homem como hóspede que cria cumulativamente e constantemente um relacionamento com a natureza, permitindo assim, utilizar os recursos naturais disponíveis.

De acordo com Santos (2002A), o território seria o conjunto de sistemas naturais mais os acréscimos históricos materiais impostos pelo homem, formado pelo conjunto indissociável do substrato físico, natural ou artificial, e mais o seu uso, ou seja, representa a base técnica mais as práticas sociais ou a combinação da técnica com a política.

Levando-se em conta e materializando os processos de trabalho e a relação entre homem-meio, na sua expressão historicamente concreta pode-se definir um espaço

ou território como sendo espaço geográfico. É a natureza, mas a natureza em seu vaivém dialético: ora a primeira natureza que se transforma em segunda, ora mais adiante a segunda que se reverte em primeira, para mais além voltar a ser segunda (MOREIRA, 2000).

A estrutura de um espaço geográfico pode se tornar mais complexa de acordo com o incremento da integração com a reprodução ampliada. Quanto mais complexa sua estrutura maior será o poder de reprodução ampliada na sociedade. Sob formas de fábricas, plantações, estradas, construções, fluxo de produção e homens, o espaço geográfico revela, como numa fotografia, o processo de trabalho. Sob forma de densificação das fábricas, plantações, estradas, construções e fluxos, o espaço revela a acumulação (MOREIRA, 2000).

Dollfus (1978) acrescenta que o espaço geográfico é um espaço percebido e sentido pelos homens em função tanto de seus sistemas de pensamento como de suas necessidades. À percepção do espaço real, campo, aldeia ou cidade, vem somar-se ou combinarem-se elementos irracionais, míticos ou religiosos dando a este uma concepção que vai variar de acordo com a cultura e história da comunidade / população que o ocupa.

Ainda segundo Dollfus (1978), o espaço geográfico é simultaneamente organizado e dividido e a divisão pode obedecer a critérios funcionais, traduzidos na paisagem. Desta forma, as paisagens se dividem entre cidades e campos, entre espaço rural e urbano, etc.

No sentido habitual o espaço rural, espaço geográfico que vai ser abordado nesta dissertação, é o campo, que constitui o domínio das atividades agrícolas e pastoris. A fisionomia do espaço agrícola e dos seus componentes está intimamente associada às contingências físicas, climáticas e culturais.

2.4 Modelos em Geografia

Santos (2002C) explicita que os maiores equívocos ocorridos na aplicação da modelística na geografia vêm das práticas mecânicas – que o uso e o abuso da geografia quantitativa vieram agravar – pelas quais se transforma um conceito em uma categoria metafísica, pára-se a história para poder adotar um esquema congelado.

Um modelo é uma representação da realidade, cuja aplicação ou uso, só se justifica para chegar a conhecê-la, isto é, como hipótese de trabalho sujeita à verificação. Da mesma maneira que dos fatos empiricamente apreendidos se chega à teoria por intermédio de conceitos e de categorias historicizadas, voltando-se da teoria à coisa empírica através dos modelos.

O modelo também pode ser entendido como um conjunto de conceitos que podem ser usados para descrever a estrutura e as operações em um banco de dados (ELMASRI e NAVATHE, 1997). O modelo busca sistematizar o entendimento que é desenvolvido a respeito de objetos e fenômenos que serão representados em um sistema informatizado. Os objetos e fenômenos reais, no entanto, são complexos demais para permitir uma representação completa, considerando os recursos à disposição dos sistemas gerenciadores de bancos de dados (SGBD) atuais. Desta forma, é necessário construir uma abstração dos objetos e fenômenos do mundo real, de modo a obter uma forma de representação conveniente, embora simplificada, que seja adequada às finalidades das aplicações do banco de dados.

A abstração de conceitos e entidades existentes no mundo real é uma parte importante da criação de sistemas de informação. Além disso, o sucesso de qualquer implementação em computador de um sistema de informação é dependente da qualidade da transposição de entidades do mundo real e suas interações para um banco de dados informatizado. A abstração funciona como uma ferramenta que nos ajuda a compreender o sistema, dividindo-o em componentes separados. Cada um destes componentes pode ser visualizado em diferentes níveis de complexidade e detalhe, de acordo com a necessidade de compreensão e representação das diversas entidades de interesse do sistema de informação e suas interações (CÂMARA, 2001).

Desta forma, com ou sem intuito de reformulá-la, submete-se a teoria a um teste, pois a realidade não é imutável. Assim, o modelo se encontra no mesmo nível do conceito neste caminho incessante de vai-e-vem, do fato cru à teoria e desta, de novo, ao empírico (SANTOS, 2002A).

2.4.1 Paisagem

Paisagem é o que vemos diante de nós. É uma realidade visível. É uma visão de conjunto percebida a partir do espaço circundante. Não tem, assim, uma existência

própria, em si. Ela existe a partir do sujeito que a apreende. Cada pessoa a vê diferentemente de outra, não só em função do direcionamento de sua observação, como também em termos de seus interesses individuais. (BERTRAND, 1968; TUAN, 1980; WIEBER, 1985; PINCHEMEL, 1987 in MARTINELLI e PEDROTTI, 2001).

A paisagem é também a forma espacial do presente, porém testemunho de formas passadas que ainda persistem ou não. Revela, assim, um dinamismo diacrônico confirmando a evolução estrutural do processo espacial, demonstrando fases que poderão ser de estabilidade, de reformulação parcial ou de completa remodelação, engendrando novos espaços (SANTOS, 2002A, 1994, RODRIGUES, 1997; EVASO, 1999 IN MARTINELLI e PEDROTTI, 2001).

Embora externa com muita propriedade seu conteúdo social, a paisagem envolveu sempre, desde o homem primitivo, de forma incisiva, um enquadramento natural, especialmente aquele dado pela vegetação, que completa seu significado. São expressões coletivas, como floresta, que designam o conjunto. Para compreender a vida de um oásis é necessário encaixá-lo na imensidão do deserto que o encerra.

O grande naturalista da primeira metade do século XIX, Alexandre von Humboldt, colocava a fisionomia da vegetação como essencial para a caracterização de uma paisagem. O agrupamento natural das plantas mostrava uma ordem no aparente caos. Disso resultou a concepção de região natural.

Não se trata, entretanto, de uma paisagem essencialmente natural, mas integradora, global, em sua totalidade concreta, junto aos objetos e às ações, ao mundo em movimento.

Na sua história, o homem operou ações que vão desde relações simples de sobrevivência junto ao seu pedaço de mundo natural até uma progressiva dominação, engendrando grandes mudanças mediante artificialização, culminando com uma expressiva participação da tecnociência num espaço globalizado, com permanente inovação. Assim, neste novo mundo, não contamos mais com a natureza natural, mas com uma natureza bastante artificializada, avaliada como recurso. Portanto, a nova expressão do espaço e do tempo passa a ser o meio técnico-científico-informacional. A paisagem, por sua vez, torna-se cientificizada e

tecnicizada, bem como o espaço se revela cada vez mais informacionalizado (SANTOS, 1994, SANTOS 2002B; EVASO, 1999).

A paisagem visível, tida como o que vemos à nossa frente produz-se mormente em visão horizontal ou oblíqua. O campo de percepção varia bastante conforme a posição do observador e a configuração morfoescultural do terreno e respectivo arranjo de seus volumes, proporcionando grande diversidade às suas imagens. Importa reter as silhuetas da sucessão dos planos em profundidade, que podem organizar a apreciação da paisagem numa seqüência de escalas que vão diminuindo em direção ao horizonte, ao mesmo tempo em que se interpõem enquadramentos que podem encobrir parte dela, escondida por detrás (MARTINELLI e PEDROTTI, 2001).

Qualquer paisagem, por mais simples que seja, é sempre social e natural, subjetiva e objetiva, espacial e temporal, produção material e cultural, real e simbólica. Para sua completa apreensão, não basta a análise separada de seus elementos. É preciso compreender sua complexidade que é dada pela forma, estrutura e funcionalidade.

Assim, a unidade de paisagem pode ser reconhecida como resultado da conjunção de fatores distintos como: a história geológica, a morfogênese do relevo, o clima em seu movimento, a dinâmica biológica e a participação da ação humana em sua evolução histórica.

A tendência espontânea de qualquer observador é galgar uma posição elevada para obter maior amplitude na sua abrangência visual. Deixando o nível do chão, o olho ganha mais campo, porém perde a riqueza das visões possíveis ao levar em conta o ponto de vista, a profundidade do campo com o arranjo dos planos verticais dos volumes. Ao atingir a visão quase vertical, aérea, até zenital, a paisagem torna-se praticamente a imagem fornecida por uma fotografia aérea. Apesar de perder as particularidades, essa visão ganha em termos de conjunto na percepção sinótica. Foi ela que motivou a representação da paisagem em mapa, dando-lhe cientificidade (LACOSTE, 1977; WIEBER, 1984; PINCHEMEL, 1987 IN MARTINELLI e PEDROTTI, 2001).

A própria representação do relevo hesitou bastante e teve que esperar até a metade do século XIX para sair definitivamente da visão lateral ou hachurada dos volumes que compunham a superfície do relevo, um claro apego à visualização da paisagem pela sucessão em profundidade dos planos verticais que perfazem o volume da litosfera em sua face exterior.

2.5 Cartografia

2.5.1 Representação Gráfica

Segundo Martinelli (2001), a representação gráfica é uma linguagem de comunicação visual com um caráter de significado único. Trata-se das relações que se pode dar entre os significados e os signos interessando, portanto, as relações que existem entre os signos que significam objetos geográficos, deixando para um segundo plano a preocupação com o significado e significante dos signos, característica básica dos sistemas de múltiplos significados.

Portanto, a tarefa essencial da representação gráfica é a de transcrever três relações fundamentais: a de diversidade, de ordem e de proporcionalidade entre objetos, por relações visuais de mesma natureza (MARTINELLI, 2001).

2.5.2 Cartografia Temática

Os mapas temáticos, na sua multiplicidade, muitas vezes são considerados como realizações geográficas. Na realidade, os mapas temáticos interessam à Geografia na medida em que não só abordam conjugadamente um mesmo território, como também, o consideram em diferentes escalas (LACOSTE, 1976 APUD MARTINELLI, 2001).

Assim, o mapa temático reportaria certo número de conjuntos espaciais resultantes da classificação dos fenômenos que integram o objeto de estudo de determinado ramo científico (LACOSTE, 1980 APUD MARTINELLI, 2001).

Na atualidade pode-se observar que a Cartografia como um todo entra na era da informática. Passa a proporcionar simulações de eventos e situações complexas da realidade, armazenar, recuperar, analisar e apresentar informações sobre lugares tendo em vista a dinamicidade do processo de tomada de decisão, tornando-se um verdadeiro Sistema de Informações Geográficas – SIG.

2.5.3 Carta-Base

O mapa-base é o mapa que serve de suporte para a localização dos componentes temáticos. Ele deve conter informações cartográficas básicas para atender de maneira plausível suas demandas.

São informações que, por isoladas, não trazem significado porém, são a base da combinação de fatores propícios à confecção de uma Carta Temática. Seria como os insumos para produção de modelos espaciais (MARTINELLI, 2001).

2.5.4 Cartografia Ambiental

A cartografia ambiental deve considerar as bases para a definição de uma cartografia crítica que incorpore todas as relações, mediações, contradições, oposições, entre os componentes que perfazem a natureza e a sociedade. Estas, ainda devem ser vistas à luz de que junto à sucessão dos diferentes estágios do conhecimento científico e desenvolvimento tecnológico foram produzindo-se e reproduzindo-se, com a modernização, ambientes espaciais que adquiriram certas características que a sociedade detectou como problemáticas (MOREIRA, 1986).

Moreira (1986) acrescenta ainda que a cartografia que representasse esses espaços seria certamente uma cartografia envolvida com a geografia. Entretanto, não basta apenas representar temas geográficos, é preciso que ela se reporte à materialidade desse espaço, cujo ambiente é o centro das atenções.

Ainda o mesmo autor explicita que a cartografia ao se defrontar com a complexidade da realidade a ser considerada deve, também, articular as diferentes maneiras de ver dos vários ramos científicos, cada um resolvendo uma representação específica do espaço valendo-se de uma escala temporo-espacial adequada ao seu estudo e concepção.

É a área que reúne os fatores das cartas-base dando sentido para os mesmos fazendo com que o maior propósito de um mapa seja atingido, o de revelar o conteúdo da informação, proporcionando assim, encaminhamento crítico do discurso científico com base no que foi descoberto e, não apenas servir de mera ilustração junto a textos geográficos. Com isso, podem-se mostrar claramente as dimensões ambientais, sociais e políticas da cartografia.

2.6 Geoprocessamento

O termo Geoprocessamento denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica e que vem influenciando de maneira crescente as áreas de Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Meio Ambiente, Transportes, Comunicações, Energia e Planejamento Urbano e Regional. As ferramentas computacionais para Geoprocessamento, chamadas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG/GIS), permitem realizar análises complexas ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados geo-referenciados (Figura 2.2). Tornam ainda possível automatizar a produção de documentos cartográficos (BORROUGH, 1998).

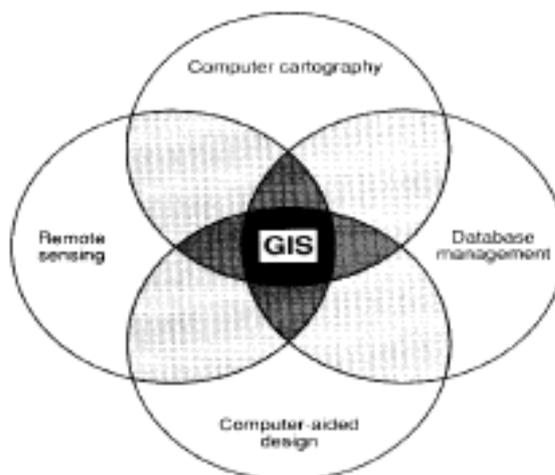


Figura 2.2 - Relações interdisciplinares entre SIG e outras áreas. Fonte: MAGUIRE et al. (1991)

De forma genérica, “Se, onde, é importante para seu negócio, então Geoprocessamento é sua ferramenta de trabalho”. Sempre que o onde aparece, dentre as questões e problemas que precisam ser resolvidos por um sistema informatizado, haverá uma oportunidade para considerar a adoção de um SIG.

Num país de dimensão continental como o Brasil, com uma grande carência de informações adequadas para a tomada de decisões sobre os problemas urbanos, rurais e ambientais, o Geoprocessamento apresenta um enorme potencial,

principalmente se baseado em tecnologias de custo relativamente baixo, em que o conhecimento seja adquirido localmente.

2.7 Irrigação

De acordo com Testezlaf (2002) estima-se que no princípio do século XX, a área total irrigada mundial estava em torno de 40 milhões de hectares. Em 1950, esse valor se elevou para 160 milhões de hectares e, segundo a FAO (2001), a área irrigada mundial em 1998 era de 271 milhões de hectares. Deste total, a Índia irriga em torno de 59 milhões, a China aproximadamente 52 milhões, os Estados Unidos 22 milhões, o Paquistão 18 milhões, contribuindo esses países com 56% da área irrigada mundial.

A fim de que seja possível obter uma idéia, no contexto internacional, acerca da importância das áreas irrigadas, efetuou-se uma análise comparativa utilizando países do Continente Americano, da União Européia e, pela importância que podem representar quanto ao assunto, Japão e Israel. Foram relacionados os dados (referentes às médias dos anos 1997, 1998 e 1999) de terras irrigadas com os de áreas de terras aráveis mais as áreas de culturas permanentes, provenientes dos anuários estatísticos da FAO.

As áreas irrigadas representam 18% do total de terras aráveis e ocupadas com culturas permanentes para o conjunto de países do mundo. Os países do continente americano com mais elevadas participações de áreas irrigadas são o Chile (78,4%) e Suriname (76,1%). Na outra extremidade, países em que a irrigação ocorre em pequena escala são, por exemplo, o Canadá (1,6 %), Trinidad & Tobago (2,5%) e Paraguai (2,9%), estando o Brasil entre esses onde a técnica de irrigação é bem pouco empregada (4,4%). Evidentemente, os índices de áreas irrigadas confirmam os aspectos apresentados.

Considerando-se um conjunto de 27 países americanos, o Brasil (com índice de 24) se posiciona, em ordem decrescente, como o vigésimo segundo, superando apenas Honduras, Nicarágua, Paraguai, Trinidad & Tobago e Canadá.

No caso da União Européia, os países que evidenciam mais elevados índices de irrigação são os Países Baixos (334) e a Grécia (208). O Brasil, com índice de

irrigação de 24, encontra-se em nível abaixo dos Países Baixos, Grécia, Portugal, Itália, Dinamarca, Espanha, França e Bélgica / Luxemburgo.

Pode-se observar, ainda, que Israel e Japão constituem países que utilizam a técnica de irrigação de forma expressiva. O índice de área irrigada em Israel está 154 % acima do indicador do conjunto de países do mundo, sendo ainda 3,04 vezes superior no Japão.

2.7.1 A irrigação no Brasil

Testezlaf (2002) afirma que mesmo a irrigação sendo responsável por uma contribuição significativa ao setor agroindustrial brasileiro, participando em 16% da produção, o Brasil possui uma área irrigada pequena quando comparada com a área cultivada, ou com a área potencialmente irrigável, ou ainda, com os dados de outros países do mundo.

O potencial de expansão e aperfeiçoamento da irrigação no Brasil é evidenciado, sendo possível incrementar a sua aplicação visando a aumentar as disponibilidades alimentares e o desenvolvimento econômico nacional (Figura 2.3).

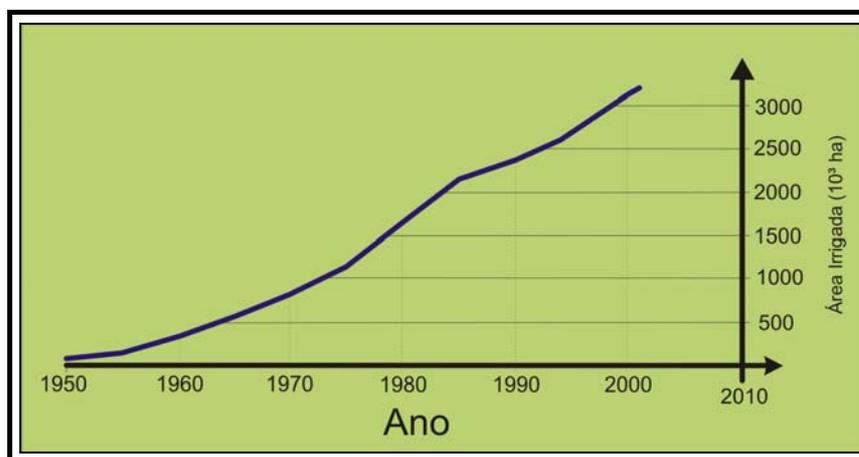


Figura 2.3 - Evolução da área irrigada no Brasil entre 1950 e 2003 (Adaptado de ANA, 2004b).

Atualmente, o Brasil ocupa lugar de pouca expressão entre os países que utilizam a irrigação intensivamente. Apesar de possuir uma superfície territorial de 851 milhões de hectares, o país utiliza com agricultura, segundo o IBGE (1995), cerca de 220 milhões de hectares, dos quais 42 milhões com lavouras e 178 milhões com pecuária.

Apesar de não se dispor de uma estatística atualizada sobre a área irrigada nacional, fontes como a FAO (2001), estimavam que o Brasil teria aproximadamente de 2,7 a 3 milhões de hectares irrigados em 1998, o que corresponderia a 1,4 % da área agrícola explorada no país. A Figura 2.4 exemplifica a pouca participação da irrigação na área total cultivada do país.

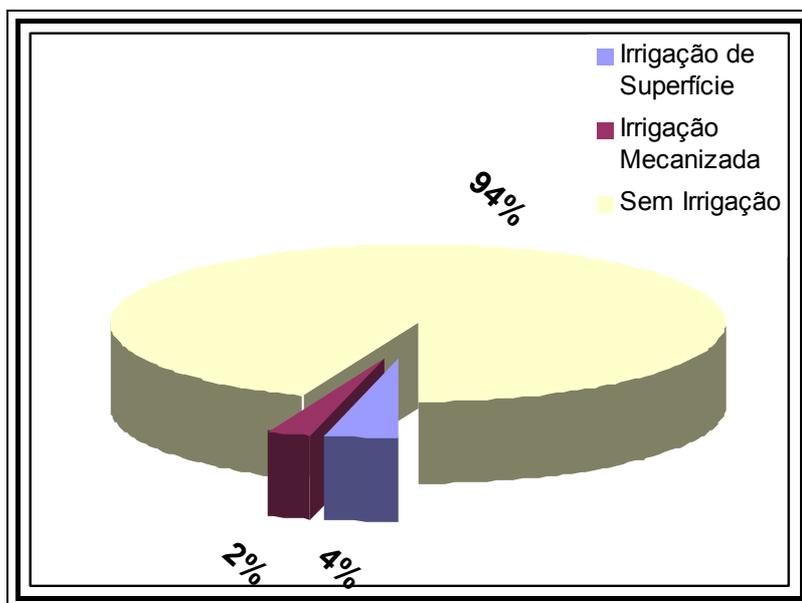


Figura 2.4 - Participação da irrigação na área cultivada (42 milhões de hectares).Fonte: FAO (2001).

A região Sul é a que mais participa desta área, com aproximadamente 1,2 milhões de hectares e, a região Norte é que possui a menor área irrigada entre as regiões. Esta situação é explicada pelas características de produção dos estados constituintes dessas regiões e pela característica climática de cada uma. Enquanto a agricultura do sul do país, principalmente os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, caracteriza-se pela orizicultura irrigada (cultivo do arroz), os estados do Norte se encontram nas condições de clima equatorial, sendo a área praticamente coberta pela Floresta Amazônica (IBGE, 1995).

