



MINASPCH



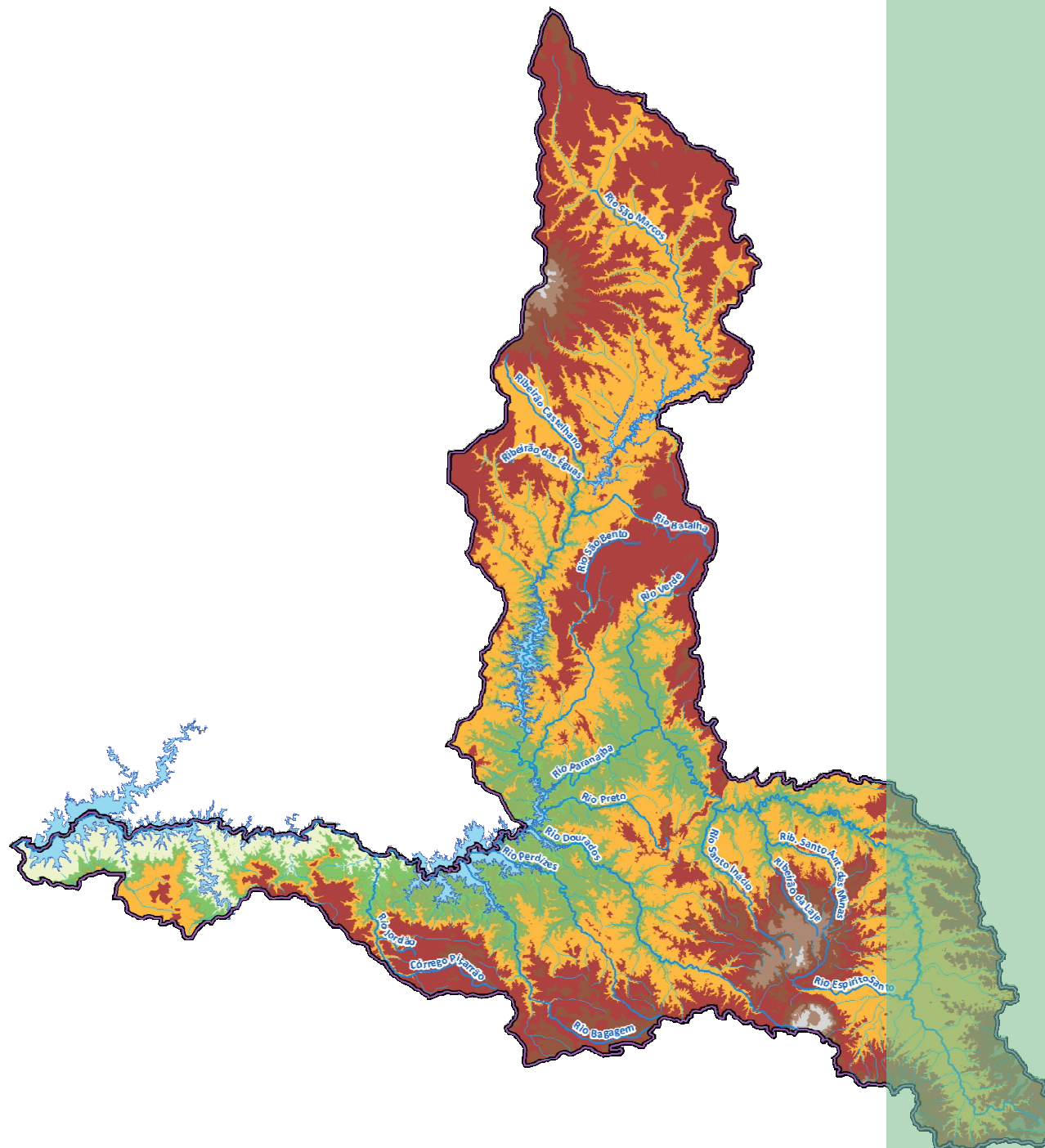
SETE

SOLUÇÕES E TECNOLOGIA AMBIENTAL

Avaliação Ambiental Integrada - AAI dos Aproveitamentos Hidrelétricos da UPGRH Alto Rio Paranaíba e Sub-Bacias dos Rios São Marcos e Verde

Avaliação Ambiental Distribuída - AAD

Março de 2016





MINAS PCH



AEL
ATIVIDADE EMPRESARIAL LTDA



SETE

SOLUÇÕES E TECNOLOGIA AMBIENTAL

AVALIAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA - AAI DOS APROVEITAMENTOS HIDRELÉTRICOS DA UPGRH ALTO RIO PARANAÍBA E SUB-BACIAS DOS RIOS SÃO MARCOS E VERDE

Avaliação Ambiental Distribuída - AAD

**EMPRESA RESPONSÁVEL PELO EMPREENDIMENTO**

Nome dos Empreendedores: Minas PCH S.A./Energest S.A. (EDP)/AEL Atividade Empresarial

CNPJ: 07.895.905/0001-16 - 04.029.601/0001-88 - 19.818.079/0001-90

Endereço: Av. Getúlio Vargas, nº 874 – 10º andar – sala 1009 – Bairro Funcionários - Rua

Bandeira Paulista, nº 530, 11º andar/parte, Itaim Bibi - Av. do Contorno, nº 4.480 – sala 1.107
– Bairro Funcionários

CEP – Município – U.F.: 30.112-020 – Belo Horizonte – Minas Gerais/04.532-001 - São Paulo –
São Paulo/30.110-028 – Belo Horizonte – Minas Gerais

Telefone: (31) 3069-0770 - (31) 3057-8000

E-mail: minaspch@minaspch.com.br/ozanio@aelnet.com.br

Contato: Thiago Salles/Ozânio Pimenta da Silveira

EMPRESA RESPONSÁVEL POR ESTE RELATÓRIO

Nome da Empresa: Sete Soluções e Tecnologia Ambiental Ltda.

CNPJ: 02.052.511/0001-82

Endereço: Rua Pernambuco, 1000 – 5º andar – Funcionários

CEP – Município – U.F.: 30130-151 – Belo Horizonte – Minas Gerais

Telefone: (31) 3287 5177

E-mail: sete@sete-sta.com.br/bperillo@sete-sta.com.br

Líder do Projeto: Breno Perillo Nogueira



EQUIPE TÉCNICA		
TÉCNICO	FORMAÇÃO	RESPONSABILIDADE NO PROJETO
Breno Perillo Nogueira	Biólogo CRBio 16.173/4-D	Gestor e Coordenação Geral de Ecossistemas Aquáticos, Requisitos Legais (Direito Ambiental) e Avaliação Ambiental
Patrícia de Fátima Moreira	Geógrafa CREA-MG 51.897/D	Coordenação de Meio Físico, Identificação e análise de conflitos e Avaliação Ambiental
Ana Elisa Brina	Bióloga CRBio 08.738/04-D	Coordenação de Ecossistemas Terrestres, Identificação e análise de conflitos e Avaliação Ambiental
Vanessa Lucena Cançado	Economista CORECON 7.735 10 ^a R	Coordenação de Meio Socioeconômico, Identificação e análise de conflitos, análise do planejamento do setor agrícola e Avaliação Ambiental
Clarissa Chalub Fonseca da Silva	Bióloga CRBio 62.112/4-D	Ictiofauna
Jussara Santos Dayrell	Bióloga CRBio 57.892/4-D	Ecossistemas Terrestres
Jaqueline Gurgel Wanderley Mascarenhas	Engenheira Ambiental CREA MG 90.449-D	Qualidade das Águas
Giovanna Maria Gardini Linhares	Geóloga CREA/MG - 103.415/D	Aspectos Geológicos, Geomorfológicos, Paleontologia e Espeleologia
Maria Teresa T. de Moura	Arqueóloga/Geógrafa	Coordenação do Patrimônio Cultural
Diego Simoni de Castro	Economista CORECON 7.454 - 10 ^a R	Levantamento de dados socioeconômicos
Gabriela Fregonesi Prado	Arqueóloga/Historiadora	Arqueologia
Isabela Gomes Welter	Cientista Social	Comunidades Tradicionais
Kalil Félix Pena	Historiador	Contextualização Histórica
Ednilson Fernandes Pereira	Geógrafo CREA MG 152.979/D	Geoprocessamento



