

ANÁLISE GEOECOSSISTÊMICA DA BACIA DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO COM USO DE SIG

Gisela de Avellar [1]
José Flávio Morais Castro [2]
Renato Moreira Hadad [3]

INTRODUÇÃO

A demanda crescente por recursos hídricos, provocada pelo crescimento populacional contínuo, urbanização, industrialização e irrigação, influencia a qualidade do ambiente natural. As perdas de diversidade já registradas nos ecossistemas de água doce vêm, gradativamente, limitando a capacidade de absorver os impactos resultantes. A ocorrência cada vez mais constante de erosões, secas, enchentes, doenças por veiculação hídrica e exclusão rural é uma evidência de ações indiscriminadas.

A necessidade de conservação dos sistemas hídricos é reforçada quando se considera que o consumo mundial de água dobrou, entre 1940 e 1980, e deverá dobrar novamente até o ano 2015. Segundo Tucci *et al.*(1999), dados da *United Nations Environment Program* (UNEP) (1991/1992) apontam para o fato de que 40% da população mundial (80 países) já sofrem de sérias limitações de água, dividindo bacias comuns, nas quais competições e conflitos têm sido freqüentes.

O Brasil, de acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA, 2002), apesar de contar com a maior disponibilidade hídrica do mundo, por onde escoam cerca de 13% da água doce superficial do planeta, tem grande parte desses recursos concentrados na região amazônica, que detém 68,5% do total, para uma densidade demográfica de 7%, a menor do país. O Sudeste, onde moram 42,6% dos habitantes do país, tem apenas 6% do total das águas.

A Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (onde se localiza a Bacia do Ribeirão São João), o rio da integração nacional, que cobre cerca de 8% do território brasileiro, está assentada em regiões com diferentes características socioeconômicas e físicas, com uma população que gira em torno de 16 milhões de pessoas.

Pode-se inferir, a partir dessa realidade, que os aspectos socioeconômicos são fundamentais nos estudos de conservação e manejo das bacias hidrográficas, considerando que a melhoria da qualidade de vida das populações humanas será tanto maior quanto menor for a degradação dos recursos naturais.

Ainda de acordo com a ANA (2002), a Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco possui pólos de desenvolvimento que atendem padrões internacionais de consumo, os quais colocam o Brasil no cenário europeu, como um país de potencialidades importantes no segmento da cadeia produtiva de alimentos frescos.

As hidrelétricas instaladas fornecem grande volume de energia à atividade industrial e para suprir as necessidades urbanas das regiões Sudeste e Nordeste.

Existem, também, às suas margens, regiões com Índices de Desenvolvimento Humano (IDH) dos mais baixos no País. São áreas com predominância de pequenas propriedades, assentadas em ecossistemas vulneráveis.

Esses diferentes cenários foram reforçados a partir da década de 80, com o reflexo do impacto da globalização sobre a agricultura. Nos espaços de produção para o mercado externo, foram estabelecidos padrões de qualidade de grandes produtores mundiais. Já a produção de milho, agropecuária de subsistência, alho e mandioca, ou seja, o espaço de produção de subsistência e/ou pequena produção de produtos básicos da dieta do brasileiro ficou restrito a regiões periféricas, a nichos de mercado.

De acordo com Ross (2001), o entendimento da verdadeira dimensão e importância do homem como ser vivo e social passa, obrigatoriamente, pela compreensão das limitações que a rigidez da natureza impõe à sua existência. Com a tecnologia e muitos investimentos, o homem, de fato, pode sobreviver além dos limites impostos pela natureza.

As bacias hidrográficas são sistemas abertos que sofrem a influência direta de um número enorme de variáveis e variantes, em processo constante de reações e contra-reações expressas nas oscilações de seus níveis de entropia (VICENTE; PEREZ, 2003, p.331). Castro (1993, p.35), citando Ross (1990), afirma que *“a atuação das forças endógenas e exógenas juntas e em oposição, determinam toda a existência e toda a dinâmica do meio biótico e abiótico da superfície terrestre”*.

Para Assad *et al.* (1998, p.191),

com o aumento do conhecimento sobre as relações entre os diferentes componentes do ecossistema e de seu comportamento, o diagnóstico dos fatores ambientais e a estimativa de resposta aos impactos de atividades antrópicas podem ser estabelecidos de modo cada vez mais preciso, com uso de geotecnologias.

Segundo Valério Filho (1995, p.135), para a monitoração da dinâmica do uso/ocupação das terras utilizam-se sistemas com capacidade para o tratamento e análise de informações multitemáticas. Nesse sentido, os sistemas interativos de tratamento de imagens digitais e sistemas de informações geográficas permitem o armazenamento e o tratamento de grande volume de dados. As principais vantagens decorrentes da possibilidade de automatização de cruzamentos complexos de informações são: a elevada precisão do produto final e a economia de tempo em relação aos métodos tradicionais de análises.

O estudo integrado de bacias hidrográficas, com o uso dos recursos dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG), apresenta-se como uma alternativa promissora numa área de conhecimento ainda em construção. Os recursos disponíveis nesses sistemas promovem a integração de base de dados de diferentes fontes, por meio de análises de associações espaciais entre variáveis, bem como a análise de cenário.

Este estudo tem por objetivo geral utilizar os recursos dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) para avaliar as alterações ocorridas no uso do solo da Bacia do Ribeirão São João, no período de 1990 a 2000, após ações de intervenções no ecossistema, espacializando os níveis hierárquicos de fragilidade ambiental do geossistema local, como subsídio a programas de financiamento público em bacias hidrográficas.

ÁREA DE ESTUDO

O Ribeirão São João é contribuinte direto da margem direita, no médio curso do Rio Paraopeba (Fig. 1). Nasce no Morro do Peão, município de Sete Lagoas, e desenvolve seu curso sobre rochas do grupo Bambuí, na direção norte/oeste, até encontrar o Rio Paraopeba, numa extensão de cerca de 40 km. Situa-se na Zona Metalúrgica de Minas Gerais, mesorregião de Belo Horizonte, microrregião de Sete Lagoas.

