



PATRÍCIA ANDRESSA DE ÁVILA

**ANÁLISE MULTICRITERIAL COMO
FERRAMENTA PARA A AAE DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO GRANDE,
VERTENTE MINEIRA**

LAVRAS - MG

2016

PATRÍCIA ANDRESSA DE ÁVILA

**ANÁLISE MULTICRITERIAL COMO FERRAMENTA PARA A AAE
DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GRANDE, VERTENTE
MINEIRA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, área de concentração em Ecologia e Conservação da Natureza, para a obtenção do título de Mestre.

ORIENTADOR: Dr. LUÍS ANTÔNIO COIMBRA BORGES

LAVRAS - MG

2016

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

de Ávila, Patrícia Andressa.

Análise multicriterial como ferramenta para a AAE da Bacia
Hidrográfica do Rio Grande, vertente mineira / Patrícia Andressa de Ávila.
– Lavras : UFLA, 2016.

88 p. : il.

Dissertação (mestrado acadêmico)–Universidade Federal de Lavras,
2016.

Orientador(a): Luis Antônio Coimbra Borges.
Bibliografia.

1. Recursos hídricos. 2. Avaliação de impactos. 3. Planejamento
ambiental. 4. Conservação. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

PATRÍCIA ANDRESSA DE ÁVILA

**ANÁLISE MULTICRITERIAL COMO FERRAMENTA PARA A AAE
DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GRANDE, VERTENTE
MINEIRA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, área de concentração em Ecologia e Conservação da Natureza, para a obtenção do título de Mestre.

Aprovada em: 18 de fevereiro de 2016.

Dr. Luís Antônio Coimbra Borges	UFLA
Dr. Anderson Alves Santos	IFMG – Formiga
Dr. Luciano Teixeira de Oliveira	Consultor Ambiental
Dra. Rosângela Alves Tristão Borém	UFLA

ORIENTADOR: Dr. LUÍS ANTÔNIO COIMBRA BORGES

LAVRAS - MG

2016

A Deus, por me dar forças
para vencer mais essa etapa,

DEDICO.

Aos meus pais, Lourenço e Maria,
e ao meu irmão, Fabrício, pelo
apoio, incentivo e carinho,

OFEREÇO.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus pela força e coragem durante toda esta caminhada.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao programa de pós-graduação do Departamento de Ciências Florestais pelas oportunidades concedidas no decorrer desse curso e ao CNPq pela concessão da bolsa de estudo.

Aos professores Lucas e Fausto e ao IGAM pela disponibilidade de dados para a realização da dissertação.

Aos amigos Nathalia e Inácio pela significativa contribuição na realização deste trabalho.

A todos os professores, técnicos e funcionários da UFLA que me apoiaram e contribuíram de alguma forma para minha formação acadêmica.

Aos amigos do Núcleo de Estudos em Pesquisa e Planejamento Ambiental (NEPPA) pela boa convivência e troca de experiências.

Aos amigos de infância por sempre estarem ao meu lado, apesar de toda distância.

Aos amigos de Lavras da turma de Engenharia Florestal 2009/1, pelo convívio e amizade.

Aos meus pais, Maria e Lourenço, e ao meu irmão-amigo Fabrício, pelo incentivo em todos os momentos e apoio constante.

Em especial ao Prof. Luiz Antônio, pela orientação, conselhos e confiança depositada, colaboraram imensamente para a aquisição de conhecimentos tanto na vida profissional quanto pessoal.

Obrigada!

“Nada de imitar seja lá quem for (...) Temos de ser nós mesmos (...) Ser núcleo de cometa, não cauda. Puxar fila, não seguir.”

Monteiro Lobato

RESUMO

A Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) é o termo utilizado para descrever o processo de avaliação ambiental de políticas, planos e programas que devem ser aprovados antes da autorização de projetos individuais. O território brasileiro apresenta uma situação confortável quanto a disponibilidade de água. Entretanto, este recurso é mal distribuído em relação a densidade demográfica do país. Dada a importância e a necessidade de preservação da água, faz necessário recuperar a qualidade e quantidade dos recursos hídricos, sendo sugerido que interferências significativas nas bacias hidrográficas passem por uma AAE. Objetivou-se investigar no presente estudo a pertinência da aplicação da AAE na vertente mineira da Bacia Hidrográfica do Rio Grande por meio da análise de multicritério. Foi utilizada a Análise de Decisão de Multicritério onde os fatores classe de solo, uso e ocupação do solo, índice de qualidade da água e índice ecológico econômico foram padronizados e reclassificados. Por meio da técnica multicriterial Analytic Hierarchy Process (AHP - Processo Analítico Hierárquico, extensão do ArcGIS, versão 10.3) e a escala de ponderação Saaty, foram atribuídos pesos aos fatores baseados na importância relativa entre os mesmos para a conservação da Bacia Hidrográfica do Rio Grande-MG. É possível observar pela metodologia aplicada que mais de 50% da área da bacia encontra-se em uma situação considerada boa. As unidades GD1, GD2 e GD3 não apresentaram valor significativo em porcentagem de área para a classe de preservação muito boa. A área de estudo apresentou 34,51% como classificação de preservação considerada média, evidenciando que existe a necessidade de criação de medidas eficazes para a conservação da bacia. A análise dos aspectos técnicos, legais, de estrutura de governança e participação e controle social, permite afirmar que a AAE poderia colaborar positivamente para a conservação e preservação da Bacia Hidrográfica do Rio Grande.

Palavras-chave: Recursos hídricos; Avaliação de impactos; Planejamento ambiental; Conservação.

ABSTRACT

Strategic Environmental Assessment (SEA) is the term used to describe the process of environmental assessment of policies, plans or programs that should be approved before the individual projects authorization. The Brazilian territory has a comfortable situation in relation to the availability of water. However, this resource is badly distributed in relation to the demography of the country. Considering the important and the necessity of water preservation, it is necessary recuperate the quality and quantity of water resources, suggesting that significant interferences in the watersheds should pass through SEA process. In this context, this work aimed to investigate the relevance of using the SEA in the Rio Grande watershed, Minas Gerais State, through the multicriteria analysis. It was used multicriteria analysis, which the factors soil classes, soil use, water quality index and economic ecologic index were standardized and reclassified. Using the Analytic Hierarchy Process technique (ArcGIS 10.3) and the weighting scale Saaty, the factors received weights based on the importance among them to the preservation of Rio Grande watershed. It is possible to notice by the applied methodology that more than 50% of the area studied were in a situation considered good. The GD1, GD2 e GD3 units did not show representative values in area percentage to the preservation class very good. The area of this study has 34.51% as classification of preservation considered medium, which shows that exist the necessity of creating effective measures to the conservation of the watershed. In this context, through the analysis of technical, legal, governance and social considerations, it is possible to conclude that SEA could collaborate positively to the conservation and preservation of the Rio Grande watershed.

Keywords: Water resources; Impact assessment; Environmental planning; Conservation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Concepção teórica da articulação entre PPPs e projetos.....	27
Figura 2	Etapas da Avaliação Ambiental Estratégica.....	29
Figura 3	Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Grande.....	39
Figura 4	Unidades de Gestão da Bacia Hidrográfica do Rio Grande-MG.....	40
Figura 5	Biomassas presentes na vertente mineira da Bacia Hidrográfica do Rio Grande.	42
Figura 6	Hidrografia da Bacia Hidrográfica do Rio Grande-MG.....	43
Figura 7	Mapa de solos da Bacia Hidrográfica do Rio Grande-MG.....	44
Figura 8	Uso e ocupação do solo da Bacia Hidrográfica do Rio Grande-MG.....	47
Figura 9	Índice Ecológico Econômico da Bacia Hidrográfica do Rio Grande-MG.....	51
Figura 10	Mapa de fatores do modelo de Multicritério Aditivo.....	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Vantagens e desvantagens da aplicação da Avaliação Ambiental Estratégica.	25
Tabela 2	Diferenças fundamentais entre AAE e AIA.....	26
Tabela 3	Escala numérica de Saaty.....	38
Tabela 4	Identificação das unidades de gestão da BHRG-MG.....	41
Tabela 5	Classes de solo de alto nível da nova classificação.....	45
Tabela 6	Classes do Índice de Qualidade da Água.....	48
Tabela 7	Valores finais médios do IQA para cada GD, baseado na série histórica de 2009 a 2014.....	49
Tabela 8	Classificação do fator Classe de Solo.....	53
Tabela 9	Classificação do fator Uso e Ocupação do Solo.....	53
Tabela 10	Classificação do fator Índice de Qualidade da Água.....	54
Tabela 11	Classificação do fator Índice Ecológico Econômico.....	55
Tabela 12	Matriz de comparação pareada entre os campos de fatores.....	57
Tabela 13	Área (%) pertencente a cada classe de preservação na BHRG.....	59
Tabela 14	Área (%) de cada classe de preservação em cada Unidade de Gestão da BHRG.....	60
Tabela 15	Valores dos Índices de Qualidade da Água da BHRG para as Unidades de Gestão GD1, GD2 e GD3.....	82
Tabela 16	Valores dos Índices de Qualidade da Água da BHRG para as Unidades de Gestão GD4 e GD5.....	83
Tabela 17	Valores dos Índices de Qualidade da Água da BHRG para as Unidades de Gestão GD6, GD7 e GD8.....	84
Tabela 18	Cálculo da média do IQA de 2009 a 2014 para cada GD.....	85
Tabela 19	Correspondência entre as classes de IEE e as combinações entre Vulnerabilidade Natural e Potencial Social.....	86

LISTA DE SIGLAS

AAE	Avaliação Ambiental Estratégica
AHP	Analytic Hierarchy Process
AIA	Avaliação de Impacto Ambiental
BHRG	Bacia Hidrográfica do Rio Grande
CBH	Comitê de Bacia Hidrográfica
CEMIG	Companhia Energética de Minas Gerais
CETEC	Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais
CNUMAD	Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
COPAM	Conselho Estadual de Política Ambiental
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DCS	Departamento de Ciência do Solo
DPS	Departamento de Solos
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária
FEAM	Fundação Estadual do Meio Ambiente
GD	Unidade de Gestão
IAIA	International Association for Impact Assessment
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
IEE	Índice Ecológico Econômico
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
IQA	Índice de Qualidade da Água
IGAM	Instituto Mineiro de Gestão das Águas
LEMAF	Laboratório de Estudos e Projetos em Manejo Florestal
MMA	Ministério do Meio Ambiente

NEPA	National Environmental Policy Act
PNRH	Política Nacional dos Recursos Hídricos
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PPP	Política, plano e programa
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
SEA	Strategic Environmental Assessment
SEMAD	Secretaria de Meio Ambiente
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
UFPA	Universidade Federal de Lavras
UFV	Universidade Federal de Viçosa
UGRHI	Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos
ZEE	Zoneamento Ecológico Econômico

SUMÁRIO

1	Introdução	15
1.1	Objetivos Gerais	17
1.2	Objetivos Específicos	17
1.3	Hipóteses.....	18
1.4	Justificativas.....	19
2	Revisão de Literatura	20
2.1	Avaliação de Impacto Ambiental – Histórico.....	20
2.2	Avaliação Ambiental Estratégica.....	22
2.2.1	Avaliação Ambiental Estratégica e Avaliação de Impacto Ambiental	25
2.2.3	Metodologia para a aplicação da Avaliação Ambiental Estratégica	27
2.3	Gestão de Bacias Hidrográficas.....	30
2.3.1	Conservação dos Recursos Hídricos.....	31
2.3.2	Critérios abordados no estudo da bacia hidrográfica	32
2.3.3	Bacia Hidrográfica do Rio Grande	33
2.4	Geoprocessamento e a abordagem multicriterial	35
2.4.1	Sobreposição de Mapas.....	36
3	Material e Métodos	39
3.1	Caracterização da Área de Estudo	39
3.2	Base de Dados.....	43

3.2.1	Classe de Solo.....	43
3.2.2	Uso e Ocupação do Solo.....	45
3.2.3	Índice de Qualidade da Água.....	47
3.2.4	Índice Ecológico Econômico.....	49
3.3	Padronização dos Dados.....	51
3.3.1	Classe do Solo.....	52
3.3.2	Uso e Ocupação do Solo.....	53
3.3.3	Índice de Qualidade da Água.....	54
3.3.4	Índice Ecológico Econômico.....	54
3.4	Sobreposição dos Dados.....	55
4	Resultados e Discussões.....	57
4.1	Processamento dos dados.....	57
4.2	Análise da pertinência do uso da Avaliação Ambiental Estratégica para a conservação e preservação da vertente mineira da Bacia Hidrográfica do Rio Grande.....	62
5	Conclusões.....	71
	Referências Bibliográficas.....	72
	Anexos.....	83
	ANEXO A Índice de Qualidade da Água - IQA.....	83
	ANEXO B Índice Ecológico Econômico – IEE.....	87

1 Introdução

A Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) é um processo sistemático utilizado para avaliar as consequências ambientais de projetos, planos e programas em seus estágios iniciais, certificando-se da consideração de aspectos sociais e econômicos durante sua aplicação (SADLER; VERHEEM, 1996). Simplificadamente, o principal objetivo da AAE é proteger o meio ambiente e promover a sustentabilidade (THERIVEL, 2010).

A AAE é estabelecida pela legislação em países desenvolvidos como Estados Unidos, Holanda, Nova Zelândia e Austrália, e é regulamentada por meio de ordens administrativas e decisões de gabinete no Canadá, Dinamarca e Hong Kong (SOUZA, 2007).

No Brasil, a AAE é um processo voluntário e ainda não regulamentado por lei. Entretanto, recentemente têm-se observado ações visando ao estímulo da sua utilização no país. As experiências consistem de iniciativas pontuais exigidas como parte dos requisitos para a concessão de financiamento externo de projetos de infraestrutura (SANTOS; SOUZA, 2011) ou tentativas do Governo Federal de discussão sobre o tema por meio dos Ministérios de Meio Ambiente e Planejamento.

Segundo Sánchez (2008), existe atualmente um vasto campo de aplicação da AAE nacionalmente, em todos os “níveis de governo e em todas as escalas territoriais”, sendo que esse processo pode contribuir para que as decisões públicas e privadas considerem de forma ativa o desenvolvimento sustentável em suas decisões.

O Brasil apresenta uma situação confortável quanto a disponibilidade de água. Entretanto, existe uma grande desigualdade na distribuição espacial dos recursos hídricos no país (MILARÉ, 2014), fazendo-se necessário ações voltadas para a conservação e melhor utilização da água. Tem-se observado um crescente

interesse da aplicação da AAE para o manejo integralizado e descentralizado dos recursos hídricos. Para Gullón (2005), essa política ambiental pode apresentar grande potencial para identificar previamente possíveis efeitos socioambientais indiretos de projetos realizados neste setor. Milaré (2014) ressalta ainda, que se faz necessário “mecanismos enérgicos de correção” para controlar e recuperar a qualidade e quantidade dos recursos hídricos no país, sendo que interferências significantes nas bacias hidrográficas deveriam passar por uma AAE.

A Bacia Hidrográfica do Rio Grande (BHRG) situa-se na Região Sudeste do Brasil, na Região Hidrográfica Paraná que, em conjunto com as Regiões Hidrográficas Paraguai e Uruguai, compõe a Bacia do Prata. Abrange área de drenagem de 143.437,79 km², dos quais 57.092,36 km² (39,80%) encontram-se dentro do Estado de São Paulo e 86.345,43 km² (60,20%) no Estado de Minas Gerais (COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA, 2015). A região merece especial atenção devido à sua extensão, biodiversidade, capacidade de produção energética e densidade populacional.

O presente trabalho objetivou investigar e analisar a pertinência da aplicação da AAE na vertente mineira da BHRG como uma alternativa para a sua conservação e preservação, por meio da abordagem de aspectos técnicos, legais, de governança e de participação e controle social. Foram identificados os principais problemas e conflitos da área de estudo e realizada a análise de multicritério com utilização da técnica *Analytic Hierarchy Process* (Processo Analítico Hierárquico), para fatores ambientais, sociais e econômicos da bacia.

1.1 Objetivos Gerais

Analisar a pertinência da aplicação da Avaliação Ambiental Estratégica na vertente mineira da Bacia Hidrográfica do Rio Grande por meio da análise de multicritério.

1.2 Objetivos Específicos

Analisar os conceitos, fundamentos e métodos de aplicação da Avaliação Ambiental Estratégica.

Caracterizar a vertente mineira da Bacia Hidrográfica do Rio Grande e identificar áreas com maior e menor níveis de preservação por meio de revisão de literatura especializada e análise de multicritério, com utilização da técnica *Analytic Hierarchy Process* (Processo Analítico Hierárquico), utilizando os fatores uso e ocupação do solo, classe de solo, índice de qualidade da água e índice ecológico econômico.