Continuação

EQUIPE TÉCNICA		
TÉCNICO	FORMAÇÃO	RESPONSABILIDADE NO PROJETO
Leonardo Fernandes Fagundes	Geógrafo CREA MG 146.886/D	Geoprocessamento - Banco de dados e SIG
Raphael Augusto Foscarini Ferreira	Geógrafo CREA MG 141.391/D	Geoprocessamento
Laís Ferreira Jales	Bióloga CRBio 76.152/04-D	Geoprocessamento
EQUIPE DE APOIO		
TÉCNICO	RESPONSABILIDADE	
Leonardo Sanches Ferreira	Edição e Produção, Design Gráfico (Técnicas de Comunicação)	
Douglas Morais de Medeiros	Edição e Produção, Design Gráfico (Técnicas de Comunicação)	



Sumário

Capítulo III - Avaliação Ambiental Distribuída - AAD

APRESENTAÇÃO	17
1. INTRODUÇÃO	17
2. CONCEITOS UTILIZADOS NO DESENVOLVIMENTO DOS ESTUDOS.....	19
2.1 Tema Ambiental, Elementos de Caracterização e Aspectos Relevantes.....	19
2.2 Indicadores de Sensibilidade Ambiental (ISA).....	19
2.3 Indicadores de Impacto Ambiental (IIA).....	21
2.4 Sensibilidade, Fragilidade e Potencialidade.....	22
2.5 Cumulatividade e Sinergia.....	23
2.6 Vulnerabilidade.....	24
3. COMPOSIÇÃO DAS FERRAMENTAS METODOLÓGICAS	25
3.1 Matriz de Indicadores de Sensibilidade Ambiental.....	25
3.1.1 Composição dos Indicadores de Sensibilidade.....	25
3.1.2 Integração dos Indicadores por Temas-Síntese.....	26
3.1.3 Composição da Matriz de Indicadores.....	31
3.1.4 Mapeamento dos Indicadores	32
3.2 Definição e Análise das Subáreas.....	33
3.3 Avaliação dos Impactos Socioambientais.....	34
3.3.1 Avaliação da Significância do Impacto.....	35
3.3.2 Matriz de Interações /Sinergia.....	37
3.3.3 Avaliação da Intensidade.....	41
3.3.4 Elaboração da Matriz de Indicadores de Impacto.....	44
3.3.4.1 Mapeamento dos Indicadores de Impacto	49
4. ANÁLISES DE SENSIBILIDADE E DE IMPACTOS.....	49
4.1 Descrição dos Indicadores e Variáveis.....	49
4.1.1 Tema Ambiental Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos.....	49
4.1.1.1 ISA 1 - Sensibilidade da Qualidade da Água Superficial.....	49
4.1.1.2 ISA2 - Sensibilidade a Conflitos de Uso Água	55
4.1.1.3 ISA3 - Sensibilidade da Biota Aquática	59
4.1.2 Tema Ambiental Meio Físico e Ecossistemas Terrestres	65
4.1.2.1 ISA4 - Sensibilidade Geológica	65
4.1.2.2 ISA5 - Sensibilidade à Erosão dos Solos	71
4.1.2.3 ISA6 - Sensibilidade dos Ecossistemas Terrestres.....	75



4.1.3 Tema Ambiental Socioeconomia	79
4.1.3.1 ISA 7 - Sensibilidade relacionada à exposição e organização sócio territorial.....	79
4.1.3.2 ISA 8- Sensibilidade Relacionada às Condições de Vida	85
4.1.3.3 ISA 9- Sensibilidade Relacionada ao Comprometimento do Uso Econômico do Solo e dos Recursos Naturais.....	91
4.1.3.4 ISA 10 - Sensibilidade Relacionada ao Potencial de Conflitos do Uso do Solo.....	97
4.1.3.5 ISA 11 - Sensibilidade ao Potencial de Alteração ou Desarticulação de Comunidades Sensíveis	103
4.1.3.6 ISA 12 - Sensibilidade aos Efeitos Econômicos Positivos dos Empreendimentos.....	109
4.2 Indicadores de Impacto.....	115
4.2.1 Impactos sobre Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos	115
4.2.1.1 IMP 1 – Alteração da Fisiografia Fluvial e Mudança da Biota Associada	115
4.2.1.2 IMP 2 - Rotas Migratórias Afetadas.....	116
4.2.1.3 IMP 3 - Influência em Comunidades Ictícas a Jusante em Função do Regime de Operação.....	117
4.2.1.4 IMP 4 - Alteração da Biota em Decorrência da Formação do Trecho com Vazão Reduzida.....	118
4.2.1.5 IMP 05 - Alteração no Transporte de Sedimentos nos Cursos d'água	119
4.2.1.6 IMP 06 - Alteração da Qualidade de Água dos Corpos Hídricos	120
4.2.1.7 IMP 07 – Potencialização de Conflitos de Uso da Água.....	121
4.2.2 Impactos sobre Meio Físico e Ecossistemas Terrestres	121
4.2.2.1 IMP 08 – Fragmentação e Perda de Habitats e Redução da Diversidade e Abundância da Biota Terrestre.....	121
4.2.2.2 IMP 09 - Interferências em Áreas Protegidas, Unidades de Conservação e Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade	122
4.2.2.3 IMP 10 –Perda de Funções Reguladoras da Cobertura Vegetal.....	122
4.2.2.4 IMP 11 – Potencial de Instabilidade Geotécnica e de Erosão	123
4.2.2.5 IMP 12 – Perda de Elementos do Patrimônio Espeleológico e Paleontológico	123
4.2.3 Impactos sobre Socioeconomia e Patrimônio Cultural.....	124
4.2.3.1 IMP 13 – Aumento do Risco de Proliferação de Doenças de Veiculação Hídrica	124
4.2.3.2 IMP 14 - Alteração nos Aspectos que Conformam as Condições de Vida.....	125
4.2.3.3 IMP 15 – Alteração dos Sistemas de Produção.....	125
4.2.3.4 IMP 16- Comprometimento dos Fluxos de Circulação e Comunicação	126
4.2.3.5 IMP 17 – Impacto sobre Recursos Naturais e Potencialidades.....	127
4.2.3.6 IMP 18 – Vínculos Culturais e de Socialidade Comprometidos (desestruturação social, conflitos).....	127



4.2.3.7 IMP 19 - Aumento da Arrecadação Tributária.....	128
4.2.3.8 IMP 20 - Dinamização do Mercado de Trabalho	129
4.2.3.9 IMP 21 - Potenciais Usos Múltiplos dos Recursos Hídricos	129
4.2.3.10IMP 22 - Perda de Patrimônio Cultural (Arqueológico, Material e Imaterial) e Natural.....	130
4.3 O Cenário de Avaliação Atual	131
5. RESULTADOS DA AVALIAÇÃO AMBIENTAL DISTRIBUÍDA	135
5.1 Subáreas de Análise	136
5.2 Fragilidade e Potencialidade por Subárea.....	141
5.2.1 Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos	141
5.2.2 Meio Físico e Ecossistemas Terrestres	145
5.2.3 Socioeconomia	149
5.2.4 Síntese das Fragilidades e Potencialidades por Subárea.....	153
5.2.4.1 Subárea 1 - Sub-bacias dos Rios São Marcos e Verde.....	153
5.2.4.2 Subárea 2 - Alto Paranaíba a Montante da Confluência do Rio São Marcos	153
5.2.4.3 Subárea 3 - Rio Paranaíba a Jusante da Confluência do Rio São Marcos	154
5.3 Impactos Atuais	155
5.3.1 Identificação dos Conjuntos de Empreendimentos no Cenário Atual.....	155
5.3.2 Principais Relações dos Impactos entre Empreendimentos Atualmente em Operação	155
5.3.2.1 Subárea 1 -Sub-bacias dos Rios São Marcos e Verde	155
5.3.2.2 Subárea 2 - Alto Rio Paranaíba a Montante do Rio São Marcos	157
5.3.2.3 Subárea 3 - Rio Paranaíba a Jusante do Rio São Marcos.....	158
5.4 Vulnerabilidades e Capacidade de Resposta	171
5.4.1 Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos	171
5.4.1.1 Subárea 1 - Sub-bacias dos rios São Marcos e Verde	171
5.4.1.2 Subárea 2 - Bacia do Rio Paranaíba a Montante do Rio São Marcos.....	171
5.4.1.3 Subárea 3 - Rio Paranaíba a Jusante do Rio São Marcos.....	172
5.4.2 Meio Físico e Ecossistemas Terrestres	175
5.4.2.1 Subárea 1 - Sub-bacias dos Rios São Marcos e Verde	175
5.4.2.2 Subárea 2 - Bacia do Rio Paranaíba a Montante do Rio São Marcos	175
5.4.2.3 Subárea 3 - Rio Paranaíba a Jusante do Rio São Marcos.....	175
5.4.3 Socioeconomia	179
5.4.3.1 Subárea 1 - Sub-bacias dos Rios São Marcos e Verde	179
5.4.3.2 Subárea 2 - Alto Paranaíba a Montante do Rio São Marcos.....	179
5.4.3.3 Subárea 3 - Rio Paranaíba a Jusante do Rio São Marcos.....	179



