

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Campus de Rio Claro

Washington Mendonça Moragas

ANÁLISE DOS SISTEMAS AMBIENTAIS DO ALTO RIO CLARO –
SUDOESTE DE GOIÁS: CONTRIBUIÇÃO AO PLANEJAMENTO E GESTÃO

Rio Claro (SP)
2005

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Campus de Rio Claro

ANÁLISE DOS SISTEMAS AMBIENTAIS DO ALTO RIO CLARO –
SUDOESTE DE GOIÁS: CONTRIBUIÇÃO AO PLANEJAMENTO E GESTÃO

Washington Mendonça Moragas

Orientador: Prof. Dr. Archimedes Perez Filho
Co-Orientador: Prof. Dr. Iraci Scopel

Tese de Doutorado elaborada junto ao
Programa de Pós-Graduação em Geografia-
Área de Concentração: Organização do
Espaço, para obtenção do Título de Doutor
em Geografia

Rio Claro (SP)
2005

551.46 Moragas, Washington Mendonça
M827a Análise dos sistemas ambientais do alto rio Claro –
Sudoeste de Goiás: contribuição ao planejamento e gestão /
Washington Mendonça Moragas. – Rio Claro : [s.n.], 2005
226 f. : il., fots., gráfs., mapas, quadros

Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista,
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Orientador: Archimedes Perez Filho
Co-orientador: Iraci Scopel

1. Hidrografia. 2. Bacia hidrográfica. 3. Sistemas físicos-
ambientais. 4. Planejamento ambiental. I. Título.

A todos os meus antepassados;
Papai e Mamãe;
Victor Emanuel, Rosana e William.
Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que representa todo o universo, muito obrigado;

A mamãe Fátima, papai Werter e ao maninho William, pelo apoio, mesmo de longe;

À esposa Rosana e ao filhão Victor Emanuel, pelo apoio e entendimento da minha ausência e por auxiliarem a compreender o sentido da vida;

Ao orientador Prof. Dr. Archimedes Perez Filho e ao co-orientador Prof. Dr. Iraci Scopel, pelas sugestões, correções e, principalmente, por acreditarem no meu potencial;

Aos diletos mestres que outrora contribuíram muito e são para mim referências: Profa. Dra. Vera Lúcia Salazar Pessoa, Profa. Dra. Beatriz Ribeiro Soares, Prof. Dra. Marilena de Oliveira Schneider, Prof. Dr. Sylvio Luiz Andreozzi e Prof. Dr. Octavio Freire;

À companheira de pós e de departamento, Zilda de Fátima Mariano, pelas “trocas de figurinhas”;

Aos professores companheiros do Campus de Jataí da UFG, aos que passaram e aos que permanecem, pela colaboração de diversas formas, em especial agradeço à Ieda, Sandro Cristiano, Ronan, Luiz Carlos, Dimas, Hildeu, Lucimar, Luciana, Silvia e Marco Aurélio;

Aos mais que companheiros de campo e gabinete, Oziel e Carlos Danilo, obrigado pelo grande apoio;

Aos ex-alunos Neusa e Volnan pela referência de força de vontade em serem geógrafos;

Aos colaboradores da AGIM, em especial à Sra. Luiza e ao Sr. Sebastião pelo empréstimo de material, e ao Sr. Marcelo da CPRM, pela disponibilização dos dados de pluviosidade e vazão;

Aos colaboradores e amigos do Departamento de Monitoramento Ambiental da Agência Goiana de Meio Ambiente, em particular o Sr. Eurivan, Sr. Rodrigo, às funcionárias e aos motoristas;

Aos funcionários do Campus de Jataí, da Secretaria e da Biblioteca;

Aos bolsistas do projeto dos Areais, em especial a Raquel e Marluce;

Às secretárias da Seção Pós-Graduação do IGCE e aos colaboradores da pós-graduação em Geografia: Maíca, Arnaldo, Rosana e Inajara;

Aos bibliotecários da Unesp de Rio Claro e Presidente Prudente, pelo grande auxílio;

Às amigas surgidas e cristalizadas na pós de Presidente Prudente e Rio Claro, que são muitas, mas, em especial, Luiz Eduardo, Ronaldo, Vera Lúcia, Rubens Hardt;

Aos muitos amigos que emprestaram um pouco do seu tempo para ouvir meus anseios e dúvidas sobre o trabalho e as coisas da vida, em especial, Alex Vattri, Sabrina, Hélia Cristina, Cláudia Görden, Edmilson e Maria de Jesus, e professores César Leal, João Osvaldo e Sandra Pitton;

Ao Sylvio e à Dona Anita, por darem mais que apoio logístico, por abrirem as suas portas, hospedarem-me em seus lares, e pela amizade;

Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia e à Unesp, pela oportunidade de poder crescer;

A todos que, de uma forma ou de outra, contribuíram para a conclusão deste trabalho, o meu muitíssimo obrigado.

SUMÁRIO

Índice.....	v
Índice de Abreviaturas e Siglas	vii
Índice de Figuras.....	ix
Índice de Fotos	xi
Índice de Quadros.....	xii
Resumo.....	xiv
Abstract.....	xv
Epígrafe	xvi
1 – Introdução.....	17
2 – Fundamentação Teórica.....	21
3 – Procedimentos Metodológicos.....	75
4 – Caracterização dos Sistemas Físicos-Ambientais e Sócio-Econômicos.....	99
5 – Uso da terra em 1963/67 e 2001: manutenção e modificações de uso	136
6 – Capacidade de uso da terra e conflitos de uso	147
7 – Dinâmica hídrica no ACBHRC e aspectos qualitativos	156
8 – Considerações finais e propostas	190
9 – Referências Bibliográficas	195
10 – Anexos.....	209
11 – Apêndice.....	214

ÍNDICE

1 – Introdução	17
2 – Fundamentação Teórica.....	21
2.1 – Evolução e importância do paradigma sistêmico em pesquisas geográficas.....	21
2.1.1 – A complexidade dos sistemas.....	24
2.1.2 – Os sistemas nos estudos geográficos.....	25
2.1.2.1 – Caracterização dos sistemas nos estudos geográficos.....	27
2.1.2.2 – Abordagem sistêmica no planejamento.....	30
2.1.2.3 – A bacia hidrográfica como um sistema.....	31
2.2 – Planejamento e Gestão de Bacia Hidrográfica.....	33
2.2.1 – Planejamento e gestão de bacias hidrográficas ou de recursos hídricos?.....	36
2.3 – Bases históricas, institucionais e legais do planejamento e gestão dos recursos hídricos no Brasil.....	41
2.4 – A importância dos parâmetros de qualidade da água e comportamento hídrico na bacia hidrográfica para o planejamento.....	49
2.4.1 – Aspectos relacionados aos parâmetros de qualidade da água.....	51
2.4.2 – Tipos e características da poluição química, física e biológica.....	59
2.5 – Aspectos referentes ao comportamento hidrológico da bacia hidrográfica.....	59
2.6 – Geoprocessamento como ferramenta para o planejamento e gestão do território e bacias hidrográficas.....	62
2.6.1 – Modelos como representação da realidade espacial.....	66
2.7 – Importância da classificação das terras pelo sistema de capacidade de uso para o planejamento ambiental e dos recursos hídricos.....	68
3 – Procedimentos Metodológicos.....	75
3.1 – Localização e caracterização da área de pesquisa.....	75
3.2 – Materiais e equipamentos utilizados.....	76
3.3 – Metodologia do trabalho.....	79
3.3.1 – Levantamento de informações sócio-econômicas.....	79
3.3.2 – Levantamento e mapeamento das informações físico-ambientais e do uso da terra do ACBHRC.....	80
3.3.3 – Classificação das terras no sistema de capacidade de uso.....	83
3.3.4 – Sistematização e cruzamento dos Planos de Informação.....	87
3.3.5 - Organização e processamento dos dados de pluviosidade, vazão, temperatura, balanço hídrico e parâmetros de qualidade da água.....	91
4 – Caracterização dos Sistemas Físico-Ambientais e Sócio-Econômicos.....	99
4.1 – Tipos litológicos presentes no ACBHRC	99
4.2 – Aspectos regionais do relevo e suas particularidades no ACBHRC.....	106
4.3 – Caracterização dos grupos de solos no ACBHRC.....	114
4.4 – Cobertura e formações vegetais no Estado de Goiás e no ACBHRC.....	118
4.5 – Caracterização climática regional e do ACBHRC.....	120
4.6 – Breve histórico e contextualização sócio-econômica da região.....	126
5 – Uso da terra em 1963/67 e 2001: manutenção e modificações de uso.....	136
6 – Capacidade de uso da terra e conflitos de uso.....	147

7 – Dinâmica hídrica e aspectos qualitativos no ACBHRC.....	156
7.1 – Comportamento das vazões diárias no ACBHRC - síntese mensal e anual.....	157
7.2 – Síntese dos dados de pluviosidade e excedente/deficiência hídrica.....	168
7.2.1 – Pluviosidade.....	168
7.2.2 – Balanço hídrico.....	170
7.3 – Análise comparativa entre as variáveis pluviosidade, excedente/deficiência hídrica e vazão	172
7.4 – Possibilidade da utilização das variáveis pluviosidade e excedente/deficiência hídrica para construção de modelos preditivos de vazão.....	182
7.5 - Aspectos da qualidade da água no ACBHRC	185
8 – Considerações finais e propostas.....	190
9 – Referências bibliográficas.....	195
10 – Anexos.....	209
11 – Apêndice.....	214

Índice de Abreviaturas e Siglas

µscm	Microcime por centímetro
ACBHRC	Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Claro
AGIM	Agência Goiana de Desenvolvimento Industrial e Mineral
ANA	Agência Nacional de Águas
BIRD	Banco Interamericano de Desenvolvimento
CAD	Capacidade de Água Disponível
CAJ	Campus Avançado de Jataí
CCAB	Centro de Ciências Agrárias e Biológicas
CEEIBH	Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas
CESP	Companhia Energética de São Paulo
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CTC	Capacidade de Troca Catiônica
CV	Coefficiente de Variação
DBO5 a 20°C	Demanda Bioquímica de Oxigênio em 5 dias a 20° Centígrados
DISME	Distrito de Meteorologia
DMA	Departamento de Monitoramento Ambiental
DNAE	Departamento Nacional de Águas e Energia
DNAEE	Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
DP	Desvio Padrão
DQO	Demanda Química de Oxigênio
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ETA	Estação de Tratamento de Água
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
ETM	Enhanced Tamatic Mapper
FAO	Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação
GPS	Global Positioniny System
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IHS	Intensidade, Matiz e Saturação
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
LEGAL	Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico
LP	Licença Prévia
MAXVER	Máxima Verossimilhança
mg/l	miligrama por litro
mg/l Pt	Miligrama de platina por litro
MNT	Modelo Numérico do Terreno
MO	Matéria Orgânica
NMP	Número Mais Provável
NO	Não Observado
°C	Grau Centígrado
ONG	Organização Não-Governamental
ONU	Organização das Nações Unidas
PCH	Pequena Central Hidroelétrica

PI	Plano de Informação
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
POLOCENTRO	Programa de Desenvolvimento dos Cerrados
PRH	Planos de Recursos Hídricos
R ²	Coefficiente de Determinação
REM	Radiação Eléctro-Magnética
RGB	Red, Green and Blue
SANEAGO	Saneamento de Goiás S/A
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SIRH	Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos
SNGRH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
TDS	Sólidos Totais Dissolvidos
TGS	Teoria Geral dos Sistemas
UFG	Universidade Federal de Goiás
UNT	Unidade de turbidez – nefelométrica
UTM	Universal Transversa de Mercator
VA	Virtualmente Ausente

Índice de Figuras

Figura 1 – A árvore da qualidade total da água.....	56
Figura 2 – Localização do Alto curso do rio Claro inserida na bacia do rio Claro, em Goiás e no Brasil	77
Figura 3 – Etapas para produção dos mapeamentos temáticos	91
Figura 4 – Distribuição dos postos pluviométricos, fluviométricos e ponto de amostragem da qualidade da água no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do rio Claro	93
Figura 5 – Etapas para análise das variáveis hídricas	96
Figura 6 – Litologias do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do rio Claro – SW/Goiás	102
Figura 7 – Formações litológicas, porcentagem e área de ocorrência no ACBHRC	103
Figura 8 – Hipsometria do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do rio Claro – SW/Goiás	110
Figura 9 – Classes hipsométricas, porcentagens e áreas de ocorrência no ACBHRC	111
Figura 10 – Classes de declividade, porcentagens e áreas de ocorrência no ACBHRC	111
Figura 11 – Declividades Alto Curso da Bacia Hidrográfica do rio Claro – SW/Goiás	113
Figura 12 – Solos do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do rio Claro – SW/Goiás	115
Figura 13 – Classes de solos, porcentagens e áreas de ocorrência no alto curso da Bacia do rio Claro.....	116
Figura 14 – Temperatura média mensal estimada e observada dos postos de monitoramento Pluviométrico	122
Figura 15 – Temperatura média anual dos postos (1980-2001) no ACBHRC.....	123
Figura 16 – Pluviosidade média mensal dos postos de monitoramento (1980-2001).....	124
Figura 17 – Pluviosidade média anual nos postos de monitoramento (1980-2001)	126
Figura 18 – Pluviosidade média mês de julho nos postos de monitoramento (1980-2001) ...	128
Figura 19 – Pluviosidade média mês de janeiro nos postos de monitoramento (1980-2001)	129
Figura 20 – Uso da Terra em 1963/67 do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Claro - SW- Goiás.....	137
Figura 21 – Classes de Uso da Terra em 1963/67.....	138
Figura 22 – Uso da Terra em 2001 do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Claro - SW- Goiás.....	140
Figura 23 – Classes de Uso da Terra em 2001.....	141
Figura 24 – Manutenção e modificações do Uso da Terra em 1963/67 e 2001.....	142
Figura 25 – Classes de manutenção e modificações do Uso da Terra em 1963/67 e 2001.....	143
Figura 26 – Classificação de Terras no Sistema de Capacidade de Uso do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do rio Claro –SW Goiás.....	148
Figura 27 – Classes de Capacidade de Uso da Terra.....	149
Figura 28 – Inadequabilidade de Uso da Terra no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do rio Claro SW – Goiás.....	152
Figura 29 – Classes de inadequabilidade de uso no ACBHRC.....	153
Figura 30 – Dispersão dos valores observados, utilizados no modelo e os preditos pela regressão linear múltipla	157
Figura 31 – Comportamento diário da vazão no posto Ponte do rio Claro de 1972 a 1981....	159
Figura 32 – Comportamento diário da vazão no posto Ponte do rio Claro de 1982 a 1991....	160
Figura 33 – Comportamento diário da vazão no posto Ponte do rio Claro de 1992 a 2001....	161
Figura 34 – Comportamento diário da vazão no posto Ponte do rio Claro de 1972 a 2001....	163
Figura 35 – Distribuição das freqüências das vazões por classe.....	165

Figura 36 – Curva de permanência das vazões diárias do posto do rio Claro.....	165
Figura 37 – Volume de água captada pela Saneago para distribuição em Jataí-GO.....	167
Figura 38 – Comportamento mensal da pluviosidade no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do rio Claro - SW - Goiás (1972 a 1981).....	175
Figura 39 – Comportamento mensal dos excedentes/deficiência hídrica no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do rio Claro - SW- Goiás (1972 a 1981).....	175
Figura 40 – Comportamento mensal da vazão no posto do rio Claro (1972 a 1981).....	175
Figura 41 – Comportamento mensal da pluviosidade no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do rio Claro - SW - Goiás (1982 a 1991).....	177
Figura 42 – Comportamento mensal dos excedentes/deficiência hídrica no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do rio Claro - SW- Goiás (1982 a 1991).....	177
Figura 43 – Comportamento mensal da vazão no posto do rio Claro (1982 a 1991).....	177
Figura 44 – Comportamento mensal da pluviosidade no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do rio Claro - SW-Goiás (1992 a 2001).....	178
Figura 45 – Comportamento mensal dos excedentes/deficiência hídrica no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do rio Claro -SW-Goiás (1992 a 2001).....	178
Figura 46 – Comportamento mensal da vazão no posto do rio Claro (1992 a 2001).....	178
Figura 47 – Comportamento mensal da vazão no posto do rio Claro (1972 a 2001).....	179
Figura 48 – Comportamento médio mensal da pluviosidade no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do rio Claro - SW- Goiás (1972 a 2001).....	180
Figura 49 – Comportamento médio mensal dos excedentes/deficiências hídricas no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do rio Claro -SW-Goiás (1972 a 2001).....	181

Índice de Fotos

Foto 1 - Coleta de água do rio Claro para análise da qualidade da água.....	98
Foto 2 - Técnico anotando os resultados obtidos por instrumentos de mensuração em campo	98
Foto 3 - Vista parcial das escarpas da Serra do Caiapó	108
Foto 4 - Relevo plano da chapada e detalhe da borda da cuesta do Caiapó ao fundo	108
Foto 5 - Terraceamento sendo realizado em terreno arenoso para cultivo agrícola	154
Foto 6 - Processo de voçorocamento em solo muito arenoso com pastagem	154
Foto 7 - Área de cultivo agrícola em uma vertente inclinada sem terraceamento	155

Índice de Quadros

Quadro 1 – Bases para gerenciamento dos recursos hídricos.....	37
Quadro 2 – Princípios básicos para gestão dos recursos hídricos.....	39
Quadro 3 – Principais usos e finalidades dos recursos hídricos.....	50
Quadro 4 – Tipos de alteração dos parâmetros de qualidade da água.....	52
Quadro 5 – Classes de enquadramento dos corpos hídricos e possibilidade de destinação....	54
Quadro 6 – Tipos de alteração dos corpos hídricos e suas principais conseqüências.....	55
Quadro 7 – Procedimentos em planejamentos que podem ser utilizados pelos SIG.....	65
Quadro 8 – Resumo de alguns tipos de modelos utilizados e seus potenciais de resposta....	69
Quadro 9 – Grupos e tipos de uso da Classificação dos Sistemas de Capacidade de Uso.....	73
Quadro 10 – Subclasses e respectivas limitações de capacidade de uso das terras agrícolas.	74
Quadro 11 – Municípios componentes da Bacia do rio Claro, população e condição de inserção.....	76
Quadro 12 – Julgamento para determinar a capacidade de uso das terras agrícolas.....	84
Quadro 13 – Classificação e atribuição de notas para valores de pH e V(%)......	85
Quadro 14 – Classificação e atribuição de notas para valores de CTC e MO	85
Quadro 15 – Classificação da fertilidade aparente em função do enquadramento nos intervalos de notas	85
Quadro 16 – Valores atribuídos para a infiltração em relação ao tipo de solo	86
Quadro 17 – Valores atribuídos para infiltração em relação ao tipo de declive	86
Quadro 18 – Intervalos para enquadramento dos critérios de deflúvio	87
Quadro 19 – Síntese dos julgamentos para estabelecimento das classes e sub-classes da Capacidade de Uso das Terras agrícolas	88
Quadro 20 – Classificação do tipo do terreno e declividade correspondente	89
Quadro 21 – Estabelecimento do conjunto de classes para indicar os conflitos de uso da terra do ACBHRC	90
Quadro 22 – Localização e informação dos postos e estações pluviométricas utilizadas	94
Quadro 23 – Localização e informação das estações fluviométricas utilizadas	95
Quadro 24 – Formações litológicas que ocorrem no ACBHRC	101
Quadro 25 – Temperaturas médias mensais estimadas e observadas nos postos de monitoramento pluviométrico utilizados na pesquisa	122
Quadro 26 – Pluviosidade anual, Média, Desvio Padrão e Coeficiente de Variação dos postos monitorados.....	127
Quadro 27 – Evolução da produção de soja no Brasil, Centro-Oeste e Sudoeste de Goiás, de 1970 a 2000/01.....	131
Quadro 28 – Área colhida dos principais produtos agrícolas em Jataí (1970 a 2000).....	132
Quadro 29 – Município de Jataí (GO) – uso da terra em 1967.....	133
Quadro 30 – Município de Jataí (GO) – uso da terra em 1977.....	133
Quadro 31 – Município de Jataí (GO) – uso da terra em 1997.....	134
Quadro 32 – Resumo do modelo de regressão linear múltipla para preenchimento de falhas da estação Ponte do rio Claro, considerando o período de dados 1974 a 1988.	156
Quadro 33 – Intervalos de classe e respectivas freqüências das vazões médias diárias encontradas no posto Ponte do rio Claro.....	164
Quadro 34 – Tempo de permanência das vazões no posto rio Claro – ACBHRC.....	166
Quadro 35 – Vazões mensais e anuais no posto do rio Claro – ACBHRC (1972-2001).....	169

Quadro 36 – Precipitações médias mensais e anuais no ACBHRC (1972-2001).....	171
Quadro 37 – Excedentes e deficiências hídricas médias mensais e anuais no ACBHRC (1972-2001).....	173
Quadro 38 – Resumo do modelo de regressão criado pelo software Statistica 5.5 para o período de 1972-2001 (valores mensais de pluviosidade e vazão).....	183
Quadro 39 – Resumo do modelo de regressão criado pelo software Statistica 5.5 para o período de 1972-2001 (valores mensais de excedência/deficiência hídrica e vazão).....	184
Quadro 40 – Resultados das análises do ponto n° 1 – Ponte Jataí – Perolândia GO-050.....	186
Quadro 41 – Resultados das análises do ponto n° 2 – Fazenda Campos Elísios.....	187
Quadro 42 – Resultados das análises do ponto n° 3 – Captação de água para a ETA.....	188
Quadro 43 – Resultados das análises do ponto n° 4 – 500m após a emissão de efluentes da ETE.	189

Resumo

Análise dos sistemas ambientais do alto rio Claro - Sudoeste de Goiás:
contribuição ao planejamento e gestão.

O uso da terra no alto curso da bacia do rio Claro foi consideravelmente modificado a partir da década de 1970, com a utilização dos Latossolos em relevos planos e suave ondulados pela agricultura mecanizada de grãos. Para compreender a dinâmica de ocupação da bacia hidrográfica e seus reflexos na qualidade e quantidade da água do rio Claro foram processados dados de uso da terra de 1963/67 e 2001, bem como dados físicos-ambientais por meio de ferramentas de geoprocessamento. Foram também utilizados dados de pluviosidade, vazão e balanço hídrico para verificar o comportamento hídrico do rio Claro e análises de alguns parâmetros para determinar a qualidade da água. As classes de capacidade de uso predominantes foram a III e VI, com 48,35% e 34,5%, respectivamente. O principal conflito de uso identificado foi a utilização de áreas muito susceptíveis a erosão com atividade pecuária. O comportamento das vazões indica ligeira queda dos volumes médios diários e mensais. Com relação à qualidade da água, os índices coliformes e turbidez são os mais preocupantes. São urgentes políticas e ações efetivas, governamentais e da sociedade, na busca de alternativas de uso do território que não sejam conflitantes com a capacidade de suporte dos ambientes e sejam, ao mesmo tempo, social e economicamente viáveis.

Palavras-chave: bacia hidrográfica; sistemas ambientais; planejamento e gestão ambiental

Abstract

Analysis of the environmental systems in the high of Claro River –
Southwest of Goiás: subsidy to planning and management

The soil use in the high course on the watershed of Claro River has been considerably modified since the 1970-decade with the usage of the Latosol and the plane and gentle-undulated relief waved by the mechanized agriculture of grains. In order to understand the dynamics of the watershed occupation and its effects on the quality and quantity in Claro River water data of soil usage was processed from 1963/67 and 2001, as well as, physical-environmental data through geoprocessing instruments. Also, pluviosity data, flow and hidric balance were utilized to verify the hidric conduct of Claro River and analysis of some parameters for determining its water quality. The predominant classes of land use capability were the III and IV kind, with 48,35% and 34,5% respectively. The main conflict of use identified was the usage of very susceptible erosion areas with cattle activity. The flow conduct shows brief decrease in the monthly and daily volumes. When it comes to water quality, coliformes and turbidity are facts with the deepest concern. Political, governmental and society effective actions are urgent to seek the alternatives of territorial use which are not disagreeing with the supportive capacity of the environment and are at the same time societal and economic practicable.

Key-words: watershed; environmental systems; environmental planning and management;

1 – INTRODUÇÃO

A humanidade surgiu em um período recente, considerando a idade da Terra, e desde o seu início o uso de recursos naturais é condição indispensável para a sobrevivência humana. Com o passar do tempo, o ser humano tem aperfeiçoado o uso dos recursos naturais construindo objetos, obras e engenhos cada vez mais complexos. Os produtos da transformação da natureza podem ser visualizados em toda parte: nas vestimentas, nas residências, nos utensílios domésticos, nos meios de transporte, numa infinidade de lugares e objetos.

O crescimento populacional dos seres humanos e o aumento dos padrões de consumo de determinados grupos fazem com que se torne mais intensa a exigência de recursos naturais. Contudo, o estoque de material que pode ser utilizado não se repõe naturalmente, ou sua reposição é consideravelmente lenta para a escala da vida humana. O exemplo disso são os solos férteis e os combustíveis fósseis. Os recursos naturais renováveis, como o ar e a água, também precisam de condições favoráveis para que isto ocorra.

Com a premência dos recursos naturais, urge administrá-los muito bem, aproveitando-se ao máximo sem, entretanto, causar prejuízo significativo para as próximas gerações. Este aspecto é, certamente, um dos maiores desafios da sociedade atual, uma vez que, nesse contexto, as ações de planejar e gerenciar os recursos de forma racional, (levando-se em conta a racionalidade econômica, social e ambiental) são procedimentos que conduzem ao desenvolvimento sustentável.

Diante da crescente demanda por recursos naturais, a água é uma das mais requeridas, não apenas para a fisiologia humana, mas também nas atividades em que são produzidos os alimentos e outros componentes necessários para manutenção do padrão de vida atual.

A bacia hidrográfica é uma unidade de investigação muito interessante para analisar o comportamento sistêmico das variáveis naturais e das intervenções antrópicas. Sua relevância como unidade de pesquisa, de planejamento e gestão deve-se à possibilidade de visualização mais concreta das inter-relações de pluviosidade, litologia, geomorfologia, solos, temperatura, vegetação, uso da terra, vazão, dentre outros componentes do meio físico, biológico e antrópico, bem como da mensuração da multiplicidade de fluxos de matéria e energia que se dão no interior da bacia hidrográfica, e dela com os sistemas externos, nos quais ela se encontra inserida.

Reconhecida universalmente como unidade ideal para administrar os recursos hídricos, a bacia hidrográfica tem sido também muito utilizada nas avaliações referentes aos impactos

antropogênicos¹ no ambiente que também afetam na organização social, econômica e política de uma região.

Como na natureza existe um profundo e complexo inter-relacionamento de suas componentes, as alterações dos elementos por causas naturais ou decorrentes das intervenções humanas repercutirão no re-ordenamento das variáveis dos outros elementos do sistema.

Compreender determinadas características, fluxos e organizações dos elementos no sistema bacia hidrográfica, significa poder propor medidas que resultem em melhor utilização, de forma geral, dos recursos disponíveis relacionados à bacia. Com isso, maximizar as qualidades intrínsecas desses recursos, dentro do contexto atual e futuro, baseados no desenvolvimento sustentável, faz-se absolutamente necessário.

A disponibilidade de água em quantidade e qualidade adequadas para as diversas demandas é imprescindível para a qualidade de vida do ser humano. Também pode interferir no crescimento e na dinâmica regional, configurando-se como fator limitante ou potencial de expansão sócio-econômica.

O binômio quantidade e qualidade da água não pode ser dissociado para uso no sistema ambiental e sócio-econômico, ou seja, não basta ter quantidade adequada para determinado fim; é preciso ser de qualidade satisfatória para esta finalidade.

Os motivos, que têm acarretado o aumento da demanda de água no planeta Terra, são vários, tais como: 1) crescimento exponencial da população mundial; 2) aumento da necessidade de água nos processos industriais; 3) alto padrão de consumo dos países desenvolvidos; 4) aumento da irrigação na produção agrícola.

Como paradoxo do crescente uso dos recursos naturais, tem-se inserido cada vez mais resíduos no ambiente, que, direta ou indiretamente, prejudicam a qualidade da água, decorrente dos mesmos motivos que levam à necessidade por mais água.

A forma de apropriação e organização do espaço pela sociedade é variável fundamental na oferta e demanda da água. Áreas intensamente antropizadas, como o meio urbano, requerem grande volume hídrico para satisfazer à multiplicidade de necessidades criadas por este modo de vida. Em contrapartida, o volume de resíduos sólidos e efluentes urbanos produzidos no uso doméstico, industrial e comercial, são mais complexos, diversificados e concentrados, o que dificulta o processo de tratamento e depuração natural da água.

¹ Impacto antropogênico é utilizado neste trabalho como resultado das intervenções humanas no ambiente, ao invés de impacto ambiental, o qual se entende que sejam impactos gerados pela própria natureza (Christofolletti, 1999).

Em áreas predominantemente rurais, os cultivos, as pastagens e a vegetação natural absorvem parte da água do sistema hidrológico. Nas lavouras, principalmente, o processo produtivo gera resíduos em grande parte químicos (agrotóxicos e fertilizantes) que, juntamente com os sedimentos erodidos, são transportados pelo ar e pela água e poluem os corpos d'água. Na criação de animais, a demanda de água é significativamente menor. Todavia, os resíduos orgânicos podem também comprometer outros usos da água, como a criação de animais, especialmente os decorrentes da suinocultura.

No sudoeste de Goiás, os municípios de Santa Helena de Goiás, Rio Verde e Jataí, inseridos numa região de agricultura pronunciada e de crescimento agro-industrial incipiente, ilustram as dificuldades quanto ao gerenciamento de recursos naturais, especialmente os recursos hídricos.

O município de Santa Helena possui extensas áreas de lavoura de algodão, soja e milho, aproveitando as características geomorfológicas e pedológicas favoráveis. Entretanto, o forte avanço da agricultura eliminou quase 100% das reservas florestais, até mesmo matas ciliares são raras, e o uso crescente de agroquímicos na agricultura vem impossibilitando o consumo seguro de água pelos habitantes desta área.

A área urbana de Rio Verde freqüentemente enfrenta racionamento de água, em decorrência do aumento da demanda domiciliar, industrial e agrícola (pivôs de irrigação), que, nos últimos vinte anos, teve expressivo aumento. A qualidade da água também é prejudicada pelos dejetos industriais e contaminantes de lavouras, de aviários e da suinocultura.

Em Jataí, o abastecimento público é realizado captando a água do rio Claro; os efluentes, em parte tratados, são também dispostos neste rio.

Da mesma forma, Jataí tem sofrido sazonalmente com a qualidade e quantidade de água: no período das chuvas, o grande volume de sedimentos adicionado aos cursos d'água dificulta o tratamento da água; na época de estiagem as concentrações de organismos patogênicos e poluentes das lavouras, aliada à baixa oferta de água, também dificulta a distribuição de água na cidade. No período seco os habitantes de determinados setores da área urbana de Jataí convivem com racionamentos de água que chegam a vários dias, devido à diminuição da vazão do rio Claro e ao aumento das demandas urbanas. No período das chuvas, decorrente da demora no tratamento e limpeza dos filtros.

A bacia hidrográfica do rio Claro, tributária da bacia do Paranaíba, possui aproximadamente 13.500 km². O alto curso da bacia hidrográfica do rio Claro (ACBHRC), com mais de 4.860 km², estende-se parcialmente pelos municípios de Caiapônia, Mineiros, Perolândia e Jataí, sendo que os dois últimos possuem área urbana dentro desta delimitação.

Nos fóruns locais, a partir de discussões com ambientalistas, representantes eletivos, secretários municipais, responsáveis pela empresa concessionária de água e esgoto e comunidade acadêmica têm surgido várias questões a respeito da qualidade e quantidade de água ofertadas, especialmente, para o abastecimento urbano em Jataí.

A proposição desta tese, nasce, então, da necessidade de informações atualizadas do quadro físico-ambiental do ACBHRC, analisados sob o enfoque integrado dos sistemas, para auxiliar o planejamento e gestão do território e, conseqüentemente, dos recursos hídricos, utilizando ferramentas dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e da estatística.

Neste sentido, o objetivo geral do trabalho é compreender a interação dos elementos dos sistemas ambientais do alto curso da bacia do rio Claro. Os objetivos específicos são:

- a) caracterizar a sub-bacia por meio de levantamentos e mapeamentos do sistema físico-ambiental e do uso do terra;
- b) identificar e mapear as potencialidades e limitações do uso agrícola da sub-bacia, utilizando o Sistema de Classificação da Capacidade de Uso da Terra;
- c) inter-relacionar as informações obtidas por meio de ferramentas de geoprocessamento, para aprofundar a compreensão do sistema da bacia hidrográfica;
- d) identificar a qualidade da água mediante monitoramento em determinados trechos e em sazonalidades diferentes;
- e) caracterizar o comportamento hidrológico da sub-bacia para ampla aplicação em planejamento e gestão ambiental/territorial;
- f) apontar diretrizes para auxiliar o poder público e a sociedade na gestão racional e democrática da bacia hidrográfica.

As hipóteses que nortearam o trabalho foram as seguintes:

- 1) o alto curso da bacia do rio Claro possui áreas com vulnerabilidades ambientais que estão sendo sobre-utilizadas pelas atividades econômicas existentes;
- 2) as formas de ocupação e aproveitamento dos recursos naturais no alto curso da bacia do rio Claro têm-se refletido na baixa qualidade dos recursos hídricos e alteração do regime hidrológico, com diminuição das vazões.

Espera-se que as orientações contidas neste trabalho sirvam para maximizar a qualidade ambiental e minimizar os impactos negativos dos usos antrópicos dos recursos naturais do alto rio Claro.

2 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 – Evolução e importância do paradigma sistêmico em pesquisas geográficas

Em vários campos da ciência são discutidos e adotados paradigmas teóricos que orientam pesquisas e a produção do conhecimento. Esse modelo teórico-filosófico inicial é representado por um conjunto de idéias, pressupostos e leis corroborados por pesquisadores que retroalimentam o paradigma fundamental, ampliando sua capacidade de aprofundar incessantemente o conhecimento. Como os paradigmas se utilizam de determinados embasamentos teórico-filosóficos e empregam um conjunto de metodologias e instrumentos, são, de certa forma, limitados e, por isso, fazem surgir outros paradigmas com outras bases que permitem evoluir na busca das demandas criadas ou apontadas pela sociedade.

Um novo paradigma representa, então, um outro ponto de vista para analisar os objetos de estudo. Para isso, podem ser necessários outros encadeamentos lógicos que não aqueles correntemente utilizados, levando a outras respostas, assim como, pode também ser necessário utilizar instrumentos específicos para a análise do objeto.

A **ciência moderna** nasce no bojo dos ideais iluministas, após o período medieval, por meio do processo de rompimento com o paradigma teológico. Daí é possibilitado o seu surgimento, congregando paulatinamente as concepções de vários pensadores como Galileu, Bacon, Descartes, Newton, dentre outros.

Apesar de ser considerada moderna em virtude do desenvolvimento científico vertiginoso que esse paradigma possibilitou, ela também é conhecida como **clássica** devido aos seus métodos tradicionais de investigação concebidos no seio das emergentes Ciências Naturais. Este modelo de ciência surge a partir do século XVI e se estrutura até o início do século XX, momento do ápice da visão cartesiana do mundo, em que o **Positivismo** representa a principal corrente teórico metodológica.

As proposições dos principais expoentes deste paradigma científico, como Descartes e Newton, afirmam que a natureza é regida por leis mecânicas; por conseguinte, o funcionamento do universo é comparado a uma máquina, mais precisamente a um relógio mecânico. Tal entendimento leva o meio científico no século XX a também considerar a ciência moderna como **mecanicista**.

Os campos científicos, baseados na concepção mecanicista, reforçam a fragmentação do todo em partes desconexas, como forma de desenvolver um aprofundamento e conseqüente especialização científica. Entretanto, este modelo, baseado numa abordagem analítica e reducionista, impossibilita a compreensão da estrutura e funcionamento do todo, ficando o objeto limitado às relações de causa e efeito. Dessa forma, a ciência com métodos clássicos tenta explicar os fenômenos a partir de unidades elementares independentes, fragmentadas de outras unidades.

Dadas as limitações, verificadas por cientistas desde as formulações iniciais da ciência moderna, passa-se a se ter necessidade de um conjunto de idéias que abarque melhor os objetos analisados. A **Teoria Geral dos Sistemas** (TGS) surge como um paradigma alternativo e é apresentada ao mundo na década de 1930 por Ludwig Von Bertalanffy. Apesar de outros pesquisadores, em momentos anteriores, discutirem aspectos vinculados a este paradigma, o autor da Teoria Geral dos Sistemas teve o mérito de organizar uma fundamentação teórica e filosófica consistente.

Pelas proposições de Bertalanffy (1973), a teoria dos sistemas poderia ser o instrumento ideal para analisar elementos, estruturas e processos, fornecendo modelos pautados na integração de elementos que pudessem ser utilizados em variados campos do conhecimento científico. O autor argumentava ainda que seria possível, a partir de um corpo teórico único, integrar várias ciências, fossem elas naturais, econômicas ou sociais, atingindo objetivamente pontos que permaneciam subjetivos na concepção mecanicista.

A denominação **sistêmica** é associada ao entendimento do funcionamento orgânico da natureza, ou seja, um organismo que desempenha funções de forma integrada e interdependente. Para Bertalanffy (1973:25), um sistema poderia ser definido como “um conjunto dos elementos em interação”. O paradigma sistêmico se orienta não somente pela hierarquização dos níveis mas pela integração destes níveis em um todo. Para isso, torna-se necessário estabelecer o entendimento sobre formas, estruturas, funções, fluxos e armazenagem de energia e matéria.

Os sistemas biológicos e físicos são expressivamente trabalhados por Bertalanffy, que alicerça suas idéias em preceitos da física, particularmente, na segunda lei da termodinâmica.

Entretanto, o paradigma alternativo, representado pela TGS, não foi aceito de imediato pela comunidade científica, que o considerava ainda incipiente para contrapô-lo ao paradigma vigente.

Com o final da Segunda Guerra Mundial o mundo passa por interessante período de fervilhamento de idéias e concepções, facilitando, assim, a troca de informações e a busca de ampliação do conhecimento.

Paulatinamente, a abordagem sistêmica ganha espaço no meio científico. Sua expressão na ciência geográfica vem com o surgimento, na década de 1950, da Nova Geografia (*New Geography*) e da Geografia Teorética, correntes teórico-metodológicas da Geografia imbuídas das idéias sistêmicas, especialmente a Nova Geografia, ambas relacionadas aos métodos quantitativos (matemático-estatísticos), para explicação dos fenômenos desta ciência.

O paradigma sistêmico de ciência se concretiza como alternativo ao modelo dominante da ciência moderna/mecanicista em função da valorização da noção de “totalidade”, isto é, a explicação dos fenômenos baseada na interação das unidades elementares para se compreender o todo numa visão holística², baseada na estrutura e nos processos existentes.

Um novo modelo científico não substitui por completo o anterior; ele é assimilado por membros da comunidade científica, que o identifica como mais adequado para desenvolver-se pesquisas e chegar-se a resultados que, normalmente, não se alcançariam com o antigo modelo. Este outro caminho teórico metodológico surge justamente da limitação dos modelos existentes, que não conseguem resolver os problemas apresentados pela sociedade de uma determinada época.

Atualmente, o modelo sistêmico de ciência vem sendo reforçado gradativamente por cientistas de várias áreas que buscam um novo viés de pensamento em suas pesquisas. A teoria da informação é um exemplo de avanço teórico metodológico que, conjuntamente com os desenvolvimentos técnicos da informática, auxilia nos estudos de sistemas complexos organizados no campo da física, biologia, psicologia, cibernética, dentre outros.

Esta integração de várias áreas demonstra uma das características importantes do paradigma sistêmico: a necessidade da inter, multi, transdisciplinaridade, das áreas do conhecimento para analisar determinado objeto.

Importante salientar que as duas abordagens não são antagônicas, devendo ser consideradas apenas sob diferentes ângulos, caminhos, abordagens, ou mesmo distintas lentes, para se observar um objeto, uma realidade e buscar ampliar o conhecimento sobre este objeto.

² visão holística se caracteriza como visão ampla e integrada dos elementos de um conjunto (CHRISTOFOLETTI, 1999)

2.1.1 – A complexidade dos sistemas

Como existe uma grande interação de elementos organizados, em uma estrutura bastante peculiar em cada sistema, torna-se difícil compreendê-lo como um todo, principalmente nos estudos geográficos. Entretanto, podem-se criar modelos (conceituais, teóricos, gráficos, matemáticos, estatísticos, etc.), que representem as estruturas e funções fundamentais do sistema analisado. O estudo da complexidade dos sistemas pode auxiliar nessa ‘modelização’ de um determinado fenômeno geográfico.

Com a evolução dos conceitos, motivada por muitos estudos com abordagem sistêmica, a atenção volta-se para situações de complexidade, nas quais intervém um grande número de elementos cuja ordenação e estrutura eram, por vezes, desconhecidas. O ponto de interrogação em diversos campos está na definição do comportamento de fenômenos a longo prazo (GONDOLO, 1999).

Para iniciar a compreensão dos sistemas complexos, algumas definições são necessárias, como de organização, ordem, unidade, totalidade e de complexidade, segundo as contribuições de Christofolletti (1999) e Gôndolo (1999).

A organização do sistema se estabelece quando há interdependência dos elementos que se ajustam em função das modificações dos outros elementos. Esta adaptação para cumprimento dos objetivos do sistema, bem como a capacidade de resistir frente às perturbações caracteriza-o como bem organizado.

A definição de ordem assenta-se na regularidade e confiabilidade de um determinado sistema retornar a um estado anterior após alterações. A idéia de ordem de um sistema é proporcional à improbabilidade dele sofrer entropia³, ou seja, quanto menor a probabilidade de entropia mais ordenado é o sistema.

A unidade pode ser entendida como o que é único, sem partes componentes, o que não significa que pode ser entendido como simples. A totalidade se distingue da unidade por ser uma entidade com várias partes, em que cada uma tem funções específicas, dando uma estrutura e função diferentes das unidades componentes.

A característica de complexidade pode ser atribuída ao sistema quando ele possuir alto grau de heterogeneidade dos componentes e funções dos elementos e seus atributos. A complexidade acaba por explicitar o não conhecimento dos níveis de interação entre os

³ O termo entropia significa a perda da capacidade de um sistema em realizar trabalho como apresentado pela Segunda Lei da Termodinâmica (GONDOLO, 1999).

atributos sendo possível, entretanto, apenas entender a estrutura e funcionamento ‘geral’ do sistema (Christofolletti, 1999).

O comportamento de sistemas climáticos, geomorfológicos e sociais, por exemplo, é complexo, pois inter-atuam um grande número de variáveis ou atributos que, a longo prazo, seria impossível prever. Qualquer alteração dos elementos, estruturas ou fluxos poderia alterar significativamente o resultado ‘final’ das interações.

O comportamento complexo dos sistemas sociais também pode ser explicado pelos mecanismos de não linearidade, em que um ou vários membros da sociedade influenciam outros, podendo desencadear processos no sistema de forma inesperada e aleatória (PRIGOGINE, 1986).

Bertalanffy (1973) e Prigogine (1986), esclarecem que a evolução e o comportamento da sociedade humana não pode ser reduzida às leis da física ou outra ciência natural; contudo, existem muitas correlações entre as áreas da ciência. O segundo autor ainda complementa que “como estruturas que mudam em consequência de ações individuais, talvez seja na sociedade humana que a interação entre as unidades e a estrutura global sejam mais claras” (PRIGOGINE, 1986:95).

Os modelos criados por pesquisadores como imitação simplificada da realidade, foram idealizados como forma de entender o comportamento complexo e dinâmico desses sistemas, também formados por partes componentes, elementos e seus atributos ou variáveis. Mediante o estudo desse conjunto em interação é que se pode estimar ou predizer possíveis cenários.

2.1.2 – Os sistemas nos estudos geográficos

As características inerentes à Geografia como ciência são bastante favoráveis à utilização da abordagem sistêmica, uma vez que este ramo do conhecimento utiliza-se de interfaces dos meios físico, antrópico e biótico, com o intuito de compreender como se dá a organização espacial dos fenômenos.

Entretanto, como bem colocou Monteiro (2000), os fundamentos teóricos da Geografia ressaltam a essência do fato geográfico gerado pelo jogo relacional de complexas “combinações” entre as diferentes “esferas” componentes do globo terrestre que, no entanto, contrapõem-se à estrutura curricular caracterizada por abordagens “separadas” de cada uma

das esferas. Essas constatações, feitas pelo referido autor, na década de 50, ainda estão presentes e têm orientado a formação dos profissionais, que pensam e fazem a ciência geográfica, o que desemboca em geografias marcadamente analíticas, parciais, que não levam em conta o jogo de relações dos fatos e fenômenos existentes na superfície terrestre.

Importante salientar que, dentro do campo da Geografia, as abordagens integrativas vêm sendo estabelecidas já há algum tempo, mas sem o 'rótulo' sistêmico, pois este paradigma científico não estava teoricamente formulado. Ressalte-se a participação dos naturalistas do século XIX, como Humboldt, Richthofen e Ritter, dentre outros, que, por meio da observação, associações e comparações passam a esboçar os fundamentos do conceito de paisagem (*landschat*). A cristalização da idéia de paisagem está dentro da perspectiva de integração dos elementos que a compõe, formando um todo individualizado por suas características intrínsecas. Muitos pesquisadores revisaram o conceito de paisagem ao longo do tempo, mas não fugindo desta concepção inicial.

A inserção da concepção sistêmica na Geografia mundial ocorre com Strahler na década de 1950, posteriormente, aprofundada por Hack, Chorley e Howard, na década de 60 do século XX, período em que surgem as contribuições sobre geossistemas com os trabalhos de Sotchava e Bertrand (CHRISTOFOLETTI, 1980).

A teoria dos sistemas foi introduzida nos Estados Unidos e a junção desta corrente teórica com os métodos quantitativos derivou em outra forma de abordagem da Geografia, como: a substituição da descrição da paisagem pela matematização de suas componentes; a substituição da morfologia da paisagem pela tipologia de padrões espaciais e a complementação das pesquisas de campo por procedimentos em laboratórios por meio de computadores (ROSA, 1995).

As referências mais fortes para a Geografia brasileira são Sotchava, Bertrand, Tricart e Monteiro, com clara tendência à escola européia. Entretanto, na abordagem norte-americana do paradigma sistêmico, baseada na Nova Geografia, destacam-se os pesquisadores Chorley e Christofolletti.

No Brasil, em meados da década de 1970, a **Geografia Crítica**, alicerçada na análise **histórico-dialética** passa a dominar os certames científicos, o que levou ao distanciamento da abordagem sistêmica no País. Talvez, isso tenha ocorrido em função do posicionamento ideológico daquele momento histórico, com o não amadurecimento teórico epistemológico do meio acadêmico da época, a ponto de não realizar aprofundamentos das discussões sobre a colaboração deste paradigma para a Geografia (Rodrigues, 2001). Da mesma forma, por

considerá-la associada à corrente teórica quantitativista que, naquele momento, disputava espaço quanto ao modelo adequado para a compreensão do objeto da Geografia, os adeptos da Geografia Crítica entendiam também que a Geografia Quantitativa servia para justificar e auxiliar as ações do Capital e do Estado em detrimento da sociedade, particularmente dos marginalizados.

2.1.2.1 – Caracterização dos sistemas nos estudos geográficos

Para Haigh (1985), citado por Christofolletti (1999) sistema é:

Uma totalidade que é criada pela integração de um conjunto estruturado de partes componentes, cujas inter-relações estruturais e funcionais criam uma inteireza que não se encontra implicada por aquelas partes componentes quando desagregadas. (HAIGH, 1985, citado por CHRISTOFOLETTI, 1999:5).

Um sistema pode ser dividido, de acordo com suas partes componentes, em elementos, atributos ou variáveis e por suas relações, tanto internas ao sistema, quanto externas a ele. Caracterizar um sistema é o primeiro passo para individualizá-lo perante o universo em que ele está inserido.

Segundo Christofolletti (1979, 1980, 1999), os sistemas podem ser diferenciados por vários critérios; dois dos mais importantes são: estrutura e funcionalidade. Em termos de funcionalidade podem ser divididos em sistemas isolados e não-isolados, e estes se subdividem em sistemas fechados e abertos.

No campo do conhecimento geográfico quase todos os sistemas são não-isolados e abertos. O ambiente externo também interage com um determinado sistema; quando o sistema é fechado ocorre baixa interação com o ambiente; nos abertos, os fluxos e as relações se desenvolvem de forma mais intensa.

Os mecanismos de retroalimentação ou *feedback*, característicos dos sistemas; são processos que, desencadeados por um acontecimento, geram uma seqüência de ações que interferem no objeto ou fato inicial (CHRISTOFOLETTI, 1979). Os mecanismos de retroalimentação possuem maior ou menor grau de independência com relação aos estímulos externos, que desencadeiam processos seguidos de auto-ajustagem de todo sistema, podendo ser entendidos como um circuito causal fechado.

As características de um sistema podem ser analisadas a partir de seus objetivos, finalidades e propósitos, que envolvem alteração ou transformação de massa, energia ou informação (GONDOLO, 1999).

Um exemplo desta interação e complexidade é dada por Christofolletti (1999), com relação ao conceito de **ecossistema**, definido como sendo área multi-escalar relativamente homogênea de organismos, interagindo com seu ambiente em fluxos de interação vertical. A comunidade dos seres vivos constitui o componente principal que se interliga com os elementos abióticos do *habitat*.

Além dos ecossistemas, os **geossistemas** também representam entidades de organização do meio ambiente. Sotchava (1977) introduziu o termo geossistema com a preocupação de estabelecer uma tipologia aplicável aos fenômenos geográficos. Para o autor, a principal concepção do geossistema é a conexão da natureza com a sociedade, pois, embora os geossistemas sejam fenômenos naturais, todos os fatores econômicos e sociais influenciam sua estrutura e funcionalidade.

Bertrand (1972) coloca ainda que o geossistema deve ser entendido como situado numa determinada porção do espaço, sendo o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos, que fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução.

Rodrigues (2001) coloca, em seu artigo sobre os geossistemas, que esta teoria:

faz parte de um conjunto de tentativas ou de formulações teórico-metodológicas da Geografia Física, surgidas em função da necessidade de a Geografia lidar com os princípios de interdisciplinaridade, síntese, com a abordagem multiescalar e com a dinâmica, fundamentalmente, incluindo-se prognoses... (RODRIGUES, 2001, p.72)

Para Christofolletti (1999), geossistemas representam a organização espacial resultante da interação dos elementos físicos e biológicos da natureza. Entretanto, para esse autor, o termo **sistema ambiental** é representado espacialmente na superfície terrestre, funcionando pela interação areal dos fluxos de matéria e energia dos seus componentes, sendo mais amplo e de uso mais flexível para abordagens sistêmicas na geografia física do que o termo geossistema.

A **ecodinâmica** também utiliza a abordagem sistêmica dos elementos da natureza como fundamentação teórico-filosófica. Tricart (1977) apoia-se na dinâmica do ambiente, principalmente da interação litosfera/pedósfera, para orientar averiguações e determinar os meios estáveis, os intergrades e meios fortemente instáveis. Nos meios estáveis a evolução do

modelado ocorre lentamente e a pedogênese se estrutura com maior tempo devido às condições do meio, como clima, vegetação, declividade, ação antrópica e tectônica, dentre outras. Os meios intergrades são caracterizados pelo aspecto da transição entre os estáveis e os instáveis, ou vice-versa. Nos meios fortemente instáveis ocorre que a morfogênese predomina sobre a pedogênese, onde há maior transporte e deposição do que evolução da profundidade e amadurecimento do solo.

Apesar de ser geralmente considerada à parte nas análises sistêmicas com objetivos geográficos, o sistema sócio-econômico exerce um papel fundamental para uma abordagem integrada da realidade.

Particularmente no período atual, em que as ações humanas são tão intensas, as decisões tomadas localmente podem ser rapidamente absorvidas pelo sistema sócio-econômico e derivadas a outros sistemas rapidamente afetados. Um único acontecimento pode re-orientar processos e, numa escala global modificar substancialmente os sistemas terrestres.

Sobre a importância dos sistemas sócio-econômicos, Christofolletti (1999) argumenta que:

os aspectos e os processos dos sistemas sócio-econômicos são controlados pelos atributos culturais, sociais, econômicos e tecnológicos do grupamento humano, da sociedade em seu conjunto ou de suas classes sociais, pois não é apenas a quantidade ou a densidade de pessoas que se torna significativa, mas a qualidade potencial desses seres (CHRISTOFOLLETTI, 1999:45)

Mas, por que existe uma significativa dificuldade em introduzir a concepção sistêmica nas pesquisas geográficas, se as características das ciências geográficas facilitam a opção pelo paradigma sistêmico?

Talvez, um dos motivos esteja baseado no arraigamento do paradigma dominante na Geografia, ainda hoje, frente às proposições de mudanças em termos teórico-metodológicos. Em decorrência disto, as estruturas curriculares dos cursos de Geografia mantêm-se fortemente tradicionais, particularmente no Brasil.

As disciplinas acadêmicas também não privilegiam a análise sistêmica, pois os conteúdos programáticos são orientados para a visão fortemente analítica, e daí seguem para uma síntese estanque com tímidas interações, dentro de uma mesma escala de trabalho. Desta forma, os profissionais formados por currículos fragmentados irão reproduzir fragmentações em suas abordagens, seja no ensino ou na pesquisa. Para tentar superar este problema é necessária a discussão, em nível nacional, do currículo básico do curso de Geografia. A ausência de fóruns de discussões específicos, para temáticas relacionadas à utilização dos

sistemas, pode ser também um obstáculo à maior aproximação da Geografia com este paradigma.

Mesmo com o incipiente aprofundamento da abordagem dos sistemas no campo geográfico, existem tentativas dos profissionais, particularmente da Geografia Física em trabalharem esta concepção. Na área da Geografia Humana são muito superficiais as análises integrativas do tipo sistêmicas, talvez pela opção mais freqüente de outras abordagens, como a dialética marxista.

Entretanto, CÂMARA, et al. (2001:12) cita que Milton Santos, ao conceituar o espaço, em momentos distintos da sua trajetória, apresenta uma significativa aproximação com o paradigma sistêmico quando argumenta que: “o espaço é um sistema de fluxos e fixos” (1978); em outra obra coloca que: “o espaço é organizado pelas relações de forma, função, estrutura e processo” (1985) e, mais recentemente, Santos (1996) afirma que “o espaço é um sistema de objetos e um sistema de ações”.

Essa abordagem de um representante da corrente marxista não deve ser entendida como contraditória. Capra (1982) já havia identificado a idéia de totalidade e integração dos elementos em textos de Engels e Marx, mesmo que relativa a aspectos do modo de produção e organização social.

Essas inserções demonstram a característica multi-facetada do paradigma sistêmico, podendo ser abordado por encaminhamentos metodológicos distintos e, ainda assim, na busca do entendimento das relações de fluxos entre elementos componentes, ou seja, o estudo de comportamentos dinâmicos no tempo e no espaço.

2.1.2.2 – Abordagem sistêmica no planejamento

Uma área bastante interessante para aplicação de modelos sistêmicos é a do planejamento, tanto ambiental quanto regional, pois convergem necessariamente para aspectos integrativos em termos multi-temáticos e multi-escalares.

Para análise dos sistemas ambientais ligados ao planejamento, Christofolletti (1999) detalha três temas que devem ser abordados pelos geógrafos: dos recursos naturais, da modelagem econômica regional e do desenvolvimento sustentável.

A utilização dos recursos naturais passa a configurar um problema quando o nível de exploração e o montante de resíduos são superiores às cargas assimiláveis pelo sistema ambiental. O estudo dos fluxos de extração e disposição dos resíduos devem passar, no caso, a serem objetos de modelagem para que sejam estabelecidos limites de segurança para ambos, considerando as particularidades dos sistemas ecológicos, físico e sócio-ambientais (CHRISTOFOLLETTI, 1999).

A temática da modelagem econômica regional torna-se relevante frente aos importantes aspectos da economia e demografia a serem considerados em sistemas ambientais. Os modelos econômicos regionais ganharam força na década de sessenta em todo mundo, fruto de variações nos contextos políticos e econômicos que levaram à necessidade de melhor controlar importantes macro variáveis envolvidas, tais como: oferta e demanda de recursos, tecnologia, capital, mão-de-obra, mercado em escalas regionais, etc.. As variáveis ambientais, entretanto, foram levadas em consideração apenas recentemente, em decorrência da falha de interação dos fluxos (*input/output*) demográficos e econômicos para o meio ambiente (CHRISTOFOLETTI, 1999).

A gênese do desenvolvimento sustentável surge com as preocupações e debates ocorridos no fim da década de sessenta e início da de setenta do século XX. Ambientalistas, cientistas e demais setores da sociedade de vários países temiam a perda prematura da qualidade de vida dos habitantes do planeta, em decorrência do rápido processo de industrialização, tecnificação e crescimento populacional, com conseqüente exploração de recursos e ampliação geométrica do volume de resíduos.

O objetivo político representado pelo desenvolvimento sustentável está estabelecido no tripé do crescimento econômico, desenvolvimento humano e conservação ambiental. Entende-se que o desenvolvimento sustentável parte do princípio de racionalização do uso dos recursos de toda ordem: naturais, econômicos, humanos, produção de resíduos, etc, para que, com isso, possa deixar riquezas às futuras gerações, especialmente econômicas e ambientais, pelo menos nos mesmos patamares do que os atuais.

Considerando as três temáticas destacadas por Christofolletti (1999), a bacia hidrográfica concilia os itens mais significativos descritos pelo referido autor e pode ser amplamente trabalhada pela Geografia com a abordagem dos sistemas.

2.1.2.3 – A bacia hidrográfica como um sistema

Numa visão fisiográfica, a bacia hidrográfica pode ser entendida como área drenada por uma rede de canais influenciada por diversas características topográficas, litológicas, tectônicas, de vegetação, dentre outras. Mas a bacia hidrográfica representa um complexo sistema integrado de inter-relações ambientais, sócio-econômicas e políticas.

Esse recorte analítico e metodológico é um interessante objeto para explicação didática de um sistema em que os subsistemas ou partes componentes poderiam ser identificados como vertentes abruptas, vertentes suaves, calha do rio, etc.. Em cada um destes, o fluxo de matéria e energia se comporta de forma diferente em função da variação de suas características como: declividade, cobertura vegetal, tipo de solo, litologia, orientação das vertentes, etc.. (ARGENTO, 2002). O fluxo de matéria que entra pelo sistema pode ser considerado em termos da precipitação pluviométrica com conseqüente infiltração ou escoamento lateral, podendo transportar sedimentos até a calha do rio, que também concentra o fluxo hídrico até sair deste sistema, alimentando, assim, outro sistema (outra bacia hidrográfica, lago ou o mar). A energia que entra pode ser considerada em termos de luz e calor emitidos pelo sol, gravitacional do corpo terrestre e cinética, decorrente do impacto da gota da chuva, transporte do sedimento e do vento.

A bacia hidrográfica, como unidade de pesquisa, planejamento e gestão, vem ganhando espaço nos segmentos científicos e sócio-políticos, como reflexo da mudança de paradigma, que, anteriormente, era setorial e fragmentada, passando para uma abordagem multitemática e integrada.

A intervenção antrópica no sistema bacia hidrográfica pode se dar de diversas formas, mas basta a substituição da vegetação natural para implantação de pastagem que vários processos são iniciados para auto-ajustagem das formas e, conseqüentemente, dos fluxos que interagem na bacia hidrográfica. A mudança no uso da terra pode resultar em inúmeras conseqüências como: erosão em sulcos, alteração da forma das vertentes e taludes, assoreamento dos cursos d'água, mudança do nível de base dos cursos d'água, diminuição da qualidade da água, alteração do ritmo e da vazão do curso d'água, dentre outras. Os problemas advindos desta intervenção podem ser maiores se houver demanda de água para atividades econômicas ou abastecimento de assentamentos humanos.

Os resultados das interações de causa e efeito dos vários elementos componentes da bacia, inclusive os assentamentos humanos, são expressivamente claros em análises dos parâmetros de qualidade da água, bem como, da vazão e comportamento hidrológico do curso d'água principal.

Contudo, parte das ações que interferem na bacia hidrográfica, de forma indireta, são construídas ou formalizadas fora do ambiente da bacia, como as políticas setoriais em nível regional, nacional e global. As decisões sobre os preços de produtos agrícolas e industriais, incentivos para a produção e abertura de áreas cultiváveis, dentre inúmeras outras, geralmente são tomadas distantes da área da bacia mas afetam, significativamente, a forma de uso e ocupação da terra de uma determinada bacia hidrográfica.

Pode-se considerar os sistemas ambientais físico-ecológico e sócio-econômico como os dois principais sistemas terrestres. No recorte analítico e metodológico da bacia hidrográfica, em qualquer escala, invariavelmente, estarão presentes esses grandes sistemas em interação. Por isso, a importância em trabalhar e compreender a bacia hidrográfica.

Existe muita flexibilidade na individualização de um sistema que pode ser estudado por muitas óticas. A mesma bacia hidrográfica pode ser a área física de vários pesquisadores, entretanto, a 'decomposição' do sistema em partes componentes e a adoção de variáveis importantes pode ser diferente para um geógrafo, hidrólogo, biólogo, agrônomo, gestor público, ou outros. Isto se explica pela infinidade de sistemas que atuam sobre a bacia, daí, a necessidade de integração de profissionais de várias áreas em estudos interdisciplinares.

2.2 – Planejamento e gestão de bacia hidrográfica

O planejamento, como técnica administrativa moderna, pode ser caracterizado como um processo cíclico que segue determinado rigor no emprego de racionalidade e ação, gerando soluções e propostas continuamente, mediante objetivos claros (ALMEIDA, 1993). Conforme este mesmo autor, basicamente duas vertentes de planejamento são utilizadas: a de demanda e a de oferta. Enquanto uma perspectiva se pauta nas características da demanda e como satisfazê-la por meio de ações, serviços e produtos, a segunda perspectiva busca adequar e colocar seus produtos, serviços e ações existentes para serem aproveitadas.

No início do século XX, procedimentos sistematizados, baseados no planejamento, eram aplicados no intuito de colaborar com tomadas de decisão. Entretanto, foi na década de 30 do referido século que os procedimentos se tornaram mais efetivos nas ações sobre o meio físico e sócio-econômico. Utilizava-se, à época, análises baseadas no custo-benefício. Esse conceito de análise evoluiu e passou a ser aplicado nas instituições dos Estados Unidos na década de 50 e, posteriormente, em todo o mundo.

O planejamento também pode ser entendido como um conjunto de instrumentos orientadores/facilitadores de tomada de decisão e racionalização dos recursos, sejam eles econômicos, humanos, naturais, financeiros, etc.. O uso deste instrumento para a abordagem ambiental/regional não foge a estes preceitos e ainda agrega um conjunto de procedimentos próprios da temática ambiental.

O planejamento ambiental foca sua análise principalmente nas inter-relações dos componentes dos sistemas ambientais e destes com relação aos demais sistemas sociais, econômicos e políticos.

Segundo Almeida (1993), esse planejamento passa normalmente por algumas fases em sua realização:

- a) identificação e descrição do sistema: reconhecimento das variáveis relevantes para a compreensão de sua estrutura e funcionamento;
- b) definição dos objetivos com base nos problemas atuais e futuros e suas interações;
- c) geração de soluções que satisfaçam os objetivos sem violar as restrições do sistema;
- d) seleção da solução que melhor satisfaça os objetivos através de um processo de avaliação, no qual terá de dar entrada a certas apreciações subjetivas e juízo de valor;
- e) execução e controle; (ALMEIDA, 1993:15)

Essas etapas casam muito bem com o planejamento do território, representado pela bacia hidrográfica.

Para Rodrigues (1997), o planejamento ambiental pode ser entendido como um instrumento que se presta a planejar, ordenar e programar o uso do território, as atividades produtivas, assentamentos humanos e o desenvolvimento da sociedade. Rodrigues (1997) também considera que o planejamento ambiental, como instrumento da política e gestão ambiental, deve trabalhar em duas dimensões:

- a) como **categoria operativa**, onde é tratada a condução, direção/controle e administração do uso dos recursos, através de determinados

instrumentos, medidas econômicas, regulamentos, normalização, financiamento e disposição institucionais e jurídicas.

b) como **categoria política**, através de um processo de mediação de interesses e conflitos entre os atores sociais que atuam sobre o meio ambiente. O Estado, é geralmente o mediador principal na Gestão Ambiental (grifo nosso) (RODRIGUES, 1997:37).

Lanna (1995) argumenta que o planejamento ambiental se constitui em um...

processo organizado de obtenção de informações, reflexão sobre os problemas e potencialidades de uma região, definição de metas e objetivos, estratégias de ação, projetos, atividades, bem como, definição do sistema de monitoramento e avaliação que irá retro-alimentar o processo (LANNA, 1995:17).

Sinteticamente, pode-se concluir das definições que, o princípio norteador do planejamento são os objetivos que se pretendem alcançar, segundo pressupostos filosóficos, teóricos e metodológicos. Nestes pressupostos, o conhecimento das características dos elementos que compõem o problema a ser resolvido é referência inicial para construção de inter-relações e, daí, para as propostas de gestão.

Entre os autores pesquisados não se encontra uma distinção significativa entre planejamento e gestão, particularmente no tocante ao meio ambiente.

Dorfman (1990:20), citado por Leal (1999), considera que gerir ou gerenciar é "sinônimo de uma ação humana de administrar, de controlar ou de utilizar alguma coisa para obter o máximo de benefício social por um período indefinido, para além da nossa história pessoal e única" .

Para Lanna (1995), a gestão ambiental pode ser caracterizada como:

uma atividade voltada para formulação de princípios e diretrizes, estruturação de sistemas gerenciais e de tomada de decisões, tendo por objetivo final promover, de forma coordenada, o uso, proteção, conservação e monitoramento dos recursos naturais e sócio-econômicos em um determinado espaço geográfico, com vistas ao desenvolvimento sustentável (Lanna, 1995:17).