Avaliar a pertinência da aplicação da Avaliação Ambiental Estratégica para a Bacia Hidrográfica do Rio Grande, considerando os aspectos técnicos, legais, de governança e de participação e controle social.

1.3 Hipóteses

Existem áreas pertencentes a vertente mineira da Bacia Hidrográfica do Rio Grande que possuem baixo nível de preservação, requerendo um plano de manejo integrado que minimize a incerteza da inserção ambiental para a conservação dos recursos hídricos.

A análise de multicritério pode ser considerada uma ferramenta pertinente para a análise e avaliação da preservação e conservação da vertente mineira da Bacia Hidrográfica do Rio Grande.

A Avaliação Ambiental Estratégica pode colaborar positivamente para o manejo integrado da Bacia Hidrográfica do Rio Grande, considerando aspectos sociais, econômicos e ambientais na tomada de decisão.

1.4 Justificativas

A Avaliação Ambiental Estratégica é um processo relativamente recente no mundo e principalmente no Brasil. Esta temática tem se mostrado promissora para a avaliação ambiental de políticas, planos e programas, ou seja, em uma dimensão que requer maior integração que projetos individuais. Entretanto, principalmente ao nível nacional, há poucas informações sobre o tema, que necessita ser melhor explorado e entendido por parte de indivíduos responsáveis por tomar decisões que podem de alguma forma, impactar o meio ambiente.

A água é um elemento essencial que tem se tornado cada vez mais escasso, fazendo-se necessário o manejo adequado e integrado de bacias hidrográficas para a conservação dos recursos hídricos.

A Avaliação Ambiental Estratégica apresenta-se como alternativa plausível para a abordagem dessa problemática, requerendo um entendimento aprofundado sobre a sua funcionalidade e aplicação para este recurso.

É necessário levantar as características ambientais da vertente mineira da Bacia Hidrográfica do Rio Grande, considerando fatores de classe de solo, uso e ocupação do solo, índice de qualidade da água e índice ecológico econômico para posteriormente analisar a pertinência do uso de ações estratégicas visando a conservação da bacia.

O estudo pode contribuir para a elaboração de programas integrados de órgãos responsáveis pelo manejo dos recursos hídricos, principalmente aqueles voltados para a Bacia do Rio Grande, podendo ser expandido para outras regiões do país.

2 Revisão de Literatura

2.1 Avaliação de Impacto Ambiental – Histórico

A 1ª Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente (1972) ou Conferência de Estocolmo, é considerada um marco no tratamento das questões ambientais que até então, não eram consideradas no desenvolvimento econômico da época. A conferência foi motivada:

[...] pela degradação da qualidade ambiental nos países desenvolvidos, sob o efeito cumulativo da poluição industrial, bem como pela ausência de marcos regulatórios internacionais e pela crítica aos padrões de desenvolvimento estabelecidos (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2013).

Podem-se destacar como principais conquistas da Conferência de Estocolmo a inserção das questões ambientais na agenda multilateral, o estabelecimento de princípios básicos para a conciliação do desenvolvimento e a proteção ambiental, considerando propostas de recomendações internacionais, e a criação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) (BERTOLDI, 2000; LAGO, 2007).

A National Environmental Policy Act (NEPA) de 1969, de origem americana, entrou em vigor em janeiro de 1970. A NEPA foi uma das primeiras leis criadas com o intuito de considerar as questões ambientais relacionadas a empreendimentos, introduzindo ao mundo o termo Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) (MOREIRA, 1985). Dentre as definições apresentadas sobre o assunto, destaca-se aquela dada pela International Association for Impact Assessment (IAIA), onde a Avaliação de Impacto é, simplifcadamente, “o processo de identificar as consequências futuras de uma ação presente ou

proposta” (INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR IMPACT ASSESSMENT, 1999). Para Sánchez (2008), em uma visão geral, a AIA apresenta como característica comum o caráter prévio na tomada de decisão e a necessidade de envolvimento do público no processo.

Em 1987 a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento elaborou o documento Nosso Futuro Comum, ou como é mais conhecido, Relatório Brundtland, onde apresentou uma nova perspectiva sobre o desenvolvimento sustentável, definindo-o como aquele que “satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades”.

A Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente (CNUMAD), em 1992 no Rio de Janeiro – RJ, foi de grande importância para difundir internacionalmente a AIA. O encontro ficou conhecido como Rio-92 e teve como produto a Agenda 21, sendo que ambos foram resultados de intensas negociações internacionais e participação de ONGs e grupos de interesse (SÁNCHEZ, 2008).

No panorama brasileiro, a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/81) instituiu o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). O CONAMA é um órgão consultivo e deliberativo com a finalidade de assessorar, estudar e propor ao Conselho de Governo diretrizes de políticas governamentais para o meio ambiente e os recursos naturais e deliberar, no âmbito de sua competência, sobre normas e padrões compatíveis com o meio ambiente ecologicamente equilibrado e essencial à sadia qualidade de vida (BRASIL, 1981). Desta forma, este é o órgão responsável pelo estabelecimento de normas e critérios para o licenciamento ambiental.

Considerando a necessidade de se estabelecerem as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental, o CONAMA publicou a Resolução nº 001 em janeiro de 1986. Tal resolução submete ao licenciamento

ambiental de atividades causadoras de degradação ambiental a elaboração do estudo de impacto ambiental e relatório de impacto ambiental (EIA/RIMA) (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 1986).

Pautado na relevância da questão ambiental no cenário brasileiro, o artigo 225 da Constituição Federal de 1988 exerce um papel norteador do meio ambiente, definindo que:

[...] 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, 1988).

Baseado na evolução das experiências relacionadas a Avaliação de Impacto Ambiental e na necessidade de revisão dos procedimentos e critérios utilizados no processo, o CONAMA publicou em 1997 a Resolução 237. De forma geral, a resolução definiu as competências para o licenciamento nas esferas federal, estadual e distrital, as etapas do procedimento de licenciamento, e ainda, conferiu ao órgão ambiental a competência para a definição de outros estudos ambientais pertinentes ao processo de licenciamento (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 1997).

Desta forma, no Brasil o processo de Avaliação de Impacto Ambiental é primeiramente de competência estadual e em razão da sua regulamentação, o mesmo passou a ser conduzido pelos órgãos estaduais de meio ambiente (SÁNCHEZ, 2008). Deve-se, ainda, ressaltar, que cabe ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) o licenciamento de obras ou atividades de competência da União.

2.2 Avaliação Ambiental Estratégica

Não existe uma unanimidade quanto a data em que a Avaliação Ambiental Estratégica passou a ser aplicada. Porém, o processo é considerado recente, tendo seus primeiros vestígios na metade da década de 1980 (PARTIDÁRIO, 1996).

Para Therivel et al. (1992), a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) é um processo formalizado, sistemático e abrangente que avalia os efeitos ambientais de políticas, planos e programas (PPPs) e suas alternativas, incluindo a elaboração de um relatório com os resultados do estudo que auxiliará os tomadores de decisão.

Outros conceitos, na mesma linha de abordagem, devem ser destacados. Lee e Walsh (1992) definem a Avaliação Ambiental Estratégica, ou Strategic Environmental Assessment (SEA), como conhecida internacionalmente, como o termo utilizado para descrever o processo de avaliação ambiental de políticas, planos e programas que devem ser aprovados antes da autorização de projetos individuais. Nacionalmente, Sánchez (2008) descreve o processo como o “nome que se dá a todas as formas de avaliação de impacto de ações mais amplas que projetos individuais”, tipicamente referindo-se “à avaliação das consequências ambientais de políticas, planos e programas, em geral no âmbito de iniciativas governamentais, embora possa também ser aplicada em organizações privadas”.

Atualmente, ainda não existe uma única definição amplamente aceita para a AAE. Partidário (1996) propõe que cada país ou sistema que necessite usar o termo utilize aquele que mais se identifica ao processo estratégico aplicado no plano, programa ou política, de modo prático e compreensível, para atingir os objetivos de forma sustentável.

A AAE é um processo que deve ser aplicado nos estágios iniciais do planejamento do projeto, antes que decisões estratégicas tenham sido tomadas, tais como o local ou o tipo de empreendimento. Deve-se considerar que a implantação individual de um projeto resulta em impactos não apenas econômicos, mas também ambientais, sociais e políticos, os quais podem ser

aceitáveis se considerado o projeto isoladamente, mas inaceitáveis se considerados os efeitos diretos e indiretos de projetos, políticas e programas agindo de forma sinérgica (ARCE; GULLÓN, 2000). Recentemente, o crescente interesse no uso da avaliação ambiental estratégica no início do planejamento de projetos mais amplos deve-se também ao fato da avaliação ambiental ser restrita apenas à fase tardia de projetos individuais e ao aumento no incentivo de medidas que promovam o desenvolvimento sustentável considerando as questões ambientais (LEE; WALSH, 1992).

A AAE baseia-se em instrumentos de caráter político e técnico que fornecem informações sobre as possíveis consequências socioambientais futuras de PPPs, bem como sugerem alternativas de mitigação, com a finalidade de tomadas de decisões ambientalmente sustentáveis (VIEIRA, 2009). Simplificadamente, a avaliação ambiental de políticas, planos e programas, não apenas identifica os possíveis impactos ambientais, mas também, a fonte causadora do dano considerando aspectos espaciais e temporais. Segundo Teixeira (2008), podem ser identificados como objetivos do processo:

- Assegurar a integração de considerações ambientais, sociais e econômicas nos processos de planejamento, de programação e de formulação de políticas;
- Contribuir para a identificação de opções estratégicas e de alternativas sustentáveis de desenvolvimento;
- Identificar os impactos, avaliar e comparar as opções e alternativas de desenvolvimento que estejam em discussão;
- Contribuir para a tomada de decisão mais sustentável em termos ambientais, sociais e econômicos;
- Facilitar a consideração da cumulatividade de impactos ambientais;
- Melhorar as condições de realização da AIA de projetos, contribuindo para a eficiência do processo de licenciamento ambiental.

Therivel (2010) apresenta resumidamente (Tabela 1), as vantagens e desvantagens da aplicação da Avaliação Ambiental Estratégica. Pode-se dizer, que a AAE pode ajudar ações estratégicas a serem aprovadas de forma mais rápida, clara e ambientalmente correta. Apesar do tempo e esforços requeridos no processo, mesmo se não aplicada integralmente, a AAE pode contribuir na análise mais abrangente do problema, considerando questões ambientais, sociais e econômicas, de forma a influenciar na tomada de decisão.

Tabela 1 Vantagens e desvantagens da aplicação da Avaliação Ambiental Estratégica

Vantagens da AAE	Desvantagens da AAE
<ul style="list-style-type: none"> -Aplicada nos estágios iniciais; -Lida com impactos difíceis de serem considerados em termos de projeto; -Promove melhor análise das possíveis alternativas; -Informa as consequências ambientais das ações estratégicas propostas; - Facilita a participação pública. 	<ul style="list-style-type: none"> -Requer tempo e recursos; -É relativamente um processo novo; -Após todo o trabalho empenhado, a Avaliação Ambiental Estratégica ainda passa a ser apenas uma parte do processo de tomada de decisão.

Fonte: Adaptada de Therivel (2010)

2.2.1 Avaliação Ambiental Estratégica e Avaliação de Impacto Ambiental

A Avaliação Ambiental Estratégica e a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) possuem a mesma origem, a Avaliação de Impactos, porém possuem objetivos distintos. A AAE baseia-se em estratégias de desenvolvimento futuro com um elevado nível de incerteza, enquanto a AIA tem como foco propostas e medidas concretas e objetivas para a execução de projetos, sendo que a diferença

de objetivo entre ambas, requer diferentes metodologias conforme a escala de avaliação e o processo de decisão (PARTIDÁRIO, 2007). A Tabela 2 ilustra os pontos relevantes e distintos da AAE e a AIA.

O processo de AAE tem sido utilizado como um método importante no aprimoramento da aplicação da Avaliação de Impacto, atuando como uma ferramenta de grande valor na integração de interesses ambientais no processo de tomada de decisão e na busca pela sustentabilidade (PARTIDÁRIO, 1996).

Tabela 2 Diferenças fundamentais entre AAE e AIA

AAE	AIA
- Perspectiva é estratégica e de longo prazo;	- Perspectiva de execução de curto e médio prazo;
- Processo é cíclico e contínuo;	- O projeto é motivado por propostas concretas de intervenção;
- Não se procura saber o futuro, o objetivo é construir para um futuro desejável;	- A definição do que se planeja fazer é mais precisa, com disponibilidade razoável de dados;
- A definição a ser adotada é cercada de incerteza;	- O seu desdobramento se dá por intermédio de projetos;
- O seu desdobramento faz-se por intermediário de PPPs e de projetos;	- Os projetos sujeitos à AIA são executados uma vez assegurada a sua viabilidade ambiental.
- A estratégia pode vir a não ser concretizada.	

Fonte: Adaptada de Partidário (2007)

Sánchez (2008) discute a complementaridade entre a AAE e a avaliação de impacto de projetos, exemplificando na Figura 1 a articulação teórica entre “níveis progressivamente mais detalhados de formulação de iniciativas”. Na prática, há dificuldades quanto a essa integração, já que nem sempre há uma sequência na implementação de políticas, planos, programas e projetos, sendo que

a base de informações de projetos concebidos depois de PPPs podem estar desatualizados e não mais válidos para situações atuais e nem sempre planos e políticas podem ser avaliados de forma crítica devido à não formalização adequada dos mesmos. Nacionalmente, o autor exemplifica um raro exemplo de articulação vertical entre PPPs e projetos, a Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei nº 9.433 de 1997, onde o “plano define diretrizes para ações programáticas, assim como programas para alcançar os objetivos do plano, organizado em treze programas, por sua vez composto de 30 subprogramas que darão origem a diversos projetos”.

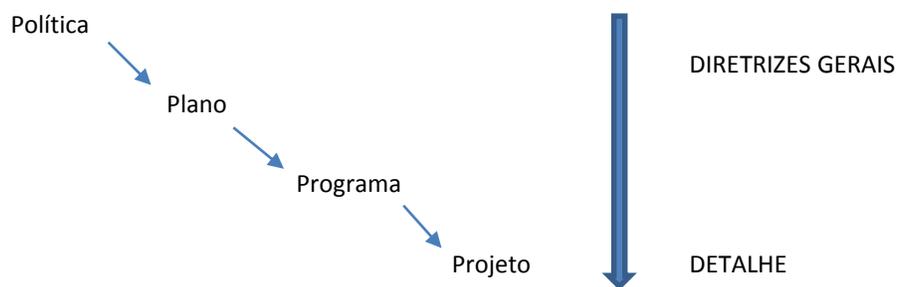


Figura 1. Concepção teórica da articulação entre PPPs e projetos.

Fonte: Adaptada de SÁNCHEZ (2008)

2.2.3 Metodologia para a aplicação da Avaliação Ambiental Estratégica

Brown e Therivel (2000) afirmam que não há uma única metodologia que possa ser aplicada para toda e qualquer ação estratégica, sendo necessário analisar uma variedade de opções, e dentre estas, selecionar aquelas apropriadas para cada situação individualmente. Ainda segundo os autores, a metodologia utilizada na Avaliação Ambiental Estratégica deve se adaptar de acordo com as suas características.

Verheem e Tonk (2000) adicionam ainda que um modo de flexibilização é concentrar-se nos objetivos que se deseja alcançar em vez de exigências detalhistas do processo, considerando o nível e o contexto cultural da tomada de decisão. É importante que a metodologia utilizada seja coerente durante sua aplicação, de fácil divulgação e entendimento para aqueles não especialistas no tema (NOBLE; STOREY, 2001).

A Figura 2 apresenta as etapas básicas para a implementação da Avaliação Ambiental Estratégica e as formas de colaboração das mesmas para a tomada de decisão. Deve-se ressaltar que durante todo o processo estão inseridas questões ambientais e de sustentabilidade em cada estágio da tomada de decisão.