5.4.4 Vulnerabilidade Integrada por Subárea.....	183
5.4.4.1 Subárea 01 - Sub-bacias dos Rios São Marcos e Verde	183
5.4.4.2 Subárea 02 - Alto Paranaíba a Montante do Rio São Marcos.....	183
5.4.4.3 Subárea 03 – Rio Paranaíba a Jusante do Rio São Marcos	184
5.4.5 Capacidade de Resposta Socioeconômica por Subárea	187
6. CONCLUSÕES.....	193

Capítulo IV - Conflitos

7. INTRODUÇÃO	197
8. CONCEITOS BÁSICOS	197
9. HISTÓRICO DE CONFLITOS NA BACIA DO RIO PARANÁIBA	198
10. ANÁLISE DOS CONFLITOS VIGENTES E POTENCIAIS NA BACIA.....	200
10.1 Conflitos Relacionados aos Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos	200
10.2 Conflitos Relacionados ao Meio Físico e Ecossistemas Terrestres	206
10.3 Conflitos Relacionados ao Meio Socioeconômico.....	207
10.3.1 Ocupação da Terra	208
10.3.2 Atores Sociais e Grupos de Interesses	209
10.3.2.1 Igreja Católica – Comissão Pastoral da Terra (CPT)	209
10.3.2.2 Organizações Não Governamentais – ONGs	210
10.3.2.3 Produtores Rurais	210
10.3.2.4 Comunidades Afetadas Pelos Empreendimentos Hidrelétricos	211
10.3.2.5 Comunidade Acadêmica	212
10.3.2.6 Movimentos Sociais	212
10.3.2.7 Poder Público	214
10.4 Questões que Potencializam Conflitos na Visão dos Atores Sociais	217
11. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	221
ANEXOS	227



Lista de Quadros

Quadro 01 Escala de definição de pesos para o método AHP segundo Saaty (1977).....	21
Quadro 02 Matriz de vulnerabilidade (impacto X fragilidade).....	24
Quadro 03 Lista de Indicadores de Sensibilidade por Tema Ambiental.....	27
Quadro 04 Composição dos Graus de Sensibilidade para cada Tipo de Variável.....	32
Quadro 05 Definição dos critérios e composição de notas da Magnitude dos impactos.....	36
Quadro 06 Definição dos critérios para composição da importância dos impactos.....	37
Quadro 07 Composição da Intensidade dos Impactos Socioambientais por Faixa de Valores (Nota).....	42
Quadro 08 Classificação das características dos empreendimentos hidrelétricos para a Composição da Intensidade dos Impactos Socioambientais.....	42
Quadro 09 Impactos Socioambientais e suas Respectivas Abrangências, por Tema Ambiental.....	47
Quadro 10 Variáveis do ISA 1 - Sensibilidade da Qualidade das Águas Superficiais.....	51
Quadro 11 Variáveis do ISA 2 - Sensibilidade a Conflitos pelo Uso da Água.....	56
Quadro 12 Variáveis do ISA 4 – Sensibilidade da Biota Aquática.....	61
Quadro 13 Potencial para a Ocorrência de Cavernas a partir da Litologia.....	65
Quadro 14 Classes de potencial paleontológico e seus respectivos valores.....	67
Quadro 15 Variáveis do ISA 4 - Sensibilidade Geológica.....	68
Quadro 16 Descrição dos Elementos de Composição da Sensibilidade à Erosão dos Solos.....	71
Quadro 17 Variáveis do ISA 6 - Sensibilidade dos Ecossistemas Terrestres.....	76
Quadro 18 Variáveis do ISA 7 - Sensibilidade Relacionada à Exposição e Organização Sócio Territorial.....	81
Quadro 19 Índice de Acesso ao Saneamento Básico: variáveis utilizadas e padronização na escala de 1 a 5.....	86
Quadro 20 Variáveis do ISA 8 - Sensibilidade Relacionada às Condições de Vida.....	87
Quadro 21 Classes de potencial de exploração mineral e seus respectivos valores.....	92
Quadro 22 Variáveis do ISA 9 - Sensibilidade Relacionada ao Comprometimento do Uso Econômico do Solo e dos Recursos Naturais.....	93
Quadro 23 Variáveis do ISA 10 - Sensibilidade Relacionadas ao Potencial de Conflitos pelo uso do Solo.....	98
Quadro 24 Variáveis do ISA 11 - Sensibilidade Relacionadas ao Potencial de Alteração ou Desarticulação de Comunidades Sensíveis.....	104
Quadro 25 Variáveis do ISA 12 - Sensibilidade aos efeitos econômicos positivos dos empreendimentos.....	110
Quadro 26 Relação atual (2014) de empreendimentos em operação por curso d'água.....	135
Quadro 27 Síntese dos potenciais conflitos, relacionados às etapas de planejamento, implantação e operação de empreendimentos hidrelétricos, na visão dos atores sociais.....	218



Lista de Figuras

Figura 01 Linhas Gerais do Desenvolvimento da Avaliação Ambiental Distribuída da UPGRH Alto Rio Paranaíba e Sub-bacias dos Rios São Marcos e Verde.....	18
Figura 02 Componentes da matriz de Indicadores da Sensibilidade.....	31
Figura 03 Fluxograma da Avaliação de Impactos	35
Figura 04 Mapeamento da Sensibilidade da Qualidade das Águas	53
Figura 05 Mapeamento da Sensibilidade a Conflitos pelo Uso da água.....	57
Figura 06 Mapeamento da Sensibilidade da Biota Aquática	63
Figura 07 Mapeamento da Sensibilidade Geológica	69
Figura 08 Mapeamento de Sensibilidade a Erosão	73
Figura 09 Mapeamento da Sensibilidade dos Ecossistemas Terrestres.....	77
Figura 10 Mapeamento da Sensibilidade relacionada a exposição e organização sócio Territorial	83
Figura 11 Mapeamento da Sensibilidade relacionada às Condições de Vida.....	89
Figura 12 Mapeamento da Sensibilidade Relacionada ao Comprometimento do Uso Econômico do Solo e dos Recursos Naturais	95
Figura 13 Mapeamento da Sensibilidade relacionada ao Potencial de Conflitos pelo uso do Solo.....	101
Figura 14 Mapeamento da Sensibilidade relacionada ao Potencial de Alteração ou Desarticulação de Comunidades Sensíveis.....	107
Figura 15 Mapeamento da Sensibilidade aos Efeitos Econômicos Positivos dos Empreendimentos.....	113
Figura 16 Empreendimentos do cenário atual na UPGRH Alto Rio Paranaíba e Sub-bacias dos Rios São Marcos e Verde.....	133
Figura 17 Subáreas da área de estudos da UPGRH Alto Rio Paranaíba e Sub-bacias dos Rios São Marcos e Verde	137
Figura 18 Mapa de Fragilidade de Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos no cenário atual na UPGRH Alto Rio Paranaíba e Sub-bacias dos rios São Marcos e Verde.....	143
Figura 19 Mapa de Fragilidade do Meio Físico e Ecossistemas Terrestres, no cenário atual, na UPGRH Alto Rio Paranaíba e Sub-bacias dos Rios São Marcos e Verde.....	147
Figura 20 Mapa de Fragilidade Socioeconômica no cenário atual na UPGRH Alto Rio Paranaíba e Sub-bacias dos Rios São Marcos e Verde.....	151
Figura 21 Impactos atuais sobre Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos na UPGRH Alto Rio Paranaíba e Sub-bacias dos Rios São Marcos e Verde.....	161
Figura 22 Impactos atuais sobre Meio Físico e Ecossistemas Terrestres na UPGRH Alto Rio Paranaíba e Sub-bacias dos Rios São Marcos e Verde.....	163
Figura 23 Impactos Negativos atuais sobre a Socioeconomia e Patrimônio Cultural na UPGRH Alto Rio Paranaíba e Sub-bacias dos Rios São Marcos e Verde	165
Figura 24 Mapa síntese dos impactos atuais na UPGRH Alto Rio Paranaíba e Sub-bacias dos Rios São Marcos e Verde.....	167
Figura 25 Impactos Positivos Atuais para o Meio Socioeconômico na UPGRH Alto Rio Paranaíba e Sub-bacias dos Rios São Marcos e Verde.....	169