Assim, a região Sul é a que mais se utiliza dos sistemas de irrigação por superfície (neste caso, a irrigação por inundação, característica de regiões produtoras de arroz) e na região Sudeste predomina o uso da irrigação por aspersão convencional e de pivô central, sendo o Nordeste brasileiro o que mais contribui com áreas irrigadas pelo sistema localizado (Tabela 2.2).

Estudos desenvolvidos pelo Programa Nacional de Irrigação - PRONI indicaram que, dentre todos os países do mundo, o Brasil detinha o segundo potencial de áreas irrigadas, com 55 milhões de hectares, sendo 30 milhões de terras baixas de várzeas e 25 milhões de terras altas. Outros autores estimam que a área total de solos aptos à irrigação no Brasil é de cerca de 29,6 milhões de hectares, sendo 13,5 milhões de hectares em solos de várzeas e 16,1 milhões em solos de terras altas. Mesmo dentro de uma visão mais conservadora, o Brasil possui condições pedológicas, hídricas e topográficas, para atingir índices de utilização da agricultura irrigada idênticos ou maiores que muitos países que hoje fazem uso intensivo dessa técnica (ANA, 2004b).

Tabela 2.2 - Participação da irrigação no setor agrícola brasileiro em hectare (ha) (CHRISTOFIDIS, 1999)

Região	1997			1998		
	Irigada	Plantada	I/P	Irigada	Plantada	I/P
Norte	81.850	2.254.299	3,63%	86.660	2.156.271	4,02%
Nordeste	455.820	12.362.022	3,69%	495.370	8.592.553	5,77%
Sudeste	863.816	10.920.082	7,91%	890.974	10.741.395	8,29%
Sul	1.167.168	16.087.306	7,26%	1.195.440	16.232.488	7,36%
Centro-Oeste	187.290	7.858.909	2,38%	201.760	8.623.762	2,34%
TOTAL	2.755.944	49.482.618	5,57%	2.870.204	46.346.469	6,19

2.7.1.1 Produção na irrigação

2.7.1.1.1 Os solos agriculturáveis

O crescimento da população e a melhoria de capacidade aquisitiva desta população, que refletiu na elevação do consumo *per capita*, causaram elevadas pressões sobre a base alimentar. Estas, por sua vez, repercutiram sobre o meio ambiente e, em especial nos recursos hídricos, principalmente nos solos (uma vez que mais que 99% dos alimentos provêm dos solos), na cobertura vegetal e no meio ambiente. (FREITAS, 2003)

A avaliação detalhada dos recursos de solos disponíveis no mundo é fundamental para determinar se a oferta de alimentos será capaz de atender à demanda futura. Em âmbito mundial, estima-se que possam ser cultivados até 3,6 bilhões de

hectares de terra, estando nos países tropicais as maiores áreas de reservas. Os solos de 45% dessas terras estão nas classes IV a VI, apresentando desde um rendimento médio potencial de 1,33 t/ha/ano e um máximo potencial superior a 15 toneladas equivalentes de grãos por hectare por ano. (FREITAS, 2003)

Para que haja melhoria na produção agrícola e ocorra a ampliação da irrigação de maneira segura e em condições de acompanhar a crescente demanda por alimentos, há necessidade de selecionar solos aptos, o que não se constitui em fácil tarefa, face à capacidade de resposta produtiva dos solos disponíveis. No mundo, apenas 11% dos solos não apresentam limitações à produção agrícola. (FREITAS, 2003)

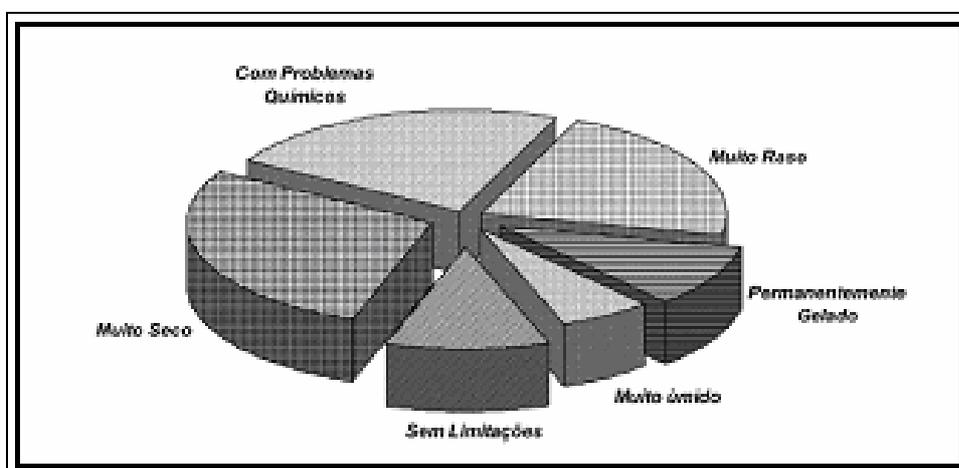


Figura 2.5 - Limitações da agricultura pelas condições dos climas e dos solos. (CORREIO AGRÍCOLA, 1997)

2.7.1.1.2 A produção de alimentos

Devido o crescimento populacional acelerado e a grande quantidade de pessoas passando fome no mundo, a produção de alimentos precisa ser duplicada. Os cereais são a principal fonte de nutrientes para os seres humanos e para os animais. Seu consumo em 1995 era de aproximadamente 1,9 bilhões de toneladas por ano. Para atender à demanda futura, a produção de hoje precisa ser dobrada até o ano 2020. Isso significa que o rendimento deve aumentar cerca de 2,4% ao ano (Figura 2.6). É um desafio, pois o índice de crescimento atual é de apenas 1,5% ao ano. Da mesma forma que os cereais, a produção de outros alimentos também terá que crescer significativamente, o que repercutirá na elevação da pressão sobre os recursos hídricos, os solos, o meio ambiente. (Freitas, 2003)

As duas pressões - crescimento da população mundial, incorporando anualmente cerca de 85 milhões de seres humanos e o crescimento do consumo individual - estão causando uma defasagem entre a oferta de alimentos (produção estimada) e o consumo (produção necessária), que para ser solucionada, exige alto poder de gestão dos recursos hídricos e na produção e distribuição dos alimentos, uma vez que nos últimos 70 anos a população do planeta triplicou, enquanto o consumo de água cresceu seis vezes, em especial pelo elevado uso da água na produção de alimentos. (CORREIO AGRÍCOLA, 1997)

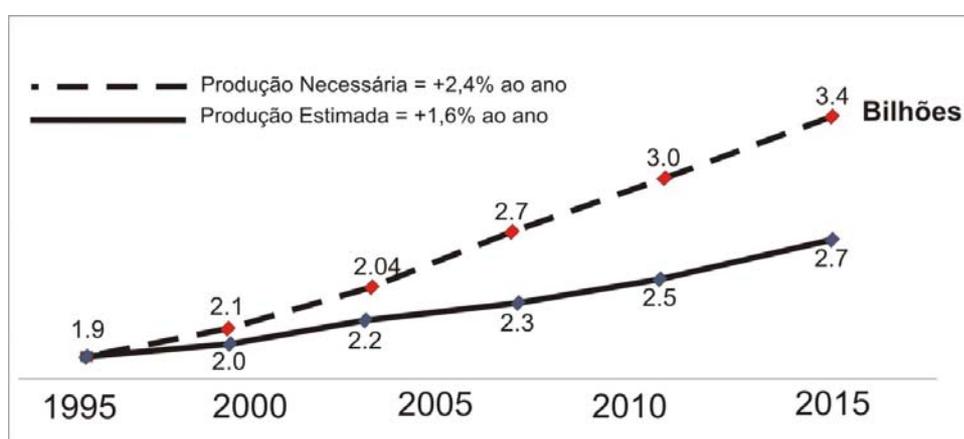


Figura 2.6 - Produção mundial de cereais necessária e estimada. (CORREIO AGRÍCOLA, 1997)

Os cereais possibilitam atender a 80% das necessidades mundiais de alimentos. Três cultivos, trigo, arroz e milho, dominam a produção mundial de grãos. (CORREIO AGRÍCOLA, 1997)

A melhoria na produção agrícola, decorrente do incremento de produtividade, além da necessária visão sobre a redução de perdas de toda ordem, exigem dos que se dedicarão a garantir os alimentos, um olhar amplo que considere tecnologias associadas aos cultivos, ao clima, aos solos, à água e as seus manejos, que possibilitem a máxima produtividade por quantidade de água administrada na irrigação.

O que se observa ao longo do tempo, em especial em decorrência da procura por uma evolução econômica, é uma movimentação da população para as áreas urbanas. Este comportamento foi suportado pela expansão da capacidade de produzir alimentos. Evolui-se na capacidade produtiva de uma situação, em 1850, em que quatro agricultores geravam um excedente agrícola que só permitia atender

a mais uma pessoa, à posição em 1999, em que um agricultor atende à demanda de quase uma centena de pessoas. (CHRISTOFIDIS, 1999)

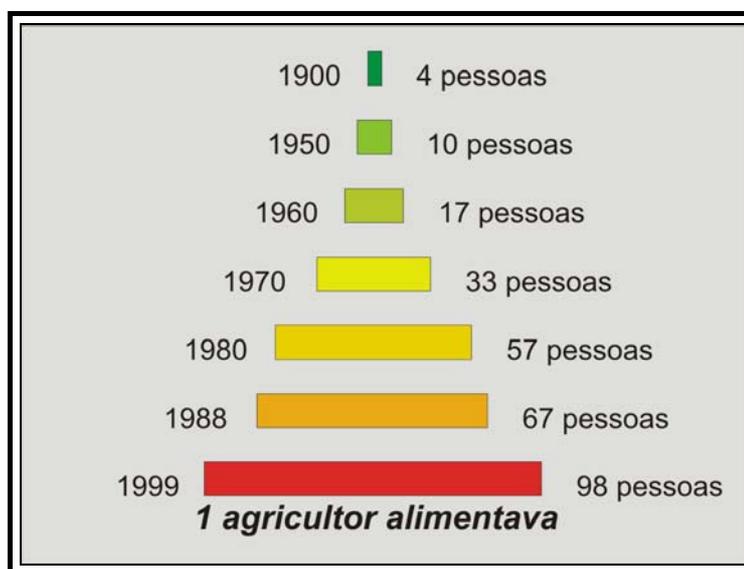


Figura 2.7 - Aumento de produtividade pelos diferentes fatores. (Baseado em dados de CHRISTOFIDIS, 2000)

A base essencial deste avanço, dentre outros fatores, foi a prática da irrigação, que hoje ocorre em cerca de 270 milhões de hectares no planeta (3,1 milhões de hectares no Brasil) e é responsável por 40% da produção total agrícola (CHRISTOFIDIS, 2001).

Entretanto, enquanto a população mundial duplicou, na última metade do século XX, o apetite alimentar quadruplicou. (CHRISTOFIDIS, 2001)

Atualmente, cerca de dois terços da área plantada (equivalente a 1 bilhão de hectares) destinam-se a produzir ração animal. Para obter 200 milhões de toneladas de carne por ano, o gado consome cerca de 40% de todos os grãos colhidos. (CHRISTOFIDIS, 2001)

2.8 Hidroeletricidade

Na área de energia, a geração hidrelétrica garante a produção de 91% da eletricidade consumida no Brasil, o equivalente a um valor aproximado de 10 bilhões de dólares/ano, se computado somente o aferido na etapa da geração de energia (SILVEIRA, 2004).

O potencial hidrelétrico brasileiro conhecido, referente a janeiro de 1998, é de aproximadamente 260 GW, dos quais encontram-se em operação cerca de 22%,

existindo portanto ainda um percentual de potencial hidrelétrico a ser aproveitado (ELETROBRÁS, 1998).

As dimensões geográficas, aliadas às condições hídricas do território brasileiro, favoreceram o largo emprego deste potencial para a produção de energia, levando a um maior investimento na implantação de hidrelétricas. O potencial hidrelétrico brasileiro pode ser observado segundo os dados apresentados na Tabela 2.3.

Tabela 2.3 - Potencial Hidrelétrico Brasileiro no ano de 1998 (Eletrobrás, 1998)

Estágio	Potência (MW)	N.º Registros
Inventário	66.601,62	733
Viabilidade	31.438,64	2338
Projeto Básico	98.040,26	3071
Construção	48.074,07	501
Operação	35.019,66	70
Desativado	10.601,27	73
Potencial Total Inventariado	12.050,10	25
Individualizado	56.481,97	403
Remanescente	8,82	12
Potencial Total Estimado	162.325,89	1084
Total Geral	260.114,08	4.121

A água utilizada em geração de energia elétrica na maioria das vezes necessita de ter suas vazões regularizadas. Isto faz com que os empreendimentos hidroenergéticos venham acompanhados de reservatórios.

A construção de reservatórios para regularização de vazão, por sua vez, esbarra na utilização da água para outros fins. Isto porque os cálculos utilizados para obtenção dos dados de vazão, poucas vezes levam em consideração outros usos consultivos de água, como, por exemplo, abastecimento humano e irrigação.

A justificativa usada por aqueles que calculam estes dados é de que a água utilizada para geração de energia, principalmente no caso de pequenas centrais hidroelétricas, são provenientes de trechos de rios com grandes quedas e nas calhas principais, fato estes que se analisados de forma macro, pressupõem um terreno não apto à agricultura e por sua vez não apto à ocupação humana.

2.9 Água para Abastecimento Humano

No Brasil, em média, 21% do volume da água derivada dos mananciais para usos consultivos são para consumo humano. Entretanto aponta Solati et. al. (1999), que a melhoria dos sistemas de distribuição de água em áreas urbanas, com a redução de perdas e vazamentos, juntamente com a redução dos desperdícios em residências, prédios públicos e estabelecimentos comerciais, pode significar a recuperação de uma quantidade considerável de água, capaz, em muitos casos, de adiar, por vários anos a necessidade de ampliação dos sistemas.

Neste contexto, para os centros e aglomerados urbanos considera-se, normalmente, consumo per capita de 100L/hab.dia a 270L/hab.dia enquanto que, para pequenas comunidades (com até 2000 habitantes) o consumo per capita varia de 100L/hab.dia a 150L/hab.dia. Excepcionalmente são considerados valores abaixo de 100L/hab.dia, para casos de abastecimento de comunidades por torneiras coletivas. A Tabela 2.4 apresenta a Variação do consumo per capita em função da população urbana atendida. (CORRÊA e GILSER, 2001).

Tabela 2.4 - Variação do consumo per capita em função da população urbana atendida

FAIXA POPULACIONAL NACIONAL	Coefficiente de Captação	Consumo médio per capita de água
	L/ hab . dia	L/ hab . dia
(0 - 10.000)	218	116
(10.001 - 100.000)	218	119
(100.001 – 500.000)	285	135
(>500.000)	295	149
Região Centro Oeste	210,6	133,6

A demanda rural refere-se ao consumo de água das comunidades rurais não incluindo atendimento relativo à criação de animais e à irrigação, ambos calculados separadamente. A demanda rural varia de 70 a 120 L/hab/dia, de acordo com o Estado.

Este tipo de demanda estará melhor descrito no item de usos da água a seguir.

3 DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

3.1 Histórico de Ocupação da Bacia

A ocupação da bacia do rio Preto tem origem o processo de colonização regional, que remonta ao século XVII. Neste período são encontrados dois vetores característicos dos movimentos de fronteira: a mineração de ouro e pedras preciosas e a expansão de grandes fazendas de criação de gado (IESA, 1993).

Em simultâneo à expansão mineradora e principalmente depois de seu declínio, a grande extensão de áreas de campos da região passou a ser ocupada e dividida em enormes fazendas de criação de gado. As rotas abertas pelas expedições mineradoras e a via natural de penetração do território, representada pelo rio São Francisco e seus afluentes, viabilizaram o avanço da atividade setorial. A exploração da pecuária constituiu-se em grandes fazendas situadas nos campos, muitas das quais deram origem aos povoados que posteriormente se transformaram nas cidades de Unaí - MG e Formosa - GO (MALDANER, 2003).

O desenvolvimento passa a ter uma nova dinâmica a partir dos anos sessenta, já do século XX, com a efetiva integração da região Centro-Oeste ao mercado nacional, onde a construção de Brasília é vista como marco decisivo e polarizador do desenvolvimento regional, destacando-se o Programa Especial de Desenvolvimento da Região Geo-econômica do Distrito Federal.

No final dos anos setenta, impulsionado pelo Programa de Desenvolvimento dos Cerrados – Polocentro, inicia-se o processo de expansão da fronteira produtiva da agropecuária e as extensas áreas de cerrado passam a sustentar a moderna agricultura brasileira (IESA, 1993).

Neste contexto, surge o PAD/DF – Programa de Assentamento Dirigido do Distrito Federal, concebido e implantado pelo Governo do Distrito Federal, por intermédio da Secretaria de Agricultura e Produção. Iniciado em 1977, visava incorporar ao

processo produtivo as inexploradas áreas rurais do Distrito Federal (MALDANER, 2003).

A partir dos anos 80 o processo de ocupação da bacia do rio Preto se deu de forma organizada, planejada, onde cada chácara foi dimensionada para atender o pequeno, médio e grande produtor. São propriedades de 2 a 20, 100 a 200 e 400 ha, onde se tem atualmente uma agricultura de alta tecnologia com produção de soja, milho, algodão, trigo e feijão, sendo expressivo o uso de irrigação por pivô central.

Ao longo dos anos oitenta, a agricultura irrigada que se expandiu de forma rápida, vem somar-se à exploração capitalista dos cerrados. Neste contexto, começa a tomar forma uma série de transformações econômicas, sociais e ambientais na região. As transformações englobam desde um redesenho da estrutura fundiária e as modificações nas relações sociais de produção, passando por profundas alterações no padrão de uso e ocupação do solo, com reflexos na dinâmica populacional e urbana (IESA, 1993).

A maioria das terras da bacia do rio Preto inseridas no DF se constituem em terras desapropriadas pela NOVACAP, incorporadas ao patrimônio da Companhia Imobiliária de Brasília - TERRACAP, encontrando-se sob a administração da Secretaria de Estado da Agricultura Pecuária e Abastecimento de Brasília - SEAPA. Outra parcela das terras foi desapropriada pelo Governo do Distrito Federal - GDF e encontra-se também sob administração da SEAPA.

As atividades produtivas da bacia do rio Preto envolvem participações relativamente próximas, trabalho familiar e assalariado. Embora seja mais intensivo nas pequenas propriedades rurais, o trabalho familiar tende a ser utilizado também nas médias e grandes propriedades rurais, assegurando a sua representatividade em uma situação caracterizada pela alta concentração fundiária. A dinâmica populacional e produtiva da região concentra-se na atividade agropecuária, não existindo grande concentração de populações. A utilização intensa de técnicas modernas de irrigação se reflete principalmente na grande participação do sector econômico do DF (IESA, 1993).

Atualmente a divulgação tecnológica vem sendo feita empresas, algumas multinacionais da produção de sementes e de tecnologias de irrigação, que atuam com o intuito de comercializar os seus produtos (CARNEIRO et. Al, 2006).

3.2 Organização Institucional dos produtores

Os produtores da bacia do rio Preto se organizam na forma de Núcleos Rurais e Colônias Agrícolas. Estes locais servem de apoio logístico e técnico para os habitantes locais assim com de sede para vários tipos de serviços estaduais como, por exemplo, os Correios e as sedes dos escritórios locais da EMATER – DF.

A divisão respeita, na sua maioria, alguma subdivisão hidrográfica da bacia do rio Preto sendo os núcleos rurais os seguintes (Figura 3.1):

- Núcleo Rural Rio Preto
- Núcleo Rural Jardim
- Núcleo Rural PAD-DF
- Núcleo Rural Tabatinga
- Núcleo Rural Taquara
- Núcleo Rural Pípiripau
- Colônia Agrícola Lamarão
- Colônia Agrícola Curral Queimado
- Colônia Agrícola Riacho das Pedras
- Colônia Agrícola. Buriti Vermelho
- Colônia Agrícola São Jose

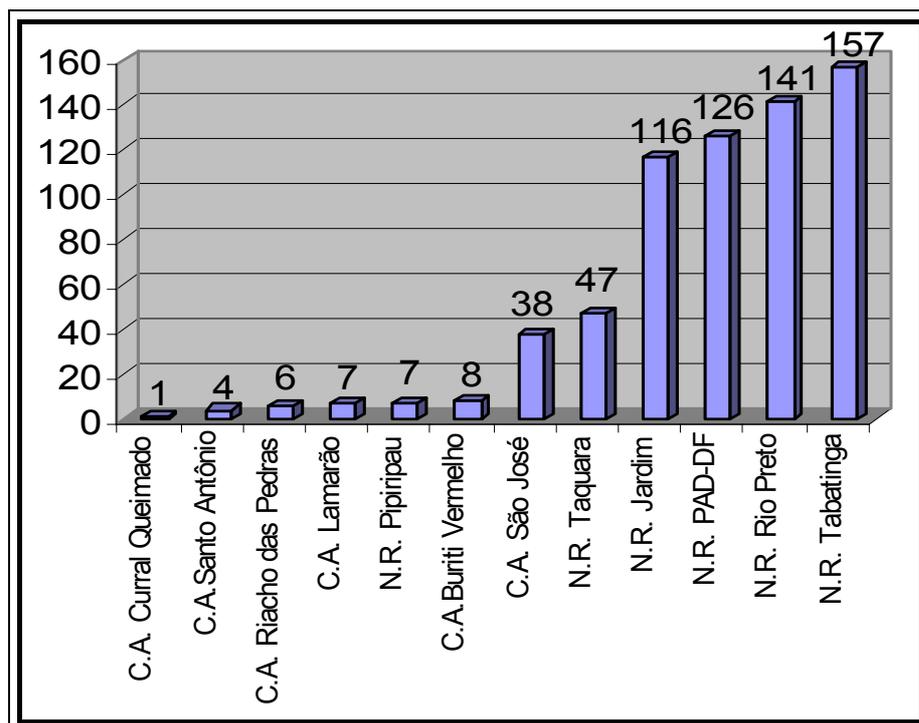


Figura 3.1 - Organização Institucional dos Produtores por ocorrência no cadastro.