Gestão ambiental pode ser entendida, então, como procedimentos e atitudes que tenham como objetivos principais a conservação dos meios biótico e abiótico, bem como dos grupos sociais deles dependentes (MOTA, 2000). Este mesmo autor pontua que gestão ambiental deve contemplar também:

caracterização e valoração ambiental; estudos de impacto ambiental; análise de riscos; manejo de recursos ambientais; planejamento ambiental; zoneamento; proposta de medidas mitigadoras; planos de

recuperação de áreas degradadas; legislação ambiental; outras atividades, visando à conservação ambiental (MOTA, 2000:22)

Em se tratando dos sistemas físico-ambientais e/ou sócio-econômicos é oportuno reforçar a existência de múltiplas interações de variáveis, tornado-os extremamente complexos e imprevisíveis, mesmo a curto prazo. Planejar e realizar a gestão, mesmo que de poucas variáveis nestes sistemas, é tarefa muito difícil. Contudo, é possível induzir alguns processos, para que eles se estabeleçam segundo objetivos sugeridos no planejamento e executados pela gestão, na teoria dos sistemas este aspecto de indução recebe o nome de atrator.

2.2.1 - Planejamento e gestão de bacias hidrográficas, ou de recursos hídricos?

No atual estágio de utilização dos recursos naturais, o ser humano tem se preocupado com o gerenciamento racional desses recursos cada vez mais escassos. A racionalidade se aplica não só no âmbito econômico, mas também, no social e, principalmente, no ambiental, em grande parte em função da exigência dos mercados.

As configurações e características dos elementos no espaço representam importantes aspectos que necessitam ser compreendidos para auxiliar na ocupação, uso e gestão do território, pois os diferentes elementos dos conjuntos climáticos, geomorfológicos, antrópicos, políticos, bióticos, econômicos, entre outros, não ocorrem homogêneos na superfície terrestre.

A opção da administração dos recursos hídricos, enfocando apenas a água em todas as suas fases, meteórica, superficial e subterrânea é muito importante e aparentemente a mais simples de se executar (LANNA, 1995). Todavia, a bacia hidrográfica como unidade de gestão está imbricada de outros elementos que interferem no ciclo natural da água, como as atividades antrópicas.

Tomando como apoio o trabalho de Coimbra et al. (1999), Leal (1999) elaborou um quadro síntese das bases para o gerenciamento dos recursos hídricos (Quadro 1). Neste quadro são reforçadas a importância da base técnica (pessoal e material), das referências (leis e normas) e das características das instituições para gestão do território.

Conejo (1993: 29), citado por Leal (1999), por outro lado entende que para realizar a gestão dos recursos hídricos é necessário se dispor de tecnologia, instrumentos e recursos humanos:

A tecnologia consiste em um instrumental para medição de fenômenos hidrológicos, das derivações de água e conhecimento científico para avaliar a disponibilidade hídrica e a capacidade de autodepuração dos cursos de água, ou seja, o conhecimento requerido para o planejamento e a administração dos recursos hídricos... Os instrumentos são um conjunto de mecanismos, regras e normas técnicas, econômicas e legais que fornecem a base de atuação e vão condicionar a estruturação das instituições que compõem o sistema de gestão, como as políticas e os planos de recursos hídricos... Os recursos humanos compõem o conjunto dos decisores, técnicos, usuários de água e interessados nas questões hídricas

Quadro 1 – Bases para gerenciamento dos recursos hídricos

Bases	Características
Base Técnica	Deve ser composta por equipes com vários graus de escolaridade, para assegurar confiabilidade e eficácia da base técnica. Visa garantir o conhecimento dos regimes dos rios e suas sazonalidades, os regimes pluviométricos das diversas regiões hidrográficas e mais uma série de informações do ciclo hidrográfico, e garantir a elaboração de instrumentos importantes, como os Planos Diretores de Bacias, Planos Regionais de Recursos Hídricos, Planos de Desenvolvimento Regionais e Planos setoriais, onde a água é insumo dos processos. Pode incluir a montagem de rede de monitoramento hidrológico, para coletar e tratar informações no tempo e espaço, incluindo redes pluviométrica, fluviométrica, hidrogeoquímica, evaporimétrica, piezométrica, etc.
Base Legal	O gerenciamento dos recursos hídricos deve ser embasado em sólidos fundamentos legais e contar sempre com o apoio jurídico. As leis relativas aos recursos hídricos constituem importantes instrumentos de gestão que o gestor deve ter constantemente ao seu alcance. Compete também ao gestor, em matéria legal, conhecer objetivos e estruturas dos órgãos, organismos e associações que de alguma forma tratam da oferta, uso, controle e conservação dos recursos hídricos.
Ordenamento Institucional	Tendo em vista os domínios e os usos da água, bem como as diversas organizações governamentais e não-governamentais ocupadas com a questão hídrica, deve-se estabelecer uma forma sistêmica de gerenciamento dos recursos hídricos, adotando a composição de colegiados em diversos níveis, seguindo a estrutura básica – colegiado superior, colegiados de bacias hidrográficas e apoio técnico e administrativo. Essa estrutura básica poderá ser utilizada nos níveis estadual, federal e internacional. Colegiados intermediários, câmaras técnicas, braços executivos de Colegiados de Bacias, tais como agências de bacias, também poderão ser criados dependendo da peculiaridade das áreas e questões fundamentais a serem tratadas.

Fonte: Coimbra et al. (1999:21-5) quadro organizado por Leal (1999).

Para Mendes e Cirilo (2001), o planejamento integrado dos recursos hídricos deve ser entendido como um processo de formulação, implantação e controle do uso destes recursos. Este processo visa atender as seguintes diretrizes:

- a) estabelecer uma distribuição espacial e temporal das disponibilidades hídricas face às necessidades quantitativas e qualitativas de água, para diversas perspectivas de utilização;

- b) tornar a água, em seus múltiplos usos, um fator impulsionador de mudanças sócio-econômicas na consecução dos objetivos da política regional; e
- c) definir ações que permitam, ademais do desenvolvimento econômico, a preservação e regeneração do ambiente natural (desenvolvimento sustentado na base dos recursos regionais). (MENDES E CIRILO, 2001:405)

No quadro 2 são apontados vários elementos que devem ser considerados quanto à gestão dos recursos hídricos. Leal (1999) sistematizou as informações do trabalho de Barth e Pompeu (1987). Gestão de bacia hidrográfica somente é possível com o amadurecimento das negociações e ações dos setores econômicos, sociais e governamentais na busca de entendimentos sobre a modificação do ambiente e as contribuições econômicas e sociais que também vão refletir na qualidade e quantidade de recursos hídricos disponíveis.

O diagnóstico da bacia hidrográfica pode indicar áreas a serem efetivamente preservadas e outras em que o uso deve seguir padrões conservacionistas, para não exaurir os recursos de acordo com as fragilidades naturais e usos correntes. Outras áreas podem ter usos mais intensos com atividades agrícolas mais mecanizadas, mineração ou com assentamentos urbanos.

As propostas de manejo advêm dos levantamentos e análise do diagnóstico geral da bacia. Em termos de uma visão mais integrada e pormenorizada do manejo da bacia podem ser elencados (MOTA, 2000:33):

- a) macrozoneamento da bacia hidrográfica;
- b) proteção de áreas especiais;
- c) faixas de proteção às margens de recursos hídricos
- d) definição de usos múltiplos e enquadramento dos recursos hídricos;
- e) programa de controle de poluição;
- f) plano diretor de drenagem;
- g) controle do parcelamento do solo.

No processo de planejamento também são necessárias as identificações das potencialidades e restrições regionais com base no quadro físico e sócio econômico. À medida que a qualidade ou quantidade da água diminui passa a caracterizar-se um fator limitante às atividades econômicas como também à própria sobrevivência humana, em patamares saudáveis.

Quadro 2 - Princípios básicos para gestão dos recursos hídricos*

Foco de referência	Características dos princípios para gestão
ciclo hidrológico	<p>a) A água é recurso natural renovável e móvel.</p> <p>b) Os fenômenos do ciclo hidrológico têm caráter aleatório.</p> <p>c) As fases do ciclo hidrológico são indissociáveis e as normas jurídicas devem evoluir no sentido de reconhecerem essa unidade.</p> <p>d) A água ocorre irregularmente, no tempo e no espaço, em função de condições geográficas, climáticas e meteorológicas.</p> <p>e) Os eventos extremos, como as cheias e as estiagens, são combatidos em razão dos seus efeitos econômicos e sociais, mas os resultados são limitados face aos riscos associados.</p>
Qualidade da água	<p>f) A água sofre alterações de Qualidade nas condições naturais do ciclo hidrológico, mas as alterações mais importantes decorrem das ações humanas.</p> <p>g) Os corpos de água têm capacidade de assimilar esgotos e resíduos e auto depurar-se, mas essa capacidade é limitada.</p> <p>h) A concentração de poluentes nas águas é inversamente proporcional às vazões, e os atributos de quantidade e qualidade são indissociáveis.</p> <p>i) Tratamento prévio de esgotos urbanos e industriais é fator fundamental para a conservação dos recursos hídricos.</p> <p>j) Substâncias tóxicas e conservativas e organismos patogênicos podem provocar poluição e contaminação irreversíveis das águas.</p> <p>k) A erosão do solo provoca a poluição e obstrução dos corpos de água.</p>
água como insumo energético	<p>l) ciclo hidrológico propicia à água potencial energético renovável.</p> <p>m) A energia hidrelétrica é a opção que menos efeitos negativos provoca no meio ambiente, dentre as economicamente viáveis na atualidade.</p> <p>n) A disponibilidade de energia hidrelétrica é aleatória, como as vazões.</p>
Aproveitamento da água	<p>o) A água é essencial à vida e necessária para quase todas as atividades humanas; presta-se a múltiplos usos, cada um com suas peculiaridades.</p> <p>p) Quando há escassez de água, ela precisa ser gerida como bem comum de alto valor econômico.</p> <p>q) Para geração hidrelétrica, a água é valioso insumo, permitindo o retorno de altos investimentos, o que geralmente não ocorre com outros usos.</p>
Controle da água	<p>r) Em condições de abundância e uso pouco intensivo da água, são desnecessários maiores cuidados com o controle, em termos de quantidade e qualidade.</p> <p>s) Quando em situações de escassez relativa, essa medida precisa ser exercida, considerando o controle do regime, da poluição, da erosão do solo e do assoreamento.</p>

Fonte: Barth e Pompeu (1987: 4-5), organizado por Leal (1999) - * quadro modificado.

É preciso considerar, entretanto, que os itens “m” e “r” do quadro 2 reforçam o modelo pautado na viabilidade econômica, desprezando as variáveis sociais e ambientais. O momento atual é oportuno para revisar esta abordagem e realizar a integração das variáveis sociais, econômicas e ambientais.

Os fatores que apresentam restrições absolutas ao desenvolvimento regional podem ser entendidas como características em que o custo social e econômico para superar determinada restrição é muito grande ou a sociedade ou organizações não estão dispostos a pagar por eles; esses fatores podem ser relacionados ao clima, relevo, hidrologia, geologia, solos, entre outros (LANNA, 1995). Todavia, Lanna (1995) também aponta que as restrições relativas podem ser suplantadas por meio de políticas públicas e pequenas obras de engenharia

Para Lanna (1995), a negociação social no âmbito da gestão ambiental deve levar em consideração todas as instâncias em que ela pode ser realizada. A negociação no plano jurídico deve ser o último recurso adotado, quando a negociação não atingir um acordo (por consenso ou maioria) ou os acordos necessitarem de consolidação legal, na forma de um contrato social. Desta forma, são também necessárias aberturas para que a sociedade possa compreender como se dão o processo de gestão e os posicionamentos dos demais agentes da bacia hidrográfica.

Seja na gestão exclusivamente dos recursos hídricos, ou de forma mais ampla, da bacia hidrográfica, deverá haver canais para que se possa realizar negociações para o planejamento e principalmente gestão dos recursos naturais. A Lei 9433/97 institucionaliza a formação de comitês de bacia, como forma de democratizar e descentralizar as decisões.

Seguramente um dos grandes desafios da gestão das águas e um dos aspectos que poderão melhorar significativamente a qualidade e quantidade da água está centrado na identificação da população com a bacia hidrográfica. Como destaca Leal (2001), é preciso construir na população a noção espacial da bacia hidrográfica e das interações naturais, que não necessariamente obedece à mesma conformação dos territórios administrativos. Trata-se de um processo lento de mudança cultural que envolve o trabalho educativo desde as séries escolares iniciais, com uma nova alfabetização espacial, de caráter ambiental.

Contudo, é preciso distinguir que planejar e gerenciar recursos hídricos e bacia hidrográfica não significam a mesma coisa. Enquanto o primeiro visa compatibilizar as ofertas e demandas de água, o segundo, analisa de forma integrada as demandas e ofertas dos principais variáveis que integram a bacia hidrográfica, inclusive suas formas de uso.

Os recursos hídricos estão inseridos na bacia hidrográfica, sendo esta o limite físico superficial e suporte dessas interações. Atuar especificamente na qualidade e quantidade da água é atuar no território da bacia; não é possível planejar e gerenciar seu uso sem considerar esta dependência. Nas legislações, este entendimento é apresentado, mas isso não garante que seja executado dessa forma pelos comitês, consórcios, conselhos e outros fóruns de discussão e decisão.

Intervenções, tomando somente o recurso hídrico como referência, por meio de obras de engenharia como: barramento, transposição, retificação, etc., dos canais, serão inócuas, se não forem consideradas a bacia hidrográfica e suas interações.

Por sorte, o paradigma de planejamento setorial vem dando espaço aos paradigmas sistêmicos, multi-setoriais e à maior participação pública, o que pode lograr muito mais êxito que as estratégias anteriores, controlado pela ótica de geração de energia hidroelétrica.

A partir da contribuição dos vários autores é possível distinguir aspectos importantes segundo o conjunto analisado:

- 1) necessidade de conhecimento, pelos planejadores/gestores, das características físicas do território e da dinâmica temporal e espacial dos principais elementos e atributos que compõem a bacia hidrográfica;
- 2) necessidade de um fórum para discussões pertinentes ao planejamento e gestão da bacia hidrográfica, em que as bases institucionais sejam apoiadas nas legislações e políticas setoriais e multi-setoriais, bem como, buscar interfaces com os seguimentos sociais diretamente envolvidos com a bacia hidrográfica;
- 3) necessidade de formação e qualificação de gestores e seguimentos sociais, para que possam compreender e intervir no planejamento e gestão da bacia hidrográfica;
- 4) monitoramento dos elementos e atributos fundamentais para alimentar sistemas que possibilitem a construção de modelos adequados para aproveitamentos multi-setoriais, temporais e espaciais.

2.3 - Bases históricas, institucionais e legais do planejamento e gestão dos recursos hídricos no Brasil

A discussão da temática meio ambiente entrou tardiamente no cotidiano da sociedade brasileira e somente na década de 1980 o discurso ambientalista ganhou corpo e começou a

ocupar pequenos segmentos na sociedade, auxiliados pela força da mídia de massa, como televisão e rádio.

Entretanto, aos governos e aos setores econômicos, principalmente os grandes poluidores, não interessavam discussões que colocavam obstáculos à industrialização. O Brasil, carente de empregos, capital e produtos, via no processo de modernização a panacéia para seus males do subdesenvolvimento e da miséria mesmo que, para isso, fosse necessário o esgotamento dos recursos naturais alardeados como infinitos e conviver com a poluição causada por este processo.

As legislações imprecisas, dúbias e incoerentes, somadas à inoperância dos instrumentos do Estado, deixavam à mercê o saque ambiental e social dos recursos do país. No legislativo, judiciário e executivo acentuava-se um claro descontrole da situação do meio ambiente no país, tanto nas grandes cidades, absorvendo milhares de pessoas pelo êxodo rural, quanto no campo onde matas, animais e outros recursos eram consumidos indistintamente.

Nas universidades brasileiras, os temas ligados à preservação da natureza e equilíbrio ecológico ainda eram pouco debatidos, apenas em algumas áreas havia uma preocupação sistemática e uma discussão maior, como nas Ciências Biológicas, Ecologia, Geografia, dentre outras. Embora na Geografia os debates sobre questões sociais fossem mais intensamente motivados pelo momento histórico da ditadura militar. Somente no final dos anos 80 do século XX, decorrentes do novo momento político, de fortes pressões internacionais e de uma crescente fluidez de informações no cotidiano, as questões ambientais passam a ser melhor debatidas no país.

A “tábua de salvação”, que representava a indústria para o imaginário social, passou a ser paulatinamente desfigurada. Vem à tona a questão ambiental diante de tragédias de Cubatão, de outros desastres e dos problemas ecológicos causados por grandes empresas, em sua maioria de capital internacional.

Mais de duas décadas de movimento ambientalista legalizado se passaram e a questão ambiental encontra discursos, posicionamentos e ações mais maduras. A participação social e política tem se tornado mais clara na defesa da qualidade ambiental que reflete significativamente na qualidade social. Contudo, muito precisa ser realizado; a preocupação ambiental é muito recente e ainda atinge pequenas parcelas da sociedade, que num ritmo lento, vem consolidando sua posição.

Em termos governamentais, a política ambiental brasileira mudou significativamente, definindo sua importância na constituição nacional de 1988 e em outros institutos jurídicos,

como nas políticas nacionais. Legislações mais restritivas têm sido editadas e instrumentos mais efetivos no controle e fiscalização têm sido testados. Mas, mesmo assim, existe um profundo abismo que separa a atual conjuntura ambiental no Brasil com o que idealmente se coloca para uma nação civilizada, conhecedora dos seus deveres e direitos, como também de seus legados futuros.

No contexto externo vários organismos internacionais como ONU (Organização das Nações Unidas), Banco Mundial, BIRD (Banco Interamericano de Desenvolvimento) e diversas ONG's (Organização Não-Governamental) fizeram que os governos nacionais revissem sua postura permissiva à pilhagem do ambiente e das parcelas mais pobres da sociedade. Não se pode esquecer, entretanto, que os organismos de financiamento internacional se preocupam verdadeiramente com as garantias dos empréstimos e não com o meio ambiente e a coletividade das nações endividadas.

Internamente, os governos estaduais, lideranças políticas, cientistas e grupos formadores de opinião também pressionaram o governo e o legislativo na construção de procedimentos mais eficazes para diminuir a irracionalidade sobre os recursos naturais, pois, muito pode ser aproveitado da preservação de ambientes naturais e exploração sustentável. Todavia, a gana do retorno imediato ainda tem sido a tônica no aproveitamento dos recursos naturais no Brasil.

É importante salientar que a super-exploração dos recursos naturais, a extinção de fauna e flora, a poluição do solo, da água e do ar, a transformação das paisagens e lugares trazem consigo um depauperamento das condições humanas, sejam elas econômicas, sociais, psicológicas, ou outras, pois grande parte dos seres humanos, em algum momento, de forma direta ou indireta, serão agredidos pelos impactos antropogênicos.

Num sentido amplo, o princípio das leis é reflexo da realidade e do desejo da sociedade que naquelas buscam regras e normatização das ações da própria sociedade dinâmica. As legislações ambientais, especialmente na matéria dos recursos hídricos, são a materialização de boa parte desses conflitos e anseios vividos pela sociedade por várias décadas.

Fazendo um breve retrospecto, no Brasil, até o início do século XX, a demanda por água era mais pontual: no abastecimentos das cidades, e posteriormente, para geração de energia elétrica. Ainda não haviam se instalado grandes conflitos sobre os recursos hídricos, uma vez que a atividade econômica se baseava na agricultura tradicional. Por isso, as decisões sobre o uso da água era tratada pelos estados e municípios por meio de concessões.

Em 1907 foi apresentado ao Congresso Nacional o Código de Águas. Entretanto somente vinte e sete anos depois ele é promulgado com o decreto de 24.643 de 10 de julho de 1934 que, segundo Barth (2000), foi fundamental para o amplo aproveitamento dos recursos hídricos nas décadas seguintes. O Código de Águas de 1934 regulamenta ainda alguns itens como a qualidade das águas, condicionando a quem poluir as águas a responsabilidade civil e criminal pelo ato, devendo o infrator pagar pela insalubridade causada ao corpo d'água e ao seu tratamento.

Embora de forma tênue, o decreto de 1934 institucionaliza os princípios de usuário-pagador e poluidor-pagador. Apesar dos mais de 65 anos de existência, essa lei ainda é atual, no sentido amplo de legislação. Contudo a ausência de leis que objetivem melhor suas regulamentações a torna ineficaz para a realidade brasileira. Dessa época, até recentemente, as leis que fazem interface com a temática hídrica não normatizam de forma clara, ocorrendo dubiedade na interpretação (Barth, 2000).

Na Constituição de 1946 começa a ocorrer o processo de descentralização quanto aos domínios das águas, podendo assim, estados e municípios legislar supletiva e complementarmente sobre recursos hídricos (Barth, 2000). Contudo, a presença dessas esferas na regulamentação ganhou força com os problemas ocorridos, já na década de 1970, com incompatibilidades de qualidade e quantidade para diferentes usos, particularmente no Estado de São Paulo.

A geração de energia por hidroelétrica ainda ficou sob o controle do governo federal por representar um segmento estratégico no desenvolvimento econômico do país. Esse papel é reforçado durante os governos militares que criam o DNAE (Departamento Nacional de Águas e Energia), e posteriormente DNAEE (Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica), ficando os órgãos ligados à produção de energia elétrica, também responsáveis pelo planejamento e monitoramento das águas no país (BARTH, 2000).

Barth (2000) comenta que o uso preponderante das águas superficiais era para a geração de energia, tanto que, sobre os demais usos e qualidade da água não foram criadas regulamentações específicas. Isto, de certa forma, possibilitou o negligenciamento quanto ao uso da água e especialmente o relacionado à disposição de resíduos.

O aumento dos conflitos multi-setoriais obrigou os órgãos responsáveis pelos recursos hídricos superficiais a estabelecerem acordos com estados e municípios para o uso múltiplo da água, gerenciamento de poluição hídrica e abastecimento público. Nesse processo, em 1978, foram criados os CEEIBH (Comitês Especiais de Estudos Integrados de Bacias

Hidrográficas). Os comitês foram importantes para amadurecimento do entendimento do uso múltiplo e integrado dos recursos no país, bem como da gestão multi-setorial da água, tomando como unidade de análise a bacia hidrográfica.

Com o seminário internacional sobre gestão de recursos hídricos, em 1983, foi desencadeado o debate sobre gerenciamento desses recursos com encontros regionais de órgãos gestores. Em 1986 foi formalizado o grupo de trabalho com participação dos órgãos gestores da União e Estados para organização do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SNGRH). Barth (2000) destaca, no relatório produzido pelo grupo, as seguintes recomendações:

- a) criação e instituição do SNGRH (Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos);
- b) coleta de subsídios para a Política Nacional de Recursos Hídricos;
- c) início da transição do CEEIBH, e dos respectivos comitês executivos por bacias hidrográficas para o Sistema proposto;
- d) comunicação aos Estados, Territórios e Distrito Federal para a criação de sistemas estaduais de gerenciamento de recursos hídricos (BARTH, 2000: 567)

A constituição de 1988 reafirmou as proposições da criação de uma política específica para os recursos hídricos e um controle pelo SNGRH que também teve reflexos positivos nas constituições estaduais de 1989.

Conforme o artigo 225 da Carta Magna brasileira:

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 1999: 122).

Apesar de não ser expressamente citado no artigo 225 que trata sobre meio ambiente, vários incisos e parágrafos levam em conta, mesmo que indiretamente, os recursos hídricos, seja na preservação de ambientes e ecossistemas, seja na necessidade de estudos ambientais para instalação de empreendimentos, métodos de manejo e substâncias perigosas ao ambiente e também na promoção de educação ambiental em todos os níveis.

A Constituição Federal em vigência modificou em vários aspectos o texto do Código de Águas, sendo que uma das mais significativas modificações foi a retirada do domínio privado da água. Desta forma, todos os corpos d'água são públicos perante a Lei. Pela Constituição Federal existem somente dois tipos de domínio dos corpos d'água:

- a) Domínio da União: para os rios ou lagos que banhem mais de um Estado e mesmo servindo de fronteira entre eles, cursos d'água que entrem no território brasileiro provindos de outros países ou que se estendam até eles, bem como, servindo de fronteira entre o Brasil e outro países,
- b) Domínio dos estados: rios e lagos totalmente inseridos dentro do território dos respectivos estados, bem como, águas subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito (exceto aquelas com obras da União).

Desta forma, o rio Paranaíba, por servir de limite entre dois estados, é um rio de domínio da União em toda a sua extensão, ou seja, ele deve ser administrado por instituições federais. Assim como o rio Amazonas, que banha mais de um estado e, além disso, provém de um país estrangeiro. No caso do domínio do Estado de Goiás, pode-se exemplificar o rio Claro, Verdinho, Corrente, dentre outros que estão inseridos totalmente dentro do estado.

Para a Constituição Federal as águas subterrâneas são de domínio dos estados, mesmo que as reservas ultrapassem seus limites, torna-se necessário neste caso uma estreita interface entre os estados abarcados para o planejamento e gestão deste tipo de reserva hídrica no município.

A Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), também é um marco importante que se relaciona com as temáticas dos recursos hídricos. Os objetivos gerais norteadores da Lei 6938 (de 31 de agosto de 1981), que institui a Política Nacional do Meio Ambiente, são de preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental, para dar condições à dignidade humana, interesse da segurança nacional e condições para o desenvolvimento sócio-econômico. Na presente Lei são considerados (BRASIL, 1981):

- a) meio ambiente como patrimônio público para o uso coletivo;
- b) planejamento e fiscalização do uso dos elementos do ambiente;
- c) controle e zoneamento das atividades potenciais e efetivamente poluidoras;
- d) incentivos ao estudo e à pesquisa de tecnologias orientadas para o uso racional e proteção do ambiente;
- e) Educação ambiental em todos os segmentos da sociedade;
- f) Racionalização do uso da água, assim como de outros recursos ambientais.

Pela PNMA fica clara a necessidade da atividade de pesquisa em auxiliar os os campos técnicos de critérios e manejos ambientais; uso dos recursos naturais; difusão e divulgação de

informações e a educação ambiental, no intuito mais amplo de construção de instrumentos efetivos no processo de gestão dos recursos naturais.

Fazendo interface com a PNMA, a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), estabelecida pela Lei 9433 de 17 de janeiro de 1997 (BRASIL, 1997), reflete os princípios formadores das legislações mais avançadas dos países industrializados e utiliza encaminhamentos semelhantes, já consolidados nestes países. Em termos de regulamentação básica sobre recursos hídricos, o Brasil conta com as condições necessárias em termos de Legislação Nacional para poder cumprir suas finalidades. Entretanto, devem surgir ajustes necessários para superar as velhas estruturas com seus modelos de gestão muito burocráticos; é preciso superar, também, este paradigma na administração pública para outro de visão e ação sistêmica.

Dentre os princípios apontados pela Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), tem-se a bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão, que pode ser entendida, numa leitura rápida, que o que irá se planejar e gerir é a água. Contudo, está implícito o planejamento e gestão do território que compõe a bacia de drenagem, com todas as suas complexidades, ambientais e sócio-econômicas regionais. Se a água é o fim para contemplar as demandas locais/regionais, a área da bacia é o meio; na verdade é o princípio para se discutir, numa visão sistêmica e de forma democrática, o planejamento e gestão do território. Neste sentido, a qualidade e quantidade da água é o resultado destas ações e intervenções não sendo só uma compatibilização econômica das ofertas e das demandas.

É relevante comentar que a estrutura de planejamento e gestão dos recursos hídricos, em nível federal, passa a ser feita pelo Ministério do Meio Ambiente, pois, até o momento estava subordinada ao ministério vinculado à produção de energia elétrica.

Significativamente importante é o estabelecimento da equiparação dos tipos de uso dos recursos hídricos, onde é ressaltada a necessidade do atendimento dos múltiplos usos da água. Pelo menos, nos termos da Lei, está garantido este princípio. Espera-se que as instituições que se articulam em torno e no seio do setor hidroelétrico reconheçam esta premissa, pois, desde seu início até as últimas décadas do século XX, a geração de energia hidroelétrica, como recurso estratégico ao desenvolvimento do país, teve amplo privilégio na administração dos corpos d'água superficiais.

Certamente, não é gratuita a colocação deste princípio na Lei, ele está alicerçado nas fortes demandas de uso múltiplo e democrático deste recurso, seguindo as prioridades de consumo humano e para saciar a sede dos animais.

A cobrança do uso da água, mediante a outorga, subentendido no reconhecimento do valor econômico da água, certamente induzirá a uma maior racionalização deste recurso. Somado a este, o princípio de gestão descentralizada e participativa dos recursos hídricos, resulta no distanciamento em parte do aparelho do Estado em administrar o território, sobretudo num segmento que demanda grande volume de investimento como do saneamento e outras obras hidráulicas. Neste caso, a coletividade, próxima ao problema, é que irá negociar as soluções, conseqüentemente, arcará com seus custos. Contudo, é importante destacar a possibilidade de participação de ONGs (Organizações Não Governamentais) e outras instituições interessadas na temática.

Deve ser destacada a postura do desenvolvimento sustentável na PNRH, onde em linhas gerais estão (BRASI. 1997):

- a) gestão indissociada de qualidade e quantidade dos recursos hídricos;
- b) observância das diferentes características regionais na gestão dos recursos hídricos;
- c) integração e articulação da gestão do meio ambiente, uso da terra com os recursos hídricos e os planejamentos setoriais em várias escalas.

Para execução da PNRH são apontados vários instrumentos, conforme o artigo 5º, como os Planos de Recursos Hídricos (PRH), o enquadramento dos corpos d'água em classes que atualmente é orientada pela resolução 357/2005 do CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente) e complementada com outras resoluções sobre a outorga dos direitos de uso dos recursos hídricos, tanto no abastecimento como na diluição de resíduos, a cobrança pelo uso dos recursos hídricos, a compensação a municípios na instalação de usinas de geração de energia elétrica e o SIRH (Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos).

As Políticas Nacionais de Meio Ambiente e, particularmente, de Recursos Hídricos avançaram significativamente no intuito de integrar os vários instrumentos e escalas na gestão dos recursos naturais.

A Lei 9433 estabelece um novo paradigma de gerenciamento ambiental quando descentraliza as esferas de decisão e possibilita que a sociedade possa participar mais ativamente desse processo. Entende-se que, desta forma, há uma maior possibilidade de concretização da cidadania quando os indivíduos experienciam diretamente os compromissos sociais.

2.4 - A importância para o planejamento dos parâmetros de qualidade da água e do comportamento hídrico na bacia hidrográfica

Em algumas regiões do mundo, por causas naturais e, principalmente, decorrentes de ações antrópicas, a qualidade e quantidade da água tem se tornado insuficiente para manutenção dos sistemas sócio-econômico e ecológico.

No Brasil, a preocupação com os recursos hídricos é muito recente, visto que as condições físico-ambientais, na grande parte do país, ainda são propícias à manutenção dos estoques naturais. A localização geográfica e as condições climáticas favoráveis, em boa parte do território brasileiro, associadas às características lito-pedológicas e à forma de uso e ocupação do território são os responsáveis pela quantidade de fontes e pelo grande volume de águas superficiais e subterrâneas no país. Entretanto, elas não ocorrem homogêneas no espaço e variam também em função do tempo.

Sendo assim, são nas áreas de concentração urbana e industrial que as demandas por água aumentaram de forma exponencial para as atividades domésticas, agrícolas, industriais, comerciais, dentre outras. O quadro 3 esclarece sobre as características de cada uso.

Além do aumento da demanda vem ocorrendo a diminuição da oferta, não por causas naturais diretas, mas pelas interferências produzidas pela sociedade, dificultando assim a realização do ciclo hidrológico completo.

Tanto o sistema sócio-econômico quanto o ambiental precisam de parâmetros mínimos de qualidade e quantidade de água para realizarem suas funções. Se não existirem os requisitos mínimos necessários, por um período de tempo determinado, esses sistemas podem tender para graus de entropia cada vez maiores, até ao limite de sustentação dos sistemas, chegando à ‘morte do sistema’.

As forças produtivas, representadas por um grande número de atividades econômicas, tendem a buscar espaços que permitam o aproveitamento das potencialidades locais-regionais. As matrizes de decisão utilizam um grande número de variáveis como logística, disponibilidade de recursos e mão-de-obra que, freqüentemente, são utilizadas para alocação de suas unidades comerciais e industriais.

Quadro 3 – Principais usos e finalidades dos recursos hídricos

Usos	Principais fins
Doméstico	Cozinhar alimentos, beber, tomar banho, lavar utensílios, etc.
Industrial, comercial e serviços	Matéria prima, limpeza de equipamentos, veículos e instalações, refrigeração, demais usos.
Agrícola	Irrigação, hidroponia, dessedentação de rebanho animal
Flora e fauna	Preservação e equilíbrio dos ecossistemas animais e vegetais
Recreação – Lazer	Esportes náuticos de contato direto e indireto
Estético	Harmonia paisagística
Geração de energia elétrica	Movimentação de turbinas e resfriamento de reatores (nucleares)
Transporte	Passageiro e mercadorias
Diluição e afastamento de efluentes	Resíduos orgânicos e inorgânicos provenientes de diversos usos

As condições favoráveis de disponibilidade de recursos hídricos em quantidade e qualidade favorecem à instalação de unidades, o que de certa forma reconfigura o quadro de potencialidade econômica e social numa região, observando um segmento temporal.

No mesmo sentido, Rebouças (2000:25) faz a seguinte afirmação: “se a escassez quantitativa de água constitui fator limitante ao desenvolvimento, a escassez qualitativa engendra problemas muito mais sérios à saúde pública, à economia e ao ambiente em geral.”

Esses sistemas trabalham com o binômio quantidade e qualidade da água; não é possível a satisfação do sistema somente com características favoráveis de um destes aspectos. Para o atendimento das demandas urbanas (residencial, comercial, industrial e de serviços), o agente distribuidor deve estar freqüentemente monitorando os parâmetros necessários para ofertar água de boa qualidade e no volume esperado pelos consumidores.

Contudo, os sistemas ambientais (particularmente os ecológicos) normalmente têm que se adequar a essas características qualitativas e quantitativas da água. Com isso, muitas espécies não resistem a essas mudanças provocadas no meio hídrico e desaparecem, deixando de exercer funções importantes de interação entre os organismos. Isto implica na perda da biodiversidade e inadequada ou incompleta depuração dos efluentes que aportam aos cursos d’água, gerando, de forma sistêmica, sérios problemas.

2.4.1 - Aspectos relacionados aos parâmetros de qualidade da água.

A água é um elemento natural extremamente dinâmico no tempo e no espaço e cada vez mais valorizado, principalmente para as atividades de produção, sendo que a necessidade por água (qualidade/quantidade) é proporcional à concentração humana e às atividades produtivas.

Com a ocupação bastante diferenciada do meio urbano e rural é de se esperar que o resultado produzido em cada meio seja correspondente a determinados tipos de poluição do solo, do ar e da água diferenciadamente

O meio urbano se caracteriza, grosso modo, por emissões de resíduos orgânicos do esgoto doméstico, pelos resíduos sólidos urbanos (também chamados de lixo urbano), pelos poluentes químicos e físicos das indústrias e pelos serviços executados (combustíveis, detergentes e artefatos residuais, etc.). A aglomeração de pessoas no meio urbano é um forte emissor de resíduos e, ainda, são gerados muitos conflitos quanto ao uso da terra que desdobram-se em outros impactos antropogênicos como erosão, assoreamento e entulhamento dos corpos d'água, além do ravinamento e voçorocamento pela concentração do fluxo pluvial, inundação, etc.

Por outro lado, no meio rural, com menor densidade de pessoas, os problemas com relação aos resíduos parecem ser menos agudos. Contudo, com a “industrialização” do campo, motivada pela modernização da agricultura nas últimas décadas, tem sido inseridos no ambiente volumes crescentes de agrotóxicos e fertilizantes químicos (como insumos de produção). Como o meio aquoso é bastante fluido, seu comportamento é muito dinâmico, facilitando o transporte de substâncias biológicas ou químicas por longos trechos e extensas áreas, dependendo das características dos sistemas físico e biótico. Uma parte dos contaminantes também podem ser levados pelo vento.

Algumas modificações das características de qualidade podem ocorrer por fatores naturais; entretanto, a maioria são alteradas pelas intervenções antropogênicas. As modificações mais comuns e outras importantes são listadas, a seguir, segundo Motta (1995, 2000) (Quadro 4):

O entendimento de qualidade da água é muito amplo. Para compreender, se a qualidade da água é adequada, é preciso estar certo dos usos ou finalidades a que ela se destina e levar em conta um conjunto de parâmetros (físicos, químicos e biológicos), que deverão ser comparados à água analisada.

As características de parâmetros físicos e químicos de uma amostra de água, proveniente de um rio, por exemplo, pode ser adequado para usos não consultivos, como na geração de energia elétrica e navegação, mas não adequada para o lazer de contato (com a água). Da mesma forma, os níveis de microorganismos dessa água, por exemplo coliformes, podem estar acima do permitido para o consumo doméstico, sendo necessário, então, o tratamento e desinfecção das águas que serão disponibilizadas para o abastecimento público.

Quadro 4 – Tipos de alteração dos parâmetros de qualidade da água

Características Químicas	Tipo de alteração
Dureza	presença de sais alcalinos terrosos e íons metálicos bivalentes
Salinidade	excesso de sais dissolvidos na água (bicarbonatos, cloretos, sulfatos)
Alcalinidade	quantidade elevada de bicarbonato de cálcio e magnésio, carbonatos ou hidróxidos de sódio, potássio, cálcio e magnésio
Metais pesados	elementos ou compostos químicos que tornam a água tóxica, como o cobre, zinco, chumbo, cianetos, cromo hexavalente, cádmio, arsênio, selênio, prata, mercúrio, bário, provenientes de áreas agrícolas e industriais
Matéria orgânica	modifica características físicas da água e diminui o OD na água
Oxigênio Dissolvido (OD)	teor de OD é indicador de contaminação da água por matéria orgânica. Não existindo poluição por matéria orgânica a água é saturada de OD
Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)	é a quantidade de oxigênio necessária a estabilização da matéria orgânica que poderá ser decomposta por bactérias aeróbias
Demanda química de oxigênio (DQO)	quantidade de oxigênio molecular necessário a estabilização da matéria orgânica por via química

Fonte: Motta (1995, 2000)

Como uso consultivo da água tem-se o abastecimento doméstico, industrial, comercial, irrigação, entre outros usos onde a água é retirada do seu local original e deslocada para um aproveitamento específico. Os usos não consultivos são aqueles em que a água permanece no seu local e mesmo assim é aproveitada, com a geração de energia elétrica, lazer, navegação, etc.

Neste sentido, dependendo do conjunto dos usos existentes e suas necessidades de parâmetros adequados de qualidade, é que os corpos d'água superficiais, como córregos, rios e lagos, devem ser enquadrados segundo suas classes de uso. Esse enquadramento demanda um estudo que leva em conta um conjunto de variáveis, como: tipos de usos atuais e futuros, análise dos parâmetros físicos, químicos e biológicos, conforme os níveis da resolução em vigor.

A resolução número 357/2005 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), como instrumento normativo, estabelece detalhadamente os níveis dos vários parâmetros físicos, químicos e biológicos que devem possuir os cursos d'água em cada classe do enquadramento. Abaixo estão descritas, de forma sucinta, as características gerais desta resolução, conforme a classe de enquadramento (Quadro 5).

O estabelecimento dessas classes pela resolução 357/2005 do CONAMA é importante para auxiliar no monitoramento de determinados trechos ou cursos d'água, cujos limites de cada classe estão bastante claros, facilitando, com isso, o uso múltiplo dos recursos hídricos. Entretanto, o enquadramento do corpo d'água e a manutenção dos seus parâmetros mínimos, condizentes com determinada classe, não o exime de causar doenças por veiculação hídrica. É preciso, a partir do monitoramento, planejar e gerenciar junto aos agentes que atuam na bacia para que sejam alcançados índices cada vez melhores (menor nível de poluição), pois melhores resultados são proporcionais à melhor qualidade de vida da população.

2.4.2 - Tipos e características da poluição química, física e biológica

O resultado das ações humanas, sejam fisiológicas, sociais ou econômicas, geram resíduos que correntemente tem sido depositados nos corpos hídricos, na maioria das vezes, sem tratamento adequado ou completo. A quantidade ou a qualidade desses resíduos no ambiente podem provocar a poluição do sistema ambiental e contaminações nos seres humanos.

De acordo com a Lei n.6938 de 31/08/81 (BRASIL, 2002), poluição é definida como degradação da qualidade ambiental, resultante de atividades antrópicas que direta ou indiretamente:

- a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;
- c) afetem desfavoravelmente a biota;
- d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;
- e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos

Quadro 5 – Classes de enquadramento dos corpos hídricos e correspondentes níveis de qualidade e possibilidade de destinação.

Tipo	Classe de Enquadramento	Possibilidade de destinação segundo a Resolução 357/2005 do CONAMA
ÁGUA DOCE salinidade igual ou inferior a 0,5‰	Especial	abastecimento para consumo humano, com desinfecção; preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
	1	abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; proteção das comunidades aquáticas; recreação de contato primário (Resolução 274/2000 CONAMA); irrigação de hortaliças e frutas consumidas cruas e rentes ao solo. proteção das comunidades aquáticas em Terras indígenas.
	2	abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; proteção das comunidades aquáticas; recreação de contato primário (Resolução 274/2000 CONAMA); irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer; aquicultura e à atividade de pesca.
	3	abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; recreação de contato secundário (Resolução 274/2000 CONAMA); irrigação de culturas arbóreas, cercalíferas e forrageiras; pesca amadora; dessedentação de animais.
	4	navegação; harmonia paisagística.
ÁGUAS SALINAS salinidade igual ou superior a 30‰	Especial	presevação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral; preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.
	1	recreação de contato primário (Resolução 274/2000); proteção das comunidades aquáticas; aquicultura e à atividade de pesca.
	2	pesca amadoras; recreação de contato secundário.
	3	navegação e harmonia paisagística
ÁGUA SALOBRA salinidade superior a 0,5‰ e inferior a 30‰	Especial	presevação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral; preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.
	1	recreação de contato primário (Resolução 274/2000); proteção das comunidades aquáticas; aquicultura e à atividade de pesca; abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado; irrigação de hortaliças e frutas consumidas cruas e irrigação de parques e jardins, campos de esporte e lazer
	2	pesca amadoras; recreação de contato secundário.
	3	navegação e harmonia paisagística

FONTE: Resolução CONAMA 357/2005 – tabela modificada.

No caso particular da água, Mota (1995) considera poluição de um recurso hídrico como qualquer alteração de suas características, de modo a torná-lo prejudicial às formas de vida que ele normalmente abriga ou que dificulte ou impeça um uso benéfico definido para ele. A contaminação se caracteriza quando a poluição resulta em prejuízo à saúde do homem. No quadro 6 são apresentadas as principais alterações provocadas, direta ou indiretamente, pela ação antrópica.

Quadro 6 - Tipos de alteração dos corpos hídricos e suas principais consequências.

Alterações	Principais consequências
Caráter Físico	
Cor e turbidez	Altera o aspecto estético do corpo d'água; redução da penetração da luz; distúrbios ecológicos, inviabiliza o consumo sem o devido tratamento
Alterações do leito	Assoreamento; soterramento de pequenos animais, plantas e ovos de peixes, riscos das comunidades ribeirinhas e de empreendimentos
Aumento da Temperatura	Redução do OD (oxigênio dissolvido); desequilíbrio ecológicos; aumento da ação tóxica de compostos químicos; redução de viscosidade
Viscosidade	Afundamento de organismos aquáticos
<u>Tensão superficial</u>	Afundamento de aves e organismos aquáticos
Caráter Químico	
Compostos químicos	Toxidez ao homem, outros animais e vegetais
Biocidas	Toxidez ao homem, outros animais e vegetais; enfraquecimento de ovos de aves
Detergentes	Redução da tensão superficial ; sabor; formação de espuma; toxidez
Salinização	Alterações na tensão osmótica e na condutividade elétrica; prejuízos a certos usos
Substâncias radioativas	Prejuízos à saúde humana e a biota
pH	Danos à fauna e flora; corrosão; influência no tratamento da água; prejuízos a certos usos; aumento da toxidez de determinados compostos
Eutrofização	Proliferação de algas e plantas aquáticas, e suas consequências
Consumo de oxigênio	Desequilíbrios ecológicos; morte de peixes e outros organismos aeróbios
Caráter Biológico	
Microrganismos patogênicos	Transmissão de doenças
Proliferação de Algas	Sabor e odor; toxidez; turbidez; floração das águas; maus odores; corrosão; prejuízos ao tratamento de água
Plantas aquáticas	Produção de massas de matéria orgânica; assoreamento; demanda de oxigênio; sabor, odor e cor; redução da penetração da luz solar; evapotranspiração; prejuízos à navegação e à recreação; entupimentos; danos às bombas e turbinas hidroelétricas
Larvas de insetos	Transmissão de doenças

FONTE: MOTA (1995)

Os tipos de substâncias contaminantes podem ter variadas características químicas, podendo afetar significativamente os recursos hídricos (Figura 1), comprometendo os múltiplos usos da água.

Tanto no quadro 6, como na figura 1, são apresentadas as principais modificações químicas, físicas ou biológicas que podem ocorrer com a água e prejudicar sua qualidade e disponibilidade. Esses conflitos são produzidos comumente em áreas urbanas e industriais, pelo amplo espectro de poluentes e em volumes que são de difícil depuração, tanto natural, produzido pelo curso d'água e suas condições ecológicas, quanto artificial realizada por sistemas de depuração geridas pelo Homem. Por outro lado, os agroquímicos (agrotóxicos) utilizados em áreas de lavoura também podem ser transportados e contaminar o abastecimento público.

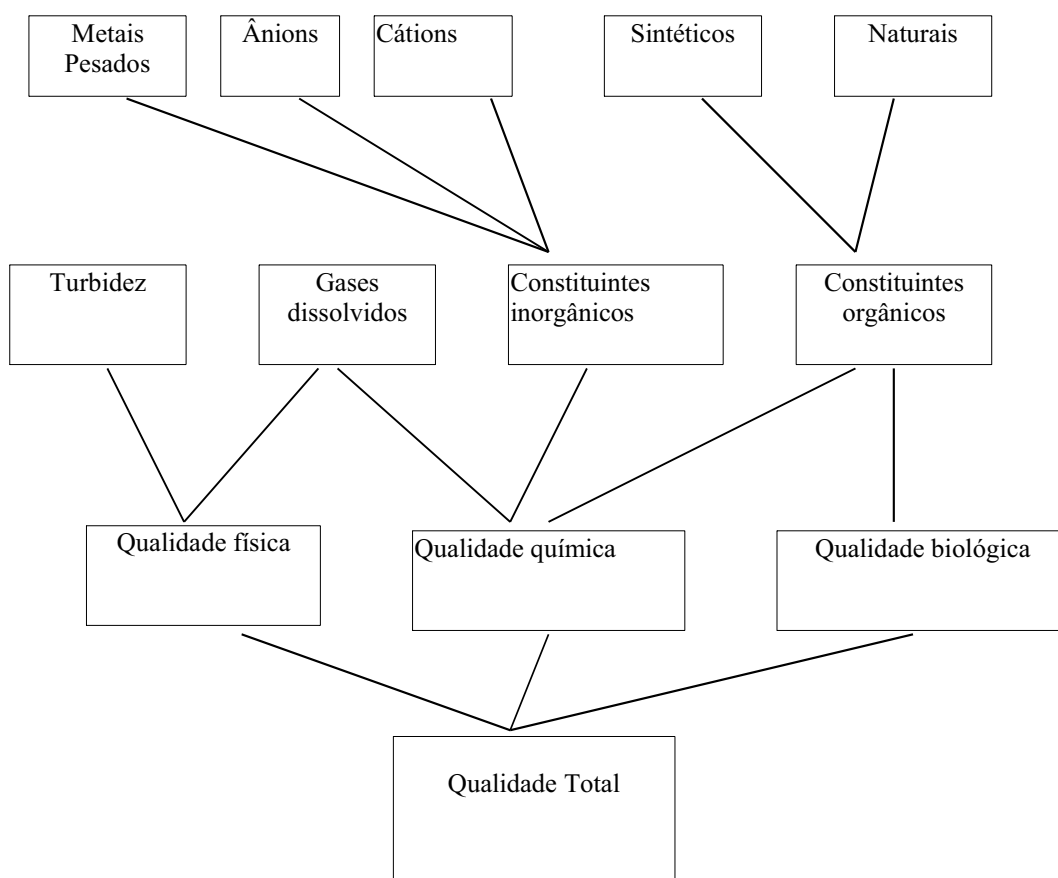


Figura 1 - A árvore da qualidade total da água (Adaptada de ENGELEN, 1981) citado por Rebouças (2000)

Os microorganismos patogênicos aparentemente são menos perigosos, mas também causam doenças e mortes. Eles contaminam a água, basicamente por meio de matéria fecal, proveniente de esgotos; podem ser bactérias, vírus, protozoários e vermes. Os organismos mais utilizados como indicadores de poluição patogênica são as bactérias do grupo dos coliformes, particularmente a *Escherichia coli*.

BRANCO (1988:71) cita as seguintes razões para a escolha dos coliformes como bioindicadores de presença potencial de organismos patogênicos:

- a) existem, em grande número, na matéria fecal e não em qualquer outro tipo de matéria orgânica poluente;
- b) algumas bactérias pertencentes ao grupo (*Escherichia coli*, por exemplo) não se reproduzem na água ou no solo, mas exclusivamente no interior do intestino (ou em meio de cultura especial); portanto, só são encontradas na água quando ali forem introduzidas matéria fecal e seu número proporcional à concentração dessa matéria.
- c) apresentam um alto grau de resistência ao meio (luz, oxigênio, cloro e outros agentes destruidores de bactérias) comparável ao que é apresentado pelos principais patogênicos intestinais que podem ser veiculados pelas águas; dessa forma, reduz-se muito a possibilidade de existirem patogênicos fecais quando já não se encontram coliformes na água;
- d) sua caracterização e quantificação são feitas por métodos relativamente simples. As bactérias do grupo coliforme são as únicas capazes de fermentar lactose, produzindo gás, e resistir à presença de bile (que é um componente normal do intestino). O resultado é indicado através do NMP (Número Mais Provável), de bactérias do grupo de coliforme.

As bactérias do “grupo *coli*” são os melhores bioindicadores de organismos patogênicos, contudo, outros organismos patogênicos possuem maior resistência ao combate pelo cloro; desta forma, outros organismos podem contaminar as pessoas mesmo quando as análises para coliformes forem em níveis aceitáveis pela legislação (BRANCO, 1988).

A água é um importante meio de transmissão de doenças ao homem, principalmente nas regiões sem infra-estrutura adequada para coleta e tratamento do esgoto doméstico, como também dos efluentes industriais, ricos em matéria orgânica e produtos químicos. A ausência da educação também retro-alimenta este sistema, em que as populações marginalizadas são cada vez mais excluídas e conseqüentemente mais susceptíveis aos problemas relacionadas com os corpos hídricos.

As principais doenças de veiculação hídrica por microrganismos patogênicos são descritas por Mota (1995:73), a seguir:

- a) doenças veiculadas por ingestão:

febre tifóide, paratifóide, cólera, disenteria bacilar, disenteria amebiana, enteroinfecções em geral, hepatite infecciosa, poliomielite.

b) doenças veiculadas pelo contato com a pele ou mucosas:

esquistossomose, infecção nos olhos, ouvidos, nariz e garganta, doenças de pele.

É preciso considerar também que a ingestão de peixes e outros animais aquáticos contaminados podem causar doenças ao ser humano.

Contudo, cada tipo de poluição é prejudicial aos sistemas ecológicos e sócio-econômico de maneira distinta. Para isso, é preciso ter em vista as inter-relações existentes entre os sistemas. Um exemplo interessante é o barramento de um curso d'água para geração de energia ou para aproveitamento de lazer ou turismo. Se o uso e manejo dos solos à montante do barramento forem destinados, predominantemente, ao uso agrícola (como lavouras de soja e milho), os fertilizantes químicos, ricos em nitrogênio e fósforo, poderão ser depositados continuamente junto com os sedimentos dos solos no lago formado. Com isso, haverá um expressivo desenvolvimento da vegetação aquática até chegar ao desequilíbrio total do sistema que representa o lago do barramento, com altos níveis de eutrofização. Um dos desdobramentos desse estágio do sistema será a inviabilidade econômica e ambiental do empreendimento, seja na geração de energia, turismo, irrigação, dentre outros. Certamente, muitas são as variáveis que devem ser observadas para afirmar quanto tempo e se realmente ocorrerá a eutrofização do lago do barramento; para isso, são necessários levantamentos e monitoramentos dos elementos e suas variáveis, que agem no sistema, para poder prever um cenário futuro.

Além de definir os parâmetros de qualidade e de disponibilidade de água para serem aproveitadas é preciso também discutir o uso do território da bacia, como forma de agir na origem de vários problemas que impedem o uso múltiplo, tanto para os sistemas sócio-econômicos como ambientais.

As diferentes utilizações que o sistema sócio-econômico faz de determinado espaço, às vezes de forma conflituosa, requerem instrumentos que possibilitem a organização e gestão das atividades produtoras e transformadoras do espaço, sob pena de não ser possível continuar indefinidamente a utilização deste espaço e o aproveitamento dos recursos naturais, em particular o hídrico.

Os recursos hídricos, quando abundantes, não despertam a valorização social e econômica. Por outro lado, com a escassez e/ou perda das qualidades intrínsecas, passa a existir uma valorização econômica, em função da demanda, do custo de tratamento, entre

outros. Neste caso, os recursos superficiais e subterrâneos carecem de um gerenciamento que atenda a essas deficiências.

As políticas atuais, no âmbito federal e estadual, refletem esta preocupação de aumento da demanda e diminuição da oferta; por isso, a necessidade de gerenciar os recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Na esfera municipal este aspecto é tratado somente quando é de grande importância para o abastecimento público.

Entende-se, entretanto, que o planejamento e gestão dos recursos hídricos não devem ser realizados somente onde houver interesse econômico direto com seu uso e exploração, mas que seja levado em conta a importância dos ecossistemas naturais.

Como o termo ambiental envolve inter-relações dos seus elementos componentes, planejar pode ser entendido como administrar as fragilidades e potencialidades, tendo em vista níveis, escalas, objetivos e pressupostos filosóficos, que, *a priori*, norteiam as ações do planejamento.

2.5 – Aspectos referentes ao comportamento hidrológico da bacia hidrográfica

No sistema bacia hidrográfica, analisada sob um enfoque do planejamento, alguns aspectos não podem deixar de ser considerados como o ciclo hidrológico, as características físicas dos recursos naturais presentes na bacia e o uso e ocupação desta área. Outros aspectos, como a ação sócio-econômica e política sobre uma região onde está inserida a bacia hidrográfica, também são sumamente importantes para complementar o quadro a ser analisado. Contudo, envolver esta multiplicidade de elementos e interações poderia levar à complexas derivações, carecendo de mais tempo e uma equipe multidisciplinar para chegar às considerações mais adequadas.

As entradas de água no sistema “bacia hidrográfica” se dão, na sua maior parte, pela precipitação pluviométrica que, a partir daí, pode se infiltrar nos solos, rochas e alcançar aos níveis sub-superficiais, sendo armazenada temporariamente, dependendo das características físicas da cobertura pedo-litológica. A água que não se infiltrou pode ser escoada lateralmente, ou seja, na superfície do terreno e alimentar os cursos d’água que, por sua vez, pode alimentar outro até chegar ao mar ou lago. Outra forma da água sair do sistema da bacia é evaporar de uma forma direta ou utilizando algum ser vivo no processo de transpiração. Sucintamente, é esse o ciclo hidrológico que se fecha passando pela atmosfera, litosfera,

biosfera e hidrosfera. Por isso, o volume de água que faz parte deste ciclo é constante, ou seja, o ciclo não perde e nem ganha água.

O fluxo da água é geralmente monitorado na bacia hidrográfica, parte terrestre do ciclo hidrológico, por ser mais fácil e ser o local em que a sociedade utiliza este recurso natural que, se for incorretamente utilizado, pode ser finito em uma determinada área, por causa da perda da qualidade e volume de água disponível.

A pluviosidade e a vazão são as duas mais freqüentes medições que se faz da água para o planejamento e aproveitamento racional da água. A primeira é a medição de chuva que precipita em um determinado local e o resultado é estimado para uma área e o segundo é o volume de água que flui por uma determinada seção ou exutório do curso d'água por uma unidade de tempo. Utilizando desde cálculos simples até modelos matemático-estatístico-computacionais mais complexos, pode-se chegar a resultados que podem colaborar para uma série de projetos e empreendimentos que envolvem a sociedade humana.

Para os monitoramentos de pluviosidade e vazão podem ser utilizados vários instrumentos e metodologias. Pode-se também, a partir de dados de pluviosidade, chegar ao volume da vazão, pois existe uma significativa correlação entre eles, sendo que a vazão é dependente da pluviosidade. O curso d'água também pode receber contribuições subterrâneas de outras bacias, porém, normalmente o volume é muito pequeno.

Martins (1973) considera que alguns fatores governam o fluxo de água numa seção de estudo, como: área da bacia de contribuição, conformação topográfica, condições do solo, características geológicas da área e obras de engenharia de controle de utilização de água a montante da seção.

De uma forma geral, uma série histórica de pluviosidade e vazão possibilita que vários atores sociais, sejam agricultores, planejadores, engenheiros, usuários de recursos hídricos, possam ter uma referência sobre o comportamento destes elementos no tempo e com devidas abordagens entendê-los e correlacioná-los a outras áreas.

O balanço hídrico é uma das representações mais interessantes para o estudo da bacia hidrográfica, pois se baseia em entradas e saídas de matéria e energia numa dada área. Sendo uma bacia ele permite compreender mais facilmente este sistema de entrada (precipitação), armazenamento (solo e litologia) e saída (vazão ou evapotranspiração). O balanço de perdas e ganhos pode ainda ser descrito em tabelas, gráficos ou mapas, facilitando sua compreensão. Os modelos computacionais que utilizam o SIG (Sistema de Informações Geográficas) podem ainda combinar os resultados do balanço hídrico com outras informações físico-ambientais,

bióticas, sócio-econômicas, dentre outras, gerando informações que respondem a determinadas perguntas, que seriam respondidas com grande dificuldade ou de forma imprecisa pelos modelos analógicos.

Para o estudo do comportamento das vazões mensais o saldo do balanço hídrico, ou seja, os excedentes ou deficiências hídricas, podem ser utilizados para efeitos comparativos e acompanhamento das vazões inclusive no processo de modelagem (TUCCI, 2001).

Com dados de vazão pode-se gerar fluviogramas de médias mensais e anuais, que indicam entre outros aspectos o regime sazonal de um curso d'água com valores máximos e mínimos, curva de permanência de um conjunto de vazões, tempo de retorno de um determinado evento de cheia ou de baixa vazão, além de outros hidrogramas também voltados para o planejamento do espaço por meio de variáveis hídricas.

Todo empreendimento, por menor que seja, público ou privado, que depender de informações de pluviosidade e vazão, deve compreender o comportamento destes fenômenos, evitando desperdícios de recursos materiais, financeiros e, o mais importante, risco para a vida humana e o ambiente.

Para ilustrar a ampla variedade de projetos e empreendimentos que dependem destes estudos pode-se citar projetos de: irrigação, controle de erosão, zoneamento agroclimático, navegação, turismo e lazer, abastecimento público de água, tratamento de efluentes, geração de energia elétrica, industrial, canalização e drenagem urbana, construção de estradas e pontes, regularização de vazão, estudos hidráulicos e de saneamento, dentre outros. Certamente, os níveis de informações requeridos são relativamente diferentes, por isso, a necessidade de ampliar o leque informações dentro da viabilidade de cada estudo, pensando, inclusive, na forma de disponibilização dos dados e informações.

Como os recursos hídricos têm se tornado cada vez mais importantes e valorizados, estudos relativos a essa área são cada vez mais prementes. Por isso, monitoramentos dos parâmetros de qualidade da água, bem como do seu regime de fluxo em uma determinada área possibilitam uso mais racional e múltiplo dos recursos hídricos. No mesmo sentido, a distribuição do volume de água para os usuários deste recurso deverá ser referente ao comportamento da vazão do rio, respeitando-se as prioridades já regulamentadas e decisões em fóruns específicos, como o comitê da bacia, para que não haja prejuízos a determinados setores, ou que eles sejam minimizados.

Estudos relativos à mudança do uso da terra e ao comportamento das vazões são no Brasil ainda muito restritos, mesmo que de pequenas áreas de drenagem, pois normalmente o

monitoramento leva muitos anos se tornando moroso e dispendioso. Os trabalhos, geralmente estrangeiros, em condições ambientais distintas do território brasileiro, tratam de mudanças no uso da terra e o comportamento das vazões em um período de aproximadamente 20 anos e predominam as análises sobre áreas de até 500 km² (DUNNE & LEOPOLD, 1978; MANNING, 1992). Campana e Eid (2001) argumentam que o tamanho da área é um aspecto que deve ser considerado, pois mapeamentos com maior detalhe podem inviabilizar determinados estudos pelos altos custos que exigem o levantamento.

Para Tucci (2001), a alteração na superfície da bacia altera o volume de vazão. As alterações podem ser classificadas segundo: a) tipo de mudança; b) uso da superfície e c) forma de alteração da superfície. Este autor também faz referência a vários estudos experimentais a partir da alteração da vegetação, ele coloca que a retirada da vegetação de médio e grande porte causa um aumento da vazão que em poucos anos é regularizada, retornando ao volume anterior.

Com os produtos gerados por sensores remotos artificiais (orbitais e aéreos), o processo de aquisição de dados do território ficou mais simples, podendo ser abarcadas áreas consideravelmente maiores do que em estudos anteriores sobre a transformações do uso da terra. A amplitude radiométrica e geométrica dos atuais sensores remotos possibilitam um amplo leque de utilizações, como qualidade da água, uso da terra, planejamento, monitoramento e gerenciamento de recursos hídricos, além de uma infinidade de aplicações na interface água e território.

A perspectiva da integração de produtos e dados diversos e as geotecnologias representam um caminho ainda em construção frente às metodologias e técnicas que surgem rapidamente e logo são incorporadas pela indústria de *hardwares* e *softwares*. É a partir desta perspectiva que o estudo de bacias hidrográficas se torna factível e útil à sociedade.

As intervenções no território alteram a qualidade e quantidade dos recursos hídricos; entretanto, como devem ser consideradas um grande número de variáveis, a determinação real do peso de uma variável para explicação de um problema normalmente é muito difícil. Desta forma, ressalta-se o papel da modelagem para integração multi-nível dos diversos tipos de dados em escalas, espaciais e temporais distintas.

2.6 - Geoprocessamento como ferramenta para o planejamento e gestão do território e das bacias hidrográficas

Nas últimas décadas o espaço terrestre vem sendo intensivamente estudado, auxiliado pelas ferramentas do geoprocessamento, com inúmeras interfaces com áreas como da Geografia, Informática, Planejamento, Engenharias, Estatística, Ciências do Ambiente, dentre outras. O benefício desta multidisciplinaridade é significativo para os usuários que trabalham o espaço, seja ele absoluto (cartesiano), ou relativo (das redes), por meio do geoprocessamento.

Câmara, Monteiro e Medeiros (2004) argumentam que a área que tem se constituído fonte para abastecer o uso da informação geográfica sistematizada é a Ciência da Geoinformação, sendo seu fundamento básico a construção de representações computacionais do espaço, porém, com um corpo teórico e epistemológico ainda em formação.

Na perspectiva do geoprocessamento, Santos, Carvalhais e Pires (1997) consideram que os planejamentos ambientais são elaborados como sistemas estruturados que envolvem as etapas de: a) definição dos objetivos; b) diagnóstico; c) prognóstico e identificação de alternativas; d) tomada de decisão; e e) formulação de diretrizes, metas e políticas.

De acordo com a revista Fator GIS (2004), o geoprocessamento pode ser definido como o conjunto de tecnologias relacionadas ao tratamento da informação espacial, que englobam técnicas de:

- a) coleta de informação espacial: cartografia, sensoriamento remoto, sistema de posicionamento global por satélite, topografia, fotogrametria e levantamento de dados alfanuméricos;
- b) armazenamento de informação espacial: banco de dados do tipo orientado a objetos, relacional, hierárquico, etc.
- c) tratamento e análise de informação espacial: modelagem de dados, aritmética lógica, reclassificação, geoestatística, funções topológicas e
- d) uso integrado de informação espacial: sistema de informação geográfica (SIG), land information system (LIS), automated mapping/facilities management (AM/FM) e computer aided drafting and design (CADD) (Fator GIS, 2004:12)

Destaca-se desse conjunto de ferramentas que compõe o geoprocessamento, os Sistemas de Informações Geográficas (SIG), pois representam nos dias atuais excelente instrumental técnico, indispensáveis para o planejamento e gestão do espaço. As comparações, análises, correlações, sobreposição de informações antes realizadas por meio analógico passam a ser automatizadas e seguindo rigorosos processos estatístico-matemáticos-computacionais, dependendo dos objetivos propostos, utilizando, de forma integrada, as informações espaciais e não-espaciais.

Contudo, o artigo de Câmara, Monteiro e Medeiros (2004), juntamente com o relatório de Pedrosa, Câmara e Monteiro (2004) afirmam com propriedade que, ainda assim, a geração de SIGs atuais ainda deixam a desejar, quanto a uma série de necessidades dos usuários. Esses trabalhos mostram também a evolução dos SIGs a partir da década de 70 até o momento atual e fazem prognósticos das características que devem ter as novas gerações desses sistemas.

Os SIGs trabalham basicamente com a localização das entidades geográficas e os níveis de informação desta entidade. Nesse sentido, os fundamentos de um SIG podem ser entendidos como armazenadores, processadores e disponibilizadores de diferentes atributos e por diferentes meios localizados espacialmente. Ou seja, manipulação da informação espacial para atender a um determinado propósito. De uma forma geral, os sistemas de informação geográfica são baseados em três componentes principais: conjunto de dados geográficos, sistema de gerenciamento de banco de dados e interface com o usuário, que inclui ferramentas para saídas gráficas.

No campo dos estudos ambientais e sócio-econômicos, tem-se um interessante uso destas tecnologias. Santos, Carvalhais e Pires (1997), com base num levantamento bibliográfico, organizaram um quadro que apontam as possibilidades de utilização dos SIG para o planejamento ambiental que também auxiliam nos processos de gestão (Quadro 7).