Figura 26 Vulnerabilidades dos Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos, no cenário atual, por subárea da UPGRH Alto Rio Paranaíba e Sub-bacias dos Rios São Marcos e Verde	173
Figura 27 Vulnerabilidades do Meio Físico e Ecossistemas Terrestres, no cenário atual, por subárea da UPGRH Alto Rio Paranaíba e Sub-bacias dos Rios São Marcos e Verde	177
Figura 28 Vulnerabilidades da Socioeconômica, no cenário atual por subárea da UPGRH Alto Rio Paranaíba e Sub-bacias dos Rios São Marcos e Verde.....	181
Figura 29 Mapa Síntese de Vulnerabilidades, por subárea, no cenário atual, da UPGRH Alto Rio Paranaíba e Sub-bacias dos Rios São Marcos e Verde.....	185
Figura 30 Mapa de Efeitos Positivos Potencias dos Empreendimentos Hidrelétricos, no cenário atual na UPGRH Alto Rio Paranaíba e Sub-bacias dos Rios São Marcos e Verde	189
Figura 31 Mapa de Capacidade de resposta para o meio socioeconômico, no cenário atual na UPGRH Alto Rio Paranaíba e Sub-bacias dos Rios São Marcos e Verde.....	191
Figura 32 Declarações de Áreas de Conflito.....	203



CAPÍTULO III

Avaliação Ambiental Distribuída - AAD



APRESENTAÇÃO

A Avaliação Ambiental Distribuída (AAD), assim denominada por apresentar as análises distribuídas no espaço, utiliza os dados apresentados na Caracterização da UPGRH Alto Rio Paranaíba e Sub-bacias dos Rios São Marcos e Verde os organiza de forma a fornecer os subsídios necessários à etapa subsequente, de Análise Ambiental Integrada.

O item 1 introduz a AAD; no item 2 são apresentados os conceitos que nortearam os estudos; o item 3 explica a composição das ferramentas metodológicas. No item 4, apresenta-se os resultados da Avaliação Ambiental Distribuída, aglutinados nas conclusões (item 6). A bibliografia que deu suporte aos estudos é, por fim, apresentada no item 7. Neste documento é apresentada ainda a análise dos Conflitos atuais e potenciais (Capítulo IV).

Vale ressaltar que para manter a coerência entre as análises da UPGRH Alto Rio Paranaíba (MG), considerada pelo ZEE de Minas Gerais, e das sub-bacias dos rios São Marcos (GO/DF) e Verde (MG/GO), a metodologia utilizada teve como principal norteadora aquela utilizada na Avaliação Ambiental Integrada da bacia do rio Paranaíba como um todo, realizada pela EPE em 2007.

1. INTRODUÇÃO

A Avaliação Ambiental Distribuída (AAD) constitui a segunda etapa da Avaliação Ambiental Integrada (AAI) e é caracterizada pelo desenvolvimento dos instrumentos de análise dos aspectos ambientais da bacia, para identificar as áreas de fragilidade, bem como os possíveis efeitos ambientais da implantação dos empreendimentos hidrelétricos sobre a área de estudos.

A metodologia e as diversas ferramentas e elementos de caracterização utilizados na AAD foram desenvolvidos com base na Deliberação Normativa COPAM nº 175/2012, em atendimento às indicações do Termo de Referência (Anexo Único da referida DN) e refletem a complexidade deste trabalho, que exigiu a utilização de conceitos e metodologia adequados aos objetivos da AAI, de forma a proporcionar ao Estado de Minas Gerais um instrumento de planejamento ambiental e do setor elétrico na UPGRH Alto Rio Paranaíba (PN1).

A Avaliação Ambiental Distribuída do conjunto de empreendimentos hidrelétricos na UPGRH Alto Rio Paranaíba e Sub-bacias dos Rios São Marcos e Verde foi realizada a partir da integração de dois eixos distintos (conforme EPE, 2007):

- Identificação da **Sensibilidade Ambiental** da área de estudo e das áreas de fragilidade da bacia baseando-se nas características dos Temas Ambientais Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos, Meio Físico e Ecossistemas Terrestres e da Socioeconomia (Temas Ambientais Modos de Vida, Base Econômica e Organização Territorial): Este eixo tem como objetivo compor um conjunto de **Indicadores de Sensibilidade Ambiental**, baseado em variáveis que representem as condições naturais e o estado atual de conservação ou degradação da região. Nessa linha, levou-se em conta a necessidade de se entender a capacidade de suporte dos ambientes e do meio social aos potenciais efeitos da implantação dos aproveitamentos hidrelétricos na UPGRH Alto Rio Paranaíba (MG), bem como nas sub-bacias dos rios São Marcos (DF/GO) e Verde (MG/GO);

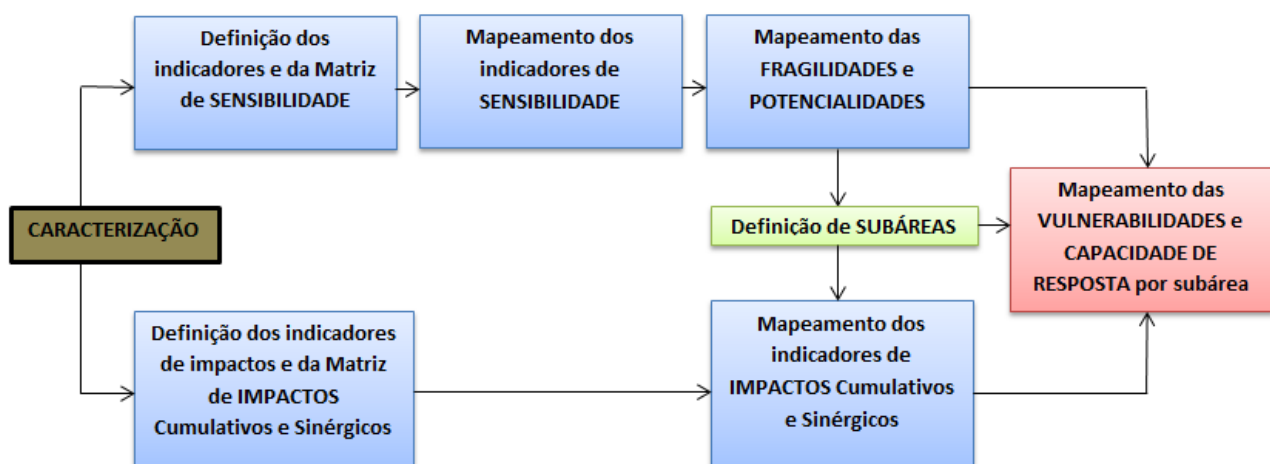


- **Avaliação dos Impactos Ambientais:** na AAD, este eixo, exclusivamente com os aproveitamentos existentes e previstos para a área de estudos, define uma abordagem que permitirá uma avaliação do potencial dos impactos do conjunto dos empreendimentos instalados e previstos. Dentro dessa análise, foram consideradas tanto as características de cada um dos empreendimentos como as interações que possam potencializar tais impactos gerando efeitos cumulativos e sinérgicos. Para a avaliação dos impactos foi considerada a experiência dos aproveitamentos já implantados neste trecho da bacia do Paranaíba.