3.3 Ação Governamental das Instituições

Programa de Desenvolvimento Rural do DF

Em 1991, o Governo do Distrito Federal sanciona a Lei no. 2.499/99 e cria o Programa de Desenvolvimento Rural do Distrito Federal – PRÓ – RURAL/DF - RIDE, programa esse que coloca os mecanismos do agronegócio ao alcance dos produtores rurais e empreendedores interessados em investir no DF e no seu Entorno.

A partir da vantagem competitiva representada pelo mercado do Distrito Federal, o PRORURAL / DF – RIDE oferece aos produtores rurais e agroindustriais da região uma série de incentivos que garantem condições de disputar o acesso a um dos mais ricos centros consumidores do País com a necessária competitividade.

Com isso, traz para a economia rural uma nova base de sustentação, estrategicamente planejada de forma a promover o desenvolvimento integrado e sustentável do Distrito Federal e municípios da RIDE. Os objetivos são o aumento da renda e a geração de empregos através da implantação, modernização, ampliação e reativação de estabelecimentos produtivos, sempre em equilíbrio com a

necessidade da preservação ambiental e da redução das diferenças econômicas e sociais.

A escolha dos setores prioritários, apoiados por programas específicos, teve como critérios básicos a viabilidade técnica e econômica e as oportunidades de mercado identificadas através de pesquisa.

Os Projetos incentivados pelo PRORURAL / DF – RIDE são:

Pecuária de Leite e de Corte

Ovinocultura

Fruticultura irrigada

Floricultura

Piscicultura

Agroindústria rural

Irrigação Localizada

Recuperação e manejo de bacias hidrográficas

Agricultura orgânica

Sanidade animal total

Turismo rural

Apicultura

Horticultura

Avicultura de postura, inclusive de codornas e ovo galados

Suinocultura

Bubalinocultura

O PRORURAL / DF – RIDE oferece uma série de incentivos que beneficiam os empresários rurais de forma progressiva, conforme o tamanho do empreendimento, sua importância ecológica, capacidade de geração de empregos e caráter

estratégico para a promoção do desenvolvimento econômico sustentável do Distrito Federal.

No âmbito do Distrito Federal a Bacia do rio Preto constitui-se como a mais importante região para a efetiva implementação do PRORURAL / DF – RIDE. Esta bacia, historicamente, tem sido reservada pelos diversos planos de ocupação territorial, como área destinada para utilização agropecuária. Por esta razão inclusive, não se verificam na bacia áreas urbanas ou unidades de conservação ambiental.

Nesse sentido, o Projeto de Aproveitamento Hidroagrícola da Bacia do rio Preto, em implementação pela Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento ao buscar o aumento da disponibilidade hídrica da região, a solução dos conflitos de uso existentes, a garantia de manutenção de uma vazão ecológica e a utilização da vazão excedente para fins de ampliação da irrigação, garantindo aos agricultores o acesso a este insumo básico, assume caráter fundamental no desenvolvimento do PRORURAL / DF – RIDE.

PDOT - Plano Diretor de Ordenamento Territorial

O Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal - PDOT, instituído por meio da Lei Complementar nº 17, de 28 de janeiro de 1997, estabeleceu a divisão do território do Distrito Federal nas seguintes zonas:

- Zona Urbana de Dinamização;
- Zona Urbana de Consolidação;
- Zona Urbana de Uso Controlado;
- Zona Rural de Dinamização;
- Zona Rural de Uso Diversificado;
- Zona Rural de Uso Controlado;

- Zona de Conservação Ambiental.

A Zona Rural de Dinamização tem a seguinte conceituação: “Esta zona caracteriza-se pela atividade agrícola consolidada. Nela serão incentivados os usos intensivos e a verticalização da produção. Compreende todo o vale do rio Preto.”

Ou seja, pelo PDOT, a única Zona Rural de Dinamização no Distrito Federal é constituída pela Bacia do rio Preto, confirmando a sua destinação para fins agropecuários.

EMATER - Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Distrito Federal

A Emater tem grande representatividade na região, pois coube a ela o trabalho de extensão dos conhecimentos obtidos pela Embrapa na época do início da produção agrícola na bacia, através da organização dos “Dias de Campo”, onde se esporam pacotes tecnológicos que permitiam o melhor aproveitamento dos recursos proporcionados pelos solos do Cerrado. Ainda hoje, a Emater mantém escritórios locais na bacia sendo de grande importância para os médios e pequenos produtores da bacia (Carneiro et. Al, 2006).

Em sua página eletrônica a Emater informa que o número de empregados por escritório da Emater é definido em função do número de produtores de sua área de atuação variando de 04 a 09 pessoas.

A composição padrão é a seguinte: 01 Engenheiro Agrônomo; 01 Médico Veterinário; 01 Técnico Agrícola; 01 Economista Doméstica de Nível Médio ou Superior; 01 Assistente Administrativo.

Um dos técnicos exerce a função de Gerente. É o Chefe da Unidade e responsável pela execução do “Plano de Ação Local” elaborado, de um lado, a partir das necessidades dos produtores, trabalhadores rurais, suas famílias e organizações, da área de atuação do escritório e de outro lado tendo por base as políticas e diretrizes governamentais consignadas ou não em programas e projetos

A localização baseia-se na distribuição geográfica das propriedades rurais, procurando estar o mais próximo possível das mesmas. A distância dos escritórios da EMATER às propriedades varia de 0 a 40 km com uma média inferior a 15 km. Com isto o custo do atendimento por produtor é reduzido e ampliado o tempo disponível para o referido atendimento (Figura 3.2).



Figura 3.2 - Distribuição dos escritórios da Emater – DF no Distrito Federal (EMATER, 2006).

ADASA – Agência Distrital de Água e Saneamento

A ADASA, responsável pelas outorgas de uso de água na bacia no âmbito do Distrito Federal, reúne esforços desde 2005 para cadastrar e outorgar todos os usuários de água na bacia do rio Preto a partir de convênios com fundações e outros órgãos do governo.

O cadastramento não se concretizou porque a agência ainda é muito recente e não possui um quadro de pessoal amplo para se fazer a articulação e a mobilização.

Este fato foi decisivo para a execução das campanhas efetuadas durante o ano de 2005.

Na tentativa de se suprir esta falta de pessoal foi firmado, no mesmo ano, um convênio entre a Agência Nacional de Águas, Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do DF e a Fundação Universa.

Estas campanhas foram divididas em duas onde na primeira se cadastraram ou atualizaram os cadastros dos produtores da bacia do rio Jardim que já haviam sido cadastrados no âmbito do EIA da construção da UHE Queimado. Na segunda, desta vez uma campanha mais ampla, tentou-se fazer um cadastramento do restante dos usuários de água da bacia.

Os trabalhos da primeira etapa do cadastramento de usuários não foram concluídos com êxito, pois o prazo de emissão das outorgas colocado para os usuários de água participantes não foi cumprido fazendo com que a segunda etapa não atingisse a meta de se cadastrar todos os usuários da bacia do rio Preto.

ANA – Agência Nacional de Águas

Segundo Carneiro (2003) a Agência Nacional de Águas entende que antes da implementação de qualquer plano de bacia é imprescindível que primeiramente sejam respondidas algumas questões, como: *qual o rio que temos, qual o rio que queremos e que rio que podemos ter efetivamente?* - tendo em conta que no momento o país não dispõe de poupança para efetivamente enquadrar os corpos d'água na forma ideal.

Nas palavras de Rodrigo Flecha – Superintendente de Articulação Institucional da Agência Nacional de Águas - ANA, se tem:

“para o rio Preto fica em aberto a questão relativa à escala da atuação de um Comitê, de forma a se decidir sobre sua factibilidade, ou seja: a diversidade de uso da água justificaria a adoção de um Comitê específico

da bacia? É possível a aplicação de um outro mecanismo, como no caso a Associação de Usuários, interagindo com o Comitê da Bacia do São Francisco, onde este se insere?” (Carneiro, 2003).

Assim a ANA tem mostrado o interesse nas questões hídricas da bacia, participando de maneira a querer de forma racional propor uma forma de gerir os recursos hídricos da região.

4 DESCRIÇÃO DA ÁREA DO MODELO

4.1 O rio Preto

Segundo IESA (1993) o rio Preto insere-se na Bacia do Ato São Francisco. Sua nascente localiza-se próximo à cidade de Formosa (GO) e nas chapadas do Distrito Federal, com altitudes variando de 850 a mais de 1000 m, com relevo aplainado. Nesta região também estão localizados os divisores de água das bacias do São Francisco, Paraná e Tocantins.

A partir das suas nascentes o rio Preto constitui-se na divisa do DF com estado do Goiás, recebendo pela sua margem esquerda o seu principal afluente, o rio Bezerra, no ponto de fronteira tríplice entre DF e os estados de Goiás e Minas Gerais. Desse ponto em diante passa a estabelecer a fronteira entre os estados de Goiás e Minas Gerais, até o alto da cachoeira de Queimado, onde penetra definitivamente no estado de Minas Gerais. Percorre desde sua foz, onde deságua o rio Paracatu, 460 km, totalizando 10.605 km² de área de drenagem. (IESA, 1993).

A maioria dos cursos d'água da bacia do Alto Rio Preto tem nascentes em veredas, que se interligam com depressões circulares ou nelas se originam. Formam-se assim lagoas intermitentes ou perenes, como a Lagoa Feia, encontrada a montante da confluência do rio Preto com o rio Bezerra (IESA, 1993).

Das cabeceiras até o km 350, o rio Preto percorre a região de Planalto, caracterizado por extensas áreas planas com grandes interflúvios e latossolos profundos.

Do km 350 até o km 300, o Rio Preto percorre um terreno ondulado, encaixado em um vale estreito, cercado por vegetação de cerrado, escoando com declividade média, com rochas em seu leito, que formam corredeiras e cachoeiras. (IESA, 1993)

Do km 300 até o km 165 o curso do rio encontra um terreno mais plano, propício à cultura agrícola. Percorre este trecho com declividade média, sinuosidade e ocorrências de meandros abandonados. Ainda é comum a presença de rochas em seu leito, com ocorrência de cachoeiras. No km 232 o rio atravessa a cidade de Unai. (IESA, 1993)

Daí até a foz o rio apresenta baixa declividade, igualmente sinuoso, com meandros abandonados e áreas de cultura, projetos agrícolas e de irrigação (Figura 4.1).

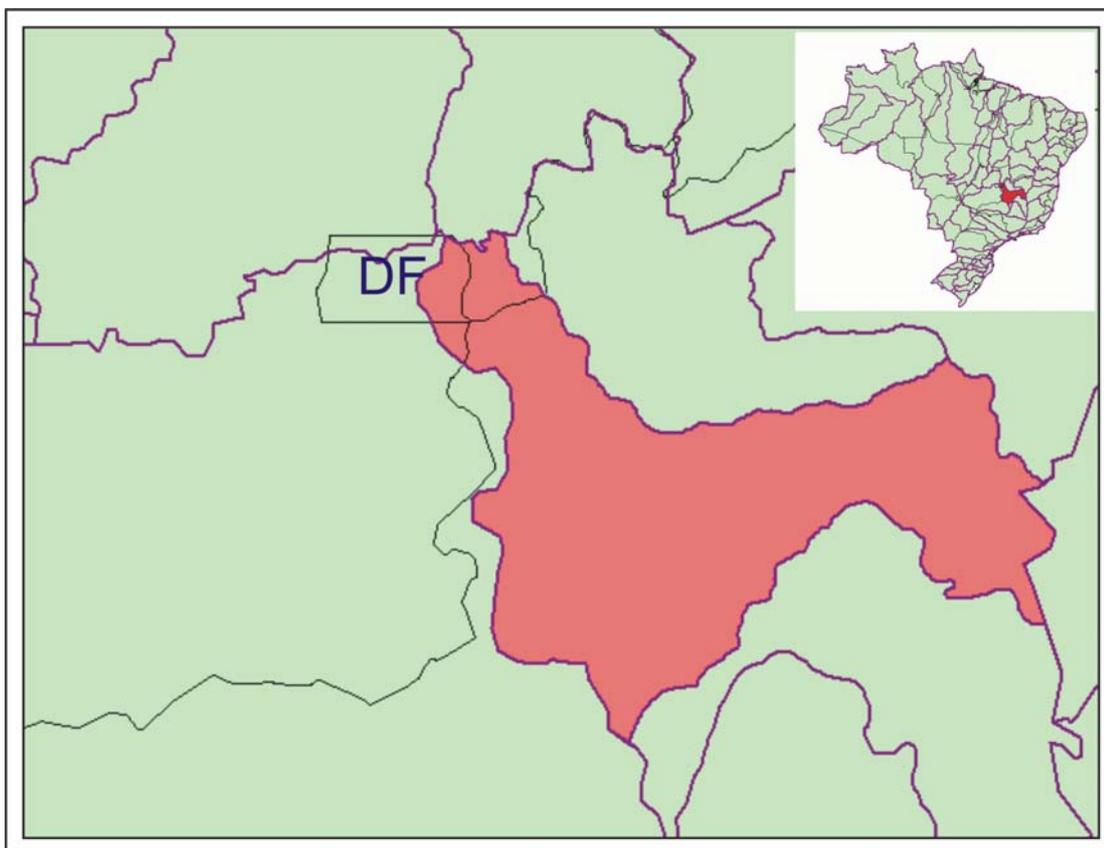


Figura 4.1 - Localização da bacia hidrográfica do rio Preto (Adaptado de ANA (c), 2005)

No Distrito Federal a bacia compreende uma área de 185.000 hectares, representando 22,5% do seu território. Fica localizada na porção oriental do DF, limitando-se a oeste e sudeste com as bacias do rio São Bartolomeu e do rio São Marcos, que drenam para o rio Paranaíba. Os principais cursos d'água afluentes do rio Preto no Distrito Federal são os ribeirões Santa Rita e Jacaré, localizados na porção norte da bacia; o ribeirão Extrema e o rio Jardim, localizados na porção central; e o córrego São Bernardo, ao sul. Estes tributários seguem em sentido sub-paralelo, drenando a região no sentido geral noroeste-sudeste (Carta 01).

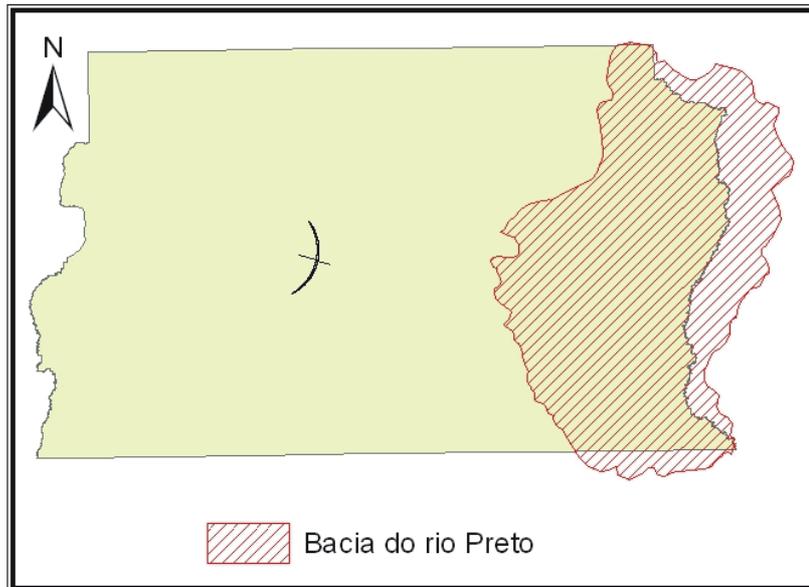


Figura 4.2 - Área de estudo no Distrito Federal e entorno.

Nos limites territoriais da bacia inseridos no Distrito Federal não existem núcleos urbanos, nem captações de água para abastecimento urbano ou lançamentos de esgotos, sendo a única bacia do DF que continua mantendo suas características totalmente rurais, não apresentando invasões e condomínios como em muitos outros pontos deste território.

A Figura 4.2 ilustra a inserção da área de estudo no Distrito Federal.

As terras da bacia são intensamente utilizadas na exploração agropecuária, com cerca de 70.000 hectares destinados à produção agrícola (Carneiro, 2003). Desta área cultivada, cerca de 10% são irrigados, embora se observe que o potencial de terras irrigáveis seja superior. O uso da água na área, em geral, se destina às atividades agropecuárias, destacando-se a irrigação, que representa mais de 90% do total utilizado, sendo os 10 % restantes representados pela Piscicultura, Suinocultura, e a Bovinocultura (MALDANER, 2003).

A Carta 01, na página seguinte, apresenta a distribuição espacial das sub-bacias do rio Preto e a disposição das mesmas em relação ao território do Distrito Federal.

Carta 1 - Carta Hidrográfica

5 METODOLOGIA

O procedimento metodológico inicia-se com os fundamentos da pesquisa direta, sobre fontes bibliográficas públicas a respeito do assunto abordado, a fim de se validar conceitualmente o modelo e coletar dados a serem utilizados em sua formação.

Foram feitas análises e interpretações de informações disponíveis na base de dados georreferenciada do Projeto Rio Preto: Modelo Geográfico para gestão de Recursos Hídricos, em curso no Programa de Pós Graduação em Planejamento e Gestão Ambiental da Universidade Católica de Brasília, do acervo de pesquisas, teses, monografias e dissertações da mesma Universidade e de dados levantados por outras instituições das mais diversas esferas de caráter público ou privado.

O modelo foi elaborado de acordo com uma abordagem sistêmica tratando, das relações de um espaço geográfico com o meio ambiente permitida pela escala do estudo.

Para a presente dissertação e entendimento metodológico, sistema é definido como um nóculo, uma periferia e a energia mediante a qual as características pioneiras elaboradas e localizadas no centro conseguem projetar-se na periferia, que será então modificada por elas (SANTOS, 2002D).

Baseado na lei 9.433/97, a bacia hidrográfica é a unidade territorial para o desenvolvimento do modelo. Para elaboração do mesmo foi necessária a pesquisa e a confecção de cartas-base com a utilização de geoprocessamento como ferramenta, a fim de se gerar matrizes para estruturação do modelo. Estas matrizes permitiram a visualização e interpretação da dinâmica territorial do processo de ocupação agrícola da bacia.

As Cartas-base são, a princípio, as bases delimitadoras do meio físico do modelo e as demais cartas são cartas temáticas, chamadas de Cartas-derivadas, sendo:

- Carta de classificação dos solos;
- Carta de compartimentação geológica;
- Carta de clima e estações;
- Carta hipsométrica;
- Carta de Cobertura Vegetal / Uso e ocupação do solo.
- Carta hidrográfica;
- Carta de unidades geomorfológicas;

As Cartas-derivadas são obtidas a partir da composição de informações dos meios físicos, bióticos, sócio-econômicos e institucionais ou de outros dados ainda não tratados de forma cartográfica para bacia (Figura 5.1). Estão apresentadas da seguinte forma:

- Carta de disponibilidade hídrica;
- Carta de drenabilidade;
- Carta institucional;
- Carta de consumo de água para irrigação; e
- Carta de recarga / não recarga de aquíferos;

A partir de confecção destas cartas foi possível elaborar matrizes para elaboração de uma única carta base para interpretação do modelo. Esta carta proporciona a visualização da distribuição espacial dos aspectos físicos, relacionando o fluxo de oferta e demanda de água na bacia.

Com o cruzamento das Cartas-base do modelo com os dados institucionais Distritais, com os condicionantes climáticos e processos históricos de ocupação da bacia foi possível chegar a um modelo para gestão dos recursos hídricos da bacia do rio Preto no Distrito Federal.

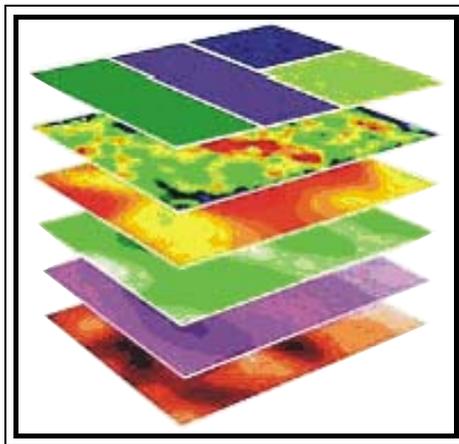


Figura 5.1 - Interação entre cartas.

Foram utilizados para a sobreposição de temas, procedimentos computacionais que permitem o cruzamento de dados espaciais com geometrias (formas, dimensões e topologias dos polígonos definidos pelos desenhos), que possibilitaram a análise e formação de conceitos que caracterizam a área estudada.

Estas sobreposições foram realizadas a partir de técnicas de geoprocessamento, com o auxílio do programa ArcGis-9.1 para o trabalho com arquivos de formato *shape* e *feature* como o SRTM por exemplo, e do ENVI 4.2 para o processamento de imagens CBERS 2004, disponíveis no Laboratório de Geoprocessamento do Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Gestão Ambiental da UCB e seguindo a orientação do fluxograma ilustrado na **Figura 5.2**.