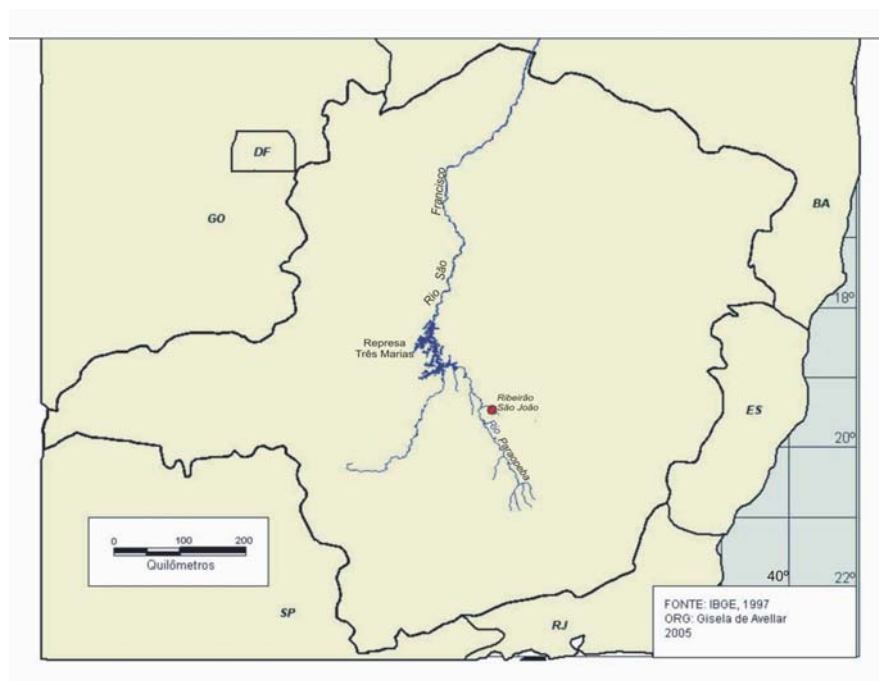


FIGURA 1: Localização da Bacia Hidrográfica do Ribeirão São João em Minas Gerais.

A bacia hidrográfica do Rio Paraopeba está inserida na região do Alto Rio São Francisco, Estado de Minas Gerais. Tem a nascente localizada ao sul do município de Cristiano Ottoni, MG, numa altitude de 1.140m. Apresenta desenvolvimento longitudinal de 540 km, no sentido predominante N-NW, até alcançar o reservatório de Três Marias.

O Rio Paraopeba cumpre importante papel como produtor de água para abastecimento público. Cobre uma área drenada de 12.092 km², atravessa 35 municípios em Minas Gerais, com uma população total de 909.486 habitantes, sendo 814.609 na área urbana e 94.877 habitantes na área rural, de acordo com o Relatório do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM, 2003), e é alvo de grande pressão antrópica. O maior adensamento populacional situa-se na região alta e média da bacia e o menor, no baixo curso. Em decorrência desse cenário, encontram-se, ao longo da bacia, situações ambientais bem distintas. Ainda segundo o Relatório IGAM (2003), não se dispõe, em escala e abrangência adequadas, de dados científicos em relação a índices de devastação florestal e à velocidade de renovação de recursos naturais impostos pelas atividades econômicas.

A Bacia do Ribeirão São João é delimitada pelas latitudes 19° 20' e 19° 35' Sul e pelas longitudes 44° 15' e 44° 35' Oeste, e banha os municípios de Inhaúma, Sete Lagoas, Caetanópolis e Paraopeba, com área aproximada de 367 km².

Da área total estimada para a bacia, 48% situam-se no município de Inhaúma, 39% no município de Sete Lagoas e 6,5% nos municípios de Paraopeba e Caetanópolis, conforme Figura 2.

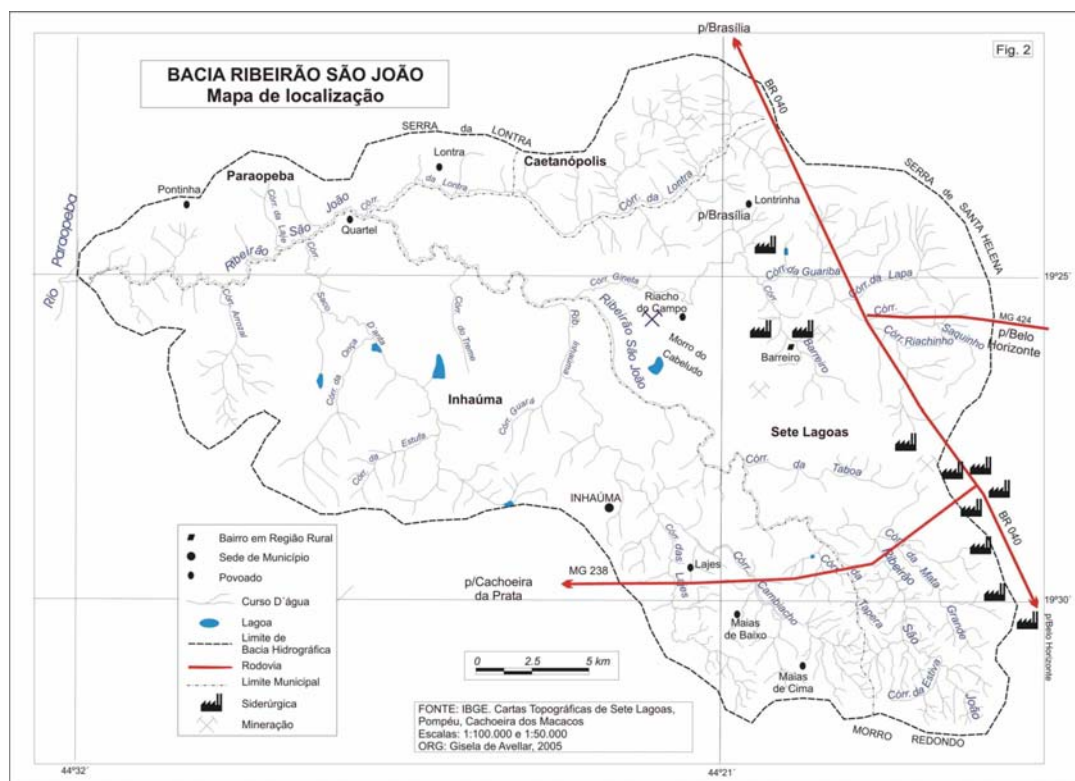


Figura 2. Mapa de Localização da Bacia do Ribeirão São João.

A Bacia do Ribeirão São João localiza-se em área de grande pressão antrópica e industrial; cumpre importante papel como produtora de água para abastecimento público e apresenta grande atividade de mineração extrativista e siderúrgica (IGAM, 2003).