Os dois eixos de desenvolvimento da AAD, representados na Figura 01, sistematizaram os elementos de caracterização em cada Tema Ambiental. A representação geográfica dos resultados gerou a identificação das áreas de Fragilidade e Potencialidade; a definição das Subáreas para o planejamento hidroenergético da UPGRH Alto Rio Paranaíba e Sub-bacias dos Rios São Marcos e Verde e a avaliação das interações sinérgicas e cumulativas existentes entre os empreendimentos, decorrentes dos impactos ambientais na área de estudos bem como a definição das vulnerabilidades e potencialidades.

Os dois eixos de análise foram abordados paralelamente, tendo sido integrados na fase de Definição das Áreas de Fragilidade e de Potencialidade das diversas subáreas. A integração das informações foi realizada por meio da espacialização no ambiente SIG dos Indicadores de Sensibilidades (compostos por polígonos gerados a partir dos estudos temáticos), e dos Indicadores de Impacto apontados nos estudos e georreferenciados a partir das abrangências definidas na avaliação e, posteriormente, incorporadas ao SIG. A combinação desses dois mapeamentos permitiu a definição das vulnerabilidades e potencialidades nas subáreas.

Figura 01 Linhas Gerais do Desenvolvimento da Avaliação Ambiental Distribuída da UPGRH Alto Rio Paranaíba e Sub-bacias dos Rios São Marcos e Verde



Fonte: EPE (2007) adaptado por SETE (2014).



2. CONCEITOS UTILIZADOS NO DESENVOLVIMENTO DOS ESTUDOS

Neste item, são apresentados os diversos conceitos e categorias de análises utilizadas para a AAD, baseados em EPE (2007). Os conceitos são descritos a seguir.

2.1 Tema Ambiental, Elementos de Caracterização e Aspectos Relevantes

Os Temas Ambientais são divididos em três grandes grupos que agregam o conhecimento das características ambientais da bacia, tal como proposto no Termos de Referência:

- Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos: climatologia, hidrologia, hidrogeologia, qualidade da água, limnologia, usos dos recursos hídricos, vegetação marginal e ictiologia;
- Meio Físico e Ecossistemas Terrestres: geologia, geomorfologia, pedologia, fauna e flora terrestre; e
- Socioeconomia: modos de vida, organização territorial e base econômica.

O conteúdo de cada um deles corresponde aos **Elementos de Caracterização** que foram selecionados para descrever os temas e subtemas abordados na etapa de Caracterização Ambiental.

Os **Aspectos Relevantes** representam aqueles fatores e variáveis que melhor definem os diversos temas e subtemas na área de estudos e que possibilitam a construção dos Indicadores de Sensibilidade Ambiental.

As Variáveis representam o conjunto de informações disponíveis que permitiram uma representação espacial desses elementos e aspectos relevantes, em cada um dos temas.

2.2 Indicadores de Sensibilidade Ambiental (ISA)

Os Indicadores de Sensibilidade Ambiental sintetizam os aspectos relevantes dos elementos de caracterização e suas variáveis utilizadas para a Caracterização Ambiental, indicadas nos aspectos relevantes. Permitem uma representação espacial (mapeamento) das sensibilidades em cada subárea, a partir da hierarquização, ponderação e qualificação de cada variável ambiental selecionada. Estes indicadores podem ser entendidos como uma representação da capacidade que os ambientes encontrados na porção estudada da bacia do rio Paranaíba têm de suportar os principais elementos de pressão identificados.

A principal finalidade dos indicadores é de ajudar e aperfeiçoar o processo de tomada de decisão em diferentes níveis. Outro aspecto importante a ser lembrado é o fato de que os indicadores podem ser também meios de comunicação. Qualquer forma de comunicação requer o seu entendimento por toda comunidade envolvida no processo. Portanto, os indicadores devem ser transparentes, de forma que seus valores e significados possam ser entendidos e discutidos por todos.



Como atesta Castro (2007), um indicador é uma variável. Qualquer variável “indica” ou reflete um atributo, que não é, necessariamente, um objeto real, e sim uma abstração ou imagem do atributo. Quanto melhor a variável refletir o atributo e quanto mais significativa e relevante for esta informação para a tomada de decisão, mais bem escolhido terá sido aquele indicador para o propósito definido. Na escolha dos indicadores adequados a este estudo, alguns requisitos foram considerados:

- Revisão bibliográfica sobre o tema a fim de ser definido o arcabouço conceitual e metodológico para orientação e definição dos indicadores e formas de mensuração. O estudo da EPE (2007) foi uma referencia relevante para desenvolvimento do trabalho;
- Escolha de indicadores precisos que reflitam o fenômeno analisado. Para isto foi realizada uma análise prévia dos potenciais indicadores e verificada sua sensibilidade em captar o atributo em análise;
- Dados disponíveis ou que possam ser obtidos por meio de medidas e cálculos. Eles devem estar padronizados para toda área do estudo;
- A metodologia para a coleta, processamento de dados e construção dos indicadores deve ser clara, transparente e padronizada;
- Os indicadores devem ser aceitáveis no nível apropriado ao estudo (regional).

A definição da importância relativa de cada variável na composição dos indicadores, ou seja, a ponderação foi realizada com o uso do Processo Analítico Hierárquico ou *Analytical Hierarchy Process* – AHP (Saaty, 1977). O AHP reduz o problema de tomada de decisão a comparações par-a-par dos critérios (ou variáveis), facilitando sua avaliação. A definição de pesos envolve um nível de subjetividade. Ao lado das técnicas estatísticas, entra o julgamento do pesquisador, sempre amparado em ampla base conceitual e bibliográfica. Neste sentido, uma das vantagens do AHP é a de possibilitar avaliar o grau de consistência das respostas, por meio do indicador GC (parâmetro quantitativo que mede a coerência lógica sobre o julgamento). O valor de GC menor ou igual a 10% indica avaliação suficientemente consistente.

O AHP propõe avaliar um vetor de pesos $w = (w_1, w_2, w_3, \dots, w_n)$ ligado aos critérios de um determinado problema de decisão multicritério. Cada critério (i) é comparado individualmente a cada um dos outros critérios (j), o que produz os valores a_{ij} que são agrupados em uma matriz quadrada de dimensão n chamada matriz de comparação binária $A = (a_{ij})$. A ideia de introdução de comparações binárias baseia-se na suposição de que é mais fácil ao decisor efetuar-la do que apreender todo o conjunto de critérios, como é implicitamente necessário aos métodos de avaliação direta. Considera-se que o cérebro não sabe tratar, na memória de curto prazo, mais do que sete itens (Pomerol & Barba-Romero, 1993).

Saaty (1977), após diversos estudos, apresenta a escala considerada adequada para análise dos critérios (Quadro 01).



Quadro 01 Escala de definição de pesos para o método AHP segundo Saaty (1977)

Aij	Quando o Critério i é Comprado ao Critério j
1	Igualmente importante
3	Ligeiramente mais importante
5	Notavelmente mais importante
7	Muito mais importante
9	Indiscutivelmente mais importante

Os valores intermediários 2, 4, 6 e 8 são utilizados se nuances de grau de importância são necessárias. Se o valor i não é superior ou igual à j , avalia-se aji da mesma maneira precedente, e após coloca-se $aij = 1 / aji$ na matriz.

Entre as razões práticas para escolha desta escala de valores, tem-se:

- Um grande conjunto de possibilidades de análise que não ultrapassa a capacidade de memória de curto prazo;
- Valores inteiros e a passagem de uma escala à outra por aumento de 1 ou 2 unidades;
- A equivalência entre i e j é caracterizada pelo valor 1.

O método AHP de determinação de pesos se resume em três etapas:

- 1. Pede-se ao decisor para preencher a matriz A de comparações binárias;
- 2. Acha-se o vetor próprio dominante w e o grau de consistência das respostas GC ;
- 3. Se $GC < 10\%$ se aceita w , se não, demanda-se ao decisor rever suas comparações.

O termo hierarquia presente no nome do método refere-se à possibilidade de se estabelecer uma hierarquia de critérios. Os pesos são atribuídos em cada hierarquia para finalmente ser feita uma soma ponderada entre os diversos níveis.

Um dos pontos fortes do método é ele detectar e aceitar, dentro de certos limites, a incoerência dos decisores humanos. Ele aceita a hierarquização de critérios, o que não é feito pelos métodos que exigem comparação global de ações.