ETAPAS DA AVALIAÇÃO AMBIENTAL ESTRATÉGICA

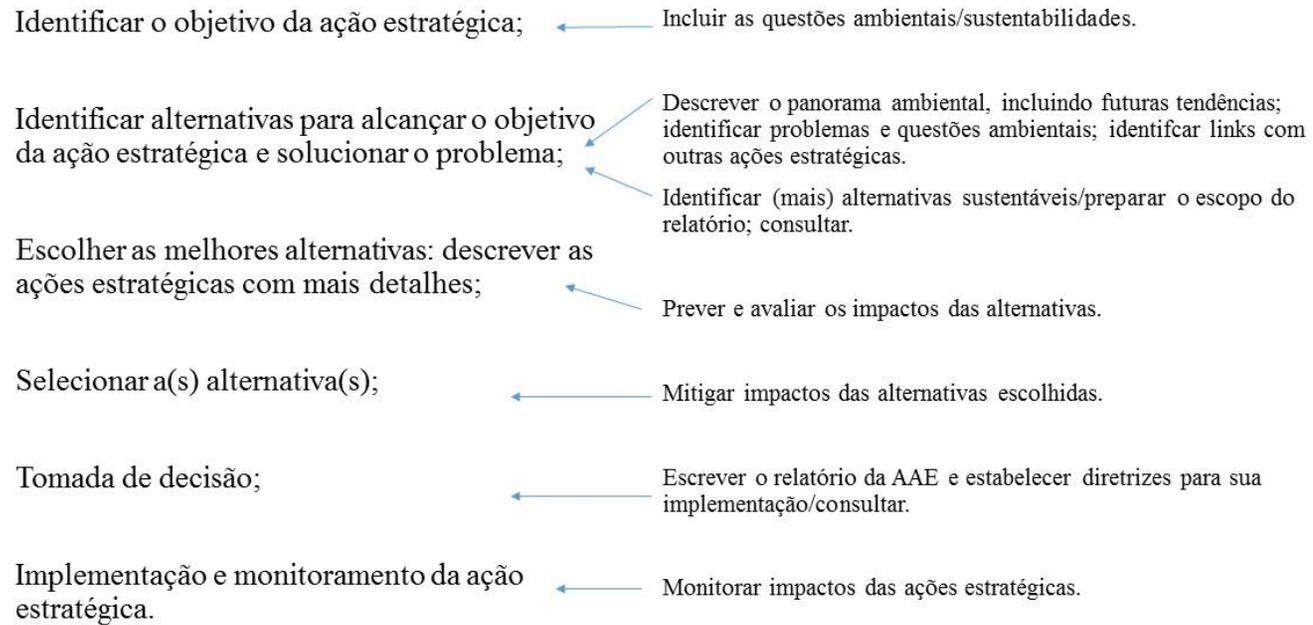


Figura 2 Etapas da Avaliação Ambiental Estratégica.

Fonte: Adaptado de Therivel (2010)

2.3 Gestão de Bacias Hidrográficas

Para Porto e Porto (2008), a bacia hidrográfica pode ser definida como uma “área de captação natural da água de precipitação que faz convergir o escoamento para um único ponto de saída”. É na bacia que ocorre o balanço hídrico de entrada e saída da água da chuva, por meio do exutório, delimitando bacias, sub-bacias e interconexões dos sistemas hídricos. O tamanho ideal de uma bacia é aquele que abrange toda a problemática de um interesse comum, ou seja, a escala que se deseja trabalhar depende do problema que deve ser solucionado.

Dada a importância e a necessidade de preservação da água, a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, instituiu a Política Nacional dos Recursos Hídricos (PNRH) no Brasil. Esta lei concretiza a modernização da gestão dos recursos hídricos, tornando a legislação brasileira uma das mais avançadas do mundo no setor (PORTO; PORTO, 2008).

Os princípios da PNRH definem a água como um recurso limitado e dotado de valor econômico, que deve ser utilizado de forma racional, priorizando o seu uso para o abastecimento humano quando escassa e, ainda, como um elemento de interesse de toda sociedade que requer ações conjuntas de todos os envolvidos para obter resultados favoráveis, sendo que a utilização da bacia como unidade de gestão dos recursos hídricos facilita a identificação de necessidades e disponibilidades nas realidades geográficas em que se encontram (BRASIL, 1997).

A PNRH define os Comitês de Bacia Hidrográfica (CBH) como um dos membros do Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SNGRH). Esses comitês possuem caráter normativo, deliberativo e jurisdicional, sendo compostos por representantes da sociedade civil e do poder público (CARDOSO, 2003). Os CBHs possuem como competências gerais aprovar e acompanhar a execução do Plano de Recursos Hídricos de uma bacia, contribuir

na resolução de conflitos conforme as características da área e promover o debate das questões relacionadas aos recursos hídricos (BRASIL, 1997). A PNRH é fundamentada em uma gestão descentralizada dos recursos hídricos, o que permite que os CBHs tenham maior autonomia frente a sua responsabilidade jurídica (MACHADO, 2014).

2.3.1 Conservação dos Recursos Hídricos

A água é um valiosíssimo recurso diretamente associado à vida. O Brasil possui 12% da água que pode ser utilizada do mundo. Entretanto, este recurso é mal distribuído em relação a densidade demográfica do país, sendo que 80% da água encontra-se na região Amazônica (MILARÉ, 2014). Dentre os principais problemas relacionados a conservação dos recursos hídricos, encontram-se a contaminação e desperdício da água limpa. A população brasileira, principalmente os grandes centros urbanos, deve estar bem informada quanto a importância da qualidade e formas de conservação da água, para que se possa manter a vigilância sobre os recursos hídricos.

Milaré (2014) ressalta que fazem necessários “mecanismos enérgicos de correção” para controlar e recuperar a qualidade e quantidade dos recursos hídricos no país, sendo que interferências significantes nas bacias hidrográficas deveriam passar por uma Avaliação Ambiental Estratégica (AAE). Desta forma, o autor conclui que:

Políticas setoriais, bem como planos e programas, afetos que são a algum órgão da Administração Pública, encontram-se, dessa forma, no âmbito dos Sistemas de Meio Ambiente. Por conclusão óbvia, aqueles órgãos públicos e suas ações não podem se eximir de sua responsabilidade constitucional em face do meio ambiente. Daí a necessidade – mais do que simples

conveniência – de eles contarem com um núcleo técnico que proceda à AAE no que concerne às suas respectivas ações, e que isso se faça em consonância com o órgão ambiental de cada um dos entes federativos. (MILARÉ, 2014, p. 670-671).

2.3.2 Critérios abordados no estudo da bacia hidrográfica

As bacias hidrográficas diferenciam-se por fatores físicos e caracterizam-se pela ocupação do solo e pela ação dos grupos sociais que se instalam na região, determinando os usos da água na bacia. Desta forma, a gestão dos recursos hídricos, visando sua conservação, envolvem de forma sinérgica diferentes critérios de estudos da região.

A Pedologia é a ciência que permite a identificação e a classificação dos solos, sua importância é ressaltada pelo fato do solo ser o resultado de combinações do clima, de organismos, material de origem (rocha) e o tempo (RESENDE et al., 2002), colaborando para a representação do ecossistema.

O uso e ocupação do solo, por sua vez, determinam os usos da água na bacia, no ambiente rural ou urbano, interferindo no meio físico em razão de interesses individuais. O estudo de correlações entre o uso e a ocupação dos solos e os recursos hídricos é de grande importância para o planejamento dos recursos hídricos na bacia hidrográfica, desde que o uso e a ocupação dos solos estão diretamente relacionados à qualidade das águas superficiais (VANZELA; HERNANDEZ; FRANCO, 2010).

Como resultado da crescente preocupação com os aspectos ambientais e sociais, busca-se desenvolver indicadores que contribuam no processo decisório de políticas públicas e seus efeitos. O Índice de Qualidade da Água (IQA) permite a geração de informações básicas sobre a qualidade da água para o público em geral e para o manejo das unidades de gestão da bacia (ROCHA et al., 2012).

De forma complementar, o Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) atua como integrador econômico, social e ecológico para a gestão no meio, informando e permitindo que a sociedade analise sobre o custo socioambiental de um determinado uso dos recursos naturais (VASCONCELOS; HADAD; MARTINS JUNIOR, 2013). O ZEE gera cenários consensuais e visões estratégicas espacializadas podendo tornar-se um instrumento facilitador de negociações e resolução de conflitos, a partir de dados técnico-científicos. Como resultado do ZEE, tem-se o Índice Ecológico Econômico, sendo composto por uma combinação lógica-intuitiva dos vários níveis de potencialidade social com os de vulnerabilidade natural, agrupando áreas semelhantes quanto à severidade dos problemas ambientais e dos potenciais sociais que nelas podem ser encontrados.

A combinação de todos esses fatores permite o estudo e análise do atual estado ambiental da bacia hidrográfica, considerando também os aspectos sociais e econômico incluídos de forma, direta ou indireta, nas informações apresentadas.

2.3.3 Bacia Hidrográfica do Rio Grande

No mundo, mais de um bilhão de pessoas ainda não tem acesso a água potável (SILVA; DUARTE, 2013). À medida que a população se multiplica, a água torna-se um recurso natural cada vez mais raro.

O Brasil é uma potência incontestável quando se fala em água, desfrutando de situação privilegiada, com cerca de 12% da produção mundial de água doce (LANFREDI, 2002). Assim, até pouco tempo atrás, tinha-se a ideia da água como um recurso ilimitado pela maioria dos brasileiros. Entretanto, com o uso descontrolado e irresponsável, aliado à carência de atenção no ordenamento jurídico, essa visão mudou e hoje boa parte das regiões do Brasil convive com a escassez deste recurso essencial.

Essa limitação está relacionada com a poluição das bacias hidrográficas, com os escassos mananciais ainda existentes e o aumento do consumo pela produção agrossilvipastoril e pela população (SIRVINSKAS, 2011). Ressalta-se que a distribuição de recursos hídricos em nosso território é bastante desigual. A grande concentração de água doce do país encontra-se na Amazônia, que é um estado longe dos grandes centros produtores de alimentos e da maior parte da população brasileira (REBOUÇAS, 1999).

A Bacia Hidrográfica do Rio Grande (BHRG) situa-se na Região Sudeste do Brasil, na Região Hidrográfica Paraná que, em conjunto com as Regiões Hidrográficas Paraguai e Uruguai, compõe a Bacia do Prata. Abrange área de drenagem de 143.437,79 km², dos quais 57.092,36 km² (39,80%) encontram-se dentro do Estado de São Paulo e 86.345,43 km² (60,20%) no Estado de Minas Gerais (COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA, 2015). A região merece especial atenção em razão da sua extensão, biodiversidade, capacidade de produção energética e densidade populacional.

A BHRG possui ao longo do seu trajeto seis unidades de gestão paulistas e oito na vertente mineira. Existem, total ou parcialmente, 393 municípios localizados na bacia, sendo 214 mineiros e 179 na área paulista, e uma população urbana e rural de 7,7 milhões de habitantes (ROCHA et al., 2012). Em termos de capacidade instalada de geração de energia elétrica a Bacia Hidrográfica do Rio Grande responde por 8%, ou 7.800 MWatts, dos quais cerca de 60% se encontram em trecho de divisa entre São Paulo e Minas Gerais (COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA, 2015, 2015).

A vertente mineira abriga oito unidades de gestão: Alto Grande, Vertentes do Rio Grande, Entorno do Reservatório de Furnas, Verde, Sapucaí, Mogi-Guaçu/Pardo, Médio Grande e Baixo Grande.

Recentemente, o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) declarou situação crítica de escassez hídrica e de restrição de uso da água em regiões do

estado de Minas Gerais (INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS, 2015). Essa medida foi justificada pela necessidade de prevenir ou minimizar os efeitos de longos períodos de estiagem no estado, prevenir ou minorar grave degradação ambiental, atender aos usos prioritários e minimizar os impactos sobre os múltiplos usos da água. Em casos como esse, toda a rede de distribuição de água é comprometida, resultando na redução da disponibilidade do recurso, desde o consumo para irrigação até o abastecimento público e consumo humano. Como consequência, há danos sociais, ambientais e econômicos, diretos e indiretos.

Assim, o gerenciamento dos recursos hídricos deve utilizar metodologias que melhor quantifiquem os processos, permitindo analisar alternativas que auxiliem no processo de decisão (TUCCI; MENDES, 2006). As decisões relacionadas às questões ambientais são, de uma forma geral, complexas e baseiam-se no conhecimento multidisciplinar (HUANG; KEISLER; IGOR, 2011).

2.4 Geoprocessamento e a abordagem multicriterial

Decisões relacionadas às questões ambientais são, de forma geral, complexas e baseiam-se no conhecimento multidisciplinar (HUANG; KEISLER; IGOR, 2011). A aplicação e as técnicas de geoprocessamento, juntamente com o sensoriamento remoto e o Sistema de Informações Geográficas (SIG), contribuem para a realização de inúmeros estudos ambientais (FUJACO; LEITE; MESSIAS, 2010). Atualmente, a integração da abordagem multicriterial com o SIG é considerada um avanço quando comparada aos procedimentos convencionais de cruzamento de informações georreferenciadas.

Therivel (2010) destaca a análise de multicritério entre as principais técnicas utilizadas para o processo de Avaliação Ambiental Estratégica. Para o autor, tal técnica permite o envolvimento de várias partes interessadas, demonstra

que algumas questões podem ter maior valor de importância que outras e pode ser utilizada em diferentes situações, comparando alternativas com dados quantificáveis ou não. Ainda segundo o mesmo autor, essa abordagem reflete o conceito de que os diferentes tópicos, objetivos e indicadores da Avaliação Ambiental Estratégica podem possuir diferentes pesos na tomada de decisão, possibilitando analisar e comparar como diferentes alternativas alcançam diferentes objetivos, considerando o “peso” de cada objetivo e identificando a alternativa mais aplicável.

A abordagem multicriterial combina e transforma dados espaciais (planos de informação de entrada) em mapas finais que serão utilizados para analisar o problema em questão, sendo que é importante considerar a capacidade do SIG de adquirir, armazenar, recuperar, manipular e analisar os dados georreferenciados, e combinar esses dados de forma a influenciar os tomadores de decisão (MALCZEWSKI, 2004).

2.4.1 Sobreposição de Mapas

A sobreposição de mapas é uma técnica que permite a análise de um problema por meio de comparações imediatas e intuitivamente ricas (RAFOLS; PORTER; LEYDESDORFF, 2010).

Existem dois métodos para a sobreposição de mapas utilizando o SIG, a lógica *booleana* e a combinação ponderada (MALCZEWSKI, 2004). No método *booleano*, são utilizados comandos lógicos de adequação para todos os critérios e, posteriormente, estes são combinados por meio de um ou mais operadores lógicos, tais como interseção (AND) e união (OR) (EASTMAN, 2011). Já no método de combinação ponderada, é realizada a padronização de critérios contínuos (fatores), atribuindo pesos de importância em um intervalo comum,

sendo os mapas combinados por meio de uma média ponderada (EASTMAN, 2011; MALCZEWSKI, 2004).

As principais vantagens do método de combinação ponderada sobre a lógica *booleana* consistem na representação contínua da paisagem e na possibilidade dos fatores receberem pesos conforme seu valor de importância para o estudo (CHEN; BLONG; JACOBSON, 2001; KANGAS et al., 1998; STORE; KANGAS, 2001).

A representação contínua da paisagem é possível por meio da padronização dos fatores em uma escala numérica comum, baseada na lógica *fuzzy* (EASTMAN, 2011). A lógica *fuzzy* representa uma extensão da lógica binária clássica, possibilitando definir conjuntos sem limites claros ou associações parciais de elementos pertencentes a um determinado conjunto (ZADEH, 1965). Para Malczewski (2004), um conjunto *fuzzy* é aquele cujo os objetos podem ter um valor de importância entre 0 e 1, opondo-se a lógica *booleana* em que cada critério deve possuir o valor 0 ou 1. Segundo o mesmo autor, a lógica *fuzzy* possui como conceito central a função de associação, a qual representa numericamente o grau em que um determinado elemento pertence ao conjunto, fornecendo uma estrutura para representar e tratar de incertezas no sentido de indefinição, imprecisão, falta de informação e verdade parcial.

Os métodos de sobreposição ponderada mais utilizados são Combinação Linear Ponderada e Média Ponderada Ordenada. Para Malczewski (2004), o que diferencia as duas técnicas é o fato da média ponderada ordenada adicionar pesos de ordem ao processo, ao invés de apenas utilizar os pesos de importância de critério. Assim, os pesos de fatores da Combinação Linear Ponderada passam a ser nomeados como pesos de compensação (MALCZEWSKI, 1999).

Um dos métodos mais utilizados para auxiliar na definição de pesos de compensação dos fatores em problemas de tomada de decisão com priorização de alternativas é a *Analytic Hierarchy Process* (AHP ou Processo Analítico

Hierárquico), a qual foi desenvolvida por Saaty (1980) (HERVA; ROCA, 2013). Esta técnica pode ser utilizada como uma ferramenta na construção de consensos pelos tomadores de decisão (SAATY, 1980).

Na análise AHP os elementos são comparados dois a dois, identificando quão mais importante um é em relação ao outro (HUANG; KEISLER; LINKOV, 2011), sendo a intensidade de preferência entre esses dois elementos definida com base na tabela de comparação (Tabela 3) desenvolvida por Tomas L. Saaty (1980) em um intervalo de 1 a 9 (HERVA; ROCA, 2013).