Estudos desenvolvidos a partir de 1993, pela Equipe Multidisciplinar do Projeto Piloto de Gerenciamento Integrado da Bacia Hidrográfica do Ribeirão São João (1995), através de levantamentos de campo, com a aplicação de questionários, respondidos por 480 famílias residentes nas localidades abrangidas pela Bacia, indicaram que o modelo de desenvolvimento adotado foi inadequado à proteção dos recursos naturais, alterando a forma de vida da população. As principais fontes de degradação detectadas na ocasião foram:

- Manejo incorreto do solo nos projetos agrícolas e na mineração indiscriminada;
- Retirada da cobertura vegetal às margens dos cursos d'água, junto às nascentes e topos;
- Ação antrópica em projetos agropecuários e carvoejamento, provocando a quase extinção do bioma cerrado;

- Lançamento, nos cursos d'água, sem tratamento, de efluentes sanitários, domésticos, agrícolas e industriais, bem como disposição inadequada de resíduos sólidos;
- Ausência de serviços e equipamentos comunitários de saúde pública, promoção social e transporte.

Os impactos trouxeram, como reflexo, baixo nível de vida dos moradores nos aspectos sanitários, alimentar, de saúde e lazer. Este projeto foi financiado pelo Ministério de Meio Ambiente dos Recursos Hídricos e Amazônia Legal, e contou com a participação das prefeituras municipais de Sete Lagoas, de Paraopeba e de Inhaúma; da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural – Minas Gerais (EMATER-MG), unidades Sete Lagoas e Paraopeba; da Associação Ecológica Olhos D'Água; do Instituto Estadual de Florestas (IEF); do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais (IBAMA); da Estação Florestal de Experimentação (EFLEX); do Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) de Sete Lagoas; da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG); da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA); da Fundação Nacional de Saúde; da Centrais Elétricas de Minas Gerais (CEMIG); da 36ª Superintendência Regional de Ensino, e das organizações comunitárias de Barreiro, Lontra, Lontrinha, Morro Redondo, Riacho do Campo, dos municípios de Sete Lagoas, Paraopeba e Inhaúma. A partir da implantação do projeto, ações foram implantadas visando à recuperação de áreas e da qualidade de vida da população.

Uma avaliação temporal da área, após uma década, pode ser relevante como contribuição ao planejamento de projetos similares em que estejam envolvidos recursos públicos.

MATERIAL E TÉCNICA

O desenvolvimento do trabalho foi feito conforme mostrado no roteiro metodológico (Fig. 3).

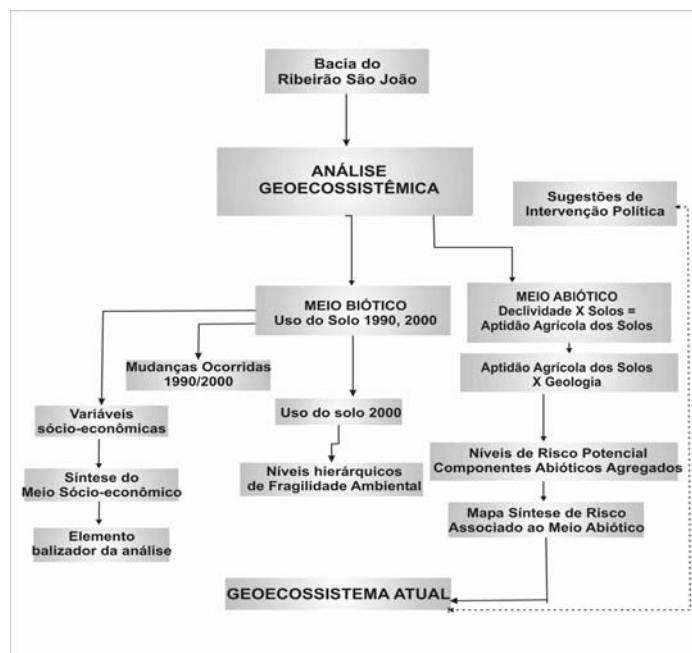


FIGURA 3. Roteiro Metodológico para análise geoeossistêmica da Bacia do Ribeirão São João.

Inicialmente, fez-se a caracterização física da área de estudo usando a cartografia, envolvendo o meio biótico e o meio abiótico. Os documentos de base foram: o mapa de solos de acordo com a Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC), na escala de 1:100.000; as cartas topográficas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de Sete Lagoas e Pompeu, na escala de 1:100.000; a carta topográfica de Cachoeira dos Macacos, na escala de 1:50.000; o mapa geológico na escala de 1:100.000, proposto pela Companhia de Recursos Minerais (CPRM), onde há a imagem *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) – (NASA, 2002) e imagens *LandSat*, fundamentais na análise do uso do solo. Tendo em vista a diversidade de tipos e de fontes de dados, bem como as diferentes escalas, o passo seguinte foi a organização e padronização das informações cartográficas disponíveis, no *software MapInfo 5.0*. Os mapas foram ajustados para a escala de 1:100.000, na projeção (UTM) e *Datum* (SAD69). Esta etapa foi acompanhada, paralelamente, por trabalhos de campo.

A declividade foi obtida a partir do módulo de Modelo Numérico de Terreno do SPRING, que, a partir da imagem SRTM, gerou curvas de nível com equidistância de 20 metros. O mapa de curvas de nível e o mapa de hipsometria usaram como base cartográfica os mapas topográficos do IBGE.

Quanto ao clima, observou-se que não houve variabilidade importante na área compreendida pela Bacia. Os dados meteorológicos (INMET, 1992) existentes no entorno da Bacia mostraram uma grande homogeneidade, decidindo-se, a partir desse fato, pelo uso dos dados de clima como variável balizadora.

O uso do solo foi caracterizado a partir de uma classificação das imagens orbitais *LANDSAT 7*, ortorretificadas de 1990 e 2000, correspondentes às bandas TM: 1) Banda 7 (infra-vermelho médio), em vermelho; 2) Banda 4 (infra-vermelho próximo), em verde; 3) Banda 2 (verde visível), em azul. A classificação foi validada tomando como base o mapa de vegetação do Instituto Estadual de Florestas (IEF, 2002) e pontos tomados em trabalho de campo.

As análises de imagens *LANDSAT* foram realizadas com a utilização do recurso de análise de imagens do *ArcGis (Image Analysis)*, nos Laboratórios do Programa de Pós-Graduação em Geografia-Tratamento da Informação Espacial (PPGG-TIE), da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas) e da Embrapa Milho e Sorgo. Como se trata de geofácies de características homogêneas, optou-se pela classificação não supervisionada, que agrupa *pixels* com o mesmo valor, por meio de algoritmos (*clusters*).