A dimensão dos dados geográficos que podem ser trabalhados pelos SIGs, e por conseguinte pelo geoprocessamento, podem ser três: espacial, descritiva e temporal. A dimensão espacial está relacionado à localização segundo um sistema de referência, como as coordenadas geográficas ou planas. A dimensão descritiva representa a característica do dado analisado também chamado de atributo; a dimensão temporal é a localização temporal do dado analisado.

Com relação aos dados espaciais (geométricos), sabemos que eles podem ser **posicionais** (de posição do objeto), **topológicos** (pelas relações de conexão e vizinhança), e **amostrais** que são valores de atributos mediante a coleta do dado.

Os dados com característica espacial podem ser utilizados no processamento de informações espaciais em dois tipos de formatos ou estruturas: raster e vetorial. O formato raster é também chamado de matriz por estabelecer uma estrutura de informações segundo uma matriz de células ou pixels (*picture element*) em que há uma continuidade espacial de um determinado fenômeno. Por outro lado, o formato vetorial é caracterizado por vetores considerando pontos, linhas, polígonos (áreas), usando uma geometria de espaços contínuos e para cada um destes três elementos, associa-se um atributo.

Quadro 7 – Procedimentos em planejamentos que podem ser utilizados pelos SIG:

Procedimentos em planejamentos	Exemplos de funções atribuídas ao SIG⁽¹⁾
Avaliar os elementos que compõem o meio	Apresentar dados temáticos de forma espacial
	Representar e gerar classificações de florestas
	Expressar, espacialmente, processos físicos, biológicos e populacionais
Analisar fatos dentro de uma abrangência temporal	Definir estabilidade de encostas
	Representar a história da dinâmica do uso da terra
	Avaliar a dinâmica histórica regional
	Avaliar causas e conseqüências históricas de desmatamentos
	Representar a evolução ou expansão agrícola
Relacionar os fatos	Mapear as perdas territoriais de tipos de produção
	Mapear vocações territoriais e impactos ambientais temporais
	Cruzar informações politêmáticas, com produção de mapas-síntese
	Avaliar a dinâmica do uso da terra em relação a declividade e altitude
Elaborar prognósticos	Interpretar áreas de plantio em relação ao clima, solo e declividade
	Determinar possíveis causas de impacto e prever futuras conseqüências ambientais
	Medir e inferir sobre a qualidade dos recursos naturais
Definir zonas ou territórios	Definir cenários futuros
	Zonear territórios de acordo com regras pré-estabelecidas
	Identificar áreas de proteção, de refúgios ou <i>habitat</i> exclusivos
	Definir de áreas de visão aprazível para lazer
Elaborar alternativas de ação	Planejar rotas ou percursos adequados dentro de uma região
	Apresentar alternativas mitigadoras ou de resolução de conflitos
	Elaborar planos de reflorestamento
	Obter alternativas para manejo de recursos, como o manejo de vegetação considerando-se atributos estruturais das florestas relacionados a outros mapas
	Monitorar o ambiente, como controle do fogo ou propagação de desertificação

Fonte: Santos, Carvalhais e Pires (1997:3) ⁽¹⁾ conforme bibliografia pesquisada pelos autores – * Quadro modificado

Santos, Carvalhais e Pires (1997) reforçam que os modelos espaciais dinâmicos que se preocupam com as interações entre sistemas usam comumente dados rasterizados, pela eficiência do processamento matemático, velocidade ou facilidade de expressão. O modelo raster tem sido mais utilizado que o vetor pela facilidade de codificação dos dados, aliado à simplicidade de sobreposição múltipla de mapas. Entretanto, o formato raster produz um baixo nível de precisão dos dados, em oposição ao vetorial, que nesse sentido é mais flexível e de melhor apresentação gráfica.

O banco de dados tem se tornado, cada vez mais, um fundamental componente dos SIGs pois permite, por meio de uma estrutura (tabelas), dispor, organizar e recuperar informações relacionadas a determinado objeto. A característica de banco de dados mais utilizada é a relacional, como o *software* Dbase e o Access; no modelo relacional são realizadas as operações mais requisitadas para os sistemas de informação. Contudo, as novas gerações de SIG devem requerer características mais flexíveis dos bancos de dados, como os orientados a objetos.

Organizar a estrutura de um banco de dados é, na realidade, modelar de forma interativa o ambiente sob análise, seja ele social, econômico ou ambiental (Santos, Carvalhais e Pires, 1997). Neste sentido, o banco pode ser formado por diferentes tipos de dados, qualitativos e quantitativos, binários a multicategóricos que apresentam interações não lineares, de diversas ordens e com diferentes prioridades.

A alta interação e conseqüente complexidade dos dados sócio-ambientais requerem uma boa estrutura de dados e informações precisas para que o resultado satisfaça aos objetivos ou na solução dos problemas. O tamanho da área e as escalas das informações podem interferir nos resultados produzidos pelos SIGs. Por exemplo, no planejamento e gestão de uma bacia hidrográfica, com milhares de quilômetros quadrados, está mais ajustada a uma escala regional, em que os resultados devem ser relativamente precisos nesta escala. Por outro lado, problemas pontuais podem não ser bem visualizados nesta escala de abordagem, o inverso podendo também ocorrer.

2.6.1 - Modelos como representação da realidade espacial

O termo modelo tem sido amplamente utilizado especialmente no contexto do mundo atual. De forma bem simples, os modelos no geoprocessamento podem ser entendidos como simplificações ou abstrações que o ser humano faz da realidade.

Mendes e Cirilo (2001:16) apontam que:

um modelo pode ser uma teoria, uma lei, uma hipótese ou uma idéia estruturada. Também pode ser uma equação, uma função, uma relação ou síntese de dados. Pode incluir também argumentos sobre o mundo real por meio de representações espaciais ou temporais, assim como, de ambos”.

A adoção do “paradigma dos quatro universos” descrita por Gomes & Velho, citados por Câmara e Medeiros (1998) e por Câmara, Davis e Monteiro (2001), é particularmente apropriada no processo de modelagem no geoprocessamento e são diferenciados em:

- 1) universo do mundo real, que inclui as entidades da realidade a serem modeladas no sistema;
- 2) universo matemático ou conceitual, que inclui uma definição matemática das entidades a serem incluídas no modelo;
- 3) universo de representação, onde diversas entidades formais são mapeadas para representações geométricas
- 4) universo de implementação, onde as estruturas de dados e os algoritmos são escolhidos, baseados em considerações como desempenho, capacidade do equipamento e tamanho da massa de dados. (CÂMARA, DAVIS e MONTEIRO., 2001:37).

Mendes e Cirilo (2001:19), reafirmam que:

o entendimento do ‘ambiente, realidade ou mundo real’, envolve processos cognitivos como seleção, generalização e síntese, formando um conjunto de informações. A representação física destas informações, isto é, os dados, constituem um modelo do processo observado. Um conjunto de dados (ou banco de dados), constitui-se na representação física de vários processo do mundo real (por exemplo, processos sociais, econômicos, geológicos, hidrológicos, etc.).

Entretanto, o emprego excessivo da “modelização” da realidade ou de determinados fenômenos podem interferir nos resultados das representações. As causas vão desde a qualidade dos dados e sua consistência passando por formulações dos modelos de forma incoerente, incompleta, superestimada, dentre outras.

Os modelos de dados geográficos podem ser associados a uma matriz geográfica. Segundo a proposição de Berry (1964) citado por Hugget e Chorley (1968) e Mendes e Cirilo (2001), a informação geográfica está associada a uma matriz que possui as seguintes características:

- 1 fenômeno ou processo, como variáveis, classes, nomes, valores, etc.
- 2 localização espacial, isto é, posição do fenômeno dentro do espaço geográfico... Sendo que existe ainda a terceira característica relacionada ao tempo, onde os itens 1 e 2 ocorrem. (MENDES e CIRILO, 2001:30)

A análise espacial, baseada em conceitos da estatística espacial, é bastante utilizadas na tentativa da modelagem dos fenômenos e da realidade geográfica, como os dois conceitos são destacados por Câmara, Monteiro e Medeiros (2004): o da correlação espacial e do

processo estacionário, que possibilitam o uso de procedimentos geoestatísticos como a krigagem, a qual se encontra associada à medidas de incerteza. Também são comuns nos SIGs atuais o uso de procedimentos que utilizam redes neurais, autômatos celulares e lógica nebulosa que auxiliam na construção de modelos do ambiente. Mas a vanguarda em pesquisas científicas e institucionais aponta para utilização de *softwares* especialistas que modelam os principais elementos a serem analisados e respondem a uma gama de perguntas ou constróem determinados cenários futuros.

Outro caminho são os *softwares* que possibilitam a construção de modelos a partir da necessidade do analista. Esses programas são mais flexíveis, mas demandam um amplo conhecimento dos elementos e seus atributos mensurados. Esses tipos de *softwares* inicialmente foram desenvolvidos para estudos de recursos naturais, mas paulatinamente ampliam suas abordagens para questões de natureza sócio-econômica, podendo ser compatibilizada a representação espacial dos fenômenos e cenários por meio dos SIG.

O relatório de Pedrosa, Câmara e Monteiro (2001), sobre ambiente computacional para modelagem espacial dinâmica, desenvolve proficuamente considerações a respeito de modelos e *softwares* mencionados e perspectivas de utilização (Quadro 8).

2.7 – Importância da classificação das terras pelo sistema de capacidade de uso para o planejamento ambiental e dos recursos hídricos

Conforme Mendes e Cirilo (2001), existe uma relação de causa e efeito entre o que ocorre na superfície da bacia e o que posteriormente é transferido para o canal (e para as águas subterrâneas). Isso tem sido negligenciado em projetos de recursos hídricos e nos planejamentos estáticos e setoriais, pois, em geral, as fontes causadoras de problemas ambientais estão distribuídas pelo interior da bacia. Para estes autores, “o curso d’água se insere neste contexto como um elemento que age como integrador, acumulando de montante para jusante os efeitos de qualquer atividade antrópica que se desenvolva na bacia” (MENDES E CIRILO, 2001:57). Contudo, algumas alterações a jusante podem também interferir a montante, como contaminação de peixes ou a limitação da circulação destes por barramentos para vários fins, o nível de base a montante também pode ser modificado por alterações a jusante.

Quadro 8 – Resumo de alguns tipos de modelos utilizados e seus potenciais de resposta.

Modelo	Porquê	Quando	Onde
Cadeias de Markov	Não pode explicar a razão de um fenômeno por ser processo estocástico e não suportar a inclusão de variáveis exógenas	Pode prever a evolução de processos estacionários	Pode prever distribuições espaciais de elementos do modelo se for combinado com SIG
Logística de Difusão	Permite a inclusão de poucas variáveis exógenas, entretanto é um modelo descritivo, não suportando investigações exploratórias	Suporta a dimensão temporal, podendo prever a evolução de processos não estacionários	Pode prever distribuições espaciais de elementos do modelo se for combinado com SIG
Regressão	Contribui para identificar forças direcionadoras, entretanto são modelos descritivos, não sendo capaz de estabelecer relações causais entre as variáveis	Pode prever a evolução de processos estacionários	Não são modelos espaciais, entretanto podem ser combinados com SIG
Simulação de ecossistemas	Modelo exploratório que requer descrições funcionais dos sistemas ecológicos	Podem formular cenários de mudanças futuras no uso do solo, baseados nos parâmetros do modelo	Apresenta dificuldades na representação espacial
Simulação Espacial Dinâmica	Requer modelos funcionais espacialmente definidos	Pode prever mudanças temporais no uso do solo, baseado nos parâmetros do modelo	Pode prever evolução de padrões espaciais em processos determinístico

Fonte: (Pedrosa, Câmara e Monteiro, 2001, p.22).

A bacia hidrográfica possui um recorte de análise que pode ser trabalhada e representadas as informações espaciais e suas interações. A utilização do geoprocessamento facilita a integração e inter-relação de informações inclusive as sócio-econômicas.

Câmara, Davis e Monteiro (2001) consideram que os estudos ambientais podem conter o mapeamento temático que visa caracterizar e entender a organização do espaço; o diagnóstico serve de base para estudos mais específicos sobre determinadas áreas para diferentes tipos de ocupação ou preservação; a avaliação ambiental busca monitorar as características ambientais e a contribuição da participação humana; o ordenamento territorial, em qualquer nível ou setor, serve para estabelecer normas de uso e ocupação de determinadas áreas.

Becker e Egler (1997) consideram que a gestão territorial compreende o zoneamento, monitoramento (dos efeitos) e o conjunto de normas e legislação, englobando as ações necessárias para administrar uma determinada área.

Os trabalhos do zoneamento, representados em mapas e relatórios, devem visualizar alternativas de uso do território considerando o aproveitamento estratégico dos recursos. O zoneamento consiste num excelente instrumento para visualização da organização do espaço e possibilidade de seu planejamento e gestão, de forma multi-setorial, para dirimir conflitos do uso com as suas características.

Instrumentos como zoneamento e ordenamento do território podem ser produzidos no ambiente de geoprocessamento. Esta modelização da realidade pode auxiliar os agentes intervenientes e, principalmente, gestores públicos a reorganizarem as ações sobre a bacia hidrográfica, tomando como referência as fragilidades e potencialidades destacadas no zoneamento, colaborando na gestão dos recursos naturais, do ponto de vista sócio-econômico e ambiental.

O manejo adequado das áreas agrícolas e urbanas poderiam evitar muitos problemas causados aos corpos hídricos e de forma ampla para sociedade, pois, existe uma relação direta com manejo adequado das terras, evitando-se perdas por erosão e a perda de qualidade e quantidade de recursos hídricos. Os tipos de uso implantados pela sociedade, sejam em áreas urbanas ou rurais, não têm normalmente considerado características dos solos como textura e permeabilidade, bem como, fatores como declividade, morfologia do terreno, entre outros. Dessa ocupação, em que não foram racionalizados os aspectos ambientais, e particularmente do solo, é que surgem significativos processos erosivos.

As erosões são mais propensas em determinados locais por vários motivos: falta de proteção vegetal, intensidade das chuvas, compactação e impermeabilização do solo e ocorrência de solos menos resistentes ao ataque erosivo. A vegetação cumpre o papel de amortecer o impacto da precipitação pluviométrica ou irrigação e de agregar o solo com o sistema radicular da planta, o que facilita também a absorção da água. O volume que não se infiltra, seja por uma precipitação intensa ou excesso de rega, ou mesmo, por compactação ou impermeabilização do solo, passa e escoar lateralmente, lavando o solo e formando enxurradas. Solos que possuem baixa coesão dos seus agregados por fatores físicos ou químicos são mais facilmente atacados por qualquer agente erosivo.

O processo de erosão normalmente se instala com a retirada da camada superficial do solo (erosão laminar). Entretanto, o processo erosivo pode se intensificar, ocorrendo o aparecimento de pequenos sulcos lineares, decorrente da concentração do fluxo hídrico no solo (ZIMBACK et al., 1993). Uma possível evolução desse processo, que depende de vários fatores, é o ravinamento com significativas irregularidades no terreno, produzidas pela concentração de enxurradas. Até esse momento várias alternativas podem “estabilizar” ou

retardar o processo erosivo, pois com o avanço deste estágio para o voçorocamento em que ocorre a ampliação da largura e da profundidade da feição erosiva, as opções para estabilização passam a ser restritas e pouco efetivas. Normalmente, as voçorocas retardam verticalmente seu aprofundamento ao atingirem o nível freático, contudo, elas expandem-se linearmente e horizontalmente.

Compreende-se, então, que erosão pode ocorrer naturalmente, mas as combinações de fatores que o ser humano não conhece, ou simplesmente desconsidera, faz com que o sistema solo não suporte os níveis de entrada e saída de energia e matéria, vindo a depauperar-se com a perda de fertilidade e de estrutura devido às intervenções humanas.

O solo se destaca como um dos recursos naturais necessários para a manutenção da vida humana. Ele serve não apenas como substrato para os cultivos de alimentos como para elaboração de obras para diversas atividades. Entretanto, o uso intensivo deste recurso, seja na agropecuária ou na fixação urbana causa sérios transtornos ao próprio solo e aos sistemas interligados. Dinamicamente o problema se amplia quando se considera a expansão dessas atividades sobre a superfície terrestre (FUJIHARA, 2002).

Neste sentido, o planejador deve realizar estudos sobre as intervenções antrópicas e suas conseqüências, mapeando e relatando as características ambientais e suas capacidades de suportar diferentes usos. A metodologia da classificação das terras pelo sistema de capacidade de uso possui utilização consagrada em vários países com mais de trinta anos de aprimoramento, mostrando-se indicada para esta finalidade.

Lepsch et al. (1991) consideram que o uso adequado da terra é aquele que emprega cada parcela de terra de acordo com sua capacidade de sustentação e produtividade econômica. Os mesmos autores se pautam na terminologia da FAO (Food and Agriculture Organization) e esclarecem que o termo **terra** agrega características biológicas, pedológicas, litológicas, climáticas, hidrológicas, etc., sendo a terra o segmento terrestre onde ocorrem as intra e inter-relações de suas características. Por outro lado, o solo abrange o conjunto de elementos tridimensionais que ocupam a porção superior da crosta terrestre, capazes de suportar plantas, possuidores de características internas e externas que tornam possíveis descrevê-los e classificá-los (LEPSCH et al., 1991). Desta forma, entende-se que o termo terra não considera apenas o solo, mas um amplo leque de atributos físicos e propriedades, incluindo o elemento humano (a sociedade), ou o elemento sócio-econômico.

O propósito maior do Sistema de Capacidade de Uso das Terras Agrícolas, que é uma classificação técnico-interpretativa, é apontar a máxima utilização do solo sem ocorrência de

erosão e depauperamento de suas condições. Para isso, são considerados alguns parâmetros baseados em características e propriedades da terra e suas combinações.

Lepsch et al. (1991) entendem que o uso intensivo do solo com agricultura anual (milho, soja, arroz, etc.) tende à expô-lo a maior risco de erosão e perda da produtividade, ao passo que, com menor intensidade de uso como manutenção da mata e outras formações vegetais naturais o solo estaria mais protegido dos agentes erosivos. Baseado nessa premissa, o sistema distribui as classes de uso em função das limitações ambientais existentes em determinada área.

Segundo Lepsch (1991), a classificação de terras pelo sistema de capacidade de uso pode ser resumida da seguinte forma:

- a) Grupos: Estabelecem o grau de intensidade de uso das terras (A, B ou C);
- b) Classes: definem o grau de limitação do uso (I, II, III, IV, V, VI, VII e VIII);
- c) Subclasses: distinguem a natureza da limitação de uso, onde as classes são indicadas seguidas por letras minúsculas: “e”, “s”, “a” e “c”, identificando assim o tipo das limitações, ex. IIIe, IIIes;
- d) Unidades: o numeral arábico é grafado após a sub-classe, ex. IIe-1, IIec-3;
- e) Grupos de manejo: identificam grupamentos de terra que deverão ser utilizados com manejo agrícola idêntico.

O detalhamento sobre os tipos de uso, indicados para cada grupo pode ser visualizado no quadro 9.

As classes indicam o nível de impedimento ao uso: na classe I, por exemplo, não existe qualquer impedimento a qualquer tipo de uso agrícola, portanto, as áreas mapeadas com essa classe podem ser utilizadas no nível máximo. A classe II, pode indicar, dependendo da sub-classe, que serão necessárias ações de controle erosivo ou melhoria da fertilidade dos solos para essas áreas. A classe III é mais restritiva que as anteriores e permite o uso de agricultura, utilizando o padrão moderno de agricultura, desde que tomadas significativas medidas de prevenção e manejo para evitar depauperamento do solo e prejuízo de outros recursos naturais. A classe IV permite apenas agricultura perene, decorrente dos riscos erosivos. A classe V não recomenda atividades agrícolas pelo risco de alagamento dos cultivos, por se situarem, de acordo com esta classe, em terrenos mal drenados.

Quadro 9 – Grupos e tipos de uso da Classificação dos Sistemas de Capacidade de Uso da Terra.

Grupos	Tipos de uso indicados
A	Podem ser utilizadas desde as formas mais intensiva às menos intensivas – agricultura temporária, perene, pastagem, reflorestamento, preservação, etc.
B	Não podem ser utilizadas para uso intensivo, mas, permite a utilização com pastagens, reflorestamento e vida silvestre, observando as restrições de V a VIII
C	Não podem ser utilizadas por nenhum tipo de cultivo, adequada somente para preservação ambiental, observando as indicações da classe VIII

FONTE: (LEPSCH, et al.1991:20)

A partir da classe VI, como as condições ambientais são mais frágeis quanto à susceptibilidade à erosão e perda de potencial produtivo do solo, os usos vão ficando mais restritos. Nesta classe são permitidos apenas o pastoreio o reflorestamento e a manutenção da vegetação natural. Na classe VII somente é indicada atividade de reflorestamento e manutenção da vegetação original e na classe VIII apenas a manutenção da vegetação original, portando não permite outros usos pela extrema fragilidade do meio. Todavia, desde a classe I até a VI também se permite usos com pastagem, reflorestamento e manutenção da vegetação natural, porém, essas área podem estar sendo sub-utilizadas, considerando sua potencialidade de uso e ocupação.

As subclasses são adotadas para especificar a natureza das limitações que podem haver em determinada classe, portanto, convencionou-se que a letra ‘e’ indica limitações quanto ao risco de erosão ou se a mesma já se encontra instalada; a letra ‘s’ indica que há limitações relativas ao solo em si; a letra ‘a’ aponta para limitações pelo excesso de água; a letra ‘c’ corresponde a subclasse com limitações climáticas. Para tornar mais clara a indicação das limitações das subclasses foi elaborado o quadro 10, segundo o esquema de Lepsch et al. (1991).

Hudson (1971), citado por Lepsch et al. (1991:18), considera que este tipo de classificação técnica possibilita que o empreendedor rural decida sobre “qual a combinação de uso agrícola e medidas de controle à erosão que permitam o aproveitamento mais intensivo da terra, sem risco de depauperamento do solo”.

Quadro 10 – Subclasses e respectivas limitações da capacidade de uso das terras agrícolas.

Subclasses	Natureza das limitações
'e'	Declive acentuado; declive longo; mudança textural abrupta; erosão laminar; erosão em sulcos; erosão em voçorocas; erosão eólica; depósitos de erosão; permeabilidade baixa; horizonte A arenoso.
's'	Pouca profundidade; textura arenosa em todo perfil; pedregosidade; argilas expansivas; baixa saturação por bases; toxicidade de alumínio; baixa capacidade de troca catiônica; ácidos sulfatados ou sulfetos; alta saturação com sódio; excesso de sais solúveis; excesso de carbonatos.
'a'	Lençol freático elevado; risco de inundação; subsidência em solos orgânicos; deficiência de oxigênio no solo
'c'	Seca prolongada; geada; ventos frios; granizo; neve.

Fonte: (LEPSCH, et al.,1991:20)

Trabalhar o contexto da erosão dos solos é buscar minimizar um importante potencial de poluição difusa da bacia hidrográfica, pois, com isso, evita-se o transporte de diversos materiais como: solo, fertilizantes químicos, agrotóxicos, matéria orgânica e outras substâncias, que podem ser nocivas à saúde humana e ambiental.

É preciso que os proprietários agrícolas e a sociedade vejam no manejo conservacionista do solo e da água, uma oportunidade para produzir racionalmente, poupando o patrimônio e aproveitando os dividendos dele e não, ao contrário, a oportunidade para exaurir o patrimônio em função dos dividendos.

3 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 – Localização e caracterização da área de pesquisa

A bacia do rio Claro possui aproximadamente 13.500 km², localizada-se no Estado de Goiás, precisamente na sua porção sudoeste. É tributária da bacia do Paranaíba, com orientação predominante do eixo de drenagem NNW-SSE, paralela às demais sub-bacias do Paranaíba nesse Estado. A bacia é composta por dez municípios, nove dos quais possuem parte de suas áreas drenadas pelo rio Claro; somente Aparecida do Rio Doce está totalmente inserida na bacia sob estudo (Quadro 11, Figura 2). Esses municípios são da micro-região Sudoeste de Goiás e Quirinópolis, que fazem parte da mesoregião do Sul Goiano, segundo a classificação do IBGE. A população total dos municípios componentes da bacia do rio Claro é de 280.000 (IBGE, 2000); entretanto, efetivamente residem aproximadamente 100.000 habitantes na área da bacia.

Geograficamente, o alto curso da bacia do rio Claro é limitado pelas coordenadas 51°13'22" e 52°34' de longitude Oeste e 17°01'37" e 17°58'50" de latitude Sul. Foi circunscrita a partir das nascentes do rio Claro e seus afluentes até o córrego Lajeado, na margem esquerda deste rio, a jusante da área urbana de Jataí, cerca de 5 km.

A divisão do ACBHRC do restante da bacia hidrográfica foi realizada considerando aspectos práticos, em termos de individualização da área que compreendesse a área urbana de Jataí, captação de água e despejo de efluentes urbanos e também pela inserção da estação de monitoramento fluviométrica, que operou basicamente de 1972 a 1988. Portanto, não foi pautada em limites fisiográficos.

Considerando apenas o alto curso, o município de Jataí abrange praticamente a metade da área com 47,4%, Caiapônia ocupa 24,6%, Perolândia 21,7% e Mineiros 6,2%, com área total de 4862,5km², que representa o ACBHRC. O rio Claro é fundamental para o município de Jataí porque o abastecimento urbano é realizado por esse manancial. Da mesma forma, toda a rede de drenagem do município é tributária do rio Claro. Neste sentido, as ações sobre o território do município podem provocar desequilíbrio ecológico e limitar o potencial de aproveitamento hídrico.

Quadro 11 – Municípios componentes da Bacia do rio Claro, população e condição de inserção.

	Município	População em 2000	Condição de inserção do município na bacia hidrográfica	Área urbana na bacia hidrográfica
1	Ap. do Rio Doce	2399	Totalmente	Sim
2	Cachoeira Alta	8 633	Parcialmente	Sim
3	Caçu	10570	Parcialmente	Sim
4	Caiapônia	14648	Parcialmente	Não
5	Jataí	75408	Parcialmente	Sim
6	Mineiros	38881	Parcialmente	Não
7	Paranaíguara	8182	Parcialmente	Não
8	Perolândia	2784	Parcialmente	Sim
9	Rio Verde	116559	Parcialmente	Não
10	São Simão	13513	Parcialmente	Não
	TOTAL	281.186		

Fonte: Censo Populacional de 2000 – IBGE – www.ibge.gov.br.

IBGE – Malha municipal digital – 2001; Cartas Topográficas Folhas: SE22VC III e SE22VD I,II,IV,V

3.2 – Materiais e equipamentos utilizados

No presente estudo foram utilizados os seguintes conjuntos de materiais:

- Cartas topográficas na escala de 1:100.000 do IBGE publicadas em 1975, na projeção UTM e *datum* horizontal Córrego Alegre (MG), com os seguintes nomes e referências: Portelândia (SE22-V-C-III), Ribeirão Invernandinha (SE22-V-D-I), Serra do Caiapó (SE22-V-D-II), Serra Azul (SE22-V-D-IV) e Jataí (SE22-V-D-V);

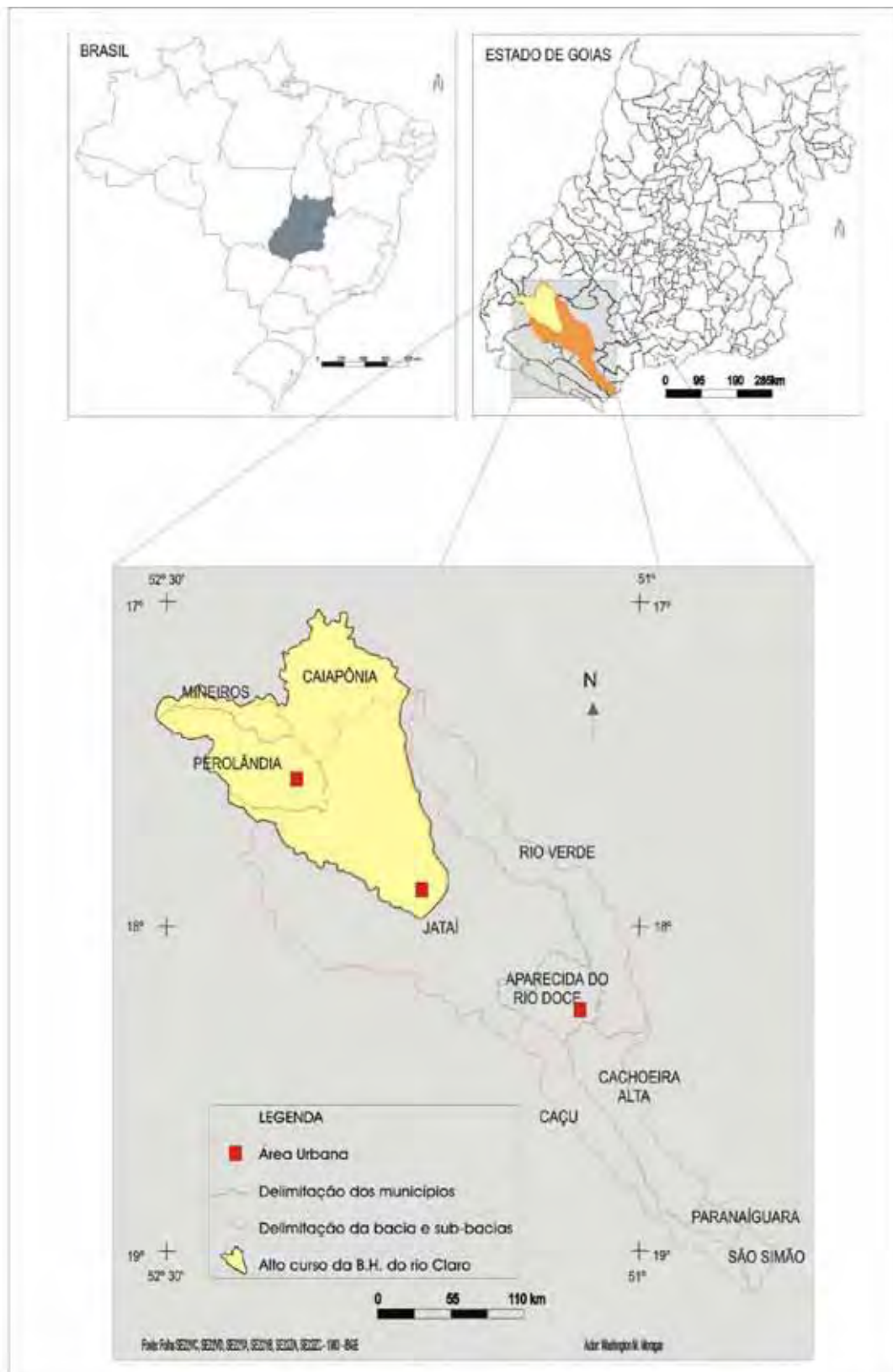


Figura 2 - Localização do Alto curso do rio Claro inserida na bacia do rio Claro, em Goiás e no Brasil.

- Cartas topográficas na escala de 1:250.000 do IBGE publicadas em 1982, na projeção UTM e *datum* horizontal Córrego Alegre (MG), com os seguintes nomes e referências: Mineiros (SE22VC), Jataí (SE22VD), Quirinópolis (SE22ZA), Itarumã (SE22ZC), Parque Nacional das Emas (SE22YA) e Caçú (SE22YB);
- Relatórios e mapeamentos do levantamento de recursos naturais do Projeto RADAMBRASIL, Folha SE22 - Goiânia na escala de 1:1.000.000 e publicado em 1983 pelo Projeto RADAMBRASIL, na projeção policônica conforme de Lambert;
- Imagem de satélite do Landsat 7 ETM+, órbita/ponto 223/072 e 224/072 de abril e maio de 2001 bandas 3,4 e 5, resolução espacial de 25m;
- Fotografias aéreas verticais, obtidas pelo levantamento da USAF de 1963 a 1967, na escala aproximada de 1:60.000, recobrando a maior parte da área de pesquisa, emprestadas pela AGIM (Agência Goiana de Desenvolvimento Industrial e Mineral);
- Relatórios e mapeamentos do Geogoiás (2003);
- Aparelho de posicionamento global de navegação, marca Garmim modelo GPS II e Vista;
- *Scanners* de mesa Gênus, tamanho A4 e vertical, marca HP, tamanho A1;
- microcomputador com processador AMD K6 e 128 Mb de memória RAM (*Read Aleatory Memory*) e *notebook* Samsung processador Pentium III e 128 Mb de memória RAM;
- Programas computacionais: Autocad 2002, Surfer 8.0, Statistica 5.5, Spring 4.1, Corel Draw 9 e 11 e MS-Office 2000 (Word, Excell e Access);
- Dados pluviométricos de sete postos de monitoramento, fornecidos pela ANA (Agência Nacional de Águas), e INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), e de uma estação climatológica, localizada em Jataí do 8º DISME do INMET;
- Dados fluviométricos de três postos de monitoramento sendo dois no rio Claro (alto e baixo curso), e um no rio Doce, afluente do rio Claro, no médio curso. Os dados foram fornecidos pela ANA e a CESP (Companhia Energética de São Paulo);
- Laudos de qualidade da água com análise de vinte parâmetros químicos, físicos e biológicos, mediante campanhas de monitoramento realizadas em 2004 e 2005, realizados pelo DMA (Departamento de Monitoramento Ambiental) da Agência Goiana do Meio Ambiente;
- Dados e indicadores sócio-econômicos dos municípios que compõem o alto curso da bacia do rio Claro (Mineiros, Caiapônia, Perolândia e Jataí), Censos agropecuários de 1960-2000,

realizados pelo IBGE, Censos Demográficos de 1960 a 2000 realizados pelo IBGE, outros dados sócio-econômicos obtidos pelo *site* da Secretaria de Administração do Governo do Estado de Goiás e sites do IBGE.

- Base digital dos municípios – IBGE (2001).

3.3 – Metodologia do trabalho

No intuito de atingir os objetivos formulados e tornar mais claro e detalhado o roteiro metodológico ele foi dividido em cinco itens:

- a) Levantamento de informações sócio-econômicas;
- b) Levantamento e mapeamento das informações ambientais e do uso da terra do ACBHRC;
- c) Classificação das terras pelo sistema de capacidade de uso;
- d) Sistematização e cruzamento dos Planos de Informação (PI's);
- e) Organização e processamento matemático-estatístico dos dados de pluviosidade, vazão, temperatura e parâmetros de qualidade da água;

3.3.1 – Levantamento de informações sócio-econômicas

Os levantamentos sócio-econômicos dos municípios abarcados pelo alto curso da bacia foram baseados em dados dos censos e levantamentos feitos pelo IBGE (população, agropecuário, entre outros). Foram também utilizadas informações dos órgãos estaduais como do planejamento, do meio ambiente e recursos hídricos e dados provenientes das secretarias municipais.

As informações deste item foram necessárias para contextualização histórica e sócio-econômica da região e para evidenciar as transformações que ocorreram no uso da terra do ACBHRC. Esses dados também serviram de referência para formulação do quadro geral do uso

dos recursos hídricos e as pressões sócio-econômicas presentes na bacia, particularmente do alto rio Claro.

3.3.2 – Levantamento e mapeamento das informações ambientais e do uso da terra no ACBHRC

Para a caracterização físico-ambiental do alto curso do rio Claro foram mapeadas e sistematizadas informações da litologia, solo, pluviosidade, temperatura, altimetria, rede de drenagem, uso da terra, dentre outros elementos, que foram armazenados no formato raster em níveis temáticos ou PI's (Plano de Informação), no SIG (Sistema de Informação Geográfica) Spring 4.1.

Com a espacialização das características físico-ambientais foi possível o entendimento sobre a ocupação de determinados setores da bacia e importância da forma desta ocupação para os recursos hídricos e conservação dos solos. A partir da configuração e articulação dos elementos da paisagem foram inferidos seus comportamentos e formas alternativas de uso, de acordo com as limitações existentes no conjunto do sistema estudado.

Para execução desta etapa procedeu-se ao levantamento de informações cartográficas de base, temáticas e material bibliográfico que abrangesse o alto curso da bacia.

Para recobrimento da área foram necessárias cinco folhas na escala de 1:100.000, editadas pelo IBGE de 1973 a 1977, com equidistância das curvas de nível de 50 metros. Estas cartas topográficas são as de melhor detalhe da área de pesquisa. Na digitalização das informações de base e georreferenciamento foi utilizando o *software* Autocad 2002. Para isso, as cartas foram rasterizadas num *scanner* vertical formato A1 e importadas para o ambiente do referido *software* para digitalização. Foram digitalizadas, a partir dos arquivos rasterizados, as curvas de nível, pontos cotados, estradas e rede de drenagem, utilizando o Autocad 2002.

Com as informações altimétricas adquiridas pela digitalização, foram gerados o MNT (Modelo Numérico do Terreno) e, a partir dele, gerado também o mapa hipsométrico e de declividade no *software* Spring.

Para os temas solos e litologia foram aproveitadas as bases digitais do GeoGoiás doado pela AGIM. Os mapeamentos de solos e litologia, publicados na escala de 1:500.000, foram

realizados respectivamente por equipes da Embrapa Solos e DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral), produzidos a partir dos levantamentos realizados pelo Radambrasil e outros estudos regionais (prospectivos, dissertações e teses).

Após averiguações dos mapas de solos e litologias, foram feitas ligeiras correções nos limites dos tipos litológicos e pedológicos, auxiliadas pela imagens de satélite Landsat 7. As imagens digitais utilizadas compõem o acervo do Sistema de Informações Georreferenciadas (Geogoiás) da Divisão de Geoprocessamento da AGIM (Agência Goiana de Desenvolvimento Industrial e Mineral), que foram doadas para realização deste trabalho e outras demandas do departamento de Geografia do CAJ/UFG.

Para utilização das imagens de satélite, inicialmente foi procedido o registro das bandas do satélite Landsat e correção geométrica no Spring das cenas fornecidas, usando pontos de controle tomados das cartas topográficas da área.

O uso da terra de 1963/67 foi produzido digitalizando-se as classes de uso, utilizando-se as imagens rasterizadas das cartas topográficas. Faz-se referência ao período de 1963/67, pois o mapa de uso da terra baseou-se nos levantamentos aerofotogramétricos realizados pela USAF neste período. Boa parte do mapeamento do uso da terra deste período foi baseado nas cartas de 1:100.000 produzidas pelo IBGE. Algumas áreas aparecem em grandes manchas contínuas. Contudo, em vários trechos foram feitas novas interpretações e remapeadas classes verificadas nas fotografias aéreas, principalmente no caso de matas ciliares que era mais evidente, recompondo assim o padrão do uso da terra da época das fotografias, porém esse procedimento ocorreu em parte da área, em função da disponibilidade das fotografias aéreas e pelo grande volume de trabalho que necessitaria para cobrir a área do alto curso, aproximadamente 4900 km².

Para análise do uso da terra mais atual, correspondente ao ano de 2001, foram utilizadas imagens de satélite do *Landsat 7* ETM+ que possui uma resolução espacial de 25m, melhor que a do *Landsat 5*, que é de 30m. Das duas cenas vizinhas, obtidas em abril e maio de 2001, foram utilizadas as bandas 3,4 e 5; somente estas foram disponibilizadas pela AGIM. As bandas 3,4 e 5 do *Landsat 7*, normalmente são as mais utilizadas para o levantamento do uso da terra, pois, combinam janelas espectrais favoráveis a este objetivo. Entretanto, foram geradas outras composições, por meio das transformações IHSxRGB e Componentes Principais, na tentativa de melhor identificar e discriminar os alvos, e assim caracterizar a verdade terrestre da época.

A classificação e interpretação da imagem de satélite foi realizada utilizando a classificação supervisionada. A classificação de imagens supervisionada consiste num conjunto de procedimentos que auxiliam o usuário no mapeamento de feições da paisagem. A rotina de classificação envolveu a associação de um conjunto de pixels relacionados a uma determinada “classe” de uso da terra, como: cerrado, mata, agricultura, etc... e como estes alvos imageados ‘respondem’ com níveis distintos de REM (Radiação Eléctro-Magnética). A seleção de amostras indicam padrões ao *software* classificador que realiza automaticamente o mapeamento.

O processo de identificação das informações da imagem com o campo ocorreu sinteticamente da seguinte forma; primeiramente foi verificado, na imagem, padrões de comportamento da reflectância dos alvos, o que já induz a uma provável classe. No caso específico de uma classe de uso da terra, seleciona-se e localiza-se, pela imagem, diferentes usos prováveis que, posteriormente, em campo, são confirmados ou não, com auxílio do GPS (*Global Position System*) e/ou carta topográfica para localização coincidente (imagem e campo).

O termo uso da terra é utilizado para se referir ao espaço ocupado por aspectos naturais e atividades desenvolvidas pelo ser humano numa época determinada. O uso da terra é importante para determinar a forma e estimar a intensidade de uso dos recursos naturais de uma área, principalmente o solo.

Entretanto, mesmo com coleta de informações no campo e vários testes com diferentes níveis de certeza, a classificação supervisionada, que utilizou o algoritmo da máxima verossimilhança (Maxver), com 99% de precisão, não demonstrou bons resultados, em parte por não se ter disponíveis todas as bandas da cena utilizada, não possibilitando maior combinação espectral e, por outro lado, pela época de aquisição das cenas (abril e maio), pois o uso da terra variou significativamente neste período, com diferentes estádios da safrinha (plantada geralmente de fevereiro a abril), confundindo com pastagens preservadas, pastagens degradadas, solo exposto e fitofisionomias do Cerrado (*lato sensu*). Como as cenas foram obtidas com um mês de intervalo, uma delas continha a vegetação mais úmida que a outra, dificultando assim, a classificação automática. O efeito de sombreamento das feições também foi impeditivo para o processo automatizado.

Para transpor este problema foram combinadas a técnica da classificação supervisionada, e posteriormente, a classificação interpretativa analógica visual, tomando-se como base a cor, a forma, a textura, o padrão, a localização e o contexto em que se apresentava determinado alvo a

ser classificado. Apesar do bom resultado final, dando boa fidedignidade ao mapa de uso da terra de 2001, este procedimento se mostrou trabalhoso e demorado, pela grande área que foi analisada.

3.3.3 – Classificação das terras no sistema de capacidade de uso

Para identificação das características e abrangência dos solos do ACBHRC, foram utilizados os mapeamentos do Geogoiás (2003), nível exploratório. Também foi utilizado o Diagnóstico Agroambiental do entorno do Parque Nacional das Emas, produzido pela Agência Rural (OLIVEIRA et al, 2003), a nível de reconhecimento com detalhe. Foram utilizados dados disponibilizados pelo laboratório de solos do Centro de Ciências Agrárias e Biológicas do Campus Avançado de Jataí – UFG, com maior abrangência na área do presente estudo. Como forma de reconhecimento dos tipos de solos e outras características ambientais foram realizados trabalhos de campo em boa parte da área sob estudo.

A partir dos tipos de solos que ocorrem na bacia, mesmo que numa escala de pouco detalhe, foi possível associar suas características ao quadro de julgamento utilizado por Zimback e Rodrigues (1993) e, com isso, determinar a classe e a sub-classe para, posteriormente, serem associados os PIs “solos” e “declividade”.

Para determinação das Classes de Capacidade de uso, utilizou-se o quadro de julgamentos tomando-se como referência as limitações de cada tipo de solo que, a partir de critérios pré-estabelecidos, foram associadas à classe correspondente (Quadro 12).

Para a fertilidade aparente foram utilizados principalmente os dados referentes às fontes consultadas. Como apresentado no quadro 13, a avaliação correspondeu à verificação dos valores predominantes em cada tipo de solo; foram utilizados os valores de pH e V(%) (teor de saturação por bases).

Quadro 12 – Julgamento para determinar a capacidade de uso das terras agrícolas

.Limitação	Critérios	Classe de capacidade de uso							
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Fertilidade Aparente	Muito alta	x							
	Alta	x							
	Media		x						
	Baixa			x					
	Muito baixa						x		
Profundidade Efetiva	>200cm	x							
	100-200cm	x							
	50-100cm		x						
	25-50cm				x				
	<25cm						x		
Permeabilidade e Drenagem	Excessiva		x						
	Boa	x							
	Moderada		x						
	Pobre			x					
	Muito Pobre					x			
Deflúvio	Muito rápido				x				
	Rápido			x					
	Moderado		x						
	Lento	x							
	Muito lento		x						
Risco de Inundação	Sem risco	x							
	Ocasional			x					
	Freqüente					x			
	Muito freqüente								x
Declividade	0-3%	x							
	3-6%		x						
	6-12%			x					
	12-20%				x				
	20-40%						x		
	>40%							x	

Fonte: Zimback e Rodrigues (1993)

No quadro 14 estabeleceram-se critérios para avaliação da CTC (Capacidade de Troca Catiônica) e do teor de matéria orgânica (MO): para cada parâmetro avaliado foi atribuído uma nota correspondente. A soma das notas poderia ser no máximo 20, referente às melhores avaliações de cada parâmetro; a menor nota poderia ser 4 em função das piores características de cada variável. Os valores obtidos na avaliação da fertilidade aparente corresponderia ao tipo de classe de uso (Quadro 15).

Quadro 13 – Classificação e atribuição de notas para valores de pH e V(%).

Critérios	PH	V(%)	Atributos
Muito alta	>6,0	>90	5
Alta	5,6-6,0	71-90	4
Media	5,1-5,5	51-70	3
Baixa	4,4-5,0	26-50	2
Muito baixa	<4,3	<25	1

Fonte: Zimback e Rodrigues (1993).

Quadro 14 – Classificação e atribuição de notas para valores de CTC e M.O.

Critérios	CTC	M.O	Atributos
Alta	>10	>2,5	5
Média	5-10	1,5-2,5	3
Baixa	<5	<1,5	1

Fonte: Zimback e Rodrigues (1993).

Quadro 15 – Classificação da fertilidade aparente em função do enquadramento nos intervalos de notas.

Critérios	Intervalos de enquadramento	Classes
Muito alta	16,8-20,0	I
Alta	13,6-16,8	I
Média	10,4-13,6	II
Baixa	7,2-10,4	III
Muito baixa	4,0-7,2	VI

Fonte: Zimback e Rodrigues (1993).

O parâmetro profundidade efetiva foi determinado a partir das características inerentes a cada tipo de solo. Para a permeabilidade e drenagem interna do solo, foram levadas em conta as propriedades físicas predominantes a cada tipo de solo, particularmente quanto à textura.

Para análise do parâmetro deflúvio, foram considerados os principais fatores que interferem na sua intensidade, ou seja, o grau de infiltração e a declividade (Ribeiro e Campos, 1999). Baseado na literatura, foi estabelecido um quadro com os “pesos” de cada solo em relação ao deflúvio (Quadro 16), considerando que: menor infiltração, maior será o deflúvio e vice-versa. Entretanto, foi observada ainda a declividade, que também está correlacionada ao deflúvio, de forma que, quanto menor a declividade menor o deflúvio (Quadro 17). A partir do somatório das notas ou pesos destas duas variáveis é possível avaliar o deflúvio (Quadro 18).

Quadro 16 – Valores atribuídos para a infiltração em relação ao tipo de solo.

Tipo de solo	Contribuição para o deflúvio
Neossolos Quartzarênicos	1
Latossolo Vermelho	3
Latossolo Vermelho-Amarelo	3
Nitossolo Vermelho	3
Neossolos Litólicos	5
Cambissolo	5
Gleissolos Melânicos	6

Fonte: Zimback e Rodrigues (1993).

Quadro 17 - Valores atribuídos para a infiltração em relação ao tipo do declive.

Classes de declive (%)	Contribuição para o deflúvio
0 a 3	1
3 a 6	2
6 a 12	3
12 a 20	4
20 a 40	5
Maior que 40	6

Fonte: Zimback e Rodrigues (1993).

Quadro 18 – Intervalos para enquadramento dos critérios de deflúvio.

Intervalo	Critério de deflúvio	Classe de declive
0-3	Muito lento	II
4-5	Lento	I
6-7	Moderado	II
8-9	Rápido	III
10-12	Muito rápido	IV

Fonte: Zimback e Rodrigues (1993).

Para o parâmetro risco de inundação, foi considerado o tipo de solo que ocorre em ambientes com maior frequência de inundação. No presente estudo foi atribuído aos Gleissolos Melânicos um risco de inundação ocasional, correspondente à classe III do quadro de julgamento.

No quadro 19, foram sistematizadas as informações do tipo de solo e declividade, juntamente com os parâmetros que foram avaliados para estabelecimento das classes de capacidade de uso.

Na classificação do tipo de relevo em função da declividade foram utilizadas as informações constantes no quadro 20.

3.3.4 – Sistematização e cruzamento dos Planos de Informação (PI's)

Para gerar o mapa de capacidade de uso foram cruzados os Planos de Informação (PI), “solos” e “declividade” e a eles associados os tipos correspondentes de um e outro PI. Para tanto, foi editada uma rotina de programação no LEGAL, que foi executada para geração do mapa de capacidade de uso. Todas as rotinas de programação em LEGAL estão nos Anexos do presente trabalho.

Para o mapeamento dos conflitos de uso foi organizado um quadro 21 que relaciona as classes geradas pelo sistema de capacidade de uso e os usos da terra em 2001, a partir daí são indicados os três níveis de conflito, baixo ou nulo, moderado e alto. Para isso, foram associadas as classes dos dois PIs em questão, por meio de uma rotina de programação criada e executada no LEGAL.

Quadro 19 – Síntese dos julgamentos para estabelecimento das classes e sub-classes da capacidade de uso das terras agrícolas.

Solos	D (%)	F.A.	P.E.	P. e D.	Df.	R.I.	Dc.	Cl.	Sc.
Latossolo Vermelho Ácrico	0 a 3	III	I	I	I	I	I	III	e,s
	3 a 6	III	I	I	I	I	II	III	e,s
	6 a 12	III	I	I	II	I	III	III	e,s
	12 a 20	III	I	I	II	I	IV	IV	e,s
	20 a 40	III	I	I	III	I	VI	VI	e,s
	> 40	III	I	I	III	I	VII	VII	e,s
Latossolo Vermelho Amarelo ácrico	0 a 3	III	I	I	I	I	I	III	e,s
	3 a 6	III	I	I	I	I	II	III	e,s
	6 a 12	III	I	I	II	I	III	III	e,s
	12 a 20	III	I	I	II	I	IV	IV	e,s
	20 a 40	III	I	I	III	I	VI	VI	e,s
	> 40	III	I	I	III	I	VII	VIII	e,s
Latossolo Vermelho distrófico	0 a 3	III	I	I	I	I	I	III	e,s
	3 a 6	III	I	I	I	I	II	III	e,s
	6 a 12	III	I	I	II	I	III	III	e,s
	12 a 20	III	I	I	II	I	IV	IV	e,s
	20 a 40	III	I	I	III	I	VI	VI	e,s
	> 40	III	I	I	III	I	VII	VII	e,s
Latossolo Vermelho acriférico	0 a 3	II	I	I	I	I	I	II	e,s
	3 a 6	II	I	I	I	I	II	II	e,s
	6 a 12	II	I	I	II	I	III	III	e,s
	12 a 20	II	I	I	II	I	IV	IV	e,s
	20 a 40	II	I	I	III	I	VI	VI	e,s
	> 40	II	I	I	III	I	VII	VII	e,s
Nitossolo Vermelho eutroférico	0 a 3	I	I	I	I	I	I	I	
	3 a 6	I	I	I	I	I	II	II	e
	6 a 12	I	I	I	II	I	III	III	e
	12 a 20	I	I	I	II	I	IV	IV	e
	20 a 40	I	I	I	III	I	VI	VI	e
	> 40	I	I	I	III	I	VII	VII	e
Cambissolo Háplico	0 a 3	VI	II	I	II	I	I	VI	e, s
	3 a 6	VI	II	I	II	I	II	VI	e, s
	6 a 12	VI	II	I	III	I	III	VI	e, s
	12 a 20	VI	II	I	III	I	IV	VI	e, s
	20 a 40	VI	II	I	IV	I	VI	VII	e, s
	> 40	VI	II	I	IV	I	VII	VII	e, s

... continuação do quadro 19...

Solos	D (%)	F.A.	P.E.	P. e D.	Df.	R.I.	Dc.	Cl.	Sc.
Gleissolo Melânico distrófico	0 a 3	III	I	V	II	III	I	V	e, s, a
	3 a 6	III	I	III	III	I	II	III	e, s, a
	6 a 12	III	I	III	III	I	III	III	e, s
	12 a 20	III	I	III	IV	I	IV	IV	e, s
	20 a 40	III	I	III	IV	I	VI	VI	e, s
	> 40	III	I	III	IV	I	VII	VII	e, s
Gleissolo Melânico eutrófico	0 a 3	I	I	V	II	III	I	V	e, a
	3 a 6	I	I	III	III	I	II	III	e, a
	6 a 12	I	I	III	III	I	III	III	e
	12 a 20	I	I	III	IV	I	IV	IV	e
	20 a 40	I	I	III	IV	I	VI	VI	e
	> 40	I	I	III	IV	I	VII	VII	e
Neossolo Quartzarênico órtico	0 a 3	VI	I	II	II	I	I	VI	e, s
	3 a 6	VI	I	II	II	I	II	VI	e, s
	6 a 12	VI	I	II	I	I	III	VI	e, s
	12 a 20	VI	I	II	I	I	IV	VI	e, s
	20 a 40	VI	I	II	II	I	VI	VI	e, s
	> 40	VI	I	II	II	I	VII	VII	e, s
Neossolo Litólico	0 a 3	III	IV	III	II	I	I	IV	e, s
	3 a 6	III	IV	III	II	I	II	IV	e, s
	6 a 12	III	IV	III	III	I	III	IV	e, s
	12 a 20	III	IV	III	III	I	IV	IV	e, s
	20 a 40	III	IV	III	IV	I	VI	VI	e, s
	> 40	III	IV	III	IV	I	VII	VII	e, s

As siglas utilizadas no quadro significam respectivamente **D (%)** declividade em porcentagem; **F.A.** fertilidade aparente; **P.E.** profundidade efetiva; **P. e D.** permeabilidade e drenagem; **Df.** deflúvio; **R.I.** risco de inundação; **Dc.** declividade; **Cl.** classe; **Sc.** Sub-classe.

Fonte: Zimback e Rodrigues (1993).

Quadro 20 – Classificação do tipo do terreno e declividade correspondente.

Relevo	Declividade (%)
Plano	0 – 3
Suave ondulado	3 – 6
Ondulado	6 – 12
Forte ondulado	12 – 20
Montanhoso	20 – 40
Escarpado	> 40

Quadro 21 – Estabelecimento do conjunto de classes para indicar os níveis de inadequabilidade de uso da terra do alto curso da bacia do rio Claro.

Tipos de uso	NULA OU BAIXA	MODERADA	ALTA
Agricultura	I, IIe, IIes	IIIe, IIIes, IIIesa	IVe, IVs, IVes, Ve, Vesa, VIe, VIs, VIes, VIIe, VIIs, VIIes, VIIIe, VIIIes
Pastagem e vegetação herbácea-arbustiva	I, IIe, IIes, IIIe, IIIes, IIIesa,	IVe, IVs, IVes, Ve, Vesa VIs,	VIe, VIes, VIIe, VIIes, VIIs, VIIIe, VIIIes
Vegetação arbórea-arbustiva	Todas as Classes e sub-classes		

O mapa de mudança de uso da terra do ACBHRC foi produzido cruzando-se os PIs “uso da terra de 1967” e o PI “uso da terra de 2001”, sendo também necessária a utilização de rotinas de programação no LEGAL. As classes foram atribuídas a partir do resultado da ocorrência de mudanças ou manutenção de uso.

As etapas para elaboração dos mapeamentos estão representados sinteticamente na figura 3.

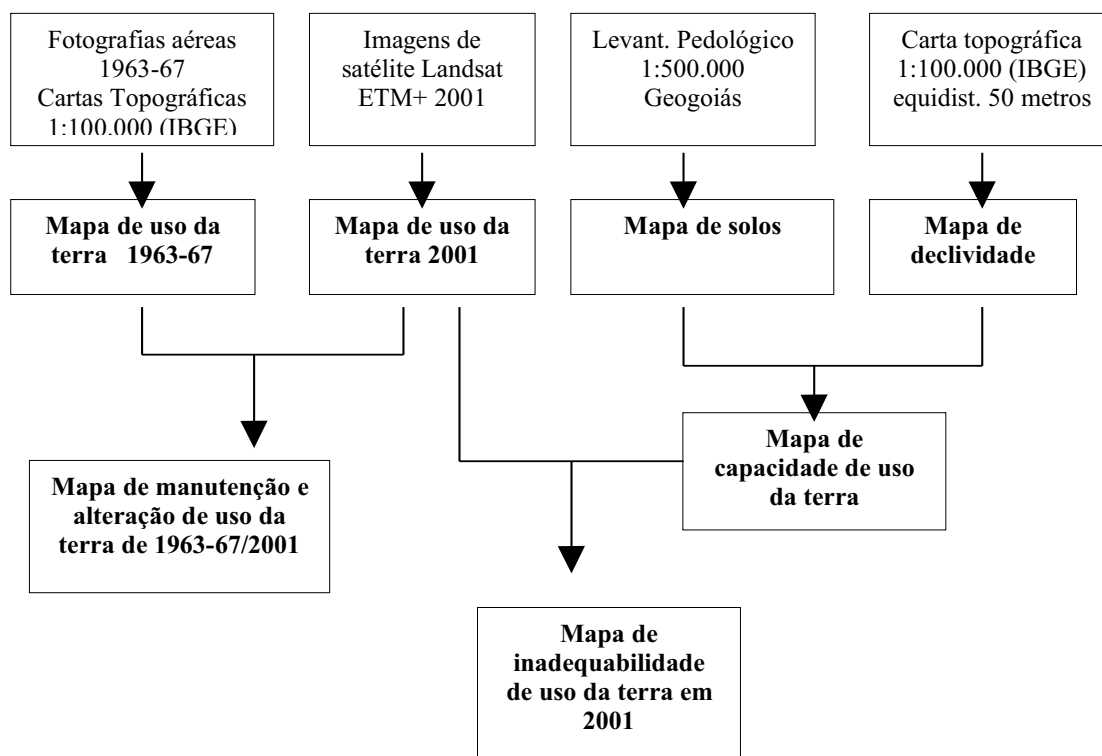


Figura 3 – Etapas para produção dos mapeamentos temáticos

3.3.5 - Organização e processamento dos dados de pluviosidade, vazão, temperatura, balanço hídrico e parâmetros de qualidade da água.

O conjunto de dados de pluviosidade sofreu processamento para preenchimento de falhas diárias e averiguação da consistência. Para preenchimento de falhas, utilizou-se o método de ponderação regional, que consiste em atribuir valor ao período ausente, conforme a média dos valores de dois ou mais postos geograficamente próximos.

Os totais anuais foram organizados e realizados cálculos de correlação e construção de gráficos de dupla massa entre os postos, com o intuito de estimar a qualidade e o comportamento dos dados de uma forma geral. Averiguada a consistência dos dados, pós preenchimento de falhas, os dados de pluviosidade puderam ser efetivamente utilizados.

Para analisar a precipitação pluviométrica, inicialmente foi organizado um conjunto de dados diários de dezenove locais de monitoramento pluviométrico, distribuídos na região (Figura

4). Após observação dos períodos de monitoramento, optou-se por determinados postos em função da localização, série de dados e das correlações estatísticas dos dados mensais. Por isso, ao final, foram utilizados apenas sete postos de monitoramento e a estação climatológica de Jataí (Quadro 22).

Em decorrência da falta de medições de temperatura na área da pesquisa, os valores foram estimados. Para isso, foi utilizada a equação desenvolvida para aplicação no Estado de Goiás por Alfonsi et al. (1974). Esta estimativa de temperatura baseia-se na altitude e latitude de um ponto num determinado mês do ano. Com isso, foi possível calcular o balanço hídrico com as temperaturas estimadas, tomando como referência o local dos postos de monitoramento da pluviosidade. Como a temperatura possui um peso secundário na metodologia da pesquisa, mesmo sendo estimada ela não interferirá significativamente nos resultados e análises finais dos balanços hídricos. Apenas a estação de Jataí dispunha de temperaturas observadas.

Na caracterização pluviométrica e da temperatura, para entendimento do contexto regional, foram utilizados dados de 1980 a 2001, nos quais todos os pontos de coleta possuíam dados.

Todavia, na comparação da pluviosidade, dos excedentes e deficiências hídricas com as vazões, optou-se pelo período de 1972 a 2001, por representar um período mais longo e por não interferir na análise geral. Para tanto, foram utilizadas as médias dos valores dos postos que continham esses dados no período.

Os balanços hídricos dos referidos pontos foram executados com os dados mensais de pluviosidade medidas e temperatura estimada para todos os pontos, com exceção da estação climatológica de Jataí, em que foram utilizados dados medidos. Foi utilizado o balanço hídrico climatológico que utiliza 100mm de CAD (Capacidade de Água Disponível), calculado pelo programa BHseq v.6.1 (ROLIM, SENTELHAS e BARBIERI, 1998), baseado na metodologia de Thornthwaite e Mather, de 1955.

Os dados tratados e inseridos em banco de dados, mesmo os não utilizados nesta pesquisa, poderão ser utilizados posteriormente em outros trabalhos.

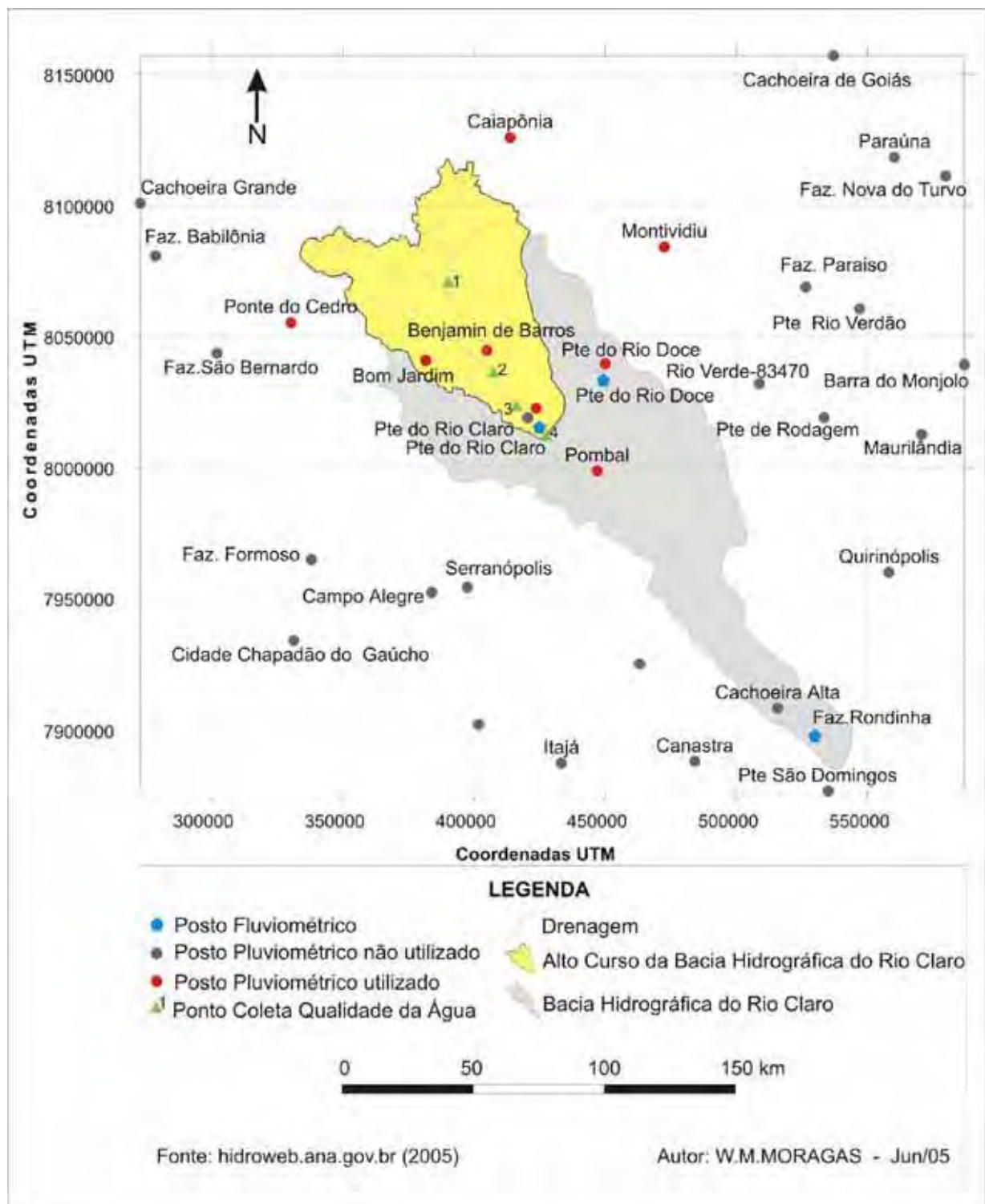


Figura 4 - Distribuição dos postos pluviométricos, fluviométricos e pontos de amostragem da qualidade da água no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Claro.

Quadro 22 – Localização e informação dos postos e estações pluviométricas utilizadas.

Nº	Localidade	Código Posto/ Entidade	Long. UTM	Lat. UTM	Altitude aprox. (m)	Período
1	Benjamim de Barros	1751002 – ANA	404989	8044597	700	1973-2001
2	Bom Jardim	1752006 – ANA	381588	8040796	880	1976-2001
3	Caiapônia	1651000 – ANA	413825	8125915	800	1978-2001
4	Jataí	8346400 – INMET	423748	8022555	670	1980-2001
5	Montividiu	1751004 – ANA	472594	8084128	750	1976-2001
6	Pombal	1851004 – ANA	446977	7998655	650	1976-2001
7	Ponte do Cedro	1752003 – ANA	330201	8055230	650	1971-2001
8	Ponte do Rio Doce	1751001 – ANA	459440	8042940	780	1971-2001

Fonte: www.hidroweb.ana.br; Inmet (2004).

Após a organização dos dados de pluviosidade e vazão, a etapa seguinte consistiu no tratamento estatístico utilizando o software Excell e Statistica 5.5, para cálculo das médias, desvios padrões e coeficientes de variação, de acordo com os períodos de análise.