Tabela 3 Escala numérica de Saaty

Escala numérica	Escala verbal	Explicação
1	Ambos os elementos são de igual importância	Ambos elementos contribuem com a propriedade de igual forma
3	Moderada importância de um elemento sobre o outro	A experiência e a opinião favorecem um elemento sobre o outro
5	Forte importância de um elemento sobre o outro	Um elemento é fortemente favorecido
7	Importância muito forte de um elemento sobre o outro	Um elemento é muito fortemente favorecido sobre o outro
9	Extrema importância de um elemento sobre o outro	Um elemento é favorecido pelo menos com uma ordem de magnitude de diferença
2, 4, 6 e 8	Valores intermediários entre opiniões adjacentes	Usados como valores de consenso entre opiniões
Incremento 0,1	Valores intermediários na graduação mais fina de 0,1	Usados para graduações mais finas de opiniões

Fonte: Adaptado de Saaty (1980) por Freitas, Martins e Souza (2006)

3 Material e Métodos

3.1 Caracterização da Área de Estudo

A área escolhida para o estudo foi a vertente mineira da Bacia Hidrográfica do Rio Grande (BHRG) em razão da sua importância em extensão, diversidade biológica, econômica e a necessidade existente de desenvolvimento de ações estratégicas para a o manejo conservacionista.

A bacia possui uma área consideravelmente extensa no território brasileiro, localizando-se na Região Sudeste do Brasil, na Região Hidrográfica Paraná que, em conjunto com as Regiões Hidrográficas Paraguai e Uruguai, compõem a Bacia do Prata. A bacia abrange uma área de drenagem de 143.437,79 km², dos quais 57.092,36 km² (39,80%) encontram-se dentro do Estado de São Paulo e 86.345,43 km² (60,20%) no Estado de Minas Gerais (Figura 3).

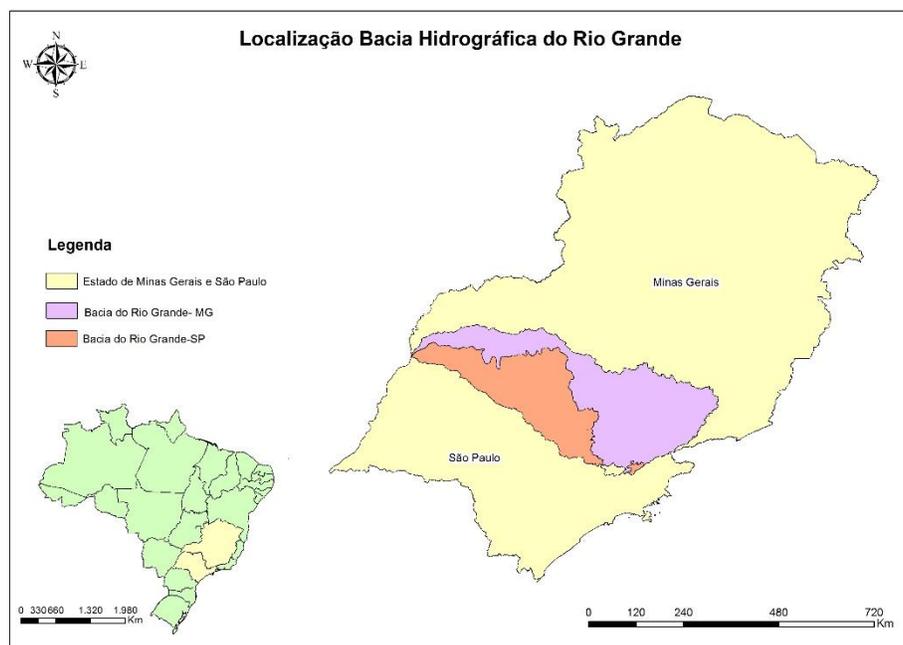


Figura 3 Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Grande.

A BHRG está subdividida em 14 unidades de gestão, sendo seis unidades localizadas no Estado de São Paulo, as quais são denominadas Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRH), e oito unidades no Estado de Minas Gerais, as quais são denominadas Unidades de Gestão sob a sigla específica GD (Figura 4).

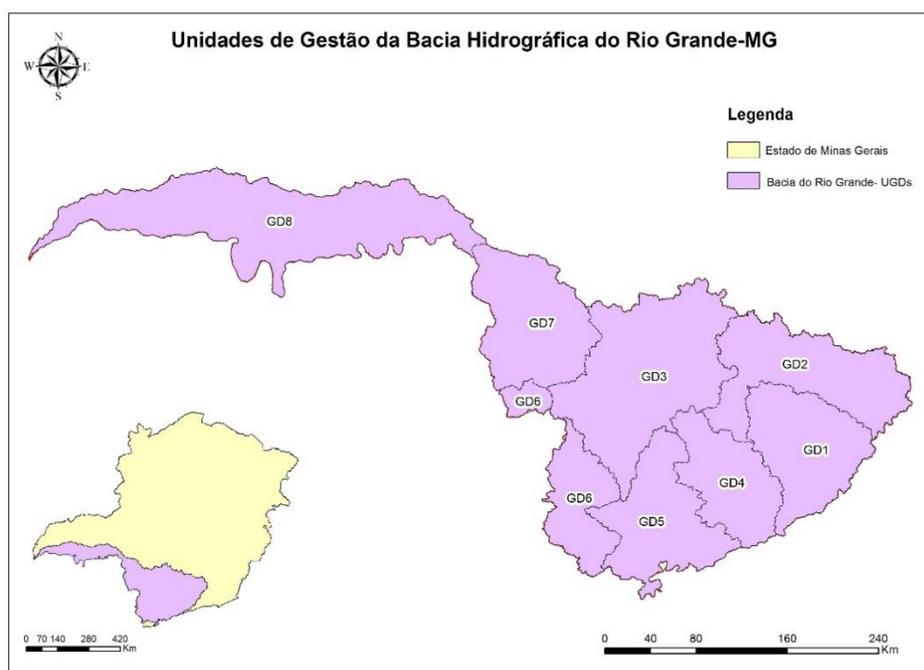


Figura 4 Unidades de Gestão da Bacia Hidrográfica do Rio Grande-MG.

A seguir são apresentadas as oito unidades de gestão da vertente mineira com suas respectivas áreas (Tabela 1).

Tabela 4 Identificação das unidades de gestão da BHRG-MG

Unidades de Gestão da BHRG-MG			
IDENTIFICAÇÃO		ÁREA DE DRENAGEM	
Nome	Sigla/Número	Km ²	%
Alto Grande	GD1	8.778,41	6,12
Mortes/Jacaré	GD2	10.560,33	7,36
Entorno do reser. Furnas	GD3	16.552,25	11,5 4
Verde	GD4	6.937,73	4,84
Sapucaí	GD5	8.876,60	6,19
Mogi Guaçu/Pardo	GD6	6.009,01	4,19
Médio Grande	GD7	9.870,70	6,88
Baixo Grande	GD8	18.760,40	13,0 8
		86.345,43	60,2

Fonte: IPT (2008)

A bacia é composta, principalmente, por dois biomas, Mata Atlântica e Cerrado (Figura 5). A Mata Atlântica é uma das áreas mais ricas em biodiversidade e mais ameaçada do planeta, sendo um bioma de grande prioridade para a conservação da biodiversidade mundial. Atualmente, restam apenas 8,5% da área original de remanescentes florestais de 100 hectares (SOS MATA ATLÂNTICA, 2014). O Cerrado é o segundo maior bioma da América do Sul, ocupando cerca de 22% do território brasileiro, e sendo descrito como a savana mais rica do mundo quando considerada sua biodiversidade, incluindo uma grande quantidade de espécies endêmicas (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2015). Apesar de sua grande importância ambiental e social, o Cerrado possui a menor porcentagem de áreas sobre proteção integral no país.

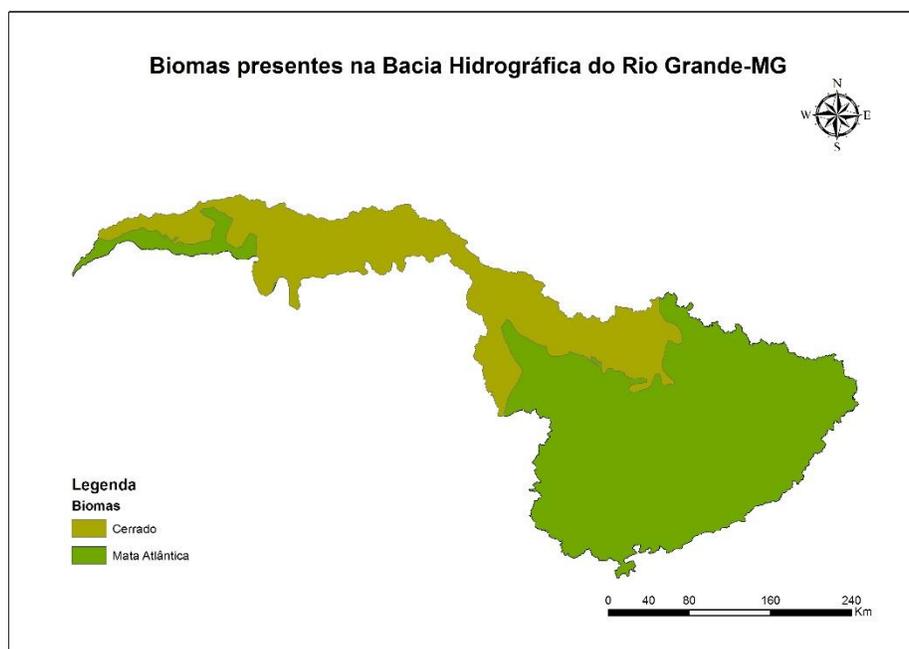


Figura 5 Biomas presentes na vertente mineira da Bacia Hidrográfica do Rio Grande.
Fonte: ZEE

Quanto a sua hidrografia, a BHRG possui 12,37% dos seus cursos d'água pertencentes à União, 51,40% ao Estado de Minas Gerais e 36,23% ao Estado de São Paulo, o que exemplifica a necessidade de uma gestão descentralizada, compartilhada e participativa dos recursos hídricos (COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA, 2015). O Rio Grande possui uma extensão em torno de 1.430 km na vertente mineira da BHRG, sendo este o principal rio e o que dá nome a bacia (Figura 6).

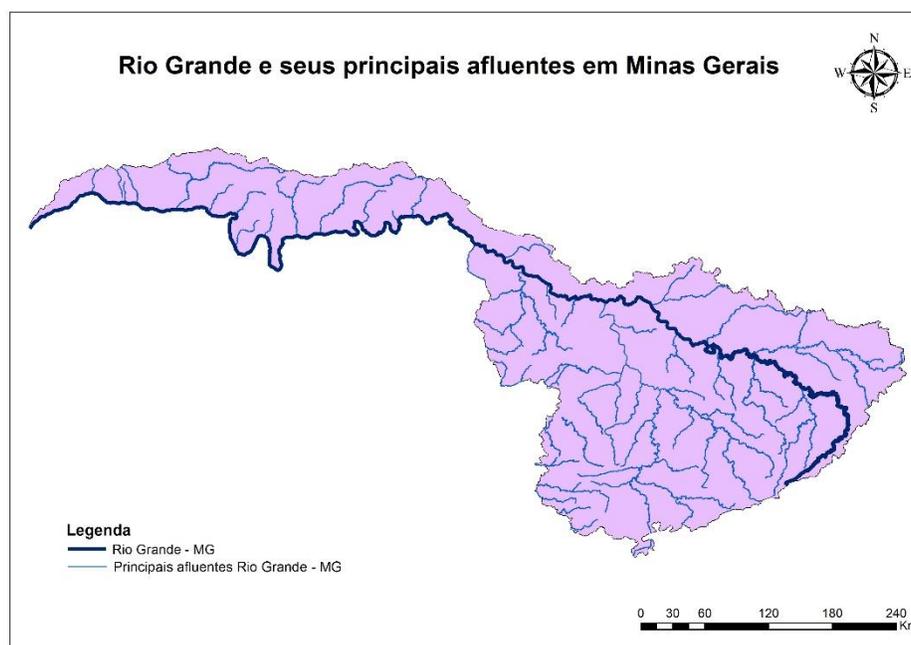


Figura 6 Hidrografia da Bacia do Rio Grande – MG.
Fonte: IGAM (2014)

3.2 Base de Dados

3.2.1 Classe de Solo

Para a classificação de solos do trabalho, foi utilizada a base de dados disponível no Mapa de Solos do Estado de Minas Gerais publicado no ano de 2010. O mapeamento foi realizado pelo Departamento de Ciência do Solo (DCS) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Departamento de Solos (DPS/LABGEO) da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM) e Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC), em parceria com o Governo de Minas Gerais. Para o estudo, foi utilizada a versão atualizada do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos da

Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária ((EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA E AGROPECUÁRIA, 2006).

Visando simplificar e possibilitar a utilização da base de dados nesse estudo, a classificação dos solos antes expandida, foi reagrupada conforme o 1º nível categórico (ordem) de classificação. Para a Bacia Hidrográfica do Rio Grande, foram identificados Argissolos, Cambissolos, Gleissolos, Latossolos, Neossolos, Nitossolos, Plintossolos e Afloramentos Rochosos (Figura 7).

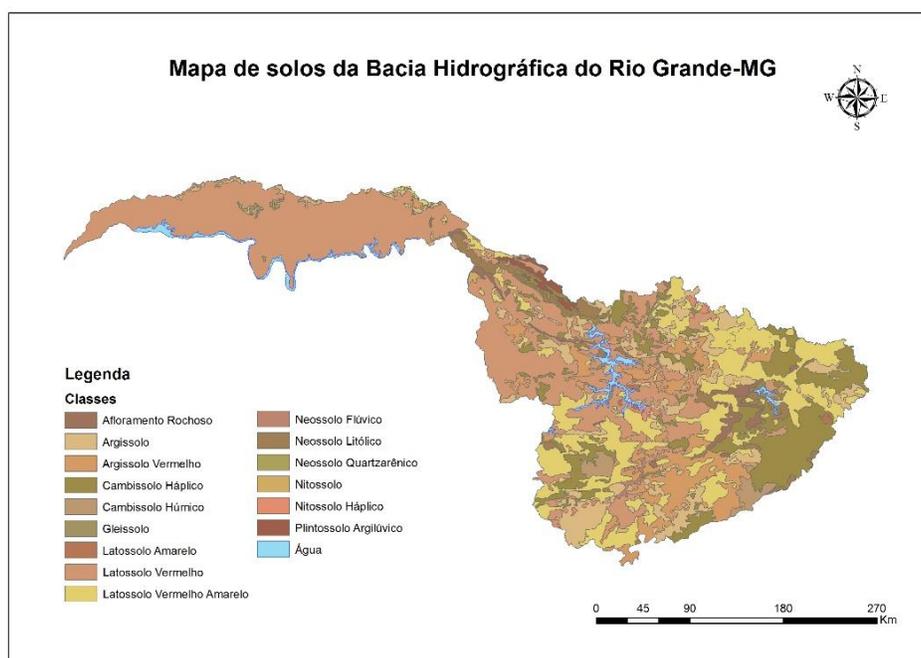


Figura 7 Mapa de solos da Bacia Hidrográfica do Rio Grande-MG.

A seguir são apresentadas, de forma simplificada, as principais características pedológicas de cada solo (Tabela 5). Os afloramentos rochosos, não apresentados na tabela, abrigam um ecossistema de estrutura frágil e recebem pouca atenção de especialistas e ambientalistas, requerendo ações importantes para a sua proteção (MEIRELLES; PIVELLO; JOLY, 1999).

Tabela 5 Classes de solo de alto nível da nova classificação

Argissolo
Solos com B textural, argila de atividade baixa, ou conjugada com saturação por bases baixa ou caráter álitico.
Cambissolo
Horizonte A ou hístico sobre horizonte B incipiente.
Gleissolos
Horizonte glei dentro dos primeiros 150cm da superfície do solo, imediatamente abaixo de horizonte A ou E, ou de horizonte hístico <40cm.
Latossolo
Horizonte B latossólico abaixo de qualquer horizonte A dentro de 200cm da superfície ou de 300cm se horizonte A tiver mais de 150cm de espessura. O horizonte B latossólico não pode estar abaixo de horizonte hístico.
Neossolo
Sem horizonte B, glei, vértico, plúntico ou A chernozêmico junto com caráter carbonático, ou conjugado com horizonte C cálcico, ou com caráter carbonático.
Nitossolo
Horizonte B nítico, teor de argila > 350g/kg, argila de atividade baixa ou caráter álitico, estrutura em blocos ou prismáticas moderada ou forte e superfícies reluzentes relacionadas à cerosidade e/ou superfícies de compressão. A relação textural é $\leq 1,5$.
Plintossolo
Expressiva plintização, com ou sem formação de petroplintita (concreções). Imperfeitamente ou mal drenado; horizonte plúntico, f, em algum sub-horizonte de 0 a 40cm, ou 0 a 20cm; nesse caso, quando abaixo do horizonte E ou de horizonte com propriedades hidromórficas, como cores variegadas ou mosqueados abundantes.