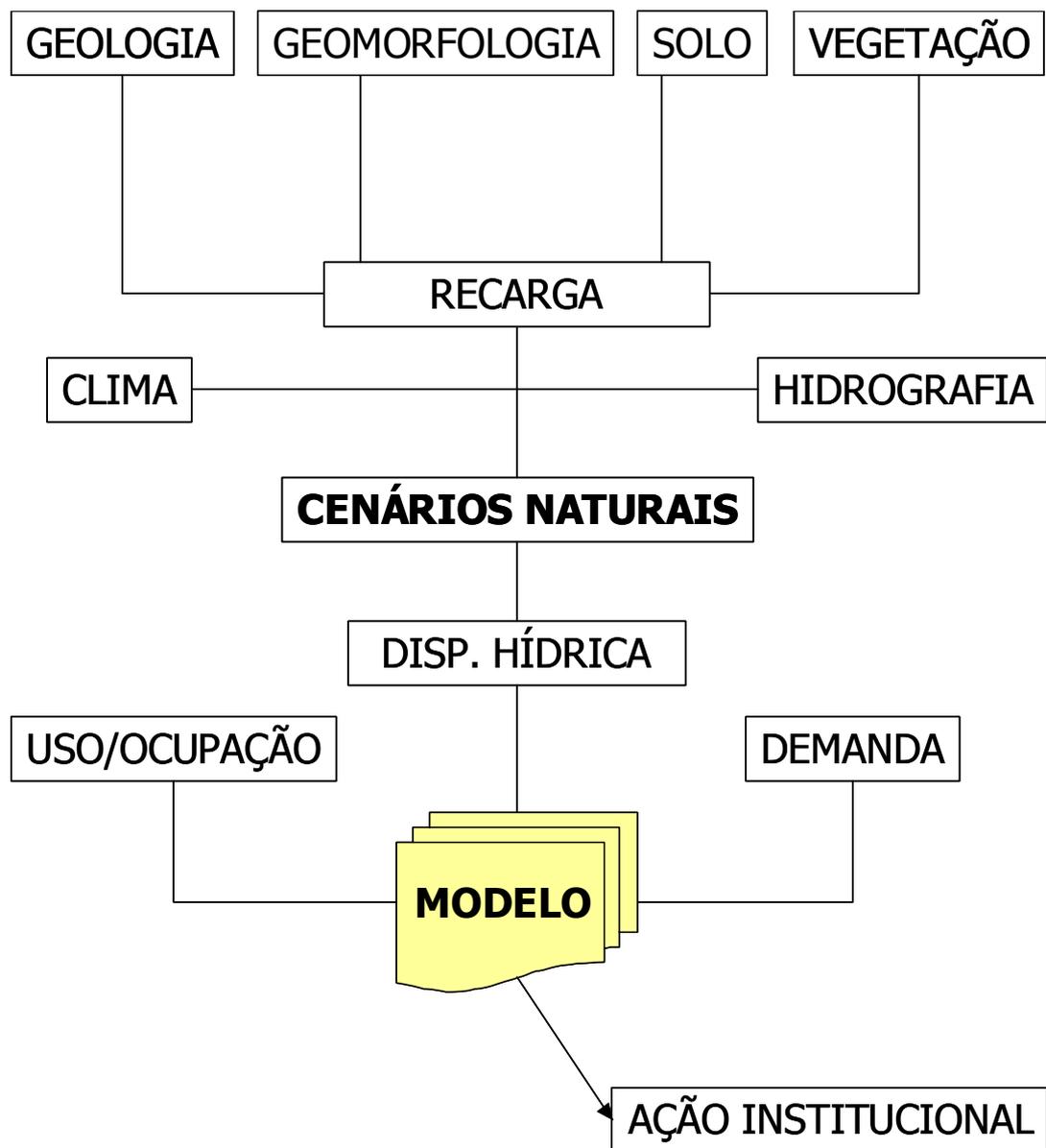


Figura 5.2 – Fluxograma metodológico do modelo

5.1 Sistemas de Apoio Cartográfico

Em 10 de dezembro de 1974, o Governo do Distrito Federal firmou um convênio com a CODEPLAN, visando a realização de estudos preliminares para a elaboração da Planta Cadastral do DF. No dia 18 de julho de 1975 iniciou-se a primeira fase do Cadastro Técnico, na qual constava a elaboração do Sistema Cartográfico do Distrito Federal - SICAD, com uma metodologia específica para alcançar o objetivo da gestão do território do DF.

Para uma área de 5.814 km² como é o caso do Distrito Federal, é difícil planejar e ordenar o espaço em escalas que não privilegiam o detalhamento. Para tal surgiu o Sistema SICAD que propicia a representação de todo o território na escala 1:10.000 e 1:2.000 e 1:1.000 para algumas situações de maior detalhe cartográfico no qual o grau de detalhamento e riqueza de informações são extremamente importantes.

O SICAD baseia-se no Sistema de Projeção UTM (Universal Transversa de Mercator) sendo composto por:

- 224 folhas, na escala de 1:10.000.
- 430 folhas, na escala de 1:2.000,; e
- 974 folhas, na escala de 1:1.000.

Apresenta-se referenciado de acordo com índice de nomenclatura do Sistema Cartográfico Brasileiro, referido à Carta Internacional ao Milionésimo (CIM). O Sistema Cartográfico do DF inclui a escala 1:5.000 que, embora não prevista de imediato, é a mais indicada a ser utilizada em cadastros.

O SICAD tem todo o seu sistema referenciado ao Meridiano Central de 45°, ou seja, o fuso 23° estendido até o limite oeste do Distrito Federal

Grande parte da cartografia utilizada para esta dissertação possui como apoio básico o SICAD. Outras fontes também foram utilizadas como os dados levantados pela EMBRAPA no estudo Brasil em Relevo¹, e os gerados pelo Sistema Estadual de Estatística e de Informações Geográficas de Goiás² que integra a Administração Pública Estadual com dados estatísticos e de geoprocessamento do Estado de Goiás.

¹ Disponível em: <http://www.relevobr.cnpem.embrapa.br>

² Disponível em: <http://www.sieg.go.gov.br/>

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 Cartas-base

6.1.1 Carta de Compartimentação Geológica

De acordo com as informações de Sematec (1999), a geologia, incluindo os aspectos litológicos, estratigráficos, estruturais e sua evolução histórica, representa a base do conhecimento para a caracterização do meio físico de determinada região. Em função do substrato geológico estão condicionadas as formas de relevo, a evolução geomorfológica, o tipo, características e composição química dos solos e manto de intemperismo, a natureza e intensidade dos processos erosivos, a distribuição das ocorrências minerais, a distribuição das águas subterrâneas e o controle da disponibilidade das águas superficiais, entre outros fatores.

Como a bacia do rio Preto fica localizada na Faixa de Dobramentos e Cavalgamentos Brasília, na sua transição entre as porções externa e interna daquele sistema geológico, é muito importante o entendimento da distribuição das várias unidades regionais, para a caracterização dos conjuntos litológicos que compõem sua geologia local. As unidades regionais são influenciadas por importantes sistemas de falhas (empurrões e cavalgamentos) que interfere no estabelecimento da tectonoestratigrafia e, conseqüentemente, na estratigrafia da bacia do rio Preto.

As informações contidas na Carta 2, Carta de Compartimentação Geológica, foram organizadas seguindo a sua seqüência estratigráficas, ou seja, de acordo com a sua idade geológica, sendo descritas em ordem crescente.

6.1.1.1 Depósitos Aluvionares

A superfície mais baixa ocorre entre 5 a 10 m acima das linhas de várzeas. Caracteriza-se por depósitos aluviais de seixos de quartzo e quartzitos. Trata-se do último episódio aluvial, às vezes recoberto por depósitos coluviais.

A superfície de cimeira desdobrada seria gerada por clima semelhante ao presente, e as superfícies mais recentes seriam remodelamentos das superfícies mais elevadas, por processos relacionados com clima semi-árido em alternâncias com climas mais úmidos.

6.1.1.2 Coberturas Detríticas (TQdl)

Ocorre a aproximadamente a partir da cota 900 m, formada por fragmentos grosseiros não agregados ou parcialmente cimentados por sílica, calcita ou oxihidróxidos de Fe. Os fragmentos são compostos basicamente por grãos de quartzo e quartzito, sendo praticamente ausente fragmentos de couraças.

Um pavimento detrítico ocorre na superfície de pediplanação mais baixa (Pd1 e P1), caracterizados por níveis de fragmentos isentos de couraças, cobertos ou não por colúvios. É proposta uma idade Plio-Pleistocênica (SEMATEC, 1999).

6.1.1.2.1 Lateritas

A ocorrência de crostas lateríticas é restrita às bordas da primeira superfície na forma de uma faixa de uns poucos metros até mais de 100 m de largura, especialmente quando a quebra de declive para a segunda ou outra superfície é brusca. Consiste em uma camada de menos de 1 m até uns poucos metros de espessura, formada por nódulos concrecionários soltos, normalmente sustentada por uma camada de couraça vesicular e/ou nodular, de espessura desconhecida mas, provavelmente, variando de poucos centímetros à menos de um metro de espessura.

Esta forma de ocorrência sugeriu um modelo de encouraçamento associado a um fenômeno de "franja" que se processou com o abaixamento do nível hidrostático durante o tempo geológico, gerando as crostas através da imobilização do Fe provenientes da movimentos laterais da água (SEMATEC, 1999).

6.1.1.3 Grupo Paranoá

No DF o conjunto de estruturas sedimentares e a continuidade lateral das litofácies permitem posicionar a sedimentação que dá origem a esta seqüência em ambientes marinhos com lâmina d'água variável, caracterizando ciclos transgressivos/regressivos.

6.1.1.3.1 *Metarritmitos argilosos*

Em função da ampla predominância de pelitos e da geometria dos corpos arenosos, além das estruturas sedimentares associadas, a unidade foi interpretada como depositada em uma planície de maré sob condições de intermaré. Ocasionalmente ocorriam retrabalhamentos por tempestades como atestados pelas pequenas “hummockys” presentes em leitos arenosos. Truncamentos por ondas são evidenciados pelas “climbing ripples” e pelas marcas onduladas (SEMATEC, 1999).

Sendo composta por alternâncias de metassiltitos e metargilitos e quartzitos finos em camadas predominantemente centimétricas, com certo domínio da fração silte-argila, a espessura máxima dessa unidade é de 100 m.

A presença de lentes arenosas em meio a um conjunto pelítico, observadas em certos intervalos, indica condições de águas mais profundas (intermaré).

6.1.1.3.2 . *Metarritmitos arenosos*

Representam depósitos litorâneos em condições inframaré onde os bancos arenosos apenas eram ocasionalmente retrabalhados pela base das maiores ondas. A maior parte das areias desta unidade foi depositada pela ação de tempestades atuando nas porções mais rasas da plataforma com transporte (SEMATEC, 1999).

Caracteriza-se pela alternância de camadas arenosas e pelíticas, onde predominam as primeiras e que empresta à rocha um caráter rítmico. Este salienta intenso dobramento N70E a EW, em chevron. Consta de alternâncias de bancos de quartzitos finos a médios que atingem até 8 m na base da unidade, sendo as demais

intercalações predominantemente centimétricas e raramente até 2 m, com metassiltitos e metargilitos de cores variadas. A espessura máxima dessa unidade é de 150 m.

6.1.1.3.3 *Ardósias*

É a unidade depositada em águas mais profundas e de menor energia em toda a Bacia do Paranoá, permanentemente abaixo da atuação de bases de ondas. O processo deposicional foi dominado por agradação vertical de argilas, que resultava em folhelhos escuros, provavelmente muito laminados.

A fácies Ardósia é constituída de ardósias roxas e vermelhas, com bandas brancas, cuja estrutura mais conspícua é a clivagem ardosiana. Na parte superior ocorrem ocasionais intercalações de metassiltitos e quartzitos finos com espessuras máximas de 20 cm, com estrutura “hummocky”, apresentando, uma espessura máxima de 60 m.

Os raros corpos arenosos maciços, observados em afloramentos e testemunhados por poços, são interpretados como o registro de fluxos discretos de correntes de turbidez diluídas (pequena densidade), geradas por tempestades atuantes em regiões mais rasas da plataforma.

6.1.1.3.4 *Metassiltitos*

O grande volume de pelitos sugere tratar-se de sedimentação em águas calmas, sob lâmina d'água com profundidade equivalente a da plataforma externa (condições de inframaré), abaixo da atuação de ondas de tempo bom. O aspecto maciço da maior parte dos metassiltitos permite inferir que o processo deposicional dominante foi a decantação por gravidade de fluxos de baixa densidade (migração de plumas de lama a partir da plataforma interna).

Esta subunidade foi considerada como resultante da deposição por rápidas regressões que, pela diminuição da profundidade da lâmina d'água proporcionaram o retrabalhamento e deposição de areias intercaladas a lamas.

Os calcários, ocasionalmente observados, devem corresponder a picos regressivos, que possibilitaram a deposição de lamas micríticas nas porções mais rasas da plataforma. Apesar do grande recuo da linha de costa, não foram observadas situações de exposição subaérea (FARIA, 1997).

6.1.1.3.5 Quartzitos médios

As feições sedimentares (geometria tabular e estratificações cruzadas), granulometria dos arenitos originais e a análise microscópica possibilitam posicionar sua sedimentação em condições de plataforma interna com deposição dominada por correntes trativas, sob condições litorâneas rasas de intermaré. Possivelmente atuavam correntes canalizadas vinculadas a atividade de marés, responsáveis pela migração de formas de leito que formavam os estratos cruzados acanalados e tangenciais, e retrabalhamentos por base de ondas, formando os canais de corte e preenchimento. As estratificações tipo espinha de peixe indicam a atuação de retrabalhamentos por marés (FARIA, 1997).

Localmente possui leitos de granulometria grossa e microconglomerática, constituídos essencialmente de quartzo e sericita. Na base são comuns as intercalações centimétricas silto-arenosas. Raramente ocorrem intercalações lenticulares de metarritmito. A unidade apresenta-se com espessura máxima de 25m.

Faria (1995), a partir da análise estatística de paleocorrentes medidas de estratificações cruzadas, interpretou que as áreas fontes estariam posicionadas a norte/nordeste do DF com fluxo de massa predominantemente por marés ou em função de irregularidades da linha de costa.

Os raros pacotes de metarritmitos são interpretados como rápidos afogamentos das porções rasas da plataforma interna (rápidas transgressões marinhas) com considerável aumento de profundidade da lâmina d'água.

Carta 2 - Carta Geológica

6.1.2 Carta de compartimentos geomorfológicos

Esta carta foi baseada na compartimentação proposta por Carneiro, 1999. Foi devidamente atualizada com dados novos de altimetria provenientes da Embrapa Monitoramento por Satélite publicados por Miranda (2005).

Para a classificação geomorfológica pode-se entender por pediplanos como os representantes de superfícies residuais de aplainamentos e os etchplanos como as regiões de chapadas.

Esta carta possui quatro áreas descritas a seguir e encontram-se espacializadas na Carta 03:

6.1.2.1 Etchplanos Paleogênicos (Chapada do Pípiripau)

Ocupa uma extensa área, com cotas que variam de 1100 a 1200 m. Predominam chapadas, chapadões e interflúvios tabulares cobertos por materiais predominantemente constituídos de latossolos. A geração do Etchplanos Paleogênico é considerada propícia para o surgimento de frentes de erosão e de franjas de lateritas.

6.1.2.2 Etchplanos Neogênicos (Divisor São Bartolomeu/Rio Preto)

As elevações que compõem esse compartimento constituem divisores dos rios São Bartolomeu e Preto. São elevações bastante arrasadas, com declives pouco acentuados. Nesta área, os quartzitos sustentam o relevo. O processo de lateritização levou à formação de cobertura detrito-laterítica na primeira e segunda superfícies, sobretudo nas bordas do planalto.

6.1.2.3 Pediplano Pleistoceno (Depressões Interplanálticas)

As Depressões Interplanálticas abrangem áreas menores e mais baixas que os outros compartimentos do Distrito Federal, com altitudes entre 800 a 950 m. Nas áreas das bacias dos rios São Bartolomeu, Preto e Descoberto aparecem relevos de

colinas e interflúvios tabulares, predominando declives acentuados. A proposta de geração desses compartimentos relaciona-se a alternâncias de clima úmido e seco, gerando erosões sucessivas, provavelmente associadas a soerguimentos tectônicos. São áreas de cabeceiras marcadas por rupturas abruptas do relevo na sua face de contato com os Etchplanos.

6.1.2.4 Planícies Aluviais e Alveolares

As planícies aluviais correspondem às áreas mais baixas e de formação mais recentes, relacionados ao Holoceno. O relevo apresenta formas planas elaboradas sobre sedimentos fluviais. As planícies alveolares diferenciam-se das aluviais em relação à forma. As alveolares apresentam-se alargadas, penetrando na rede de drenagem, a montante do curso d'água, a as aluviais são justapostas ao fluxo fluvial.

Carta 3 - Carta de Unidades Geomorfológicas

6.1.3 Carta Pedológica

Tendo como limite superior a atmosfera e o inferior uma frente de rocha em alteração, o solo pode ser classificado como uma coleção de corpos naturais constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, formados por materiais orgânicos, que ocupam a maior parte de manto superficial das extensões continentais do planeta Terra (EMBRAPA, 1999).

Quando examinados a partir da superfície, consistem de seções aproximadamente paralelas – denominadas horizontes ou camadas – que distinguem do material de origem, inicial, como resultado de adições, perdas, translocações e transformações de energia e matéria e tem a habilidade de suportar o desenvolvimento do sistema radicular de espécies vegetais, em um ambiente natural (EMBRAPA, 1999).

De acordo ainda com EMBRAPA (1999), o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos é uma propriedade nacional compartilhada com várias instituições de ensino e pesquisa do Brasil. Busca desde as primeiras tentativas de organização, a partir da década de 70, conhecidas como aproximações sucessivas, buscar definir um sistema hierárquico, multicategórico e aberto para os solos brasileiros, que permita a inclusão de novas classes de solos e que permita a classificação de todos os solos no território nacional.

Os solos classificados nesta carta seguiram a estrutura do 1º nível categórico de classificação que analisa 14 classes. Nesse caso específico foram levantadas e analisadas cinco classes: Argissolos, Cambissolos, Latossolos, Neossolos e Vertissolos.

A simbologia e a padronização das cores foram utilizadas seguindo a mesma fonte bibliográfica do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos que atualiza a classificação de solos em uso na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Solos e no país.

Esta carta apresenta-se após a descrição dos critérios de estabelecimento das classes de solos e das próprias classes de solos em si na Carta 04.

6.1.3.1 Bases e Critérios

De acordo com Cline (1963) pode-se entender por bases a ordem de considerações que governam a formação das classes de solos, e critérios os elementos pelos quais as classes de solos são diferenciadas na aplicação do sistema de atributos e as características diferenciais de cada classe de solos.

A seguir se apresentarão as classes e critérios abordados pelo Mapa de Solos desta dissertação.

Argissolos

Base: evolução avançada com atuação incompleta de processo de fertilização, em conexão com pedogênese de mobilização de argila na parte mais superficial, com acumulação em horizonte subsuperficial.

Critério: desenvolvimento de horizonte diagnóstico B textural, em vinculação com atributos evidenciadores de baixa atividade de argilas.

Cambissolos

Base: pedogênese pouco avançada evidenciada pelo desenvolvimento da estrutura do solo e ausência ou quase ausência da estrutura da rocha.

Critério: Desenvolvimento de horizonte B incipiente em seqüência do horizonte superficial de qualquer natureza.

Latossolos

Base: evolução muito avançada com atuação expressiva de processo de latolização (ferretização ou laterização), segundo intemperização intensa dos

constituintes minerais primários, e mesmo secundários menos resistentes, e concentração relativa de argilominerais resistentes e/ou óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio, com inexpressiva mobilização ou migração de argila, ferrólise, gleização ou plintitização.

Critério: desenvolvimento de horizonte diagnóstico B latossólico, em seqüência a qualquer tipo de A e quase nulo, ou pouco acentuado, o aumento do teor de argila de A para B.

Neossolos

Base: solos em via de formação, seja pela reduzida atuação dos processos pedogenéticos ou por características inerentes do material originário.

Crítérios: insuficiência de manifestação dos atributos diagnósticos que caracterizem os diversos processos de formação. Predomínio de características herdadas pelo material de origem.

Vertissolos

Base: desenvolvimento restrito pela grande capacidade de movimentação do material constitutivo do solo, em consequência dos fenômenos de expansão e contração causados pela atividade das argilas.

Critério: expressão e profundidade de ocorrência dos atributos resultantes dos fenômenos de expansão e contração do material argiloso inorgânico constitutivo do solo.

6.1.3.2 Conceito e Definição das Classes

Argissolos

Compreende solos constituídos por material mineral, que tem como características diferenciais argila de atividade baixa e horizonte B textural,

imediatamente abaixo de qualquer horizonte superficial, exceto o hístico, sem apresentar, contudo, os requisitos estabelecidos para serem enquadrados nas classes Alissolos, Planossolos, Plintossolos ou Gleissolos.

São de forte a moderadamente ácidos, profundidade variável, desde forte a imperfeitamente drenados, de cores avermelhadas ou amareladas, e mais raramente, brunadas ou acinzentadas. A textura varia de arenosas a muito argilosa no horizonte B, sempre havendo aumento de argila da superfície para o horizonte B.

Cambissolos

Compreendem solos constituídos por materiais minerais com horizonte B incipiente, subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial, desde que em qualquer dos casos não satisfaçam os requisitos para serem classificados como Vertissolos, Chernossolos, Plintossolos ou Gleissolos.

São definidos por terem material mineral que apresentam horizonte A hístico, com espessura menor que 40cm seguido de horizonte B, incipiente, e satisfazendo os seguintes requisitos:

- B incipiente não coincidente com horizonte glei dentro de 50cm da superfície do solo;
- B incipiente não coincidente com horizonte plíntico;
- B incipiente não coincidente com horizonte vértico dentro da 100cm de profundidade; e
- Não apresente conjugação de horizonte A chernozêmico e horizonte B incipiente com alta saturação por bases e argila de atividade alta.