2.3 Indicadores de Impacto Ambiental (IIA)

A partir da identificação dos principais processos impactantes dos empreendimentos hidrelétricos sobre o meio ambiente, foram selecionados os indicadores capazes de representar uma avaliação com base em alguns atributos classificadores, tais como magnitude, importância, intensidade e abrangência.



2.4 Sensibilidade, Fragilidade e Potencialidade

A **Sensibilidade** é identificada a partir da análise das condições socioambientais, nos diversos Temas Ambientais: Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos, Meio Físico e Ecossistemas Terrestres e Socioeconomia (Base Econômica, Modos de vida e Organização Territorial).

Conforme apresentado anteriormente, os **Indicadores de Sensibilidade Ambiental** - ISAs partem de um conjunto de variáveis que, ponderadas e combinadas, traduzem a distribuição espacial da sensibilidade do território estudado. Essa análise permite identificar a existência de subáreas com características específicas para cada Tema Ambiental, de acordo com suas especificidades. O valor dos Indicadores Ambientais varia de acordo com as condições socioambientais apresentadas. O processo de integração desses ISAs, sobrepondo de indicadores georreferenciados e sua representação espacial, gera um gradiente de situações de sensibilidades, e indica qual é a condição de manifestação de efeitos direta ou indiretamente associados às usinas.

Os resultados dessa integração mostram que algumas áreas se destacam por apresentar espaços de concentração de maior sensibilidade, revelando assim áreas de **Fragilidade**. Quando as sensibilidades se referem a condições favoráveis, específicas do meio socioeconômico, constituem-se áreas de **Potencialidade**. Essas áreas são expressas nos mapas de Fragilidade e de Potencialidade Socioeconômica.

É importante salientar que o grau de fragilidade de determinada área foi considerado proporcional ao grau de preservação desta área. Desta forma, uma área que já foi significativamente alterada em relação a suas características ambientais originais (ex: área muito desmatada, área inundada, etc) pode perder seus atributos relevantes para a conservação e, portanto, impactos posteriores já não incidirão sobre ambientes ambientalmente tão sensíveis quanto originalmente. A avaliação da fragilidade/vulnerabilidade frente a implantação dos empreendimentos hidrelétricos no Alto Paranaíba em cada cenário apresentado no item 7 da AAI se baseou na avaliação destes quesitos no cenário anterior.

Por exemplo, trechos lóticos modificados pela inserção de barreiras físicas em um cenário, perdem sua função biológica original e tornam-se menos frágeis quando da avaliação de um cenário posterior. Em outros casos, como no caso específico da diminuição de trechos lóticos remanescentes, traduzida pela perda de rotas migratórias para peixes, os trechos que restarem apresentarão fragilidade significativamente maior que no cenário anterior, tendo em vista que a redução de trechos importantes para a ictiofauna torna os trechos remanescentes ainda mais valiosos para a conservação da biodiversidade.

Da mesma forma, ecossistemas terrestres, nos cenários de médio e longo prazo, terão sua fragilidade diminuída em relação à atual, nos locais onde tiverem sido implantados empreendimentos que resultem na supressão de remanescentes de vegetação nativa e fragmentação de ecossistemas, nas áreas inundadas pelos reservatórios projetados. Os remanescentes nas áreas não afetadas terão sua fragilidade aumentada em função de serem mantenedores de uma biodiversidade progressivamente depauperada ao longo do tempo.



Destaca-se ainda que a fragilidade abordada na AAI é relativa à implantação de empreendimentos hidrelétricos, objeto do estudo integrado da bacia, ainda que existam outros impactos oriundos de atividades antrópicas diversas que, no entanto, não são alvo das análises aqui focadas.

2.5 Cumulatividade e Sinergia

Os impactos ambientais ocorrem com certa frequência no tempo e densidade no espaço, e os efeitos individuais das transformações provocadas podem gerar efeitos cumulativos e sinérgicos de diversos tipos (externalidades, adicionalidades, disparo de condições limítrofes, novos efeitos, dentre outros), a partir de interações e sobreposições sucessivas de processos antrópicos. Os impactos foram analisados em seu conjunto e suas interações, considerando o grupo de empreendimentos, levando-se em consideração os cenários temporais de implantação, de maneira a orientar a indicação das diretrizes e recomendações apresentadas ao final desta AAI.

Vale ressaltar que na Avaliação Ambiental Distribuída, avaliou-se a sinergia e cumulatividade no cenário atual. Na Avaliação Ambiental Integrada, a análise da sinergia e cumulatividade dos impactos considerou a implantação e operação do conjunto de empreendimentos pretendidos para cada cenário futuro estabelecido.

O conceito de sinergia e cumulatividade permeia toda a Avaliação Ambiental Integrada. Existem múltiplas definições para essas duas variáveis (Nota Técnica nº 10/2012, MMA & CGPEG/DILIC/IBAMA; Ministério do Meio Ambiente, 2002; Oliveira, 2008) e se o objetivo é analisá-las na avaliação de impactos, torna-se necessário ressaltar alguns conceitos utilizados no estudo em termos claros e segundo propósitos específicos:

Efeito (ação): produto de uma causa; resultado de uma ação qualquer que pode ou não gerar impacto no meio ambiente.

Impacto (reação) cumulativo: alteração dos sistemas ambientais causada pela interação ou somatória das ações humanas, originadas de uma ou mais atividades; com os efeitos ou impactos de outras ações ocorridas no passado, no presente ou previsíveis no futuro. O processo de acumulação pode ser interativo ou aditivo, com acumulação no tempo e/ou no espaço. O tipo de cumulatividade mais simples e facilmente reconhecido é o “aditivo linear”, no qual o impacto resultante seria a soma dos impactos individuais. Outro tipo de cumulatividade, chamada “amplificada” ou “exponencial” é aquela em que cada nova adição tem gradualmente uma ampliação do impacto proporcionalmente maior do que a anterior que tendem, por sua vez, a resultar em efeitos sinérgicos.

Sinergia: a sinergia eventualmente é utilizada como sinônimo de “interação” entre impactos (os impactos se interagem, potencializando ou alterando suas consequências). Aqui ela é considerada como o fenômeno no qual o impacto obtido pela combinação de dois ou mais impactos de uma ou mais ações diferentes é maior do que a soma dos impactos individuais das mesmas ações. Outra forma de sinergia seria aquela em que a cumulatividade extrapola “os limites do sistema” ou sua “capacidade de carga”, e, por consequência, as variáveis envolvidas assumem um comportamento notoriamente diferenciado após esse limite, gerando impactos não previstos anteriormente. A sinergia pode, portanto, ser considerada um aspecto da cumulatividade. A sinergia ocorre também no caso de impactos positivos. O incremento da renda e emprego decorrente da implantação de um ou mais



empreendimentos pode, por exemplo, segundo sua magnitude, ser microeconômico e ter alcance restrito, sem capacidade para alterar a dinâmica socioeconômica municipal ou regional, ou, ao contrário, por efeitos multiplicadores e de encadeamento, ser capaz de dinamizar a economia, com reflexo em setores diversos, ou mesmo alterar a estrutura e base econômica municipal ou, em última análise, da região ou país. Nas análises utilizadas neste estudo, o termo “sinergia” refere-se tanto ao surgimento, por efeitos de cumulatividade, de novos impactos não anteriormente previstos, quanto ao resultado de ações sobre o meio ambiente que causam alteração ambiental superior à simples soma das ações individuais.

2.6 Vulnerabilidade

Definiu-se como vulnerabilidade a superposição do mapeamento dos indicadores de impactos cumulativos e sinérgicos, com grande probabilidade de ocorrência, aos mapeamentos das fragilidades já realizados. Foram consideradas **Áreas Vulneráveis** aquelas onde houve maior influência espacial dos indicadores de impacto nas áreas frágeis de cada subárea.

A vulnerabilidade foi obtida a partir da combinação lógico-intuitiva dos vários níveis de fragilidade e de impacto. As possíveis combinações permitem agrupar áreas semelhantes quanto à vulnerabilidade ambiental. A partir da análise de especialistas sobre meio físico, biota aquática, ecossistemas terrestres e socioeconomia, assume-se que quanto maior a fragilidade ambiental, mais sensível é o meio ambiente quanto aos efeitos potenciais do impacto, ou seja, em um ambiente muito frágil, mesmo um impacto de baixa magnitude pode implicar em alta vulnerabilidade ambiental; por outro lado, caso a fragilidade seja baixa, apenas impactos mais severos irão levar a uma situação ambiental de maior vulnerabilidade. Esta lógica esta relacionada claramente ao conceito de capacidade de suporte do sistema.