Os bancos de dados com informações relativas à temperatura, pluviosidade, excedentes e deficiência hídrica foram espacializadas utilizando o *software* Surfer e a krigagem⁴, que é o interpolador mais utilizado atualmente para estudos climáticos.

Os dados fluviométricos dos rios Claro e Doce foram obtidos junto à ANA (Agência Nacional de Águas); foram também utilizados os dados cedidos pela CESP (Companhia Energética de São Paulo), de um ponto de monitoramento no baixo curso do rio Claro (Quadro 23; Figura 4).

O modelo para preenchimento de falhas baseou-se na relação existente entre os dados diários do posto fluviométrico Ponte do rio Claro e outros dois postos de monitoramento, um no rio Doce afluente no médio curso do rio Claro e outro no baixo curso do rio Claro no posto localizado na Fazenda Rondinha. Foram testados vários conjuntos de dados, utilizando postos tanto fluviométricos quanto pluviométricos, entretanto com R^2 menores e resíduos maiores.

O resultado da regressão linear múltipla processada pelo software Statistica 5.5 serviu também para a avaliação da confiabilidade do modelo. Este modelo foi utilizado não só para preenchimento das falhas, como também para complementar o período não observado na estação Ponte do rio Claro de 1989 até 2001.

⁴ Krigagem é uma técnica geoestatística para estimação de valores a partir de amostras espaciais.

Quadro 23 – Localização e informação das estações fluviométricas utilizadas.

Nº	Localidade	Código do Posto	Long. UTM	Lat. UTM	Alt. aprox. (m)	Período utilizado
1	Ponte do rio Claro	60885000	420511,866	8018867,311	630	1972-1988
2	Ponte do rio Doce	60895000	459440,366	8042939,568	500	1974-2001
3	Fazenda Rondinha	60907000	533001,758	7870114,629	328	1972-2001

Fonte: www.hidroweb.ana.br

Após organização dos dados de vazão, procedeu-se aos cálculos estatísticos que determinaram as médias, desvios padrões e coeficientes de variação do posto da Ponte do rio Claro. Finalmente, foram confrontados os dados de pluviosidade, excedente/deficiência hídrica, produzidos pelo cálculo do balanço hídrico dos postos, e débitos fluviais. Estas três variáveis foram comparadas e correlacionadas para identificar se as modificações no uso da terra no alto curso da bacia do rio Claro interferiram nas vazões no ponto de monitoramento do rio Claro.

Para compreensão da dinâmica hídrica no alto curso da bacia do rio Claro, inicialmente foram consideradas as vazões médias diárias em três momentos distintos e no período total (1972 a 2001), bem como, foram organizadas as frequências do comportamento diário e produzida a curva de permanência. Em seguida foram organizadas as vazões mensais e anuais em um quadro demonstrativo, com as médias, desvios padrões e coeficiente de variação. Num momento seguinte, foram também organizados os dados mensais de pluviosidade e dos excedentes e deficiências hídricas em um quadro demonstrativo, semelhante ao de vazão. Posteriormente, foram organizados os gráficos dos dados mensais de pluviosidade, excedente/deficiência hídrica e de vazão, para comparação do comportamento hídrico no alto curso da bacia do rio Claro, dos três segmentos temporais adotados e do período total. Finalmente, foram comparados e avaliados os conjunto de dados de pluviosidade e excedente/deficiência hídrica, para utilização em modelos de regressão linear para estimativa de vazão.

Para sintetizar os procedimentos e as análises dos dados pluvio-fluviométricos foi produzido o fluxograma abaixo (figura 5)

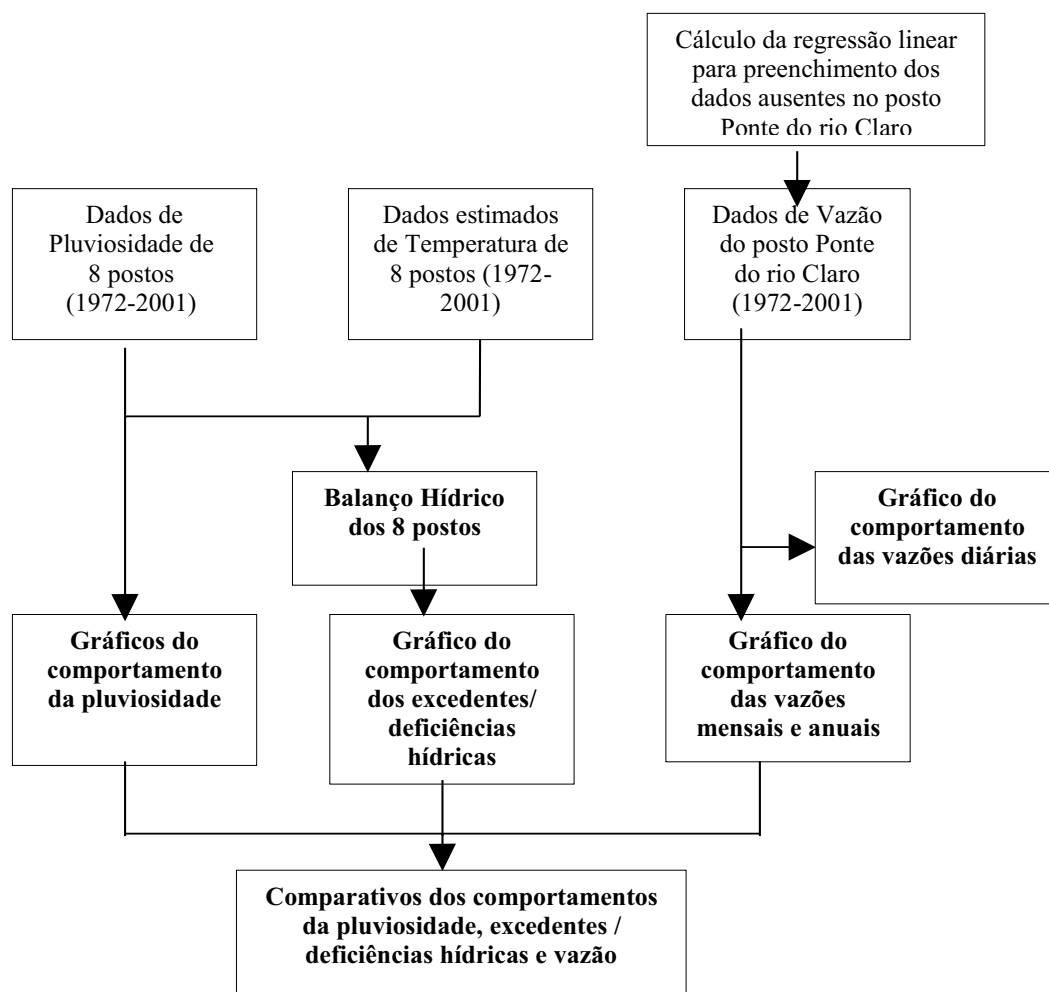


Figura 5 – Etapas para análises das variáveis hídricas

Para identificar a qualidade da água no alto curso da bacia do rio Claro foram avaliados mais de vinte parâmetros que indicam a qualidade da água segundo modelo adotado (Apêndice 1), realizados nos meses de março, junho e dezembro de 2004, em cinco trechos distintos de coleta, realizado pelo DMA (Departamento de Monitoramento Ambiental) da Agência Ambiental do Estado de Goiás. Os períodos de coleta foram escolhidos por representarem, respectivamente, o fim da estação chuvosa (março), meados do período seco (junho) e meados do período chuvoso (dezembro). O intuito foi identificar a qualidade da água e compará-la em diferentes épocas do ano.

O levantamento consistiu primeiramente na verificação das características de uso da terra no entorno e a montante de determinadas seção utilizada para coleta de material. Em seguida procedeu-se a coleta de água utilizando um balde plástico (Foto 1), alguns dados foram coletados imediatamente por instrumentos portáteis e anotados em formulários específicos (Foto 2). Os parâmetros mais complexos para serem obtidos foram realizados por técnicos nos laboratórios da Agência Ambiental.

Em relação aos pontos escolhidos para amostragem, foi levada em consideração a facilidade de acesso e as características de uso da terra a montante do ponto de coleta. O ponto número 1 é o ponto mais a montante; a partir deste ponto os locais de coleta a jusante adquirem as características do uso da terra dos pontos anteriores, como apresentado na figura 4.

Ponto 1 – áreas com agricultura tecnificada, mineração (extração de calcário) e atividades pastoris (ponte sobre o rio Claro GO-050 entre Jataí e Perolândia);

Ponto 2 – a montante da captação para abastecimento público, área de extração de areia (localidade conhecida Farofa);

Ponto 3 – local de captação da água bruta para o abastecimento público de Jataí (ETA – Saneago) a montante da área urbana;

Ponto 4 – a jusante da área urbana a 500 metros do lançamento dos efluentes da ETE (Saneago) fazenda da UFG – CCAB.

Na avaliação de qualidade da água foram utilizados os laudos emitidos pelo Departamento de Monitoramento Ambiental da Agência Ambiental do Estado de Goiás, tomando-se como referência a nova resolução do CONAMA de número 357 de março de 2005 sobre os padrões limites das classes de corpos d'água.



Foto 1 – Coleta de água do rio Claro para análise da qualidade da água.
Data: mar/2004 – autor: wmm



Foto 2 – Técnico anotando os resultados obtidos por instrumentos de mensuração em campo.
Data: mar/2004 – autor: wmm

4 – CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS FÍSICO-AMBIENTAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS

A partir do que foi apresentado e discutido no segundo capítulo, um dos princípios fundamentais do planejamento é conhecer aquilo que se tem a planejar. Entendendo que existe um contexto bastante complexo a ser planejado e gerido, em que interatuam muitos elementos e sistemas inter-conectados, é preciso estabelecer um certo nível de aprofundamento sobre o conjunto de elementos, suas características e suas funções, para adequação dos instrumentos de gestão.

Portanto, a seguir serão pontuadas as características da litologia, do relevo, dos solos, da vegetação e do clima da área; de forma complementar serão também colocados aspectos históricos e sócio-econômicos. Contudo, a complexidade destes sub-sistemas, em especial o sócio-econômico, impossibilita maior aprofundamento teórico e descritivo sobre eles.

A descrição das características dos elementos dos sistemas do alto curso do rio Claro é baseado em amplo leque de publicações, mas, em especial nos relatórios e mapeamentos do Radambrasil (BRASIL,1983), como também nas contribuições de Guerra (1989), Ab'Saber e Costa Júnior (1950; 1951), Almeida (1948; 1956), Geogoiás (2003), Oliveira et al., 2003, além dos trabalhos de campo realizados na área da pesquisa.

Os tipos litológicos e pedológicos identificados por Brasil (1983) são os mesmos apresentados no presente estudo; entretanto, em alguns casos utilizaram-se nomenclaturas correlatas ou novas classificações, bem como, nova cartografia segundo contribuição dos estudos do Geogoiás (2003).

4.1 – Tipos litológicos presentes no ACBHRC

A compartimentação litológica é a base para o entendimento da paisagem e dos sistemas atuantes nos ambientes superficiais e subterrâneos, particularmente, em relação aos recursos hídricos. A partir da configuração litológica é possível compreender processos atuais e pretéritos e ainda indicar a viabilidade de usos atuais e futuros.

A Serra do Caiapó constitui-se num conjunto de *cuestas* alinhadas no sentido E-O. Os primeiros afluentes que vão formar rio Claro nascem do *front* das *cuestas* da Serra do Caiapó, sobre os sedimentos da Formação Aquidauana de idade permo-carbonífera.

A intensidade das ações tectônicas são seguramente as maiores responsáveis pela atual configuração litológica, rede de drenagem e do relevo, em termos estruturais. Os falhamentos transversais ao eixo predominante de drenagem apontam a estruturação do relevo em níveis e patamares, com exumação de diversas litologias distantes no tempo geológico (BRASIL, 1983).

Os alinhamentos de serras e escarpas abruptas, bem como o direcionamento dos principais cursos d'água que nascem na borda do planalto e desaguam no rio Paranaíba, como rio do Peixe, Verde, Corrente e Claro, demonstram a amplitude das forças tectônicas nesta seção da Bacia Sedimentar do Paraná.

A bacia do rio Claro é constituída por uma ampla variedade de formações litológicas, sendo que todas fazem parte da Bacia Sedimentar do Paraná. As formações exumadas datam desde o fim do Carbonífero e início do Permiano até o Quaternário (Quadro 24). A área com material sedimentar é expressivamente maior do que os derrames magmáticos fissurais das rochas ígneas.

A Formação Aquidauana (CPa) é a ocorrência litológica mais antiga da bacia do rio Claro e abrange as escarpas nos níveis inferiores do *front* das *cuestas* que formam a Serra do Caiapó. É sobre essa litologia que se encontram as cabeceiras de drenagem que vão formar o rio Claro (Figura 6). O Aquidauana caracteriza-se por sedimentos de origem continental, flúvio-lacustre, com provável ação glacial no período do permo-carbonífero. É constituída por sedimentos detríticos, basicamente arenosos e de granulações variáveis, arcoseanos, associados a siltitos, argilitos e folhelhos com estratificações cruzadas e apresentando grandes variações litológicas vertical e horizontalmente; as cores predominantes são vermelho-arroxeadas a vermelho-carne (BRASIL, 1983).

As superfícies de ocorrência do Aquidauana apresentam-se onduladas e na forma de escarpas abruptas. A característica da litologia condiciona uma maior concentração da drenagem de padrão detrítico. Apesar de ser resultado de deposições sedimentares as rochas do Aquidauana são menos permeáveis que os arenitos do Botucatu e Adamantina.

Quadro 24 – Formações litológicas que ocorrem no ACBHRC.

ERA	PERÍODO	GRUPO / EPOCA		SIGLA	FORMAÇÃO
CENOZÓICO	QUATERNÁRIO	HOLOCENO		QHa	Aluviões Holocenos
		PLEISTOCENO		QPI	Coberturas Pleistocênicas Indiferenciadas
	TERCIÁRIO			Tc	Formação Cachoeirinha
MESOZÓICO	CRETÁCEO	GRUPO BAURU		Kba	Formação Adamantina
	JURÁSSICO	GRUPO SÃO BENTO		JKsg	Formação Serra Geral
				Jb	Formação Botucatu
				Jdb	Diques de Diabásio
PALEOZÓICO	PERMIANO	GRUPO PASSA DOIS		Pc	Formação Corumbataí
	CARBONIFERO	SUPER GRUPO TUBARÃO	GRUPO ITARARÉ	Pi	Formação Iratí
				CPa	Formação Aquidauana

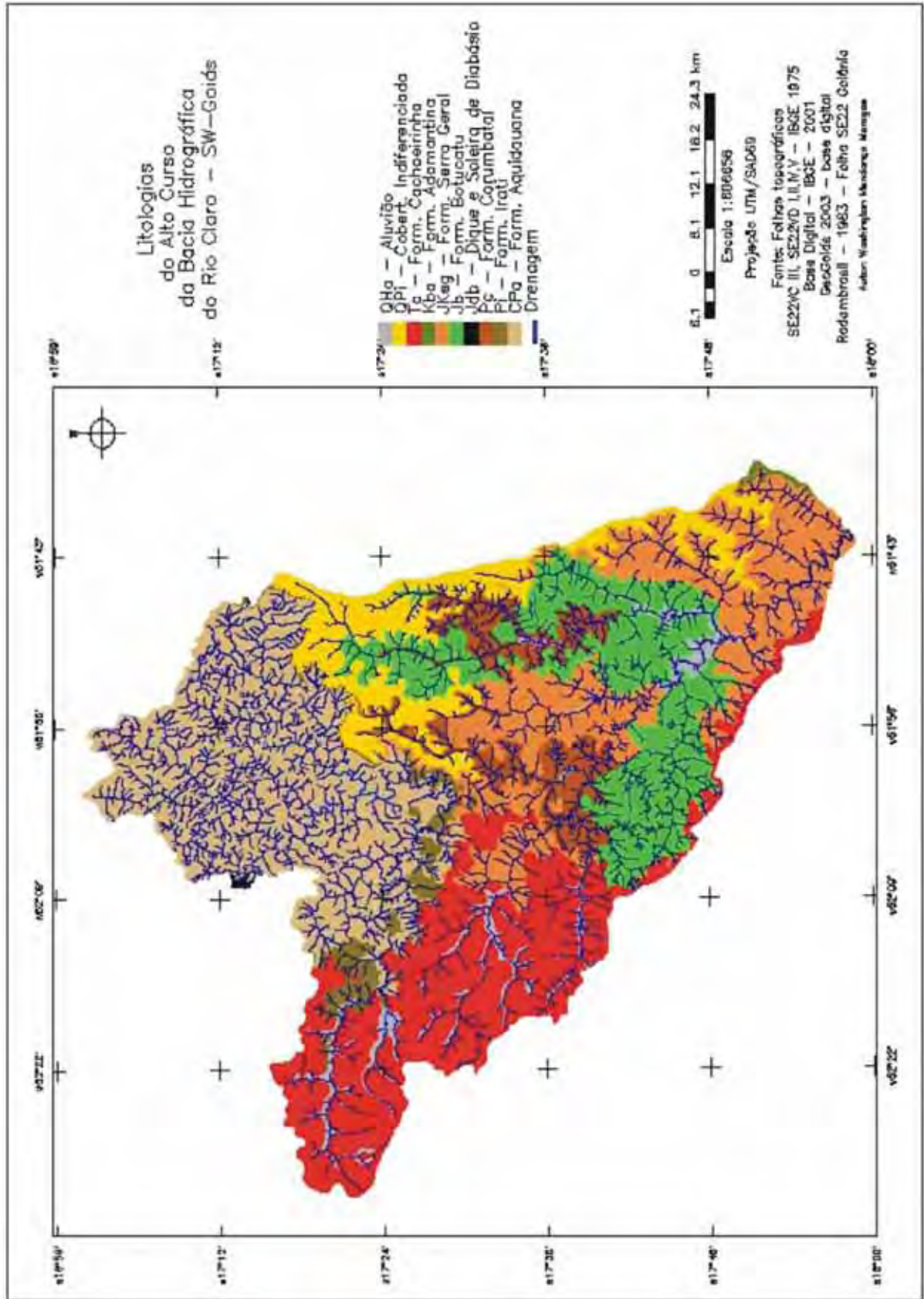
Fonte: BRASIL (1983)

Em termos de área, as rochas da formação Aquidauana predominam sobre as demais com cerca de 1283 km², representando 26% do alto curso da bacia hidrográfica (Figura 7), localizada totalmente no setor norte.

A formação Iratí ocorre fragmentada no contato com o Aquidauana e nas escarpas das cuestas do Caiapó. O Iratí, com seus vários tipos litológicos, ocupa uma área no alto curso de 2,6%, equivalente a 128,13 km².

O ambiente deposicional da formação Iratí é indicado por vários autores como um mar raso e calmo com aporte de material de forma bastante gradual, originando inclusive a possibilidade de deposição de sedimentos que viriam a formar o folhelho pirobotuminoso associados a calcários (BRASIL, 1983). Os sedimentos do Iratí são caracterizados por siltitos, argilitos, folhelhos fossilíferos, com níveis lenticulares de calcário e folhelho pirobotuminoso de coloração cinza a preta.

Em um período mais recente do Permiano os litotipos do Corumbataí abrangem 7,8% da bacia na parte central, acompanhando algumas drenagens que foram significativamente entalhadas no reverso da cuesta do Caiapó.



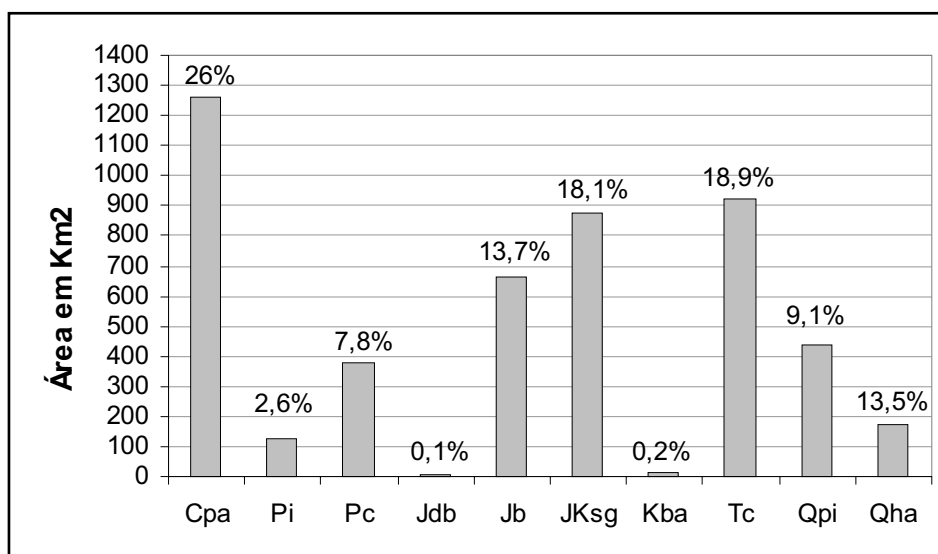


Figura 7 – Formações litológicas, porcentagem e área de ocorrência no ACBHRC.

A formação Corumbataí também é identificada como formação Estrada Nova ou Teresina, pela correlação dos materiais depositados nestas formações.

O Corumbataí caracteriza-se por siltitos, argilitos, folhelhos fossilíferos, arenitos finos e conglomerados basal, com lentes carbonáticas. A sua coloração creme-arroxeadada se destaca no contato com o Aquidauana. Cores arroxeadadas são associadas aos processos intempéricos. Essa formação ocorre também interdigitada com a Formação Iratí, sendo complexa uma perfeita individualização entre as duas formações (BRASIL, 1983).

A Formação Botucatu é composta basicamente por arenitos eólicos bem selecionados, sedimentados em ambiente desértico, provavelmente no período Jurássico. A matriz formadora do Botucatu é expressivamente arenosa, com grãos de quartzo bem arredondados e foscas, pelo efeito abrasivo do transporte aéreo; possui coloração em tons róseos.

Na área da bacia do rio Claro podem ser identificados largos pacotes do arenito Botucatu com identificação das estratificações cruzadas de médio porte. Destaca-se também a ocorrência do Botucatu pelo relevo tabular ou em testemunhos residuais.

Em determinados trechos dos cursos d'água, que drenam o Botucatu, ocorre uma drenagem meandrante, em decorrência do volume de sedimentos transportados e depositados em áreas onde o rio Claro possui baixa declividade. Certamente por isso, a capacidade do rio

Claro diminui, interferindo também na sua competência, pois são deixados os sedimentos mais pesados como a areia, nas faixas marginais aos cursos d'água.

Os arenitos do Botucatu são encontrados em 13,7% da área (Figura 7), e aparecem em duas grandes áreas separadas pelo eixo de drenagem principal. Este tipo rochoso possui grande ocorrência em toda a Bacia Sedimentar do Paraná. No rebordo noroeste desta unidade, os afloramentos do Botucatu são áreas de recarga do aquífero Botucatu ou Guarani. Este aspecto implica em maior preocupação na utilização destas áreas, tanto em relação à fragilidade ambiental decorrente dos processos erosivos, quanto em relação à facilidade de contaminação deste aquífero de grande permeabilidade. São dos depósitos desta formação que, após o transporte e sedimentação no leito principalmente do rio Claro, são extraídas a maior parte das areias que abastecem a construção civil em Jataí.

Os sedimentos da Formação Botucatu e os litotipos dos derrames de lavas basálticas da Formação Serra Geral compõem o Grupo São Bento.

A Formação Serra Geral é normalmente caracterizada por seu principal litotipo: o basalto, decorrente de derrames de magmas básicos toleíticos por meio de fissuras, possui granulação fina afanítica de coloração cinza-escuro. Contudo, também são encontrados tipos rochosos silicificados pela ação magmática, como os quartizitos que podem ocorrer intertrapeadas por rochas basálticas.

Um dos elementos que diferenciam os solos do Terciário/Quaternário dos produtos do basalto, como rocha matriz, é a presença de magnetita proveniente da rocha ígnea. O processo de intemperismo faz oxidar o ferro dando ao solo resultante uma cor amarelada ou marron-avermelhada, dependendo do estágio e do ambiente de oxi-redução.

O basalto apresenta-se de forma predominante ao longo dos eixos de drenagem, particularmente no rio Claro e alguns afluentes, devido à resistência da rocha e grande volume de magma extravasado. Possui uma expressiva ocorrência no entorno da área urbana de Jataí e adjacências. Ocupa área considerável no ACBHRC de 18,1%.

O relevo desta litologia caracteriza-se por amplas vertentes convexas, suave onduladas e onduladas até o leito do rio Claro, que se encontra bem encaixado nesta litologia.

O padrão de drenagem segue as fendas e fraturas das rochas, mas no caso do rio Claro não evidencia uma drenagem retangular. Outra característica marcante são as soleiras, corredeiras e cachoeiras em vários trechos do rio Claro e outros rios que correm sobre o basalto, que possibilitam a aeração do corpo d'água e sua autodepuração. Os desníveis topográficos transversais ao rio Claro também possibilitam o aproveitamento hidroelétrico.

Em uma pequena ocorrência, o diabásio aflora no setor norte da bacia com a participação de 0,1%. Ocorrem também, de forma pouco expressiva, no alto curso os arenitos da formação Adamantina com apenas 0,2% da área. Contudo, esta formação abrange grandes áreas no médio e baixo curso e se estende por outros estados do Centro-Sul do Brasil. A formação Adamantina, pertencente ao Grupo Bauru, se caracteriza por arenito finos, argilo-carbonáticos de cores creme, cinza-pardo e cinza-esverdeado. Apresenta-se em relevos tabulares, amplos vales com colinas médias, suave onduladas e onduladas

As coberturas Terciárias e Quaternárias são tratadas por alguns autores como uma unidade edafoestratigráfica, por sua relação com o material alterado da rocha sotoposta e as formações pedológicas, com topo laterizado, dos chapadões com ampla ocorrência nos estados do Brasil-Central. Autores como Gonçalves e Schneider (1970), Soares e Landim (1976), citados no relatório do Radam (BRASIL,1983), consideraram que o sedimento basal é caracterizado como um conjunto de sedimentos areno-argilosos inconsolidados e laterizados, argilitos e arenitos com níveis conglomeráticos, instituindo inclusive a elevação hierárquica desta ocorrência como uma formação individualizada denominada Formação Cachoeirinha. Ela representa 18,9% da área do alto curso e é encontrada nos topos de chapadas com pedosolos de textura argilosa e argilo-arenosa, contendo horizontes de concreções limoníticas.

Os sedimentos correspondentes à Formação Cachoeirinha são atribuídos à idade Terciária, ou seja, pós-cretácea. Caracterizam-se por coberturas basais psefiticas, recobertas por camadas de arenitos, argilitos e/ou lamíticas. Este material constituinte é resultado da pedogenização de rochas subjacentes e formação de perfis latossólicos a partir da rocha alterada, conforme citado por Guerra (1989).

As formações Terciárias e Quaternárias apresentam-se recobrando os chapadões em um nível topográfico acima de 800m e possuem contato inferior com várias formações na bacia do rio Claro.

As coberturas Quaternárias Pleistocênicas Indiferenciadas (QPi) são utilizadas neste trabalho ao invés de Coberturas Detrítico-Lateríticas Pleistocênicas. Nelas são encontradas basicamente três horizontes diferenciados quanto à estrutura e composição mineralógica, conforme Brasil (1983). No horizonte mais superficial encontra-se uma grossa camada argilo-arenosa, formando um solo maduro e uniforme, no horizonte imediatamente inferior predominam reações químicas que atuam formando concreções lateríticas, ricas em íons de alumínio e ferro, possivelmente devido a diversos ciclos de ascensão e rebaixamento do nível

freático. O terceiro nível aparece logo acima da rocha matriz e compreende um complexo conjunto de reações químicas que irão formar os sesquióxidos de ferro a partir de uma matriz mineralógica diversa, dependendo do tipo da litologia anteriormente sedimentada (BRASIL, 1983). As QPi ocorrem no reverso da *cuesta* na parte oriental, limitando o alto curso.

Estas formações Pleistocênicas estão correlacionadas ao processo de aplainamento da Superfície Sul-Americana, decorrentes das mais antigas superfícies de pediplanação pós-Bauru (BRASIL, 1983; BIGARELLA, BECKER e SANTOS, 1994).

As Coberturas Quaternárias Holocênicas Aluvionares (QHa) ocorrem em estreitas faixas ao longo de alguns cursos d'água especialmente no alto curso dos ribeirões Invernadinha e Bonfim, além dos córregos Buriti Torto, Cachoeira da Onça e também nas confluências do rio Claro e Ribeirão Paraíso, com pouca representatividade na bacia do rio Claro, cerca de 3,5%. Possuem composição predominante arenosa, entretanto, são também encontradas argilas e cascalhos, possui cores e aspectos variáveis, dependendo do local de ocorrência.

As formações mais recentes, QPi e QHa são encontradas de forma bem diferenciada, a primeira nas áreas planas e suave onduladas da chapada em níveis topográficos acima de 800 metros, a segunda em faixas marginais ao leito de alguns cursos d'água, mais expressivamente numa faixa a montante da área urbana de Jataí.

4.2 - Aspectos regionais do relevo e suas particularidades no ACBHRC

Inserida no Domínio dos Cerrados e Chapadões do Brasil Central, a bacia do rio Claro se localiza na unidade geomorfológica Planaltos e Chapadas da Bacia Sedimentar do Paraná que abrange o sudoeste de Goiás e se estende por outros Estados brasileiros.

O Planalto Setentrional da Bacia do Paraná é uma das duas subunidades de um nível superior denominado Planaltos e Chapadas da Bacia Sedimentar do Paraná (BRASIL, 1983). Esta subunidade abrange um extenso compartimento de relevo abrangendo cerca de 184.000 km². Limita-se a nordeste com o Planalto Rebaixado de Goiânia e Planalto do Alto Tocantins-Paranaíba, ao norte com o Planalto dos Guimarães (Alcantilados) e com parte da Depressão do Araguaia.

O Planalto Setentrional da Bacia do Paraná passou por três fases erosivas. Primeiramente o planalto foi submetido a um processo erosivo bastante intenso, truncando todas as litologias até o Terciário Inferior (BRASIL, 1983). A superfície erosiva terciária que se reporta ao Terciário Inferior, correspondente ao Ciclo Sul-americano de King, foi desenvolvida sob condições de extrema aridez e produzida por processo de pediplanação. Na fase seguinte, Plio-pleistoceno, o compartimento mais elevado foi aplanado, fazendo contato com o rebaixado em trechos escarpados ou ressaltos topográficos, diminuindo a largura das coberturas terciárias. Posteriormente, a pediplanação Neo-Pleistocênica retocou parcialmente o pediplano entalhado no Plio-Pleistoceno (BRASIL, 1983; GUERRA et al., 1989). Nas considerações feitas no Radambrasil (BRASIL, 1983), as escarpas erosivas e ressaltos topográficos foram originados pelo recuo das vertentes pela atuação do processo de pediplanação.

No Planalto Setentrional a área de maior expressividade em produção agrícola é regionalmente conhecida como “Chapadões de Goiás”. É caracterizada por modelados suaves do tipo tabular com amplos interflúvios. As formas de relevo denominados chapadões com amplos vales e inclinação suave, ocorrem no alto curso dos afluentes ribeirão Bonfim, ribeirão Invernadinha e ribeirão Paraíso. Estas formas de relevo são mantidas pelas coberturas terciárias/quaternárias e processo de laterização dos solos.

No alto curso do rio Claro o alinhamento de escarpas formam a Serra do Caiapó (Foto 3), na parte do front e nível inferior o relevo é relativamente bem dissecado pela drenagem, na parte superior nota-se as áreas de cimeira planas do chapadão (Foto 4). As formas do relevo do compartimento elevado possuem importantes relações com a litologia e o material pedogenético. Nas áreas capeadas por sedimentos do Terciário, encontra-se relevo mais suave com Latossolos Vermelho ácrico e Vermelho distrófico, protegidas por crostas ferruginosas. Nas áreas em que as coberturas do terciário e Quaternário foram retiradas surgem os relevos dissecados com maior afloramento de rochas.

Nos relevos plano e suave-ondulados ocorriam com grande frequência as formações vegetais de vereda, matas abertas e cerrados (predominantemente). O avanço da agricultura mecanizada tem ocupado essas áreas basicamente com cultivos de soja e milho, que aproveitam os latossolos argilosos.



Foto 3 - Vista parcial das escarpas da Serra do Caiapó
data: jun/2002 - autor: wmm



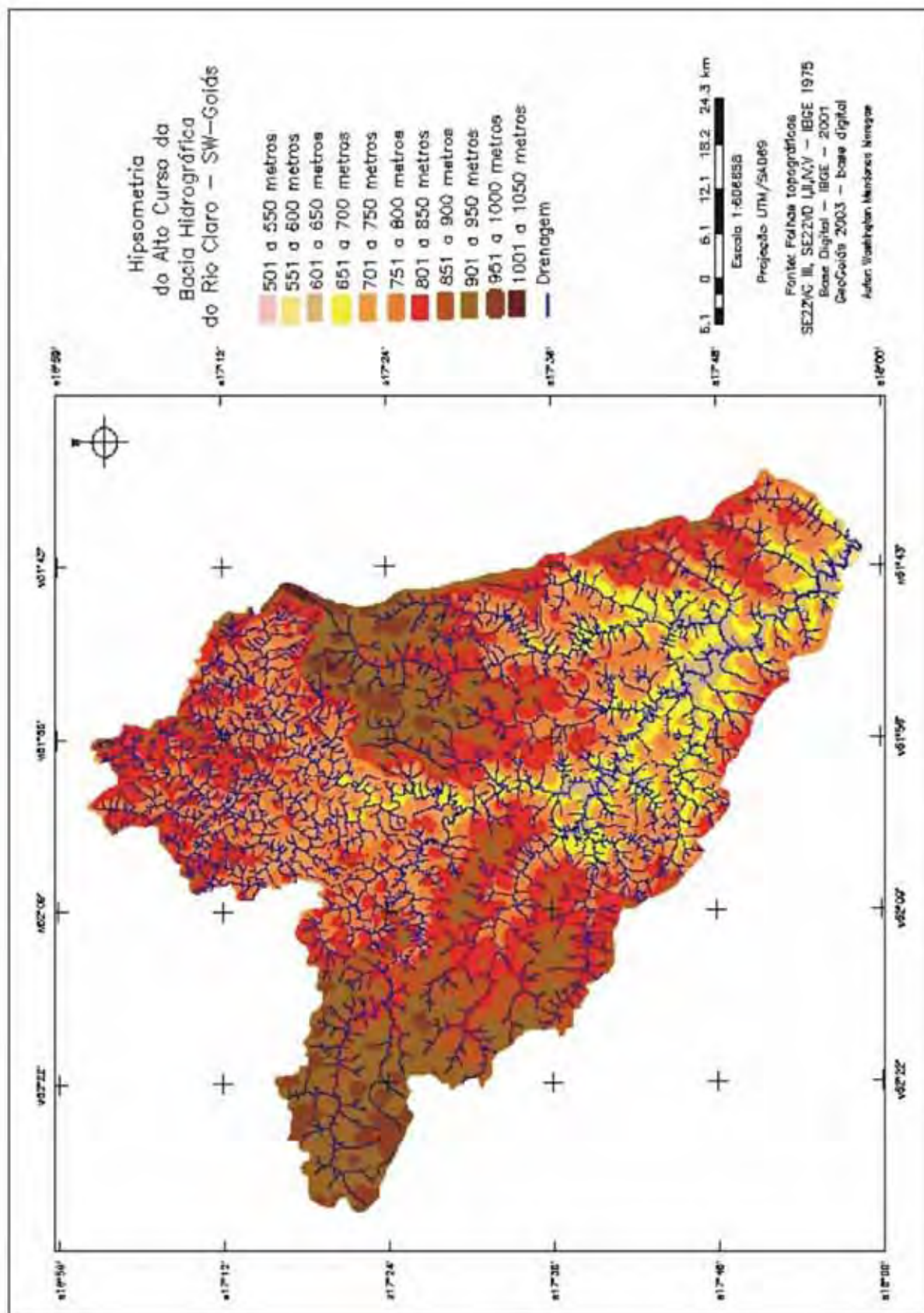
Foto 4 -Relevo plano da chapada e borda da cuesta do Caiapó ao fundo.
data: jun/2005 - autor: wmm

A altimetria varia de 550 metros no limite inferior do alto curso da bacia do rio Claro, até aproximadamente 1050 metros, no reverso da cuesta do Caiapó nas cabeceiras do ribeirão Paraíso (Figura 8). A amplitude altimétrica é de 500 metros: valor significativo se considerada a pequena distância entre o ponto mais baixo e o mais alto. Este valor demonstra o grau de entalhamento do vale do rio Claro e também o grande volume de material que ainda pode ser erodido. Conforme apresenta a figura 9, há um expressivo predomínio das altitudes intermediárias, com destaque para a faixa de 750 a 850 metros, que somadas são mais de 40% do alto curso.

A compartimentação do relevo do alto curso do rio Claro pode ser dividida em dois níveis altimétricos. O primeiro nível, de cimeira, na faixa de 800 a 1050 metros, predominam relevos plano e suave ondulado nos topos de chapada, típico dos chapadões, onde ocorrem solos de muito argilosos a areno-argilosos e coberturas pós-cretáceas (Tc, QPI, QHa). O segundo nível, de 550 a 800 metros de altitude, compreende o grande vale do rio Claro e afluentes, onde ocorre uma maior variedade de formas de relevo e de solos, como também de tipos litológicos.

No ACBHRC predomina a classe de declividade de 6 a 12%, com 43,4% da área total, correspondendo a mais de 2000 km² (Figura 10). Essa classe permite a utilização com agricultura, porém, com restrições ao uso e necessitam de maiores ações no controle da erosão. As classes de declividade de 0 a 3 e 3 a 6% somadas representam 40,8% da área do alto curso da bacia do rio Claro, o que indica um bom potencial de utilização, particularmente em lavouras mecanizadas. A agricultura predomina nas áreas de baixa declividade, com lavouras de soja e milho no verão (denominada safra) e milho, sorgo e outras culturas de inverno (denominada de safrinha).

Somente os 15% restantes da área de estudo possui declividades superiores a 12%, podendo ser aproveitadas com reflorestamento, culturas permanentes e pastagem, desde que não seja em terrenos com textura arenosa. Nas declividades mais acentuadas recomenda-se a manutenção da vegetação natural.



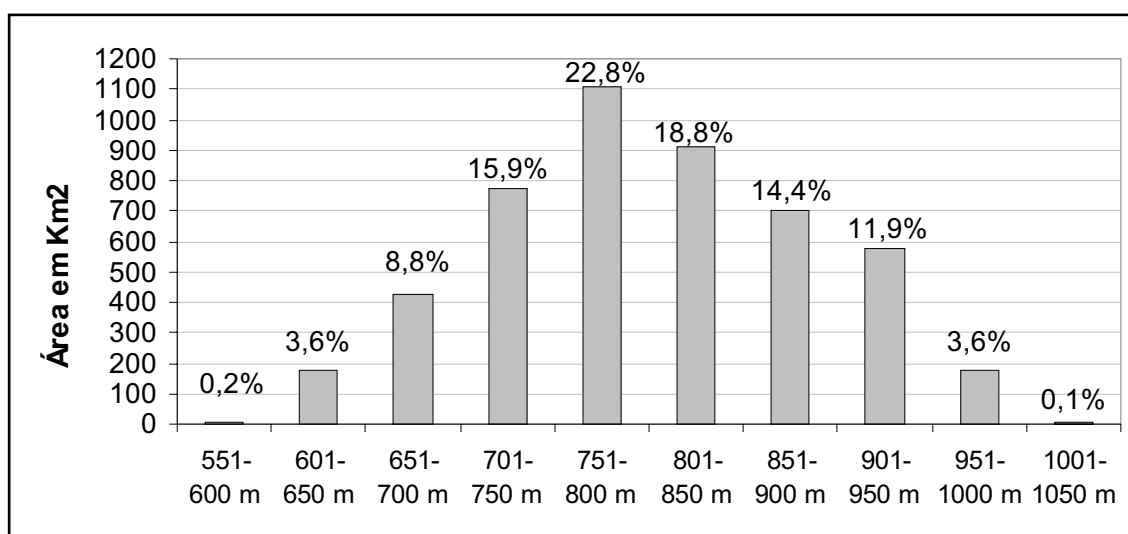


Figura 9 – Classes hipsométricas, porcentagens e áreas de ocorrência no ACBHRC.

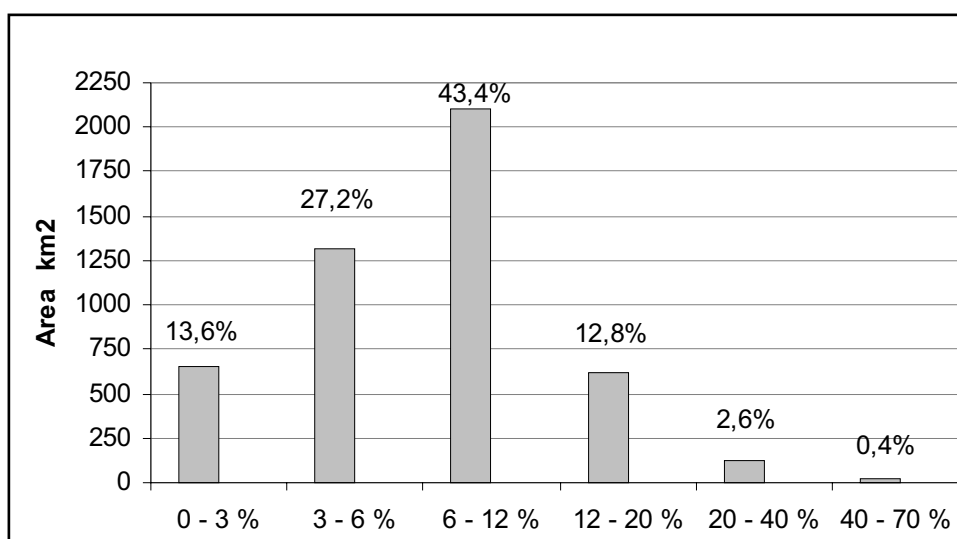


Figura 10 – Classes de declividade, porcentagens e áreas de ocorrência no ACBHRC.

As áreas com menores declividades estão nos setores noroeste e oeste, como também, na parte nordeste, no reverso da *cuesta* do Caiapó, nos topos de chapadas que são divididas pelo vale do rio Claro e seus afluentes.

O vale do rio Claro separa os dois compartimentos mais elevados da bacia que possuem terrenos planos e suave onduladas nas áreas de cimeira. Na margem direita as nascentes dos ribeirões Invernadinha, Bonfim e Bom Jardim; na outra, as nascentes dos

ribeirões Paraíso, Santa Maria e São Pedro, cujas bacias são capeadas por formações mais recentes no tempo geológico (Terciário e Quaternário). As chapadas são áreas com as menores declividades do alto curso onde predominam as classes de 0 a 3 e 3 a 6%. A combinação baixa declividade e solos adequados à agricultura, favorece a utilização dessas áreas com lavouras altamente mecanizadas de soja e milho.

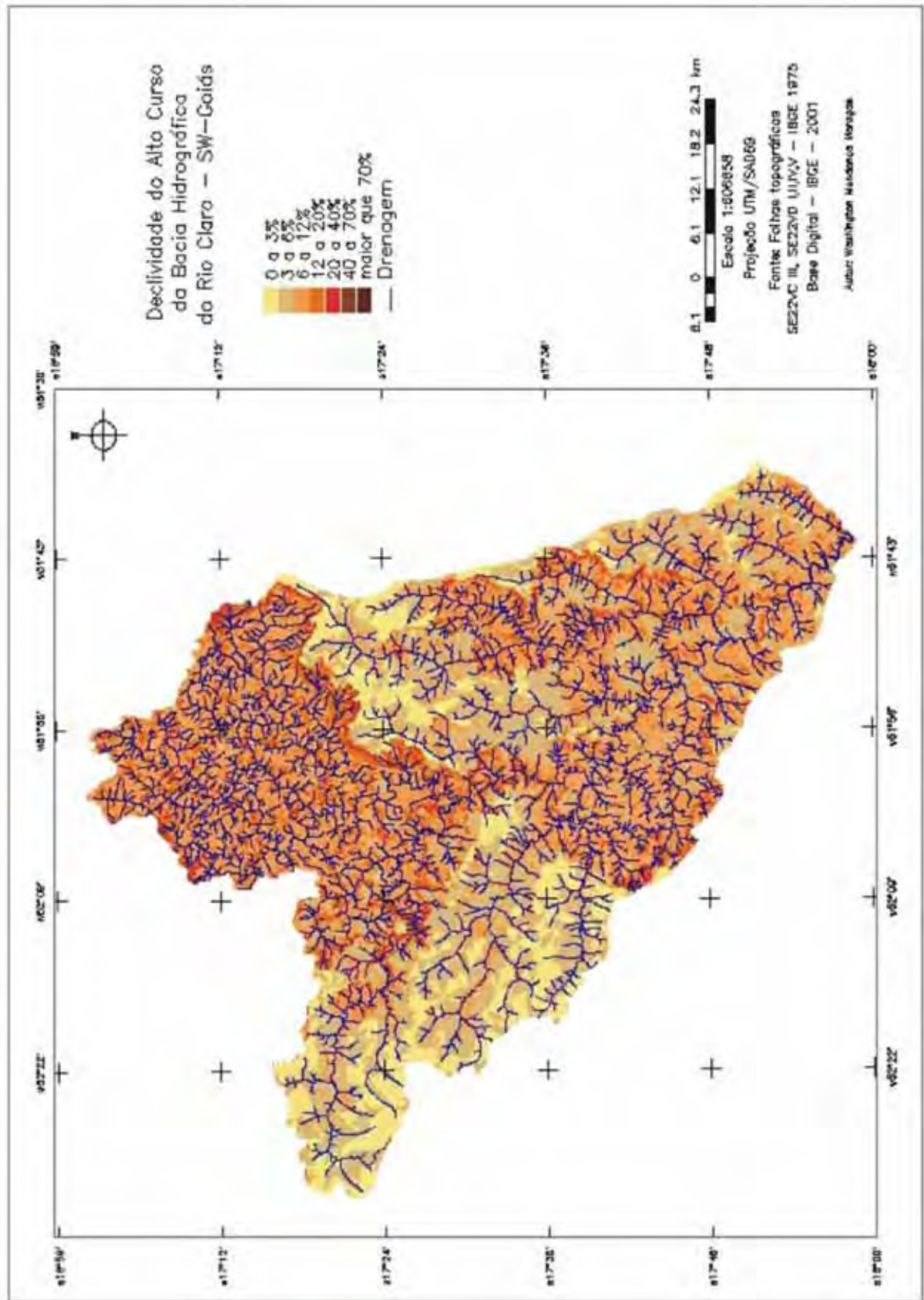
As declividades mais acentuadas estão nos setores centro e norte do alto curso da bacia hidrográfica e principalmente acompanhando a rede de drenagem dos principais afluentes. (Figura 11).

O aprofundamento do talvegue ocorre predominantemente nas rochas das formações Corumbataí e Botucatu. Os rebordos erosivos ocorrem no *front* da *cuesta*, nos contatos do Aquidauana, Iratí e Corumbataí. Nestes ambientes a pastagem ocupa grandes áreas, porém, pouco se observa a presença dos rebanhos. Os solos de matriz arenosa e em declividades mais acentuadas estão relegados à pastagem extensiva, talvez por falta de indicações técnicas para melhor aproveitamento destes terrenos, ou falta de empreendedores que vejam nestas áreas um potencial de uso mais intensivo. Da forma em que são manejadas, essas áreas preocupam pelas ocorrências de focos erosivos e processos de assoreamento.

A ocorrência das maiores vulnerabilidades do relevo, quanto à erosão, estão localizadas no *front* da *cuesta*, onde nasce o rio Claro e nos seus níveis inferiores, evidenciado pelo nível de dissecação da Formação Aquidauana, causado pela tectônica e pela incisão da rede de drenagem. Ainda no alto curso, destaca-se a alta vulnerabilidade nas rampas o entalhe do ribeirão Invernadinha (no seu médio e baixo curso) sobre as litologias da formação Corumbataí e Iratí, bem como no ribeirão Paraíso, margem esquerda do rio Claro, sobre as formações Corumbataí e Botucatu.

Nas áreas do basalto Serra Geral e Coberturas Terciárias e Quaternárias, os níveis de dissecação são menores, pois corresponde a relevos tabulares e de topo plano.

As maiores declividades ocorrem nas bordas das chapadas e *cuestas*. Estão associadas as formações Aquidauana, Corumbataí e Irati, sob Cambissolos e Neossolos Litólicos. Ocorrem, também, nas formações Botucatu e Serra Geral, associados aos Neossolos Litólicos e Quartzarênicos.



4.3 – Caracterização dos grupos de solos no ACBHRC

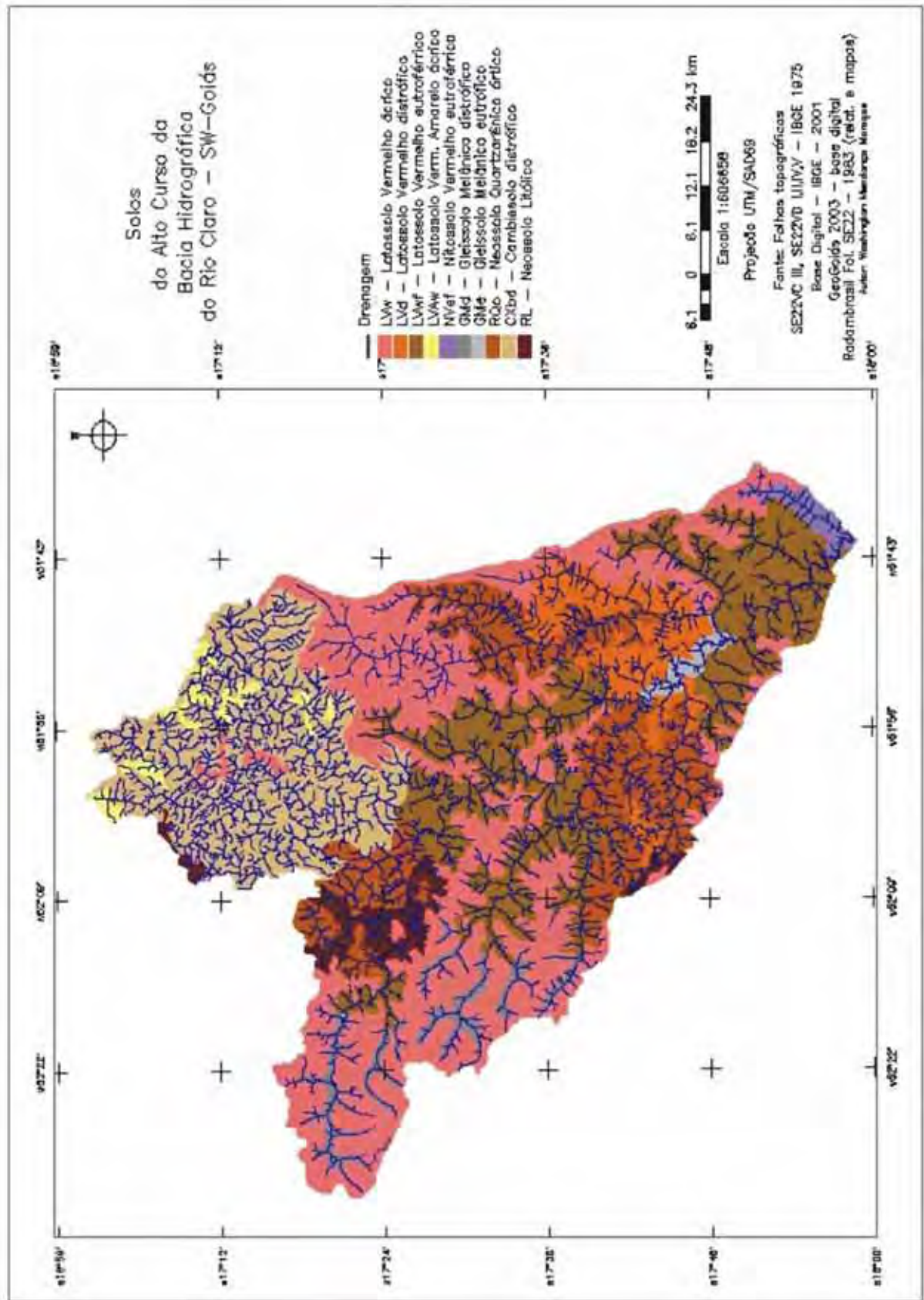
O mapeamento de solos baseou-se no levantamento publicado pelo Geogoiás (2003) e também no levantamento detalhado realizado pela Agência Rural do Estado de Goiás (OLIVEIRA, et al. 2003) no entorno do Parque Nacional das Emas, área adjacente ao alto curso da bacia do rio Claro, bem como, nos trabalhos de campo para reconhecimento dos perfis diagnóstico e descrições morfológicas *in loco*.

No ACBHRC foram identificadas as classes: Latossolo Vermelho ácriférico (LVwf), Latossolo Vermelho ácrico (LVw) e Vermelho distrófico (LVd), Latossolo Vermelho Amarelo ácrico (LVAw), Neossolo Litólico (RL), Neossolo Quartzarênico Órtico (RQo), Nitossolo Vermelho eutrófico (NVe), Gleissolo Melânico distrófico (GMd), Gleissolo Melânico eutrófico (GMe) e Cambissolo Háptico distrófico (CXbd) (Figura 12).

Os Gleissolos Melânicos aparecem no alto curso do ribeirão Invernadinha e a montante da área urbana de Jataí numa estreita faixa de baixa declividade. Representam pouco mais de 3,5% da área (Figura 13), com ocorrência na porção centro meridional do alto curso da bacia. Os Gleissolos com textura argilosa e muito argilosa, baixa saturação de bases, se desenvolvem normalmente a partir dos sedimentos do quaternário recente. São solos minerais hidromórficos, com horizonte glei abaixo do horizonte superficial ou horizonte hístico com menos de 40 cm; ou horizonte sem nenhum tipo de horizonte diagnóstico acima do horizonte diagnóstico (OLIVEIRA et al., 2003).

As limitações agrícolas são advindas da drenagem insuficiente e risco de inundação, necessitando de drenagem artificial. Existe ainda o risco de endurecimento pelo caráter plíntico desse solo. A suscetibilidade à erosão depende muito da textura do solo, mas também, em função do ritmo de acumulação e transporte dos materiais, visto que, sua área de ocorrência é inundável.

Semelhante aos outros latossolos, os Vermelho-Amarelos são solos minerais, profundos, bem drenados, horizonte B latossólico, com baixa fertilidade, pH e CTC. Na área possuem textura argilosa e textura média. O relevo predominante é o suave ondulado ou plano. Possui uma pequena abrangência no alto curso da bacia do rio Claro com 1,5% da área; são normalmente cultivados com culturas temporárias de grãos. Os Latossolos Vermelho-Amarelos de textura média possuem maiores restrições quanto à deficiência hídrica e ao risco de erosão, particularmente sob a forma de ravinas e voçorocas.



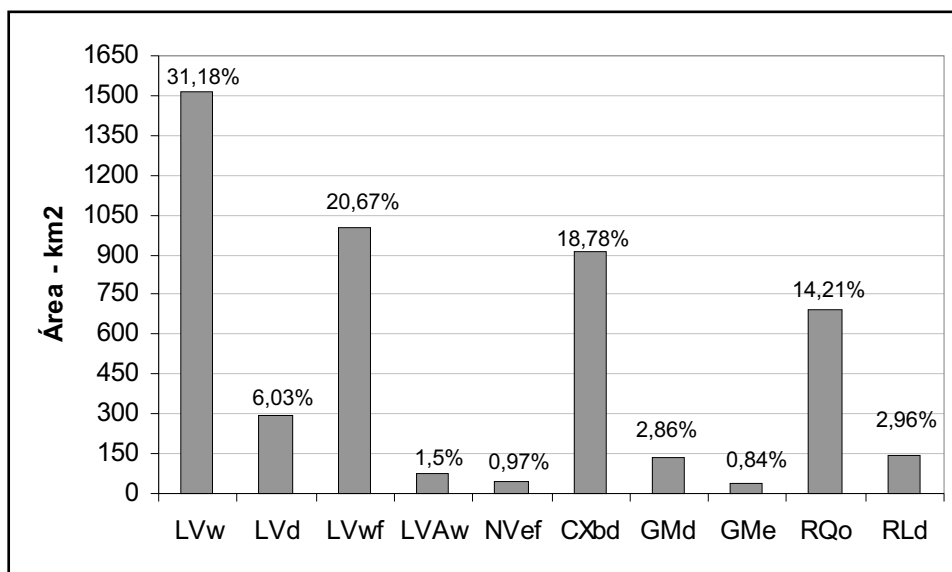


Figura 13 – Classes de solos, porcentagens e áreas de ocorrência no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do rio Claro.

Os Latossolos Vermelhos ocorrem na parte oeste e leste da bacia e há um expressivo predomínio deste solo na área, com 37% da área total. São basicamente originários da formação Cachoeirinha, possuindo textura argilosa ou muito argilosa. São solos profundos, bastante intemperizados e caráter ácrico, com boa aeração e drenagem. Possuem certa resistência à erosão laminar e em sulcos, predominantemente são ácidos, com baixa fertilidade natural, ou seja, distróficos e baixa CTC. Entretanto, são muito utilizados na produção agrícola regional pela ocorrência em áreas planas e suave onduladas. Utilizados em plantio direto e com práticas conservacionistas, como terraceamento, podem sustentar por um longo tempo os cultivos agrícolas, pois estes procedimentos afastam, em boa parte, os riscos de compactação e erosão.

O trânsito excessivo de máquinas, principalmente sobre os solos agricultáveis, pode levá-los ao processo de adensamento impossibilitando, em casos mais graves, a infiltração da água no solo, fazendo com que a água se movimente lateralmente, facilitando os processos erosivos graves.

O aspecto característico dos Neossolos é a ausência do horizonte diagnóstico. São solos relativamente jovens e normalmente rasos. Os Neossolos Litólicos (RL) são solos minerais não hidromórficos, possuem na massa de solo muitos fragmentos de rocha maiores

que 2mm. Possuem uma grande variedade de textura e propriedades químicas (OLIVEIRA et al., 2003). Os RL da região em estudo são distróficos com texturas variando de argilosas a arenosas, dependendo da rocha matriz, ocupam áreas de declividade mais acentuada (ondulado ou forte ondulado). Por possuir pequena profundidade e muita pedregosidade, são muito susceptíveis à erosão pelo impedimento da drenagem, juntamente com a declividade acentuada, os tornam pouco aptos para a agricultura, restando apenas usos menos exigentes.

Os Neossolos Quartzarênicos se distinguem dos Litólicos por apresentarem textura arenosa ou areia franca em todo perfil. Chegam a possuir 95% ou mais de quartzo, calcedônia e opala e ausência de minerais facilmente intemperizáveis (OLIVEIRA et al., 2003). Os Neossolos Quartzarênicos Órticos são solos fortemente drenados, profundos a muito profundos, com pH, CTC e fertilidade natural baixíssima e ocorrem em relevo plano, ondulado e forte ondulado. Por suas características físico-químicas são muito susceptíveis à erosão, principalmente ravinas e voçorocas, ou seja, são extremamente frágeis. A grande pobreza de nutrientes e a excessiva drenagem fazem com que estes solos sejam em condições naturais impróprios ao uso agrícola, sendo melhor utilizados como áreas de preservação da vegetação natural. Mesmo com pastagem, o uso desses solos carece de um cuidadoso manejo, para evitar o processo de arenização⁵ que pode se instalar.

Ainda assim, nos últimos anos, tem-se percebido uma crescente procura por solos de textura média e por Neossolos Quartzarênicos, havendo expressiva conversão de pastagem e áreas de vegetação natural para agricultura. Em 2000 houve uma campanha de divulgação técnica, promovida pela prefeitura municipal de Jataí, para utilização dos solos de textura arenosa, que regionalmente são conhecidos por terras mistas.

Contudo, os verânicos (períodos de 10 a 15 dias sem chuvas na época chuvosa) têm causado muitos prejuízos aos agricultores que insistiram na opção de utilizar solos arenosos, principalmente os Neossolos Quartzarênicos na agricultura.

Os Neossolos ocupam pouco menos que um quinto da área em estudo. No alto curso os RQo ocupam 14,26% da área e os RL representam cerca de 3% da área total do ACBHRC.

Os Nitossolos Vermelho eutrofêricos, ou Terra Roxa Estruturada na classificação anterior a 1999 (EMBRAPA, 1999), possui pequena ocorrência no alto curso com

⁵ No âmbito deste trabalho arenização é compreendida como manchas de areia que se formam por processos naturais e antrópicos, combinados, onde o uso da terra acelera a perda de argila e nutrientes do solo, restando constituintes arenosos que não sustentam química e fisicamente formações vegetais de maior porte.

aproximadamente 1% (47 km²). Este solo possui um horizonte B nítico (reluzente) que, em geral, concentra maior teor de argila que no horizonte A. São solos minerais, decorrentes do intemperismo dos basaltos do JKsg, encontrados geralmente em relevo ondulado. São solos com soma de bases acima de 50%, por isso eutróficos, de boa fertilidade natural. Os NVeF possuem boa drenagem e permeabilidade e também são relativamente resistentes à erosão.

Os Cambissolos Háplicos são solos minerais, não hidromórficos, com B incipiente, ou com horizonte hístico com espessura inferior a 40cm. Nota-se que o processo de intemperismo para formação do solo ainda atua sobre minerais primários e por isso são considerados pouco evoluídos, pouco profundos, podendo ter cores e texturas variadas. Normalmente possuem grande fração de silte, podendo conter cascalhos e pedregosidade.

Os Cambissolos são solos bastante susceptíveis à erosão por suas características intrínsecas. Por isso, em geral, não se indica para aproveitamento agrícola. Estes solos possuem expressiva área de ocorrência com 18,8% e predominam no setor norte da bacia hidrográfica, nos terrenos ondulados e forte ondulados. Há expressiva associação com os sedimentos do Aquidauana, Iratí e Corumbataí.

Os solos da alteração do basalto e das formações Terciárias e Quaternárias são aproveitados para as lavouras (Latosolos Vermelho ácido, Vermelho acriférrico, Vermelho distrófico), ao passo que os demais tipos de solos, relacionados ao relevo mais dissecado, aparecem com pastagens extensivas e formações de Cerrado, nestas áreas são encontrados os Cambissolos, os Neossolos Quartzarênicos e os Neossolos Litólicos.

4.4 – Cobertura e formações vegetais no Estado de Goiás e no ACBHRC

No sistema ambiental a vegetação exerce várias e importantes funções. Além de servir de abrigo e alimentos, realiza a fotossíntese sendo fonte de produção de O₂. Contribui também para a pedogênese, impedindo a morfogênese, protege o solo da radiação solar e amortece as precipitações pluviométricas. A vegetação também cumpre o papel de realizar parte do balanço hídrico e auxilia no papel regulador das vazões, diminuindo os picos de descarga e aumentando a capacidade de infiltração dos solos.

Entretanto, as funções da vegetação (particularmente nos fluxos hídricos), dependem de outros elementos e sub-sistemas. O tipo da formação vegetal e seu porte, por exemplo,

produzem comportamentos distintos, seja em uma área de pastagem, Cerrado (*stricto sensu*) ou cerradão e mata mesofítica.

Por isso, a cobertura e o tipo vegetal são importantes para avaliar o comportamento hídrico e de outros sistemas que dependem substancialmente deste recurso natural. Sua retirada ou substituição, em área de significativa extensão influencia os sistemas ambientais de forma ampla e em particular os sistemas climáticos, hidrológicos e ecológicos.

As conclusões sobre o uso da terra e a cobertura vegetal no Estado de Goiás, apresentadas pelo Geogoiás, foram de que o território goiano se encontra num estágio avançado de artificialização com intensivas atividades agrícolas, com práticas de queimadas, irrigação, mecanização e, principalmente, desmatamento. Pelo estudo, mais de 76% do uso e ocupação das terras em Goiás é agrícola, com destaque para a agricultura. Apenas 8,3% da superfície do estado permanecem com reservas florestais (florestas arbustivas-arbóreas densas, florestas arbustivas-arbóreas abertas e florestas de galeria), localizadas em áreas declivosas no norte do estado e acompanhando os eixos hidrográficos (Geogoiás, 2003).

As fitofisionomias do Cerrado com predomínio do estrato herbáceo-arbustivo perfazem quase 15% da área do Estado, porém, em grande parte ocupadas para a criação de animais, particularmente gado bovino (Geogoiás, 2003). Este quadro se repete em áreas do Sudoeste de Goiás e também no alto curso da bacia do rio Claro.

A área da bacia é uma área core do domínio dos Cerrados. O termo domínio é utilizado conforme a referência que Coutinho (2000) faz sobre a diferenciação de bioma e domínio, sendo que, bioma se refere às composições florísticas e faunísticas de um tipo específico de formação vegetal, como o Cerrado, Mata Atlântica, Amazônica, etc., enquanto domínio quer dizer a formação vegetal que predomina no mosaico de formações vegetais que ocorre por exemplo no domínio do Cerrado com veredas, matas ciliares, encraves de caatinga, vegetação atlântica, amazônica, dentre outras. Neste sentido, domínio é mais abrangente que bioma e inclui uma variedade maior de ecossistemas.

Na área ainda são encontrados os tipos fisionômicos do Cerrado, o Cerradão ou Savana Arbórea Densa, o Campo Cerrado ou Cerrado (*stricto sensu*), também denominado Savana Arbórea Aberta, o Parque Cerrado ou Cerradinho também denominado de Savana Parque, além dos tipos campestres de Campo Sujo e Campo Limpo.

Nos fundos de vale, ainda que em estreitas faixas, são encontradas as matas ciliares em praticamente toda a rede de drenagem em qualquer setor do alto curso da bacia hidrográfica

do rio Claro. Entretanto, ela ocorre com maior porte nos fundos de vale onde ocorrem solos resultantes do intemperismo do basalto do Serra Geral.

Na área da bacia a vegetação natural, principalmente a de porte arbóreo, está bastante descaracterizada, restrita a pequenas manchas esparsas e descontínuas. O Cerrado com suas várias fitofisionomias perderam expressivas áreas que recobriam o alto curso da bacia do rio Claro antes da colonização no século XIX.