Latossolos

Compreende solos constituídos por material mineral, com horizonte B latossólico imediatamente abaixo de qualquer um dos tipos de horizonte diagnóstico superficial, exceto hístico.

São solos maduros, em avançado estado de intemperização, como resultado de transformações no material constitutivo. Os solos já não possuem minerais primários ou secundários, não resistentes ao intemperismo.

Variam de fortemente a bem drenados, embora em poucos casos ocorram variedades. São normalmente muito profundos, tendo espessura raramente inferior a um metro. Têm seqüências de horizontes A, B e C, quando *in-situ*, com pouca diferenciação e normalmente graduais.

Em distinção das cores escuras do A, o horizonte B tem aparência mais viva, com cores variando de amarelas até vermelho-escuro-acinzentadas, dependendo da forma, natureza e quantidade dos constituintes – normalmente óxidos e hidróxidos de ferro - segundo condicionamento de regime hídrico e drenagem do solo. No horizonte C a expressão cromática é bem variável, porém comparativamente menos colorido que o B.

Em geral são solos fortemente ácidos, com baixa saturação por bases. São típicos das regiões tropicais, ocorrendo também em zonas subtropicais, distribuídos, sobretudo, por amplas e antigas superfícies de erosão, pedimentos ou terraços fluviais antigos, normalmente em relevo plano e suave ondulado, embora possam ocorrer em áreas mais acidentadas, inclusive em relevo montanhoso. São originados a partir das mais diversas espécies de rochas, sob condições de climas e tipos de vegetação dos mais diversos explicitadas em condições essencialmente tropicais.

Neossolos

Compreende solos constituídos por material mineral ou material orgânico pouco espesso, com pequena expressão dos processos pedogênicos, em consequência

de características do próprio material, pela sua resistência ao intemperismo, composição química, uo do relevo, que podem impedir ou limitar a evolução desses solos.

São solos mal drenados, constituídos por material mineral ou por material orgânico, com menos de 30cm de espessura, não apresentando qualquer tipo de horizonte B diagnóstico.

Vertissolos

Apresentam pronunciadas mudanças de volume com o aumento do teor da umidade no solo, fendas profundas na época da seca, e evidências de movimentação da massa do solo, sob a forma de superfície de fricção. Essas características resultam da grande modificação da massa solo que se contrai e fendilha quando seco e se expande quando úmido, tornando-se muito plástico e pegajoso, devido à presença de argilas expansivas ou mistura destas com outros tipos de argilominerais.

Normalmente variam de pouco profundos a profundos, mas tem a ocorrência de solos rasos. Quanto à cor, podem ser escuros, acinzentados, amarelados ou avermelhados. Fisicamente, quando úmidos tem permeabilidade muito lenta.

São solos desenvolvidos normalmente em ambientes de bacias sedimentares, ou a partir e sedimentos com predomínio de materiais de textura fina e com altos teores de cálcio e magnésio, ou ainda diretamente de rochas básicas ricas em cálcio e magnésio. Quanto ao relevo, estes solos se distribuem sobre áreas aplainadas a pouco movimentadas.

6.1.3.3 Distribuição Espacial

A bacia do rio Preto caracteriza-se na sua maioria por grandes extensões de Latossolos. Isto é reflexo da sua formação geológica e geomorfológica, relacionadas ao clima regional tropical. As áreas, suave-onduladas a planas, permitem a tecnificação e desenvolvimento da agricultura local, porque mesmo

sendo solos com características ácidas e baixa fertilidade, aceitam com facilidade os corretivos e insumos agrícolas.

Existem também, no local, regiões significativas ocupadas por cambissolos, que por sua vez estão associados a terrenos com maior declividade e portanto restritivos para a agricultura mecanizada. São áreas que ocorrem principalmente nas vertentes dos corpos hídricos, constituído-se nas regiões de mais acentuado escoamento superficial. Os Neossolos também ocorrem nestas mesmas regiões e possuem características semelhantes ao cambissolo, a não ser pelo fator da drenabilidade.

Os Vertissolos e os Argissolos ocorrem nas depressões dos leitos dos rios, caracterizando-se por áreas baixas e de lenta infiltração. No caso dos vertissolos, esses estão muitas vezes associados à nascentes e veredas, que por sua vez têm uma grande importância, do ponto de vista da regularização das vazões dos corpos hídricos receptores. Já os argissolos são característicos de áreas alagadas das margens dos rios. Estes tipos de solos funcionam como reservatórios naturais de água e proporcionam condições especiais para o desenvolvimento e instalação de espécies específicas da flora da bacia.

Estas classes de solo estão espacializadas, no âmbito da bacia do rio Preto, na Carta 04 da próxima página.

Carta 4 - Carta Pedológica

6.1.4 Carta de Cobertura Vegetal / Uso e ocupação

Esta Carta traz, de forma gráfica e espacializada, a dinâmica populacional, ou seja, como que as pessoas se organizam na bacia e de que maneira pode-se influenciar na dinâmica hídrica e principalmente na vegetação.

Para classificação e espacialização das diferentes formas de vegetação e ocupação da bacia foram utilizadas imagens de satélite CBERS na composição de bandas R-1, G-2 e B-3 e utilizou-se da rotina de classificação supervisionada do software ENVI 4.2 a partir da Máxima Verossimilhança.

O Distrito Federal faz parte do bioma Cerrado. Segundo Eiten (1993), os tipos de vegetação encontrados dentro da província do cerrado pertencem a duas classes principais: vegetação associada aos terrenos de interflúvio e aquelas associadas aos cursos d'água. Para o Distrito Federal, o autor, identificou quatro tipos de vegetação de interflúvio (cerrado, floresta mesofítica sobre latossolo, floresta mesofítica sobre calcário e transição cerrado-campo limpo) e sete tipos de vegetação associadas aos cursos d'água (floresta galeria, vereda, campo úmido, campo de murunduns, brejo permanente, vegetação aquática e pântano arbustivo de delta (**Tabela 6.1**))

Na bacia do rio Preto, é possível observar, a partir de campanhas de campo, levantamentos bibliográficos e análise de imagens de satélite, principalmente, os seguintes tipos de vegetação: Cerrado, Floresta de Galeria, Cerrado e Culturas.

Tabela 6.1 - Tipos de Vegetação de Média Escala do Distrito Federal.

1. Tipos de Interflúvio:
a. Cerrado
b. Floresta Mesofítica sobre Latossolo
c. Floresta Mesofítica (ou Arvoredo) sobre Calcário
d. Transição Cerrado-Campo Úmido
2. Tipos Associados aos Cursos D'água (encostas e fundos de vale):
e. Campo Úmido
f. Campo de Murunduns
g. Floresta Galeria
h. Vereda
i. Brejo Permanente
j. Vegetação Aquática
k. Pântano Arbustivo de Delta

6.1.4.1 CERRADO (*sensu lato*)

Conforme a definição de Eiten (1977), O cerrado (*sensu lato*) refere-se à vegetação xeromorfa de arvoredos, comunidades arbustivas, savanas abertas e campos gramíneos do Brasil Central e algumas áreas limítrofes.

Essa área encontra-se principalmente no campo de treinamento do Exército, situado ao longo da margem esquerda do rio, fazendo divisa com o Distrito Federal.

Nesse tipo de vegetação, as plantas lenhosas maiores, árvores e arbustos, possuem troncos e galhos de caule grosso e com numerosas dobras, dando uma aparência de tortuosidade à vegetação. A casca é usualmente grossa, cortiçosa e com arestas altas, em virtude de seu fendilhamento vertical, causado pelo aumento do diâmetro do cilindro lenhoso dentro do envelope da casca. As folhas e folíolos das plantas lenhosas do cerrado em geral são grandes, duras e tesas, que crepitam quando dobradas, podendo apresentar superfície lisa e cerosa, áspera ou pilosa. Na face inferior, as nervuras primárias e secundárias e, frequentemente, as terciárias e quaternárias destacam-se formando arestas duras (EITEN 1993).

O cerrado *sensu-lato* ocorre em um gradiente de formas fisionômicas diretamente ligado a três aspectos de substrato: fertilidade e teor de alumínio disponível; grau de saturação da camada superficial ou subsuperficial, e profundidade do solo (Eiten, 1993); podendo ser ordenadas em cinco classes: cerradão, cerrado (*sensu-strictu*), campo cerrado, campo sujo de cerrado e campo limpo de cerrado.

6.1.4.1.1 Cerrado (*sensu strictu*)

A fitofisionomia mais representativa da formação savânica é o cerrado *sensu strictu*, ou sentido restrito que, se caracteriza pela presença de árvores baixas, inclinadas, tortuosas, com ramificações irregulares e retorcidas. Os arbustos e subarbustos encontram-se espalhados. Na época da chuva os estratos subarbusivo e herbáceo tornam-se exuberantes devido ao seu rápido crescimento.

O cerrado sentido restrito evoluiu com a ocorrência de queimadas e, portanto, a sua biota é adaptada a esse fenômeno. Muitas plantas que se produzem vegetativamente, possuem vigorosas estruturas subterrâneas tais como xilopódios e rizomas que lhes asseguram a sobrevivência mesmo que toda a estrutura aérea seja queimada. Várias espécies arbóreas possuem cascas grossas e espessas camadas de cortiça que protegem o floema e o câmbio das altas temperaturas provocadas pelo fogo.

6.1.4.1.2 Cerradão:

O Cerradão se caracteriza pela presença de espécies que ocorrem no cerrado sentido restrito e também por espécies de mata. Do ponto de vista fisionômico é uma floresta, mas florísticamente é mais similar a um Cerrado.

Segundo Eiten (1993) o Cerradão é uma comunidade formada por dossel de 7m ou mais de altura, que cobre 30% ou mais da superfície do terreno. É constituído de dossel alto e fechado, apresentando uma densa camada de arbustos e arvoretas.

6.1.4.1.3 Campo Cerrado

O Campo Cerrado, vegetação intermediária entre Cerrado *sensu-strictu* e Campo Sujo, difere fisionomicamente do cerrado *sensu strictu* por ser mais aberto e por conter árvores menores e em menor número. Esta redução do índice de cobertura

do terreno pelas árvores propiciou o surgimento, em maior quantidade, de ervas (principalmente gramíneas) e de semi-arbustos e arbustos recorrentes.

6.1.4.1.4 .Campo Sujo de Cerrado

O Campo Sujo de Cerrado é formado por uma camada lenhosa descontínua de arbustos permanentes de 0,8m a 1,2m de altura, e outra rasteira, formada por ervas, semi-arbustos e arbustos recorrentes de caule fino. Algumas vezes este tipo fisionômico apresenta-se com árvores que em geral são de pequeno porte e muito esparsadas, sendo que a gomeira (*Vochysia Trhrsoidea*) é a única espécie a atingir tamanho considerável. Se compararmos com o Campo Cerrado é evidente o aumento na densidade das camadas rasteira e lenhosa de arbustos permanentes.

6.1.4.1.5 Campo Limpo de Cerrado

A característica principal deste tipo fisionômico é a predominância absoluta de ervas e semiarbustos. A sua composição florística é quase idêntica à camada rasteira dos Campos Sujos de Cerrado e Campos Cerrados. Ocorrem comumente nas escarpas íngremes das chapadas e nas suas colinas de encostas íngremes erodidas, compartilhando o mesmo habitat com os Campos Sujos de Cerrado

6.1.4.2 Mata de Galeria

A Mata de Galeria está relacionada com a proximidade do lençol freático da superfície, ao longo dos fundos dos vales, de forma que sempre há disponibilidade de água para as raízes, suficiente para suprir todas as folhas, durante o ano todo. O terreno associado pode ser bem drenado, pantanoso estacional ou pantanoso permanente.

As Matas de Galeria são enclaves de vegetação florestal no domínio dos cerrados, contendo espécies endêmicas, espécies das matas amazônica, da mata atlântica e das matas da Bacia do Rio Paraná, além de espécies típicas do Cerrado (*sensu stricto*) e das Matas Mesofíticas do Brasil Central (SILVA JR & FELFILI, 1996).

Estas faixas de cobertura florestal perenifólia estabelecidas ao longo dos cursos d'água, em meio a vegetação do cerrado, são consideradas corredores para a fauna florestal, além de fornecerem água, sombra e alimentos. Também servem

de “filtros” para o escoamento superficial que ocorre nas áreas de drenagem dos cursos d’água que elas margeiam.

As Matas de Galeria podem fazer interface com diferentes tipos de vegetação, dentre elas: Florestas Úmidas, Florestas Mesofíticas e várias formas de Cerrado sensu lato.

A topografia é considerada como um dos principais fatores causadores de variações estruturais e florísticas destas florestas, particularmente quando relacionada com outras variáveis ambientais, como o nível do lençol freático e propriedades físicas e químicas dos solos. Ao longo do vale de um rio, macro e micro topografias características produzem grandes variações nos níveis do lençol freático, no nível do rio, e na erosão ou sedimentação do solo, todas estas feições influenciam na distribuição espacial das espécies.

6.1.4.3 Mata Ciliar

Denomina-se como Mata ou Floresta um trecho de árvores com dossel arbóreo fechado, não importando a flora, clima ou solo. Não representa um tipo de vegetação, apesar de ser comum, até mesmo entre especialistas, referir-se às Matas como uma fisionomia vegetal específica (EITEN, 1993).

Por Mata Ciliar entende-se a vegetação florestal que acompanha os rios de médio a grande porte da região do Cerrado, em que a vegetação arbórea não forma galerias. As árvores predominantemente eretas variam em altura de 20 a 25 metros, com alguns poucos indivíduos emergentes alcançando 30 metros ou mais. As espécies são predominantemente caducifólias, com algumas sempre-verdes, conferindo à Mata Ciliar um aspecto semidecíduo. Ao longo do ano as árvores fornecem uma cobertura arbórea que varia entre 50 a 90% (EITEN, 1993).

Na estação chuvosa a cobertura chega a 90%, dificilmente ultrapassando este valor, ao passo que na estação seca pode até mesmo ser inferior a 50% em alguns trechos.

6.1.4.4 Vereda

As veredas representam um tipo de vegetação composta, comuns ao longo dos fundos de vales, são formações perenifolias dominadas por espécies adaptadas

para o desenvolvimento em solos permanentemente alagados, apresentando três tipos de vegetação. A borda das veredas é constituída por um campo úmido sazonalmente saturado, geralmente dominado por espécies das famílias Cyperaceae e Gramineae. O centro das veredas, no fundo plano dos vales, é formado por brejo graminoso permanente contendo, na sua porção central, uma faixa caracterizada pela presença de buritis, associados ou não a algumas árvores e arbustos (SEMATEC, 1999).

6.1.4.5 Cultura e Pivô Central

Estas áreas são responsáveis pela maior parte da ocupação da bacia. São áreas de características agrícolas e/ou áreas modificadas pelo ser humano. Estes locais refletem a forma que se dá a ocupação da bacia pela lavoura e pela agricultura de alta tecnologia, com práticas de irrigação e culturas extensivas.

A Carta 06 apresentada na próxima página apresenta as diferentes formas do uso e ocupação do solo na bacia do rio Preto.

Carta 5 - Carta de Cobertura Vegetal / Uso e ocupação

6.1.5 Carta de Clima e Estações

6.1.5.1 Aspectos Climatológicos Gerais

A disposição latitudinal e a localização geográfica da bacia em estudo lhe dão uma característica predominante de clima tropical de natureza continental, quente e úmido, da classe universal (Aw) para com uma época sazonal seca e fria (Cwa), bem definida, portanto equilibrada em suas necessidades hídricas (IESA, 1993).

- O Tropical (Aw) - Clima de savana, cuja temperatura do mês mais frio é superior a 18°C. Este tipo climático situa-se aproximadamente nos locais com cotas altimétricas abaixo de 1.000 metros, como é o caso no DF, das bacias hidrográficas do São Bartolomeu, Preto, Descoberto e Maranhão.
- O Tropical de Altitude (Cwa) – Corresponde ao mês mais frio com temperatura média inferior a 18°C e uma média superior a 22°C para o mais quente. Este tipo de clima corresponde as altitudes superiores a 1.000.

A época do ano considerada seca e fria na corresponde aos meses de junho até agosto e a época do ano considerada úmida e mais quente tem seu início meteorológico em novembro e se prolonga até março, com ápice ocorrendo no período de dezembro/janeiro (IESA, 1993).

A distribuição de temperaturas na bacia, por seu turno, não depende da troca dinâmica de massas de ar. Ela simplesmente acompanha o deslocamento aparente do sol através das latitudes tropicais e equatoriais, e também o da faixa do calor latente máximo de vaporização. As médias anuais de temperatura ocorrem, por isso, dentro de limites poucos significativos. A média anual de temperatura verificada na região, obtida de dados do Distrito Federal, fica em torno de 21 °C, com uma média anual máxima de 27 °C e uma média anual mínima de 16 °C. A máxima absoluta anual chega a 35 °C e a mínima absoluto anual fica em torno de 3 °C (IESA, 1993).

A distribuição de umidade do ar na região também acompanha a faixa de calor latente máximo de vaporização. Ela é mais representativa na época quente e sem representatividade na época seca. A variação média anual da umidade relativa comprova isto: um valor médio igual a 80% de novembro até março, e um valor

entre 50% a 60% de junho até agosto. Significa isto que as incidências maiores de umidade ocorrem associadas a massa equatorial continental tendo, por isso, origem basicamente equatorial (IESA, 1993).

. Aspectos Pluviológicos

Os índices anuais registrados para regiões próximas que englobam a área de estudo, indicam valores da ordem de 1.500 mm o que expressa muito bem a natureza tropical continental homogênea, na qual a época seca e mais fria é equilibrada por uma época mais quente e úmida. (IESA, 1993)

Dentro da bacia do rio Preto não há variações significativas da precipitação pluviométrica, entretanto as diferenças altimétricas são responsáveis por variações na temperatura, fato que confirma a observação dos tipos climáticos de Köppen já mencionado:

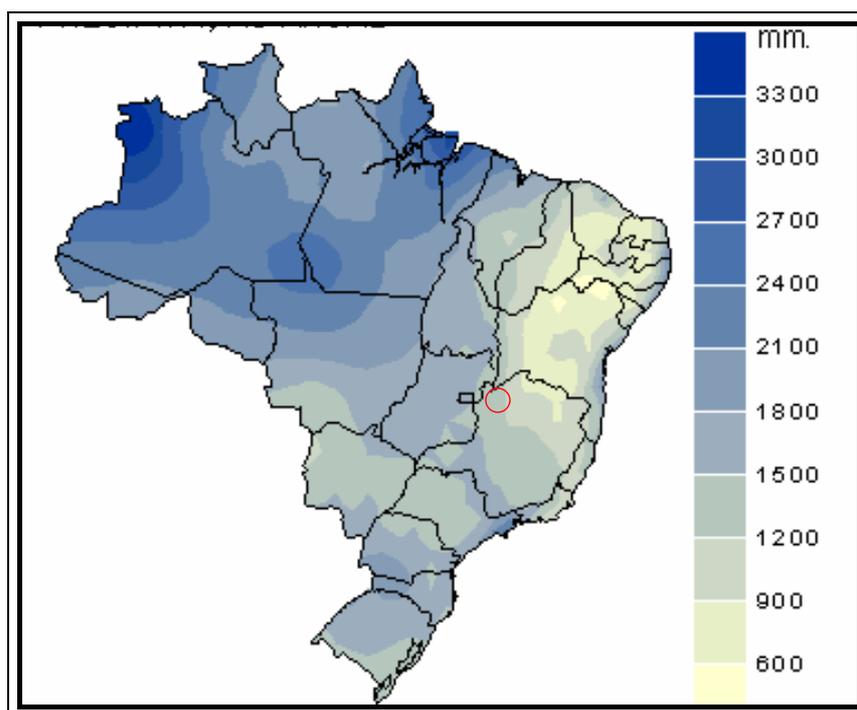


Figura 6.1 - Precipitação Anual (adaptado de www.inmet.gov.br)

A Figura 6.1 apresenta a precipitação anual sendo os meses mais chuvosos para região dezembro e janeiro. O trimestre mais chuvoso é, por sua vez, dezembro /janeiro /fevereiro. Este trimestre mais chuvoso desloca-se com pequena freqüência para janeiro /fevereiro /março e tem havido ocorrências de novembro

/dezembro /janeiro. De qualquer modo dezembro / janeiro está sempre presente a precipitação mais intensa e mais esperada neste período. (IESA, 1993)

Baptista (1997) apresentou a espacialização dos totais anuais da precipitação pluviométrica para as Estações Pluviométricas da CAESB (Companhia de Águas e Esgotos de Brasília) no período de 1979 a 1995 (Tabela 6.2).