O Quadro 02 apresenta a matriz de vulnerabilidade, a qual relaciona fragilidade ambiental e impacto, originando diferentes combinações ou elementos - cada elemento é representado pelo par ordenado (i,j).

Quadro 02 Matriz de vulnerabilidade (impacto X fragilidade)

Impacto	Fragilidade			
	Baixa (a)	Media (b)	Alta (c)	Muito Alta (d)
Baixo (a)	aa	ab	ac	ad
Médio (b)	ba	bb	bc	bd
Alto (c)	ca	cb	cc	cd
Muito alto (d)	da	db	dc	dd

Classes de vulnerabilidade, segundo elementos da matriz:

Baixa vulnerabilidade = { (aa), (ba), (ca) }

Média vulnerabilidade = { (da), (ab), (bb) }

Alta vulnerabilidade = { (cd), (db), (ac), (bc) }

Vulnerabilidade muito alta = { (cc), (dc), (ad), (bd), (cd),(dd) }



3. COMPOSIÇÃO DAS FERRAMENTAS METODOLÓGICAS

3.1 Matriz de Indicadores de Sensibilidade Ambiental

3.1.1 Composição dos Indicadores de Sensibilidade

A partir dos estudos de Caracterização, foram selecionados diversos Indicadores de Sensibilidade e determinados aqueles com maior potencial de interação com os recursos naturais afetados pelos AHE da UPGRH Alto Rio Paranaíba e Sub-bacias dos Rios São Marcos e Verde. Cada Indicador de Sensibilidade resulta da agregação de um conjunto de variáveis. Os Aspectos Relevantes dos temas abordados na Caracterização da área de estudos foram selecionados de acordo com as seguintes premissas: serem importantes para o entendimento das condições locais de desenvolvimento; e apresentarem relação explícita com empreendimentos hidrelétricos.

Visando à espacialização de informações, foi levada em consideração a disponibilidade de dados e informações relevantes mapeáveis e a possibilidade de monitoramento dos parâmetros avaliados no tempo, permitindo comparações futuras. As variáveis espacializadas resultaram em mapas do Indicador de Sensibilidade. A agregação dos mapas dos Indicadores de Sensibilidade resultou no mapa de Sensibilidade do tema ambiental.

A composição dos Indicadores de Sensibilidade foi discutida em reuniões interdisciplinares, focando os seguintes objetivos: garantir a objetividade nos mapeamentos; observar a disponibilidade de informações e a representatividade do indicador; manter a coerência com o objetivo geral do trabalho (avaliar os impactos cumulativos dos empreendimentos hidrelétricos da área de estudo); e avaliar a possibilidade de espacialização das informações e extrapolação temporal. A partir de uma listagem de 42 indicadores ambientais apresentados no item Caracterização, consolidaram-se, por agrupamento ou exclusão, 11 indicadores para a fase de AAD. No caso da socioeconomia, a análise considerou, além dos indicadores de sensibilidade negativa, os de sensibilidade positiva, relacionados aos possíveis ganhos econômicos/sociais atrelados à implantação de aproveitamentos hidrelétricos.

A construção dos Indicadores de Sensibilidade Ambiental viabilizou as atividades das diversas fases da AAI, tendo em vista que eles permitem:

- mapear as diferentes faixas de sensibilidade dos aspectos ambientais, dentro das escalas de trabalho propostas, evitando-se generalizações espaciais que desprezassem as diferenças locais;
- manter, nas matrizes e mapeamentos, a memória das informações da Caracterização uma vez que a representação nos mapeamentos dos ISAs é realizada com a reclassificação dos bancos de dados dos mapeamentos temáticos que permanecem acessíveis no SIG;
- identificar as áreas de Fragilidade e Potencialidade dentro da UPGRH Alto Paranaíba e Sub-bacias dos Rios São Marcos e Verde dentro de cada subárea.



3.1.2 Integração dos Indicadores por Temas-Síntese

A integração dos mapeamentos seguiu critérios distintos para cada um dos Temas Ambientais:

- Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos: a integração considerou três componentes: qualidade da água, conflitos de uso da água e ecossistemas aquáticos, com pesos distintos conforme mostra o Quadro 01;
- Meio Físico e Ecossistemas Terrestres: também foram considerados três indicadores: geologia, erosão dos solos e ecossistemas terrestres. Os ISAs com seus respectivos pesos são apresentados no Quadro 01;
- Socioeconomia: integrou os indicadores exposição e organização sócio-territorial; condições de vida; comprometimento do uso econômico do solo e dos recursos naturais; potencial de conflitos de uso do solo e potencial de alteração ou desarticulação das comunidades sensíveis. Os pesos estão apresentados no Quadro 01.

O agrupamento dos Indicadores de Sensibilidade nos Temas Ambientais foi realizado a partir da integração dos Mapas de Sensibilidade conforme o Quadro 03. A integração dos Indicadores por temas gerou então três representações, baseadas na soma dos ISAs agrupados. A representação baseada na soma ponderada dos ISAs pode ser entendida como uma sobreposição espacial das sensibilidades. Ao final da análise, as áreas onde se registra uma incidência conjunta de elementos de alta sensibilidade caracterizam-se como regiões de Fragilidade.

Em relação aos Indicadores de Sensibilidade Positivos, não foi possível realizar uma integração, na medida em que se mostravam associados a temas distintos. Dessa forma, na representação integrada da Potencialidade, optou-se pelo indicador socioeconômico, para o qual também foram estabelecidas quatro faixas. A faixa de maior sensibilidade foi definida como sendo aquela representativa da área de Potencialidade Socioeconômica, ou seja, que possuía maior número de variáveis correspondentes que, de alguma forma, poderiam representar características locais capazes de potencializar os impactos positivos.

A **ponderação dos indicadores** dentro de cada Tema Ambiental foi feita por meio da atribuição de um valor numérico que representasse a relevância de cada indicador no tema-síntese em que está inserido, sendo a soma dos pesos dos indicadores socioambientais de cada tema-síntese igual a 1 (Quadro 03).



Quadro 03 Lista de Indicadores de Sensibilidade por Tema Ambiental

Variáveis de Sensibilidade	Peso	Indicador de Sensibilidade	Peso	Tema Ambiental
IQA	0,32	Sensibilidade da Qualidade da Água Superficial	0,24	Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos
Esgoto doméstico tratado	0,31			
Densidade demográfica urbana	0,31			
Atividades agropecuárias (agroquímicos)	0,06			
Balanço Hídrico	0,36	Sensibilidade a Conflitos de uso da água	0,16	
Esgoto doméstico tratado	0,32			
Densidade demográfica urbana	0,32			
Trechos lóticos remanescentes	0,75	Sensibilidade da Biota Aquática (ictiofauna)	0,6	
IQA	0,07			
Áreas Prioritárias para a Conservação da Ictiofauna	0,18			
Favorabilidade geológica à dissolução e abatimentos (potencial espeleológico) e registro de cavidades	0,7	Sensibilidade geológica	0,14	Meio Físico e Ecossistemas Terrestres
Potencial paleontológico	0,3	Sensibilidade a erosão dos solos	0,14	
Classes de susceptibilidade à erosão	1			
Potencial de biodiversidade	0,16	Sensibilidade dos Ecossistemas Terrestres	0,72	
Relevância para a conservação	0,3			
Presença de Unidades de Conservação	0,54	Sensibilidade relacionada à exposição e organização sócio-territorial	0,21	Socioeconomia
Densidade demográfica (habitantes / km ²) – Informação por setor censitário	0,54			
Taxa média anual de crescimento populacional (2010/2000) (em %) – Informação municipal	0,09			
Índice de Densidade da Malha Rodoviária (km/km ² - transformado em índice de 0 a 1) – Informação municipal	0,14			
Proximidade de núcleos urbanos	0,23			
% da população com renda inferior a 1 salário mínimo	0,34	Sensibilidade relacionada às condições de vida	0,4	
Índice de acesso ao saneamento básico (índice de 0 a 5)	0,33			
% da população com 25 anos ou mais sem instrução ou com fundamental incompleto	0,33			
Uso do solo	0,63	Sensibilidade relacionada ao comprometimento do uso econômico do solo e dos recursos naturais	0,21	
Aptidão Agrícola	0,14			
Potencial de extração mineral	0,23			