As análises do meio abiótico envolveram a álgebra dos mapas de declividade, de solos e da geologia, e foram realizadas no *Software SPRING*, com utilização do programa Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico (LEGAL), que possibilitou a conversão dos dados originais em matrizes numéricas, com índices que variaram de 0 a 1.

Inicialmente, fez-se o cruzamento do mapa de solos e declividade para geração do mapa de aptidão agrícola, seguindo a metodologia do Sistema de Classificação de aptidão agrícola dos solos, padrão internacional, adaptado no Brasil por Lepsch *et al.* (1983). (O desenvolvimento da linguagem algébrica pode ser observado nos anexos). Nesse sistema, o objetivo é agrupar solos segundo sua capacidade de uso, visando o estabelecimento de bases para seu melhor aproveitamento.

A metodologia proposta por Ramalho Filho e Beek (1995) classifica as terras em quatro grupos de aptidão (boa, regular, restrita e inapta), segundo três níveis de manejo (baixo nível tecnológico, nível tecnológico médio e alto nível tecnológico) e quatro tipos de utilização (lavoura, pastagem plantada, silvicultura e pastagem natural). As terras consideradas inaptas para lavouras, no sistema que lhes serviu de base, são analisadas de acordo com os fatores básicos limitantes e classificadas, segundo sua aptidão, para usos menos intensivos. Os níveis de manejo considerados, tendo em vista práticas agrícolas ao alcance dos agricultores, num contexto específico, técnico, social e econômico, são três, visando diagnosticar o comportamento das terras em diferentes níveis tecnológicos: baixo nível tecnológico, nível tecnológico médio e alto nível de tecnologia.

Dos graus de limitação atribuídos a cada uma das unidades das terras, resulta a classificação de sua aptidão agrícola. A geração do Mapa de Aptidão Agrícola dos Solos na Bacia do Ribeirão São João adotou os parâmetros definidos acima, de acordo com as seguintes classes, mostradas na Tabela 1.

Tabela 1. Solos presentes e qualidades classificadas, na Bacia Ribeirão São João

Classe de solos	Área (km ²)	Deficiência de fertilidade	Suscetibilidade à erosão	Impedimento à motomecanização
Latossolos	165	Moderada	Ligeira	Nulo
Argissolos	44	Ligeira	Moderada	Moderado
Cambissolos	62	Forte	Muito forte	Muito forte
Neossolo flúvico	50	Nulo	Nulo	Nulo
Neossolo litólico	25	Forte	Muito forte	Muito forte

FONTE: RAMALHO *et al.* (1995)

A avaliação das classes de aptidão agrícola das terras foi realizada por meio de estudo comparativo entre os graus de limitação atribuídos às terras, elaborados pela metodologia utilizada no presente estudo.

Na Bacia Ribeirão São João, foram classificadas três classes de manejo: 2abC, 5n e 6. (Tabela 2).

Tabela 2. Classificação no Sistema de Capacidade de Uso da Bacia Ribeirão São João

Grupo	Caracterização
2 ^a bC	Terras com aptidão regular para lavouras de ciclo curto e/ou longo com problemas pequenos de conservação do solo e boa para lavouras no nível de manejo C.
5n	Terras pertencentes à classe de aptidão regular para pastagem natural e à classe inapta para silvicultura
6	Terras sem aptidão agrícola. São indicadas para preservação da flora e da fauna.

FONTE: RAMALHO *et al.* (1995)

O tratamento integrado e sistemático das informações foi procedido com os principais parâmetros do meio abiótico: declividade, solos e geologia. Do meio biótico, foram analisadas as alterações ocorridas no uso do solo, no período de 1990/2000. O mapa de uso do solo de 2000 e o mapa síntese do meio abiótico foram utilizados para estabelecimento dos níveis hierárquicos de Fragilidade Ambiental na Bacia do Ribeirão São João.

Os indicadores atribuídos para a análise final dos níveis de fragilidade ambiental e respectivos pesos estão relatados na Tabela 3.

Tabela 3. Níveis de análise e pesos atribuídos.

ANÁLISE	INDICADORES								
	0.0	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0
Declividade	<3	3-8		8-12			12-20		15-45
Solos		Latossolo e Argissolo		Neossolo Flúvico		Cambis solo			Neossolo Litólico
Geologia		Complexo BH, FM S. Lagoas			FM Sta Helena				Paraopeba e Indiviso
Uso do Solo			Mata Natural e Plantada			Campo		Solo Exposto	Área Cultivada e Urbana

Fonte: Avellar, 2006.

As limitações de declividade foram determinadas levando em conta o risco de erosão, abatimentos, declive acentuado ou longo, dificuldade de motomecanização. As propriedades consideradas na estrutura geológica foram decididas a partir da maior ou menor estabilidade das formações geológicas.

O mapa de aptidão agrícola, resultante do cruzamento de declividade e solo, foi convertido em matriz e cruzado com o mapa geológico, para obtenção do mapa síntese do meio abiótico.

A análise do Meio Biótico foi iniciada com o cruzamento dos mapas de uso do solo de 1990 e 2000. As imagens, uma vez processadas, foram classificadas, identificadas as áreas urbanas, áreas de campos, áreas cultivadas, solo exposto, matas naturais formadas por cerrado (típico, denso e ralo), florestas semidecíduas e florestas plantadas. Uma análise temporal desses dois mapas possibilitou a leitura das alterações ocorridas no uso do solo, no decorrer da década de 90.

Como áreas mais estáveis do meio biótico foram consideradas, nesta análise, as matas naturais e reflorestamentos. Como áreas relativamente estáveis, que exercem uma pressão média no meio biótico, foram consideradas as áreas de campo e o solo exposto. A maior pressão foi atribuída às áreas urbanas e às áreas cultivadas, que são consideradas mais instáveis.

O mapa de uso do solo de 2000 foi novamente utilizado, em cruzamento com o mapa síntese do meio abiótico, para que fossem definidos os níveis hierárquicos de Fragilidade Ambiental, considerados, nesta análise, como o Geocossistema Atual.

As variáveis socioeconômicas usadas como balizadoras foram selecionadas a partir dos microdados do IBGE, para o ano de 2000, levando-se em conta a densidade populacional, a renda familiar, o nível educacional, o destino do lixo e a existência de serviços sanitários, que refletem a qualidade do ambiente construído em populações rurais. A adequação das variáveis foi testada a partir de análise das correlações entre as mesmas.