Tabela 6.2 - Média dos Totais Mensais e Anuais de Precipitação das Estações Pluviométricas da CAESB (1979 - 1995)

Estação	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
ETEB Sul	233.4	172.5	192.4	130.9	33.8	11.3	3.4	14.4	54.2	153.2	231.8	226.2	1457.5
ETEB Norte	260.9	176.4	204.0	109.4	32.0	8.1	8.8	17.0	52.3	156.5	208.9	232.9	1467.1
Contagem	269.6	217.9	246.8	118.7	42.1	9.0	11.8	17.3	44.5	165.8	223.9	271.6	1639.1
Planaltina	246.3	188.2	203.6	87.9	27.7	8.7	9.2	22.4	41.4	139.0	189.7	225.7	1389.7
Papuda	244.7	191.3	175.8	94.9	32.7	7.9	8.3	18.3	37.5	135.6	222.2	258.4	1427.8
Taquara	252.0	200.4	204.4	98.7	34.5	7.2	7.0	12.0	35.5	128.0	202.6	230.3	1412.4
Área Alfa	237.7	203.6	190.6	119.2	33.8	7.9	6.7	16.7	56.1	127.0	232.5	236.5	1468.2
Jockey Club	242.1	203.4	183.6	120.4	35.4	8.7	8.6	23.9	49.6	154.3	225.1	249.2	1504.2
Cabeça de Veado	237.2	176.8	205.8	121.5	36.1	8.1	11.0	17.7	43.1	127.9	245.6	282.0	1512.9
Paranoá - Barragem	218.0	163.1	192.4	94.3	29.6	12.5	9.0	13.6	30.3	123.2	204.1	211.0	1301.1
Barreiro DF-15	259.0	185.3	218.7	100.0	32.2	10.1	9.2	15.3	48.3	124.3	219.2	237.0	1458.6
Rio Preto	202.8	171.4	184.0	100.2	24.3	4.8	5.7	16.1	25.6	103.2	182.2	215.1	1235.5
Gama	262.4	224.8	231.8	113.3	36.9	15.2	9.7	24.4	53.9	144.6	265.0	291.6	1673.7
Taguatinga	251.0	226.0	206.5	129.4	35.8	9.4	10.4	20.7	47.7	137.5	240.6	273.2	1587.9
Brazlândia	260.5	214.4	237.4	135.3	33.7	6.9	10.4	20.0	52.4	140.5	218.1	311.2	1640.8
Descoberto	227.1	201.0	207.5	128.6	24.7	13.1	13.3	17.5	50.1	124.0	214.2	263.0	1484.3
Jatobazinho	275.3	195.2	226.9	151.1	30.0	7.9	8.9	13.1	45.7	161.5	201.1	292.3	1609.0
Riacho Fundo	231.6	210.7	216.9	122.3	31.1	11.3	11.0	20.7	56.2	144.7	246.8	276.2	1579.6

Fonte: Baptista (1997)

De acordo com aquele autor, esses dados obtidos na Divisão de Hidrologia da CAESB, foram preenchidos de modo que as falhas de leitura foram preenchidas pelo método de médias ponderadas pelas distâncias entre a Estação com falhas e as estações limítrofes, que possuíam dados para aquelas datas.

Os totais anuais foram interpolados utilizando-se o método geoestatístico de Kriging, considerado um dos mais flexíveis métodos para tratamento de dados que apresentem uma estrutura de correlação espacial. O resultado é apresentado na Tabela 6.2, sob a forma de isoietas, com variação de 50mm, por Baptista (1997).

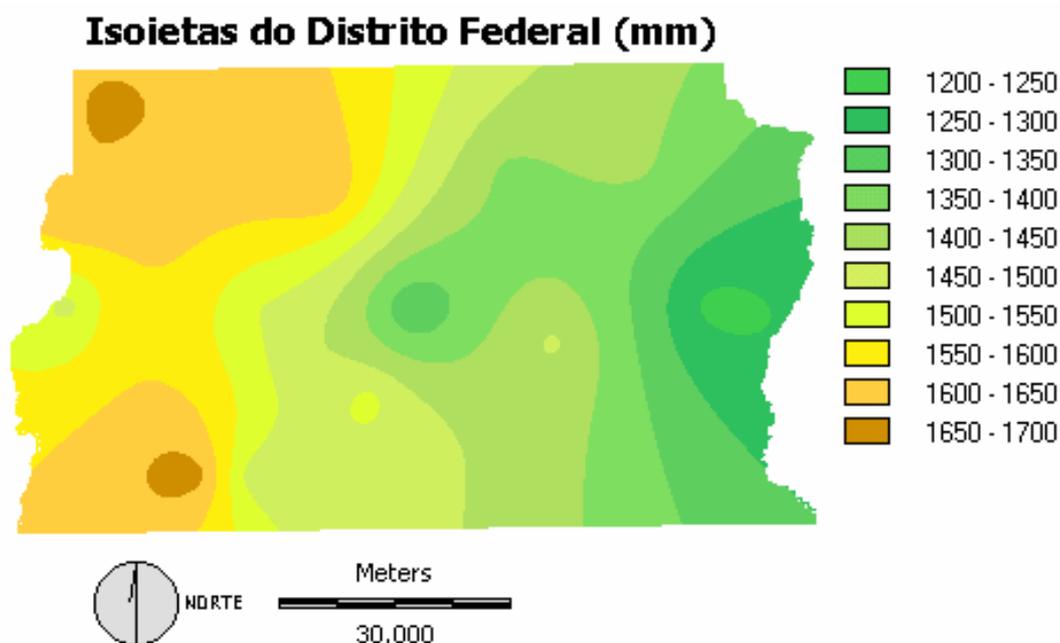


Figura 6.2 - Isoietas do Distrito Federal, baseada nos dados da tabela 1 (Fonte: Baptista, 1997)

O regime sazonal do clima na região do DF é controlado por massas de ar provenientes da zona tropical (Anticiclone Semifixo do Atlântico Sul). Favorecida pela existência de subsidência e conseqüente inversão térmica em suas camadas superiores, com ventos da componente Nordeste a Este, responsáveis por tempo bom no inverno. No verão, geralmente os ventos vêm do quadrante norte de pequenas altitudes ou dorsais formadas sobre o continente, que propiciam condições de estabilidade e tempo bom. Mudanças bruscas nessas condições ocorrem geralmente com a chegada de sistemas de circulação ou correntes perturbadas provenientes de oeste e noroeste (final da primavera e início de verão), cujos ventos provocam chuvas e trovoadas. Há também a influência do sistema de corrente perturbada de sul, representado pelas invasões do Anticiclone Polar, causador de chuvas frontais com duração média de um a três dias (SEMATEC, 1999).

Após a passagem da frente fria e sobre o domínio do Anticiclone Polar, o tempo se caracteriza por céu limpo, com baixa umidade específica do ar e declínio de temperatura, até a penetração das massas de ar tropical com ventos moderadamente quentes (SEMATEC, 1999).

É importante ressaltar que no período de inverno, caracterizado por estabilidade, ocorre inversão térmica por radiação na camada inferior da atmosfera, responsável pela ocorrência da bruma seca e pela acumulação de fumaça e particulados oriundos das atividades humanas, como, por exemplo, a queimada (SEMATEC, 1999).

6.1.5.2 Aspectos evaporimétricos

A evaporação em tanque Classe A varia de 1600 mm, na parte mais alta da bacia, a 1400 mm na parte baixa. Valores de 100 mm em dezembro e de 230 mm em agosto são representativos da variação da umidade do ar na bacia (IESA, 1993).

Os valores de evaporação real anual mostram que a bacia em estudo está compreendida entre as isolinhas representativas de valores iguais de evaporação de 1000 mm a 800 mm. Em face disso, pode-se configurar, para bacia, propriamente dita, um valor médio anual de 900 mm para evaporação real. Essa evaporação é bem mais elevada junho a setembro e mais baixa entre dezembro a março. Agosto é o mês que apresenta o índice mais elevado (IESA, 1993).

De acordo com os recursos disponíveis e visando otimizar o monitoramento da bacia do rio Preto no DF, foram instaladas pela Agência Nacional de Águas – ANA, em 2006, seis estações fluviométricas sendo 4 automáticas e 2 convencionais em toda a bacia. As convencionais são compostas de uma seção de réguas linimétricas onde o observador lê as cotas do rio duas vezes ao dia, às 7h00 e às 17h00. Nessas estações estão sendo realizadas medições de descarga líquida, a princípio mensalmente, para levantamento das respectivas curvas-chave de cada seção de régua. As quatro estações automáticas são equipadas com sensores eletrônicos de variação de nível e armazenamento de dados para nível d'água e precipitação, onde, eventualmente, não será necessária a presença de observador de régua.

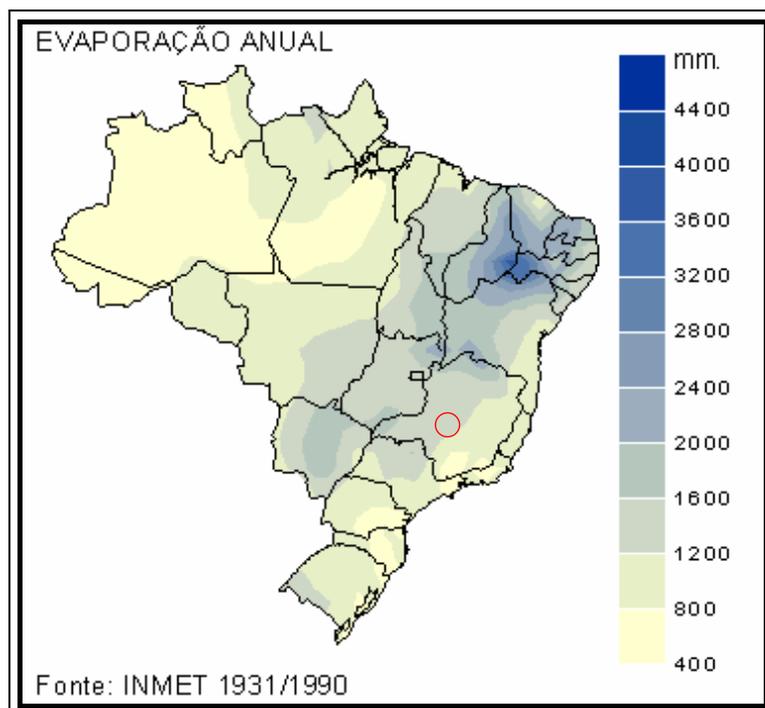


Figura 6.3 - Evaporação Anual (adaptado de www.inmet.gov.br).

Como são cinco os principais afluentes do rio Preto (rib. Santa Rita, rib. Jacaré, rib. Estrema, rio Jardim e rio São Bernardo), é possível determinar o comportamento hidrológico do rio Preto e de todos os seus principais afluentes, dentro da área do Distrito Federal. A localização dos pontos escolhidos é apresentada na

Tabela **6.3** na próxima página.

Tabela 6.3 - Descrição dos pontos selecionados.

RIO	CONDIÇÃO	TIPO	LAT	LONG
-----	----------	------	-----	------

Santa Rita	Rio aparentemente remansado.	Réguas linimétricas.	-15,58111	-47,34250
Jacaré	Rio aparentemente remansado.	Automática (chuva e nível).	-15,64194	-47,35472
Extrema	Seção razoável, apresentando transbordamento nas cheias maiores e correndo com velocidade razoável.	Réguas linimétricas.	-15,82639	-47,41167
Jardim	Rio com bastante água e boa velocidade. Boa seção, onde o rio apresenta uma razoável elevação nas cheias.	Automática (chuva e nível).	-15,91806	-47,46278
Córrego Lamarão - afluente do rio jardim	Trecho retilíneo sob a ponte e bom controle.	Réguas linimétricas.	-15,96703	-47,47392
São Bernardo	Região de mata ciliar densa. Rio com boa velocidade.	Automática (chuva e nível).	-16,03583	-47,41306
rio Preto	Boa seção de medição, onde já está instalada estação fluviométrica sob operação da CPRM (42451000).	Automática (chuva e nível) - já tem réguas linimétricas.	-15,72583	-47,31917

Na página seguinte a Carta 07 apresenta as variações locais do clima e as estações instaladas na bacia do rio Preto.

Carta 6 - Carta de Clima e Estações

6.1.6 Carta Hipsométrica

A carta altimétrica mostra a variação da altitude em relação ao nível do mar. No caso do rio Preto as regiões mais baixas em torno da cota 800m e as mais altas em torno da cota 1200m.

Esta carta foi confeccionada a partir de produtos que foram gerados com dados de radar, obtidos de sensores a bordo do ônibus espacial Endeavour, no projeto Shuttle Radar Topography Mission - SRTM, em parceria com agências espaciais dos Estados Unidos (NASA e NIMA), Alemanha (DLR) e Itália (ASI). Os dados espaciais são compatíveis com a primeira série Brasil visto do espaço, disponibilizada gratuitamente pela página eletrônica da Embrapa Monitoramento por Satélite (MIRANDA, 2005).

O objetivo deste projeto foi obter dados topográficos digitais para aproximadamente 80% da superfície emersa do planeta (toda a terra entre as latitudes 60° norte e 56° sul), com pontos de coleta a cada 1 arco de segundo (aproximadamente a cada 30 metros) num grid latitude/longitude. A acurácia vertical dos dados de elevação é de 16 metros com 90% de confiança. Para Goiás só estão disponíveis os dados tratados com uma degradação para 3 arcos de segundo, ou seja, aproximadamente 90 metros.

As bases são dados numéricos de relevo e da topografia do Brasil, e cada área de 90 metros por 90 metros do território nacional, dispõe de uma medida altimétrica precisa. Esse arquivo de base foi recuperado e tratado matematicamente por meio de modelos que permitem reconstituir o relevo da bacia, como em cartas topográficas, só que de forma digital e homogênea (MIRANDA, 2005). A precisão destas cartas é relativa, embora proporcione uma visão bastante aproximada das formas mais evidentes da superfície terrestre.

A área da bacia do rio Preto foi compartimentada em sete patamares conforme apresentado na Carta 08. Estes patamares altimétricos foram propostos por tratamento estatístico feito pelo *software* ArcGIS conforme o histograma da Figura 6.4.

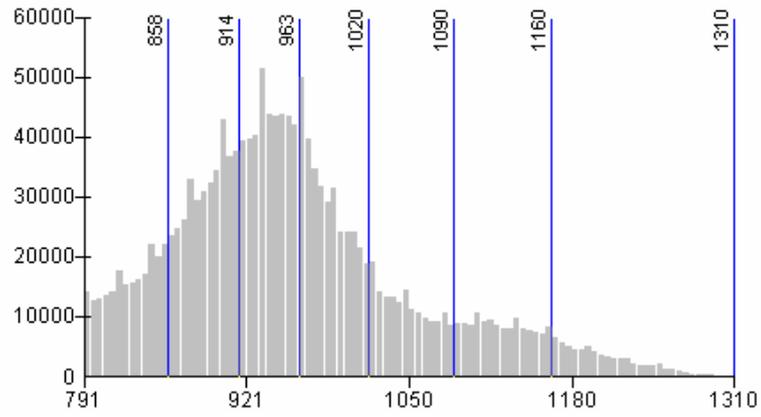


Figura 6.4 – Histograma altimétrico proposto pelo *Software* ArcGIS

Carta 7 - Carta Hipsométrica

6.2 Cartas-derivadas

6.2.1 Carta das Condições Naturais de Recarga

A Carta 09 apresenta as condições naturais de recarga do sistema hídrico da bacia do rio Preto.

Esta carta foi elaborada a partir do cruzamento de informações contidas nas cartas de solo, geologia, geomorfologia, drenabilidade, altimetria, clima e hidrográfica. O resultado vem representado em situações, conforme as condições determinadas pelos diversos fatores considerados.

A bacia do rio Preto, por conta de sua geologia, não conta com boas estruturas hidrogeológicas para o armazenamento de água. O seu substrato rochoso não permite a infiltração e armazenamento de água. São rochas de características impermeáveis que somente permitem o armazenamento de água entre as fraturas.

Por outro lado os solos predominantemente do tipo Latossolos, possibilitam a partir do contato com a rocha, o armazenamento de grandes quantidades de água nos seus interstícios. As características de gradiente topográficos da bacia, relativamente suave, proporciona o fluxo predominante dos lençóis em direção às surgências e drenagens.

6.2.1.1 Não Recarga

As áreas desse agrupamento representam predominantemente as piores condições de recarga. A espessura do solo é pequena, forçando a zona saturada do solo ficar muito próximo à superfície, aflorando nas contribuições laterais dos corpos hídricos, nascentes e afloramentos.

Estas áreas foram definidas em função de duas condições naturais:

A primeira em função da pouca espessura de solo com condições de armazenamento, que se apresentam com impedimento de drenagem de solo e geralmente passam a maior parte do tempo em situação de saturação.

A segunda está vinculada a fatores de maior declividade, inferidos a partir da carta altimétrica, que associadas a solos impermeáveis do tipo cambissolo. Estes dois fatores associados propiciam um grande escoamento superficial com condições distintas aos cursos d'água.

As regiões de vertissolos, na maior parte do ano apresentam-se saturadas e a grande quantidade de argila, na sua composição impossibilita uma boa infiltração.

6.2.1.2 Pouca Recarga

As áreas com este enquadramento ficaram localizadas nos interflúvios dos afluentes do rio Preto. São locais de predominância de latossolo, porém com uma pouca espessura, e portanto com capacidade limitada de armazenamento de água.

Os locais com estas características possuem uma declividade suave, e são bem drenadas.

6.2.1.3 Recarga

As áreas enquadradas nesta condição formam as chapadas, ou Etchplanos neogênicos, ou seja, áreas altas e planas coincidentes, principalmente com as cotas de 970 até 1050 metros de altitude, onde o latossolo é profundo e possibilita o armazenamento de grandes quantidades de água a partir de seu contato com as rochas subjacentes.

6.2.1.4 Boa Recarga

São as áreas mais altas da bacia, predominantemente nos Etchplanos paleogênicos, que se caracterizam por um latossolo bastante espesso desenvolvidos sobre quartizitos. Estes aspectos determinam que a drenabilidade seja maior, possibilitando também um maior armazenamento de água.

Carta 8 - Carta das Condições Naturais de Recarga

6.2.2 Carta de Drenabilidade

Entende-se por drenabilidade a capacidade do solo em drenar água, ou seja, a relação tempo X volume de infiltração. Estabelece-se pela relação inversa entre esses dois fatores, ou seja, um solo bem drenado deve ter a capacidade de drenar uma grande quantidade de água em pouco tempo.

A drenabilidade está vinculada a três principais fatores: à quantidade de vazios que existe entre as partículas de solo, estando vinculada ao material e à compactação do mesmo; à declividade, que pode acelerar ou retardar o fluxo de água na superfície; e à quantidade de água que o solo possui, pois uma vez encharcado, a infiltração fica comprometida.

Torna-se, portanto um dos fatores essenciais ao entendimento da recarga de aquíferos, uma vez que estes se reabastecem, na região do rio Preto, pela água da chuva que infiltra no solo e, por sua vez, se armazena nos aquíferos livres ou nas fendas/fraturas que ocorrem na sub-superfície.

As grandes porções de terras incluídas nas condições de bem drenadas estão associadas aos Latossolos e localizadas nos locais de interflúvios, que possuem características físicas e estruturais que permitem uma rápida infiltração da água no solo.

As áreas consideradas excessivamente drenadas são raras, estando restritas à regiões de solo arenoso e com grande quantidade de vazios entre as partículas. Estas áreas possuem uma grande fragilidade, uma vez que por serem excessivamente drenadas, não tem grande capacidade para reter nutrientes que prejudica a função de sustentação que a vegetação oferece.

As áreas de solos rasos e de grande declividade são consideradas imperfeitamente drenadas. Associadas aos cambissolos, estes locais possuem uma grande fragilidade aos processos erosivos, fato este que é parcialmente atenuado pela pequena espessura dos solos dessa região.

As regiões classificadas como mal drenadas, são regiões encharcadas e que já possuem os vazios do solo ocupado por água. São solos argilosos que tem a característica de reter muita água, porém de liberar pouca, ou seja, com um grande tempo de detenção. São áreas que funcionam, na época da seca, como estuários, uma vez que suas características de umidade possibilitam sempre a presença de extratos herbáceos.

A Carta 09, na página seguinte, apresenta a Carta de Drenabilidade das bacias do rio Preto.

Carta 9 - Carta de Drenabilidade

6.2.3 Carta de Demanda de Água

A Carta 10 apresenta a Carta de Demanda, elaborada a partir dos dados de uso de água na bacia. Estes dados foram espacializados permitindo-se verificar como se dá a organização dos usuários de água, ao mesmo tempo que possibilita a obtenção de informações necessárias para o modelo geográfico objeto desta dissertação. Estas informações estão organizadas de forma gráfica, onde barras de tamanhos diferenciados representam tanto a quantidade de água consumida quanto a localização da captação.

Os dados utilizados para a produção desta carta são provenientes dos levantamentos realizados pela Universidade Católica de Brasília em parceria com a Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Distrito Federal, Agência Nacional de Águas, IESA e Agência Distrital de Água e Saneamento – ADASA, no âmbito do convênio de cooperação técnica que se desenvolveu entre os anos de 2002 a 2006.

São dados atrelados ao consumo de água conforme os tipos específicos de cultura, portanto igualmente vinculados ao padrão de produção de cada produtor, aceitando-se as individualidades referentes aos diferentes tipos de práticas agrícolas e modalidades de irrigação presentes na bacia do rio Preto.

Estes dados são revestidos de maior confiabilidade e precisão, uma vez que foram calculados a partir da demanda hídrica de cada cultura e não pela capacidade que o produtor tem de captar água. Por exemplo, foi calculada a quantidade ideal de desenvolvimento da cultura de trigo e não o tamanho da bomba que o produtor usa para fazer a captação da irrigação.

Foram identificados nesta carta, padrões no consumo de água da bacia que se distribuem por todo seu território, considerando:

- o fato da captação de água se dar principalmente nos corpos dos rios e não em poços;
- que a maior parte das captações esta localizada na bacia do rio Jardim (Figura 6.5);

- que existem numerosas pequenas captações nos trechos próximos às nascentes dos rios, o que explicita a situação de conflito e de escassez de água em alguns trechos dos rios em época de seca; e
- que os maiores consumidores de água são os irrigantes que se utilizam do sistema de pivôs centrais (Figura 6.6).