Fonte: Adaptado de EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA E AGROPECUÁRIA (1988, 1999, 2006).

3.2.2 Uso e Ocupação do Solo

Os dados referentes ao uso do solo para a vertente mineira da bacia foram disponibilizados pelo Laboratório de Estudos e Projetos em Manejo Florestal (LEMAF) da Universidade Federal de Lavras (UFLA). A base de dados faz parte

do programa de Revitalização das Áreas de Preservação Permanente da Bacia do Rio Grande, resultado de uma parceria entre a UFLA e a Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG) para a construção de um modelo fitogeográfico da bacia, em razão da sua importância no fornecimento de água e geração de energia elétrica para o Estado de Minas Gerais.

Na classificação do uso do solo para a vertente mineira da Bacia Hidrográfica do Rio Grande, foram identificadas as classes de agropecuária, afloramento rochoso, água, eucalipto, vegetação nativa, solo exposto (onde estão inclusas também as áreas urbanas) e veredas (Figura 8).

O uso do solo desempenha um importante papel na qualidade do meio ambiente como estrutura física e espaço social, sendo objeto de intervenções antrópicas intensas (MILARÉ, 2014). Nesse contexto, a utilização do recurso solo deve ser considerada nos estudos ambientais de forma a relevar aspectos científicos e técnicos, embasados em normas legais.

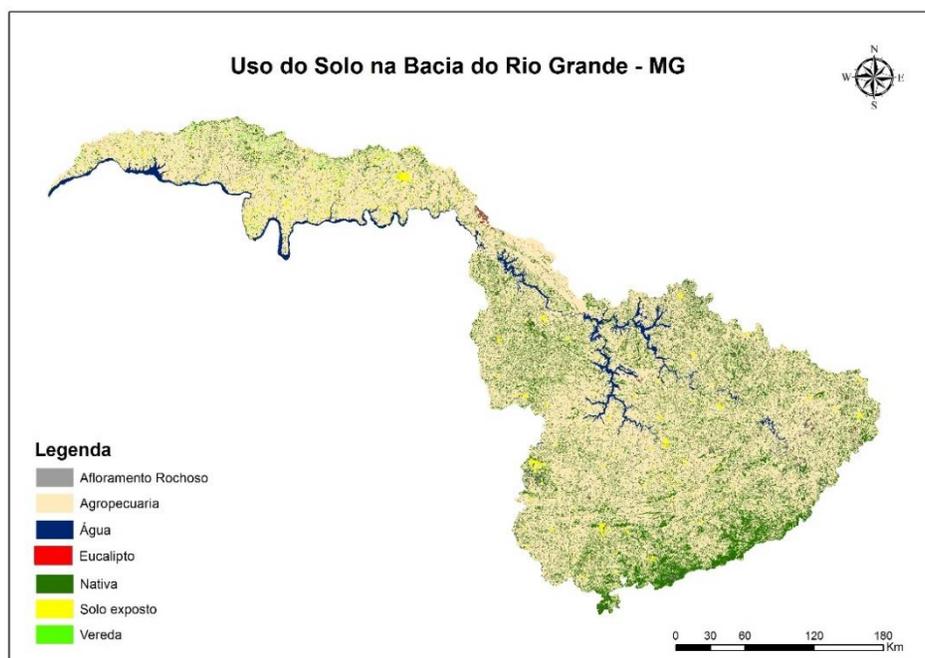


Figura 8 Uso e ocupação do solo da Bacia Hidrográfica do Rio Grande-MG.

3.2.3 Índice de Qualidade da Água

A identificação da qualidade das águas tem se tornado uma ferramenta importante para definir ações estratégicas que visem a conservação, recuperação e o uso racional dos recursos hídricos, resultando na redução de conflitos e direcionamento das atividades econômicas (INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS, 2015).

A base de dados referente aos valores de Índice de Qualidade da Água (IQA) utilizada neste estudo foi disponibilizada pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), órgão responsável pelo monitoramento da qualidade das águas superficiais no Estado de Minas Gerais. O IGAM executa desde 1997 o

Projeto Águas de Minas, disponibilizando uma série histórica da qualidade das águas e gerando dados indispensáveis ao gerenciamento dos recursos hídricos.

Atualmente, o projeto possui 71 estações da rede básica de monitoramento na vertente mineira da Bacia do Rio Grande. As estações estão localizadas estrategicamente para o acompanhamento da evolução da qualidade das águas, identificação de tendências e apoio a elaboração de diagnósticos (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2012).

O IQA é um indicador que avalia a contaminação dos corpos hídricos superficiais em decorrência de matéria orgânica e fecal, sólidos e nutrientes (INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS, 2015). Abaixo são apresentadas as classes de Índice de Qualidade da Água adotadas pelo IGAM (Tabela 6). As classes Excelente, Bom e Médio, representam as águas apropriadas para tratamento convencional visando o abastecimento público. Já as classes Ruim e Muito Ruim, são as águas impróprias para tratamento convencional visando o abastecimento público, sendo necessários tratamentos mais avançados.

Tabela 6 Classes do Índice de Qualidade da Água

Valor do IQA	Classes
$90 < \text{IQA} \leq 100$	Excelente
$70 < \text{IQA} \leq 90$	Bom
$50 < \text{IQA} \leq 70$	Médio
$25 < \text{IQA} \leq 50$	Ruim
$\text{IQA} \leq 25$	Muito Ruim

Fonte: INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (2012)

Para este trabalho, os dados foram tratados em três etapas, baseando-se na metodologia aplicada para o IQA médio da BHRG pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS, 2008) com algumas adaptações. Primeiramente, foi calculada a média anual de cada estação de monitoramento de cada GD, baseada nos valores trimestrais de IQA, para o

período de 2009 a 2014. Posteriormente, foi calculada a média de IQA entre os anos de 2009 a 2014 para cada estação de monitoramento de cada GD. Finalmente, foi calculada a média do IQA para cada GD do período (ANEXO A).

Como resultado, tem-se um valor médio final de IQA para cada GD, baseado na série histórica de 2009 a 2014, obtendo-se os valores apresentados na Tabela 7 abaixo.

Tabela 7 Valores finais médios do IQA para cada GD, baseado na série histórica de 2009 a 2014

GD1	GD2	GD3	GD4	GD5	GD6	GD7	GD8
66,31	60,33	49,47	61,16	57,62	55,96	52,28	57,56

3.2.4 Índice Ecológico Econômico

O Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) é uma ferramenta que compõe uma ampla base de dados de informações oficiais, sem caráter limitador, impositivo ou arbitrário, que tem como objetivo apoiar a gestão territorial, fornecendo subsídios técnicos para a definição de áreas prioritárias para a proteção e conservação da biodiversidade e para o desenvolvimento segundo critérios de sustentabilidade econômica, social, ecológica e ambiental (ZONEAMENTO ECOLÓGICO ECONÔMICO DE MINAS GERAIS, 2015).

O ZEE é um instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente regulamentado pelo decreto nº 4.297/2002, o qual tem como objetivo geral viabilizar o desenvolvimento sustentável a partir da compatibilização do desenvolvimento socioeconômico com a proteção ambiental (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2015). O zoneamento do Estado de Minas Gerais foi executado na escala de 1:250.000, tendo sido aprovado por meio da Deliberação Normativa nº 129/2008 do Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM).

O projeto ZEE-MG foi desenvolvido pela Universidade Federal Lavras (UFLA) através de Convênio de Cooperação Administrativa, Técnica, Científica, Financeira e Operacional, firmado com a Secretaria de Meio Ambiente (SEMAD) mineira e seus órgãos vinculados.

O Índice Ecológico-Econômico (IEE) é o resultado da combinação lógica-intuitiva dos vários níveis de potencialidade social com os de vulnerabilidade natural, sendo um dos principais resultados do ZEE. As possíveis combinações permitem agrupar áreas semelhantes quanto à severidade dos problemas ambientais e dos potenciais sociais que nelas podem ser encontrados.

O método de classificação do IEE é baseado nas possíveis combinações dos níveis de vulnerabilidade natural e potencialidade social (ANEXO B, Figura 9). Desta forma, são identificadas 6 zonas de desenvolvimento, como apresentadas a seguir:

1. AA = Terras de baixa vulnerabilidade em locais de alto potencial social
2. AB = Terras de alta vulnerabilidade em locais de alto potencial social
3. BA = Terras de baixa vulnerabilidade em locais de médio potencial social
4. BB = Terras de alta vulnerabilidade em locais de médio potencial social
5. CA = Terras de baixa vulnerabilidade em locais de baixo potencial social
6. CB = Terras de alta vulnerabilidade em locais de baixo potencial social

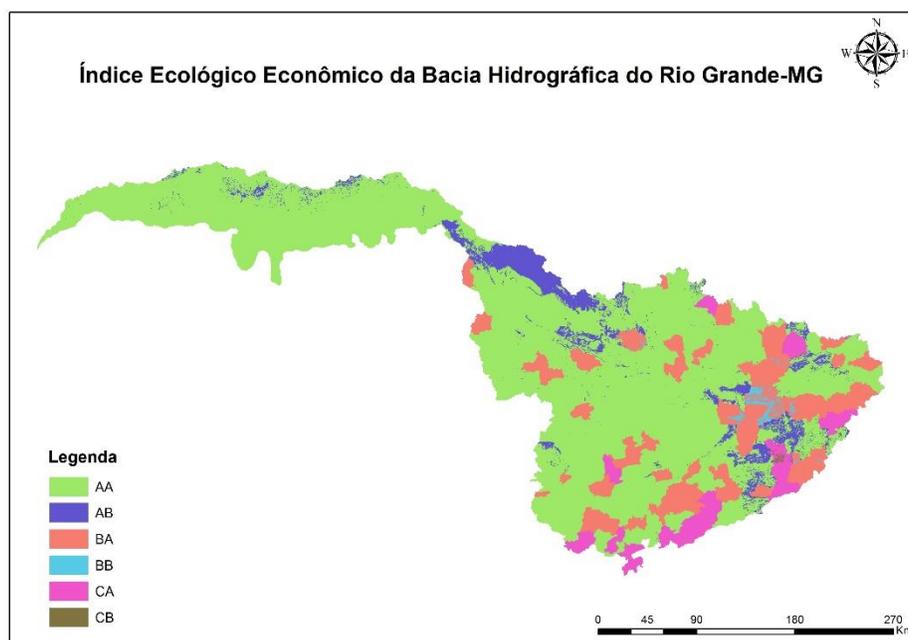


Figura 9 Uso e cobertura do solo da Bacia Hidrográfica do Rio Grande-MG

Foram consideradas cinco zonas temáticas no estudo: zonas urbanas, zonas de proteção integral, zonas potenciais e especiais para mineração, zonas especiais de uso sustentável e áreas indígenas. Essas zonas são formadas por regiões que têm restrições legais, pontos urbanos e as áreas registradas como tendo potencial para mineração, independentemente de estarem em locais onde nunca serão viabilizadas por questões legais (ZONEAMENTO ECOLÓGICO ECONÔMICO DE MINAS GERAIS, 2015).

3.3 Padronização dos Dados

Os fatores foram definidos conforme a necessidade de caracterização socioambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Grande-MG como descrito no item 3.2. Durante o processo de decisão, fez-se necessário definir o valor de

importância de cada critério, dentro de cada fator, inserindo-os em um intervalo de 1 a 9 com base na literatura relacionada ao tema, visando a padronização dos dados, posteriormente utilizados no modelo. A padronização dos critérios de cada mapa possibilita que as diferentes unidades temáticas existentes sejam uniformizadas (DE PAULA; SOUZA, 2007).

Segundo Martins et al. (2014), os valores atribuídos para cada um dos critérios, tem como função a quantificação da importância relativa dos mesmos no processo de decisão. Cada unidade foi ponderada de acordo com sua importância quanto a preservação da bacia, onde os valores mais próximos de 1 representam áreas com menor proteção ambiental e valores mais próximos de 9 representam áreas com maior proteção ambiental. Para esta etapa do trabalho, foi utilizada a ferramenta *reclassify* do ArcGIS versão 10.3.

3.3.1 Classe do Solo

A hierarquização dos critérios foi baseada nas características morfopedológicas de cada classe de solo e na revisão de literatura. Para áreas onde ocorrem solos mais estáveis, foram atribuídos valores mais próximos de 9, como por exemplo os Latossolos e Argissolos, sendo estes de uma forma geral, mais bem desenvolvidos, com maior profundidade e com melhores propriedades físicas (FRANCO et al, 2013). Cambissolos e Nitossolos receberam valores intermediários, enquanto que Gleissolos, Neossolos, Plintossolos e afloramentos rochosos receberam valores mais próximos de 1, por apresentarem menor estabilidade e maior necessidade de proteção. Para a água descrita no mapa, foi atribuído o valor 9, por este critério representar área de alta preservação do ambiente (Tabela 8).

Tabela 8 Classificação do fator Classe de Solo

Classe	Peso	Proteção
Água	9	Alta
Latosolo	8	↓
Argissolo	7	
Nitossolo	6	
Cambissolo	5	
Gleissolo	4	
Neossolo	3	
Plintossolo	2	
Afloramento Rochoso	1	

3.3.2 Uso e Ocupação do Solo

Os critérios do fator uso e ocupação do solo foram classificados, com base na literatura, dentro da amplitude de 1 a 9 pré-determinada para este trabalho. As classes que apresentam maior proteção ambiental receberam valores mais próximos de 9, enquanto que classes que apresentam menor proteção ambiental receberam valores mais próximos de 1 (Tabela 9). O uso adequado do solo e a cobertura vegetal resultam na proteção contra perdas de materiais e efeitos modificadores do relevo (KAWAKUBO et al, 2005), resultando em maior preservação da área.

Tabela 9 Classificação do fator Uso e Ocupação do Solo

Classe	Peso	Proteção
Nativa	9	Alta
Água	9	↓
Vereda	8	
Plantada	6	
Agropecuária	5	
Solo Exposto	1	

3.3.3 Índice de Qualidade da Água

A feição Índice de Qualidade da Água foi classificada conforme àquela adotada pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas, apresentada no item 3.2.3. As subdivisões excelente, bom, médio, ruim e muito ruim foram distribuídas ao longo da amplitude definida para a padronização dos dados de 1 a 9 (Tabela 10).

Tabela 10 Classificação do fator Índice de Qualidade da Água

Classe	Peso	Proteção
Excelente	9	Alta
Bom	7	↓
Médio	5	
Ruim	3	
Muito Ruim	1	
		Baixa

3.3.4 Índice Ecológico Econômico

A hierarquização dos dados de Índice Ecológico Econômico foi baseada no método de classificação do Zoneamento Ecológico Econômico, apresentado no item 3.2.4, o qual é baseado nas possíveis combinações dos níveis de vulnerabilidade natural e potencialidade social. Este método define 6 zonas de desenvolvimento (AA, AB, BA, BB, CA e CB), as quais foram escalonadas, segundo suas características, ao longo da amplitude definida para a padronização dos dados de 1 a 9 (Tabela 11).

Tabela 11 Classificação do fator Índice Ecológico Econômico

Classe	Peso	Proteção
AA	9	Alta
AB	7	↓
BA	5	
BB	4	
CA	3	
CB	1	
		Baixa

3.4 Sobreposição dos Dados

O procedimento utilizado na Análise de Decisão de Multicritério depende da definição e caracterização dos fatores por meio de pesos de juízo de valores (SCHWENK et al, 2012), sendo possível avaliar o estado de preservação da Bacia Hidrográfica do Rio Grande-MG, visando a criação de um plano de ação para a sua conservação.

Para o cruzamento de fatores foi utilizada a metodologia de Multicritério Aditiva proposta por Silva e Zaidan (2004), por meio da inserção de notas e pesos em um algoritmo de decisão (Equação 1), utilizando ferramentas de SIG, sensoriamento remoto e critérios de decisão.

$$A_{ij} = \sum_{k=1}^n (P_k \times N_k) \quad (1)$$

Onde:

A_{ij} é uma célula raster;

n é o número de camadas ou mapas;

P é o peso atribuído ao parâmetro (valor de 0 a 1);

N é a nota atribuída à gradação obtida nos mapas.