Os valores resultantes, de diferentes naturezas, sofreram uma normalização para serem reduzidos a uma escala numérica única e evitar distorções. Para isso, foram obtidas a média e o desvio padrão dos valores (*z-score*), de acordo com Reis (2001), convertendo, assim, os valores absolutos em índices compreendidos entre zero e um. Esse método difere da proposta de Bertrand (1971) e de Sotchava (1977), no que diz respeito à inclusão de estudo paralelo da realidade socioeconômica da região.

ANÁLISE GEOECOSSISTÊMICA

A análise geoecossistêmica, conforme o roteiro metodológico (Fig. 3), constou de uma etapa intermediária de geração do mapa de aptidão agrícola (Fig. 4), a partir do cruzamento dos mapas de solos e declividade. O mapa resultante foi cruzado com o mapa geológico, para a geração do mapa síntese de risco potencial associado ao meio abiótico (Fig. 5).

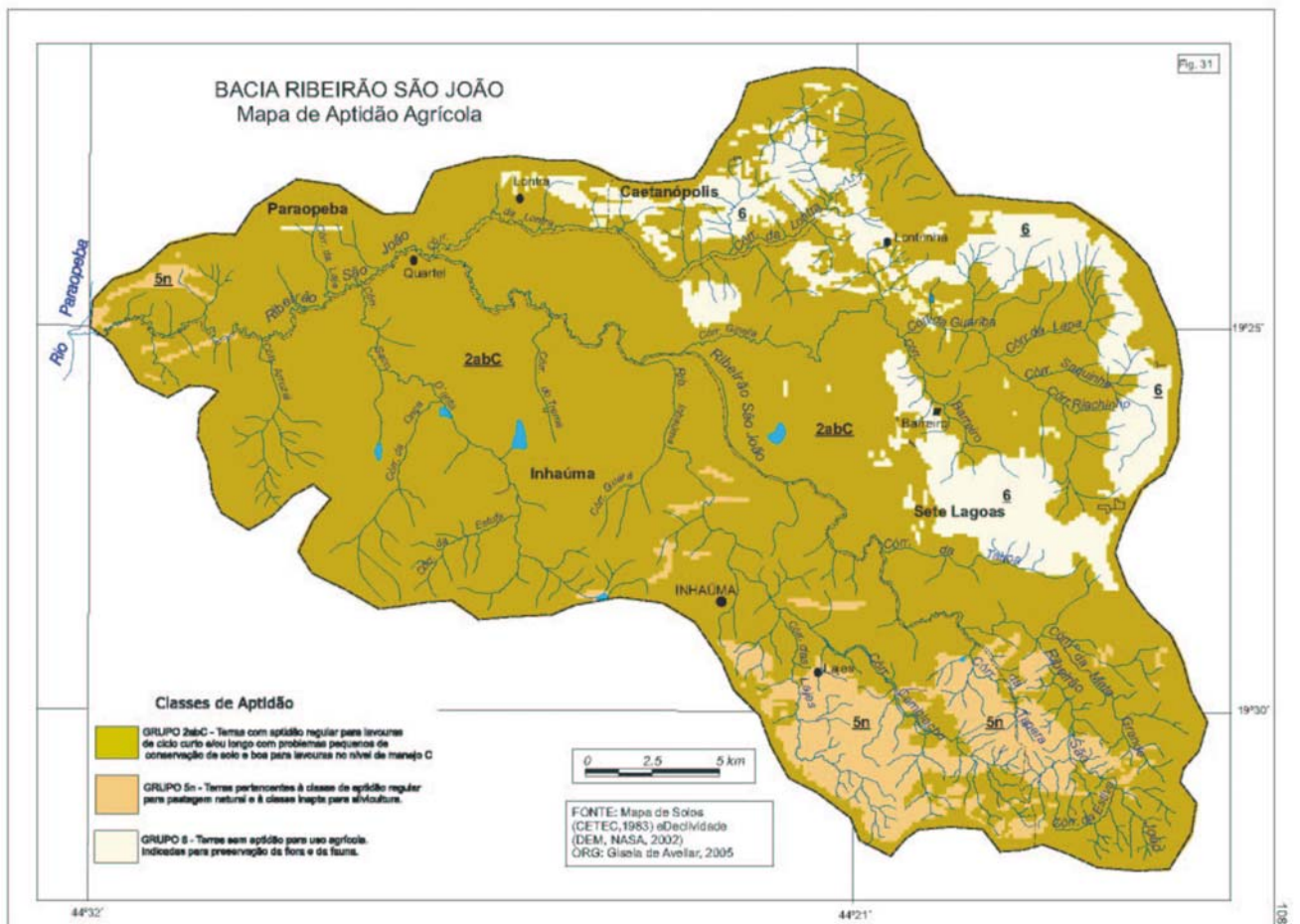


Figura 4. Mapa de Aptidão Agrícola do Ribeirão São João.