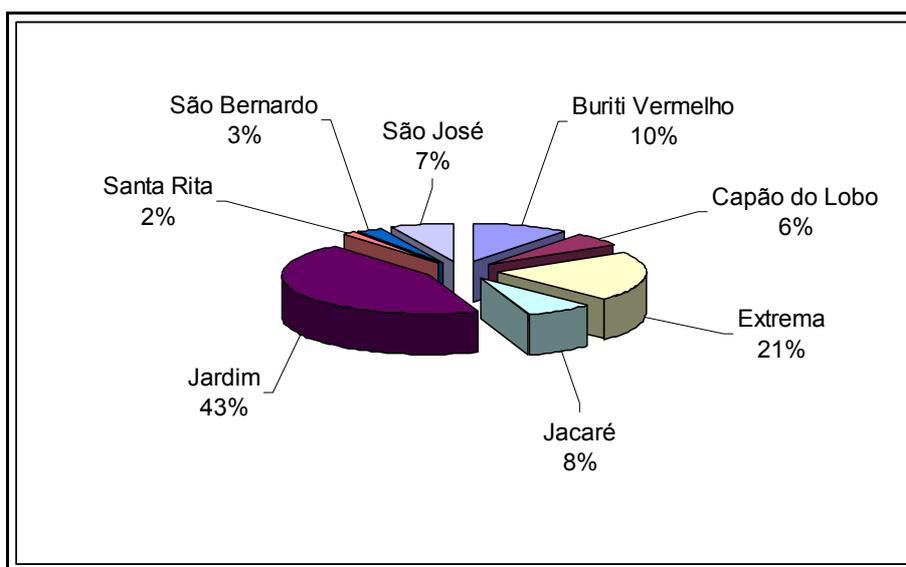


Figura 6.5 - Distribuição percentual dos usuários de água cadastrados na bacia do rio Preto – DF

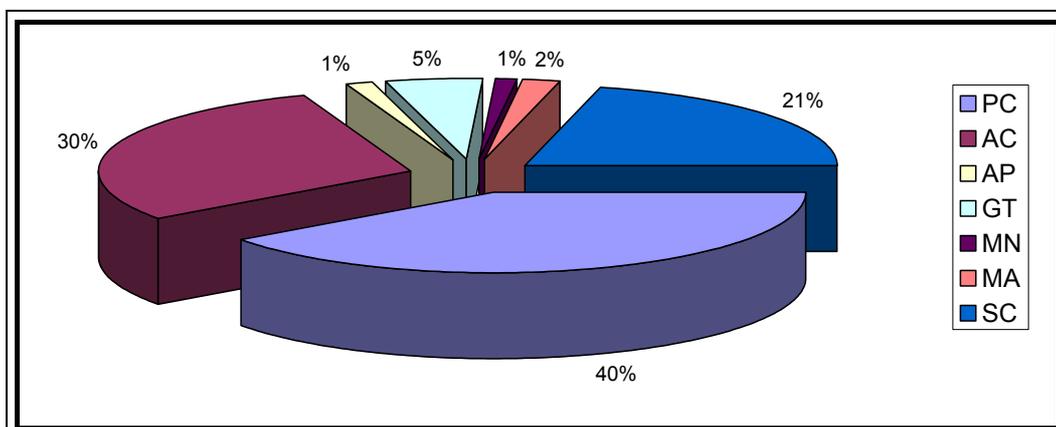


Figura 6.6 - Distribuição percentual modalidades de irrigação cadastradas na bacia do rio Preto – DF (PC - Pivô central, AC – Aspersão Convencional, AP – Autopropelido, GT – Gotejamento, MN – Mangueira, MA – Micro aspersão, SC – Superfície Sulcos) (Alves, 2003).

Carta 10 - Carta de Demanda de Água

6.2.4 Carta de Disponibilidade Hídrica

A variabilidade da vazão média diária ao longo dos meses e ao longo dos anos são indicadores da disponibilidade hídrica e de comportamento geral de uma bacia e são tratados por diferentes funções hidrológicas, tais como curva de permanência; curva de probabilidade de vazões mínimas; curva de probabilidade de vazões máximas diárias.

Para interpretação e utilização corretas dos dados gerados por estas funções hidrológicas foram utilizados os dados gerados e disponibilizados por Carneiro et al (2005) do Projeto Rio Preto: Modelo Geográfico para Gestão de Recursos Hídricos, da Universidade Católica de Brasília.

Utilizou-se nesta carta da curva de permanência da bacia do rio Preto, obtida por correlação de estações limimétricas. A série histórica original da UHE Queimado abrange o período compreendido entre 1931 e 2001. A correlação área/vazão entre as sub-bacias foi escolhida por se tratarem das mesmas características e condições físicas tais como: clima, geologia, relevo, hidrologia e solos.

Na Tabela 6.4, a seguir apresenta-se um resumo dos dados de área e da Vazão Média de Longo Termo (Q_{mlt}) das estações analisadas.

Tabela 6.4 - Dados para geração da Curva-Chave Q_{MLT} (MAURIZ, 2005)

Estação	Área bacia (km²)	Q_(mlt) (m³/s)
Jardim	552	8,11
Rio Preto DF	1840	25,65
Queimado	3773	52,44
Limeira	4250	65,00
Unai	4771	68,00
Boqueirão	6420	83,46

A Figura 6.7 apresenta a Curva-Chave do rio Preto demonstrando o comportamento hidrológico geral da bacia, para a Q_{mlt} .

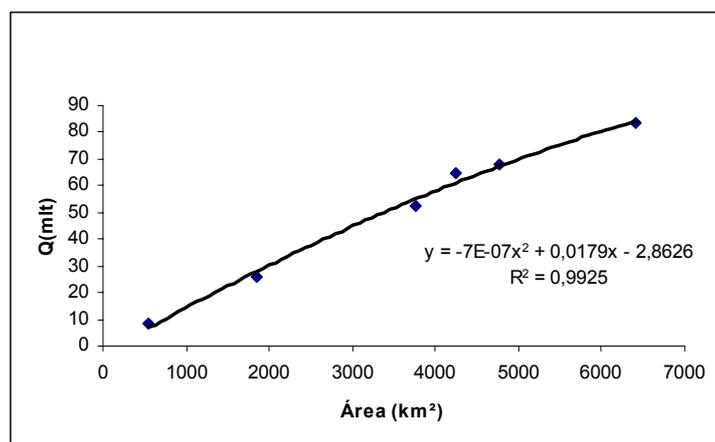


Figura 6.7 - Curva-Chave do rio Preto considerando as Vazões Médias de Longo Termo (Q_{MLT}).

Com esta equação foi possível se estimar o comportamento hidrológico de trechos de rio ou de sub-bacias do rio Preto. Determinando-se as áreas de diferentes disponibilidades hídricas, foi possível se definir os locais com maior vocação para projetos de irrigação e usos múltiplos da água.

A partir dos dados levantados por Mauriz (2005) foi possível também se obter curvas chave para o levantamento de vazões Q_{95} e 80% da Q_{95} para as diferentes sub-bacias, Figura 6.8. Estes dados aparecem espacializados na carta-síntese.

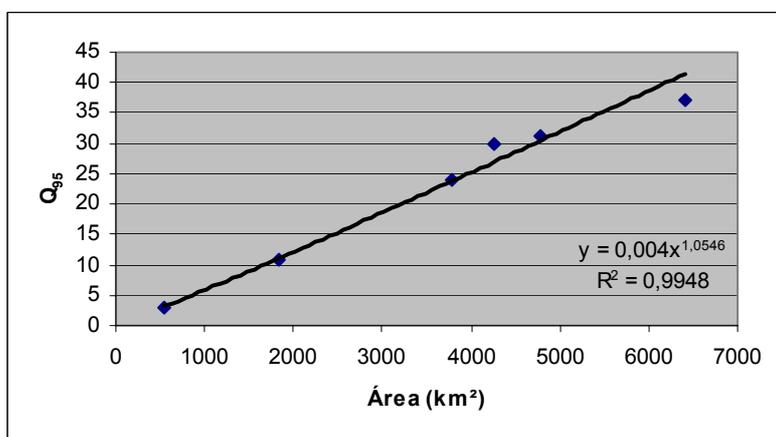


Figura 6.8 - Curva-Chave do rio Preto considerando as Vazões com 95% de permanência (Q_{95}).

A Carta 11 apresenta a disponibilidade hídrica para a bacia do rio Preto no DF, para cinco diferentes condições de atendimento de demanda.

Carta 11 - Carta de Disponibilidade Hídrica

6.2.5 Carta Institucional

A Carta 11 apresenta a Carta Institucional da bacia do rio Preto, elaborada a partir do levantamento de dados coletados junto ao Plano de Diretor de Ordenamento Territorial – Secretaria de Desenvolvimento Urbanismo e Habitação, e outras informações disponibilizadas pela Semarh e EMATER.

Estes dados representam a espacialização das políticas de produção agrícola por meio das áreas de atuação dos escritórios da EMATER. Os seis escritórios instalados na região servem de apoio para os agricultores fornecendo para os mesmos informações sobre os mais diferentes aspectos da atividade agropecuária. Estando localizados em diferentes sub-bacias hidrográficas, dentro da bacia do rio Preto, os escritórios são fundamentais para o desenvolvimento agrícola como um todo, além de atender especificamente as agrovilas e os pequenos produtores, e presta o apoio técnico para a melhoria da qualidade e aumento da produção das lavouras.

A Área de Proteção Ambiental – APA do Planalto Central é uma unidade de conservação de uso sustentável, onde atividades são desenvolvidas de acordo com o permitido em seu plano de manejo. Instituída no ano 2000 esta APA foi implementada no sentido de se forçar o licenciamento de novos parcelamentos no DF e evitar o crescimento desordenado da região do entorno.

Como descrito anteriormente, a Zona Rural de Urbanização é a única parcela territorial do DF destinada exclusivamente à atividades agropecuárias é a bacia do rio Preto. É responsável, dentro da área do DF, por 100% do território da bacia do rio Preto.

Estes fatores fazem com que a ocupação da bacia seja feita de forma homogênea, ou seja, na sua maior parte ocupada por propriedades rurais de baixa densidade e não possua nenhum centro urbano.

Carta 12 - Carta Institucional

7 APLICAÇÃO DO MODELO GEOGRÁFICO PARA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

7.1 Carta Síntese

A Carta Síntese foi elaborada a partir da sobreposição e análise integrada dos dados levantados pelas Cartas-base e Cartas-compostas. Ela representa o Modelo Geográfico para Gestão de Recursos Hídricos para a bacia hidrográfica do rio Preto inserida no Distrito Federal.

Apesar de o estudo tratar de um trecho da bacia inserido em uma unidade da Federação, os critérios utilizados são aqueles estabelecidos pela ANA. Isto porque se trata de um rio de dominialidade federal e não estadual.

A análise integrada conduz à compartimentação da bacia em três zonas distintas, estabelecendo termos de prioridades para gestão e limites de outorga. Estas zonas se distinguem pela disponibilidade hídrica, proximidade das cabeceiras e nascentes, formações geomorfológicas, capacidade de recarga, tipo de solo e todas as demais características tratadas pelas cartas base e cartas derivadas. As zonas foram identificadas como: Zona 1, 2 e 3, seguindo-se critérios de sensibilidade ambiental, funções ambientais e disponibilidade hídrica (Figura 7.1).

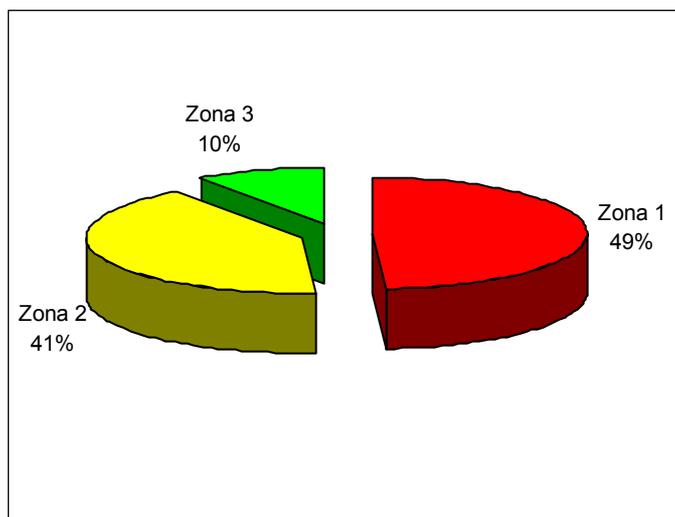


Figura 7.1 – Distribuição percentual do zoneamento proposto pelo Modelo Geográfico para Gestão de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Preto no DF.

O zoneamento proposto pretende, em primeira instância, auxiliar o tomador de decisão nas circunstâncias do ambiente antes de emitir a outorga pelo uso da água. Este decisor terá, em aspecto visual, a primeira impressão sobre a

sensibilidade e disponibilidade hídrica das áreas e poderá tomar decisões com agilidade e precisão necessárias ao processo de gerenciamento dos recursos hídricos na bacia (Tabela 7.1).

Tabela 7.1 – Dados hidrológicos de referência para o zoneamento proposto pelo Modelo Geográfico para Gestão de recursos Hídricos na Bacia do Rio Preto – DF.

Zona 1		Zona 2		Zona 3	
Q(mlt)media (m³/s)	0.91	Q(mlt)media (m³/s)	4.79	Q(mlt)media (m³/s)	24.08
A _{med} (km²)	58.86	A _{med} (km²)	322.35	A _{med} (km²)	1397.97
Q ₉₅ (m³/s)	0.29	Q ₉₅ (m³/s)	1.77	Q ₉₅ (m³/s)	8.30
80% Q ₉₅ (m³/s)	0.24	80% Q ₉₅ (m³/s)	1.41	80% Q ₉₅ (m³/s)	6.64

Os pontos de controle indicam o local adotado como limite para o cálculo da área de drenagem adotado na obtenção das vazões outorgáveis em cada zona. No presente caso adotou-se 80% da Q₉₅ como critério de vazão disponível para outorga conforme recomendação da Agência Nacional de Águas (Figura 7.2).

A vazão Q₉₅ é uma vazão que ocorre 95% do tempo em um gráfico de distribuição temporal das vazões.

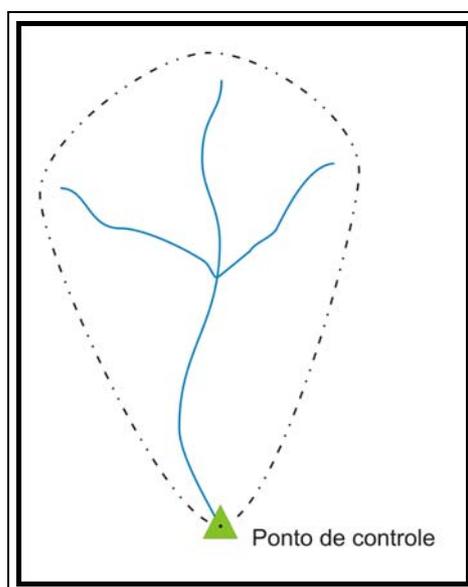


Figura 7.2 – Exemplificação dos Pontos de Controle.

7.1.1 Zona 1

A Zona 1 caracteriza-se, na maior parte, pelas regiões mais altas onde se localizam as nascentes formadoras do rio Preto. Apresentam grande sensibilidade a erosão e degradação e disponibilidade hídrica restrita por estarem nos trechos

iniciais dos corpos hídricos. Esta Zona representa o serviço ambiental mais significativo de recarga dos lençóis freáticos da região.

Ocupa parcialmente as áreas dos Etchiplanos e de quebra do relevo, altitudes entre 1100m e 960m, onde predominam os latossolos.

Na caracterização dos solos existe uma variação na espessura e composição dos mesmos. Os solos mais espessos, nas áreas mais altas, acima de 1000m, ao norte, apresentam textura predominantemente arenosa que lhes confere maior drenabilidade e capacidade de recarga e armazenamento de água.

Por conta da importância desta zona, na sustentabilidade hídrica da bacia, esta deveria ser objeto de critérios mais restritivos, limitando-se a outorga aos 80% da vazão comprometida (Q_{95}), que no caso presente é de aproximadamente 0,24 m³/s.

Outros fatores devem ser contemplados na gestão desta área. A proximidade de nascentes é uma condição de risco que torna o gerenciamento mais complexo e exigente no que concerne à fiscalização, propondo-se a adoção de sistemas de medição de volume de água utilizada. Seria exigência da outorga a instalação de equipamentos específicos de medição e controle.

7.1.2 Zona 2

A Zona 2 fica localizada nos cursos médios dos corpos hídricos, estando inserida em sua maioria nas áreas das Depressões Interplanálticas, desde o baixo São Bernardo até as áreas do alto rio Preto.

São áreas que predominam os latossolos de espessura média, seguidos por cambissolos estabelecidos em altitudes que variam de 960m a 860m.

Esta Zona 2 possui uma vazão média maior que a da Zona 1 e maior regularidade nas vazões, por estar em uma região mais baixa, que recebe, portanto, maior volume de água dos tributários a montante.

Propõe-se para esta área a limitação da outorga em 80% da vazão comprometida (Q_{95}), valor que neste caso é de 1,41 m³/s.

7.1.3 Zona 3

A Zona 3 compreende as áreas a jusante da foz do rio Extrema no rio Preto e da foz do córrego Lamarão no rio Jardim. São as áreas mais baixas da bacia, abaixo da cota 860m, onde as condições de regularidade e disponibilidade de água são melhores.

Propõe-se para esta área a adoção da outorga em 80% da vazão comprometida (Q_{95}), valor que neste caso é de 6,64 m³/s. Isto dá ao tomador de decisão uma flexibilidade no dimensionamento dos perímetros irrigados e certamente haverá maior margem para alocação de outros usos.

A Carta 12 apresenta o mapa do zoneamento do Modelo Geográfico para Gestão de Recursos Hídricos no Distrito Federal assim como a sobreposição das captações compartimentada em cinco faixas de demanda.

Carta 13 - Carta síntese

7.2 Gerenciamento da bacia e aplicação do Modelo

Segundo a ANA (2005a) a razão entre a vazão de retirada para os usos consuntivos e a disponibilidade hídrica, neste caso adotado como 80% da Q_{95} , pode indicar a situação real de utilização dos recursos hídricos e explicitar como que seus recursos devem ser geridos. As faixas de classificação deste índice são consideradas adequadas para o caso brasileiro. Este índice adota a seguinte classificação:

- < 5% - Excelente. Pouca ou nenhuma atividade de gerenciamento é necessária. A água é considerada um bem livre;
- 5 a 10% - A situação é confortável, podendo ocorrer necessidade de gerenciamento para solução de problemas locais de abastecimento;
- 10 a 20% - Preocupante. A atividade de gerenciamento é indispensável, exigindo a realização de investimentos médios;
- 20 a 40% - A situação é crítica, exigindo intensa atividade de gerenciamento e grandes investimentos;
- > 40% - A situação é muito crítica

Tendo-se em conta esses indicadores e aplicando-se o Modelo Geográfico para Gestão de Recursos Hídricos na bacia do rio Preto, considerando o cadastro de usuários de água citado anteriormente e o zoneamento proposto no item anterior tem-se a Carta 13 que espacializa a situação atual da utilização dos recursos hídricos na bacia demonstrando-se a urgência pela aplicação de mecanismos mais eficazes para gestão de seus recursos.

7.2.1 Zona 1

A Zona 1 apresenta o maior desafio na gestão dos recursos hídricos da bacia. Possui o maior fator de uso para os pontos de controle nela posicionados. No total dos 12 pontos de controle, apenas três apresentam uma situação excelente ou

confortável para gestão dos recursos hídricos. São áreas de grande fragilidade ambiental, porém possuem uma grande disponibilidade hídrica (Tabela 7.2):

Tabela 7.2 – Dados de utilização da água na Zona 1

Zona 1		
Ponto de controle	Vazão Consumida (m³/s)	Porcentagem de Uso
1.10	0.0029	1.2
1.2	0.0196	8.2
1.8	0.0207	8.6
1.5	0.0253	10.5
1.11	0.0269	11.2
1.3	0.0461	19.2
1.12	0.0500	20.8
1.4	0.0525	21.9
1.9	0.0563	23.5
1.7	0.0670	27.9
1.6	0.0960	40.0
1.1	0.1158	48.2

Três áreas definidas pelos pontos de controle 1.3, 1.5 e 1.11 estão em uma situação preocupante, onde a atividade de gerenciamento exige investimentos médios, porém indispensáveis.

Para os pontos 1.4, 1.7, 1.9 e 1.12 exigem-se intensas atividades de gerenciamento e grandes investimentos, pois a situação do uso da água é crítica estando entre 15% e 20% do total de 80% da Q₉₅.

Ainda nesta zona 1, existem 2 áreas muito críticas. Possivelmente o conflito pelo uso da água já existe, sendo locais que a gestão dos recursos hídricos é prioridade, por se tratarem de áreas com mais que 40% de uso da vazão disponível (80% da Q₉₅).

Nesta região, Zona 1, deverão ser consideradas e aplicadas práticas conservacionistas do uso do solo, com plantio direto, terraceamentos e uso adequado de insumos agrícolas assim como fertilizantes, tanto de origem sintética, quanto de origem animal. Deve-se ter prioridade nesta Zona 1 as práticas modernas de agricultura que visam a não compactação superficial e sub-superficial, para permitir a infiltração de água.

7.2.2 Zona 2

Na Zona 2, uma área, referente ao ponto de controle 2.3 se encontra em uma situação excelente conforme a classificação da ANA. Nesta área pouca ou nenhuma atividade de gerenciamento é necessária sendo a água considerada um bem livre.

Tabela 7.3 - Dados de utilização da água na Zona 2

Zona 2		
Ponto de controle	Vazão Consumida (m³/s)	Porcentagem de Uso
2.1	0.1900	13.5
2.2	0.2616	18.6
2.3	0.0176	1.2

Nesta zona existem também duas áreas que o uso na agricultura irrigada é intenso, onde mesmo sendo uma área com uma boa disponibilidade hídrica, a atividade de gerenciamento é indispensável, exigindo a realização de investimentos médios, tratando-se, portanto de duas áreas preocupantes para gestão de recursos hídricos.