No capítulo que trata do uso da terra serão apresentados dados e mapeamentos que indicam a significativa mudança de uso na bacia do rio Claro no período em estudo (1967 a 2001).

4.5 – Caracterização climática regional e do ACBHRC

O clima é um dos sistemas fundamentais pois interagem com os outros sistemas físico-ambientais que diferenciam as paisagens. A dinâmica paleoclimática contribui para definir formas morfológicas, que combinando também com esse sub-sistema derivam formações pedológicas. Uma complexa rede de interações não lineares contribuiu para o estabelecimento de tipos de vegetação que por sua vez auxilia na redefinição do clima local e micro-clima e assim por diante.

No período atual, o clima é um forte condicionante para a forma de ocupação e uso da terra e conjugado com outros elementos do grande sistema ambiental permitem várias potencialidades de aproveitamento. O clima joga um importante papel para a dinâmica dos sistemas ambientais.

Considerando o clima regional, Nimer (1988) aponta que existem dois padrões climáticos que caracterizam as duas estações predominantes, uma fria e seca no inverno e outra quente e chuvosa no verão. Para estabelecimento da primeira são determinantes os ventos de NE e E do anticiclone tropical do Atlântico Sul e ventos de N de pequenas e altas dorsais que se formam sobre o continente. Para estabelecimento da segunda, ou seja, período quente e chuvoso, interatuam três sistemas que repercutem, particularmente, na pluviosidade da região Centro-Oeste. Os sistemas são:

a) Circulação Perturbada de Oeste, identificadas como linhas de Instabilidade Tropical (IT);

- b) Circulação Perturbada de Norte, identificadas como linhas de Convergência Intertropical (CIT);
- c) Circulação Perturbada de Sul, identificada como Frente Polar (FP).

A atuação dos sistemas IT geram tempos instáveis com ocorrência de chuvas e trovoadas, com maior frequência no verão. As CIT ocorrem com maior intensidade na primavera e verão, com máxima força em outubro, se caracterizam por chuvas pesadas. A FP possui comportamentos distintos no inverno e no verão, sendo que, no verão avança até ao sul do Estado de Goiás, por volta da área do alto curso da bacia hidrográfica do rio Claro sustentando um bom volume de chuvas neste período. No inverno as frentes possuem maior intensidade e acarretam tempo limpo e temperatura em queda por alguns dias.

A ausência de chuvas no inverno se deve à pouca ação dos outros dois sistemas de circulação atmosférica para confrontar com as frentes. A continentalidade também auxilia no inverno a ocorrência de temperaturas e umidades baixas, em função da característica das frentes polares.

Com a atuação diminuída das frentes, principalmente na primavera, as temperaturas altas são apenas amenizadas pelas chuvas, que se tornam mais constantes no verão, predominantemente úmido e quente.

Em termos de caracterização climática, Nimer (1988) considera que o sudoeste do Estado de Goiás é Tropical Quente e Sub-Quente, com áreas úmidas e sub-úmidas. Pelas definições do tipo climático, no alto curso predominam Quente e úmido, porém, as áreas acima de 800m de altitude apresentam o tipo Sub-Quente e úmido.

Tomando por base a localização dos postos de monitoramento da pluviosidade, utilizados no trabalho e localizados na figura 14, as temperaturas médias anuais dos postos oscilaram de 20,9 °C no posto Bom Jardim e 22,2° C na estação climatológica de Jataí. A média anual dos postos ficou em 21,7° C (Quadro 25). Em julho, mês mais frio, os valores estimados ficaram na casa de 18,6° C de média mensal; em contrapartida, as temperaturas médias de outubro, mês mais quente, foram de 23,3° C. Desta forma, a amplitude anual dos valores médios mensais foi de 4,7° C, valor relativamente pequeno. As temperaturas apresentadas foram estimadas utilizando a equação proposta por Alfonsi et al (1978), exceto no posto de Jataí onde a temperatura foi obtida por observações da estação climatológica.

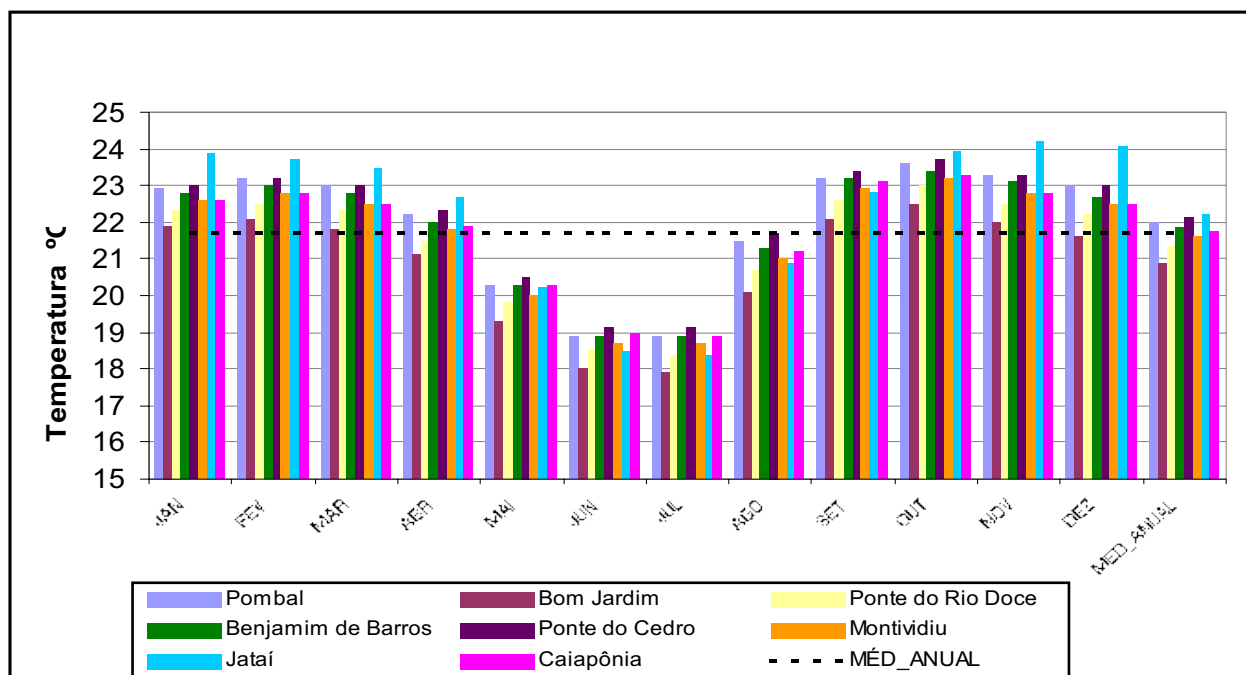


Figura 14 – Temperatura média mensal estimada e observada dos postos de monitoramento pluviométrico.

Quadro 25 – Temperaturas médias mensais estimadas e observadas nos postos de monitoramento pluviométrico utilizados na pesquisa.

Local	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Méd_ Anual
Pombal	22,9	23,2	23,0	22,2	20,3	18,9	18,9	21,5	23,2	23,6	23,3	23,0	22,0
Bom Jardim	21,9	22,1	21,8	21,1	19,3	18,0	17,9	20,1	22,1	22,5	22,0	21,6	20,9
Pte Rio Doce	22,3	22,5	22,3	21,5	19,8	18,5	18,4	20,7	22,6	23,0	22,5	22,2	21,4
Benjamim de Barros	22,8	23,0	22,8	22,0	20,3	18,9	18,9	21,3	23,2	23,4	23,1	22,7	21,9
Pte do Cedro	23,0	23,2	23,0	22,3	20,5	19,1	19,1	21,7	23,4	23,7	23,3	23,0	22,1
Montividiu	22,6	22,8	22,5	21,8	20,0	18,7	18,7	21,0	22,9	23,2	22,8	22,5	21,6
Jataí	23,9	23,7	23,5	22,7	20,2	18,5	18,4	20,9	22,8	23,9	24,2	24,1	22,2
Caiapônia	22,6	22,8	22,5	21,9	20,3	19,0	18,9	21,2	23,1	23,3	22,8	22,5	21,7
Méd Mês	22,8	22,9	22,7	21,9	20,1	18,7	18,6	21,0	22,9	23,3	23,0	22,7	21,7

Analisando-se o quadro 26, observa-se que o posto de Jataí apresentou valores maiores de temperatura do que os outros postos, em vários meses, ao passo que, no posto Bom Jardim, ocorreram, com maior frequência, os menores valores dentre os postos avaliados. A altitude é uma variável importante para explicar essa característica térmica no alto curso da bacia do rio Claro, visto que o posto de Jataí se encontra a 670m de altitude e Bom Jardim a 880 metros. A espacialização da temperatura média anual é representada pela figura 15.

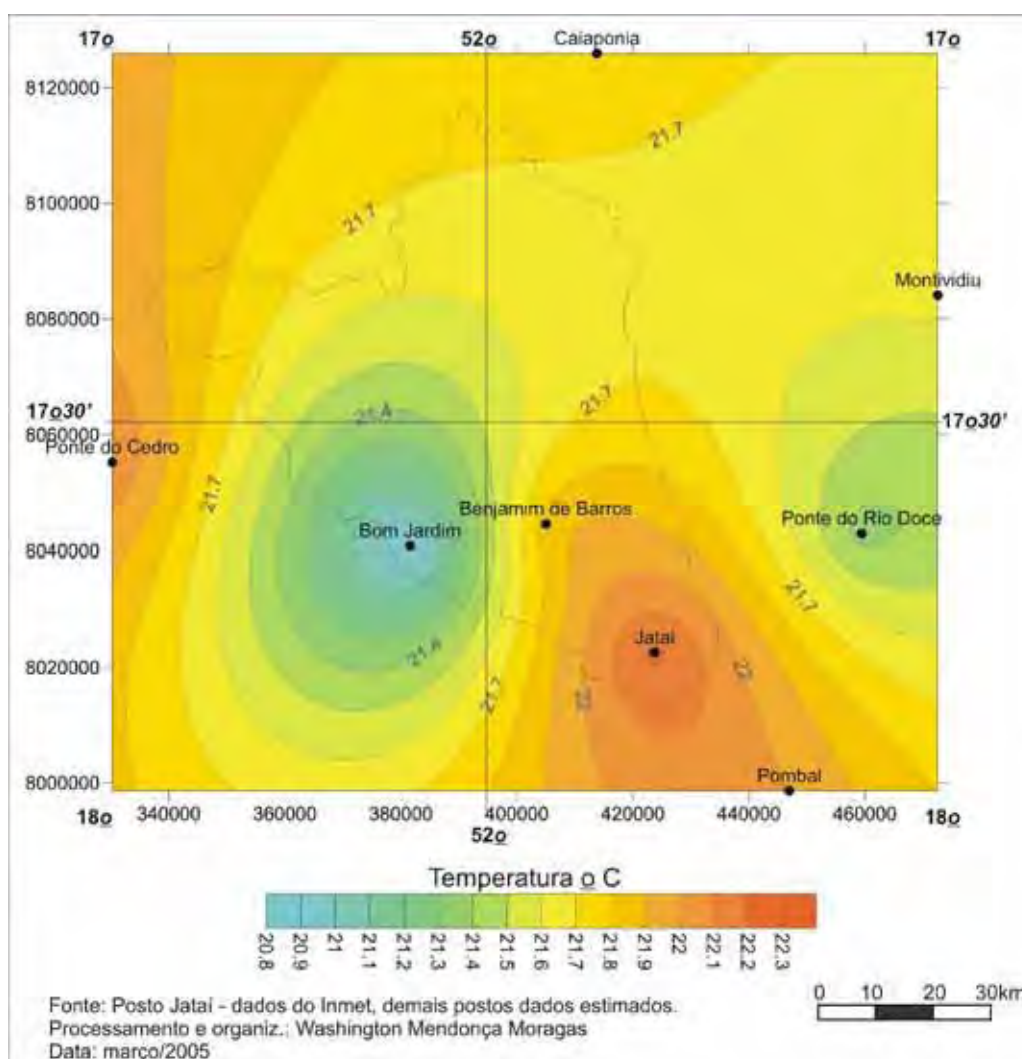


Figura 15 – Temperatura média anual dos postos (1980-2001) no ACBHRC.

É possível identificar na estrutura dos dados que o trimestre mais quente é composto pelos meses de setembro, outubro e novembro, na passagem do inverno para a primavera. As chuvas de dezembro em diante amenizam as altas temperaturas na região. Por outro lado, o

trimestre mais frio foi composto pelos meses de maio, junho e julho, com valores de umidade relativa e chuva muito baixos.

Baseado nos valores coletados nos postos de monitoramento, anteriormente discriminados, pode-se observar pelos dados da figura 16, que os totais pluviométricos com índices menores de 100mm são representados pelos meses de maio, junho, julho, agosto e setembro, os demais meses possuem volumes acima de 100 mm mensais. Este padrão foi normalmente observado nos anos de 1980-2001, o que indica a predominância de sete meses mais chuvosos e cinco mais secos. Esta distribuição é fundamental para os cultivos da safrinha, que são plantados a partir de fevereiro, talvez, por isso, regionalmente a safrinha possui boa produtividade.

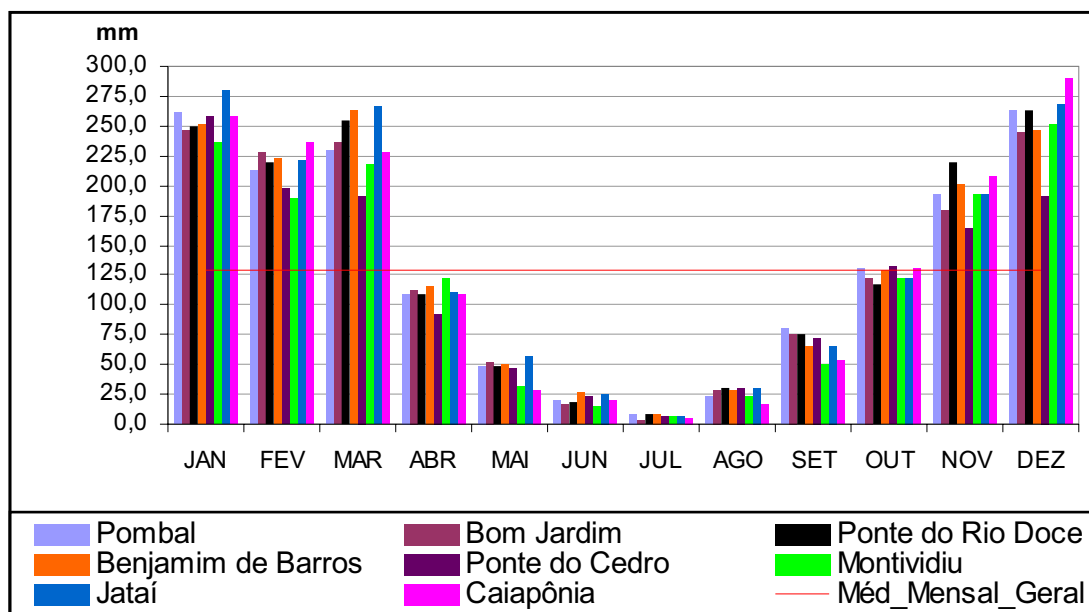


Figura 16 - Pluviosidade média anual nos postos de monitoramento (1980-2001)

Em termos de porcentagem, os sete meses considerados chuvosos representam 78,74% dos totais pluviométricos anuais. Se, entretanto, forem considerados os seis meses (outubro a março) que normalmente caracterizam a estação das chuvas no Centro-Oeste, o volume precipitado é de 71,7%.

Dentre os anos analisados o mês de julho apresentou as menores médias mensais. O posto de Caiapônia registrou o menor valor dentre os postos: 6,1 mm. Em oposição, o mês de janeiro foi identificado com as maiores alturas pluviométricas, com volumes em torno de 280mm observados na estação de Jataí, enquanto a média dos postos foi de 258mm.

O trimestre mais chuvoso é representado pelos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, apesar de março ser também um mês muito chuvoso. Em contrapartida o trimestre mais seco é composto por maio, junho e julho que também possuem as menores médias de temperatura.

Os dados anuais apresentam um panorama geral sobre a distribuição pluviométrica no entorno e interior da bacia. Na figura 17 são apresentados os totais pluviométricos médios anuais e nota-se uma concentração no entorno do posto de Jataí, que vai diminuindo no sentido norte, mas efetivamente, os menores níveis pluviométricos estão presentes no oeste da bacia, posto Ponte do Cedro e no leste, posto Montividiu. O posto Montividiu está localizado no chapadão com altitude de 750m e o Ponte do Cedro numa área muito dissecada, num nível altimétrico de 650m, ou seja, em características fisiográficas diferentes. Certamente a distribuição da chuva determinada pela circulação atmosférica tenha um peso maior com as frentes provindas do sul.

Os volumes médios anuais estão em patamares acima de 1500mm, com exceção do posto Ponte do Cedro e Montividiu, respectivamente, com 1404,8 e 1469,6 milímetros (Quadro 26). O maior volume foi encontrado em Jataí com 1643,2mm.

Uma forma estatisticamente adequada de se observar as variações ocorridas entre os postos e dentro do mesmo posto é o Coeficiente de Variação (CV), observando os dados do quadro 26, referentes à pluviosidade, é possível notar que o posto de monitoramento que teve o menor CV, dentre os anos 1980-2001, foi o de Benjamim de Barros com índice de 0,13, ou seja, a pluviosidade anual deste posto variou apenas 13%. Por outro lado, o posto de Caiapônia variou o dobro, com o CV de 0,26. Os demais postos tiveram variação abaixo de 20%. Em termos anuais, o maior valor do coeficiente de variação, foi no ano de 1992, com 0,22 e 1987 e 88 com 0,21, bem acima dos coeficientes dos outros anos. Os menores CV ocorreram em 89 e 94, com 0,08 e 2000 com 0,09, variações muito pequenas considerando-se a espacialização dos postos.

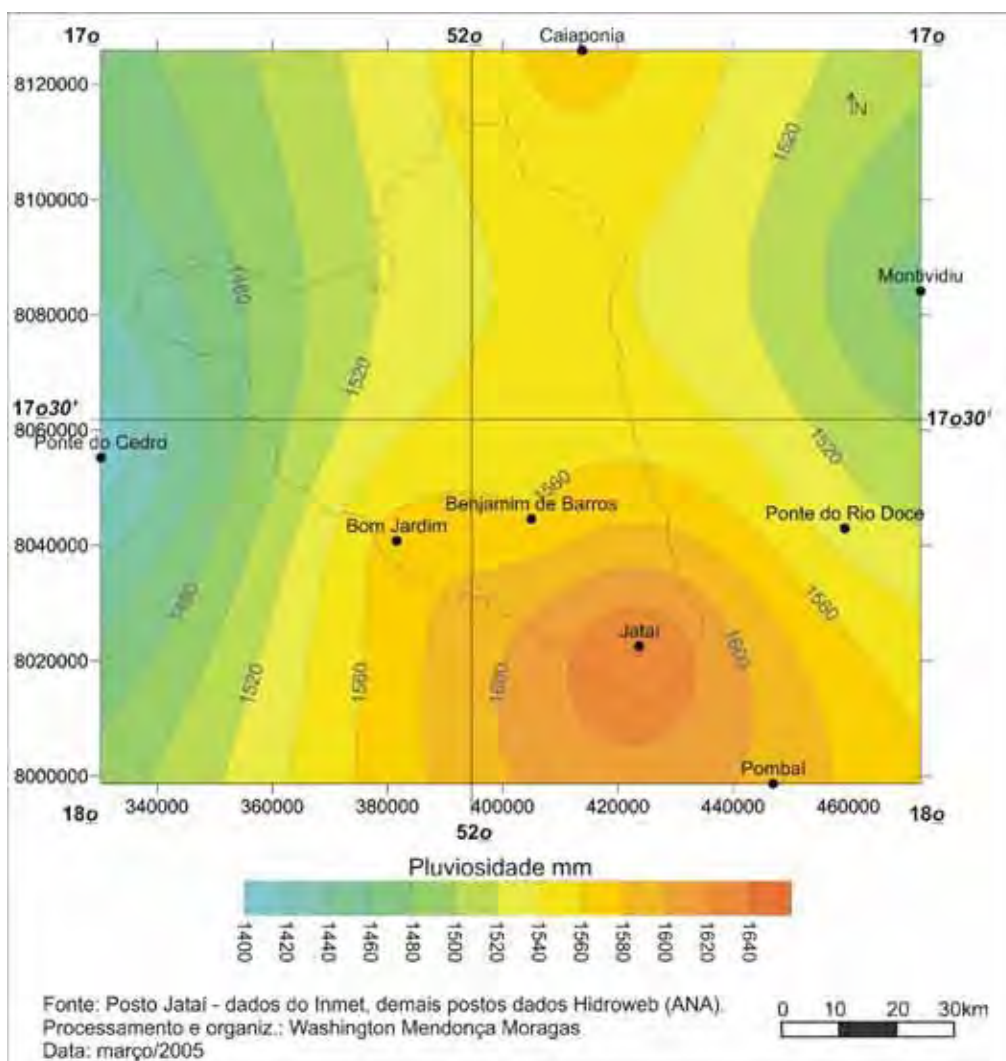


Figura 17 – Pluviosidade média anual nos postos de monitoramento (1980-2001).

Nas figuras 18 e 19 são apresentados o mês mais seco, julho, e o mês mais chuvoso, janeiro. A figura 18 não apresenta um padrão definido de distribuição espacial da pluviosidade na área da bacia, contudo, na figura do mês de janeiro, que se baseia nas médias deste mês no período de 1980 a 2001, foi identificado um padrão de distribuição, com predomínio da concentração dos valores mais elevados ao norte e ao sul do alto curso, os menores volumes foram mapeados ao leste e a oeste do alto curso (Figura 19).

4.6 – Breve histórico e contextualização sócio-econômica da região

A região estudada foi ocupada inicialmente por mineiros, que em 1836 estabeleceram as primeiras propriedades agrícolas no alto curso do rio Claro e rio Verdão. A característica de exploração agropecuária era de pequenas roças itinerantes e criação extensiva de gado, aproveitando a vegetação herbácea do cerrado.

Quadro 26 – Pluviosidade anual, Média, Desvio Padrão e Coeficiente de Variação dos postos monitorados.

Ano	Monti- vidiu	Bom Jardim	Pte rio doce	Jataí	Caia- pônia	Benj. Barros	Pte Cedro	Pombal	Méd. Ano	DP Ano	CV Ano
1980	1338,7	1408,0	1430,1	1443,2	2182,7	1445,5	1825,9	1450,6	1565,6	289,3	0,18
1981	1342,1	1254,4	1534,6	1342,4	2113,9	1468,0	1529,0	1471,7	1507,0	264,7	0,18
1982	1947,7	1690,0	1965,0	1982,0	2418,6	1997,7	1469,5	1866,8	1917,2	272,5	0,14
1983	1593,0	1811,2	1852,5	2138,2	2117,1	1847,2	1620,8	1838,9	1852,4	198,1	0,11
1984	1180,6	1987,0	1423,9	1656,8	1399,0	1619,8	1486,2	1512,8	1533,3	234,7	0,15
1985	1386,8	1208,3	1503,9	1460,2	1478,4	1431,1	1077,6	1453,2	1374,9	151,3	0,11
1986	1568,9	1781,3	1519,3	1544,7	1397,4	1718,0	1091,6	1597,8	1527,4	212,0	0,14
1987	1639,7	1246,3	1816,1	1860,3	1370,8	1820,1	985,2	1489,8	1528,5	314,3	0,21
1988	1474,6	1020,4	1435,3	1602,9	1899,5	1535,8	974,5	1557,4	1437,6	305,8	0,21
1989	2103,6	1868,5	1825,7	2017,8	1956,0	1877,8	1999,1	2313,0	1995,2	157,4	0,08
1990	823,4	1532,2	1386,5	1363,9	1097,8	1397,2	1468,6	1407,3	1309,6	233,7	0,18
1991	1392,8	1549,1	1816,6	1467,9	1407,7	1828,4	1266,9	1542,9	1534,1	199,4	0,13
1992	1621,5	1368,4	2275,2	2060,8	1539,7	1864,4	1183,6	2047,5	1745,1	378,2	0,22
1993	1442,5	1464,5	1630,5	1576,1	1442,5	1432,0	1295,3	1767,3	1506,3	145,6	0,10
1994	1366,4	1300,5	1420,3	1217,0	1164,2	1486,9	1241,4	1372,8	1321,2	109,7	0,08
1995	1195,4	1504,2	1623,1	1513,7	1488,8	1402,2	1265,5	1457,4	1431,3	139,8	0,10
1996	1634,9	1792,3	1708,5	1803,1	1153,8	1819,2	1346,6	1737,5	1624,5	244,0	0,15
1997	1595,2	1577,3	1222,8	1865,1	2057,5	1473,2	1739,8	1218,6	1593,7	293,5	0,18
1998	1196,2	1633,2	1493,2	1445,2	1196,2	1420,3	1405,1	1470,3	1407,5	147,9	0,11
1999	1287,7	1476,0	1141,6	1287,7	884,9	1285,1	1576,6	1138,0	1259,7	213,4	0,17
2000	1685,9	1859,4	1930,3	1785,9	1785,9	1584,1	1542,8	1522,9	1712,2	152,0	0,09
2001	1296,6	1649,4	1574,2	1774,2	1296,6	1692,1	1508,6	1500,7	1536,6	174,0	0,11
Méd. Posto	1459,7	1544,6	1615,0	1645,9	1584,0	1611,2	1404,6	1578,9	1555,5	83,0	0,05
DP Posto	273,2	250,0	264,1	266,1	415,8	204,5	265,0	263,7	191,9		
CV Posto	0,19	0,16	0,16	0,16	0,26	0,13	0,19	0,17	0,12		

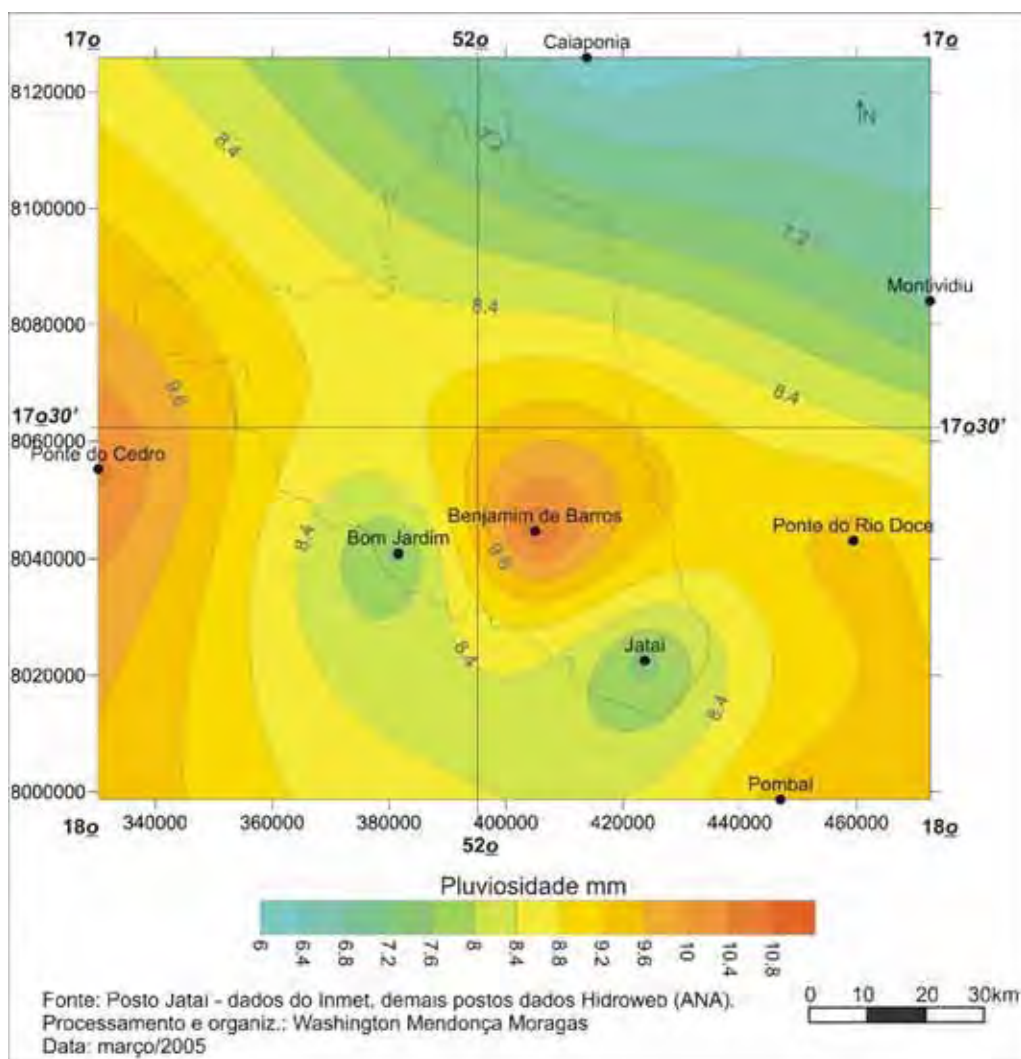


Figura 18 – Pluviosidade média do mês de julho nos postos de monitoramento.

A criação de gado expandiu-se e aos poucos foi se processando o melhoramento genético. Devido à rusticidade e necessidade de pouco manejo foi introduzido na região o gado zebu. A economia local lograva pouca diversificação e as referências comerciais eram Uberaba e Uberlândia, no Triângulo Mineiro, e São José do Rio Preto, no noroeste de São Paulo.

Na passagem pela região em 1948, Ab'Saber e Costa Júnior (1950; 1951) descrevem uma interessante realidade e fazem várias considerações, não só a respeito das características físicas, como também das sócio-econômicas.

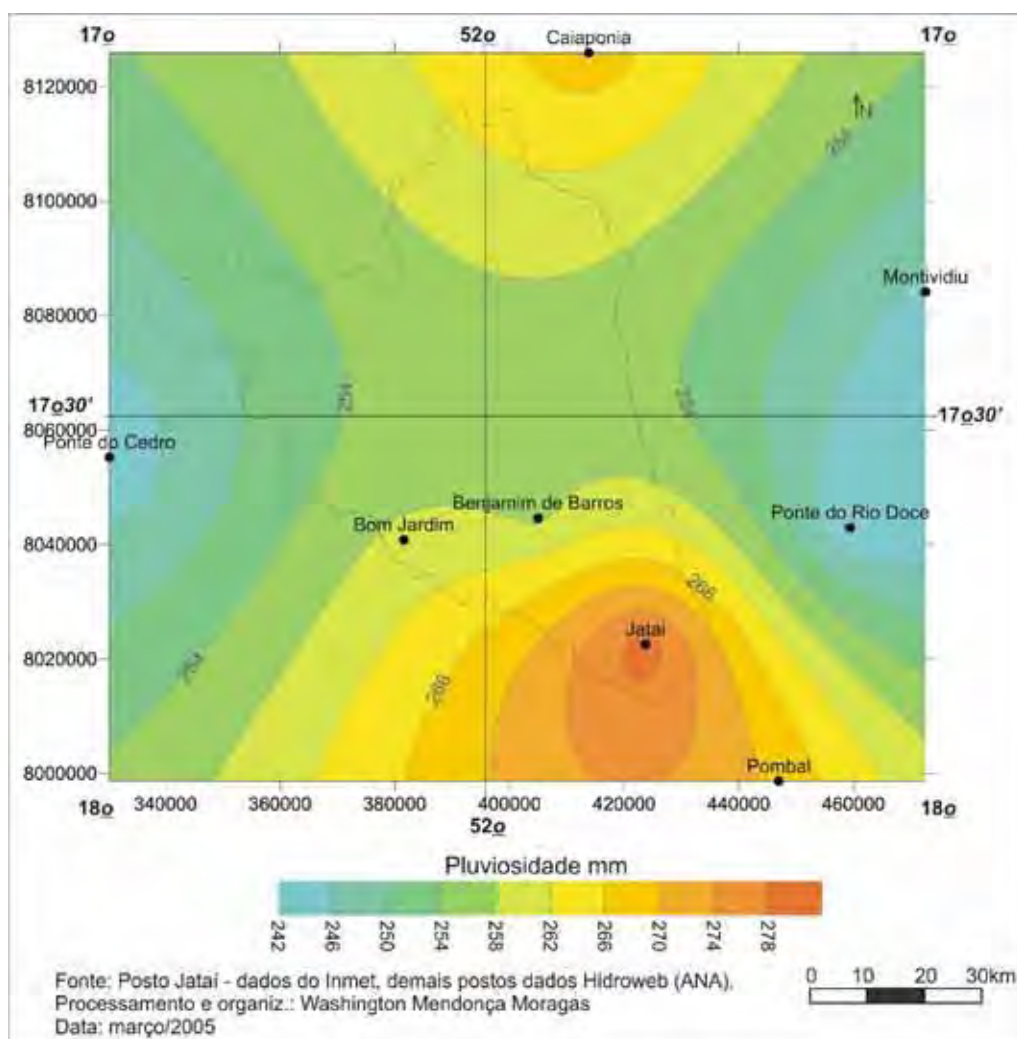


Figura 19 – Pluviosidade média do mês de janeiro nos postos de monitoramento.

Os traços do povoamento, das habitações, da economia e da organização do espaço chamaram muito a atenção dos autores, como o baixíssimo povoamento da região. As culturas agrícolas mais expressivas na época eram o algodão, milho, arroz e mandioca, além da criação de gado, em pequeno número, e de outras criações. Nas terras arrendadas, com pagamento de 10 a 20 por cento da colheita, também eram cultivados o fumo e o abacaxi (AB'SABER e COSTA JÚNIOR, 1951). Os autores também fazem referência ao pouco desenvolvimento da região pela distância de centros mais desenvolvidos e falta de rodovias e ferrovias. Porém, teria sido somente após a construção da ponte que ligava o território mineiro ao paulista no rio Grande, que foi possível escoar a produção da região, que era constituída em grande parte por

gado, para os frigoríficos de São José do Rio Preto e Barretos, passando pela ponte de São Simão.

Os artigos retratados pelos autores reforçam a grande dificuldade econômica em que vivia a região, inclusive nos dois povoados que hoje são expoentes regionais, Rio Verde e Jataí. Para os autores, as características do Sudoeste de Goiás como a monotonia das paisagens, solos muito pobres, relevos suaves e tabulares de chapada, a aspereza do cerrado e o clima seco, além de sua logística, não contribuíam para o desenvolvimento dessa região. Todavia, mais de vinte anos depois, no início da década de 1970, inicia-se um processo muito dinâmico no Sudoeste de Goiás e, com ele, o marco do rompimento com a agricultura tradicional. Os solos mais férteis e de menor declividade começam a ser ocupados na região. O padrão de agricultura moderna já havia se instalado em outras áreas do sul e sudeste do país. Nesta época avançava-se para uma nova fronteira agrícola do país: o Centro-Oeste brasileiro.

Entretanto, as referências para a grande transformação agrícola e econômica do Centro-Oeste, em particular do território goiano, surgem muito antes da década de 1970. Certamente elas começam a se cristalizar na mudança das políticas econômicas da década de 1930 com o grande projeto denominado de “Marcha para o Oeste”, dentre outros projetos e programas que se desdobraram deste importante direcionamento que revolucionou, a partir daí, os espaços rural e urbano brasileiros.

Outros marcos importantes foram sendo objetivados no decorrer do tempo, como a abertura de estradas e vias férreas no território goiano, posteriormente à construção de Brasília, com sua finalização no início da década de 1960.

Como elemento articulador fundamental, surgem os programas governamentais que subsidiam fortemente a introdução de projetos agrícolas. No sudoeste goiano o POLOCENTRO (Programa de Desenvolvimento dos Cerrados) induziu à ocupação das áreas com melhores características e manejáveis pelo pacote tecnológico, baseado na correção e fertilização dos solos com calcário e fertilizantes químicos, respectivamente, motomecanização das atividades agrícolas, melhoramento genético das cultivares e emprego de defensivos agrícolas (agrotóxicos, biocidas).

O novo modelo de agricultura transformou radicalmente a paisagem, descrita por Ab'Saber e Costa Júnior, na visita de 1948 (1950; 1951). As políticas governamentais foram, além do direcionamento técnico e econômico, também ideológicas, alardeando apenas os aspectos positivos da modernização da agricultura e a ocupação de áreas antes

“improdutivas”. Este direcionamento desencadeou profundas transformações sociais, econômicas e ambientais na região, mas não diminuiu o fulcro da dependência nacional e a dependência política econômica dos segmentos condutores do país, que influenciam o sistema sócio-econômico nacional.

Com esse novo modelo de manejo e ocupação agrícola, começaram a ser cultivadas extensas áreas, primeiramente convertendo-se áreas de pastagem e vegetação natural (fitofisionomias do Cerrado), em cultivos de arroz de sequeiro, para deixá-la apta para os plantios de milho e soja, que seriam realizados posteriormente.

O forte da economia local era a criação de gado, que no presente se mantém significativa em área, mas menos expressiva economicamente, que passou a ocupar áreas marginais à agricultura, em solos com pouca fertilidade e/ou em relevos mais dissecados. Predominantemente, essas propriedades com pastagem são de goianos, ao passo que, as atuais áreas de lavoura são dos ‘gaúchos’.

Esses agricultores migrantes foram paulatinamente se estabelecendo na região sudoeste no início da década de 1970. Mas, os primeiros projetos agrícolas aprovados para o município de Jataí só ocorreram em 1976 (MELO, RIBEIRO & SOARES, 2003).

Como um dos reflexos destas políticas desde então, a soja (símbolo da agricultura moderna) foi sendo produzida em áreas cada vez maiores, aumentando fortemente o montante da produção do Brasil, do Centro-Oeste e do Sudoeste de Goiás (Quadro 27).

Quadro 27 - Evolução da produção de soja no Brasil, Centro-Oeste e Sudoeste de Goiás, de 1970 a 2000/01.

Ano	Produção (ton.)		
	Brasil	Centro-Oeste	Sudoeste de Goiás
1970	1.508.543	18.813	8.587
1975	9.893.008	346.016	70.865
1980	15.155.804	1.908.758	329.756
1985	18.278.585	2.418.001	933.953
1995-96	23.189.700	10.080.110	1.508.058
2000/01	37.218.300	15.446.445	2.131.237

FONTE: BRASIL, 2001; FERREIRA, 2001, p.106. apud (MELO, RIBEIRO & SOARES, 2003)

O Quadro 28 dá um enfoque mais detalhado sobre Jataí e a expansão da agricultura no município. Destaque para o espetacular crescimento da área destinada à produção da soja. Apenas o milho, num nível menor, obteve um crescimento tão expressivo quanto o da cultura da soja. O arroz e o feijão mantiveram relativamente suas áreas cultivadas, com pequenas oscilações. As demais culturas são inexpressivas frente ao desempenho da soja em Jataí.

Quadro 28 – Área colhida dos principais produtos agrícolas em Jataí (1970 a 2000).

Produtos agrícolas	Ano e respectivas áreas colhidas (ha)					
	1970	1975	1980	1985	1996	2000
Café	58	49	201	0	5	5
Arroz	5.230	34.242	42.964	18.188	6.634	4.500
Cana	108	0	168	78	60	60
Feijão	1.527	688	1.184	272	342	1.886
Mandioca	321	86	166	211	150	300
Milho	3.125	2.423	4.117	4.678	52.022	100.029
Soja	5	140	1.372	52.120	91.768	157.300
Total da área colhida/ano	10.374	37.628	50.172	75.585	150.981	264.080

Fonte: IBGE, Censos agropecuários de 1970 a 2000.

Outro importante elemento para análise é que a área de agricultura em Jataí quintuplicou em dez anos (1970-1980), e triplicou novamente em quinze anos (1980-1996), em síntese, a área agrícola foi multiplicada por vinte e seis de 1970 a 2000, ou seja, em trinta anos. Estes dados expressam claramente a força conjugada de políticas públicas e as demandas do capital na transformação de ambientes marginais que representavam o cerrado de outrora e a capacidade produtiva de hoje. O binômio ocupação do espaço territorial e produção econômica, no domínio dos Cerrados, na ótica do Estado e do capital é um grande sucesso, pois não são levados em conta os impactos sócio-ambientais advindos desta forma de apropriação. Em outras palavras, se privatiza o bônus e socializa-se o ônus deste modelo agrícola-econômico.

Oliveira (2002) comparou o uso da terra do município de Jataí em três momentos distintos, 1967, 1977 e 1997 (Quadro 29, 30 e 31). Condizente com os dados fornecidos pelos censos agrícolas é possível identificar uma forte abertura de novas áreas para agricultura. As principais conversões se deram: de formações vegetais naturais para a agricultura e pecuária. O processo se deu da seguinte forma: as áreas que eram de pastagem em 1967 e 1977 e

ofereciam condições para a agricultura foram incorporadas, ao passo que, novas áreas de pastagens foram abertas sobre aquelas de vegetação natural, aproveitando-se o extrato herbáceo do cerrado ou implantando-se capins exógenos, como a *Brachiaria sp.* É preciso salientar que a agricultura também desmatou para sua implantação, evidentemente, nas áreas que ofereciam condições ambientais para tal atividade. Entretanto, é difícil afirmar qual o peso de cada atividade agrícola, agricultura ou pecuária, na retirada de vegetação natural.

Quadro 29 - Município de Jataí (GO) – uso da terra em 1967.

Tipo de uso	Área (km²)	Área (%)
Cerrado	2.008,33	27,96
Cerradão + Floresta estacional semidecidual	1.402,33	19,52
Cerrado com pecuária	3.693,81	51,42
Cultura permanente	4,55	0,06
Cultura temporária	67,45	0,94
Área urbana	6,68	0,09
Total	7.183,15	100,00

Fonte: Oliveira (2002)

Quadro 30 – Município de Jataí (GO) – uso da terra em 1977.

Tipo de uso	Área (km²)	Área (%)
Cerrado	1.229,16	17,11
Cerradão + Floresta estacional semidecidual	802,71	11,17
Cerrado com pecuária	2.457,40	34,21
Pecuária	1.999,87	27,84
Cultura permanente	25,73	0,36
Cultura temporária	657,49	9,15
Área urbana	10,74	0,15
Total	7.183,10	100,00

Fonte: Oliveira (2002)

A conversão de áreas para agricultura é bastante expressiva num espaço de tempo relativamente curto, o que leva a refletir sobre a força das políticas de implantação da agricultura moderna na região, baseada na monocultura, na dispensa do emprego rural, na crescente especialização da mão-de-obra e na dependência dos mercados internacionais.

Os dados acima não são da mesma área que os limites do alto curso da bacia do rio Claro, mas, levam a inferir a dimensão do uso agropecuário da área pesquisada. Boa parte dos

problemas ambientais e das externalidades pagas pela sociedade da região vem deste paradigma de aproveitamento agrícola.

O manejo adequado das terras diminuiria significativamente alguns dos impactos ao ambiente e aos recursos hídricos. Entretanto, o solo com utilização superior ao seu potencial ou indevidamente conservado pode acelerar o processo de erosão, que resulta em perda de produtividade agrícola, ao mesmo tempo em que se acumula nos fundos de vale e canais de drenagem. Esse entulhamento impede a função ecológica dos rios, diminuindo as vazões e a qualidade da água.

Quadro 31 – Município de Jataí (GO) – uso da terra em 1997.

Tipo de uso	Área (km ²)	Área (%)
Cerrado	234,51	3,26
Cerradão + Floresta estacional semidecidual	522,15	7,27
Cerrado com pecuária e Pecuária	4699,1	68,42
Agricultura	1.703,88	23,72
Área urbana	23,54	0,33
Total	7.183,18	100,00

Fonte: Oliveira (2002)

Por outro lado, o uso do solo dentro dos seus limites de conservação faz fluir verticalmente a água precipitada, de forma mais lenta no interior do perfil. Considera-se assim que o sistema está equilibrado e relativamente adaptado à relação solo-planta-atmosfera, potencializando, recursos hídricos adequados a amplos usos.

Outros elementos decorrentes do modelo tecnificado de agricultura precisam ser destacados em relação à qualidade ambiental e dos recursos hídricos. A utilização de agroquímicos (biocidas) e a contaminação dos cursos d'água é um dos problemas mais graves, para o equilíbrio ecológico como um todo e, principalmente, se esses cursos d'água foram utilizados para o abastecimento doméstico.

A mudança nas características técnicas e de formulação dos agroquímicos, bem como, legislações mais restritivas e a fiscalização governamental tem possibilitado a diminuição, em parte, dos malefícios desses produtos para com o ambiente e o ser humano. Entretanto, como o atual padrão da agricultura está moldado para o uso desses produtos e com a expansão de novas áreas, antes inaptas, o perigo de contaminações humanas crescem na mesma proporção.

A necessidade de indicação de espaços adequados aos diversos usos da terra na bacia é cada vez mais reforçado, frente à forte expansão da agricultura em terrenos impróprios que, além do risco de menor produção, podem também serem importantes focos de erosão e contaminação dos cursos d'água por variados tipos de produtos químicos adsorvidos ao solo.

5 – USO DA TERRA EM 1963/67 E 2001: MANUTENÇÃO E MODIFICAÇÕES DE USO

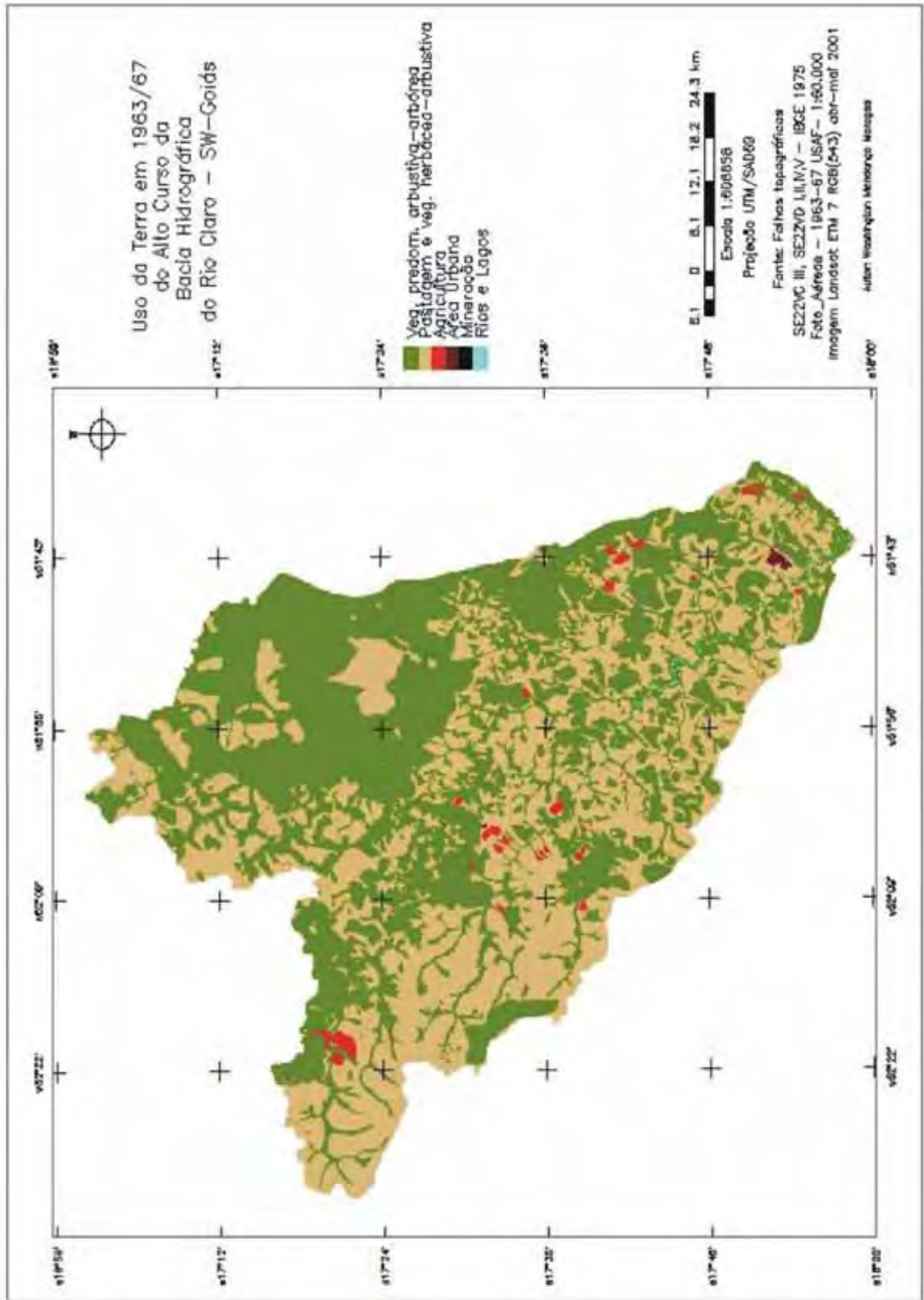
O mapeamento e a caracterização do uso da terra representam um importante instrumento de avaliação das intensidades dos usos e servem para o planejamento público ou privado dependendo da área e do nível de detalhamento.

São apresentados a seguir o uso da terra referente ao período de 1963/67 e 2001. Estes dois mapeamentos evidenciam as transformações do uso da terra que se processaram neste período, auxiliando na explicação das vazões do período de 1972 a 2001. O mapeamento do uso da terra de 2001 servirá para complementar as análises referentes à capacidade de uso da terra, gerando o mapa de inadequabilidade de uso, indicando os níveis de incompatibilidade entre a capacidade de uso e o uso da terra existente na bacia.

Para o mapeamento do uso da terra de 1963/67 e 2001 foram utilizadas seis classes de uso, pois, na etapa de classificação das imagens de satélite de 2001 foram agrupadas as classes de cerrado, cerradão e mata, a qual foi denominada de “Vegetação predominantemente arbórea-arbustiva”, caracterizando, desta forma, toda vegetação de porte arbóreo e associações arbustivas. As áreas de pastagem plantada, pastagem natural e formação vegetal herbácea-arbustiva também foram agrupadas em uma única classe “Pastagens e vegetação herbácea-arbustiva”. Outra classe utilizada foi “Agricultura”, a qual caracteriza lavouras e cultivos temporários e perenes. Também foram consideradas as classes “Área Urbana”, “Rios e Lagos” e “Mineração”.

Pela verificação nas fotografias aéreas do período de (1963 a 1967) pode-se notar que parte da área do alto curso já havia sido alterada, em termos da vegetação natural, com abertura de pastos, nos chapadões, nas meias vertentes e próximo aos cursos d’água.

Quanto ao uso do solo de 1963/67 predominam as formações arbóreas e arbustivas, como matas, cerradão, cerrado e outras formações de maior porte, denominada na legenda da figura 20 de “Veg. predom. arbustiva-arbórea”, representando 54,7% da área do alto curso da bacia hidrográfica do rio Claro (Figura 21). A presença desta classe é verificada no reverso da *cuesta* do Caiapó nos chapadões acompanhando o limite oriental da bacia e próximo ao *front* da *cuesta* na parte norte da bacia, ocorre também junto aos eixos de drenagem. A significativa abrangência destas formações vegetais, ainda neste período, estão associadas à baixa ocupação das terras em atividades agrícolas e à incipiente atividade carvoeira na região.



A classe “Pastagem e veg. herbácea-arbustiva” cobria, por volta de 1967 uma área de 2150,8km² (Figura 21). Nesta época, a atividade agrícola, que se destacava, era a pecuária com rebanhos extensivos e baixo melhoramento genético. Este tipo de uso foi mapeado em 44,2% da área do alto curso. Certamente, nem toda esta área era utilizada para a atividade pecuária, porém, os campos naturais eram aproveitados para esta atividade.

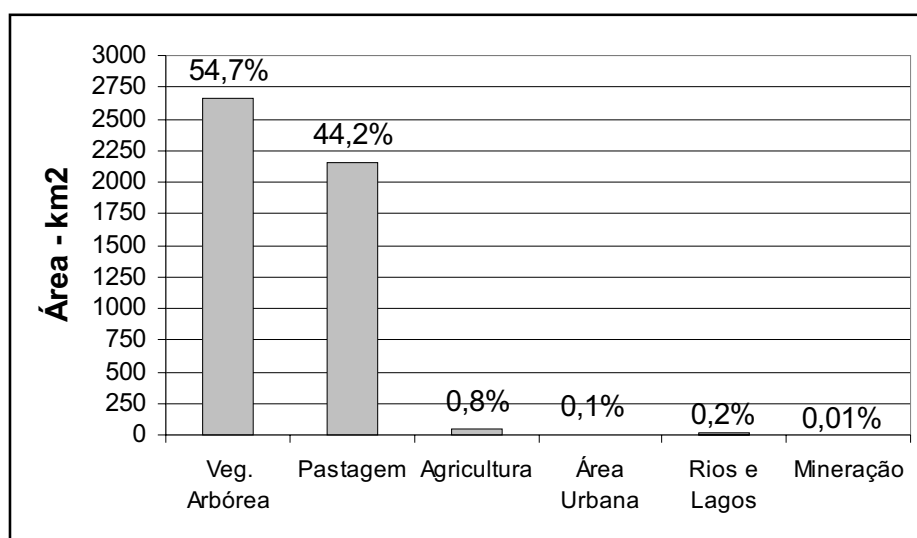


Figura 21 – Classes de Uso da Terra em 1967.

A classe “Agricultura” era representada, na época, por lavouras de arroz de sequeiro, feijão, mandioca e outros tipos não identificados, correspondendo a 0,8% da área do alto curso, fragmentadas em manchas em várias partes da bacia. A ocorrência desta classe está associada a solos intemperizados do basalto e coberturas terciárias argilosas, como Latossolos Vermelho acriférrico e Vermelho ácrico.

A classe “Área Urbana”, em 1967, representou apenas 0,1% da área da bacia, enquanto “Rios e Lagos” representaram 0,2% e a exploração mineral de calcáreo com “Mineração” foi estimada em 0,01%, correspondentes a 5,35, 8,25 e 0,5km² respectivamente.

No mapeamento do uso da terra em 2001, constatou-se o uso predominante com “Pastagem e veg. herbácea-arbustiva” (Figura 22). Assim como no uso da terra de 1967, associou-se as formações vegetais campestres de baixo porte com vegetações herbáceas e

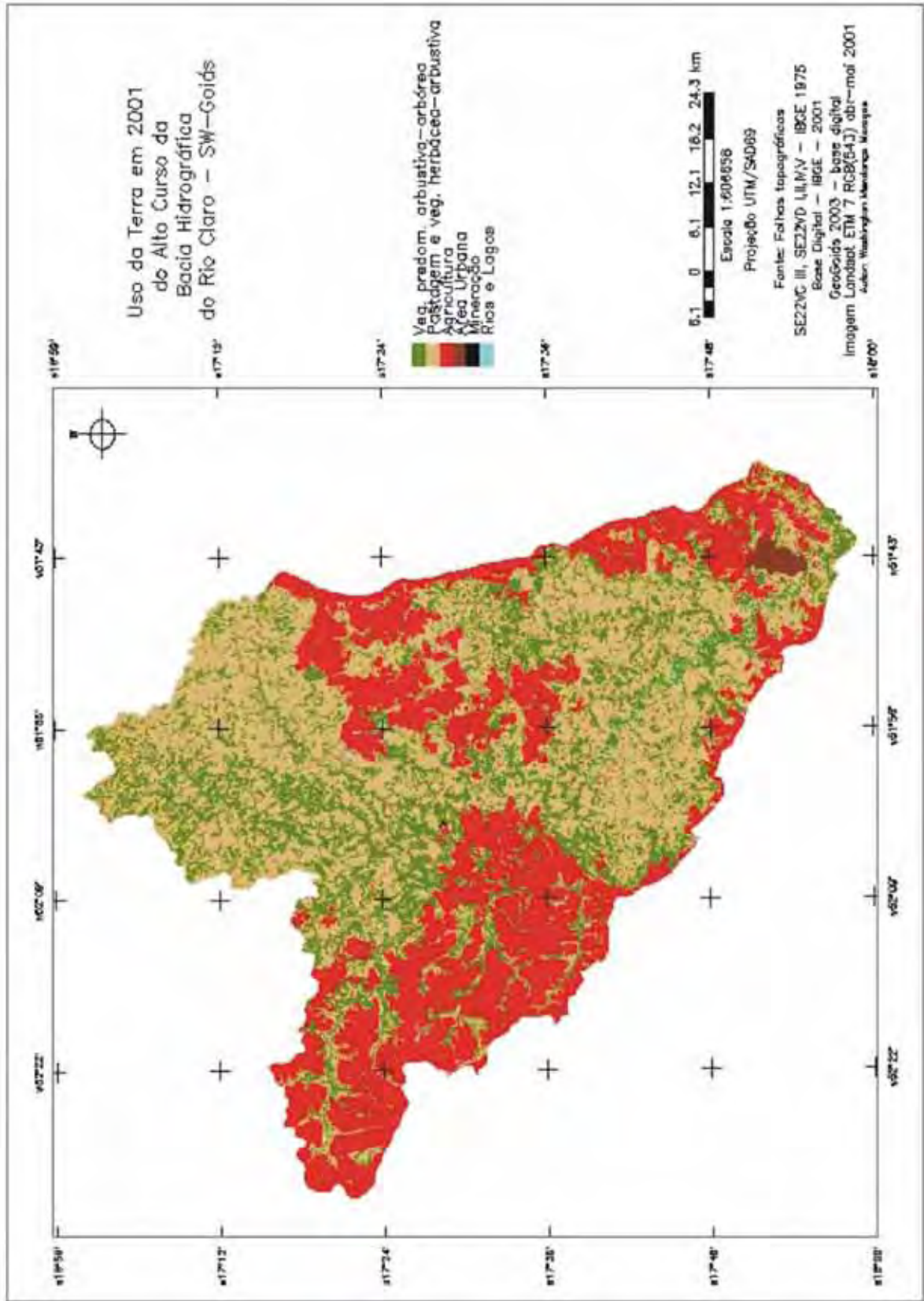
arbustivas. Essa classe, em termos de área, praticamente se manteve com 43,3% (Figura 23), correspondendo a 2104,9 km², próxima dos 2150,6 km², encontrados em 1963/67. Apesar dos valores absolutos serem próximos, em 1963/67 e 2001, as áreas utilizadas não foram efetivamente as mesmas, conforme será visto adiante.

A classe “Agricultura” teve um expressivo crescimento, representando no ano de 2001 cerca de 1440 km², correspondendo a 29,6% da área do alto curso da bacia do rio Claro. Nesta classe as lavouras de soja e milho são as mais importantes em termos comerciais e também em área plantada. Este segmento agrícola, a cada ano, avança sobre as pastagens e formações vegetais remanescentes de mata e cerrado, que resistiram ao rápido processo de aberturas de áreas agrícolas. Mesmo as Área de Preservação Permanente, que possuem áreas de proteção relativas à largura do rio conforme o Código Florestal (BRASIL, 1965), não são poupadas para conversão em agricultura e pecuária. A Reserva Legal também tem sido utilizada com lavoura, pois o proprietário faz a averbação de outras áreas de mata extra-propriedade, proporcionando a retirada das formações arbóreas para o cultivo.

O avanço da agricultura também tem convertido áreas de pastagem, na maior parte das vezes áreas arrendadas por vários anos, contornando assim os entraves legais referentes à retirada de reservas vegetais protegidas.

Nos últimos cinco anos, o grande impulsionador desta conversão de áreas foi a valorização do preço internacional da soja. Os patamares dos preços da soja possibilitaram uma corrida às áreas de pastagem após 2001, com uma valorização aproximada de 100%, nos preços pagos pelo arrendamento, que oscilam entre 5 e 7 sacas por hectare, conforme o ano de utilização (antes de 2001), para 10 a 12 sacas por hectare (em 2004) dependendo do tipo de solo, segundo consultas a agrônomos¹ que assistem produtores rurais da região.

¹ Eng. Agr. Cláudia Görgen; Eng. Agr. Edmilson J. Perreto.



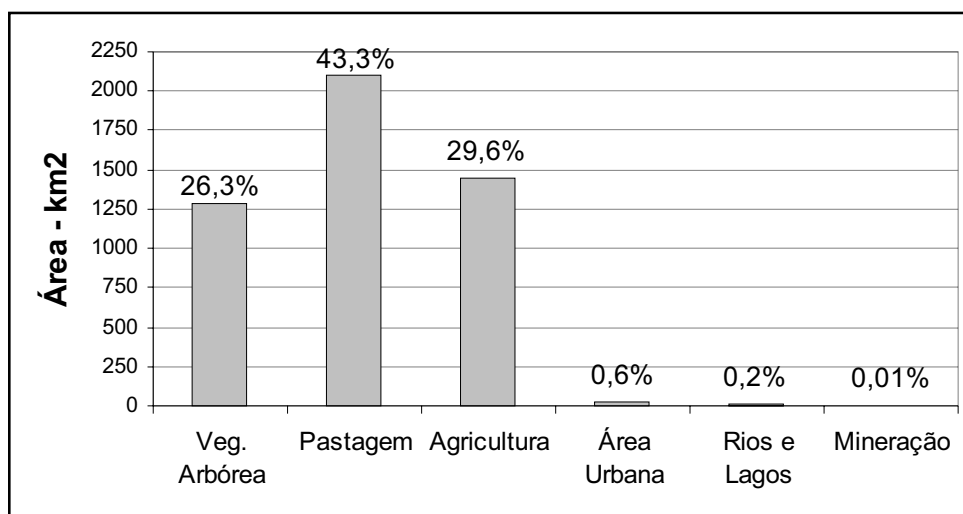
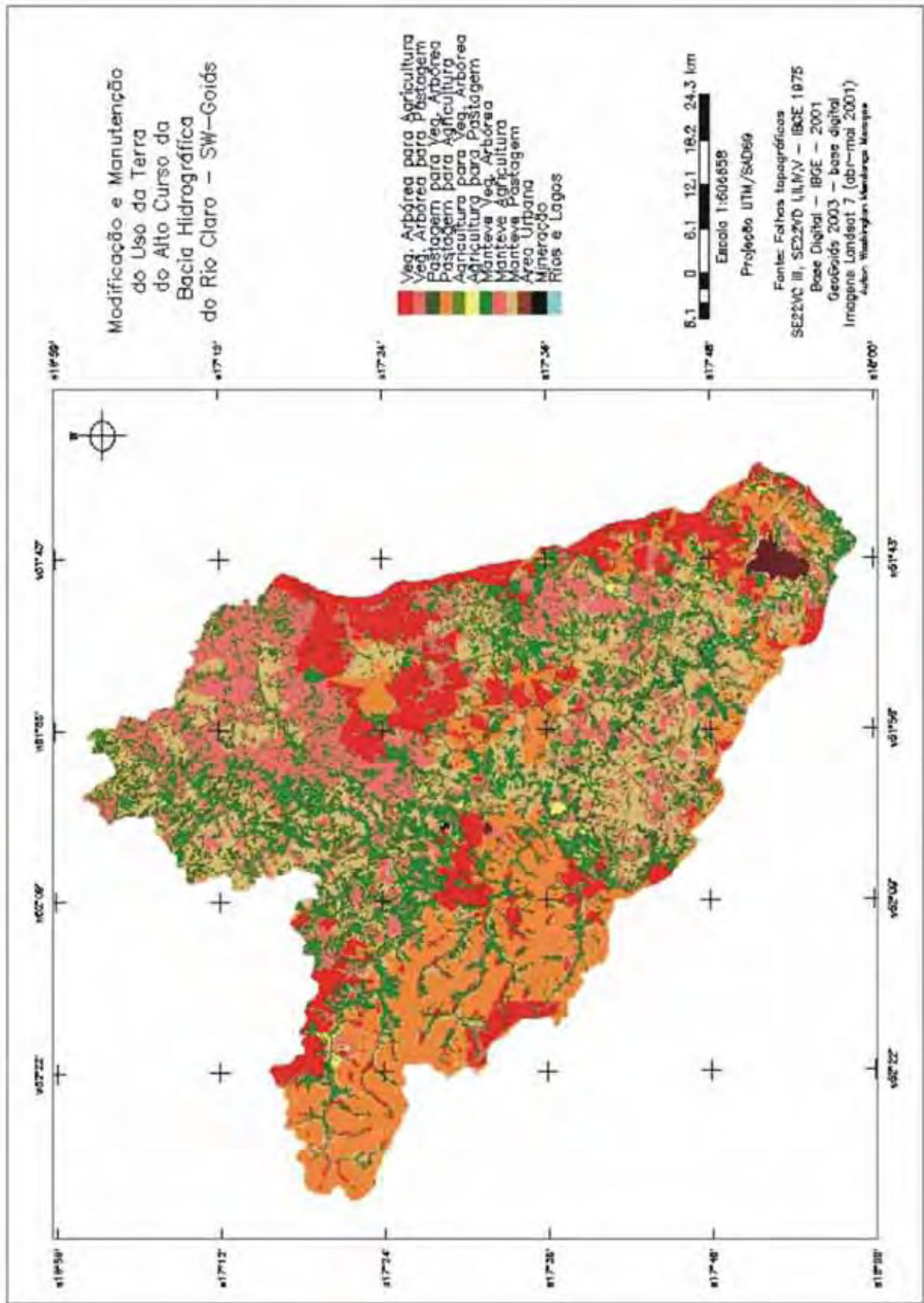


Figura 23 – Classes de Uso da Terra em 2001.

Comparativamente, a classe representando a vegetação arbustiva e arbórea foi reduzida drasticamente em sua área de 2657,5 km² para 1280,5, respectivamente de 54,7% em 1963/67 para 26,3% no ano de 2001, menos que a metade do mapeamento anterior. A vegetação arbórea está restrita a estreitas faixas acompanhando a rede de drenagem, em pequenas áreas fragmentadas, nos terrenos de maior declividade, em que a agricultura mecanizada ainda não pode chegar.

As áreas classificadas como “Área Urbana” cresceu de 0,1% em 1963/67 para 0,6% em 2001, “Rios e Lagos” e “Mineração” permaneceram com os mesmos percentuais, apesar de pequeno aumento de suas áreas em valores absolutos.

A figura 24 apresenta um interessante mapeamento das manutenções de uso da terra e das mudanças ocorridas de 1967 a 2001. Para isso, foram utilizados os arquivos no formato *raster* para combinação das classes, ou seja, verifica-se se determinada classe manteve o uso, ou se ela foi alterada e para qual uso (Anexo 1 – Rotina de Programação em “Legal”). Na rotina de programação não foram levadas em consideração as áreas convertidas em área urbana, rios e lagos e mineração, por representarem pequenas áreas. Mas foram mapeadas as áreas correspondentes a estes usos em 2001.