Foram atribuídas notas (N) aos fatores variando de 1 a 9, considerando valores próximos a 1 as áreas com menor proteção ambiental e valores próximo a 9 as áreas com maior proteção ambiental, conforme a padronização apresentada

no item 3.3. Posteriormente, cada mapa temático (fatores) foi modelado no formato numérico e feita a atribuição de pesos de compensação (P), os quais expressam a importância, ou ordem de importância, dos fatores no processo de tomada de decisão. Os pesos foram determinados com base na revisão de literatura, em projetos desenvolvidos, na técnica participatória e utilizando o método de comparação pareada, proposto por Saaty (1980) no contexto da análise multicriterial AHP (*Analytic Hierachy Process* ou Processo Analítico Hierárquico).

A comparação pareada foi baseada na importância relativa entre os pares de fatores considerando a conservação da bacia, com valores entre 1 e 9 como apresentado no item 2.3.2. A matriz de comparação pareada (Tabela 12) foi gerada por meio da extensão AHP do ArcGIS, versão 10.3. Posteriormente, foi utilizada a ferramenta *raster calculator*, do mesmo software, para o cálculo final do algoritmo de decisão.

4 Resultados e Discussões

4.1 Processamento dos dados

Após a padronização e reclassificação dos dados, foi realizada a atribuição de pesos aos fatores utilizando a técnica multicriterial AHP, uma extensão do ArcGIS, versão 10.3. Para a matriz de comparação (Tabela 12), utilizou-se a escala de ponderação pareada definida por Saaty (1980), baseada na importância relativa entre os fatores para a preservação da Bacia Hidrográfica do Rio Grande-MG.

Tabela 12 Matriz de comparação pareada entre os campos de fatores

Fatores	Uso do solo	IQA	Classe de solo	IEE
Uso do solo	1	2	2	3
IQA		1	3	2
Classe de solo			1	2
IEE				1

Pesos de compensação gerados pelo método AHP:

- I. Uso do solo = 0,41
- II. IQA = 0,3012
- III. Classe de solo = 0,1709
- IV. IEE = 0,1178

Observou-se que os fatores de uso do solo e índice de qualidade da água obtiveram valores mais altos, sendo a soma de ambos maior que 2/3 do somatório dos pesos. Isto se deve, principalmente, à importância que o fator uso do solo representa para a preservação da bacia. Para Zalidis et al. (2002), as mudanças do uso e ocupação do solo representam umas das principais forças motrizes para a degradação ambiental, em especial sobre o solo e a água.

De posse dos pesos e notas de cada feição, foi utilizada posteriormente a seguinte expressão (Equação 2) para o cálculo final do algoritmo de decisão, com auxílio da ferramenta *raster calculator* do software ArcGIS:

$$\text{Preservação} = (\text{Uso do solo} \times 0,41) + (\text{IQA} \times 0,3012) + (\text{Classe de solo} \times 0,1709) + (\text{IEE} \times 0,1178) \quad (2)$$

Como resultado da sobreposição dos dados, foi possível a obtenção de informações na forma de superfície contínua da área de estudo, com a representação dos graus de preservação da bacia, considerando os fatores escolhidos, conforme a Figura 10.

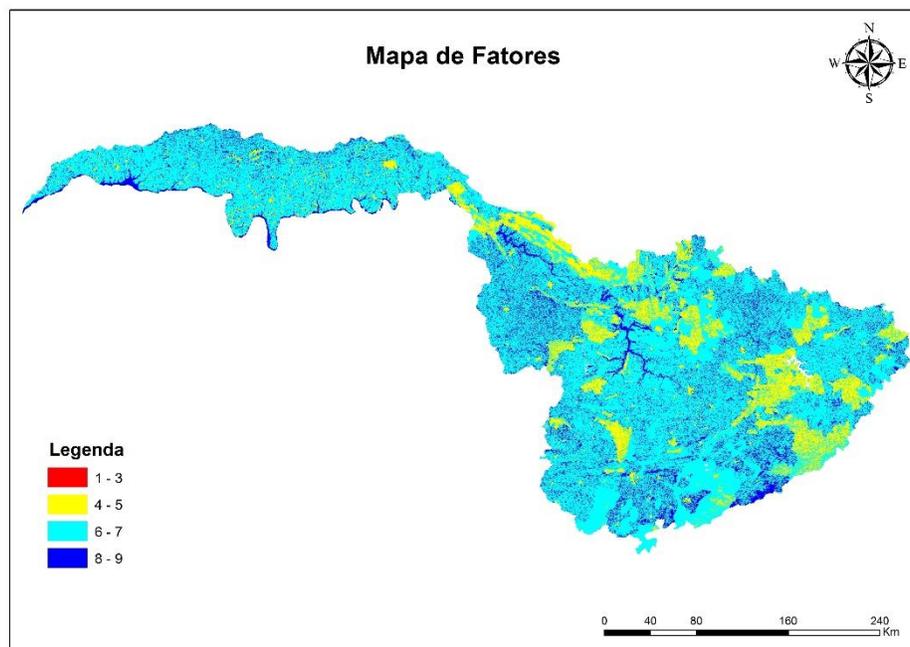


Figura 10 Mapa de fatores do modelo de Multicritério Aditivo.

Visando a exposição mais clara dos resultados, as informações foram organizadas conforme a distribuição da porcentagem da área presente em cada classe de preservação para a bacia (Tabela 13) e segundo a porcentagem da área em cada classe de preservação para cada unidade gestão separadamente (Tabela 14). As classes foram subdivididas em um intervalo de 1 a 9, em que os valores mais próximos de 1 representam áreas com menor proteção ambiental e valores mais próximos de 9 representam áreas com maior proteção ambiental.

Tabela 13 Área (%) pertencente a cada classe de preservação na BHRG

Bacia Hidrográfica do Rio Grande-MG		
Classes	Preservação	Área (%)
1 - 3	Ruim	0,43
4 - 5	Média	34,51
6 - 7	Boa	52,50
8 - 9	Muito Boa	12,56
Total		100,00

Pela metodologia aplicada neste trabalho, foi possível observar na Tabela 13 que mais de 50% da área da bacia encontra-se em uma situação considerada boa. Entretanto, 34,51% da área da bacia na vertente mineira possui uma classificação de preservação considerada média. Neste contexto, fica evidente a necessidade de criação de medidas de prevenção e de compensação para a conservação da bacia, principalmente, quando considera-se a extensão da área de estudo.

Pela Tabela 14, foi possível observar a porcentagem de área em cada classe de preservação para cada unidade de gestão separadamente. Deve-se ressaltar que as unidades GD1, GD2 e GD3 não apresentaram valor significativo em porcentagem de área para a classe de preservação muito boa.

Tabela 14 Área (%) de cada classe de preservação em cada Unidade de Gestão da BHRG

Classes	Preservação	Área (%)							
		GD1	GD2	GD3	GD4	GD5	GD6	GD7	GD8
1 - 3	Ruim	4,23	0,13	0,73	0,21	0,20	1,81	0,08	0,15
4 - 5	Média	41,86	30,62	82,19	23,17	22,62	17,80	23,05	21,13
6 - 7	Boa	53,91	69,25	17,09	68,91	67,92	56,50	53,77	43,99
8 - 9	Muito Boa	0,00	0,00	0,00	7,71	9,26	23,89	23,10	34,73
Total		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

A unidade de gestão GD1 apresentou pouco mais de 40% da sua área na classificação média, devendo destacar o fato de que 4,23% encontra-se na classe ruim. A aceleração da erosão devido ao manejo inadequado do solo é considerado um dos principais problemas desta unidade, ressaltando a questão de lançamento de esgoto sanitário e carga difusa da agricultura em cursos d'água, sendo que a GD1 apresenta ainda, o menor Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de toda a bacia (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS, 2008). Pinto (2007) estudando a qualidade da água de três sub-bacias nesta unidade, encontrou valores elevados de coliformes fecais, DBO (demanda bioquímica de oxigênio) e fósforo, corroborando com a classificação proposta.

A unidade de gestão GD3 apresentou mais que 80% em área classificada como média. Esta área apresentou o menor valor médio de IQA de toda a bacia. Segundo o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS, 2008) as maiores áreas de pastagem/campo antrópico encontram-se nessa unidade e quase 30% de sua extensão é ocupada por áreas agrícolas. Menezes (2006), utilizando a metodologia multicriterial, definiu a GD3 como uma região de priorização de ações de vigilância, quando considera-se a presença de agrotóxicos em águas superficiais. Menezes (2007), estudando sub-bacias na mesma unidade de gestão, concluiu que regiões consideradas por lei como áreas de preservação permanente possuem usos agrícolas diferenciados, não ocorrendo a manutenção da vegetação nativa indicada pela legislação.

As unidades GD4 e GD5 apresentaram, de uma forma geral, valores intermediários, em torno de 23% para a classe média, 68% para a classe boa e 8% para muito boa, ficando a classe ruim em torno de 0,20% da área. Deve-se ressaltar, ainda, a porcentagem da área das unidades GD6 e GD7 para a classe muito boa, em torno de 23%, e 34,73% na mesma classe para a GD8. Noronha, Sabino e Lage (2014), estudando os recursos hídricos do município de Uberaba, na unidade GD8, indicaram que a qualidade da água dessa região está diretamente

relacionada ao uso e ocupação do solo, sendo as atividades agropecuária e industrial as principais fontes de desconformidades dos parâmetros analisados, e recomendando melhoramento da qualidade ambiental da área.

4.2 Análise da pertinência do uso da Avaliação Ambiental Estratégica para a conservação e preservação da vertente mineira da Bacia Hidrográfica do Rio Grande

Esta etapa do trabalho apresenta uma proposta de análise da pertinência de aplicação da Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) para facilitar a abordagem e a integração da variável ambiental ao planejamento de manejo da vertente mineira da Bacia Hidrográfica do Rio Grande (BHRG).

Atualmente, tem sido dada maior importância para a proteção dos recursos naturais, existindo uma crescente necessidade de integrar as três dimensões do conceito de sustentabilidade no processo de tomada de decisão: meio ambiente, sociedade e crescimento econômico (GULLÓN, 2005).

Nesse contexto, a ideia de desenvolvimento sustentável tem sido incorporado ao manejo dos recursos hídricos, sendo que, para Gullón (2005), fica evidente que a AAE pode contribuir de forma crucial para a integração da avaliação da sustentabilidade nas decisões desse setor. Deve-se ressaltar que o principal objetivo da AAE é ajudar a proteger o meio ambiente e promover a sustentabilidade, existindo diversas formas de contribuir para a realização deste processo (THERIVEL, 2010).

A AAE pode contribuir para o manejo dos recursos hídricos promovendo a inserção das variáveis ambientais durante todas as fases do processo, por meio da identificação dos fatores ambientais, susceptibilidades e tendências para a implementação dos programas, levantamento de alternativas para as metas

estabelecidas e considerações pertinentes sobre os potenciais impactos ambientais de médio e longo prazo, indiretos e cumulativos (PIZELLA; SOUZA, 2014).

Por possuir uma abordagem sistemática e estratégica, a AAE possibilita, como ponto de partida, a realização de um diagnóstico social, econômico e ambiental da bacia como um só conjunto. Como primeira etapa, deve-se considerar quais são os aspectos ambientais a serem analisados (THERIVEL, 2010). Para a BHRG-MG, foram considerados fatores ambientais, sociais e econômicos importantes para conservação da bacia, baseados na classificação do solo, uso e cobertura do solo, índice de qualidade da água (IQA) e índice ecológico econômico (IEE).

Foi possível observar pela análise multicriterial apresentada, por meio de tabelas e mapas (item 4.1), e pela revisão de literatura especializada, que existe a necessidade de desenvolvimento de um manejo integrado para a conservação dos recursos naturais da BHRG-MG.

A seguir são apresentados os principais problemas e conflitos identificados na BHRG-MG, que afetam de forma direta ou indireta as questões ambientais relevantes para a conservação da bacia.

- Necessidade de melhoria no IQA da bacia. Resultado da contaminação da água e do solo pelo lançamento de esgoto sanitário e água residual industrial em cursos d'água ou áreas impróprias.
- Uso inadequado do solo. Utilização de áreas impróprias, resultando na aceleração da erosão e degradação ambiental de ecossistemas, causando danos aos recursos hídricos.
- Não cumprimento da Legislação Ambiental pertinente. Não preservação de áreas definidas por lei como Área de Preservação Permanente e Reserva Legal, comprometendo a qualidade e conservação do meio ambiente, e conseqüentemente os recursos hídricos.

- Ausência e/ou restrição da participação social. Carência de inserção de um público mais heterogêneo nas decisões relacionadas à conservação do meio ambiente, e conseqüentemente, os recursos hídricos.
- Conflitos entre o uso da água para a geração de energia e o uso para a recreação e lazer da população.
- Necessidade de harmonização dos procedimentos e instrumentos de gestão dos recursos hídricos.

O desafio para amenizar os impactos de tal problemática reside na reordenação da atual prática de abordagem das questões ambientais para a conservação da BHRG. A AAE apresenta-se ferramenta estratégica para a tomada de decisão de ações que podem contribuir para a conservação e qualidade da bacia.

Baseada na metodologia proposta por Teixeira (2008), para a avaliação e identificação de oportunidade de uso da AAE, é necessária a análise dos seguintes aspectos chaves: aspectos técnicos, aspectos legais, estrutura de governança e participação e controle social.

I. Aspectos técnicos

Os aspectos técnicos correspondem aos requisitos técnicos e compreensão da abrangência das questões ambientais que orientam a aplicação da AAE.

Uma das questões essenciais que deve ser considerada no processo estratégico é a adequação do uso da terra considerando a viabilidade ambiental no processo. Para Tundisi (2003), as duas principais razões das pressões sobre os usos dos recursos hídricos provém do crescimento das populações humanas e do grau de urbanização, resultando no aumento da demanda de irrigação e produção de alimentos. Esses aspectos interferem no volume de água disponível em lagos e

rios, e na área de drenagem e escoamento superficial da água, afetando direta e indiretamente a bacia.

A utilização e planejamento do uso da terra ainda carece de uma abordagem integrada para que se possa inserir o meio ambiente como uma prioridade na tomada de decisão. O uso da AAE para a inserção das questões ambientais e de sustentabilidade para o uso da terra poderia contribuir na avaliação de “horizontes espaciais e temporais das ações propostas e estabelecer bases técnicas necessárias para a análise das relações de causa e efeito entre as atividades propostas e o meio ambiente” (TEIXEIRA, 2008, p. 222).

Para que a integração de ações voltadas para a conservação dos recursos hídricos aconteça, são necessários o cumprimento e fiscalização das legislações destinadas à preservação do ambiente. O Brasil apresenta 53% de suas florestas nativas em propriedades privadas, sendo as mesmas vitais para a conservação de ecossistemas (SOARES-FILHO et al., 2014). A manutenção e reconstrução de áreas de preservação permanente e reserva legal pelos proprietários rurais devem ser realizadas para que se possa assegurar um mínimo de proteção aos recursos hídricos. O Código Florestal, Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012, é a legislação central brasileira voltada para regular o uso e manejo da terra em propriedades privadas (BRASIL, 2012; SOARES-FILHO et al., 2014). A implementação desta lei é um desafio para entidades governamentais, principalmente no que diz respeito a convencer o setor agroindustrial dos potenciais benefícios do código, fazendo-se necessário uma intensa fiscalização por parte do governo para que a lei seja respeitada. Faz-se necessário ainda, o aprimoramento da disseminação de informações e capacitação de agricultores, principalmente pequenos proprietários, sobre o código e suas disposições.

O principal objetivo da AAE no planejamento do uso do solo é a substituição de ações isoladas por um manejo integrado por diferentes órgãos e setores de forma a contribuir para a viabilidade do desenvolvimento

socioeconômico e de proteção ambiental, adicionando o fortalecimento organizacional dos órgãos envolvidos.

II. Aspectos legais

Diz respeito à base mínima de referência para o uso da AAE. Para a implantação de um sistema de AAE eficaz para a conservação dos recursos hídricos, faz-se necessário o apoio sobre a legislação ambiental.

Segundo Therivel e Partidário (1999), as leis permitem que a AAE mantenha certa flexibilidade, o que faz com que exista maior adaptação das ações estratégicas propostas no contexto de planejamento a qual se destinam, não se limitando em normas específicas.

No panorama brasileiro, a Política Nacional dos Recursos Hídricos (PNRH), Lei nº 9.433 de 1997, define entre seus fundamentos a bacia hidrográfica como unidade territorial básica para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997). Sánchez (2008) destaca que a PNRH é um raro exemplo de articulação vertical entre política, plano e programa, definindo diretrizes para “ações programáticas”, onde há programas para alcançar os objetivos do plano que por sua vez são compostos de subprogramas que darão origem a diversos projetos. A AAE apresenta-se como uma ferramenta estratégica aplicável a PNRH e para a integração das demais leis que afetam de forma direta e indireta a conservação dos recurso hídricos.