7.2.3 Zona 3

A Zona 3 é a área de maior disponibilidade hídrica e de menor preocupação para gestão dos recursos hídricos. É a área mais a jusante do rio Jardim na confluência com o rio Preto. Trata-se de uma região excelente para gestão de recursos hídricos e que apresenta um grande potencial para o desenvolvimento regional da agricultura de alta tecnologia.

Tabela 7.4 - Dados de utilização da água na Zona 3

Zona 3		
Ponto de controle	Vazão Consumida (m³/s)	Porcentagem de Uso
3.1	0.1756	2.6

Carta 14 - Carta da Situação Atual do Uso da Água

8 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Tendo-se então a definição do objeto de estudo como um espaço geográfico, onde ocorrem relações físicas, biológicas e sociais definiu-se o Modelo Geográfico como uma representação espacial das relações envolvidas em um espaço geográfico com o meio ambiente.

Trata-se de uma forma de se visualizar propostas para a dinâmica de uso da água de uma bacia, onde se tem por um lado a entrada de dados reais e como saída a interpretação dos aspectos interativos que permitem a espacialização dos problemas a serem observados na gestão dos recursos hídricos.

O estudo possibilitou a visualização da distribuição espacial da disponibilidade hídrica na bacia do rio Preto, com a Zona 1 sendo a mais crítica, ou seja, com menor disponibilidade e maior quantidade de uso percentual, uma vez que a mesma se encontra em regiões de nascentes e importantes para recarga dos aquíferos ali existentes.

Explicita a Zona 2 e 3 como os vetores no desenvolvimento da agricultura irrigada na bacia por contarem com uma maior disponibilidade de água e um uso percentual mais equilibrado com o critério estabelecido. Estas regiões, mais próximas ao exutório da bacia, são regiões com alto potencial de crescimento e desenvolvimento econômico, tendo uma grande vantagem no quesito de disponibilidade hídrica.

Este Modelo possibilitará uma maior eficiência e agilidade no processo de tomada de decisão onde por um lado o produtor entra com a demanda para o uso do manancial (entrada de dados) e o tomador de decisão poderá a partir do aspecto visual, em um mapa, quantificar um volume passível de ser outorgado (saída).

Recomenda-se para melhor aplicabilidade deste modelo o desenvolvimento de programas e planos de educação voltados para o usuário de água, uma vez que o modelo faz-se eficiente a partir da qualidade e consistência dos dados gerados.

Estes dados serão mais consistentes a partir do momento em que a vazão outorgada for a mais próxima possível da real utilizada. Isto pode ser executado a partir de processos de monitoramento e fiscalização inteligentes.

Seriam processos pró-ativos, tendo os produtores como parceiros. Deverão ser aplicados por ciclo de cultura de forma a acompanhar todo um ciclo de produção que, quando bem distribuídos na bacia, possibilitarão uma visão entre o dado declarado e o real a ser aplicado.

Estes pontos de fiscalização e monitoramento devem se alterar a cada ciclo de cultura de forma a atingir uma correlação grande com os dados colhidos nos pedidos de outorga. Os órgãos fiscalizadores deverão se valer também de visitas esporádicas aos locais de captação para verificação da existência de vazamentos ou uso exacerbado em relação ao outorgado.

Outro fator a ser considerado é a medição do volume de água utilizado pelos usuários outorgados. Estas medições podem ser feitas a partir de hidrômetros instalados nas bombas e verificadas leituras juntamente com a fiscalização a cada ciclo de cultura.

Para possibilitar um melhoramento do modelo e o desenvolvimento de novos trabalhos recomenda-se:

- Complementação das bases cartográficas, na mesma escala do modelo, nas áreas dos estados de Goiás e Minas Gerais, a fim de se ter toda a área abrangida pelo modelo com o mesmo nível de informação.
- Utilizar os dados gerados pelas estações pluviométricas e fluviométricas instaladas pela ANA na bacia a partir do primeiro ano hidrológico de funcionamento, com objetivo de calibrar os dados de disponibilidade hídrica na área do modelo.

- Atualizar e manter atualizado os dados cadastrais dos produtores juntamente com os dados das outorgas já concedidas na região.

Portanto, acredita-se que com um conjunto de ações que possibilitem: educação, aplicação das diretrizes propostas por este modelo, monitoramento e realimentação do modelo, a gestão dos recursos hídricos na bacia do rio Preto será viável, ambientalmente sustentável e socialmente justa, permitindo que todos os usuários, independente de qualquer fator antrópico tenha acesso a água.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA.(a). **Disponibilidade e Demandas de Recursos Hídricos no Brasil**. Brasília. 2005. 118 pp. Disponível em: http://www.ana.gov.br/pnrh_novo/documentos/01%20Disponibilidade%20e%20Demandas/VF%20DisponibilidadeDemanda.pdf.

<http://www.ana.gov.br/gestaoRecHidricos/Outorga>,

<http://www.ana.gov.br/gestaoRecHidricos/Outorga/default2.asp>. Acesso em: Outubro de 2005.

AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA.(b). **Seminário o estado da arte na agricultura irrigada e as modernas tecnologias no uso racional na irrigação**. Brasília, 2004. Disponível em www.ana.gov.br . Acesso em Dezembro de 2005.

AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA.(c). **HidroWeb**. Brasília, 2005. Disponível em hidroweb.ana.gov.br. Acesso em fevereiro de 2006.

ALVES P. **Análise das alternativas tecnológicas de irrigação e os conflitos pelo uso da água na Bacia do Rio Preto – Distrito Federal**. Monografia de conclusão de curso, Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Católica de Brasília, Brasília, DF, 2003.

BAPTISTA, G.M.M. **Diagnóstico Ambiental da Perda Laminar de Solos, no Distrito Federal, por meio do Geoprocessamento**. Dissertação de Mestrado, Publicação MTARH.DM-001A/97, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Brasília, Brasília, DF. . 1997.

BERNARDES, **Laudo Papel do governo e da iniciativa privada no desenvolvimento da agricultura irrigada no Brasil**. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE POLÍTICAS DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM. Brasília, Ministério do Meio Ambiente ,1998.

BORROUGH, P. A.; MCDONNELL, R.A. **Principles of geographical information systems**. Oxford, Oxford University Press, 1998.

CÂMARA, G. **Introdução à Ciência da Geoinformação**, in: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/index.html> acessado em 07/01/2006.

CARDOSO da Silva, L. M e MONTEIRO, R. A. **Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos: uma das possíveis abordagens.** Gestão de Águas Doces/Carlos José Saldanha Machado (Organizador). Capítulo V, p. 135-178. - Rio de Janeiro: Interciência. 2004.

CARNEIRO, P.J.R. **Mapeamento Geotécnico e Caracterização dos Materiais Naturais de Construção do Distrito Federal: Uma Base de Dados para o planejamento e Gestão.** Tese de Doutorado, Publicação G.TD-001^a/99, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 1999.

CARNEIRO et. al. **Relatório da Disponibilidade Hídrica da Bacia do rio Preto no Distrito Federal.** Universidade Católica de Brasília. Brasília, 2005.

CARNEIRO et. al. **Evolução do Uso da Água na Bacia do Rio Preto no Distrito Federal.** Universidade Católica de Brasília. Brasília, 2006

CARNEIRO, P.J.R. (Org) **Anais do Seminário Interinstitucional: Rio Preto: Barragens, Dinâmica do Uso do Solo e Recursos Hídricos – Os novos desafios da tecnologia, limites da sustentabilidade e paradigmas educacionais.**, Brasília: Universidade Católica de Brasília, 2003.

CHIAVENATO, I. **Teoria Geral da Administração.** Makron Books, 4^a ed. 1993, p.681.

CHRISTOFIDIS, D. **Recursos Hídricos e Irrigação no Brasil.** Brasília: CDS – Universidade de Brasília, 1999.

CLINE, M.G. **Logic of the new system of soil classification.** Soil Science, Baltimore, US, 1963 in EMBRAPA, 1999.

CODEPLAN, **Atlas do Distrito Federal.** 1^a edição, Governo do Distrito Federal, Brasília, 1984.

CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL. Disponível em: <http://www.senado.gov.br/sf/legislacao/> acessado em 13/04/05.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 que institui a PNRH - Política Nacional de Recursos Hídricos.**

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. **Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000 que cria a ANA - Agência Nacional de Águas.**

CORRÊA, E. A. e GISLER, T. V. **Pedidos Outorga de Direito de Uso de recursos hídricos com a Finalidade de abastecimento Humano e lançamento de Esgotos domésticos in: Manual de Procedimentos para Análise dos Pedidos de Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos.** Brasília: ANA. 2002

CORREIO AGRÍCOLA _____ 1997.

DOLLFUS O. **O Espaço Geográfico.** São Paulo / Rio de Janeiro: DIFEL / Difusão Editorial S.A., 1978.

EITEN. G. **Vegetação do cerrado** In: NOVAES PINTO, M. 1993. Cerrado. Brasília. SEMATEC/EDITORA UnB. 2 edição, 1993.

EITEN, G. **Delimitação do Conceito de Cerrado.** Separata de Arquivos do Jardim Botânico, 1977.

ELETROBRÁS, 1998. **Plano Decenal de Expansão 1999-2008 – GCPS - ELETROBRÁS,** Rio de Janeiro, RJ.

ELMASRI, R., NAVATHE, S. **Fundamental of database systems.** 2nd Edition. Menlo Park, CA: Addison-Wesley, 1997. 873p.

EMATER. www.emater.df.gov.br Acessado em janeiro de 2006.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos** – Brasília: Embrapa Produção de informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999.

EVASO, A. S. **A refuncionalização do espaço.** Experimental, v.3, n.6. 1999.

FARIA, A. **Estratigrafia e Sistemas Depositionais de Grupo Paranoá nas Áreas de Cristalina, Distrito Federal e São João da Aliança, Alto Paraíso de Goiás.** Tese de Doutorado, Instituto de Ciências, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 1995.

FARIA, A. **Programa Cartas Síntese e Estudos de Integração geológica; Mapa geológico. Escala 1:100.000.** Distrito Federal. Brasília. DNPM/UnB, 1997.

FREITAS, M.A.V.(org) **Estado das Águas no Brasil, 2001.** Brasília: Agência Nacional de Águas, 2003.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Food production: the critical role of water.** In: WORLD FOOD SUMMIT. Roma, 1996. Anais... Roma: FAO 1996. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/003/w2612e/w2612e07a.htm#b>> Acesso em: 28 maio 2002.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistical Databases (FAOSTAT), FAOSTAT Agriculture Data, 2000.** Obtido via base de dados FAOSTAT. 1960-1999. Disponível em: <<http://www.fao.org>> Acesso em: 5 nov. 2001.

FUNDAÇÃO RURAL _____ 2004.

GARRIDO, R. J. S. 2001. **Como funciona a Outorga de Direito de Uso da Água.** Folha do Meio Ambiente. Recursos Hídricos. Cultura Viva, Editora Ltda. Agosto, 2001. Brasília – DF. p.23-26.

GRIGG, N. S. **Water Resources Management, Principles, Regulations and Cases.** USA: McGraw-Hill, 1996. 311 pp

HAGETT P. **Locational Analysis in Human Geography.** Londres: Edward Arnold, 1965.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agropecuário de 1995.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em 08 de janeiro. 2006.

IESA – Companhia Internacional de Engenharia S.A. **Estudo de Impacto Ambiental da UHE – Queimado.** Brasília, 1993.

KELMAN, J.. **Gerenciamento de Recursos Hídricos: Outorga e Cobrança.** Anais do XII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Vitória – ES. 1997.

KELMAN, J. **Outorga e cobrança de Recursos hídricos**. In: THAME, Antonio Carlos de Mendes. A cobrança pelo uso da água. São Paulo: IQUAL, Instituto de Qualificação e Editoração LTDA, 2000. p. 93-113.

MALDANER, V. I. **Análise dos conflitos do uso da água na bacia hidrográfica do rio Preto no DF**. Dissertação de Mestrado, Universidade Católica de Brasília, Brasília – DF, 2003.

MAGUIRE, D., M. GOODCHILD and D. RHIND (ed.). **Geographical Information Systems**. London, Longman, 1991.

MARTINELLI, M.; PEDROTTI, M. (2001) **A cartografia das unidades de paisagem: questões metodológicas**. Revista do Departamento de Geografia, n. 14, p. 39-46.

MAURIZ, T., **Avaliação Preliminar de dados Hidrológicos para Outorga do Uso da Água em Pequenas Bacias Hidrográficas**. Monografia de conclusão de curso, Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Católica de Brasília, Brasília, DF, 2005.

MIRANDA, E. E. de; (Coord.). **Brasil em Relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2006.

MORAES R. C. A. **Geografia: Pequena História Crítica**. São Paulo: Hucitec, 1999, 138p.

MOREIRA, R. **Sobre a educação ambiental**. Boletim Campo-grandense de Geografia, Campo Grande 1986.

MOREIRA R. **O que é Geografia**. São Paulo: Brasiliense, 1994. 17ª impressão, 2000, 113p.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU, **Agenda 21**, Rio de Janeiro, 1992.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU, _____, 1997.

RIBEIRO, L. B. **A incorporação do conceito de sistema na Ciência da Informação**. Dissertação de Mestrado IBICT e UFRJ, 1993.

SANTOS M.[A] **A natureza do Espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção.** São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2002, (Coleção Milton Santos; 1), 392p.

SANTOS M. [B] **O país distorcido.** São Paulo: Publifolha, 2002, 221p.

SANTOS M. [C] **Por uma Geografia Nova: Da Crítica da Geografia a uma Geografia Crítica.** São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2002, (Coleção Milton Santos; 2), 392p.

SANTOS, M. [D] **Técnica, espaço, tempo: globalização e meio técnico - científico informacional.** São Paulo, Hucitec. 1994.

SEMATEC/IEMA-DF. **Inventário Hidrogeológico e dos Recursos Hídricos Superficiais do Distrito Federal.** Distrito Federal: SEMATEC/IEMA, Brasília 1999.

SILVA JÚNIOR, M.C.da & FELFILI, J.M.. **A vegetação da Estação Ecológica de Águas Emendadas.** Brasília. SEMATEC/IEMA, 1996.

SILVEIRA, Carlos (Org) (2004) **Água e Energia Elétrica** in: www.cf.org.br/cf2004/aguaeenergia.doc acessado em janeiro de 2006.

SOLATI, E., LEMOS, H. M. de, SOLATI, E. **Água e o Desenvolvimento Sustentável** in: **Águas Doces do Brasil.** São Paulo: Escrituras Editora. 1999.

RODRIGUES, Fernando. **Custos e Benefícios da Irrigação no Brasil.** Revista ITEM: Irrigação e Tecnologia Moderna. Brasília. ABID. Ed. no 41. Junho de 1990.

TESTEZLAF, R., MATSURA E. e CARDOSO J. **Importância da irrigação no desenvolvimento do agronegócio.** São Paulo: EMPRESA JÚNIOR DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, Faculdade de Engenharia Agrícola, UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, julho, 2002.

10 ANEXO FOTOGRÁFICO

BACIA DO RIO PRETO - DF

ANEXO FOTOGRÁFICO
BACIA DO RIO PRETO - DF



Foto 1 – Concreções Lateríticas (Ponto 2).



Foto 2 – Aspectos da vegetação incidente na bacia (Ponto 3).



Foto 3 – Alto Rio Preto (Ponto 4)



Foto 4 – Alto Rio Preto, pecuária (Ponto 4)



Foto 5 - Alto Rio Preto, mata ciliar degradada (Ponto 4).



Foto 6 - Alto Rio Preto, Canal comunitário - São José (Ponto 4).



Foto 7 – Armazém próximo ao NR São José.



Foto 8 – Feição de Cerrado degradado (Ponto 5).



Foto 8 – Feição de Cerrado degradado/preservado (Ponto 5).



Foto 8 – Concreções Lateritas e Neossolos (Ponto 5).



Foto 9 – Marco de concreto DER/DF-100 (Ponto 5).



Foto 10 – Processos Erosivos pontual (Ponto 6).



Foto 11 – Afluente, rib. Barro, ao rio Extrema (Ponto 6).



Foto 12 – Perfil do solo com resquícios de metaslito (Ponto 6).



Foto 13 – Cambissolo protegido por capim (Ponto 7).



Foto 14 – Rib. Extrema, cruzamento com DF-310 (Ponto 7).



Foto 15 – Rib. Extrema, cruzamento com DF-310, vista para montante (Ponto 7).



Foto 16 – Rib. Extrema, cruzamento com DF-310, vista para jusante (Ponto 7).



Foto 17 – Rib. Extrema, cruzamento com DF-100.



Foto 18 – Rib. Extrema, cruzamento com DF-100, detalhe da placa.



Foto 19 – Rib. Extrema, cruzamento com DF-100, vista para montante.



Foto 20 – Rib. Extrema, cruzamento com DF-100, contribuições laterais.

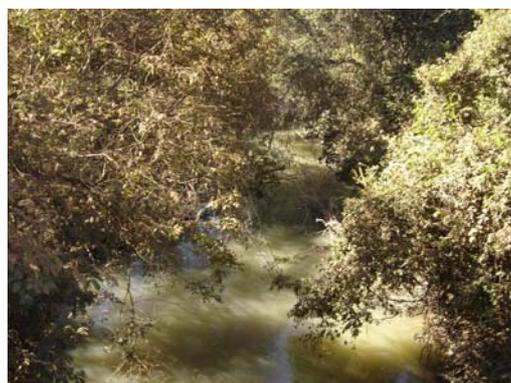


Foto 21 – Rib. Extrema, cruzamento com DF-100, vista para jusante.



Foto 22 – Rio Jardim, vista para montante (Ponto 8).

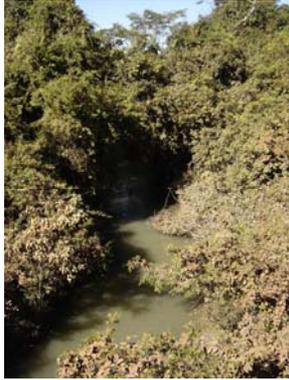


Foto 23– Rio Jardim, vista para jusante (Ponto 8).



Foto 23– Rio Jardim, vista para montante (Ponto 9).

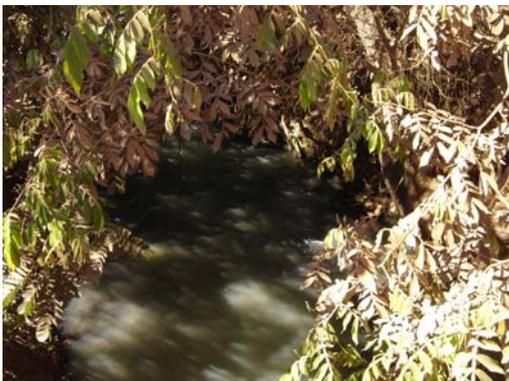


Foto 25– Rio Jardim, vista para jusante (Ponto 9).



Foto 26– Depósito, silo e agroindústria Bomguy (Ponto 10).



Foto 27 - Escritório EMATER NR Rio Preto.



Foto 28 – Placas indicando o licenciamento da barragem no rio Extrema, LI.



Foto 29 – Aspecto produtivo do NR Rio Preto.



Foto 30 – Rib. Extrema, vista para montante (Ponto 11)



Foto 31 – Rib. Extrema, vista para jusante (Ponto 11)



Foto 32 – Rib. Extrema, vista para montante, detalhe de lixo jogado no rio (Ponto 11)



Foto 33 – Áreas com Buritis na margem esquerda do Rib. Extrema.



Foto 34 – Associação dos Produtores Rurais do rio Preto.



Foto 35 – Cooperativa NR rio Preto.



Foto 36 – Pivô central no NR rio Preto.



Foto 37 – Áreas de nascentes (Ponto 12)



Foto 38 – Processo erosivo nas margens do Rib. Extrema.



Foto 39 – Trigo irrigado por Pivô-central (aspersão voltada para baixo – Ponto 13)) .



Foto 40 – Trigo irrigado por Pivô-central (equipamento moderno e novo – Ponto 13).



Foto 41 – Aves em solo hidromórfico barrado, formando um açude (Ponto 14).



Foto 42 – Pivô-central em funcionamento (Ponto 14).



Foto 43 – Pivô-central em funcionamento (Ponto 14).



Foto 44 – Captação de água para o funcionamento do pivô-central (Ponto 14).



Foto 45 – Detalhe do tubo de captação de água no rio Preto, vista para montante (Ponto 14).



Foto 46 – Rio Preto, vista para jusante (Ponto 14).



Foto 47 – Área alagada por captação de água do solo hidromórfico por drenos superficiais



Foto 48 – Drenos de água superficial do solo.



Foto 49 – Agrovila Lamarão



Foto 50 – Agrovila Lamarão



Foto 51 – Agrovila Lamarão, reforma no canal comunitário.



Foto 52 – Núcleo Rural PAD-DF.



Foto 53 – Entrada para o Núcleo rural São José (Ponto 1)



Foto 54 – Panorâmica da quebra da chapada do Pipiripau para a bacia do rio preto.



Foto 55 – Panorâmica da quebra da chapada do Pipiripau para a bacia do rio preto.



Foto 56 – Plantação em pivô-central e correção do solo com calcário (Ponto 3).



Foto 57 – Plantação de sorgo (Ponto 3).



Foto 58 – Feições de relevo da bacia do ri Preto (Ponto 5).



Foto 59 – Cambissolo protegido por capim (Ponto 7).



Foto 60 – Plantação de trigo irrigada por pivô-central (Ponto 13).