Os resultados indicam que a classe mais representativa de mudança de uso foi a de vegetação arbórea passando para pastagem em 22,8% (Figura 25). Isso indica que áreas cobertas com vegetação arbórea-arbustiva em 1963/67 foram convertidas para campos de pastagem.

Cerca de 20,3% da área de estudo manteve o uso com pastagem. A vegetação arbórea-arbustiva também se manteve em 19,2% no ACBHRC.

Outros dois importantes índices relativos à expansão da agricultura foram: a mudança de pastagem para agricultura e a mudança de vegetação arbórea-arbustiva para agricultura, representando, respectivamente, 16,8% e 12,4%.

As áreas com vegetação original se encontram bastante alteradas pelo avanço das atividades agrícolas na bacia. As áreas de maior preservação são justamente aquelas que não possibilitam exploração agrícola pelo modelo mecanizado. Por isso, boa parte das áreas com acentuada declividade, solos rasos ou terrenos pouco férteis ainda se mantêm com formações vegetais menos alteradas que as de menor declividade e solos agricultáveis.

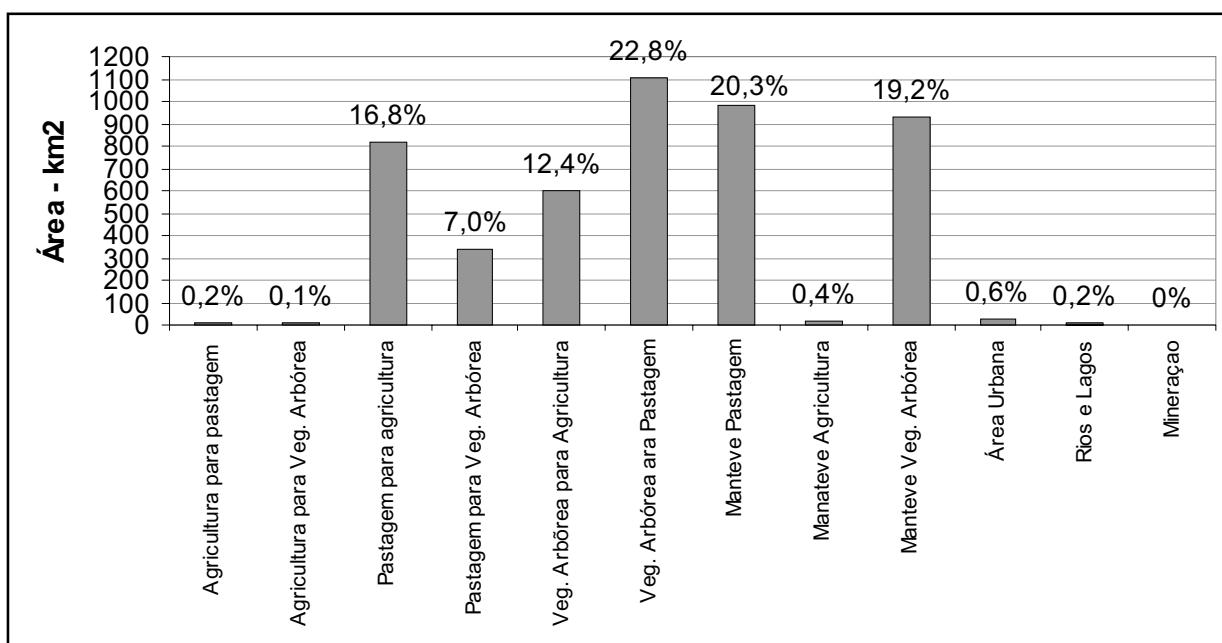


Figura 25 – Classes de manutenção e modificações do Uso da Terra em 1963/67 e 2001

Contudo, a figura 25 também indica que houve mudança da classe pastagem para vegetação arbórea-arbustiva numa área correspondente a 342 km² ou 7,0% da área. Este alto valor sugere

que determinadas áreas passaram por um processo de recuperação natural. Porém, o mais provável para a maioria das áreas do alto curso é que a classificação de áreas com formação vegetal intermediária foi classificada como campo ou pastagem em 1963/67 e, em 2001, a classificação semi-automática a classificou como vegetação arbórea-arbustiva, desfazendo-se assim, a idéia de expressiva conversão de pastagem em vegetação de porte arbóreo-arbustivo. Os demais índices são inexpressivos em termos de área como podem ser observados na figura 25.

Pode-se inferir, após a análise das figuras, que o vetor de expansão mais forte ocorreu no sentido: áreas de pastagens convertidas para agricultura. Em menor grau, convertendo-se áreas de vegetação arbórea-arbustiva em agricultura, isto em terrenos planos e suaves ondulados com solos de matriz argilosa. Um outro vetor de expansão pode ser identificado com as áreas de pastagem convertendo-se em áreas de vegetação arbórea-arbustiva em áreas de maior declividade e ou solos de matriz arenosa ou areno-argilosa.

Com os trabalhos de campo, foi possível esclarecer que os maiores problemas, quanto a processos erosivos, estão ligados à atividade pecuária, pela condição das pastagens plantadas e naturais em estado crítico, principalmente na seca. A cobertura vegetal sobre o solo é extremamente escassa e como estas atividades estão predominantemente sobre terrenos mais frágeis (arenosos e de maior declividade) o risco dos processos de depauperamento do solo são maiores e até irreversíveis, se considerada a combinação dos fatores.

Com relação à agricultura, nota-se um cuidado maior quanto ao manejo para evitar perdas de solo e água. Entretanto, foram encontradas algumas áreas de lavoura desprovidas de terraceamento, embora houvesse necessidade do mesmo. Em conversas com profissionais agrônomos, a justificativa para isso é que em áreas com pouca declividade e o sistema de plantio direto, retira-se os terraços para que a plataforma da colhedeira possa trabalhar sem risco de colisão com o topo da ondulação do terraço.

Outro aspecto preocupante quanto à agricultura é a retirada de formações vegetais naturais que fazem o papel de filtro do material e da água que escoam até o leito do curso d'água. Em determinados locais não restou qualquer vegetação de médio e grande porte nos barrancos; apenas pequenas moitas e capim.

A intensidade e os tipos de uso da terra, particularmente o uso agrícola, podem prejudicar o uso multisetorial dos recursos hídricos, seja em decorrência da quantidade de sedimentos que os rios têm transportado ou nas características destes sedimentos, ricos em calcário, nitrogênio, fósforo, como também, orgânicos e organo-sintéticos.

Importante ressaltar que a sustentabilidade dos empreendimentos em que os recursos hídricos são fundamentais estão em função não só das condições físicas-ambientais como disponibilidade hídrica, mas também em função das variáveis sócio-econômicas e do uso da terra atual e futuro, particularmente no alto rio Claro.

Recentemente, grupos empresariais vêm realizando levantamentos de viabilidade para implantação de várias centrais hidroelétricas. Alguns empreendimentos já possuem a LP (Licença Prévia) dos órgãos ambientais. Porém, mesmo em proporções reduzidas, pela área de inundação e tamanho do barramento, os efeitos sinérgicos dos impactos antropogênicos já existentes, somados a esses novos podem ser críticos, com significativo risco de eutrofização e assoreamento dos barramentos hidroelétricos.

Para evitar níveis críticos de poluição e de alteração do meio biótico, as políticas ambientais e seus instrumentos devem agir efetivamente no sentido preventivo das ações danosas, ou mitigadoras quando já instalado o processo de degradação. Os estudos de inter-relacionamento dos elementos naturais, servem, desta forma, como referência aos outros instrumentos de gestão ambiental pois auxiliam na regulamentação das ações sobre o meio, orientando inclusive áreas mais propícias para determinadas atividades.

O resultado do mapeamento corrobora com a premissa inicial de significativas transformações no quadro do uso da terra no segmento temporal analisado, como também confirma os dados referentes à Jataí e, em parte, ao Sudoeste Goiano, por estudos realizados anteriormente ou censos agropecuários publicados.

Essas informações servem de alerta no sentido da preservação de ambientes naturais com características únicas como as encontradas no ACBHRC, que poderiam ser aproveitadas por atividades menos intensivas. Nota-se, pelo uso da terra de 2001 que a vegetação arbórea-arbustiva está extremamente fragmentada, descaracterizando *habitats* para um amplo número de espécies animais e vegetais.

Considerando-se a proximidade com o Parque Nacional das Emas e outras áreas de preservação ambiental e refúgio, tornam-se mais urgentes políticas que utilizem instrumentos

necessários e eficientes para racionalizar, ambientalmente, os usos da área da pesquisa e adjacências.

Os efeitos desta transformação podem ser constantemente percebidos por simples observação visual da ponte da BR 365 próxima a área urbana de Jataí. Em qualquer época do ano, foram verificadas cores marrons e pardacentas no rio, que se chama Claro, com exceção do período de julho a agosto, quando cessam as chuvas. Pelo longo período que permanecem as águas turvas, cerca de nove meses, estima-se que o volume de material transportado seja muito expressivo.

6 – CAPACIDADE DE USO DA TERRA E INADEQUABILIDADE DE USO

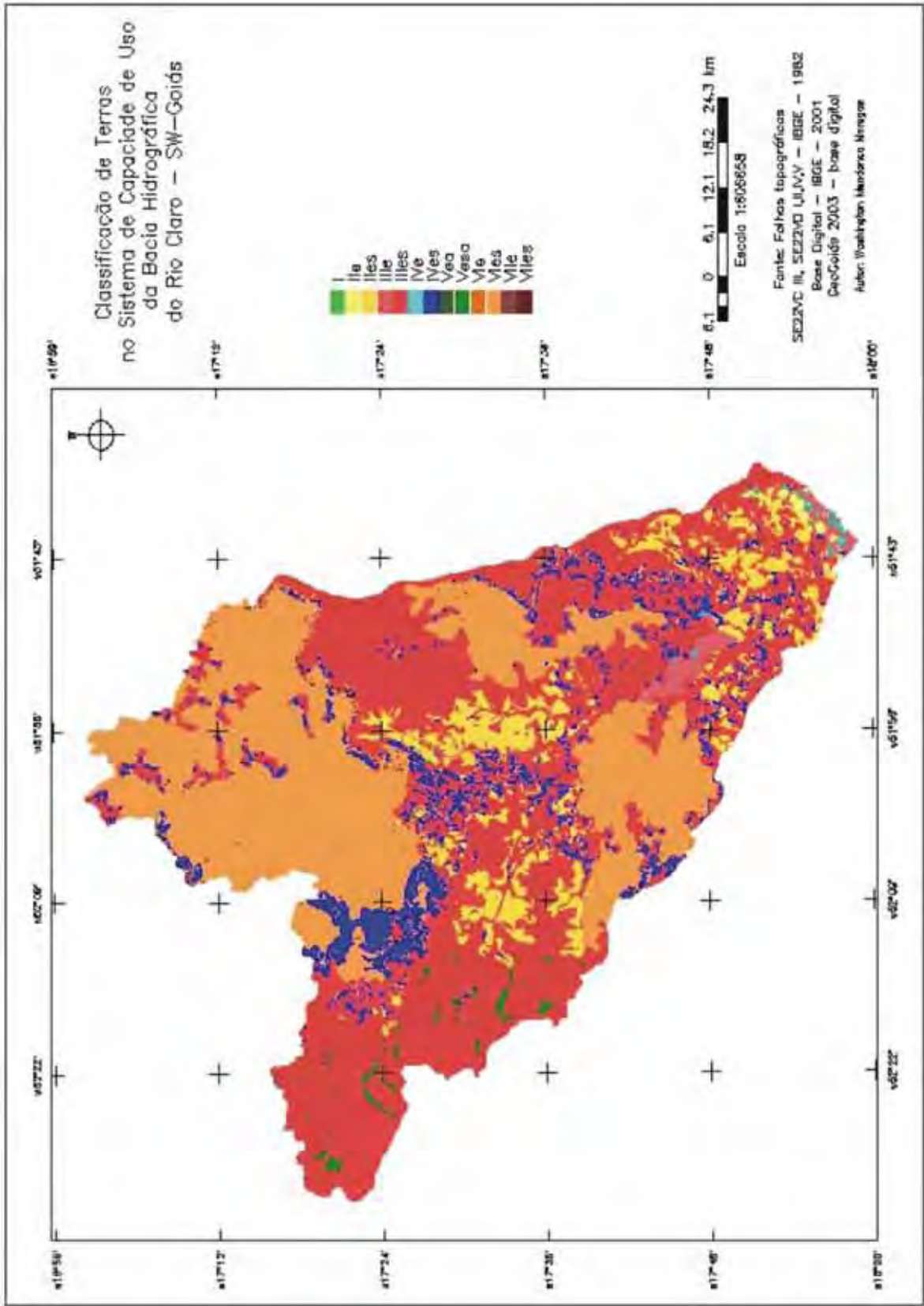
A partir dos tipos de solos identificados na bacia, mesmo que numa escala de pouco detalhe, foi possível associar as características dos solos ao quadro de julgamento proposto por Zimback e Rodrigues (1993), e com isso, determinar a classe e a subclasse, para posteriormente serem associados os PIs “solos” e “declividade”.

No mapeamento da capacidade de uso da terra as sub-classes podem ser identificadas com pequena variação da cor da classe. Optou-se por esse procedimento em função do grande número de classes e sub-classes (treze) e no intuito de não promover confusões. Contudo, a maioria das sub-classes podem ser realçadas numa escala maior e com outro sistema de legenda.

Mesmo com a homogeneização dos tipos de solos e declividades foi possível mapear classe e subclasse de capacidade de uso, em termos de área, destacando-se as classes II , III, IV e VI (Figura 26).

A classe III, mapeada com tons avermelhados, ocorre basicamente por todo alto curso, com declividade entre 0 a 12% e solos com boa resistência à erosão laminar, porém, com fertilidade muito baixa. Ocorre em áreas de Latossolos Vermelho ácrico, Vermelho Amarelo ácrico e Vermelho acriférricos, principalmente sobre as litologias mais recentes do Cachoeirinha, (coberturas indiferenciadas do pleistoceno) e dos basaltos (JKsg).

A classe III, somadas às subclasses, representa 48,35% da área do ACBHRC (Figura 27). Pela ampla representatividade e por ser também a classe mais utilizada para a produção agrícola de grãos é preciso destacar os cuidados necessários na utilização destes terrenos. As áreas de classe III precisam de um manejo cuidadoso com adoção de práticas de controle de erosão e melhoria da fertilidade, como terraceamento, rotação de culturas, cultivo em contorno, plantio direto e outros cultivos mínimos. A observância destes itens auxiliam a conservação do solo e também na manutenção e aumento da fertilidade, bem como dos recursos econômicos empregados.



A classe VI está associada, em grande parte, à ocorrência de Cambissolos, Neossolos Quartzarênicos e Litólicos, respectivamente com formações litológicas do Aquidauana, Corumbataí e Botucatu, e à declividades de 6 a 40%. Ela está também relacionada aos contatos litológicos com formação de escarpas erosivas. As características de solos associadas ao relevo inviabilizam a agricultura, mas podem ser utilizadas com pastagem e reflorestamento. Contudo, vários focos de ravinamento e voçorocamento foram encontrados nesta classe com a associação solos arenosos e pecuária, principalmente próximo às aguadas. A classe VI, de cor alaranjada, ocupa a área de pouco mais de 1650km² ou 34,5% do alto curso.

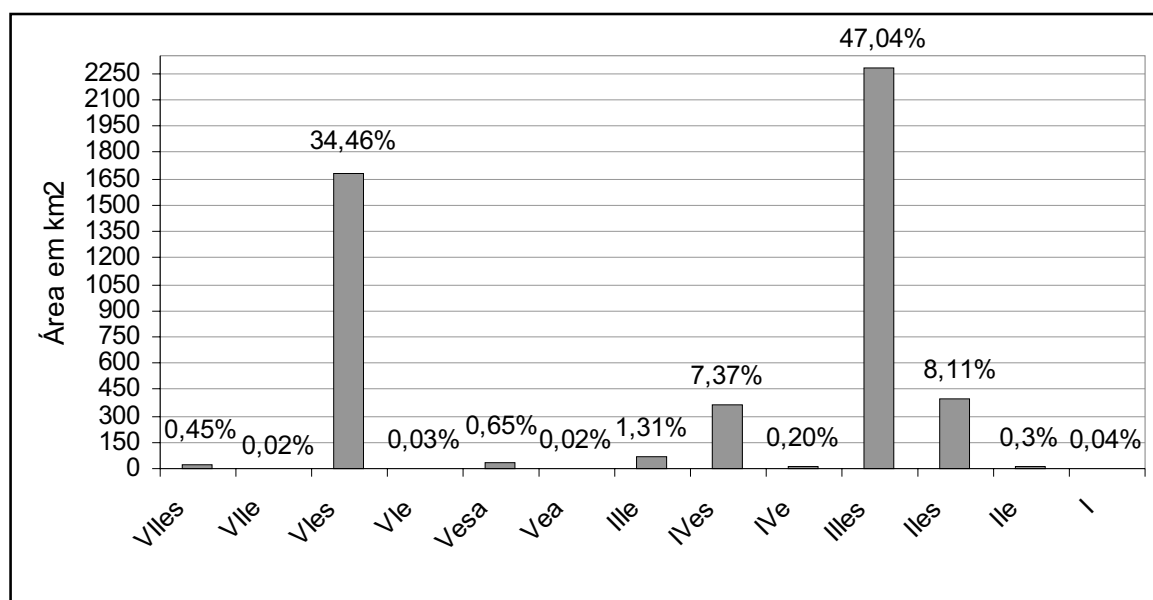


Figura 27 – Classes de Capacidade de Uso da Terra.

A classe VI chama a atenção tanto pela expressiva área no ACBHRC, como sua suscetibilidade ao depauperamento. Estas áreas para serem utilizadas com pastagem devem seguir rigorosas práticas para evitar ou minimizar a erosão existente. O manejo do gado também deve levar em conta as características físicas do terreno para evitar perdas econômicas, em função do gado e da propriedade degradada, por isso, deve-se evitar cultivos extensivos, sobre-pastagem e

que o gado se desloque até as aguadas, devendo ser, inclusive, fechados os acessos a áreas mais declivosas ou com focos de ravinamento já detectados.

A classe II, identificada no mapeamento com a cor amarela, está associada às áreas de chapadas, com relevo plano e suave ondulado, até 6% de declividade, onde os Latossolos Vermelho acriférrico e ácrico se destacam. Necessitam de práticas conservacionistas simples para aproveitamento com lavouras. A litologia predominante é o basalto do Serra Geral (JKsg) e representa 8,4% da área da bacia, considerando as subclasses Iie e Iies.

A classe I ocorre na parte meridional do alto curso, mediante a associação dos Nitossolos Vermelhos eutroférricos com relevo plano, apesar deste tipo de solo ocorrer em declividades maiores. Todavia, dada a generalização dos dados essa associação ocorreu em uma área relativamente restrita de 0,4% do alto curso. É a classe ideal para aproveitamento agrícola com lavouras, pois está associada a boas condições de fertilidade, relevo e resistência a erosão.

A classe IV ocorre em áreas declivosas na faixa de 12 a 20%, acompanhando alguns eixos de drenagem sobre o Serra Geral; também aparecem nas escarpas erosivas e nos contatos litológicos com as formações Botucatu e Iratí. Os tipos de solos são bastante diversificados, com influência preponderante da declividade. Corresponde a 7,5% da área, somadas as suas subclasses.

A classe V ocorre basicamente próxima aos leitos de alguns cursos d'água, em baixadas; são áreas relativamente planas e de ocorrência de Gleissolos Melânicos. Esta combinação de fatores é encontrada em aproximadamente 0,7% da área de estudo. Nas áreas de maior fertilidade esta classe pode servir ao cultivo olerícola ou outra atividade que suporte inundações eventuais.

A Classe VII ocorre fragmentada, perfazendo apenas 0,47% do alto curso, em terrenos muito declivosos, acima de 40%, nas escarpas das cuestas do Caiapó e nos rebordos erosivos das chapadas. Os solos são muito rasos, características dos Neossolos Litólicos e Cambissolos. Por isso, o seu uso deve evitado, recomendando a recomposição natural das áreas já alteradas.

Em termos gerais, o sistema de classificação das terras pela capacidade de uso pôde identificar que mais de 56% da bacia hidrográfica pode ser utilizado para a agricultura, usuária de nível tecnológico avançado, sendo necessárias a correção do pH, fertilização e medidas de controle erosivo, como por exemplo o terraceamento.

O mapeamento de inadequabilidade de uso tem o objetivo de indicar se existe e em que grau ocorrem usos inadequados, tomando por base a Classificação de Terras pelo Sistema de

Capacidade de Uso e do mapeamento de Uso da Terra de 2001 do Alto Curso da Bacia Hidrográfica do rio Claro. Esse mapa indica, a partir do julgamento do pesquisador, quais as áreas que possuem usos além de suas capacidades de suporte, gerando depauperamento do solo e riscos de ocorrerem processos erosivos. Para apresentar o resultado do julgamento foram necessárias investigações no campo e observados os usos e níveis de degradação, produzindo assim, um quadro que relaciona as classes dos dois mapeamentos utilizados (Quadro 21).

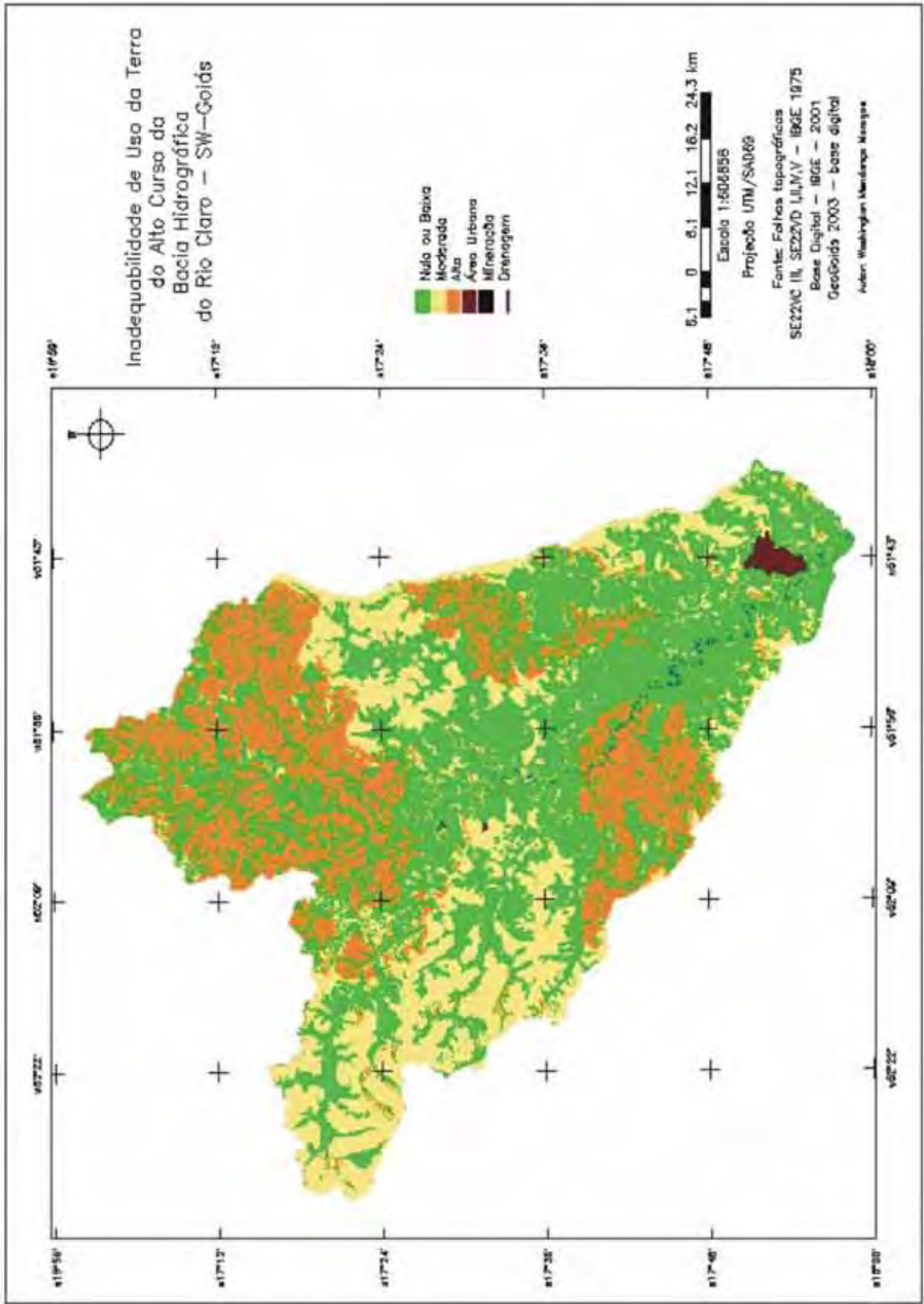
A figura 28 apresenta o mapeamento resultante do cruzamento dos dois PIs que indica, após execução da rotina de programação (Anexo 1), os níveis de inadequabilidade de uso existentes na área de estudo.

A referência Nula ou Baixa, apresentada em verde, mostra quais as áreas estão sendo utilizadas aquém ou conforme sua capacidade de suporte. A classe Moderada, indica que determinados usos comprometem moderadamente o sistema ambiental utilizado, cartografada na cor amarela. A inadequabilidade Alta indica que estas áreas estão sendo excessivamente utilizadas, acima da capacidade de suporte, em função das suas fragilidades físico-ambientais, particularmente quanto ao risco à erosão e perdas de características intrínsecas ao solo, a esta classe foi atribuída a cor vermelha. Encontram-se também mapeadas as áreas urbanas em marrom e o rio Claro em azul, porém, sem levar em conta suas capacidades de suporte.

Apesar da classe VI permitir o uso da terra com pastagem ela foi mapeado como alta inadequabilidade de uso, quando combinados: solos arenosos, como os Neossolos Quartzarênicos, e declividade acima de 6%.

Em termos de área, a classe Nula ou Baixa representa 2.320 km² e 47,8% do alto curso da bacia e ocorrem indistintamente na área (Figura 29). Esta classe encontra-se em áreas suave e suave-onduladas com pastagem em solos mais resistentes aos processos erosivos, mas predominantemente com vegetação natural em diversos tipos de solos e declividades variadas.

A classe Moderada ocupa 1310 km², 26,9% da área, e aparece sobre as coberturas Terciárias e Quaternárias dos níveis de cimeira da chapada, Latossolos e declividade suave a suave ondulado ocupados principalmente com agricultura.



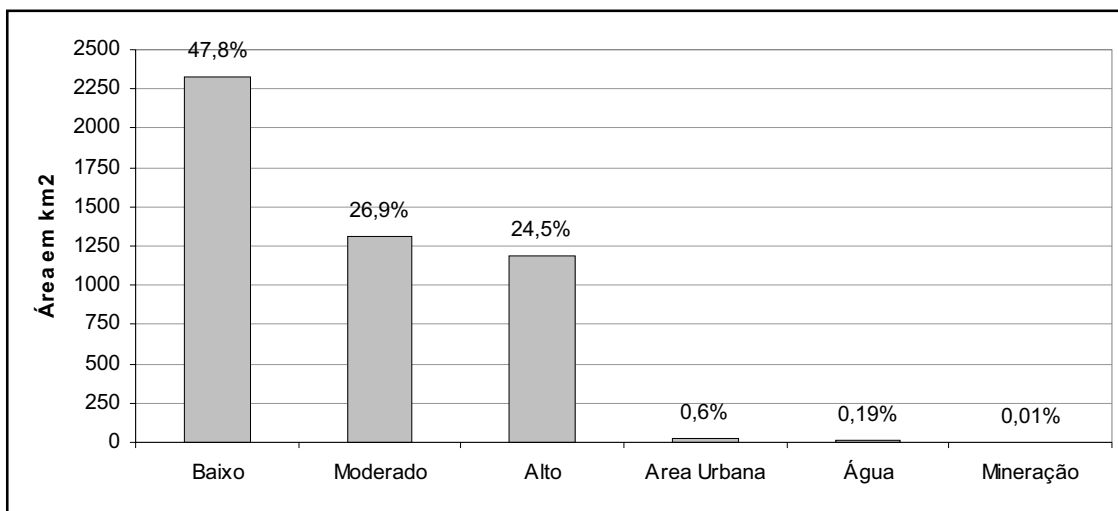


Figura 29 – Classes de inadequabilidade de uso no ACBHRC.

A classe Alta de inadequabilidade ocorre em áreas mais dissecadas e solos muito frágeis nos limites das chapadas com áreas mais declivosas dos rebordos erosivos. Representa em termos de área cerca de 1185 km² e 24,5% da área do alto curso. A alta inadequabilidade foi localizada predominantemente em áreas com pecuária combinado a solos muito susceptíveis a erosão e declividades acima de 12%, identificadas no mapa como classes IV, VIe, VIIes. Algumas áreas esparsas também indicam o uso de pastagem em áreas muito declivosas, próximas às bordas erosivas das chapadas. Também foram identificados uso com agricultura sobre terrenos arenosos e declividade de 6 a 12% (Foto 5).

Os dois grandes problemas, quanto ao uso da terra e suas capacidades de suporte são apresentados nas fotografias 6 e 7, com voçorocas em áreas de pastagem e solos arenosos e a inexistência de controles mais efetivos da erosão, como a ausência de terraceamento em declividades que contribuem para o moderado escoamento superficial.

No momento em que é grande a necessidade de terras para aproveitamento agrícola, particularmente no sudoeste de Goiás, o mapeamento da capacidade de uso da terra e das inadequabilidades de uso são dois importantes instrumentos que, no alto curso da bacia do rio Claro, podem orientar as políticas de uso mais adequados levando-se em conta as características ambientais e nível tecnológico da produção agrícola.



Foto 5 - Terraceamento sendo realizado em terreno arenoso para cultivo agrícola
data: jun/2004 - autor: wmm



Foto 6 - Processo de voçorocamento em solos muito arenosos com pastagem.
Data: jun/2005 - autor: wmm



Foto 7 - Área de cultivo agrícola em uma vertente sem terraceamento
data: jun/2005 - autor: wmm

Como existe uma expressiva diversidade de ambientes, em função das interações entre as componentes ambientais no ACBHRC, critérios objetivos, pautados em estudos para adequação do sistema de classificação de uso para a realidade brasileira, podem indicar melhor aproveitamento dos recursos disponíveis.

As restrições de uso devem ser encaradas como limitantes para determinados aproveitamentos, de acordo, também, com o emprego do nível tecnológico. Entretanto, outros usos podem ser estabelecidos de acordo com as demandas existentes e o potencial oferecido por cada parcela de terra.

7 – DINÂMICA HÍDRICA E QUALIDADE DA ÁGUA DO ALTO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CLARO

O entendimento da dinâmica hídrica é fundamental para a análise de qualquer sistema ambiental. As atividades de planejamento e gestão também dependem de dados confiáveis em séries que permitam realizar modelagens e construção de cenários utilizando vários parâmetros.

A ausência de dados na escala e no período necessários muitas vezes inviabilizam levantamentos mais aprofundados. Entretanto, alguns cálculos estatísticos servem de ferramenta para construção de modelos que complementam as falhas de observação de um determinado componente ambiental.

No posto fluviométrico Ponte do Rio Claro haviam falhas diárias e até mensais que comprometiam uma análise segura dos dados. Também era necessária a ampliação do período com dados para confrontar com as informações pluviométricas e do balanço hídrico.

Para isso, foi elaborado um modelo de regressão para preenchimento da ausência de dados e ampliação do período, descrito pelo coeficiente de determinação R^2 ajustado de 0,87 e erro padrão estimado de 24,084, utilizando, para isso, 4949 valores de cada posto (Quadro 32). A representação da dispersão dos dados observados e preditos podem ser visualizados na Figura 30.

Quadro 32 – Resumo do modelo de regressão linear múltiplo para preenchimento de falhas da estação Ponte do rio Claro, considerando o período de dados 1974 a 1988.

Sumário de regressão para a variável dependente: CLARO1 R= ,93408263 R ² = ,87251035 Ajustado R²= ,87245883 F(2,4949)=16935, p<0,0000 Erro padrão estimado: 24,084						
	BETA	Erro padrão de BETA	B	Erro padrão de B	T(4949)	p-level
Intercepto			-27,636	0,819952	-33,7045	0
FAZROND	0,787208	0,010388	0,377634	0,004983	75,7838	0
DOCE	0,164373	0,010388	0,897426	0,056713	15,82402	0

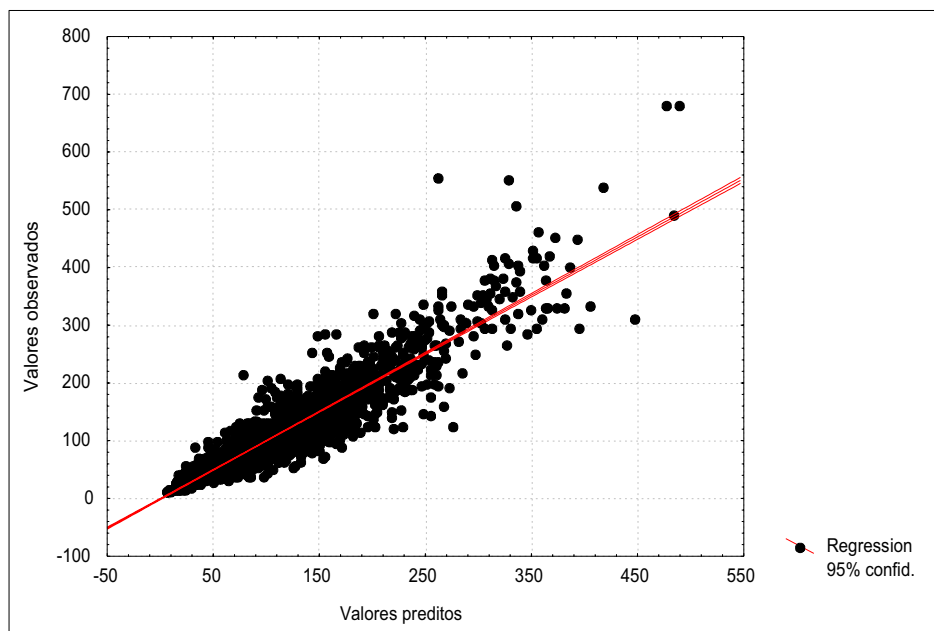


Figura 30 – Dispersão dos valores observados e preditos pela regressão linear múltipla, utilizados no modelo.

7.1 – Comportamento das vazões diárias no ACBHRC e síntese mensal e anual

Para facilitar análise das vazões diárias obtidas no posto Ponte do Rio Claro, foi necessário dividir o período de trinta anos (1972-2001) em três períodos iguais de dez anos 1972-1981, 1982-1991, 1992-2001. Esta divisão foi também estabelecida com o intuito de ‘separar’ três momentos distintos no uso da terra da bacia hidrográfica do rio Claro.

O primeiro período, de 1972 a 1981, pode ser caracterizado pelo início das expressivas modificações do uso da terra nas áreas de chapada e relevo suave, suave-ondulado, com a implantação da agricultura e substituição de outros usos como vegetação natural e pastagens.

No segundo período, de 1982 a 1991, a agricultura ainda está em franca expansão se consolidando como principal atividade agrícola, também em termos de área.

O terceiro período, de 1992 à 2001, marca a introdução do plantio direto no início da década de 1990, o controle dos processos erosivos é complementado pela adoção do

terraceamento, que se intensifica a partir de 1986, possibilitando diminuição da força da água em produzir sulcos lineares e também auxilia na infiltração de água no solo. Essas modificações no manejo adotadas na agricultura podem ser substanciais para evitar perdas nos parâmetros qualitativos dos recursos hídricos.

Para servir de parâmetro comum aos três períodos, foram calculadas as médias e desvios padrões das vazões médias diárias do posto de monitoramento fluviométrico Ponte do Rio Claro, considerando o período total, de 1972 a 2001. O valor da média geral foi de 85,2 m³/s, com desvio padrão de 62 m³/s. As figuras foram organizadas no sentido de guardarem a mesma escala para análise comparativa entre os três períodos.

A figura 31 apresenta as vazões de 1972-1981. Neste período os débitos fluviais diários se mantiveram relativamente estáveis, de 72 a 76. Esta estabilidade pode ser entendida pelo comportamento predominante dentro do limite de um desvio padrão. Verifica-se também que aparecem vazões inferiores a um desvio padrão, no período analisado. Os anos de 77 a 1980 as vazões se tornam mais instáveis, com picos de vazão acima de 550 m³/s e grande constância de picos menores abaixo do limite de um desvio padrão. No ano de 1981 a figura mostra um período de estabilidade, semelhante ao período de 72 a 76. A reta de tendência dos volumes diários de vazão apresenta um leve aumento do volume das vazões, expressado pelo valor 0,0078, que indica esta inclinação positiva.

A figura 32 marca um período de intensa instabilidade das vazões em praticamente todos os anos. Apenas o ano de 1986 é caracterizado como mais estável. Os picos, bem acima da média e de um desvio padrão, aumentam suas frequências, mas diminuem sua intensidade, se comparados a figura anterior, nos anos de 1972 a 1981. Os picos negativos das vazões ocorrem pontualmente em 86 e 90. A inclinação da reta, tomando como referência o período analisado nesta figura, apresenta um ligeiro declínio expressado por -0,0089 na equação do gráfico.

Na figura 33, destaca-se a grande estabilidade das vazões de 1992 a 2001. Os picos além de um desvio padrão são menores em intensidade e frequência. Entretanto, os picos negativos, abaixo de um desvio passam a ser mais constantes, em particular nos anos de 1994, 95, 96 e 1999. Os valores mínimos de vazão chegam a 12 m³/s. A reta de tendência indica também um ligeiro declínio de -0,0054.

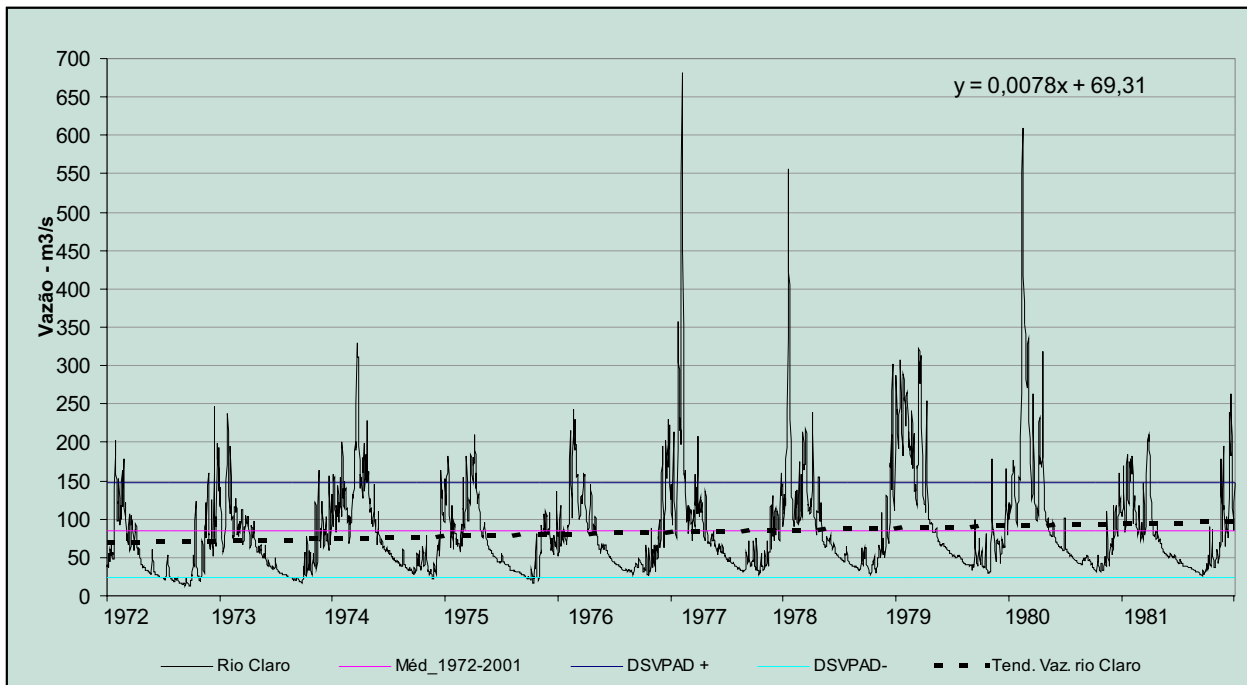


Figura 31 - Comportamento diário da vazão no posto Ponte do rio Claro de 1972 a 1981

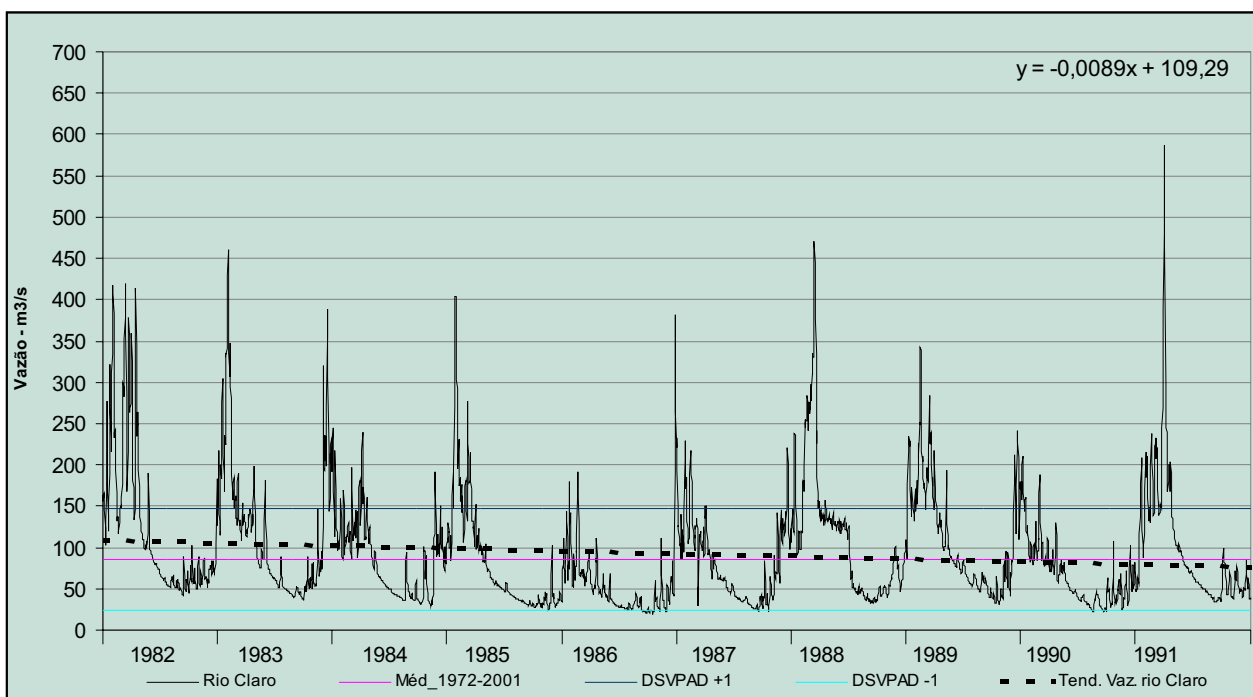


Figura 32 - Comportamento diário da vazão no posto Ponte do rio Claro de 1982 a 1991

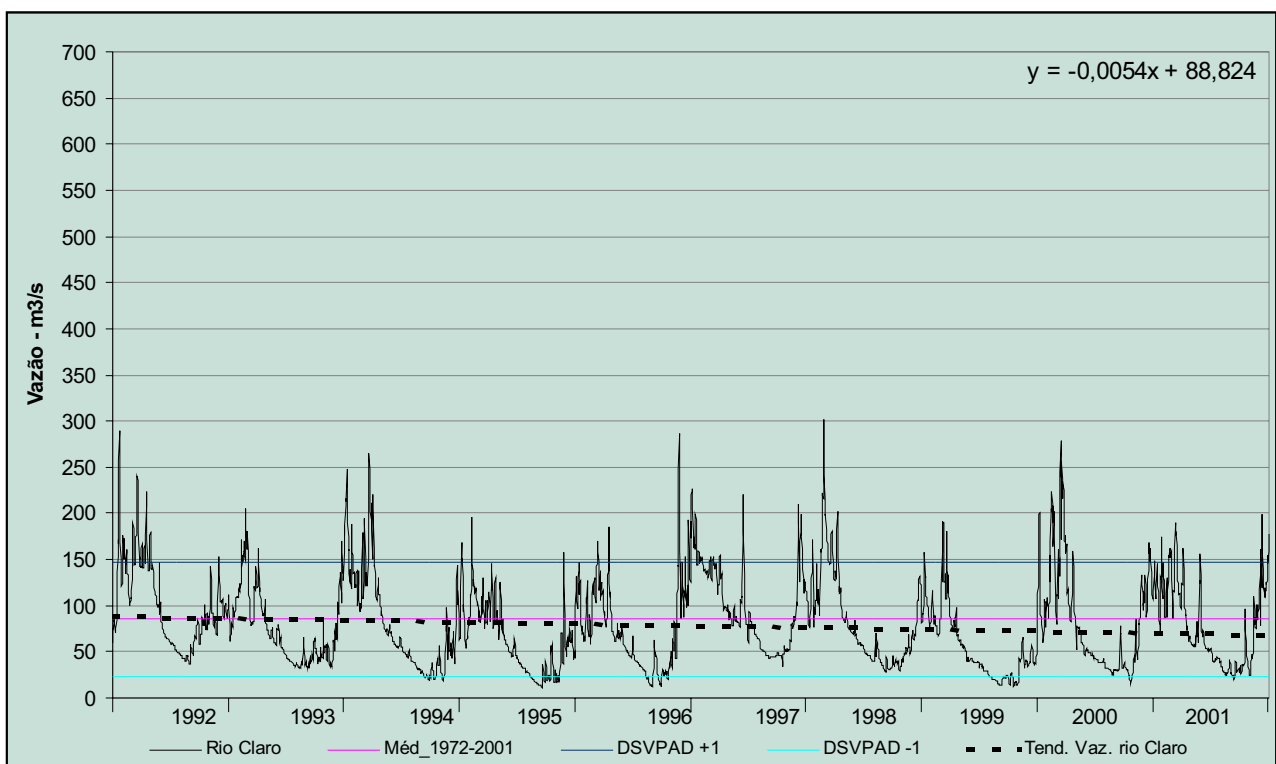


Figura 33 - Comportamento diário da vazão no posto Ponte do rio Claro de 1992 a 2001

Analisando a figura 34, correspondente a todo período de vazão diária 1972 a 2001, que todos os anos apresentaram volumes acima do desvio padrão, contudo, os anos de 1977 a 1991 ocorreram os maiores picos de vazão, destacam-se os anos de 1977, 1980, 1978 e 1991. Os volumes abaixo de um desvio padrão ocorrem no início, em meados e no final dos trinta anos estudados.

O ano de 1982 teve o maior conjunto de picos com maior vazão, porém não foram os maiores em termos de volume.

A reta de tendência aponta para um ligeiro decréscimo de -0,0008 dos volumes diários de vazão. Certamente, em função da concentração dos fluxos hídricos no início e meados do período, em contraposição a uma sensível redução no final do período, após 1995.

A amplitude dos valores das vazões diárias ficou em 669,58 m³/s, sendo verificado o maior valor de 681 e o menor valor 11,42 m³/s. Foram estabelecidas quatorze classes a partir da equação proposta por Sturges (Girardi e Silva, 1980): $k = 1 + 3,3 * \text{Log}(n)$, sendo n número total de ocorrências. Calculando-se o logaritmo na base 10 de 10958, que é o número de ocorrências, tem-se 4,03973. Substituindo-se na equação original, resulta o seguinte:

$$K = 1 + 3,3 * 4,03973 = 14,331$$

Arredondando-se o valor, estabeleceu-se 14 classes de valores. Tomando como referência a amplitude total (669,58), dividida pelo número de classes (14), chega-se ao valor correspondente de 47,82714. Este valor é adicionado ao menor valor, encontrado nas vazões diárias, que passam a compor os limites inferiores e superiores da primeira classe. A partir do limite superior desta classe soma-se novamente o valor encontrado (47,82714), para estabelecimento da classe seguinte e assim sucessivamente.

A partir da individualização das classes foi possível também determinar a ocorrência dos débitos fluviais em termos de números absolutos, relativos e relativos acumulados (Quadro 33).

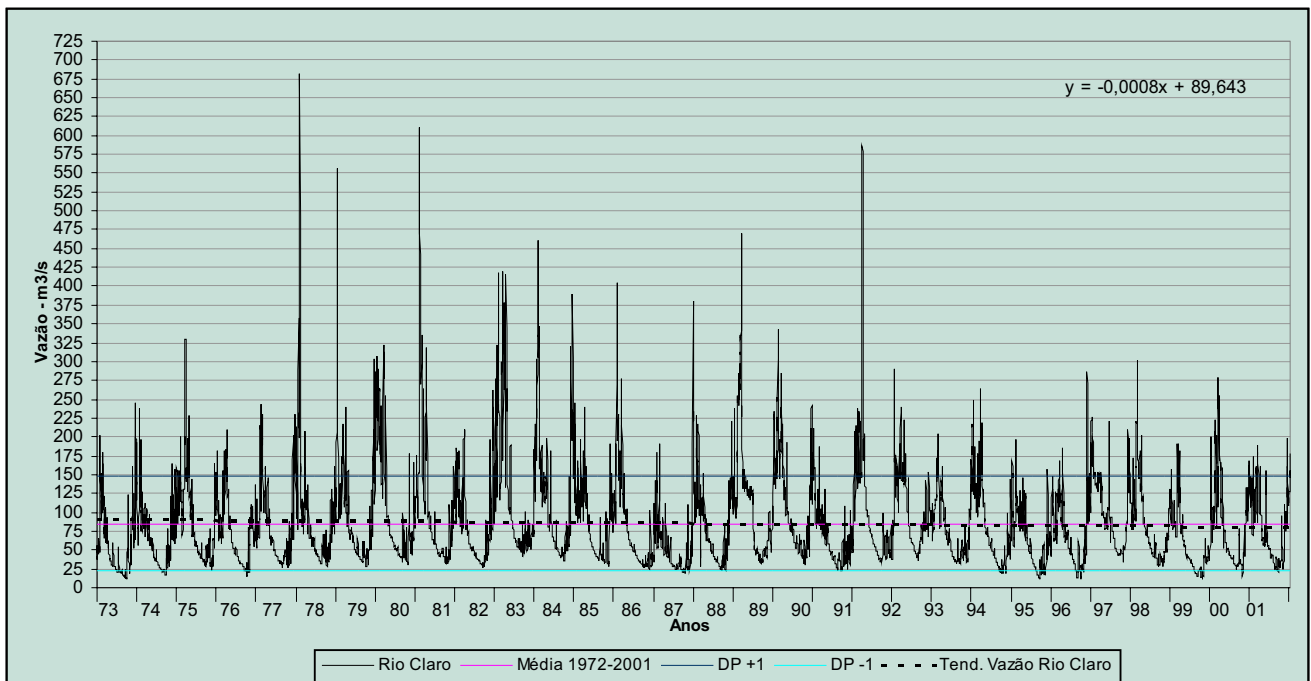


Figura 34 - Comportamento diário da vazão no posto Ponte do rio Claro de 1972 a 2001

Quadro 33 - Intervalos de classe e respectivas freqüências das vazões médias diárias encontradas do posto Ponte do Rio Claro.

Classes em m³/s	Freqüência absoluta	Freqüência relativa	Freqüência relativa acumulada
A - 11,4 a 59,2	4822	44,01	44,01
B - 59,2 a 107,1	3216	29,35	73,36
C - 107,1 a 154,9	1700	15,51	88,87
D - 154,9 a 202,7	693	6,32	95,19
E - 202,7 a 250,6	279	2,55	97,74
F - 250,6 a 298,4	112	1,02	98,76
G - 298,4 a 346,2	65	0,59	99,35
H - 346,2 a 394,0	31	0,28	99,63
I - 394,0 a 441,9	17	0,16	99,79
J - 441,9 a 489,7	10	0,09	99,88
K - 489,7 a 537,5	2	0,02	99,9
L - 537,5 a 585,3	7	0,06	99,96
M - 585,3 a 633,2	2	0,02	99,98
N - 633,2 a 681,0	2	0,02	100

Destaca-se a expressiva ocorrência da classe “A” com 44,01% do total, correspondente aos menores valores encontrados para o posto sob estudo. Isto indica que a maior parte das vazões médias diárias estão abaixo da média do período analisado, que é de 85,2 m³/s, mais precisamente 62,7% das ocorrências possuem valores abaixo da referida média. Entretanto, apenas 3,8% das ocorrências estão abaixo de um desvio padrão, ou seja 23,2m³/s, ao passo que 12,8% das vazões estão acima de 147,2 m³/s. A figura 35 também apresenta as freqüências relativas por classe.

A partir dos dados observados e estimados em 30 anos foram estabelecidos o tempo de permanência dos volumes da vazão média diária (Figura 36; Quadro 34).

Observa-se que a vazão correspondente a 681m³/s ocorreu em 0,01% do tempo total (30 anos), e que os volumes de 200 m³/s ocorreram em apenas 5% do tempo total. Tomando-se como referência a metade do tempo total, ou seja 50%, o valor da vazão correspondente é de 66,2 m³/s.

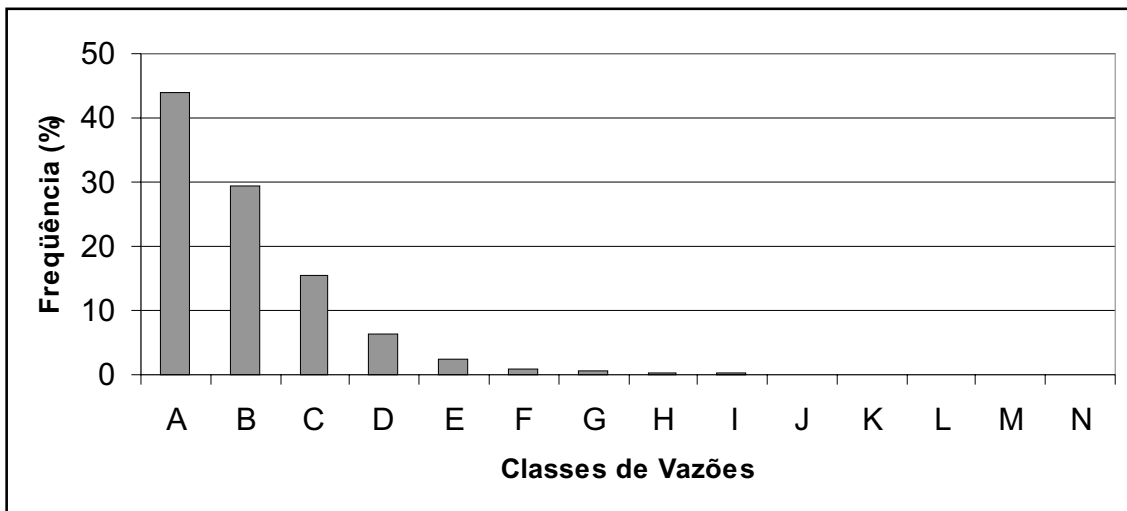


Figura 35 – Distribuição das frequências das vazões por classe

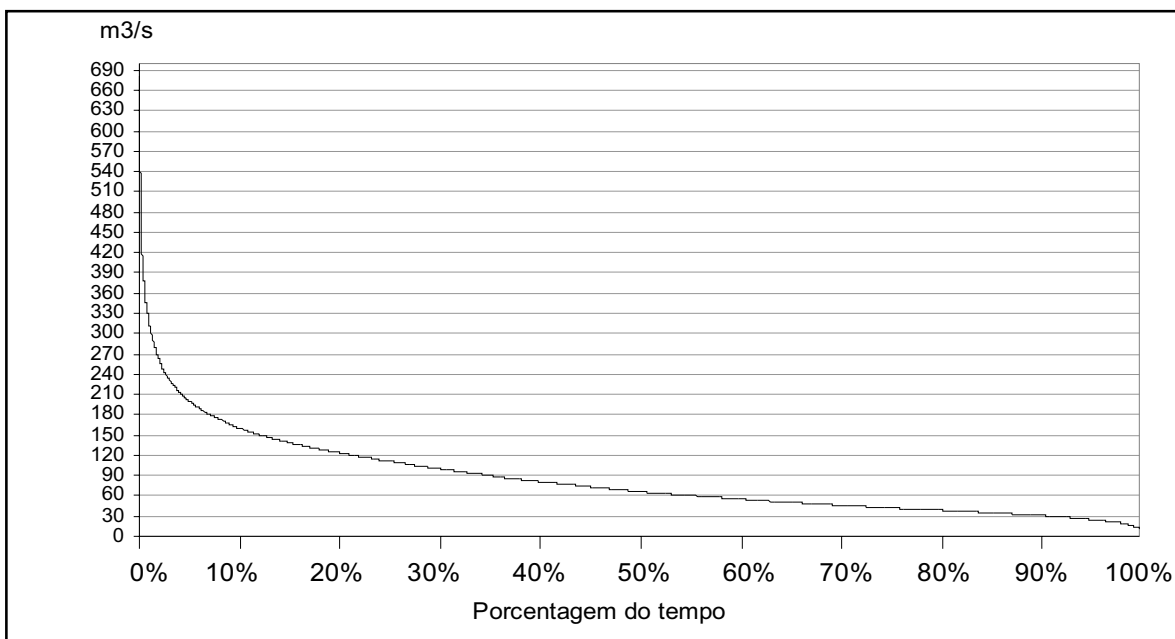


Figura 36 - Curva de permanência das vazões diárias no posto rio Claro.

Quadro 34 – Tempo de permanência das vazões no posto rio Claro - ACBHRC

Vazão (m3/s)	Tempo de permanência
681	0,01%
200	5%
160,52	10%
138,65	15%
124	20%
111	25%
100	30%
89,86	35%
80,97	40%
73,4	45%
66,2	50%
60,33	55%
55,28	60%
50,38	65%
46,1	70%
42,04	75%
38,8	80%
35,1	85%
31,2	90%
25,2	95%
11,42	100%

Um aspecto bastante importante da relação tempo e vazão, é que ela indica como se comportam as vazões na maior parte do período analisado. Por exemplo, a literatura específica indica que valores com tempo de permanência de 95% são os que devem ser considerados para cálculos de obras hidráulicas. Alguns autores (Sperling, 1993; Tucci, 2001), indicam esta porcentagem das vazões como vazão ecológica, ou vazão mínima para manutenção das funções ecológicas do curso d'água.

No caso do posto especificado o valor corresponde a 95% do tempo é de 25,2 m³/s, ou seja, em 95% do tempo a vazão mínima é de 25,2 m³/s.

A escala diária é mais adequada para o planejamento, tomando por base os processos ecológicos envolvidos, principalmente com o despejo de efluentes domésticos e industriais, que, no caso do rio Claro recebe, ainda no alto curso, 50% dos efluentes urbanos de Jataí, sem qualquer tipo de tratamento. O restante recebe tratamento secundário, conforme afirmação do gerente do distrito regional da Saneago em Jataí e averiguação na ETE/Jataí.

Os empreendimentos que necessitarem do rio Claro, seja no consumo de água ou no despejo de efluentes, devem levar em conta o ritmo diário para não impactar drasticamente o ambiente lótico do curso d'água. Porém, devem também ser consideradas as escalas sazonais e anuais para atendimento destes empreendimentos e ainda os demais usos, inclusive aos que se fizerem necessários no futuro.

Em termos de volumes médios mensais o montante captado para abastecimento público em Jataí representa uma pequena parte das vazões mensais com base nos dados cedidos pela Saneago. Na figura 37 são indicados os volumes mensais que oscilam entre 500.000 a 600.000 m³ mensais. O maior consumo se dá no período seco onde as demandas domésticas são maiores, entretanto, é também o período de menor vazão no ano. A média, tomando como referência os meses de jul/04 a jun/2005 está em torno de 575.000 m³/mês, correspondente a 0,575 hm³/mês.

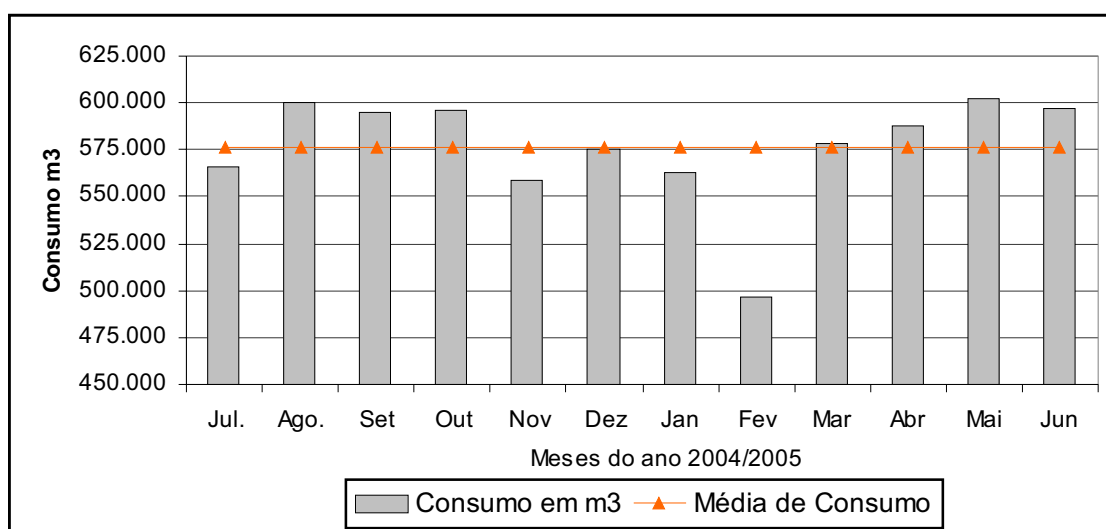


Figura 37 – Volumes de água captada pela Saneago para abastecimento público em Jataí-GO.

Os volumes totais de vazão mensal e anual do posto Ponte do rio Claro do período de 1972 a 2001 são apresentados no quadro 35. Os três meses de maiores vazões, na média, foram janeiro, fevereiro e março, com volumes acima de 300 hm³ por mês, superior a 300.000.000 m³. Por outro lado, as menores vazões ocorreram nos meses de agosto, setembro e outubro, com valores por volta de 90 a 110 hm³, confirmando o padrão sazonal de chuvas e estiagens da região.

Nota-se um deslocamento para frente dos fluxos de vazão de um mês, em relação ao trimestre mais chuvoso na bacia e de dois meses para o trimestre mais seco. Este aspecto pode ser explicado pelo nível de saturação dos solos serem maiores no período de verão (chuvas), praticamente inexistentes no inverno (seco), pois, mesmo com as chuvas de setembro e outubro não conseguem elevar consideravelmente o volume dos débitos fluviais. Isto também reforça o importante papel do meio em que se infiltram as chuvas, solos e rochas mais porosos conseguem reter maior volume de água, que, aos poucos, é ‘liberado’ para os lençóis freáticos que, por sua vez, alimentam os cursos d’água superficiais. Como existe um expressivo domínio de solos e rochas de média a alta permeabilidade na bacia isto se reflete no ritmo das vazões.

Dentre os meses, os maiores desvios padrões (DP) foram encontrados em fevereiro e dezembro, com 144,6 e 110 hm³, respectivamente, e coeficiente de variação (CV) de 0,39. Ou seja, estes meses tiveram variação de até 39% nos volumes de vazão de um mês para o outro no período de 1972 a 2001. O menor DP foi encontrado em agosto com 27,4 hm³ e 0,28 de CV, contudo, julho teve 30,7 hm³ de DP e 0,25 de CV, estes valores mostram que apesar do desvio padrão de julho ser maior o conjunto dos valores variaram menos que em agosto.

Em termos anuais destacam-se os anos de 1982, 83, 88, 89, com totais anuais bem acima de 3300 hm³, por outro lado, as menores médias ocorreram em 1972, 1986 e 1999, com médias em torno de 1800 hm³, valores cerca de 50% menores que as médias dos anos de maior vazão. Os dados de trinta anos, ainda que parte deles estimadas, mostram um determinado padrão para as maiores e menores médias, as maiores normalmente ocorreram pareadas (79 e 80, 82 e 83, 88 e 89, 91 e 92), com dois anos em que os volumes são bem acima da média de todo o período (30 anos), que é de 2689 hm³. As menores médias, entretanto, ocorreram espaçadas com 13 e 14 anos de diferença, marcadamente, no início, no meio e no final do período analisado.

7.2 – Síntese dos dados de pluviosidade e excedente/deficiência hídrica

7.2.1 – Pluviosidade

A precipitação pluviométrica é um *input* de matéria (chuva), fundamental para os processos ambientais. A partir dela, com seus ritmos e diversidades espaço-temporais, são

gerados outros fluxos de matéria e energia que podem dinamizar sub-sistemas interligados, bióticos, abióticos e também sócio-econômicos.

Quadro 35 – Vazões mensais do posto ponte do rio Claro (1972-2001) em hm³/mês.