O Ministério do Meio Ambiente (MMA) lançou no ano de 2002 o Manual de Avaliação Ambiental Estratégica como parte do Programa de Fortalecimento Institucional para o Licenciamento Ambiental. A publicação teve como objetivo a divulgação da AAE aos profissionais do Governo e da iniciativa privada bem como motivar o desenvolvimento do processo no meio acadêmico (MINISTÉRIO

DO MEIO AMBIENTE, 2002) e governamental, visando sua aplicação gradual nos diferentes setores de governo. Outra tentativa de impulso para a disseminação e institucionalização da AAE no país foi o acórdão 464/2004 (e outros que se seguiram), resultado da pressão do MMA, que executou auditoria de natureza operacional e análise da aplicabilidade da AAE pelo Governo Federal (SÁNCHEZ, 2008). Apesar dos esforços apresentados, ainda não há no Brasil uma legislação específica para a aplicabilidade da AAE visando a conservação do meio ambiente (PELLIN et al., 2011).

Existe considerável precariedade da integração das políticas ambientais com as demais políticas públicas no país, resultando na dificuldade de abordagem e insuficiente respaldo político das questões relacionadas ao meio ambiente. Propõe-se que os setores responsáveis pela conservação dos recursos hídricos disponham de um quadro referência de diretrizes e procedimentos definindo a abordagem da AAE no setor, a sua relação com outros processos na tomada de decisão e o estabelecimento de prazos, responsabilidades e princípios legais, que embasam o uso desse processo.

III. Estrutura de governança

Refere-se à estrutura que permite o diálogo intersetorial e a integração da variável ambiental ao ciclo de planejamento setorial e de tomada de decisão. Consequentemente, para que a utilização da AAE na tomada de decisão seja favorecida, deve existir uma integração da estrutura institucional responsável pela gestão dos recursos hídricos.

No cenário brasileiro, para que exista o gerenciamento de uma bacia hidrográfica, é necessário que seja criado um conjunto de regras por meio dos instrumentos de gestão responsáveis pela institucionalização das mesmas e a criação de uma instância de decisão local para a bacia (PORTO; PORTO, 2008).

Comitês de Bacia Hidrográfica (CBH) permitem que as decisões sejam trazidas para o nível local, definindo os agentes que participarão da elaboração e monitoramento do plano de bacia (PIZELLA; SOUZA, 2014).

O CBH integra o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). Entre as suas atribuições estão: promover o debate sobre questões relacionadas a recursos hídricos e articular a atuação das entidades intervenientes; arbitrar, em primeira instância administrativa, os conflitos relacionados aos recursos hídricos; aprovar o Plano de Recursos Hídricos da Bacia, acompanhar a sua execução e sugerir providências necessárias ao cumprimento das metas; propor aos Conselhos de Recursos Hídricos as acumulações, derivações, captações e lançamentos de pouca expressão, para efeito de isenção da obrigatoriedade de outorga de direitos de uso e estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos e sugerir os valores a serem cobrados (COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA, 2015).

Em razão da abrangência de responsabilidades do CBH, a AAE pode contribuir de forma relevante para a identificação de conflitos entre os princípios que embasam a política de águas no Brasil e os planos e programas setoriais relacionados aos recursos hídricos e o uso e ocupação do solo, possibilitando a comunicação intersetorial para que objetivos comuns sejam alcançados (PIZELLA; SOUZA, 2014). As políticas, planos e programas setoriais estão diretamente relacionados aos planos de bacia, sendo de extrema importância que exista uma comunicação efetiva entre os níveis de planejamento nacional, estadual e municipal na tomada de decisão.

A AAE pode contribuir no manejo dos recursos hídricos porque promove uma melhor consideração das alternativas disponíveis dos planos e programas do setor de forma integrada, a médio e longo prazo, informa as consequências ambientais de ações estratégicas propostas, e facilita a participação pública na tomada de decisão durante o processo.

IV. Participação e controle social

Certamente, este é o aspecto menos avançado para a adoção de AAE no manejo integrado dos recursos hídricos no país. É um aspecto de extrema relevância porque os indivíduos familiarizados com a área de estudo, sejam cidadãos, políticos ou especialistas, são de grande importância para o sucesso da AAE.

Segundo Teixeira (2008), a participação social deve estar inserida de forma integrada no processo, principalmente nas etapas iniciais, quando é realizada a identificação dos fatores de relevância e a definição dos propósitos da AAE bem como nas etapas finais de consolidação e avaliação ambiental.

A inserção da dimensão sócio-política no processo possibilita a integração de múltiplas visões do problema em uma interação de aprendizagem, criando novas atitudes (não apenas técnicas), possibilitando aprimorar o conhecimento social, técnico e científico e aprimorando o diálogo entre os tomadores de decisão, especialistas e a população para alcançar um objetivo comum (VICENTE; PARTIDÁRIO, 2006).

Para garantir a inclusão social na tomada de decisão sobre os potenciais impactos e ações de mitigação para o manejo dos recursos hídricos, é necessário uma maior intensificação da inserção da população no processo.

É importante sobretudo que os Comitês de Bacia e demais órgãos ambientais do governo, conscientizem os cidadãos de forma ativa sobre a relevância da participação de cada indivíduo no manejo da bacia e conservação dos recursos hídricos, informando principalmente sobre como utilizar a água de forma consciente no seu cotidiano. Estas ações contribuiriam na economia de água e conscientização da população sobre a importância vital desse recurso para a sociedade. A participação social durante a AAE possibilita, ainda, apresentar uma

nova visão ao processo, inserindo informações reais sobre as possíveis consequências de cada ação.

Após a análise dos aspectos técnicos, legais, de estrutura de governança e de participação e controle social, infere-se que a utilização da AAE para a conservação de bacias hidrográficas poderia contribuir na identificação dos impactos difíceis de serem considerados quando analisados apenas por projetos; na análise das melhores perspectivas das possíveis alternativas; informando aos tomadores de decisões sobre as consequências ambientais e de sustentabilidade das ações estratégicas propostas; na integração de setores responsáveis pelo manejo dos recursos hídricos; e facilitando a participação social ao longo do processo.

A AAE apresenta-se como uma ferramenta viável para a inserção das questões ambientais no planejamento e manejo dos recursos hídricos, principalmente por meio de unidades representadas pelas bacias hidrográficas, sendo necessário que seja dada a devida atenção ao processo e na sua inserção na base legislativa nacional.

5 Conclusões

Não existe um arcabouço legal para a adoção da Avaliação Ambiental Estratégica no Brasil visando a conservação dos recursos hídricos, sendo a discussão sobre a sua inserção ainda restrita.

As discussões sobre as metodologias, abordagens e modos de aplicação da Avaliação Ambiental Estratégica devem ser ampliadas a nível nacional, sendo que os setores responsáveis pela conservação do meio ambiente devem atuar de forma mais proativa em debates sobre o tema.

Mais de 50% da área da Bacia Hidrográfica do Rio Grande encontra-se em situação considerada boa, sendo que 34,51% possui classificação de preservação média e as unidades GD1, GD2 e GD3 não apresentaram valor significativo em porcentagem de área para a classe de preservação muito boa, evidenciando a necessidade de criação de medidas eficazes para a conservação da bacia.

A análise de multicritério mostrou-se como uma ferramenta útil para a definição de áreas prioritárias para a conservação e preservação da vertente mineira da Bacia Hidrográfica do Rio Grande, evidenciando a necessidade do manejo integrado entre os fatores ambientais, sociais e econômicos nas tomadas de decisões.

Referências Bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Panorama da qualidade das águas Superficiais do Brasil**: 2012. Brasília: ANA, 2012. 265 p. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2012/PanoramaAguasSuperficiaisPortugues.pdf>>. Acesso em: 8 abr. 2015.

ARCE, R.; GULLÓN, N. The application of strategic environmental assessment to sustainability assessment of infrastructure development. **Environmental Impact Assessment Review**, New York, v. 20, n. 3, p. 393-402, June 2000.

BERTOLDI, M. R. O direito humano a um meio ambiente equilibrado. **Revista Jus Navigandi**, Teresina, ano 5, n. 45, 1 set. 2000. Disponível em: <<http://www1.jus.com.br/doutrina/texto.asp?id=1685>>. Acesso em: 11 nov. 2014.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988. 292 p.

BRASIL. Decreto n. 4.297, 10 julho de 2002. Regulamenta o art. 9º, inciso II, da Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981. Estabelece critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil - ZEE, e dá outras providências. **Diário Oficial**, Brasília, DF, 10 de jul. 2002.

BRASIL. Lei n. 6.938, de 31 agosto 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 31 de ago. de 1981.

BRASIL. Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. 1997. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 9 de jan. de 1997a.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.

Diário Oficial da União, Brasília, DF, 25 de maio de 2012.

BROWN, A. L.; THERIVEL, R. Principles to guide the development of strategic environmental assessment methodology. **Impact Assessment and Project Appraisal**, Guildford, v. 18, n.3, p. 183-189, Sep. 2000.

CARDOSO, M. L. M. Desafios e potencialidades dos comitês de bacias hidrográficas. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 55, n. 4, p. 40-41, Dec. 2003.

CHEN, K.; BLONG, R.; JACOBSON, C. MCE-RISK: integrating multicriteria evaluation and GIS for risk decision-making in natural hazards. **Environmental Modelling & Software**, Oxford, v. 16, n. 4, p. 387-397, Apr. 2001.

COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA. **Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Grande**. [S.l.: s.n.], 2015. Disponível em: <<http://www.grande.cbh.gov.br/Default.aspx>>. Acesso em: 16 abr. 2015.

CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL. Deliberação Normativa COPAM nº 129, de 27 de novembro de 2008. Dispõe sobre o Zoneamento Ecológico Econômico-ZEE como instrumento de apoio ao planejamento e à gestão das ações governamentais para a proteção do meio ambiente do Estado de Minas Gerais. **Diário do Executivo de Minas Gerais**, Belo Horizonte, MG, 29 de nov. 2008.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 1, de 1º de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 1 de jan. 1986.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 237, de 19 de dezembro de 1997. Dispõe sobre regulamentação dos aspectos de licenciamento

ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 19 de dez. 1997.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA E AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1999. 412 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA E AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2006. 306 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA E AGROPECUÁRIA. **Serviço nacional de levantamento e conservação de solos: sistema brasileiro de classificação de solos: 3ª aproximação**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1988. 122 p.

FRANCO, G. B. et al. Relação qualidade da água e fragilidade ambiental da Bacia do Rio Almada, Bahia. **Brazilian Journal of Geology**, São Paulo, v. 42, suppl. 1, p. 114-127, dez. 2013.

FREITAS, A. L. P.; MARINS, C. S.; SOUZA, D. O. A metodologia de multicritério como ferramenta para a tomada de decisões gerenciais: um estudo de caso. **Revista GEPROS**, Bauru, n. 2, p. 51, ago. 2006.

FUJACO, M. A. G.; LEITE, M. G. P.; MESSIAS, M. C. T. B. Análise multitemporal das mudanças no uso e ocupação do Parque Estadual do Itacolomi [MG] através de técnicas de geoprocessamento. **Revista Escola de Minas**, Ouro Preto, v. 63, n. 4, p. 695-701, out./dez. 2010.

GULLÓN, N. Links between the water framework directive and SEA. In: SHMIDT, M.; JOÃO. E. (EDS.). **Implementing strategic environmental assessment: volume 2**. Berlin: Springer-Verlag, 2005. p. 513-522.

HERVA, M.; ROCA, E. Review of combined approaches and multi-criteria analysis for corporate environmental evaluation. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 39, p. 355-371, Jan. 2013.

HUANG, I. B.; KEISLER, J.; LINKOV, I. Multi-criteria decision analysis in environmental sciences: ten years of applications and trends. **Science of the Total Environment**, Exeter, v. 409, n. 19, p. 3578-3594, Sept. 2011.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. Diagnóstico da situação dos recursos hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Grande (BHRG) – SP/MG (Relatório Síntese – R3). **Relatório Técnico Nº 96.581-205**, São Paulo, mar. 2008. 52 p. Disponível em: <http://www.grande.cbh.gov.br/_docs/outros/DiagnosticodaSituacaodosRHnoRioGrande.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2015.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Disponível em: <<http://www.igam.mg.gov.br/banco-de-noticias/1-ultimas-noticias/1622-declaracao-de-situacao-de-escassez-hidrica-ajuda-a-racionalizar-o-uso-da-agua>>. Acesso em: 05 nov. 2015.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Monitoramento da qualidade das águas superficiais em 2012**: resumo executivo. Belo Horizonte: IGAM, 2013. 265. p.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Qualidade das águas superficiais de minas gerais em 2014**: resumo executivo. Belo Horizonte: IGAM, 2015. 175 p.

INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR IMPACT ASSESSMENT. **Principles of best practice in impact assessment**. United Kingdom: IAIA, 1999. 4 p.

KANGAS, J. et al. Analyzing consistency of experts' judgments-case of assessing forest biodiversity. **Forest Science**, Maryland, v. 44, n. 4, p. 610-617, Nov. 1998.

KAWAKUBO, F. S. et al. Caracterização empírica da fragilidade ambiental utilizando geoprocessamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: INPE, 2005. p. 16-21.

LAGO, A. A. C. do. **Estocolmo, Rio, Joanesburgo**: o Brasil e a três conferências ambientais das Nações Unidas. Brasília: Thesaurus, 2007. 274 p.

LANFREDI, G. F. **Política ambiental**: busca de efetividade de seus instrumentos. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2002. 300 p.

LEE, N.; WALSH, F. Strategic environmental assessment: an overview. **Project Appraisal**, Guildford, v. 7, n. 3, p. 126-136, Jan. 1992.

MACHADO, P. A. L. **Direito ambiental brasileiro**. São Paulo: Malheiros, 2014. 1344 p.

MALCZEWSKI, J. **GIS and multicriteria decision analysis**. New York: John Wiley & Sons, 1999. 362 p.

MALCZEWSKI, J. GIS-based land-use suitability analysis: a critical overview. **Progress in Planning**, New York, v. 62, n. 1, p. 3-65, July 2004.

MARTINS, F. C. M. et al. Multicriteria analysis and geoprocessing for conservation of unpaved roads. **Revista de Ciências Agrárias**, Portugal, v. 37, n. 2, p. 162-170, Sept. 2014.

MEIRELLES, S. T.; PIVELLO, V. R.; JOLY, C. A. The vegetation of granite rock outcrops in Rio de Janeiro, Brazil, and the need for its protection. **Environmental Conservation**, Cambridge, v. 26, n. 1, p. 10-20, Mar. 1999.

MENEZES, C. T. **Método para priorização de ações de vigilância da presença de agrotóxicos em águas superficiais**: um estudo em Minas Gerais.

2006. 117 p. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

MENEZES, M. D. **Levantamento de solos em sub-bacias hidrográficas como apoio para avaliação do uso da terra e da potencialidade da recarga de aquíferos**. 2007. 119 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

MILARÉ, E. **Direito do ambiente**. 9. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2014. 1680 p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Avaliação ambiental estratégica**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2002. 91 p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Governança ambiental**. Brasília: MMA, 2013. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/governanca-ambiental/portal-nacional-de-licenciamento-ambiental/licenciamento-ambiental/hist%C3%B3rico>>. Acesso em: 11 nov. 2014.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Zoneamento ecológico econômico**. Brasília: MMA, 2015. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/gestao-territorial/zoneamento-territorial>>. Acesso em: 07 abr. 2015.

MOREIRA, I. V. D. **Avaliação de impacto ambiental**. Rio de Janeiro: FEEMA, 1985. 16 p.

NOBLE, B. F.; STOREY, K. Towards a structured approach to strategic environmental assessment. **Journal of Environmental Assessment Policy and Management**, Oxford, v. 3, n. 4, p. 483-508, Dec. 2001.

NORONHA, C. V. de; SABINO, C. V. S.; LAGE, L. V. Qualidade das águas em um ponto do córrego gameleiras no município de Uberaba/MG (1997 A 2012). In: CONGRESSO IBEROAMERICANO DE ESTUDIOS TERRITORIALES Y AMBIENTALES, 2014, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Investigaciones Geográficas, 2014. p. 4592-4613.

PARTIDÁRIO, M. R. **Guia de boas práticas para avaliação ambiental estratégica**: orientações metodológicas. Lisboa: Agência Portuguesa do Ambiente, 2007. 59 p.

PARTIDÁRIO, M. R. Strategic environmental assessment: key issues emerging from recent practice. **Environmental Impact Assessment Review**, New York, v. 16, n. 1, p. 31-55, Jan. 1996.

PAULA, E. M. S. de; SOUZA, M. J. N. Lógica Fuzzy como técnica de apoio ao Zoneamento Ambiental. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: INPE, 2007. p. 2979-2984.