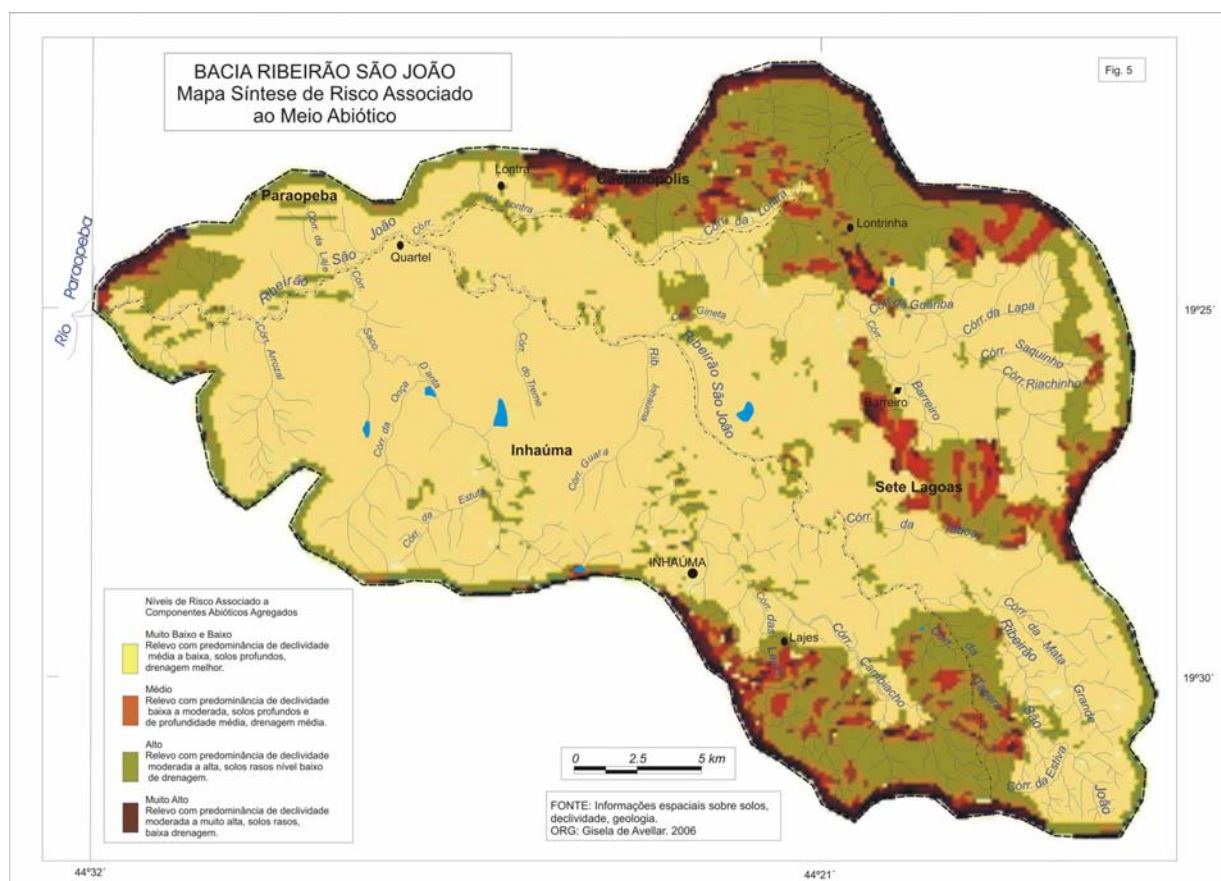


Figura 5. Mapa Síntese de Risco Associado ao Meio Abiótico do Ribeirão São João.

Síntese do Meio Abiótico

A Bacia do Ribeirão São João encontra-se na região onde ocorreu grande aplainamento durante o Terciário Médio e Superior. As altitudes variam de 594 a 1050 metros. Entre essas superfícies de aplainamento, a área aqui estudada está inclusa dentro do nível mais rebaixado, sendo que a Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais (CPRM, 1984) refere-se a ela como Superfície de Rebaixamento de Lagoa Santa - Sete Lagoas.

A superfície rebaixada de Lagoa Santa - Sete Lagoas constitui um segmento do Pediplano Pleistocênico, desenvolvido no interior da Depressão Sanfranciscana e já caracterizado por Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC, 1983). Seus depósitos de cobertura são predominantemente argilosos, com espessura média de um a dois metros. O escoamento predominante é superficial e pouco denso, direcionado, ao norte, para a bacia do Rio Paraopeba.

Ao norte da área, encontra-se um compartimento elevado de relevo, fortemente dissecado, posicionado como divisor de água da drenagem dos rios das Velhas e Paraopeba, que corresponde ao Planalto Dissecado de Santa Helena. Nesse interflúvio, as formações do Grupo Bambuí apresentam inclinação suave, o

que condicionou a evolução de um relevo de *cuestas* ao norte de Sete Lagoas, já descrito por Kohler (1989). Embora o *front* da *cuesta* de Santa Helena esteja bem marcado, o seu reverso acha-se bastante desfigurado pela dissecação fluvial.

A primeira unidade analisada, que ocupa, aproximadamente, 1/3 da área total (Fig.5), é constituída pelas cabeceiras do Ribeirão São João e recoberta por geoformas do complexo gnáissico-migmatítico. Nesta paisagem, predominam rochas metamórficas, representadas por gnáisses, associadas a granitóides e migmatitos CPRM (1989). Os solos predominantes são Latossolos e Argissolos. A textura predominante é argilosa. A permeabilidade dos solos dessa unidade vai de alta a moderada. A topografia dessa área é acidentada, com declividade predominante acima de 20%. Esta região é marcada pela presença de grande número de siderúrgicas de ferro gusa.

A segunda unidade analisada engloba o Grupo Bambuí, sendo constituída por rochas pelíticas sobre calcários. Os solos aí presentes são solos derivados dessas rochas ou coberturas coluviais delas derivadas. As geoformas predominantes nessas áreas são colinas com vales amplos, interrompidos por falha geológica (CPRM, 1993).

O relevo se divide em mais de um compartimento. As partes mais elevadas apresentam relevo mais movimentado e solos rasos, Cambissolos e Neossolos Litólicos, com afloramentos de rocha nas áreas de maior declividade. Nas partes mais baixas, o relevo varia de suavemente ondulado a plano, com predominância de solos mais profundos, Latossolos. Na região da Serra do Tombador, a vegetação mais alta indica a presença de solos mais férteis, associados à presença do calcário.

Na terceira unidade, na região do córrego da Lontra e do povoado de Lontrinha, com altitudes que variam de 800 a 1.000 metros, predominam as rochas pelíticas sobre calcários. As geoformas mais encontradas são as superfícies dissecadas (CPRM, 1993). O relevo é ondulado e os solos são rasos, predominando os Cambissolos e os Neossolos Litólicos. A permeabilidade é baixa e a erosão linear é elevada. Os afloramentos de rocha são associados ao relevo mais acidentado nas bordas da superfície dissecada.

A quarta unidade abrange o médio e o baixo curso do Ribeirão São João. As altitudes variam de 700 a 750 metros e a área recebe a influência dos sedimentos derivados das duas litologias regionais, uma do embasamento granito-gnáissico e a outra do Grupo Bambuí, arqueano e neo-proterozóico. Os solos dominantes são os Latossolos, nos interflúvios, e os Neossolos Flúvicos, acompanhando os terraços aluviais. Por suas características mais favoráveis, nesta área ocorre, também, maior pressão antrópica decorrente do uso intensivo do solo.

Geocossistema Atual

O cruzamento das informações dos mapas de risco, associado ao meio abiótico e uso do solo em 2000, permitiu mapear as áreas de risco ambiental e propor uma divisão de níveis hierárquicos de fragilidade ambiental. (Fig.6).