Ano	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Total Ano	Méd. Ano	D.P. Ano	C.V. Ano
1972	212,1	313,7	218,8	140,8	93,0	71,4	74,9	52,0	42,4	107,2	207,2	329,7	1863	155,3	99,4	0,64
1973	314,7	267,4	244,2	199,6	145,8	105,3	81,8	63,6	56,5	115,1	222,9	238,5	2055	171,3	87,4	0,51
1974	332,4	275,6	524,7	405,6	250,8	171,8	132,8	112,1	87,3	134,1	85,8	247,0	2760	230,0	137,5	0,60
1975	297,3	189,9	356,0	336,9	186,3	128,7	112,1	85,4	66,3	78,7	208,4	201,6	2247	187,3	99,8	0,53
1976	207,8	426,7	351,3	260,3	173,8	140,4	103,3	86,8	106,1	114,7	167,0	426,7	2565	213,7	124,6	0,58
1977	449,5	557,5	305,3	254,1	179,2	152,9	116,1	93,3	121,3	108,2	178,9	278,8	2795	232,9	145,7	0,63
1978	596,6	276,3	396,2	323,2	191,5	158,4	130,8	102,1	119,3	96,7	171,5	423,4	2986	248,8	157,3	0,63
1979	639,5	499,1	524,7	298,6	192,7	159,1	136,7	111,4	130,1	107,1	204,8	224,8	3229	269,1	183,0	0,68
1980	352,0	831,2	451,6	414,3	216,7	179,9	142,8	117,5	116,6	96,8	151,6	279,5	3350	279,2	211,6	0,76
1981	379,6	260,4	365,1	236,3	152,5	134,0	109,9	92,4	78,8	129,0	232,5	372,7	2543	211,9	112,7	0,53
1982	534,4	496,2	748,5	593,4	298,8	220,5	161,3	151,6	140,2	167,5	171,7	227,8	3911	326,0	210,0	0,64
1983	589,1	630,8	362,0	358,9	234,1	223,0	158,5	121,4	114,1	148,6	193,9	610,8	3745	312,1	196,8	0,63
1984	377,6	278,9	346,7	371,1	211,2	149,8	119,0	125,9	104,9	137,7	182,8	268,3	2674	222,8	102,2	0,46
1985	510,8	420,1	438,4	255,7	182,3	141,4	124,3	98,2	81,6	83,2	104,4	100,2	2540	211,7	156,6	0,74
1986	259,1	221,2	186,1	153,8	116,3	95,3	72,1	83,2	67,0	75,8	97,3	277,8	1704	142,1	76,1	0,54
1987	358,4	348,5	282,6	253,3	173,6	139,9	104,3	89,4	75,4	115,0	205,6	361,3	2507	208,9	108,9	0,52
1988	362,1	556,0	758,2	357,5	334,0	335,2	161,7	117,8	90,8	125,4	181,9	198,7	3579	298,3	199,0	0,67
1989	440,6	527,0	525,3	331,1	270,3	210,9	169,8	154,4	132,3	111,0	165,7	422,7	3461	288,4	155,3	0,54
1990	369,3	253,5	257,4	209,1	178,3	124,0	97,2	83,6	75,8	121,9	118,2	162,1	2050	170,9	87,8	0,51
1991	307,9	418,2	604,5	580,2	259,1	198,9	154,8	120,8	94,6	170,2	140,4	139,0	3188	265,7	177,5	0,67
1992	351,2	334,5	460,1	416,4	303,6	187,3	144,4	114,6	165,3	212,2	239,3	276,5	3505	267,1	109,3	0,41
1993	245,8	361,9	286,0	274,5	174,0	161,3	105,3	103,6	110,0	129,6	119,5	282,3	2353	196,1	89,4	0,46
1994	461,4	287,7	454,8	324,3	193,5	157,9	128,9	93,1	61,6	84,1	114,1	193,2	2554	212,9	139,1	0,65
1995	240,3	287,6	246,4	260,3	202,2	136,7	93,4	59,2	49,7	80,3	132,4	154,6	1943	161,9	83,4	0,51
1996	256,7	227,7	333,7	257,1	175,8	136,1	104,4	57,7	77,5	79,6	275,4	343,3	2325	193,8	102,0	0,53
1997	455,1	337,8	370,6	284,9	222,2	278,4	205,9	140,7	115,5	128,1	187,3	388,5	3115	259,6	111,2	0,43
1998	285,8	406,3	420,9	317,2	199,8	166,1	121,6	123,0	85,2	97,2	134,9	251,9	2610	217,5	117,8	0,54
1999	271,3	199,3	349,9	196,6	131,5	106,6	83,5	52,3	51,8	46,3	112,6	118,2	1720	143,3	94,3	0,66
2000	277,0	371,0	490,9	276,8	165,3	128,2	105,8	80,5	96,3	74,3	207,4	333,5	2607	217,2	133,5	0,61
2001	325,0	306,0	341,7	233,7	197,9	159,0	113,5	81,2	72,1	106,0	188,8	356,0	2481	206,7	104,6	0,51
Méd. Mês	368,7	372,3	400,1	305,9	200,2	161,9	122,4	99,0	92,9	112,7	170,1	283,0	2689	224,1	115,6	0,52
D.P. Mês	116,9	144,6	139,1	104,0	54,2	53,1	30,7	27,4	29,7	33,6	46,7	110,1				
C.V. Mês	0,32	0,39	0,35	0,34	0,27	0,33	0,25	0,28	0,32	0,30	0,27	0,39				

No quadro 36 são apresentados dados indicando que os meses de janeiro e dezembro são os mais chuvosos, com valores médios de 248 e 247mm, respectivamente. Porém, em alguns anos, a pluviosidade nestes meses chegou a 446mm. A concentração das chuvas de dezembro a março vão contribuir significativamente para o aumento dos picos positivos de vazão. Os meses mais secos, na série de dados, são os meses de julho e junho, com 9 e 21 mm. Destaca-se o número de meses com pluviosidade igual a zero, com nove ocorrências em julho e seis em junho.

Dentre os meses, os maiores coeficientes de variação ocorreram em junho e julho, de 1,44 e 1,25, respectivamente. Os meses de março e outubro apresentaram coeficientes de variação mais constantes, em torno de 0,30, ou seja, a pluviosidade, nestes meses, variou 30%.

As maiores médias, entre os anos, foram encontrados em 1989, 82 e 83: anos de vazões excepcionais. Em contrapartida, as menores médias anuais ocorreram em 1973 e 1975. No entanto, não foram significativas para a diminuição da vazão.

Em termos de coeficientes de variação, nota-se grande variação entre os anos, particularmente, nos anos de 85, 88 e 94, com, respectivamente, 1,07, 0,96 e 0,97. O ano de 1990 teve o menor CV, de 0,58, ou seja, ocorreu menos variação dos valores de pluviosidade entre os meses deste ano, se comparado aos demais.

7.2.2 – Balanço Hídrico

O fluxo de energia, recebida principalmente do sol, faz movimentar um conjunto de processos nos diferentes ambientes terrestres, o que possibilita também a interação entre os ambientes e seus elementos. Calcada na lei de conservação da massa, o balanço hídrico busca modelar o comportamento da água nos sistemas atmosfera, pedosfera, biosfera, de forma integrada e dinâmica.

Por isso, o cálculo do balanço hídrico, é um procedimento fundamental para compreensão dos fluxos de energia e matéria nos sistemas e sub-sistemas ambientais que, por conseguinte, interferem na apropriação do espaço, especificamente no uso da terra agrícola de uma determinada região.

Quadro 36 – Precipitações (mm) médias mensais e anuais no ACBHRC (1972-2001).

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Tot. Ano	Méd. Ano	DP Ano	CV Ano
1972	151	246	153	31	59	0	34	24	34	268	351	374	1726	144	135	0,94
1973	163	117	191	126	43	31	7	8	8	137	191	109	1133	94	71	0,76
1974	175	81	298	159	45	3	0	23	42	109	77	163	1175	98	88	0,90
1975	244	109	192	125	32	0	10	0	8	100	235	110	1163	97	90	0,93
1976	173	197	157	103	75	7	0	31	90	185	124	282	1424	119	85	0,71
1977	232	144	131	100	53	46	7	24	76	149	253	204	1418	118	82	0,69
1978	291	139	212	149	64	27	31	8	97	104	223	318	1664	139	103	0,74
1979	391	207	215	56	26	0	17	30	141	77	211	293	1666	139	125	0,90
1980	199	379	137	140	25	21	1	18	59	111	189	286	1566	130	118	0,90
1981	251	133	302	65	10	44	8	2	28	162	231	272	1507	126	114	0,91
1982	446	154	370	143	79	16	4	35	103	157	148	261	1917	160	137	0,86
1983	414	249	185	161	32	45	32	0	48	163	164	359	1852	154	134	0,87
1984	227	159	221	136	48	0	0	129	39	151	196	227	1533	128	86	0,67
1985	405	190	268	121	19	5	28	5	19	89	141	83	1375	115	123	1,07
1986	226	165	172	89	60	13	16	80	77	118	141	372	1527	127	100	0,78
1987	259	193	232	133	26	21	3	11	37	180	196	238	1529	127	100	0,79
1988	199	305	280	127	33	10	0	0	16	102	110	257	1438	120	115	0,96
1989	346	265	285	83	62	49	20	45	77	103	230	431	1995	166	138	0,83
1990	163	175	119	122	77	3	15	50	79	142	185	178	1310	109	64	0,58
1991	283	258	340	101	37	12	3	13	47	84	150	206	1534	128	118	0,92
1992	272	193	269	196	31	0	2	15	166	165	253	185	1745	145	105	0,72
1993	127	292	172	108	18	43	0	51	132	96	136	331	1506	126	101	0,81
1994	250	116	318	65	21	17	9	2	13	131	187	194	1321	110	107	0,97
1995	173	271	171	143	68	20	0	1	58	140	250	139	1431	119	91	0,77
1996	201	208	242	110	53	21	0	13	91	117	337	232	1624	135	107	0,79
1997	297	136	210	93	98	156	0	0	55	110	205	233	1594	133	92	0,69
1998	212	255	175	110	36	2	4	49	74	129	137	224	1407	117	86	0,74
1999	215	204	244	37	15	5	0	0	75	90	173	200	1260	105	96	0,91
2000	215	292	324	64	11	0	3	26	113	101	242	323	1712	143	129	0,90
2001	238	163	153	75	81	9	3	31	78	129	256	319	1537	128	102	0,79
Méd. Mês	248	200	225	109	45	21	9	24	66	130	197	247	1520	127	105	
DP Mês	82	69,3	67,7	38,5	23,6	30	10,7	27,9	40	39,1	61,6	84,9	212	17,7	19,6	
CV Mês	0,33	0,35	0,30	0,35	0,53	1,44	1,25	1,16	0,61	0,30	0,31	0,34	0,14	0,14	0,19	

Para o presente trabalho, os valores mais importantes no cálculo do balanço hídrico são os excedentes ou deficiências hídricas, que servem, também, para alimentar outros modelos da dinâmica hídrica, combinados com a vazão. Por exemplo, pode proporcionar melhor entendimento sobre o funcionamento deste sistema, facilitando assim tomadas de decisão no meio sócio-econômico, mais especificamente na agricultura.

A metodologia do balanço hídrico utilizado foi a proposta por Thornthwaite e Mather em 1955, sendo que, os cálculos foram efetuados pelo programa BHseq v.6.1 (ROLIM, SENTELHAS e BARBIERI, 1998), utilizando-se a CAD de 100mm.

O balanço hídrico se presta para modelar o fluxo hídrico a partir da precipitação, mas também leva em conta a temperatura e a capacidade de retenção de água no solo, numa complexa interação atmosfera-solo-planta, que influencia na vazão. O saldo deste processo (excedente/deficiência), também deve ser levado em conta para se entender o comportamento das vazões. Pode ser, inclusive, melhor que a pluviosidade para a estimativa de vazões, considerando-se o período mensal.

Os dados de excedente/deficiência hídrica de cada posto foram organizados e, posteriormente, calculadas a média mensal geral dos postos (Quadro 37). Estes dados foram utilizados para as comparações com as vazões e precipitações dos respectivos períodos.

7.3 – Análise comparativa entre as variáveis pluviosidade, excedente/deficiência e vazão.

Para testar a segunda hipótese do trabalho e verificar se houveram modificações significativas nos volumes de vazão, em relação às transformações do uso da terra ocorridas no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do rio Claro, foram tomados como referência os volumes médios de pluviosidade de oito postos de monitoramento pluviométrico, bem como, as médias mensais dos excedentes/deficiências, encontradas por meio de cálculos do balanço hídrico nos locais dos postos de monitoramento pluviométrico.

Foram utilizados novamente três períodos, 1972 a 1981, 1982 a 1991 e 1992 a 2001, e também analisado todo período (1972 a 2001), pelos motivos anteriormente explicados neste capítulo.

Foram escolhidas as variáveis pluviosidade, excedentes/deficiências para comparação com as vazões, por ser a pluviosidade o fluxo de matéria que inicia o processo que culmina nos débitos fluviais e os excedentes/deficiências, resultado do fluxo de entrada e saída de água no solo.

Quadro 37 – Excedentes e Deficiências hídricas (mm) médias mensais e anuais no ACBHRC (1972-2001).

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Méd. Ano	DP Ano	CV Ano
1972	92	76	51	6	-4	-26	-28	-41	-48	91	187	189	46	83	1,83
1973	24	22	98	50	-4	-9	-25	-49	-75	7	48	28	10	47	4,81
1974	67	-12	177	66	2	-20	-34	-40	-46	-12	-16	28	13	64	4,82
1975	126	24	96	32	-7	-24	-29	-59	-78	-10	49	27	12	59	4,87
1976	81	82	58	20	9	-16	-31	-32	-17	21	46	174	33	60	1,83
1977	132	50	44	23	-3	-3	-20	-30	-21	15	120	105	34	57	1,66
1978	176	36	106	57	10	-9	-14	-36	-19	4	85	224	52	82	1,59
1979	288	114	118	1	-20	-33	-30	-38	9	-21	64	183	53	104	1,96
1980	94	280	46	48	-9	-14	-34	-46	-32	-8	34	168	44	97	2,20
1981	149	53	192	0	-23	-6	-30	-59	-60	14	92	154	40	87	2,20
1982	342	59	271	59	14	-8	-24	-29	-3	20	37	143	73	119	1,62
1983	308	153	86	75	9	-12	-12	-50	-37	9	37	250	68	114	1,68
1984	123	67	120	48	-1	-21	-36	5	-21	12	76	120	41	59	1,45
1985	246	95	169	36	-11	-23	-18	-54	-67	-22	-4	-12	28	95	3,39
1986	121	70	73	15	6	-18	-24	-6	-16	4	31	234	41	75	1,83
1987	144	100	134	52	-11	-17	-33	-50	-50	11	83	127	41	75	1,83
1988	86	207	183	45	-6	-22	-36	-61	-73	-14	-5	89	33	91	2,80
1989	241	171	187	12	11	0	-16	-18	-19	-8	83	319	80	119	1,48
1990	50	86	26	39	9	-17	-24	-18	-22	14	62	65	22	38	1,69
1991	165	162	241	19	-7	-20	-33	-50	-44	-27	7	78	41	98	2,38
1992	165	100	166	111	-7	-25	-37	-50	20	38	142	80	59	79	1,35
1993	31	188	73	31	-13	-7	-33	-18	6	-9	16	204	39	79	2,01
1994	145	24	216	1	-18	-21	-33	-62	-77	-6	33	76	23	86	3,71
1995	62	176	72	58	11	-10	-29	-55	-44	15	99	35	33	66	2,03
1996	91	110	143	28	0	-11	-28	-46	-15	-4	185	132	49	79	1,62
1997	191	47	107	18	29	96	-13	-44	-37	-13	45	127	46	72	1,56
1998	105	158	78	29	-6	-25	-35	-26	-25	-3	8	101	30	64	2,13
1999	111	107	146	-11	-27	-34	-47	-68	-22	-17	7	73	18	72	3,93
2000	109	194	225	0	-15	-25	-31	-35	0	-10	52	205	56	100	1,80
2001	133	74	49	9	15	-11	-23	-24	-16	-3	79	215	41	73	1,77
Méd. Mês	140	102	125	33	-2	-13	-28	-40	-32	3	59	131	479	479	
DP Mês	79	67	66	27	13	22	8	17	26	22	51	78	205	205	
CV Mês	0,56	0,65	0,52	0,83	-6,12	-1,69	-0,29	-0,44	-0,84	7,64	0,86	0,60	0,43	0,43	

As três figuras em seqüência pretendem facilitar as comparações do comportamento das variáveis utilizadas. Para isso, também, foram plotadas as médias e os desvios padrões (DP), tomando como base o período de 1972 a 2001. A equação dos mínimos quadrados auxiliará no entendimento da tendência de cada variável no período específico.

A partir das figuras 38, 39 e 40, é possível visualizar que, evidentemente, existe uma significativa semelhança no comportamento das variáveis adotadas; os volumes distribuídos predominam dentro dos limites dos desvios (+1 e -1). A pluviosidade se comporta mais instantânea, mesmo em termos mensais, com mais picos positivos e negativos, com maior intensidade dos primeiros e maior frequência dos segundos (Figura 38).

A variável excedente/deficiência se comporta mais espalhada no tempo. Nota-se que diminuem as intensidade e as frequências dos picos além da linha dos desvios plotados na figura 39, se comparados aos valores da pluviosidade.

A vazão, por sua vez, é um fenômeno ainda mais complexo, em termos do número de características e interações entre os sub-sistemas componentes. Entretanto, nota-se um comportamento intermediário entre a instantaneidade das pluviosidades e o espalhamento temporal dos excedentes e deficiências do balanço hídrico (Figura 40). Isto leva a inferir a importante participação de ambas as variáveis nos resultados dos débitos fluviais mensais.

Considerando-se as tendências de cada uma das variáveis, calculadas pelo método dos mínimos quadrados, a reta tracejada para todas as figuras apresenta uma pequena inclinação positiva de 0,199 para pluviosidade, 0,216 para os excedentes/deficiências e 630507,0 para a vazão. Este resultado pode ser explicado, em boa parte, pela concentração de valores mais altos na segunda metade em diante do 1º período (72 a 81), para todas as variáveis. Talvez, de forma discreta, as transformações no uso da terra também auxiliaram nos picos positivos de vazão. No entanto, essa hipótese careceria de análises mais detalhadas.

Observando a figura 41, correspondente ao 2º período, nota-se que, com a variável pluviosidade, em todos os anos ocorreram picos além dos desvios padrões (+1 e -1), à exceção do ano de 1986. A variável excedente/deficiência respondeu identicamente à dinâmica pluviométrica, mas, com menor intensidade e picos menos acentuados (Figura 42). A vazão também correspondeu em boa parte ao ritmo ditado pela pluviosidade. Entretanto, é preciso destacar o período compreendido entre 1985 e 1987 (Figura 43), em que a diminuição do volume pluviométrico no biênio 85-86 afetou drasticamente o volume das vazões, que somente foi recuperado de 87 para 88, mesmo que nos anos de 86 e 87 a pluviosidade fosse normal. Isto indica uma substancial participação do processo de infiltração nos solos e rochas que no período prolongado de baixa pluviosidade a água armazenada foi, em boa parte, vertida para a rede de drenagem. Com isso, foi necessário maior tempo para repor o estoque de água.

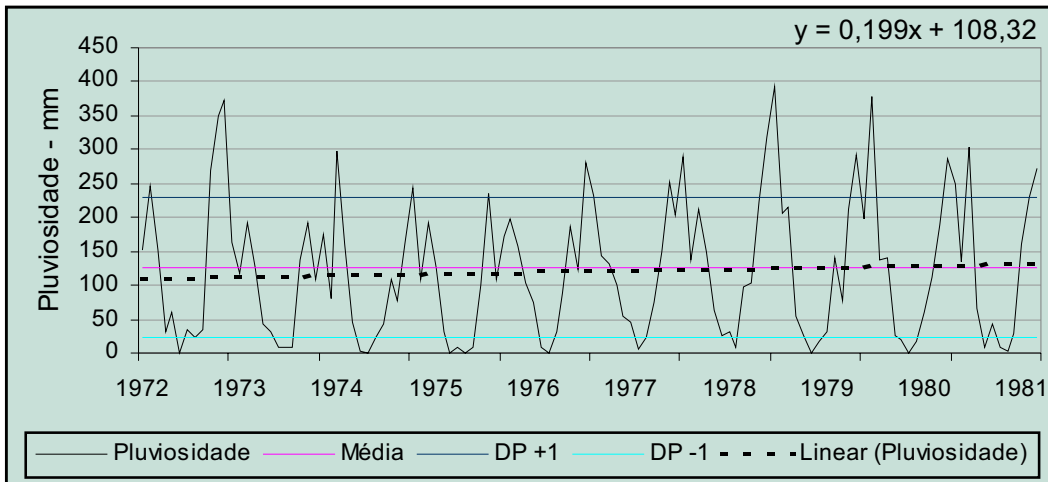


Figura 38 – Comportamento mensal da pluviosidade no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do rio Claro - SW - Goiás (1972 a 1981).

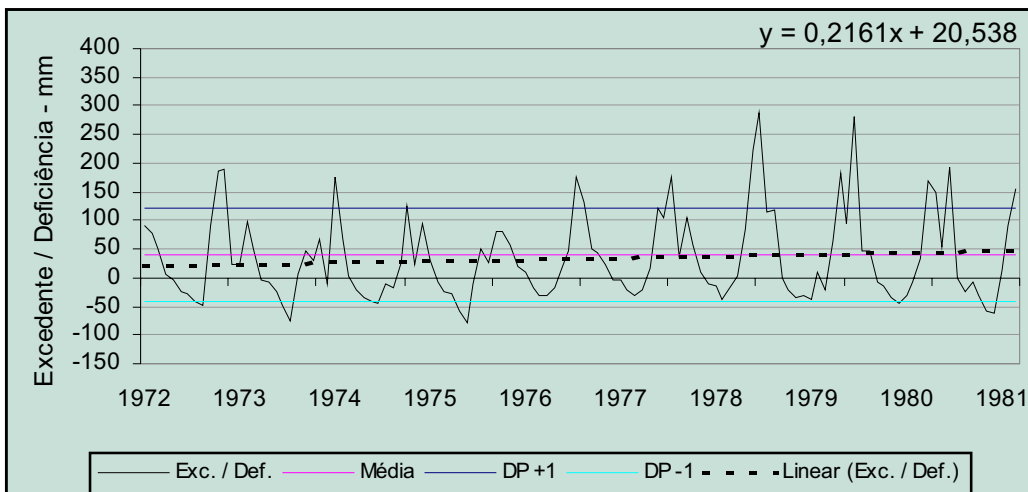


Figura 39 – Comportamento mensal dos excedentes/deficiências hídricas no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do rio Claro - SW - Goiás (1972 a 1981).

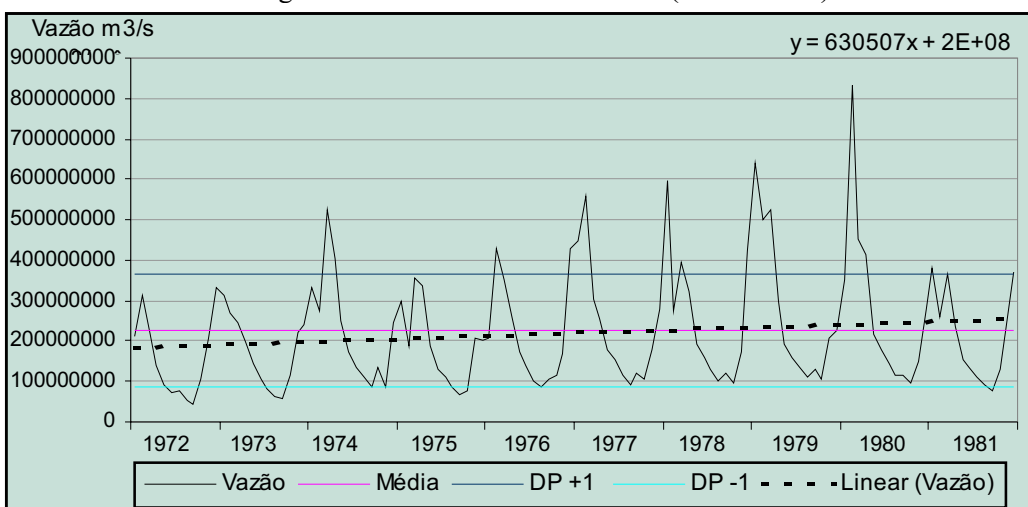


Figura 40 – Comportamento mensal da vazão no posto do rio Claro - SW - Goiás (1972 a 1981).

Com relação à equação e à tendência da reta tracejada, ela indica um padrão inverso do que ocorreu no período anterior, com maior concentração dos valores mais altos no início do 2º período e declínio destes valores de 1987 em diante. Com isso, os valores da equação indicam queda de $-0,267$ para pluviosidade, $-0,293$ para excedente/deficiência e $-706042,0$ para as vazões.

O 3º período, representado pelas figuras 44, 45, 46, indica certa estabilidade na dinâmica das variáveis envolvidas. Os picos em frequência e intensidade são menores que dos períodos anteriores. Com a pluviosidade e o excedente/deficiência mais regulares, resultam em menor oscilação da vazão. Por isso, esta ficou mais próxima da média e mais 'achatada' entre os DP. As retas de tendência deste período também demonstram esta estabilidade para pluviosidade e excedente/deficiência, com ligeira inclinação negativa de $-0,059$ para a primeira e de $-0,094$ para a segunda, ao passo que, as vazões tiveram queda de -429931 .

Pode-se observar, pelos períodos analisados, uma proporcionalidade dos valores das retas de tendência de pluviosidade e excedente/deficiência com as vazões, seja nas tendências de aumento ou de diminuição, porém, o reflexo nas vazões são mais intensos, pelo conjunto de interações que governam as vazões.

Considerando os trinta anos (1972 a 2001), a perspectiva de análise mais global do período permite visualizar outros aspectos. Observa-se, pela figura 47 correspondente às vazões, que são encontrados menos picos positivos que nas figuras 48 e 49, pluviosidade e excedente/deficiência, respectivamente, em especial após 1986. A diminuição dos volumes da vazão ficam marcantes na segunda metade do período analisado, inclusive com aumento da frequência dos picos negativos cada vez mais acentuados. A disposição do conjunto de dados determina a reta de tendência com indicação de pequena diminuição das vazões mensais indicada pelo valor da inclinação de -64392 , conforme a equação correspondente, na figura 47. As equações das variáveis pluviosidade e excedente/deficiência apresentam ligeira tendência positiva com valores de $0,0167$ e $0,0149$ respectivamente.

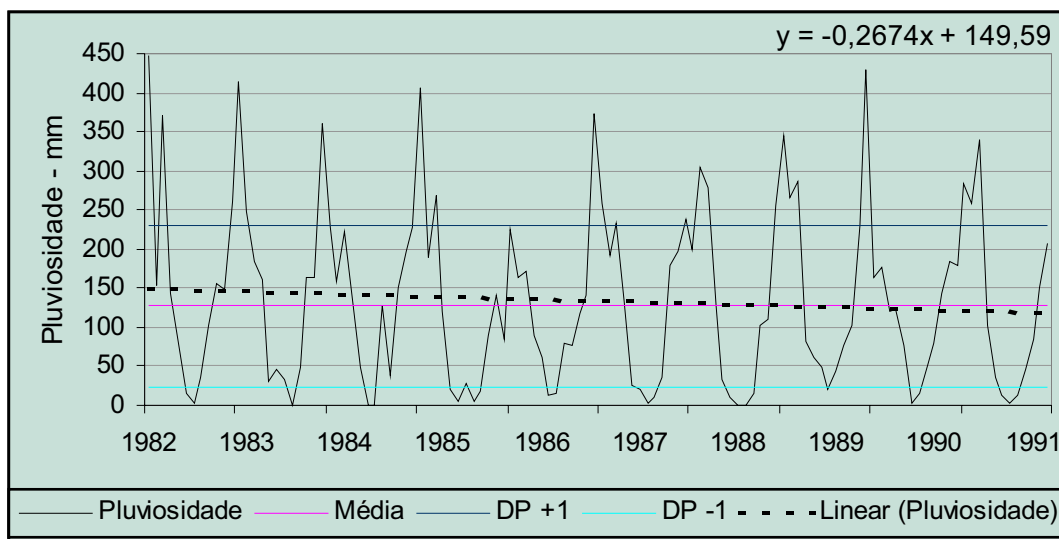


Figura 41 – Comportamento mensal da pluviosidade no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do rio Claro - SW - Goiás (1982 a 1991).

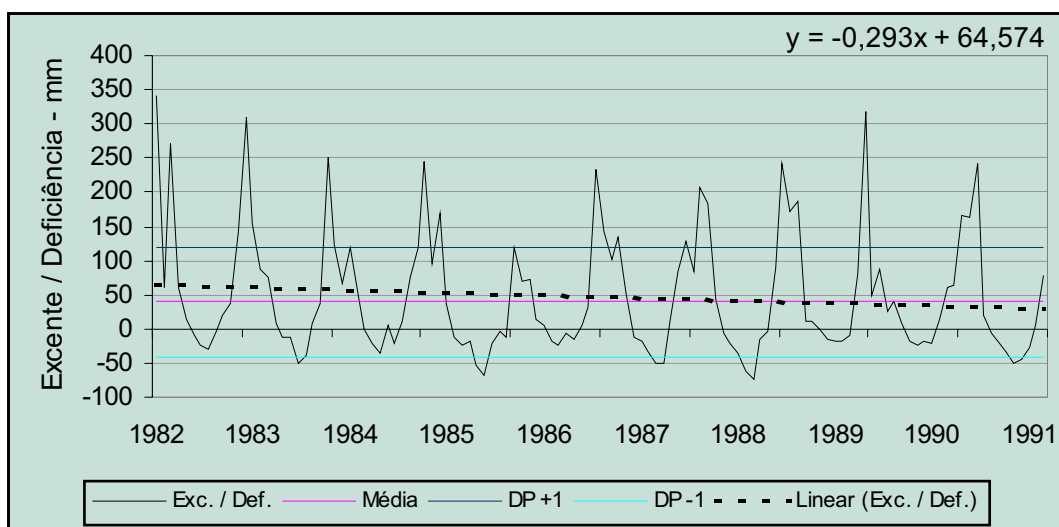


Figura 42 – Comportamento mensal dos excedentes/deficiência hídrica no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do rio Claro - SW- Goiás (1982 a 1991).

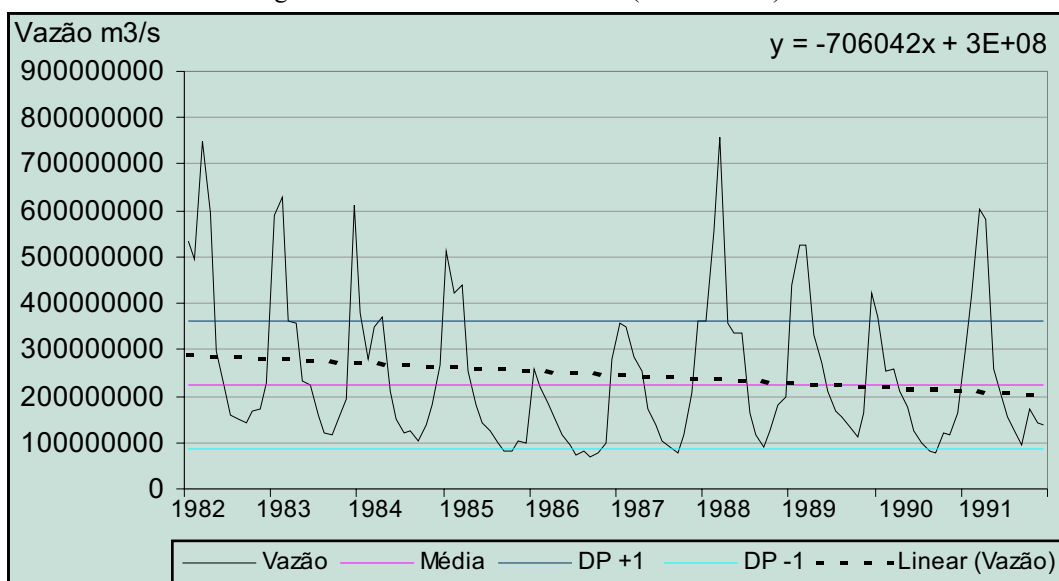


Figura 43 – Comportamento mensal da vazão no posto do rio Claro (1982 a 1991).

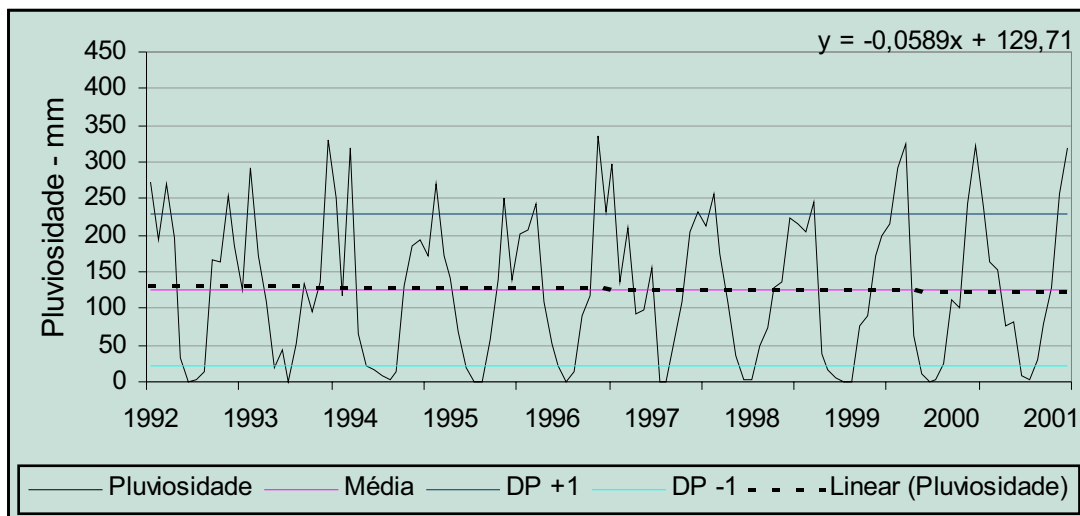


Figura 44 – Comportamento mensal da pluviosidade no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do rio Claro - SW-Goiás (1992 a 2001).

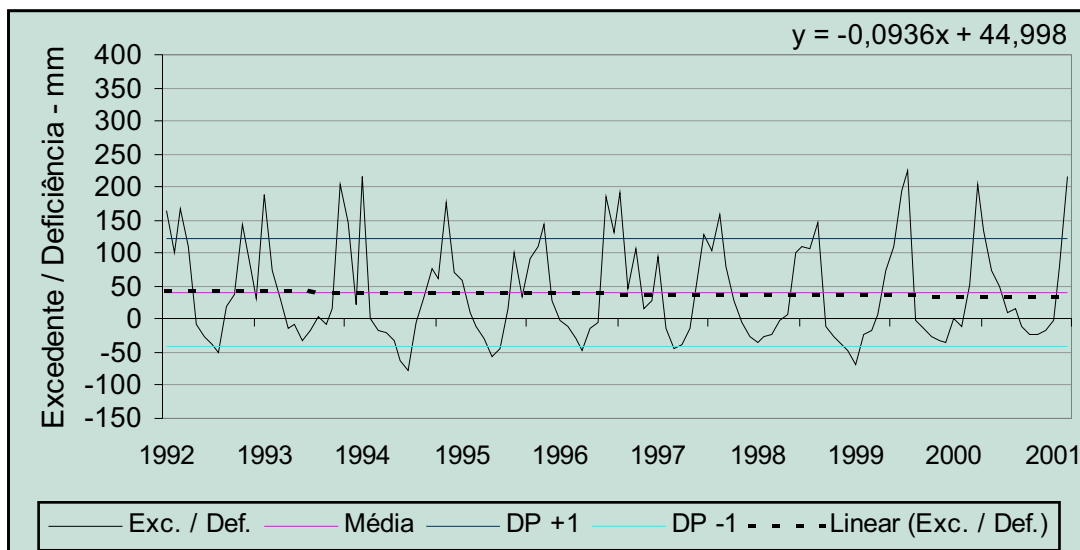


Figura 45 – Comportamento mensal dos excedentes/deficiência hídrica no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do rio Claro -SW-Goiás (1992 a 2001).

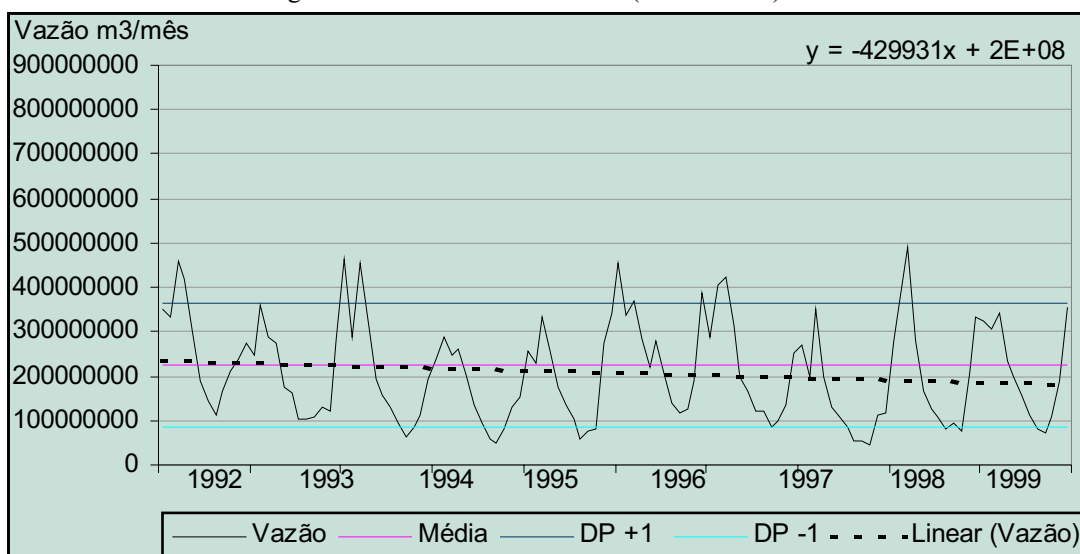


Figura 46 – Comportamento mensal da vazão no posto do rio Claro (1992 a 2001).

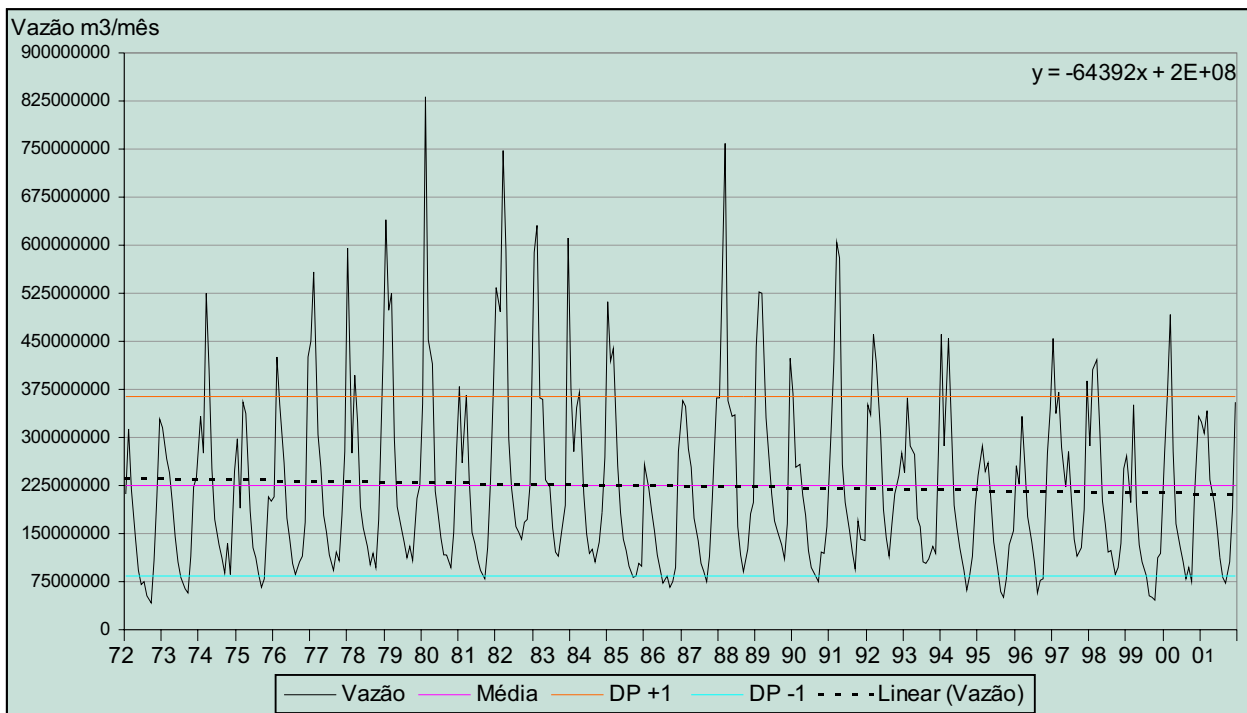


Figura 45 – Comportamento mensal da vazão no posto do rio Claro (1972 a 2001).

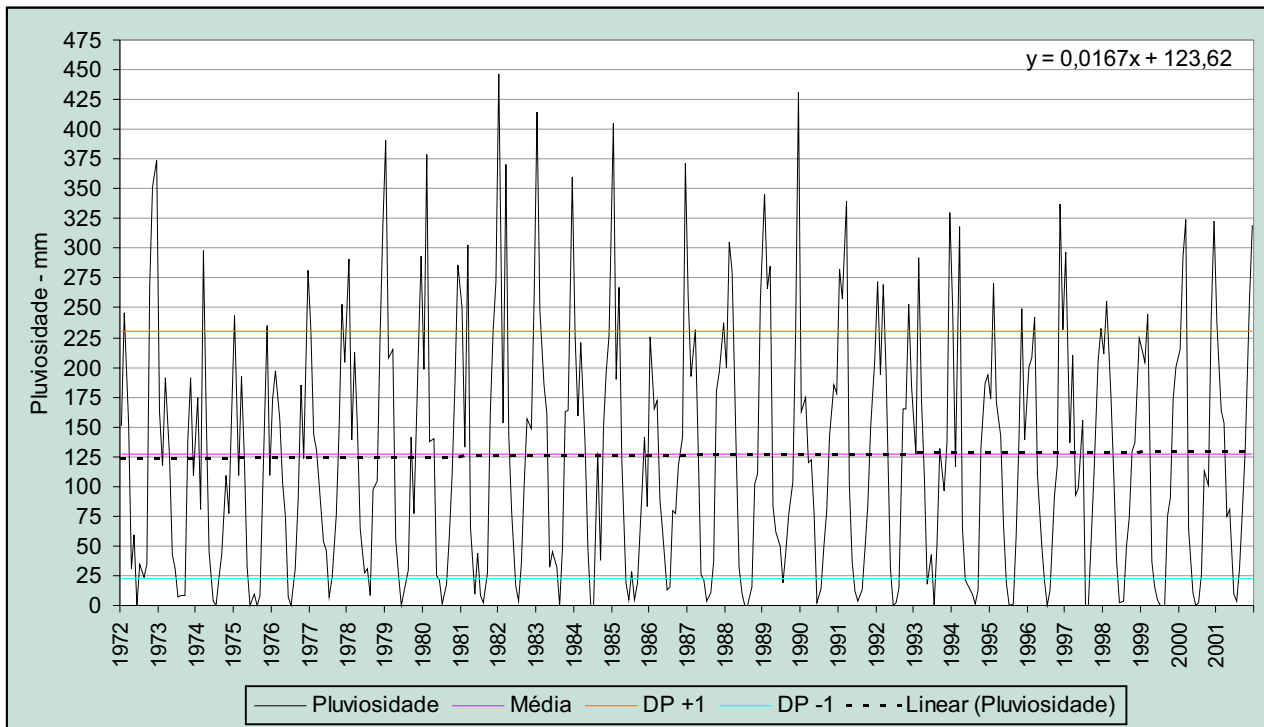


Figura 46 – Comportamento médio mensal da pluviosidade no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do rio Claro - SW- Goiás (1972 a 2001).

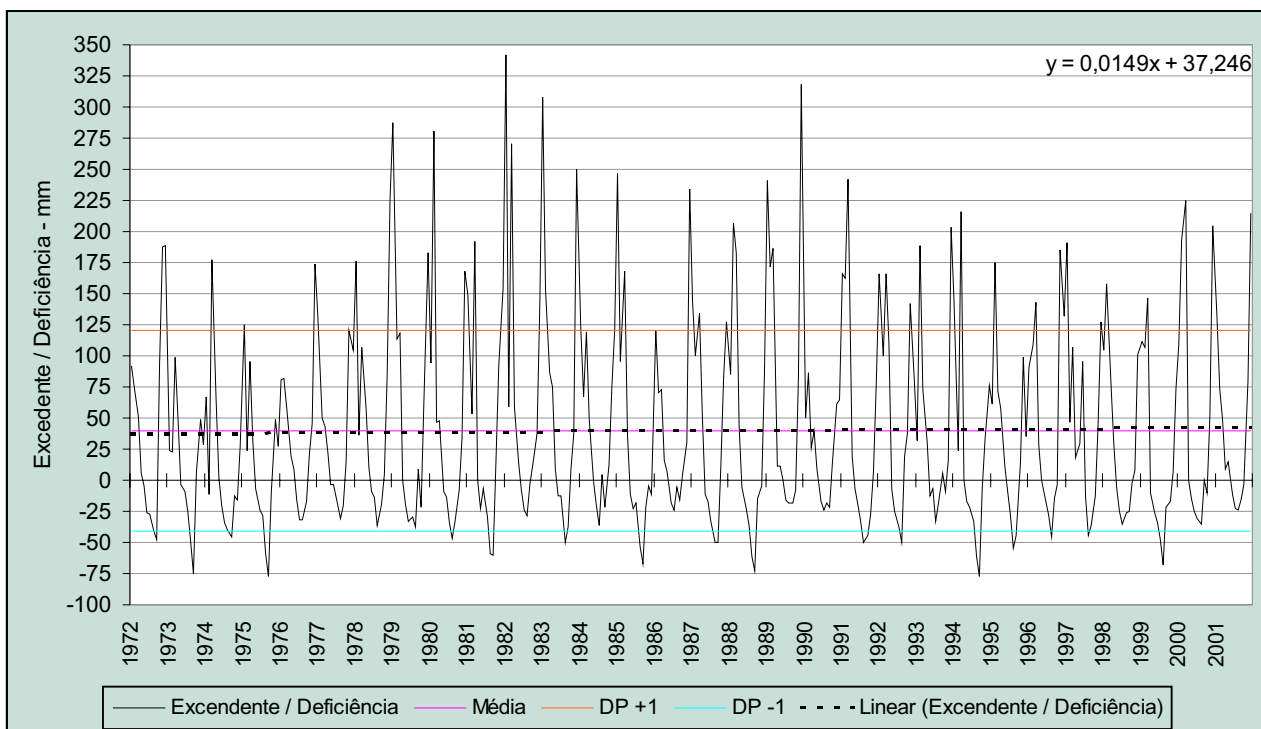


Figura 47 – Comportamento médio mensal dos excedentes/deficiências hídricas no Alto Curso da Bacia Hidrográfica do rio Claro -SW-Goiás (1972 a 2001).

A diminuição dos picos de vazão pode ser explicado, em parte, pelo aumento das taxas de infiltração decorrentes das medidas preventivas de controle de erosão na agricultura como plantio direto e terraceamento. Este manejo das terras agrícolas possibilita que, ao invés de escoarem lateralmente na superfície, a água passe a infiltrar verticalmente, ou seja, em profundidade, alimentando os lençóis subterrâneos e aquíferos mais profundos.

Outro elemento importante a ser considerado é que o comportamento da transpiração da vegetação do cerrado é mais adaptada à sazonalidade climática, perdendo menos água que as culturas agrícolas implantadas em substituição à vegetação do cerrado (*s.s.*). Comparativamente, a cobertura de vegetal com cerrado perde 1,5 mm na estação seca e 2,6 mm na chuvosa por dia, enquanto os cultivos de milho perdem 2,8, arroz 4,3 e soja até 8,4 mm por dia (MIRANDA e MIRANDA, 1996). Este aspecto de perda de água para atmosfera também pode contribuir para a diminuição das vazões de forma sensível.

A partir das análises dos dados gráficos e numéricos, pode-se afirmar que: foram verificadas pequenas alterações do comportamento das vazões em função das modificações do uso da terra no alto curso da bacia do rio Claro. As alterações observadas foram também em função do regime de pluviosidade e das flutuações dos valores dos excedentes/deficiências hídricas, decorrentes da sazonalidade das temperaturas.

7.4 – Possibilidade da utilização das variáveis pluviosidade e excedente/deficiência hídrica para construção de modelos preditivos de vazão

Existe uma expressiva necessidade de série de dados confiáveis de vazão dos cursos d'água para o planejamento e instalação de atividades produtivas. No entanto, o número de estações de monitoramento com coleta de dados acima de 25 anos é muito pequeno, aquém das atuais demandas de outorga. Mesmo com longas séries, existe períodos com ausência de observação. Essas falhas precisam ser preenchidas de alguma forma. Para isso, são utilizadas outras variáveis que possibilitam estimar, com certo grau de certeza, o volume de vazões em um determinado período. São muito utilizados em hidrologia os modelos que utilizam regressão linear para preenchimento das falhas e também para estender o período de monitoramento.

No intuito de indicar qual a melhor variável para estimar o volume de vazões no posto Ponte do rio Claro, foram utilizadas as variáveis pluviosidade e excedente/deficiência hídrica no período de 1972 a 2001.

Os quadros, a seguir, apresentam o resumo estatístico, produzido pelo *software* Statística 5.5, das equações de regressão linear simples com o intuito de medir a melhor relação existente entre os dados de pluviosidade e excedente/deficiência com os dados de vazão, para que possam ser melhorados os futuros modelos preditivos de vazão mensal, para a estação Ponte do rio Claro.

Os valores destacados em negrito representam o erro padrão estimado e o R^2 (coeficiente de determinação), que mede quanto o modelo pode explicar o comportamento de uma variável dependente utilizando determinado conjunto de dados de uma ou muitas variáveis independentes.

Comparando o quadro 38, que utiliza a variável pluviosidade e o quadro 39 que utiliza a variável excedente/deficiência hídrica, para o período de 1972 a 1981, pode-se observar que o quadro 39 apresenta maior valor de R^2 e menor erro padrão estimado, que o quadro 38. Portanto, pelo conjunto de dados utilizados a variável excedente/deficiência é melhor que a pluviosidade, pois os excedentes/deficiências produzidos pelo cálculo de balanço hídrico “explicam” em 63% o comportamento das vazões na estação da Ponte do rio Claro, ao passo que a variável pluviosidade, “explica” apenas 48% da dinâmica das vazões. Contudo, os coeficientes de determinação apresentados são apenas um índice numérico dimensional (0 a 1), não determinando, entretanto, a relação efetiva de dependência ou causa e efeito das variáveis consideradas. O erro padrão estimado foi de 982,50 para excedente/deficiência e de 1163 para pluviosidade.

Quadro 38 - Resumo do modelo de regressão criado pelo software Statística 5.5 para o período de 1972-2001 (valores mensais de pluviosidade e vazão).

Regression Summary for Dependent Variable: VAZÃO						
R= ,69416428 R ² = ,48186405 Adjusted R²= ,48041674						
F(1,358)=332,94 p<0,0000 Std.Error of estimate: 1163,0						
		St. Err.		St. Err.		
	BETA	of BETA	B	of B	t(358)	p-level
Intercept			1224,31	96,8957	12,6353	1,62137E-30
PLUVIO	0,69416	0,03804	10,8124	0,59257	18,2466	0

Quadro 39 - Resumo do modelo de regressão criado pelo software Statistica 5.5 para o período de 1972-2001 (valores mensais de excedentes/deficiência e vazão).

Regression Summary for Dependent Variable: VAZÃO						
R= ,79386453 R ² = ,63022088 Adjusted R ² = ,62918798						
F(1,358)=610,15 p<0,0000 Std.Error of estimate: 982,50						
	BETA	St. Err. of BETA	B	St. Err. of B	t(358)	p-level
Intercept			1958,89	57,8072	33,8866	0
EXC_DEF	0,79386	0,03214	15,8953	0,6435	24,7011	0

Em síntese, pode-se dizer que o volume e a distribuição pluviométrica no tempo não explicam tão bem o comportamento das vazões quanto os valores e a distribuição dos excedentes/deficiências, certamente em função da característica de entrada e saída dos volumes hídricos e das compensações mensais que o cálculo do balanço hídrico engendra.

Contudo, os R² identificados nas melhores comparações, produzidas pela variável excedentes/deficiências, são pouco expressivos em termos de confiabilidade do modelo. Os erros padrões estimados também indicam que, mesmo sendo melhor variável que a pluviosidade, ainda assim, é preciso ter cautela com a utilização desta variável neste tipo de modelo. Porém, se combinados a outras variáveis podem produzir melhores resultados do que isoladamente.

As variáveis pluviosidade e excedente/deficiência não foram utilizadas num mesmo modelo porque elas apresentam alta correlação entre si ($r=0,97$), o que não melhora o modelo de estimativa de vazão.

Em suma, pode-se inferir que o comportamento do balanço hídrico, refletido nos excedentes e deficiências, possui uma significativa relação com os volumes das vazões mensais. A relação entre as variáveis vazão e excedentes/deficiência é melhor que a relação vazão e pluviosidade, pois, considerando a escala mensal, as precipitações não produzem instantaneamente vazões correspondentes. Os volumes precipitados em determinada época ficam armazenados e são liberados paulatinamente no decorrer do tempo. Este aspecto leva ao entendimento de que o regime de vazões do rio é mantido em boa parte pelo processo de infiltração, que vem, aumentando, a partir dos períodos analisados, reduzindo os picos de vazão e amortecendo, em termos mensais os eventos pluviométricos concentrados.

7.5 – Aspectos da qualidade da água no ACBHRC

Os resultados das análises dos parâmetros físicos, químicos e biológicos dos trechos do rio Claro tem a intenção de apresentar o perfil qualitativo do rio Claro no seu alto curso, que drena uma área onde estão implantadas diversas atividades antrópicas: urbana e industrial, agricultura, pecuária, mineração (calcário, areia, argila), e empreendimentos turísticos.

Como as águas que drenam a bacia acumulam os resíduos de montante para jusante, os resultados devem indicar como as diversas atividades tem contribuído para a poluição dos cursos d'água que vão formar o rio Claro.

Foram realizadas cinco coletas em distintas épocas nos pontos identificados na figura 4, pela equipe do Departamento de Monitoramento Ambiental da Agência Ambiental do Estado de Goiás, entretanto, foram disponibilizados por esta entidade apenas três dos cinco levantamentos em quatro pontos diferentes.

Os quadros 40 a 43 apresentam os parâmetros analisados nos levantamentos, por cada ponto de coleta. Os valores em negrito indicam que estes se encontram em não-conformidade com os valores estabelecidos na Resolução 357 do CONAMA.

Em um mesmo ponto nas diferentes épocas pode-se perceber que os meses de dezembro e março, meados e final da estação chuvosa, tiveram os maiores níveis de poluição dos corpos d'água. O mês de junho que representa uma época pouco chuvosa e níveis de poluição baixos considerados-se os parâmetros de qualidade da água em relação aos outros períodos.

Os resultados indicam de forma geral que cada parâmetro está dentro dos limites padrões indicados na resolução 357/2005 do CONAMA. Contudo, alguns parâmetros estão acima do permitido, o parâmetro cor tem o seu limite para os corpos d'água de classe 2 em 75 mg/l Pt, mas foram encontrados valores acima do permitido em pelo menos dois dos três períodos em todos os pontos. Os coliformes fecais e totais também apresentaram preocupantes níveis acima do limite para corpos d'água de classe 2 que é de 1000 NMP por 100ml.

Mesmo em níveis considerados normais para a maioria dos parâmetros analisados os resultados das análises de qualidade da água confirmam uma expressiva carga poluidora orgânica para leito e corpo d'água, como já era esperado explicitadas nas considerações iniciais do trabalho.

Quadro 40 – Resultados das análises do ponto nº 1 – Ponte Jataí – Perolândia GO-050.

PARÂMETRO	JUNHO	DEZEMBRO	MARÇO	UNID.
Alcalinidade Total	*****	18,0	23,0	mg/l
Aspecto	Limpo	*****	Liger. Turva	mg/l
Cloretos (Cl--)	0,5	1,0	0,0	mg/l
Condutividade	34,0	29,7	37,4	µscm –1
Cor	73,0	116,0	319,0	mg/l Pt
DBO5 a 20°C	1,0	0,8	3,4	mg/l
DQO	5,4	1,6	13,8	mg/l
Dureza (CaCO3)	8,0	16,0	92,0	mg/l
Ferro	*****	1,10	5,6	mg/l
Fosfatos (PO4)	*****	*****	0,01	mg/l
Nitrato (NO3-N)	*****	*****	0,4	mg/l
Nitrito (NO2-N)	0,06	0,027	0,025	mg/l
N. Amoniacal (NH3-N)	Ausente	0,22	0,03	mg/l
Odor	N.O.	N.O.	N.O.	mg/l
Óleos e Graxas	V.A.	V.A.	V.A.	mg/l
Oxigênio Dissolvido	6,3	6,1	6,0	mg/l
PH	7,45	6,82	7,41	
Resíduos Sedimentáveis	0,1	0,1	0,2	mg/l
Resíduos Fixos	*****	58,0	91,0	mg/l
Resíduos Voláteis	*****	60,0	20,0	mg/l
Resíduos Totais	30,0	118,0	111,0	mg/l
Sólidos Dissolvidos (TDS)	17,0	15,0	18,5	mg/l
Temp. Ambiente	20,6	36,6	35,3	°C
Temp. Amostra	19,4	30,1	36,2	°C
Turbidez	13,0	21,0	56,0	UNT
Índice Colif. Totais	*****	1,6 x 10⁴	3,5 x 10³	NMP/100ml
Índice Colif. Fecais	1,8 x 10 ²	1,6 x 10⁴	3,5 x 10³	NMP/100ml

TDS (Sólidos Totais Dissolvidos); VA (Virtualmente Ausente); NO (Não Observado); mg/l (miligrama por litro); NMP (Número Mais Provável); °C (Grau Centígrado); DBO5 a 20°C (Demanda Bioquímica de Oxigênio em 5 dias a 20° Centígrados); DQO (Demanda Química de Oxigênio); mg/l Pt (miligrama de platina por litro); µscm (Microcime por centímetro); UNT (Unidade de turbidez – nefelométrica).

A retirada da vegetação, principalmente a ciliar, em áreas agrícolas e também no meio urbano contribui, em grande parte, para a perda da qualidade da água. Pelas atividades de campo observa-se o desrespeito das legislações em vigor, particularmente na área urbana.

Como apresentado nos quadros, os resultados das análises confirmam que um dos maiores problemas enfrentados pelos técnicos da ETA de Jataí é a turbidez muito alta em praticamente toda a estação chuvosa. Este parâmetro dificulta o processo de tratamento da água para abastecimento público.

Quadro 41 – Resultados das análises do ponto nº 2 – Fazenda Campos Elísios.

PARÂMETRO	JUNHO	DEZEMBRO	MARÇO	UNID.
Alcalinidade Total	*****	17,0	14,0	mg/l
Aspecto	Limpo	*****	Liger. Turva	mg/l
Cloretos (Cl ⁻)	0,0	0,5	0,0	mg/l
Condutividade	30,7	26,7	36,8	µscm -1
Cor	82,0	125,0	261,0	mg/l Pt
DBO5 a 20°C	0,8	1,0	1,8	mg/l
DQO	2,2	2,5	7,29	mg/l
Dureza (CaCO ₃)	4,0	20,0	86,0	mg/l
Ferro	*****	1,18	3,7	mg/l
Fosfatos (PO ₄)	*****	*****	0,07	mg/l
Nitrato (NO ₃ -N)	*****	*****	0,3	mg/l
Nitrito (NO ₂ -N)	0,021	0,028	0,025	mg/l
N. Amoniacal (NH ₃ -N)	Ausente	0,28	0,01	mg/l
Odor	N.O.	N.O.	N.O.	mg/l
Óleos e Graxas	V.A.	V.A.	V.A.	mg/l
Oxigênio Consumido	6,7	6,4	6,1	mg/l
PH	7,38	7,63	7,46	
Resíduos Sedimentáveis	0,1	0,1	0,2	mg/l
Resíduos Fixos	*****	95,0	77,0	mg/l
Resíduos Voláteis	*****	48,0	17,0	mg/l
Resíduos Totais	40,0	143,0	94,0	mg/l
Sólidos Dissolvidos (TDS)	15,4	13,4	18,3	mg/l
Temp. Ambiente	23,6	36,0	33,3	°C
Temp. Amostra	21,0	29,3	26,7	°C
Turbidez	15,0	22,0	48,0	UNT
Índice Colif. Totais	*****	2,4 x 10⁴	4,6 x 10³	NMP/100ml
Índice Colif. Fecais	1,8 x 10⁴	2,4 x 10⁴	4,6 x 10³	NMP/100ml

TDS (Sólidos Totais Dissolvidos); VA (Virtualmente Ausente); NO (Não Observado); mg/l (miligrama por litro); NMP (Número Mais Provável); °C (Grau Centígrado); DBO5 a 20°C (Demanda Bioquímica de Oxigênio em 5 dias a 20° Centígrados); DQO (Demanda Química de Oxigênio); mg/l Pt (miligrama de platina por litro); µscm (Microcime por centímetro); UNT (Unidade de turbidez – nefelométrica).

O problema da alta turbidez é muito maior que apenas de uma água “suja” com sedimentos dissolvidos e em suspensão. A turbidez é um indício do volume de solo que é lavado e transportado, solos normalmente ricos em substância que prejudicam a saúde humana e do ambiente aquático.

Como as análises foram para detectar poluentes mais grosseiros, facilmente detectados, elas não puderam mensurar, por dificuldades técnicas, resíduos de agroquímicos que certamente estão presentes na água, principalmente quando ela possui maior turbidez, pois normalmente os agroquímicos ficam adsorvidos ao solo, quando ele é transportado pelo escoamento superficial também transporta as cargas tóxicas agregadas às partículas do solo. Por isso, da importância de

reter os sedimentos antes que atinjam os cursos d'água, retendo assim, parte dos poluentes presentes no solo.

Quadro 42 – Resultados das análises do ponto nº 3 Captação de água para a ETA.

PARÂMETRO	JUNHO	DEZEMBRO	MARÇO	UNID.
Alcalinidade Total	*****	17,0	15,0	mg/l
Aspecto	Limpo	*****	Liger. Turva	mg/l
Cloretos (Cl--)	0,0	1,5	0,0	mg/l
Condutividade	29,9	25,5	37,7	µscm –1
Cor	77,0	161,0	179,0	mg/l Pt
DBO5 a 20°C	0,6	1,2	3,2	mg/l
DQO	3,7	4,4	4,45	mg/l
Dureza (CaCO3)	8,0	16,0	90,0	mg/l
Ferro	*****	1,65	2,5	mg/l
Fosfatos (PO4)	*****	*****	0,05	mg/l
Nitrato (NO3-N)	*****	*****	0,3	mg/l
Nitrito (NO2-N)	0,108	0,025	0,020	mg/l
N. Amoniacal (NH3-N)	Ausente	0,37	0,0	mg/l
Odor	N.O.	N.O.	N.O.	mg/l
Óleos e Graxas	V.A.	V.A.	V.A.	mg/l
Oxigênio Dissolvido	6,5	6,5	5,6	mg/l
pH	7,39	7,10	7,24	
Resíduos Sedimentáveis	0,2	0,1	0,1	mg/l
Resíduos Fixos	*****	62,0	74,0	mg/l
Resíduos Voláteis	*****	96,0	15,0	mg/l
Resíduos Totais	8,0	158,0	89,0	mg/l
Sólidos Dissolvidos (TDS)	14,9	12,8	18,7	mg/l
Temp. Ambiente	17,2	36,2	33,2	°C
Temp. Amostra	17,9	29,0	26,6	°C
Turbidez	14,0	29,0	32,0	UNT
Índice Colif. Totais	*****	2,4 x 10⁴	4,6 x 10³	NMP/100ml
Índice Colif. Fecais	1,8 x 10⁴	2,4 x 10⁴	4,6 x 10³	NMP/100ml

TDS (Sólidos Totais Dissolvidos); VA (Virtualmente Ausente); NO (Não Observado); mg/l (miligrama por litro); NMP (Número Mais Provável); °C (Grau Centígrado); DBO5 a 20°C (Demanda Bioquímica de Oxigênio em 5 dias a 20° Centígrados); DQO (Demanda Química de Oxigênio); mg/l Pt (miligrama de platina por litro); µscm (Microcime por centímetro); UNT (Unidade de turbidez – nefelométrica).

Os técnicos laboratoristas da Saneago apontam o nível de turbidez e os coliformes, como os maiores problemas da água no local de captação para tratamento e abastecimento público em Jataí. Sendo que a turbidez é mais frequente nos períodos de chuva e época de preparo do solo e plantio das culturas de verão, particularmente de outubro a dezembro.

Apesar dos parâmetros de qualidade da água, aqui apresentados, não demonstrarem conflitos mais sérios com relação a legislação, eles ainda estão distantes de níveis desejáveis para

cumprimento de suas funções ecológicas e de atendimento das necessidades básicas do ser humano, pois a água captada necessita de tratamento avançado para ser distribuída para a população.

Quadro 43 – Resultados das análises do ponto nº 4 – 500m após a emissão de efluentes da ETE.

PARÂMETRO	JUNHO	DEZEMBRO	MARÇO	UNID.
Alcalinidade Total	*****	18,0	16,0	mg/l
Aspecto	Limpo	*****	Liger. Turva	mg/l
Cloretos (Cl--)	0,0	1,5	0,0	mg/l
Condutividade	37,2	29,5	38,9	µscm –1
Cor	98,0	163,0	194,0	mg/l Pt
DBO5 a 20°C	2,9	2,4	3,4	mg/l
DQO	8,9	4,9	4,7	mg/l
Dureza (CaCO3)	8,0	20,0	92,0	mg/l
Ferro	*****	0,075	3,1	mg/l
Fosfatos (PO4)	*****	*****	0,09	mg/l
Nitrato (NO3-N)	*****	*****	0,5	mg/l
Nitrito (NO2-N)	0,018	0,033	0,019	mg/l
N. Amoniacal (NH3-N)	Ausente	0,59	0,0	mg/l
Odor	N.O.	N.O.	N.O.	mg/l
Óleos e Graxas	V.A.	V.A.	V.A.	mg/l
Oxigênio Dissolvido	6,6	6,7	5,4	mg/l
pH	7,36	7,37	7,04	
Resíduos Sedimentáveis	0,1	0,3	0,2	mg/l
Resíduos Fixos	*****	56,0	73,0	mg/l
Resíduos Voláteis	*****	30,0	16,0	mg/l
Resíduos Totais	10,0	86,0	89,0	mg/l
Sólidos Dissolvidos (TDS)	18,4	14,8	19,3	mg/l
Temp. Ambiente	14,3	36,2	33,1	°C
Temp. Amostra	17,4	28,8	28,1	°C
Turbidez	13,0	29,0	34,0	UNT
Índice Colif. Totais	*****	2,4 x 10⁵	5,4 x 10⁴	NMP/100ml
Índice Colif. Fecais	1,8 x 10³	2,4 x 10⁵	5,4 x 10⁴	NMP/100ml

TDS (Sólidos Totais Dissolvidos); VA (Virtualmente Ausente); NO (Não Observado); mg/l (miligrama por litro); NMP (Número Mais Provável); °C (Grau Centígrado); DBO5 a 20°C (Demanda Bioquímica de Oxigênio em 5 dias a 20° Centígrados); DQO (Demanda Química de Oxigênio); mg/l Pt (miligrama de platina por litro); µscm (Microcime por centímetro); UNT (Unidade de turbidez – nefelométrica).