PELLIN, A. et al. Avaliação ambiental estratégica no Brasil: considerações a respeito do papel das agências multilaterais de desenvolvimento. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 1, p. 27-36, jan./mar. 2011.

PINTO NETO, J. N. et al. Environmental diagnosis of the soil usage and the water resources preservation of Juqueriquerê River's watershed. **Revista Labor & Engenho L&E**, Campinas, v. 7, n. 4, p. 13-20, out./dez. 2013.

PINTO, D. B. F. **Qualidade dos recursos hídricos superficiais em sub-bacias hidrográficas da região Alto Rio Grande**. 2007. 107 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

PIZALLA, D. G., SOUZA, M. P. Aplicação do instrumento de política ambiental "Avaliação Ambiental Estratégica" como subsídio a planos de bacias hidrográficas. In: BENINI, S. M.; DIAS, L. S.; BENINI, E. M. **Avaliações ambientais em bacias hidrográficas**. Tupã: ANAP, 2014. p. 146.

PORTO, M. F.; PORTO, R. L. L. Gestão de bacias hidrográficas. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 43-60, 2008.

RAFOLS, I.; PORTER, A. L.; LEYDESDORFF, L. Science overlay maps: A new tool for research policy and library management. **Journal of the American Society for information Science and Technology**, New York, v. 61, n. 9, p. 1871-1887, Sept. 2010.

REBOUÇAS, A. C. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escrituras, 1999. 703 p.

RESENDE, M. et al. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. 4. ed. Viçosa: NEPUT, 2002. 338 p.

ROCHA, G. A. et al. **Recursos hídricos**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 2012. 106 p.

SAATY, T. L. **The analytic hierachy process**. New York: McGraw-Hill, 1980. 287 p.

SADLER, B.; VERHEEM, R. **Strategic environmental assessment: status, challenges and future directions**. Netherlands: Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment, 1996. 188 p.

SÁNCHEZ, L. H. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 1119 p.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação ambiental estratégica e sua aplicação no Brasil**. São Paulo: Instituto de Estudos Avançados, 2008. Disponível em: <<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:VItetMSVAgAJ:www.iaa.usp.br/publicacoes/textos/aaeartigo.pdf+&cd=1&hl=en&ct=clnk&gl=br>>. Acesso em: 14 mar. 2015.

SANTOS, S. M. dos; SOUZA, M. P. de. Análise das contribuições potenciais da avaliação ambiental estratégica ao plano energético brasileiro. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 4, p. 369-378, out./dez. 2011.

SCHWENK, W. S. et al. Carbon storage, timber production, and biodiversity: comparing ecosystem services with multi-criteria decision analysis. **Ecological Applications**, Washington, v. 22, n. 5, p. 1612-1627, July 2012.

SILVA, D. M.; DUARTE, M. G. A tríade principiologicamente atinente à gestão sustentável da água potável. **Revista científica SMG**, Maringá, v. 1, n. 1, p. 51-65, jun. 2013.

SILVA, J. X.; ZAIDAN, R. T. **Geoprocessamento e análise ambiental: aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. 368 p.

SIRVINSKAS, L. P. **Manual de direito ambiental**. 9. ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Saraiva, 2011. 1000 p.

SOARES-FILHO, B. et al. Cracking Brazil's forest code. **Science**, Washington, v. 344, n. 6182, p. 363-364, Apr. 2014.

SOS MATA ATLÂNTICA. **Relatório Anual 2013**. São Paulo: INPE, 2014. 67 p.

SOUZA, C. M. de M. "Avaliação ambiental estratégica (AAE): limitações dos estudos de impacto ambiental (EIA). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 17., 2007, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2007.

STORE, R.; KANGAS, J. Integrating spatial multi-criteria evaluation and expert knowledge for GIS-based habitat suitability modelling. **Landscape and Urban Planning**, Essex, v. 55, n. 2, p. 79-93, July 2001.

TEIXEIRA, I. M. V. **O uso da avaliação ambiental estratégica no planejamento da oferta de blocos para a exploração e produção de petróleo e gás no Brasil: uma proposta**. 2008. 308 p. Tese (Doutorado em Ciências em

Planejamento Energético) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

THERIVEL, R. et al. **Strategic environmental assessment**. London: Earthscan, 1992. 366 p.

THERIVEL, R. **Strategic environmental assessment in action**. New York: Routledge, 2010. 366 p.

THERIVEL, R.; PARTIDÁRIO, M. R. The future of SEA. In: PARTIDÁRIO, M. P.; CLARK, R. **Perspectives on strategic environmental assessment**. London: Lewis Publishers, 1999. p. 113-130.

TUCCI, C. E. M.; MENDES, C. A. **Avaliação ambiental integrada de bacia hidrográfica**. Brasília, MMA, 2006. 302 p.

TUNDISI, J. G. Ciclo hidrológico e gerenciamento integrado. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 55, n. 4, p. 31-33, out./dez. 2003.

VANZELA, L. S.; HERNANDEZ, F. B. T.; FRANCO, R. A. M. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 1, p. 55-64, jan. 2010.

VASCONCELOS, V. V.; HADAD, R. M.; MARTINS JUNIOR, P. P. Zoneamento ecológico-econômico: objetivos e estratégias de política ambiental. **Gaia Scientia**, João Pessoa, v. 7, n. 1, p. 119-132, 2013.

VERHEEM, R. A. A.; TONK, J. A. M. N. Strategic environmental assessment: one concept, multiple forms. **Impact Assessment and Project Appraisal**, Amsterdam, v. 18, n. 3, p. 177-182, Feb. 2000.

VICENTE, G.; PARTIDÁRIO, M. R. SEA–Enhancing communication for better environmental decisions. **Environmental Impact Assessment Review**, New York, v. 26, n. 8, p. 696-706, Nov. 2006.

VIEIRA, G. L. G. A Avaliação Ambiental Estratégica como manifestação concreta do princípio da precaução e a emergência de sua institucionalização no Brasil. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE DIREITO AMBIENTAL, 13., 2009, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2009.

ZADEH, L. A. Fuzzy sets. **Information and Control**, Cambridge, v. 8, n. 3, p. 338-353, Dec. 1965.

ZALIDIS, G. et al. Impacts of agricultural practices on soil and water quality in the Mediterranean region and proposed assessment methodology. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, New York, v. 88, n. 2, p. 137-146, Feb. 2002.

ZONEAMENTO ECOLÓGICO ECONÔMICO DE MINAS GERAIS.
Disponível em: <<http://geosisemanet.meioambiente.mg.gov.br/zee/>>. Acesso em em: 23 maio 2015.

Anexos

ANEXO A Índice de Qualidade da Água - IQA

Base de dados utilizada no cálculo da média do Índice de Qualidade da Água, para cada estação de tratamento em cada Unidade de Gestão, durante os anos de 2009 e 2014. Os dados foram disponibilizados pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM).

Tabela 15 Valores dos Índices de Qualidade da Água da Bacia Hidrográfica do Rio Grande, de 2009 a 2014, para as Unidades de Gestão GD1, GD2 e GD3.

	Estação	Curso d'água	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Média
GD1	BG001	Rio Grande	65,6	61,9	66,3	67,6	70,4	71,2	67,17
	BG003	Rio Grande	62,4	59,5	60,8	60,4	57,3	72	62,07
	BG005	Rio Aiuruoca	57,5	54,9	59,3	60,8	60,2	73,2	60,98
	BG007	Rio Grande	69,7	69	77,9	76,5	76,4	79,7	74,87
	BG009	Rio Capivari	60	65,5	66,2	67,5	66	73,7	66,48
GD2	BG010	Ribeirão Caieiro	53	54	51,4	47,2	48,8	42,6	49,50
	BG011	Rio das Mortes	57,2	60	65,1	56,9	64,7	70,1	62,33
	BG012	Rio das Mortes	61	62	67,8	68,9	66,9	72	66,43
	BG013	Rio das Mortes	56,1	50,3	55,7	52,1	54,8	54,4	53,90
	BG014	Rio das Mortes	58	55	65,7	61,1	63,8	71	62,43
	BG015	Rio das Mortes	53,9	58	63,5	60,6	60,8	61,9	59,78
	BG017	Rio das Mortes	52,9	55,4	63,7	65,8	65,6	73,6	62,83
	BG019	Rio Grande	61,6	59,6	69,4	64,7	65	74,3	65,77
BG021	Rio Jacaré	57,8	51,6	60,7	65	56,4	68,3	59,97	
GD3	BG023	Rio Formiga	39,6	37	41,7	43,9	31,8	34,2	38,03
	BG065	Rib. São Pedro	64,3	64,6	68,6	70,2	68,9	75,6	68,70
	BG069	Rio do Machado	48,7	46,2	49,1	49,4	52,1	51,4	49,48
	BG089	Rio Muzambinho	38,3	42,9	43,8	43,4	44,9	36,6	41,65

Tabela 16 Valores dos Índices de Qualidade da Água da Bacia Hidrográfica do Rio Grande, de 2009 a 2014, para as Unidades de Gestão GD4 e GD5.

	Estação	Curso d'agua	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Média
GD4	BG025	Rio Verde	67,3	63,4	63,3	62,3	66,6	69,2	65,35
	BG026	Rio Verde	58	65	62,2	68,3	58	75,6	64,52
	BG027	Rio Verde	58,7	57,3	53,3	60	54,5	66,6	58,40
	BG028	Rio Verde	56,4	56,3	54	47,6	52,8	49,1	52,70
	BG029	Rio Baependi	63,8	65,3	64	66,7	65,3	73,9	66,50
	BG030	Rio Lambari	56,1	57,6	53,4	55	53,2	49,1	54,07
	BG031	Rio Lambari	62,4	69	64,6	57,7	67	75,3	66,00
	BG032	Rio Verde	58,8	66,1	60,2	56,2	60,8	56,9	59,83
	BG033	Rio do Peixe	55	50,7	52,9	55,2	55,2	50,5	53,25
	BG034	Rio do Peixe	68,7	57	63,9	65,5	65,4	73,8	65,72
	BG035	Rio Verde	58,3	55,8	57,2	55,2	60,2	64,5	58,53
	BG036	Rio Palmela	64,7	60,7	65,6	63	63,6	73,5	65,18
	BG037	Rio Verde	50,8	59,1	56,6	59,6	56,7	61,2	57,33
	BG038	Rio Lambari	53,5	63,1	56,6	61,2	57,7	63,6	59,28
	BG040	Ribeirão Vermelho	74,2	62,9	65,2	67,3	65	73,8	68,07
BG067	Ribeirão da Espera	64,2	58	66,7	65,2	64,4	73,9	65,40	
GD5	BG039	Rio Sapucaí	56,5	61,8	60,1	65	68	65,8	62,87
	BG041	Rio Sapucaí	47,4	48	49	47,9	51,2	58,1	50,27
	BG042	Ribeirão do Mandu	56,3	60,5	56,2	61,6	59,2	58,4	58,70
	BG043	Rio Sapucaí	50,6	54,1	54,9	55,9	55,8	61,4	55,45
	BG044	Rio Sapucaí-Mirim	50	57,6	62,1	57,1	61,1	69,9	59,63
	BG045	Rio Sapucaí-Mirim	47,9	52,7	54,3	54,3	49,1	48,1	51,07
	BG046	Rio do Cervo	58,4	59	56,4	63,7	63,7	68,2	61,57
	BG047	Rio Sapucaí	52,7	60	62	60,2	60,7	69	60,77
	BG048	Rio do Cervo	48,4	59,7	56,7	57,3	61,4	60,5	57,33
	BG049	Rio Sapucaí	62,6	60,4	64,2	62	66,6	77,6	65,57
	BG050	Rio Dourado	55,7	56,6	58,2	63,1	55,3	63,5	58,73
	BG052	Rio Sapucaí-Mirim	46,4	50,5	51,5	50,6	48,4	49,6	49,50

Tabela 17 Valores dos Índices de Qualidade da Água da Bacia Hidrográfica do Rio Grande, de 2009 a 2014, para as Unidades de Gestão GD6, GD7 e GD8.

	Estação	Curso d'agua	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Média
GD6	BG063	Rio Lambari	47,3	37,3	41,4	41,2	41,2	33,8	40,37
	BG075	Rio Pardo	55,5	57	68,3	60,9	68,5	78	64,70
	BG077	Rio Mogi-Guaçu	51,3	49,3	54,8	56,6	53,8	58,4	54,03
	BG079	Rib. do Ouro Fino	37,6	37,7	27,6	31,2	36,4	26	32,75
	BG081	Rio Eleutério	58,7	65,1	65,9	63,8	63,4	68,7	64,27
	BG083	Rio das Antas	57,2	51,3	59,7	50,6	55,4	62,6	56,13
	BG091	Rib. da Pirapetinga	37,7	34,8	35,6	35	34,6	23,7	33,57
	BG093	Rio Mogi-Guaçu			67,2	54,7	60,4	68,4	62,68
	BG095	Rio Canoas			69,9	58,2	61,6	68,6	64,58
	BG096	Ribeirão das Antas				68,6	71,9	76	72,17
	BG097	Rio Jaguari-Mirim				60,3	51,8	51,2	54,43
	BG098	Rio Jaguari-Mirim				66,3	61,3	66,4	64,67
BG099	Ribeirão Ouro Fino				62,1	64,8	62,6	63,17	
GD7	BG051	Rio Grande	73,9	71,8	71,4	75,8	74,4	79,3	74,43
	BG053	Ribeirão da Bocaina	48,4	37,5	42,3	33	41,6	26	38,13
	BG055	Rio São João	62,9	49	57,6	58,6	55,3	66	58,23
	BG071	Córrego Liso	24,5	24	24,7	25,7	33,4	24	26,05
	BG073	Rio Santana	60,7	47	57,8	52	57,1	61,9	56,08
	BG100	Ribeirão Conquista				52,7	59,5	70,1	60,77
GD8	BG057	Córrego Gameleiras	38,7	35,7	45,2	43,1	42,1	38,8	40,60
	BG058	Rio Uberaba	70,5	58,8	69,6	72	67,6	74,9	68,90
	BG059	Rio Uberaba	52,5	51,7	50,3	52,4	50,5	52,2	51,60
	BG061	Rio Grande	83,4	74	78,9	83,4	76,4	82,7	79,80
	BG086	Córrego Santa Rosa	47,5	45,2	47,2	49,4	42,9	41,9	45,68
	BG087	Rib. da Tronqueira	60,2	60,2	60,6	52	62,6	57	58,77

Tabela 18 Cálculo da média do IQA de 2009 a 2014 para cada GD.

Média para cada Unidade de Gestão de 2009-2014							
GD1	GD2	GD3	GD4	GD5	GD6	GD7	GD8
67,17	49,50	38,03	59,53	62,87	40,37	74,43	40,60
62,07	62,33	68,70	65,35	50,27	64,70	38,13	68,90
60,98	66,43	49,48	64,52	58,70	54,03	58,23	51,60
74,87	53,90	41,65	58,40	55,45	32,75	26,05	79,80
66,48	62,43	49,47	52,70	59,63	64,27	56,08	45,68
66,31	59,78		66,50	51,07	56,13	60,77	58,77
	62,83		54,07	61,57	33,57	52,28	57,56
	65,77		66,00	60,77	62,68		
	59,97		59,83	57,33	64,58		
	60,33		53,25	65,57	72,17		
			65,72	58,73	54,43		
			58,53	49,50	64,67		
			65,18	57,62	63,17		
			57,33		55,96		
			59,28				
			68,07				
			65,40				
			61,16				

ANEXO B Índice Ecológico Econômico – IEE

Tabela 19 Correspondência entre as classes de IEE e as combinações entre Vulnerabilidade Natural e Potencial Social.

Potencialidade Social	Vulnerabilidade Natural	IEE
Muito favorável	Muito Baixa	AA
Muito favorável	Baixa	AA
Muito favorável	Média	AA
Muito favorável	Alta	AB
Muito favorável	Muito Alta	AB
Favorável	Muito Baixa	AA
Favorável	Baixa	AA
Favorável	Média	AB
Favorável	Alta	AB
Favorável	Muito Alta	AB
Pouco favorável	Muito Baixa	BA
Pouco favorável	Baixa	BA
Pouco favorável	Média	BA
Pouco favorável	Alta	BB
Pouco favorável	Muito Alta	BB
Precária	Muito Baixa	CA
Precária	Baixa	CA
Precária	Média	CA
Precária	Alta	CB
Precária	Muito Alta	CB
Muito precária	Muito Baixa	CA
Muito precária	Baixa	CA
Muito precária	Média	CB
Muito precária	Alta	CB
Muito precária	Muito Alta	CB

Fonte: ZEE (2015)