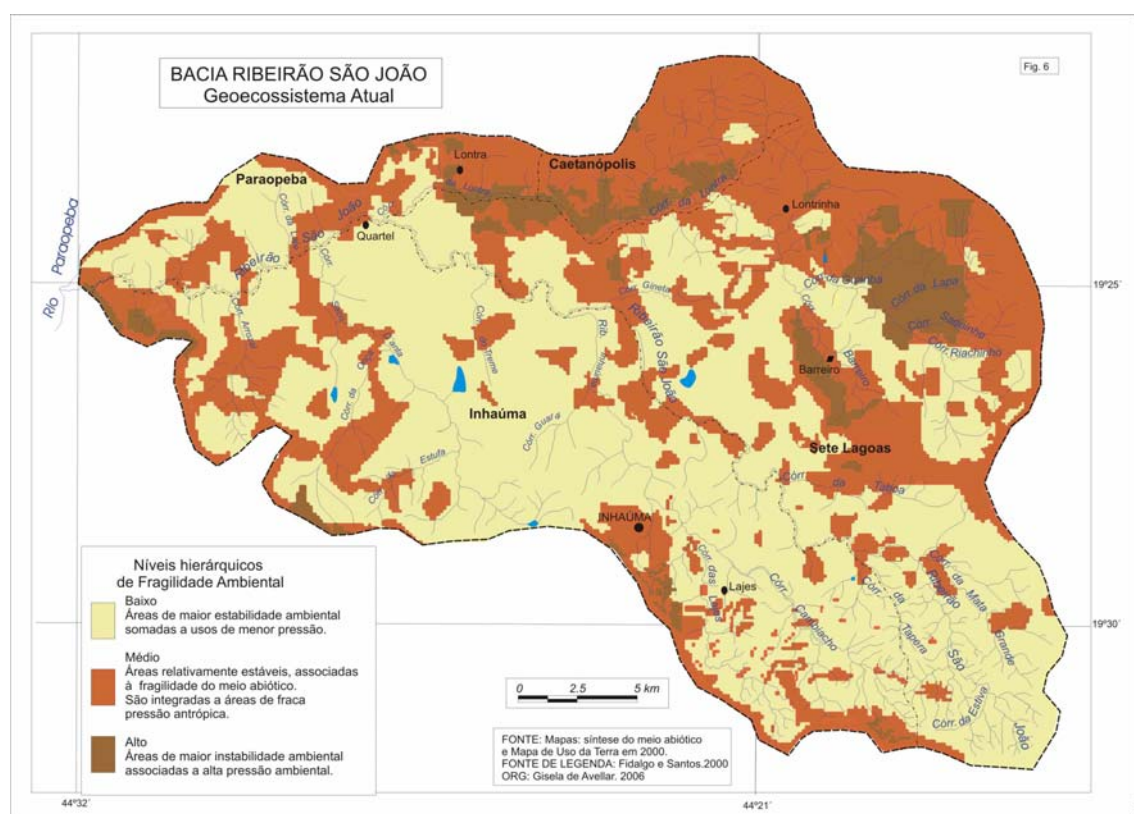


Figura 6: Geocossistema atual do Ribeirão São João.

Na unidade correspondente às cabeceiras, predominam as áreas de baixo risco, em função da cobertura do solo com vegetação florestal ou pastagens associadas a solos com menor propensão à erosão. O risco ambiental pode estar associado à presença da siderurgia, mas com impacto pontual, não mapeável.

Na segunda unidade, o risco está associado às áreas urbanas, principalmente pela geração de resíduos e poluição industrial, com potencial elevado de contaminação dos mananciais. A presença de efluentes químicos líquidos e sólidos é provocada pela presença das atividades industriais de siderurgia e serraria de ardósia, principalmente (IGAM, 2002). Outra área de risco ambiental está associada à extração desordenada de areia e argila, nos cursos d'água. As pedreiras ativas provocam cicatrizes pontuais na paisagem. O impacto, nesses casos, pode ser localmente elevado, mas não é mapeável na escala utilizada neste trabalho.

Na terceira unidade, predominam as áreas mapeadas como de risco médio e elevado, localizadas, predominantemente, ao norte da bacia. Estas áreas estão associadas a focos de erosão, que ocorrem em áreas de relevo mais movimentado, associados à presença de solos rasos como os Cambissolos, onde ocorrem pastagens degradadas, em rochas pelíticas do Grupo Bambuí.

A quarta unidade apresenta área de risco ambiental associada à extração de areia e argila, nos cursos d'água, e uso intensivo do solo por atividades agroflorestais. A quarta unidade apresenta área de risco ambiental associada à extração de areia e argila, nos cursos d'água, e uso intensivo do solo por atividades agroflorestais.

CONCLUSÕES

Um olhar mais atento à realidade rural e agrícola deve levar em consideração aspectos que vão além da produtividade econômica de um sistema. O enfoque sistêmico torna possível analisar como as ações humanas estão afetando o entorno e também fazer previsão de situações futuras. Esta análise, multidisciplinar, deve envolver também o agricultor, pois, em última instância, ele é o agente principal das atividades em sua propriedade.

A adoção de tecnologias novas, como o uso de GIS em análises integradas, possibilita a formação de uma base de dados com informações sobre o meio natural e a dimensão temporal da realidade. Mostra, também, que os SIG's aplicados aos estudos de recursos naturais produzidos em diferentes escalas podem ser reunidos e trabalhados dentro de um mesmo padrão, com possibilidade de atualização.

Finalmente, o embasamento teórico e o produto gerado subsidiam a gestão ambiental, permitindo traçar metas mais reais, definidas a partir de informações integradas da realidade mostrada pela análise espacial em áreas homogêneas.

A divisão do espaço em regiões homogêneas, obtida a partir da aproximação de atributos similares, mostra o grau de associação entre as diferentes variáveis. Este processo é utilizado em diferentes escalas – o IBGE utiliza esta metodologia, em escala menor, para determinar as microrregiões homogêneas brasileiras. O produto obtido nessa análise, comparado à realidade observada em trabalhos de campo, mostrou coerência nas informações coletadas. A escala trabalhada não permitiu consistência de detalhes, mas possibilitou uma visão global do geocossistema local, com a integração de informações de natureza física e de natureza biótica no banco de dados gerado.

Deve-se observar o tipo de relação que pode ser interpretado pelos indicadores:

- Deve haver conexão entre as informações de forma que as respostas expressem as mudanças;
- A decisão de valores de ponderadores a serem aplicados aos parâmetros e indicadores é sempre uma tarefa subjetiva. No presente trabalho, os valores atribuídos foram obtidos a partir de consultas à literatura, buscando-se coerência com a realidade local.
- Os indicadores construídos são úteis como contribuição metodológica ao aperfeiçoamento de análises de sistemas de informações ambientais.