8 – CONSIDERAÇÕES FINAIS E PROPOSTAS

Para se entender o comportamento de um sistema físico-ambiental, a exemplo de uma bacia hidrográfica, depende-se de muitos fatores, tais como disponibilidade e qualidade dos dados, escalas adequadas e compatíveis, período mínimo de dados, entre outros, bem como, o conhecimento de um rol de metodologias e ferramentas, além de habilidades e experiência do analista/pesquisador. Portanto, trata-se de uma árdua tarefa analisar um complexo jogo de variáveis, como as apresentadas neste trabalho, considerando uma área de aproximadamente 4.900 km².

As ferramentas que compõem o geoprocessamento foram muito importantes para a análise e o processamento das informações espaciais, produzindo mapeamentos das características ambientais com potencial ou restrições para determinados usos.

Os produtos e informações geradas pela pesquisa servem ao planejamento de forma ampla, tanto na perspectiva de melhor aproveitamento de algumas áreas e recursos como na conservação e até mesmo preservação de determinadas áreas. Nesses produtos e nas informações geradas, estão refletidas a heterogeneidade e complexidade das características físico-ambientais do alto curso da bacia do rio Claro.

As mudanças do uso da terra de 1963/67 a 2001 foram viabilizadas pelos incentivos governamentais e financiamentos constantes da política agrária, que transformaram as paisagens do sudoeste goiano com condições favoráveis à agricultura mecanizada e estão transformando as atuais “fronteiras agrícolas” no norte do país.

A agricultura moderna, implantada na área, exerce forte pressão sobre os recursos da bacia e recursos externos (insumos, moto-mecanização, etc.). Contudo, foi identificado no campo que, em termos de focos erosivos, a atividade pecuária tem causado maior impacto que a agricultura, pela forma de utilização das terras, pois, a pecuária ocupa áreas naturalmente mais frágeis, pelo tipo do solo, associado a declividades mais acentuadas, além de não promover manejo preventivo de controle de erosão, nem a reposição da fertilidade do solo ou reforma das pastagens. Esta combinação de fatores tem levado as áreas ocupadas com pecuária ao rápido depauperamento do solo, podendo ser irreversíveis a médio e curto prazos considerando-se a viabilidade econômica.

No alto curso da bacia do rio Claro, as pastagens passaram a ocupar as áreas marginais da agricultura, pelo tipo de solo e pela declividade acentuada. Este processo causou uma marcante redução das reservas florestais e fitofisionomias do Cerrado, o que contribuiu para as interferências quali-quantitativas dos recursos hídricos superficiais.

As fragilidades ambientais, correspondentes à primeira hipótese, foram encontradas e mapeadas, utilizando-se ferramentas de geoprocessamento e a classificação pelo sistema de capacidade de uso agrícola das terras. Comparando-se com o mapa de uso da terra de 2001, foram também evidenciadas as áreas com sobre-utilização em termos de uso agrícola. Estes mapeamentos representam importantes instrumentos técnicos para o planejamento da área e uso ambiental sustentável. Indicam também que o aproveitamento de determinadas áreas representam um risco econômico muito grande, como os solos de matriz arenosa, mais susceptíveis à erosão e com menos potencial de armazenamento de água, determinando baixas produtividades das lavouras, perda dos insumos (calcário, fertilizantes e agrotóxicos), por erosão, lixiviação e contaminação dos recursos hídricos, além de induzir a processos de voçorocamento, causando imediata depreciação do imóvel rural, pelo passivo ambiental instalado, além de outros prejuízos de avaliação mais complexa e mais grave.

Apesar de ir além do segmento temporal analisado no trabalho, a conjuntura atual é um bom exemplo do resultado da utilização de áreas impróprias para a agricultura. As regiões produtoras de soja no país foram significativamente afetadas na safra 2004/5, devido ao preço relativamente baixo (custo de produção) pago à saca de soja, em torno de R\$ 30,00, aproximadamente US\$ 12,00. A crise foi ainda mais severa na região do sudoeste goiano, pela queda na produtividade, em função do volume e momento em que ocorreram as chuvas, prejudicando várias fases do ciclo da cultura. A situação foi ainda mais grave nas áreas com solos de textura arenosa, principalmente de Neossolos Quartzarênicos, onde praticamente nada se produziu.

A crise financeira desequilibrou grande parte do sistema sócio-econômico da região. Entretanto, este sistema pode se refazer no futuro, o mesmo não se pode dizer das novas áreas convertidas de pastagens e vegetação natural para agricultura, pois parte das novas áreas com agricultura estão sobre solos extremamente frágeis que, mesmo sob pastagens, representam áreas muito susceptíveis à erosão.

A segunda hipótese afirma que a diminuição da oferta hídrica superficial e baixa qualidade da água está sendo causada pelas atividades antrópicas também foi corroborada, visto que, mesmo que de forma sensível os volumes de vazão tem diminuído, considerando o período de 1972 a 2001, ao passo que, os volumes de pluviosidade e dos saldos de excedentes/deficiências se mantiveram relativamente constantes no período analisado.

Quanto a qualidade da água os resultados das análises indicam que praticamente todos os parâmetros se encontram dentro dos limites da resolução 357 de março de 2005 do CONAMA, que trata sobre a classificação dos corpos hídricos. Entretanto, os índices de *coliformes* para todos os trechos estavam acima dos limites da classe 2, em que o rio Claro é enquadrado. Contudo, novos monitoramentos da água devem ser efetuados, inclusive com a análise de resíduos de agroquímicos (biocidas) provenientes da agricultura.

Na gestão da bacia hidrográfica e dos recursos hídricos é desejável que se tenha melhores índices de qualidade da água, pois mais amplas serão as possibilidades de utilização e certamente melhores as condições de vida da população.

Para as atividades não consuntivas, como geração de energia e turismo, mesmo no período de baixa vazão é possível o bom aproveitamento da água. Contudo, para as novas concessões de outorga para irrigação, uso doméstico e industrial, deverão ser realizados estudos mais detalhados para averiguar as demandas pretendidas e em que época, para não interferir significativamente nas vazões ecológicas. Por isso, para outorgas de água, o presente trabalho serve como um referencial.

As demandas atuais e futuras pelos recursos hídricos não foram trabalhadas mais detalhadamente por falta de dados. As informações disponibilizadas pela Saneago, empresa responsável pela captação, distribuição e disposição dos efluentes, não foram suficientes para traçar perspectivas e cenários futuros. Entretanto, cabe salientar que as perdas de água no sistema de distribuição são em torno de 50%, segundo informações da Saneago, o que representa grande perda econômica e ambiental.

Por um lado, os recursos naturais como a água e algumas parcelas de terra podem ser ainda mais intensivamente utilizadas; por outro, é maior a necessidade de medidas de conservação do solo e da água, particularmente nos locais onde a fragilidade física-ambiental é mais notória.

A aplicação do Código Florestal de 1965, nas áreas que deveriam ser preservadas permanentemente, como nas margens dos cursos d'água e nos terrenos com declividade superior a 45°, contribuiria significativamente para diminuir os impactos detectados neste estudo. A manutenção da reserva legal de 20% na propriedade seria também uma medida importante para o equilíbrio ecológico, pois resguardaria o patrimônio genético mesmo em ambientes que possuem boas capacidades de suporte para as atividades produtivas mais exigentes de recursos. Contudo, estudos e ações mais específicas seriam necessárias para superar o problema causado pela fragmentação das áreas de reserva.

Atenção especial deve ser dada a esses pequenos fragmentos de fitofisnomias de Cerrado e refúgios de espécies animais e vegetais, pois, representam hoje, relíquias em que pouco se conhece ecologicamente e enquanto aproveitamento econômico. Por isso, recomenda-se que as atividades alternativas ao uso atual, em áreas de risco, sejam implementadas em grupo de propriedades por meio de projetos pilotos.

A saída para os proprietários que possuem terras nestas condições, mas que precisam aproveitá-las, seria através de outra forma de utilização que não a agricultura ou a pastagem, como por exemplo o turismo ecológico e científico, o extrativismo vegetal a partir de florestamento com espécies nativas, ou mesmo, reflorestamento em determinadas áreas, e até, com culturas perenes. Para isso, deveriam existir linhas de financiamento com acompanhamento técnico desses projetos alternativos, para avaliar sua sustentabilidade econômica, social e ambiental.

Por mais que a cultura do mundo atual valorize o individual, a opção pelo associativismo e cooperativismo ainda é uma saída viável para os problemas vivenciados por um grupo de pessoas que encontram dificuldades na obtenção de crédito ou comercialização e certificação de produtos e serviços diversos. Os grupos organizados normalmente tem maiores perspectivas de êxito do que ações isoladas.

Debates são necessários para criação de mecanismos de incentivo para as propriedades que possuem áreas consideráveis com vegetação nativa e proteção dos cursos d'água (campos úmidos, lagos e demais corpos hídricos), bem como, às ações de florestamento e reflorestamento, de controle erosivo e de contaminação dos recursos hídricos, pois, a sociedade já arca com o ônus das externalidades ambientais existentes. Os incentivos poderiam agir no foco do problema, minimizando seus efeitos atuais e futuros.

É preciso vislumbrar que o uso da terra e dos recursos hídricos deve ficar cada vez mais conflituoso, em função das demandas econômicas e sociais que são criadas a cada momento.

Por isso, é urgente que se utilize todos os instrumentos disponíveis, sejam técnicos, legais, econômicos, dentre outros, para que se possa ordenar, baseados na racionalidade social, econômica e ambiental, o território da bacia hidrográfica do rio Claro.

Em termos legais, a Política Nacional de Recursos Hídricos e complementarmente a política estadual apontam vários encaminhamentos que devem ser implementados. Um dos mais importantes é a criação e a efetiva participação dos agentes sociais nos comitês de bacias hidrográficas, que podem ainda serem reforçados por consórcios inter-municipais. Mas, estes fóruns deliberativos não devem ser encarados como a panacéia para os males da bacia hidrográfica, pois os comitês representam um novo modelo de gestão. Muitos problemas políticos e operacionais deverão ainda serem superados.

Um amplo debate deverá existir para poder subsidiar as orientações que serão dadas pelo comitê, com implantação de planos, programas e obras necessárias à melhoria qualitativa dos recursos hídricos, sem subestimar a importância do uso do território da bacia e de ações educativas-formativas.

Os resultados da pesquisa não representam, necessariamente, uma palavra final sobre os problemas existentes no alto curso da bacia do rio Claro, pois o trabalho se propôs a fazer uma análise mais geral dos sistemas ambientais e como eles se integram na bacia hidrográfica. Por isso, novos estudos são necessários para ampliar a escala de análise, particularmente sobre os pontos e áreas com conflitos mais significativos e nas áreas científicas onde não foram possíveis maiores aprofundamentos. Espera-se que, as orientações contidas neste trabalho sirvam para maximizar a qualidade ambiental e minimizar os impactos negativos dos usos antrópicos, que se fazem dos recursos naturais do alto curso da bacia do rio Claro.

O presente estudo serve, também, de alerta para que a sociedade e o poder público intervenham de forma mais contundente na solução dos problemas detectados.

9 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A. N. Regiões de circundesnudação pós-cretácea no planalto brasileiro, Boletim Paulista de Geografia, **Bol. Paulista de Geografia** São Paulo: AGB, n.1, p. 3-21, 1949.
- AB'SABER, A. N. COSTA JÚNIOR, M. Contribuição ao estudo do sudoeste goiano. **Bol. Paulista de Geografia**, São Paulo: AGB, n.4. p.3-26, 1950
- AB'SABER, A.N. COSTA JÚNIOR, M. Paisagens rurais do Sudoeste Goiano, entre Itumbiára e Jataí. **Bol. Paulista de Geografia**. São Paulo. n.7. p.38-63, 1951.
- ALFONSI, R. R., PINTO, H.S. PEDRO JUNIOR, M.J. **Estimativa das normais de temperaturas média mensal e anual do Estado de Goiás (BR) em função de altitude e latitude**. São Paulo: USP, 1974, p. 6. (Caderno de Ciência da Terra, 45)
- ALMEIDA, F.M. Reconhecimento geomórfico nos planaltos divisores das bacias Amazônica e do Prata entre os meridianos 51° a 56° WG. **Revista Brasileira de Geografia**. Rio de Janeiro: AGB, n.37, jul-set, 1948.
- ALMEIDA, F.M. O planalto basáltico da bacia do Paraná. **Bol. Paulista de Geografia**. São Paulo: AGB, n.24, p.3-33, 1956.
- ALMEIDA, J.R. (org.) **Planejamento Ambiental**. Rio de Janeiro: Thex editora, 1993. 154p.
- ALMEIDA, J.R. (org.) **Gestão Ambiental**. Rio de Janeiro: Thex editora, 1997.
- AMARAL, N. D. **Noções de conservação do solo**. 2ed. São Paulo: Nobel, 1994.
- ASSAD, E. D.; Sano, E. E. (orgs.) **Sistema de Informações Geográficas: aplicações na agricultura**. Planaltina: EMBRAPA – CPAC, 1993. 254p.
- ASSAD, E. D. (Coord) **Chuva nos cerrados: análise e espacialização**. Planaltina: EMBRAPA – CPAC, 1994. 423p.
- ASSIS, F. N. de ARRUDA, H. V. PEREIRA, A R. **Aplicações de estatística à climatologia: teoria e prática**. Pelotas: Ed. Universitária, 1996. 161p.
- Association of American Geographers. Disponível em: www.aag.org - acesso em 10/maio/2004.
- ASSUNÇÃO, I. C. de A. **Potencial natural à erosão em solos do município de Jataí – GO. Jataí**, 1999. Monografia (Bacharelado em Geografia), UFG – Campus Avançado de Jataí, 69f.
- AYOADE, J.O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. Trad. de Maria Juraci Zani dos Santos; revisão de Suely Bastos. 2 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1986. 332p.
- AZEVEDO, R. B. de **Aplicação de análise fractal em rede de drenagem e relevo de bacias hidrográficas de terceira ordem de ramificação**. Botucatu, 2002. 113f. Tese (Doutorado Agronomia) Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas.

- BACARO, C. et al. Os indicadores geomorfológicos e o desenvolvimento sustentável nas áreas de cerrado. *in* SHIKI, S.; GRAZIANO DA SILVA, José; ORTEGA, A. C. (org.). **Agricultura, meio ambiente e sustentabilidade do cerrado**. Uberlândia: EdUFU, 1997.
- BECKER, B. K. EGLER, C. A. **Detalhamento da metodologia para execução do zoneamento ecológico-econômico pelos Estados da Amazônia Legal**. Brasília: SAE/MMA, 1997. 43 p.
- BERTALANFY, L. von. **Teoria geral dos sistemas**. Petrópolis: Vozes, 1973. 351p.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. Piracicaba: Livroceres, 1990.
- BERTRAND, G. A geografia física: de um paradigma perdido a um paradigma reencontrado? In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 7., 1997, Curitiba. Anais...Paraná: Universidade Federal do Paraná, 1997. p. 3-5.
- BERTRAND, G. **Paisagem e geografia física global: esboço metodológico**. São Paulo: IGEOG/USP, 1972. 27p. (Ciências da Terra, n.13)
- BIGARELLA, J.J. BECKER, R.D. SANTOS, G.F. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Florianópolis: EdUFSC. 1994. vol.1
- BOIN, M. N. **Chuvas e erosões no oeste paulista: uma análise climatológica aplicada**. Rio Claro, 2000. 264p. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas / Unesp. CD-ROM.
- BRANCO, S.M. **Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária**. 3 ed. –São Paulo/SP : CETESB/ACETESB, 1986. 640 p
- BRASIL, A. E, ALVARENGA, S. A. Relevô. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Geografia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1989. p.53 -72.
- BRASIL. Lei n. 4771-15 de set. 1965. Institui o Código Florestal. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 16 set. 1965.
- BRASIL. Departamento Nacional de Água e Energia Elétrica. Boletim Fluviométrico Série F602 – Bacia do Paranaíba. Brasília: DNAEE, 1980.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **Folha SE.22 Goiânia**; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Projeto RADAMBRASIL. Rio de Janeiro, 1983. vol.31.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. **Plano de conservação da bacia do Alto Paraguai – PCBAP**. Brasília: MAMARHAL, 1997.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**: promulgada em 5 de outubro de 1988. 21ed. São Paulo: Saraiva, 1999.

BRASIL. Lei n. 6938 de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. <http://www.ana.gov.br/institucional/legislação/leis/Lei9433.htm> - acesso em 12/outubro/2003.

BRASIL. Lei n. 9433 de 31 de agosto de 1981. Institui a Política Nacional de Meio Ambiente, seus fins mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. http://www.mct.gov.br/legis/leis/6938_81.htm - acesso em 12/outubro/2003.

BRASIL. Lei n. 9605 de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. <http://www.ibama.gov.br/leiambiental/lei.exe> - acesso em 14/outubro/2003.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes e dá outras providências. Disponível em: www.conama.br/resol/res_357.htm - acesso em 11/abr./2005.

BULL, D., HATHAWAY, D. **Pragas e venenos: agrotóxicos no Brasil e no terceiro mundo**. Petrópolis : Vozes, 1986.

CABRAL, B. **Tratados internacionais de recursos hídricos**. Brasília (DF): Senado Federal, 1998. 186p.

CÂMARA, G. DAVIS, C. MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à ciência da geoinformação**. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/> - acesso em 30/dez./2001.

CÂMARA, G. MEDEIROS, J. S. Modelagem de dados em Geoprocessamento. In: ASSAD, E. SANO, E. E. (eds.) **Sistemas de Informação Geográficas: aplicações na agricultura**. 2ed. Brasília: Embrapa/CPAC, 1998. 25-46p.

CÂMARA, G. MEDEIROS, J. S. Princípios básicos do Geoprocessamento. In: ASSAD, E. SANO, E. E. (eds.) **Sistemas de Informação Geográficas: aplicações na agricultura**. 2ed. Brasília: Embrapa/CPAC, 1998. 25-46p.

CÂMARA, G. MONTEIRO, A.M.V. MEDEIROS, J.S. de **Representações computacionais do espaço: um diálogo entre a Geografia e a Ciência da Geoinformação**. São José dos Campos: DPI/INPE. Disponível em: www.dpi.inpe.br/geopro/trabalhos/epistemologia.pdf. Acesso em 22/agosto/2004.

CAMARGO, O. A. de; ALLEONI, L. R. F. **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas**. Piracicaba: edição dos autores, 1997. 132p.

CAMPANA, N. A. EID, N. J. Monitoramento do uso do solo. In: PAIVA, J. B. D. PAIVA, E. M. C. D. **Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas**. Porto Alegre: ABRH, 2001. p.507-30.

- CAMPANHOLA, C. Gestão Ambiental e crescimento econômico. In. **I Simpósio Ambientalista Brasileiro no Cerrado**: contribuições para um novo modelo de desenvolvimento. Goiânia: EdUFG. 1996. p37-58
- CAPRA, F. **O ponto de mutação**. A ciência, a sociedade e a cultura emergente. trad. Álvaro Cabral. São Paulo: Cultrix, 1982. 447p.
- CARVALHO, W. A. **Relações entre relevo e solos da bacia do Rio Capivara** : município de Botucatu, SP. Botucatu, 1981. 193f. Tese (livre docência) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas.
- CASSETI, V. **Ambiente e apropriação do relevo**. São Paulo: Contexto, 1991.
- CASTRO, J.F.M. VIADANA, A. G. A relevância da cartografia nos estudos de bacia hidrográficas: o exemplo da bacia do rio Corumbataí. In. **Geografia**. Rio Claro. vol. 27(3): 157-69, dezembro, 2002.
- CETESB. **Guia de coleta e preservação de amostras de água**. São Paulo: CETESB, 1987. 150p.
- CHENG, H. H. Pesticides in the soil environment: an overview. In: CHENG, H.H. (org.) **Pesticides in the soil environment**: processes, impacts, and modeling. Madison : Soil Science Society of America, 1990. p.1-6
- CHORLEY, R. J. HAGGETT, P. (ed). **Modelos integrados em geografia**. trad. Arnaldo Viriato de Medeiros. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1974. 221p.
- CHORLEY, R. J. (ed). **Modelos físicos e de informação em geografia**. trad. Arnaldo Viriato de Medeiros. São Paulo: EdUSP, 1975. 260p.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de sistemas em Geografia**. São Paulo: Hucitec, 1979. 106p.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2ed. São Paulo: Edgard Bluncher, 1980. 188p.
- CHRISTOFOLETTI, A. Significância da teoria de sistemas em Geografia Física. **Bol. Geografia Teórica**, Rio Claro, n. 16-17, v.31-34, p.119-28, 1986-7.
- CHRISTOFOLETTI, A. A geografia física nos estudos das mudanças ambientais. IN: BECKER, B. K.; DAVIDOVICH, F. R.; GEISER, P. **Geografia e o meio ambiente no Brasil**. São Paulo: Hucitec, 1995.
- CHRISTOFOLETTI, A. Complexidade e auto-organização aplicadas em estudos sobre paisagens morfológicas fluviais. In: VII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 1997, Curitiba. Anais...Paraná: Universidade Federal do Paraná, 1997. p. 9-19.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blücher, 1999. 236p.

- CHRISTOFOLETTI, A. L. H. (1991) **Estudo sobre a sazonalidade da precipitação na bacia do Piracicaba-SP**. 1991. 112f. Dissertação (Mestrado em geografia) – Faculdade de Ciências Humanas, Universidade de São Paulo- USP, 1991.
- CHRISTOFOLETTI, A. L. H. Procedimentos de análise utilizados no estudo da precipitação. **Geociências**, São Paulo, v.11, n.1, p. 75-98, 1992.
- CLESCERI, L.S.; GREENBERG, A. E.; EATON, A. D. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20. ed. Washington, DC APHA/AWWA/WEF,
- COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS AGUAPEÍ E PEIXE. **Relatório de situação dos recursos hídricos das bacias dos rios Aguapeí e Peixe**. Lins (SP): CBH-AP; CETEC, 1997. (Relatório Zero).
- CONTE, M. de L. LEOPOLDO, P. R. **Avaliação de recursos hídricos : Rio Pardo, um exemplo**. São Paulo: EdUnesp, 2001. 141p.
- CONTI, J. B. Epistemologia, Métodos e Técnicas em Geografia/Climatologia In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 7., 1997, Curitiba. Anais...Paraná: Universidade Federal do Paraná, 1997. p. 20.
- COUGO, P. S. **Modelagem conceitual e projeto de banco de dados**. Rio de Janeiro: Campus, 1997. 284p.
- COUTINHO, L. M. **Cerrado**. <http://www.eco.ib.usp.br/cerrado>. - acesso em 29/out./2000.
- CROSTA, A. P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. Campinas (SP): Unicamp, 1992. 170p.
- D'AGOSTINI, L. R. SCHLINDWEIN, S. L. **Dialética da avaliação do uso e manejo das terras: da classificação interpretativa a um indicador de sustentabilidade**. Florianópolis: Ed.UFSC, 1998. 121p.
- DEL' ARCO, J. O.; BEZERRA, P. E. L. Geología. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Geografia do Brasil**. Rio de Janeiro, 1989. p.35 –51.
- DIAS, B. F. de S. (coord.) **Alternativas de desenvolvimento dos cerrados: manejo e conservação dos recursos naturais renováveis**. Brasília: Fundação Pró-Natureza, 1996. 97p.
- DREW, D. **Processos interativos Homem-meio ambiente**. São Paulo: Difel, 1986.
- DUBOS, R. Man and his environment: scope, impact, and nature. In: DETURYLE, T. R. **Man's impact on environment**. Nova York: McGraw-Hill Book, 1971. p.684-94.
- DUNNE, T. LEOPOLD, L. B. **Water in environmental planning**. San Francisco: W.H. Freeman and Company, 1978. 815p.

- EHLERS, E. **Agricultura sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma**. São Paulo: Livros da Terra, 1996. 221p.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de classificação de solos**. Brasília, CNPS, 1999. 412p.
- FATOR GIS. Definições técnicas. http://www.fatorgis.com.br/geoproc/define_tecn.html - acesso em 20/dez./2002.
- FELTRAN FILHO, A. **Contribuição à análise fluviométrica da Bacia do Rio Piracicaba**. Rio Claro, 1982. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas. 188f.
- FERREIRA, M. C. **Análise integradas de dados espaciais e hidrológicos no Estado de São Paulo: uma metodologia baseada em sistemas de informação geográfica**. São Paulo, 1995. Tese (Doutorado em Geografia Física) USP – Faculdade de Filosofia Ciências e Letras. 135f.
- FERREIRA, M. C. **Mapeamento de unidades de paisagem com sistemas de informação geográfica: alguns pressupostos fundamentais**. *Geografia*, Rio Claro, Unesp, v.22 (1):23-35, abril 1997.
- FERRI, M. G. (org). **Simpósio sobre o Cerrado**. São Paulo: Edgard Blücher/Ed. USP, 1971.
- FIGUEREDO, A. G. **A dinâmica da produção e transporte de sedimentos em suspensão na Bacia do Rio Aguapeí**. São Paulo, 1993. Tese (doutorado) - Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, 161f.
- FUJIHARA, A. K. **Predição de erosão e capacidade de uso do solo numa microbacia do oeste paulista com suporte de geoprocessamento**. Piracicaba, 2002. 118p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.
- GARCIA, G. J. **Técnicas de sensoriamento remoto na avaliação do potencial de uso de regiões de cerrado**. Botucatu (SP), 1979. Tese (livre-docência) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas. 134f.
- GEOGOIÁS. Anuário Estatístico do Estado de Goiás - Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Regional/ Superintendência de Estatística Pesquisa e Informação. Goiânia-GO, 2003. 621p.
- GEOGOIÁS. Disponível em: <http://www.agenciaambiental.go.gov.br/geogoiás/index.htm> - acesso em 10/out./2004.
- GLOSSÁRIO DE ECOLOGIA. 2ª ed. São Paulo: ACIESP-Academia de Ciências do Estados de São Paulo, 1997. 352p.
- GOMES, H. TEIXEIRA NETO, A. **Geografia: Goiás e Tocantins**. Goiânia: Ed. da UFG, 1993.
- GOMIDE, F. de M. **Da filosofia mecanicista à nova física do caos e da indeterminação**. um estudo histórico e ontológico. Rio de Janeiro: 2003. 220p.

- GONÇALVES, C. W. P. Formação sócio-espacial e questão ambiental no Brasil. *in* BECKER, Berta K. *et al.* (org). **Geografia e meio ambiente no Brasil**. São Paulo: Hucitec, 1995. p.309-33.
- GONDOLO, G. C. F. **Desafios de um sistema complexo à gestão ambiental**: bacia do Guarapiranga, região metropolitana de São Paulo. São Paulo: Annablume, 1999. 162p.
- GOODLAND, R. e FERRI, M. G. **Ecologia do Cerrado**. São Paulo: Editora da USP, 1979.
- GREGORY, K. J. **A natureza da geografia física**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1992. 367p.
- GUERRA, A. J. T. (coord.) **Um estudo do meio físico com fins de aplicação ao planejamento do uso agrícola da terra no Sudoeste de Goiás**. Rio de Janeiro: IBGE, 1989, 212p.
- GUERRA, A.J.T. CUNHA, S.B. da. **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand, 1996. 321p.
- GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (org.). **Erosão e conservação dos solos**: conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. 340p.
- GUIMARÃES, V. CHRISTOFOLETTI, A. Altas bacias dos rios Negro e Taboco/MS: subsídios aos programas de desenvolvimento regional. . In: GERARDI, L. H. de O. MENDES, I. A. (org.) **Teoria, técnica, espaços e atividades**: temas de Geografia contemporânea. Rio Claro: PPGG-UNESP/ AGETEO, 2001. p.315-40.
- HAGGETT, P. CHORLEY, R.J. Modelos, paradigmas e a Nova Geografia. In: CHORLEY,R.J. HAGGETT, P. **Modelos físicos e de informação em Geografia**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1975. p.1-19.
- HENRIQUE, W. MENDES, I. A. Zoneamento ambiental em áreas costeiras: uma abordagem geomorfológica. In: GERARDI, L. H. de O. MENDES, I. A. (Org.) **Teoria, técnica, espaços e atividades**: temas de Geografia contemporânea. Rio Claro: PPGG-UNESP/ AGETEO, 2001. p.199-222.
- IBGE. FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Enciclopédia dos municípios brasileiros**. v.36. Goiás. Rio de Janeiro: IBGE, 1958.
- IBGE. FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cartas topográficas**. Rio de Janeiro: IBGE, 1975 a 1977.
- IBGE. FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Geografia do Brasil**: Região Centro-Oeste. v.1. Rio de Janeiro: IBGE, 1989.
- IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **CENSO AGROPECUÁRIO 1985**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991, v.1.
- IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL 1996**. Rio de Janeiro: IBGE, 1997. v.56.

INFANTI JÚNIOR, N. FORNASARI FILHO, N. Processos de dinâmica superficial. In: OLIVEIRA, A.M. dos S. BRITO, N.A. de. **Geologia de Engenharia**. São Paulo: ABGE, 1998. p.131-52

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 27/jun./ 2002.

JORGE, F. N. UEHARA, K. Águas de superfície. In: OLIVEIRA, A.M. dos S. BRITO, N.A. de. **Geologia de Engenharia**. São Paulo: ABGE, 1998.p.101-109.

KURT DOS SANTOS, A. C. Modelagem como aprendizado e o papel do mestre em educação ambiental. **Rev. Ambiente e Educação**, Rio Grande-RS, v.2, p.29-37, 1997.

LANNA, A. E. L.. **Gerenciamento de bacias hidrográficas**: aspectos conceituais e metodológicos. Brasília: MMA/IBAMA, 1995. 171p. (coleção meio ambiente).

LANNA, A.E. **Gestão dos Recursos Hídricos**. in: TUCCI, C.E.M. (Org.) **Hidrologia: Ciência e aplicação**. Porto Alegre: Ed. da Universidade: ABRH: EDUSP, 1993. cap.2, p.35-51. (Coleção ABRH de Recursos Hídricos, v.4).

LEAL, A. C. **Meio ambiente e urbanização na microbacia do Areia Branca - Campinas (SP)**. Rio Claro, 1995. 155f. Dissertação (Mestrado em Geociências). Instituto de Geociências e Ciências Exatas - UNESP.

LEAL, A. C. Gestão das águas: bacias hidrográficas urbanizadas e a integração das universidades e comunidades na gestão do meio ambiente. In: FREITAS, M. I. C. LOMBARDO, M. A. (org.) **Universidade e comunidade na gestão do meio ambiente**. Rio Claro: AGETEO/Prog. Pós-Graduação em Geografia - UNESP, 2000. p.79-102.

LEAL, A. C. **Gestão das águas no Pontal do Paranapanema (SP)**. Campinas (SP), 2000. 248f. Tese (Doutorado em Geociências). Instituto de Geociências - UNICAMP.

LEFF, E. A geopolítica da biodiversidade e o desenvolvimento sustentável: economização do mundo, racionalidade ambiental e reapropriação social da natureza. In: MARTINS, R. C. VALENCIO, N. F. L. S. (orgs.) **Uso e gestão dos recursos hídricos no Brasil**: desafios teóricos e político-institucionais. São Carlos (SP): RIMA, 2003. 307p.

LEMOS, R. C. de. SANTOS, R. D. **Manual de descrição e coleta de solos no campo**. 2ed. Campinas (SP): SBCS, 1996. 83p.

LEPSCH, I. F.; BELLINAZI, R.; BERTOLINI, D.; ESPÍNDOLA, C. R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. 4ª aproxim., 2ª imp. rev. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1991.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

- LIMA, S. C.; QUEIROZ NETO, J. P. de. Contribuição metodológica para estudos ambientais integrados nos cerrados. *in* SHIKI, S.; GRAZIANO DA SILVA, J.; ORTEGA, A. C. (org.). **Agricultura, meio ambiente e sustentabilidade do cerrado brasileiro**. Uberlândia: Gráfica da UFU, 1997. 372p.
- LOMBARDI NETO, F. MONDENHAUER, W. C. **Erosividade da chuva**: sua distribuição e relação com as perdas de solo em Campinas (SP). *Bragantia*, v.51, n.2, p.189-196, 1992.
- MACEDO, J. Os solos da região dos cerrados. In: ALVAREZ, V. H.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa: UFV, 1996. p. 135-155.
- MACHADO, V. de F. **Sudoeste de Goiás**: desenvolvimento desigual. Dissertação (Mestrado em História das Sociedades Agrárias)-ICHL. Universidade Federal de Goiás. Goiânia: 1996.
- MANNING. J. C. **Applied principles of hydrology**. 3ed. Upper Saddle River (NJ): Prentice Hall. 1992. 276p.
- MARIANO, Z. de F.; SCOPEL, I.; MORAGAS, W. M.. Variação temporal das deficiências e excedentes hídricos na região de Jataí-GO, no período de 1980 a 1999. In: **V Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica**. Rio de Janeiro: 2000. CDROM.
- MARTINE, G. População, meio ambiente e desenvolvimento: cenário global e nacional. In: MARTINE, G. (org) **População, meio ambiente e desenvolvimento**: verdades e contradições. Campinas: Ed.Unicamp, 1996. p.21-41.
- MARTINS, J. A. Escoamento superficial. In: PINTO, N. L. de HOLTZ, A. C. T. MARTINS, J. A. GOMIDE, F. L. S. **Hidrologia básica**. São Paulo: Edgard Blücher, 1973. p.36-55.
- MARTINS, R. C.; VALENCIO, N. F. L. S. **Uso e gestão dos recursos hídricos no Brasil**: desafios teóricos e político-institucionais. São Carlos (SP): RIMA, 307p.
- MEDEIROS, E. C. BENITO, V. S. **Estatística aplicada** : técnicas básicas e avançadas para todas as áreas do conhecimento. 2ed. São Paulo: Alfa-Ômega, 2004. 481p.
- MEDEIROS, J. S. **Banco de dados geográficos e redes neurais artificiais**: tecnologias de apoio à gestão do território. São Paulo, 1999. 232f. Tese (Doutorado em Geografia Física) – USP – Faculdade de Filosofia Ciências e Letras.
- MEDEIROS, J. S. Princípios básicos do Geoprocessamento. In: ASSAD, E. SANO, E. E. (eds.) **Sistemas de Informação Geográficas**: aplicações na agricultura. 2ed. Brasília: Embrapa/CPAC, 1998. 25-46p.
- MELO, N. A. RIBEIRO, D. D. SOARES, B. R. A incursão da soja em Jataí (GO). In: **I Simpósio Regional de Geografia**. Uberlândia. Instituto de Geografia/UFU, 2002.

- MENDES, C. A. B. CIRILO, J. A. **Geoprocessamento em Recursos Hídricos**. ABRH: Porto Alegre, 2001.
- MIRANDA, A. C. MIRANDA, H. S. Estresse hídrico. In: DIAS, B. F. de S. (coord). **Alternativas de desenvolvimento dos cerrados: manejo e conservação dos recursos naturais renováveis**. Brasília: Fundação Pró-Natureza, 1996. p.30-34.
- MODELAGEM EM CIÊNCIAS. Disponível em: www.fisica.furg.br/modelciencias/bin/downloads/index.php Acesso em 22/08/2004.
- MONTEIRO, C. A. F. **A dinâmica climática e as chuvas no estado de São Paulo**: um estudo geográfico sob forma de atlas. São Paulo : Instituto de Geografia, 1973.
- MONTEIRO, C.A.F **Geossistemas**: a história de uma procura. São Paulo: Contexto/Geosp, 2000. p.127. (Novas Abordagens n.3).
- MORAGAS, W. M. **O uso de agrotóxicos na microbacia do córrego Pantaninho em Iraí de Minas - MG**. Uberlândia, 1997. 101f. Monografia (curso de Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia.
- MORAIS, J.O. Geologia no planejamento ambiental: impactos da água. In: **Revista de Geologia**. Fortaleza (CE). v. 8. 2001. p.225-58.
- MORETTIN, P.A. **Estatística básica**. 5ed. São Paulo: Saraiva, 2002. 526p.
- MOTA, S. **Preservação e Conservação de Recursos Hídricos**. 2ed. Rio de Janeiro: ABES, 1995. 187p.
- MOTA, S. **Recursos Hídricos para a Engenharia Ambiental**. Rio de Janeiro: ABES, 2000. 416p.
- MOTTA, R. S. **Utilização de critérios econômicos para a valorização da água no Brasil**. Rio de Janeiro: IPEA, 1998. 29p.
- NIMER, E. Clima. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Geografia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1989. p.23 -34.
- NOVAES, A. S. S., AMARAL FILHO, Z. P. do, VIEIRA, P. C., FRAGA, A. G. C. **Pedologia**: levantamento exploratório de solos. In: PROJETO RADAM BRASIL: Levantamento de Recursos Naturais, v. 31. Rio de Janeiro, 1983, p. 413 a 425.
- NOVO, E. M. L. de M.. **Sensoriamento remoto**: princípios e aplicações. São Paulo: Edgard Blücher, 1993.
- ODUM, E.. **Ecologia**. Rio de Janeiro : CBS, 1985.
- OGLIARI, P. J. POSSIK, P. A. **Análise estatística usando o Statitica**. Florianópolis: Edição dos autores, 2002. 95p. (apostila).

- OLIVEIRA, A.M. dos S. BRITO, N.A. de. **Geologia de Engenharia**. São Paulo: ABGE, 1998. 587p.
- OLIVEIRA, I. J. **Transformações das paisagens do Cerrado goiano: a dinâmica da ocupação espacial no Município de Jataí**. São Paulo, 2002. 148f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Faculdade de Filosofia Ciências Humanas e Letras. USP.
- OLIVEIRA, V. A. de; BORGES, L. C.; CALIL, P, M.; ALMEIDA, L. L. do C.; SILVA, M. T. G.; NOGUEIRA, S. de A. J.; AZEVEDO, W. R. de. **Diagnóstico agroambiental do entorno do Parque Nacional das Emas: primeira fase: pedologia, aptidão agrícola e uso atual das terras**. Goiânia: AGENCIA RURAL, 2003. 227p.
- ORLANDO, P. H. K. **Conseqüências da ocupação e do uso das terras da bacia da represa de São Pedro no município de Juiz de Fora – MG**. Presidente Prudente, 1998. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia. 167f.
- PAIVA, J. B. D. de; PAIVA, E. M. C. D. de. **Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas**. Porto Alegre: ABRH, 2001. 625p.
- PASCHOAL, A. D. O ônus do modelo da agricultura industrial. **Revista Brasileira de Tecnologia**, Brasília, v.14, n.1, p.28-40, jan./fev. 1983-b.
- PASCHOAL, A. D. Os modelos sustentáveis de agricultura. **Agricultura Sustentável**, Jaguariúna, n.1, p.11-16, jan./jun. 1995.
- PEDROSA, B. M. CÂMARA, G. MONTEIRO, A.M.V. **Ambiente computacional para modelagem espacial dinâmica**. São José dos Campos: DPI/INPE, 2001. 49p. Disponível em: www.dpi.inpe.br/geopro/modelagem/relatorio_ambiente_modelagem.pdf. Acesso em 22/08/2004.
- PEREZ FILHO, A. VICENTE, L. E. Abordagem Sistêmica e Geografia. **Geografia**, v. 28, n. 03, p.323-44, 2003.
- PINTO, N. L. de HOLTZ, A. C. T. MARTINS, J. A. GOMIDE, F. L. S. **Hidrologia básica**. São Paulo: Edgard Blücher, 1973. 278p.
- PRIGOGINE, I. **O fim das certezas: tempo, caos e as leis da natureza**. trad. Roberto Leal Ferreira. São Paulo: EdUnesp, 1996. 199p.
- PRIGOGINE, I. **O nascimento do tempo**. Lisboa: Edição 70, 1986. 144p.
- PROCHNOW, M. C. R. **Análise ambiental da sub-bacia do Rio Piracicaba: subsídios ao seu planejamento e manejo**. Rio Claro, 1990. 330f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas.
- RAS - PCH IRARA. Goiânia:CTE Engenharia/ACESA. 2001. Relatório Ambiental Simplificado.
- RAS - PCH JATAÍ. Goiânia:CTE Engenharia/ACESA. 2002. Relatório Ambiental Simplificado.

- REBOUÇAS, A. C. BRAGA, B. TUNDISI, J. G. (org.) **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 2ed. São Paulo: Escrituras, 2002. 703p.
- RESENDE, M. et al. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. 4ed. Viçosa: NEPUT, 2002.
- RIBEIRO, A. G. O papel dos recursos hídricos na sustentabilidade do sistema agroalimentar no domínio dos cerrados do Brasil Central: a bacia do médio/baixo Paranaíba no estado de Minas Gerais. In: SHIKI, S. GRAZIANO DA SILVA, J. ORTEGA, A. C. **Agricultura, meio ambiente e sustentabilidade do Cerrado brasileiro**. Uberlândia : Edufu, p. 267-310.
- RIBEIRO, F. L. CAMPOS, S. Capacidade de uso da terra no alto rio Pardo - Botucatu (SP), através do sistema de informação geográfica. **Energia na Agricultura**. v.14, n.2, p.48-60, 1999. Disponível em: <http://www.fca.unesp.br/posgradua/Energia/revista/V14N2-99/142Fernanda.pdf> - acessado em 13/mar/2004.
- RIBEIRO, J. F., WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma cerrado. In: SANO, S. M., ALMEIDA, S. P DE. **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. p. 89-166.
- RODRIGUES, C. A teoria geossistêmica e sua contribuição aos estudos geográficos e ambientais. **Revista do Departamento de Geografia**. São Paulo: EdUSP, n.14, p.69-77, 2001.
- RODRIGUEZ, J. M. M. Planejamento ambiental: base conceitual, níveis e métodos. In: CAVALCANTI, A. P. B. **Desenvolvimento sustentável e planejamento: bases teóricas e conceituais**. Fortaleza: EdUFC, 1997. p.37-50.
- ROLIM, G.S.; SENTELHAS, P.C.; BARBIERI, V. **Planilhas no ambiente excel TM para cálculos de balanços hídricos: normal, seqüencial, de cultura e de produtividade real e potencial**. Piracicaba: Departamento de Física e Meteorologia da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2002. (Versão 6.3).
- ROSA, R. BRITO, J. L. S. **Introdução ao Geoprocessamento**. Uberlândia: Edufu, 1996.
- ROSA, R. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. 3ed. Uberlândia: Edufu, 1992. 97p.
- ROSA, R. **O uso de SIG's para zoneamento: uma abordagem metodológica**. 1995, 225f. Tese (Doutorado em Geografia Física) USP – Faculdade de Filosofia Ciências e Letras.
- SACHS, I. Estratégias de transição para o século XXI. In: SACHS, I. et all (orgs.) **Para pensar o desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Brasiliense, 1993. p.23-45.
- SALOMÃO, F.X.T. ANTUNES, F.S. Solos. In: OLIVEIRA, A.M. dos S. BRITO, N.A. de. **Geologia de Engenharia**. São Paulo: ABGE, 1998. p.87-99.
- SANT'ANNA NETO, J. L. **O ensino de geografia no limiar do século XXI: Avaliação e Perspectivas**. In: 7º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA. Curitiba. *Anais...*Paraná: Universidade Federal do Paraná, 1997. p. 157-163.

- SANT'ANNA NETO, J. L. ZAVATINNI, J.A. Variabilidade e mudanças climáticas. Maringá: EdUEM, 2000. 259p.
- SANTOS, E. R. dos; RIBEIRO, A G. Clima e agricultura no município de Caramandel-MG. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 5. 2002, Curitiba, Anais... Curitiba: UFPR, 2002.
- SANTOS, M. Por uma Geografia Nova. São Paulo: Edusp, 1978. 288p.
- SANTOS, M. **Espaço e Método**. São Paulo: Nobel, 1985. 213p.
- SANTOS, M. **A natureza do Espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção**. 3ed. São Paulo: Hucitec, 1996. 392p.
- SANTOS, M. J. Z. dos. Mudanças climáticas e o planejamento agrícola. In: SANT'ANNA NETO, J. L.; ZAVATINI, J. A. **Variabilidade e mudanças climáticas**. Maringá: Editora da EDUEM, 2000. p. 65-80.
- SANTOS, R. F. CARVALHAIS, H. B. PIRES, F. Planejamento ambiental e sistemas de informações geográficas. **Caderno de Informações Georreferenciadas**. v.1, n.2, 1997. Disponível em: <http://www.cpa.unicamp.br/revista/cigv1n2a2.html> - acessado em 20/dez./2002.
- SCHMITZ, P. I. A história do velho Brasil. **Revista Ciência Hoje**. Vol. esp. Maio-1992. p.94-102.
- SCHNEIDER, M. O. **Bacia do rio Uberabinha: uso agrícola do solo e meio ambiente**. São Paulo, 1996. 168f. Tese (Doutorado em Geografia Física) USP – Faculdade de Filosofia Ciências e Letras.
- SEPLAN/GO. Secretaria de Planejamento do Estado de Goiás. **Anuário estatístico de Goiás 1996**. Goiânia: 1997.
- SEPLAN/GO. Secretaria de Planejamento do Estado de Goiás. **Catálogo de informações sócio-econômicas dos municípios do Estado de Goiás**. Goiânia: 1995.
- SETTI, A. A. (coord.). **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**. 2. ed. Brasília: ANNEL/ANA, 2001. 327 p.
- SHIKI, S. (org.). **Sustentabilidade do sistema agroalimentar no entorno de Iraí de Minas**. Uberlândia: EDUFU, 2000. 258p.
- SHIKI, S. Sistema agroalimentar no cerrado brasileiro: caminhando para o caos? in SHIKI, S.; GRAZIANO DA SILVA, J.; ORTEGA, A. C. (org.). **Agricultura, meio ambiente e sustentabilidade do cerrado brasileiro**. Uberlândia: Gráfica da UFU, 1997. 372p.
- SILVA, A. M. da. **Ecologia de paisagem: fundamentos e aplicações**. Rio de Janeiro: Papel Virtual, 2004. 158p.

- SKIDMORE, A. (ed). **Environmental modelling with GIS and remote sensing**. London: Taylor & Francis, 2002. 268p.
- SOTCHAVA, V. B. **O estudo de geossistemas**. São Paulo: IGEOG/USP, 1977. 21p. (Métodos em Questão n.16).
- TEIXEIRA NETO, A. GOMES, H. **Diagnóstico sócio-econômico do Sudoeste Goiano**. Jataí: 1995. mimeo. 112p.
- TEIXEIRA, A. L. de A. MORETTI, E. CHRISTOFOLETTI, A. **Introdução aos sistemas de informação geográfica**. Rio Claro: Ed. Dos autores, 1992. 80p.
- THORNTHWAITE, C. W. MATHER, J.R. **The water balance**. Climatology, Drexel Institute of Technology, 1955. 104p.
- TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977. 105p.
- TROPPEMAYER, H. **Biogeografia e meio ambiente**. 4.ed. Rio Claro: edição do autor, 1995. (mimeogr.)
- TUCCI, C. E. M. (ed.) **Modelos hidrológicos**. Porto Alegre: Ed.URFGS/ABRH, 1998. 669p.
- TUCCI, C. E. M. (org.) **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2ed. Porto Alegre: EdUFRGS/ABRH, 2001. 641p.
- VICENTE, L. E. **Geoprocessamento aplicado a gestão territorial: uma proposta de abordagem sistêmica para o meio urbano de Presidente Prudente**. 2001, 145f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – FCT/UNESP.
- VON SPERLING. M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2ed. Belo Horizonte: DESA/UFMG, 1996. 243p.
- XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS**. Belo Horizonte: ABRH, 1999.CD-ROM.
- ZIMBACK, C. R. L.; RODRIGUES, R. M. **Determinação das classes de capacidade de uso das terras da fazenda experimental de São Manoel**. Botucatu (SP): UNESP/FCA, 1993. 21p.

ANEXO:

Programação em LEGAL para cruzamentos dos Planos de Informação (PI's)

```
//Mapa de mudanca de uso 67-2001
```

```
{  
  Tematico uso("Uso_2001"), uso1967("Uso1967"), mud("Mudança_Uso");  
  
  uso = Recupere (Nome = "Uso_2001");  
  uso1967 = Recupere (Nome = "Uso1967rec");  
  mud = Novo (Nome = "Mudança_Uso", ResX=30, ResY=30, Escala=100000);  
  
  mud = Atribua (CategoriaFim = "Mudança_Uso")  
  
  {  
    "Pastagem para Agricultura": (uso1967.Classe=="Pastagem" && uso.Classe=="Agricultura"),  
    "Pastagem para Veg. Arbórea": (uso1967.Classe=="Pastagem" && uso.Classe=="Veg"),  
    "Manteve Pastagem": (uso1967.Classe=="Pastagem" && uso.Classe=="Pastagem"),  
    "Agricultura para Pastagem": (uso1967.Classe=="Agricultura" && uso.Classe=="Pastagem"),  
    "Agricultura para Veg. Arbórea": (uso1967.Classe=="Agricultura" && uso.Classe=="Veg"),  
    "Manteve Agricultura": (uso1967.Classe=="Agricultura" && uso.Classe=="Agricultura"),  
    "Veg. Arbórea para Pastagem": (uso1967.Classe=="Veg_arbórea" && uso.Classe=="Pastagem"),  
    "Veg. Arbórea para Agricultura": (uso1967.Classe=="Veg_arbórea" && uso.Classe=="Agricultura"),  
    "Manteve Veg. Arbórea": (uso1967.Classe=="Veg_arbórea" && uso.Classe=="Veg")  
  };  
}
```

```

//mapa aptidao - clas ter agric sist cap uso bacia do rio claro
{
Tematico solo ("SOLOS_D"), decl ("Clas_decl"), apti ("Apt_bhclaro");

solo = Recuperere (Nome = "Sol_bhclaro");
decl = Recuperere (Nome = "pos_clas2_rec");

apti = Novo (Nome = "Apt_bhclaro", ResX=30, ResY=30, Escala=100000 );
apti = Atribua (CategoriaFim = "Apt_bhclaro")
{

    "Iles": (solo.Classe=="LEa" && decl.Classe=="0 a 3"),
    "Iles": (solo.Classe=="LEa" && decl.Classe=="3 a 6"),
    "Iles": (solo.Classe=="LEa" && decl.Classe=="6 a 12"),
    "IVes": (solo.Classe=="LEa" && decl.Classe=="12 a 20"),
    "Vles": (solo.Classe=="LEa" && decl.Classe=="20 a 40"),
    "VIIes": (solo.Classe=="LEa" && decl.Classe=="40 a 70"),
    "Iles": (solo.Classe=="LEd1" && decl.Classe=="0 a 3"),
    "Iles": (solo.Classe=="LEd1" && decl.Classe=="3 a 6"),
    "Iles": (solo.Classe=="LEd1" && decl.Classe=="6 a 12"),
    "IVes": (solo.Classe=="LEd1" && decl.Classe=="12 a 20"),
    "Vles": (solo.Classe=="LEd1" && decl.Classe=="20 a 40"),
    "VIIes": (solo.Classe=="LEd1" && decl.Classe=="40 a 70"),
    "Iles": (solo.Classe=="LEd2" && decl.Classe=="0 a 3"),
    "Iles": (solo.Classe=="LEd2" && decl.Classe=="3 a 6"),
    "Iles": (solo.Classe=="LEd2" && decl.Classe=="6 a 12"),
    "IVes": (solo.Classe=="LEd2" && decl.Classe=="12 a 20"),
    "Vles": (solo.Classe=="LEd2" && decl.Classe=="20 a 40"),
    "VIIes": (solo.Classe=="LEd2" && decl.Classe=="40 a 70"),
    "Iles": (solo.Classe=="LEd3" && decl.Classe=="0 a 3"),
    "Iles": (solo.Classe=="LEd3" && decl.Classe=="3 a 6"),
    "Iles": (solo.Classe=="LEd3" && decl.Classe=="6 a 12"),
    "IVes": (solo.Classe=="LEd3" && decl.Classe=="12 a 20"),
    "Vles": (solo.Classe=="LEd3" && decl.Classe=="20 a 40"),
    "VIIes": (solo.Classe=="LEd3" && decl.Classe=="40 a 70"),
    "Iles": (solo.Classe=="LEd4" && decl.Classe=="0 a 3"),
    "Iles": (solo.Classe=="LEd4" && decl.Classe=="3 a 6"),
    "Iles": (solo.Classe=="LEd4" && decl.Classe=="6 a 12"),
    "IVes": (solo.Classe=="LEd4" && decl.Classe=="12 a 20"),
    "Vles": (solo.Classe=="LEd4" && decl.Classe=="20 a 40"),
    "VIIes": (solo.Classe=="LEd4" && decl.Classe=="40 a 70"),
    "Iles": (solo.Classe=="LEd5" && decl.Classe=="0 a 3"),
    "Iles": (solo.Classe=="LEd5" && decl.Classe=="3 a 6"),
    "Iles": (solo.Classe=="LEd5" && decl.Classe=="6 a 12"),
    "IVes": (solo.Classe=="LEd5" && decl.Classe=="12 a 20"),
    "Vles": (solo.Classe=="LEd5" && decl.Classe=="20 a 40"),
    "VIIes": (solo.Classe=="LEd5" && decl.Classe=="40 a 70"),

    "Iles": (solo.Classe=="LRd1" && decl.Classe=="0 a 3"),
    "Iles": (solo.Classe=="LRd1" && decl.Classe=="3 a 6"),
    "Iles": (solo.Classe=="LRd1" && decl.Classe=="6 a 12"),
    "IVes": (solo.Classe=="LRd1" && decl.Classe=="12 a 20"),
    "Vles": (solo.Classe=="LRd1" && decl.Classe=="20 a 40"),
    "VIIes": (solo.Classe=="LRd1" && decl.Classe=="40 a 70"),

```

"Iles": (solo.Classe=="LRd2" && decl.Classe=="0 a 3"),
 "Iles": (solo.Classe=="LRd2" && decl.Classe=="3 a 6"),
 "Iles": (solo.Classe=="LRd2" && decl.Classe=="6 a 12"),
 "IVes": (solo.Classe=="LRd2" && decl.Classe=="12 a 20"),
 "Vles": (solo.Classe=="LRd2" && decl.Classe=="20 a 40"),
 "VIIes": (solo.Classe=="LRd2" && decl.Classe=="40 a 70"),

"Iles": (solo.Classe=="LRd3" && decl.Classe=="0 a 3"),
 "Iles": (solo.Classe=="LRd3" && decl.Classe=="3 a 6"),
 "Iles": (solo.Classe=="LRd3" && decl.Classe=="6 a 12"),
 "IVes": (solo.Classe=="LRd3" && decl.Classe=="12 a 20"),
 "Vles": (solo.Classe=="LRd3" && decl.Classe=="20 a 40"),
 "VIIes": (solo.Classe=="LRd3" && decl.Classe=="40 a 70"),

"Iles": (solo.Classe=="LVd1" && decl.Classe=="0 a 3"),
 "Iles": (solo.Classe=="LVd1" && decl.Classe=="3 a 6"),
 "Iles": (solo.Classe=="LVd1" && decl.Classe=="6 a 12"),
 "IVes": (solo.Classe=="LVd1" && decl.Classe=="12 a 20"),
 "Vles": (solo.Classe=="LVd1" && decl.Classe=="20 a 40"),
 "VIIes": (solo.Classe=="LVd1" && decl.Classe=="40 a 70"),

"Iles": (solo.Classe=="LVd2" && decl.Classe=="0 a 3"),
 "Iles": (solo.Classe=="LVd2" && decl.Classe=="3 a 6"),
 "Iles": (solo.Classe=="LVd2" && decl.Classe=="6 a 12"),
 "IVes": (solo.Classe=="LVd2" && decl.Classe=="12 a 20"),
 "Vles": (solo.Classe=="LVd2" && decl.Classe=="20 a 40"),
 "VIIes": (solo.Classe=="LVd2" && decl.Classe=="40 a 70"),

"Ile": (solo.Classe=="TRe" && decl.Classe=="0 a 3"),
 "Ile": (solo.Classe=="TRe" && decl.Classe=="3 a 6"),
 "Ile": (solo.Classe=="TRe" && decl.Classe=="6 a 12"),
 "IVe": (solo.Classe=="TRe" && decl.Classe=="12 a 20"),
 "Vle": (solo.Classe=="TRe" && decl.Classe=="20 a 40"),
 "VIIe": (solo.Classe=="TRe" && decl.Classe=="40 a 70"),

"Vles": (solo.Classe=="Ca" && decl.Classe=="0 a 3"),
 "Vles": (solo.Classe=="Ca" && decl.Classe=="3 a 6"),
 "Vles": (solo.Classe=="Ca" && decl.Classe=="6 a 12"),
 "Vles": (solo.Classe=="Ca" && decl.Classe=="12 a 20"),
 "Vles": (solo.Classe=="Ca" && decl.Classe=="20 a 40"),
 "VIIes": (solo.Classe=="Ca" && decl.Classe=="40 a 70"),

"IIles": (solo.Classe=="Cd" && decl.Classe=="0 a 3"),
 "Vles": (solo.Classe=="Cd" && decl.Classe=="3 a 6"),
 "Vles": (solo.Classe=="Cd" && decl.Classe=="6 a 12"),
 "Vles": (solo.Classe=="Cd" && decl.Classe=="12 a 20"),
 "Vles": (solo.Classe=="Cd" && decl.Classe=="20 a 40"),
 "VIIes": (solo.Classe=="Cd" && decl.Classe=="40 a 70"),

"Vesa": (solo.Classe=="HGPd" && decl.Classe=="0 a 3"),
 "IIlesa": (solo.Classe=="HGPd" && decl.Classe=="3 a 6"),
 "IIles": (solo.Classe=="HGPd" && decl.Classe=="6 a 12"),
 "IVes": (solo.Classe=="HGPd" && decl.Classe=="12 a 20"),
 "Vles": (solo.Classe=="HGPd" && decl.Classe=="20 a 40"),

```

"VIIes" : (solo.Classe=="HGPd" && decl.Classe=="40 a 70"),

"Ve": (solo.Classe=="HGPe" && decl.Classe=="0 a 3"),
"IIlea": (solo.Classe=="HGPe" && decl.Classe=="3 a 6"),
"IIle": (solo.Classe=="HGPe" && decl.Classe=="6 a 12"),
"IVe" : (solo.Classe=="HGPe" && decl.Classe=="12 a 20"),
"VIe" : (solo.Classe=="HGPe" && decl.Classe=="20 a 40"),
"VIIe" : (solo.Classe=="HGPe" && decl.Classe=="40 a 70"),

"IIles": (solo.Classe=="AQd1" && decl.Classe=="0 a 3"),
"VIes": (solo.Classe=="AQd1" && decl.Classe=="3 a 6"),
"Vles": (solo.Classe=="AQd1" && decl.Classe=="6 a 12"),
"Vles" : (solo.Classe=="AQd1" && decl.Classe=="12 a 20"),
"Vles" : (solo.Classe=="AQd1" && decl.Classe=="20 a 40"),
"VIIes" : (solo.Classe=="AQd1" && decl.Classe=="40 a 70"),

"IIles": (solo.Classe=="AQd2" && decl.Classe=="0 a 3"),
"VIes": (solo.Classe=="AQd2" && decl.Classe=="3 a 6"),
"Vles": (solo.Classe=="AQd2" && decl.Classe=="6 a 12"),
"Vles" : (solo.Classe=="AQd2" && decl.Classe=="12 a 20"),
"Vles" : (solo.Classe=="AQd2" && decl.Classe=="20 a 40"),
"VIIes" : (solo.Classe=="AQd2" && decl.Classe=="40 a 70"),

"IVes": (solo.Classe=="Rd" && decl.Classe=="0 a 3"),
"VIes": (solo.Classe=="Rd" && decl.Classe=="3 a 6"),
"Vles": (solo.Classe=="Rd" && decl.Classe=="6 a 12"),
"Vles" : (solo.Classe=="Rd" && decl.Classe=="12 a 20"),
"Vles" : (solo.Classe=="Rd" && decl.Classe=="20 a 40"),
"VIIes" : (solo.Classe=="Rd" && decl.Classe=="40 a 70")
};
}

```

```
//MAPA DE MUDANÇA DE USO 1967 - 2001
{
Tematico uso ("Uso_2001"), apti ("Apt_bhclaro"), conf ("Conflito_uso");

uso = Recupere (Nome = "Uso_2001");
apti = Recupere (Nome = "Apt_bhclaro");

conf = Novo (Nome = "Conflito_uso2001", ResX=30, ResY=30, Escala=100000);

conf = Atribua (CategoriaFim = "Conflito_uso")

{

"Nulo ou Baixo": (uso.Classe=="Agricultura" && apti.Classe=="Ile"),
"Nulo ou Baixo": (uso.Classe=="Agricultura" && apti.Classe=="Iles"),
"Nulo ou Baixo": (uso.Classe=="Agricultura" && apti.Classe=="Ils"),

"Moderado": (uso.Classe=="Agricultura" && apti.Classe=="IIIe"),
"Moderado": (uso.Classe=="Agricultura" && apti.Classe=="IIIes"),
"Moderado": (uso.Classe=="Agricultura" && apti.Classe=="IIIlea"),
"Moderado": (uso.Classe=="Agricultura" && apti.Classe=="IIIlesa"),

"Alto": (uso.Classe=="Agricultura" && apti.Classe=="IVe"),
"Alto": (uso.Classe=="Agricultura" && apti.Classe=="IVes"),
"Alto": (uso.Classe=="Agricultura" && apti.Classe=="IVs"),
"Alto": (uso.Classe=="Agricultura" && apti.Classe=="Ve"),
"Alto": (uso.Classe=="Agricultura" && apti.Classe=="Ves"),
"Alto": (uso.Classe=="Agricultura" && apti.Classe=="Vle"),
"Alto": (uso.Classe=="Agricultura" && apti.Classe=="Vles"),
"Alto": (uso.Classe=="Agricultura" && apti.Classe=="Vls"),
"Alto": (uso.Classe=="Agricultura" && apti.Classe=="VIIe"),
"Alto": (uso.Classe=="Agricultura" && apti.Classe=="VIIes"),
"Alto": (uso.Classe=="Agricultura" && apti.Classe=="VIIls"),

"Nulo ou Baixo": (uso.Classe=="Pastagem" && apti.Classe=="Ile"),
"Nulo ou Baixo": (uso.Classe=="Pastagem" && apti.Classe=="Iles"),
"Nulo ou Baixo": (uso.Classe=="Pastagem" && apti.Classe=="Ils"),
"Nulo ou Baixo": (uso.Classe=="Pastagem" && apti.Classe=="IIIe"),
"Nulo ou Baixo": (uso.Classe=="Pastagem" && apti.Classe=="IIIes"),
"Nulo ou Baixo": (uso.Classe=="Pastagem" && apti.Classe=="IIIlea"),
"Nulo ou Baixo": (uso.Classe=="Pastagem" && apti.Classe=="IIIlesa"),

"Nulo ou Baixo": (uso.Classe=="Pastagem" && apti.Classe=="IVe"),
"Nulo ou Baixo": (uso.Classe=="Pastagem" && apti.Classe=="IVes"),
"Nulo ou Baixo": (uso.Classe=="Pastagem" && apti.Classe=="IVs"),
"Nulo ou Baixo": (uso.Classe=="Pastagem" && apti.Classe=="Ve"),
"Nulo ou Baixo": (uso.Classe=="Pastagem" && apti.Classe=="Ves"),

"Moderado": (uso.Classe=="Pastagem" && apti.Classe=="Vle"),
"Moderado": (uso.Classe=="Pastagem" && apti.Classe=="Vles"),
"Moderado": (uso.Classe=="Pastagem" && apti.Classe=="Vls"),
```

```
"Alto": (uso.Classe=="Pastagem" && apti.Classe=="Vlle"),
"Alto": (uso.Classe=="Pastagem" && apti.Classe=="Vlles"),
"Alto": (uso.Classe=="Pastagem" && apti.Classe=="Vlls"),
```

```
"Nulo ou Baixo": (uso.Classe=="Veg" && apti.Classe=="Ile"),
"Nulo ou Baixo": (uso.Classe=="Veg" && apti.Classe=="Iles"),
"Nulo ou Baixo": (uso.Classe=="Veg" && apti.Classe=="Ils"),
"Nulo ou Baixo": (uso.Classe=="Veg" && apti.Classe=="Ille"),
"Nulo ou Baixo": (uso.Classe=="Veg" && apti.Classe=="Illes"),
"Nulo ou Baixo": (uso.Classe=="Veg" && apti.Classe=="Ilea"),
"Nulo ou Baixo": (uso.Classe=="Veg" && apti.Classe=="Illesa"),
```

```
"Nulo ou Baixo": (uso.Classe=="Veg" && apti.Classe=="IVe"),
"Nulo ou Baixo": (uso.Classe=="Veg" && apti.Classe=="IVes"),
"Nulo ou Baixo": (uso.Classe=="Veg" && apti.Classe=="IVs"),
"Nulo ou Baixo": (uso.Classe=="Veg" && apti.Classe=="Vea"),
"Nulo ou Baixo": (uso.Classe=="Veg" && apti.Classe=="Vesa"),
```

```
"Nulo ou Baixo": (uso.Classe=="Veg" && apti.Classe=="Vle"),
"Nulo ou Baixo": (uso.Classe=="Veg" && apti.Classe=="Vles"),
"Nulo ou Baixo": (uso.Classe=="Veg" && apti.Classe=="Vls"),
```

```
"Nulo ou Baixo": (uso.Classe=="Veg" && apti.Classe=="Vlle"),
"Nulo ou Baixo": (uso.Classe=="Veg" && apti.Classe=="Vlles"),
"Nulo ou Baixo": (uso.Classe=="Veg" && apti.Classe=="Vlls")
```

```
};
```


APÊNDICE:

Boletins de análises físico-químicas e bacteriológicas