O modelo utilizado para a geração dos mapas mostrou-se um recurso eficiente para comparação dos padrões de qualidade ambiental e comparação de qualidade de vida. Mostrou também que é possível aperfeiçoar métodos que, partindo de dados de diferentes naturezas, produzidos em diferentes escalas, podem ser reunidos e trabalhados dentro de um mesmo padrão, com possibilidade de atualização.

O resultado apresentado nos leva a fazer algumas inferências quanto ao geocossistema da Bacia do Ribeirão São João:

- A análise geocossistêmica mostrou que a qualidade ambiental da área compreendida pela Bacia do Ribeirão São João tem um equilíbrio que, para ser mantido, deve continuar a atender às recomendações de recuperação já iniciadas, pois as mudanças ocorridas no âmbito da Bacia do Ribeirão São João refletem as políticas vigentes de uso desordenado do solo;
- Áreas com declividade alta estão sendo utilizadas em atividades que colocam em risco a saúde ambiental;
- A recuperação de áreas de solo exposto no alto curso da bacia, assentado sobre áreas de maior fragilidade ambiental, se faz necessária, já que pode comprometer, em médio prazo, os recursos hídricos existentes;
- Os recursos hídricos devem receber maior atenção governamental, no que diz respeito às normas de qualidade da água, pois a presença de metais pesados e efluentes sanitários coloca em risco a saúde da população e da Bacia Hidrográfica.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Secretaria Nacional de Recursos Hídricos. **O estado das águas no Brasil. 2002-2002**. Brasília: ANA, 2002.

ASSAD, M. L. L.; HAMADA, E.; CAVALIERI, A. Sistemas de informações geográficas na avaliação de terras para agricultura. In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E.

(Org). **Sistemas de informações geográficas: aplicações na agricultura.** 2ª ed. Brasília: Embrapa/SPI. 1998.

AVELLAR, G. **Análise geoecossistêmica da bacia do ribeirão São João com uso de GIS.** Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Geografia-Tratamento da Informação Espacial da PUC Minas. Belo Horizonte. 2006.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global: esboço metodológico. **Caderno de Ciências da Terra**, 13. São Paulo: USP, Instituto de Geografia, 1971.

CASTRO J. F. M. **Aplicação de um sistema de informação geográfica na temática da morfodinâmica: o exemplo do estudo da bacia do Rio Mogi-Cubatão/SP.** Dissertação (Mestrado) Departamento de Geografia e Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da USP. São Paulo. 1993.

CETEC, IGA, FEAM, COPAM, FAPEMIG. **Diagnóstico ambiental do Vale do Paraopeba.** Relatório. Belo Horizonte. 1994.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM). **Projeto Vida.** Volumes 1, 2, 3, 4, 5. Belo Horizonte: CPRM, 1993.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM). **Mapas Temáticos de Geologia, Geomorfologia, Hidrologia, Solos e Uso dos Solos do Projeto Vida,** escala 1:50.000. Belo Horizonte. 1997.

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS (CETEC). **Diagnóstico ambiental de Minas Gerais.** Belo Horizonte; CETEC, 1983.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cartas topográficas do Brasil: folhas Sete Lagoas (SE-23-Z-C-II), Cachoeira dos Macacos (SE.23-Z-C-V-1) e Pompéu (SE-23-Z-C-III).** Escalas 1:50.000 e 1:100.000. 1976/1977.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Microdados demográficos de 2000.**

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Meio Ambiente. 2.ed. **Vocabulário básico de recursos naturais e meio ambiente.** 2. Rio de Janeiro: IBGE, 2004.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Normais climatológicas: 1961-1990.** Brasília: INMET, 1992.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **SPRING 4.0.** São José dos Campos: INPE, 2004.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (IGAM). **Qualidade das águas superficiais do estado de Minas Gerais em 2001**. Relatório Técnico. Belo Horizonte: IGAM, 2002.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (IGAM). **Qualidade das águas superficiais do estado de Minas Gerais em 2003**. Relatório Técnico. Belo Horizonte: IGAM, 2003.

KOHLER, H. C. **Geomorfologia cárstica na região de Lagoa Santa, MG**. Tese (Doutorado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciência Humanas, Universidade de São Paulo, 1989.

NASA – USGS. **Imagem de radar, escala 1:250.000. Datum (WGS) system 2002**. PROJETO PILOTO de Gerenciamento Integrado da Bacia Hidrográfica do Ribeirão São João. Prefeitura Municipal de Sete Lagoas. Documento Interno. 1995.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. Rio de Janeiro. Embrapa/CNPS, 1995.

REIS, E. **Estatística multivariada aplicada**. 2ª ed. Lisboa: Sílabo. 2001.

ROSS, J. L. S. (org). **Geografia do Brasil**. 4. ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2001 (Didática 3).

SOTCHAVA, V. B. O estudo de geossistemas. **Métodos em Questão**. São Paulo: IG-USP, 1977.

TUCCI, C. E. M (coordenador). **Plano diretor de drenagem urbana**. Instituto de Pesquisas Hidráulicas: SAMAE-IPH, 1999.

VALERIO FILHO, M. Gerenciamento de bacias hidrográficas com aplicações de técnicas de geoprocessamento. In: TAUKE_TORNISIELLO, S. M. *et al.* **Análise ambiental: estratégias e ações**. São Paulo: T. A Queiroz Editor Ltda, 1995, v., p.135-140.

VICENTE, L. E.; PEREZ FILHO, A. abordagem sistêmica em geografia, **Geografia**. Rio Claro, v.28, n.3, p.323-344, 2003.

Informações sobre os autores:

1] Gisela de Avellar – <http://lattes.cnpq.br/5421777205106953>
Assistente de Pesquisa da Embrapa Milho e Sorgo (Sete Lagoas/MG)
Contato: gisela@cnpms.embrapa.br

2] José Flávio Morais Castro – <http://lattes.cnpq.br/3052933076991771>
Professor Adjunto III do Programa de Pós-Graduação em Geografia-Tratamento da
Informação Espacial da PUC Minas.
Contato: Joseflavio@pucminas.br

3] Renato Moreira Hadad – <http://lattes.cnpq.br/062594982183381600>
Professor Adjunto III do Programa de Pós-Graduação em Geografia – Tratamento da
Informação Espacial da PUC Minas.
Contato: hadad@pucminas.br



CLIMEP. Climatologia e Estudos da Paisagem, Rio Claro, SP, Brasil – eISSN: 1980-654X – está licenciada
sob [Licença Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)