Continuação

Variáveis de Sensibilidade	Peso	Indicador de Sensibilidade	Peso	Tema Ambiental
Percentual de área ocupada por projetos de assentamento	0,14	Sensibilidade relacionada ao potencial de conflitos de uso do solo	0,11	Socioeconomia
Produtividade Agrícola	0,23			
Fragmentação Fundiária	0,53			
Número de famílias atualmente envolvidas em conflitos por terra	0,09			
Número de famílias assentadas	0,27	Sensibilidade ao potencial de alteração ou desarticulação das comunidades sensíveis	0,07	
Número de comunidades especiais (quilombolas e/ou terras indígenas)	0,61			
Número de estabelecimentos com agricultura familiar / Número total de estabelecimentos agropecuários*100	0,12			
PIB (Em milhões de reais de 2010)	0,35	Sensibilidade aos efeitos econômicos positivos dos reservatórios	1	
Crescimento real anual do PIB (2000-2010)	0,11			
IDH-M (2010)	0,19			
Receita Orçamentária Total (Em milhões de reais de 2010)	0,35			

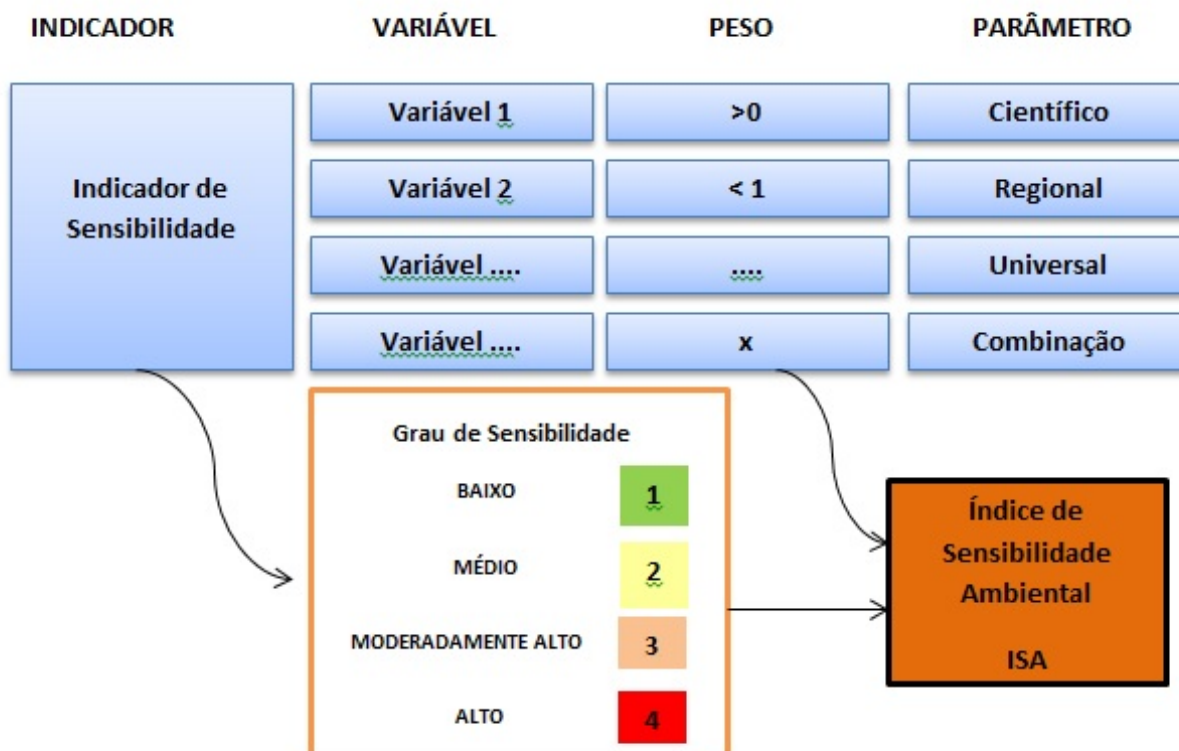


3.1.3 Composição da Matriz de Indicadores

A Matriz de Indicadores Ambientais foi utilizada para a produção de mapas e diagramas representativos das condições ambientais da UPGRH Alto Rio Paranaíba e Sub-bacias dos Rios São Marcos e Verde. Estruturada de forma a permitir a hierarquização e ponderação das variáveis, estabelece referências para uma avaliação comparativa e organização de um banco de dados associado ao SIG. O processo de composição da Matriz se inicia com a seleção das variáveis que compõe cada ISA, associando cada uma a seu Peso e Grau de Sensibilidade.

A Figura 02 mostra um organograma com a representação geral da Matriz de ISAs, explicitando a forma como as variáveis foram incorporadas na composição de cada Indicador, bem como os principais passos que permitiram a sua avaliação por meio de um sistema de definição de pesos e graus de sensibilidade.

Figura 02 Componentes da matriz de Indicadores da Sensibilidade



Fonte: EPE (2007) adaptado por SETE (2014).

Para cada tema-síntese foi definido o conjunto de **Indicadores de Sensibilidade**, que por sua vez resultam da agregação de um conjunto de variáveis. Essas variáveis foram espacializadas, resultando em mapas do Indicador de Sensibilidade. A agregação dos mapas dos Indicadores de Sensibilidade resultou no mapa de Sensibilidade Socioambiental do tema-síntese.



Para diferenciar os graus de sensibilidade numa mesma variável, cada uma das variáveis selecionadas foi classificada em quatro **graus de sensibilidade** (Quadro 04): Baixo, Médio, Alto e Muito Alto. Esse procedimento de qualificar as variáveis em quatro classes distintas é adotado como forma de normalizar as variáveis utilizadas na elaboração dos indicadores.

Quadro 04 Composição dos Graus de Sensibilidade para cada Tipo de Variável

Grau Qualitativo	Classe	Significado
Baixo	1	Sensibilidade baixa
Médio	2	Sensibilidade média
Alto	3	Sensibilidade alta
Muito Alto	4	Sensibilidade muito alta

Para efeito de comparação, os Graus foram definidos considerando parâmetros internos ao Alto Rio Paranaíba, ou valores estabelecidos por normas técnicas, instituições governamentais ou pesquisa acadêmica. Assim, para a definição dos graus de sensibilidade para cada variável foram utilizados diferentes fontes de dados, de acordo com a disponibilidade de informações secundárias:

- Contexto regional: utilização de dados que a variável apresenta na região em análise - UPGRH Alto Rio Paranaíba e sub-bacias dos rios São Marcos e Verde -, conforme dados gerados na Caracterização;
- Contexto nacional: utilização de dados de referências adotadas por instituições de abrangência nacional a exemplo do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), MS (Ministério da Saúde), MMA (Ministério do Meio Ambiente), entre outras;
- Contexto da bacia: utilização de dados que a variável apresenta na bacia do rio Paranaíba+, conforme dados levantados na Caracterização; Todos os contextos: utilização de dados científicos, de referências como pesquisas acadêmicas, publicações científicas, entre outros.

A partir da definição do **Peso** de cada variável e das escalas de sensibilidade das informações de cada variável expresso no **Grau de Sensibilidade**, pode-se inferir o nível de sensibilidade de cada ISA.

3.1.4 Mapeamento dos Indicadores

Conforme apresentado no item 8 do Capítulo I (Volume da Caracterização) nesta segunda fase que corresponde à **Avaliação Ambiental Distribuída**, foram realizadas análises espaciais para elaboração dos mapas de sensibilidade, potencialidades, fragilidades, e vulnerabilidades ambientais para cada eixo temático: Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos; Meio Físico e Ecossistemas Terrestres; e Socioeconomia.



Os indicadores de sensibilidade foram identificados a partir das variáveis ambientais relevantes selecionadas com base na caracterização ambiental da área de estudo, na experiência dos profissionais envolvidos e a partir de discussões em reuniões técnicas. Uma análise de consistência dos indicadores foi realizada com a equipe técnica a fim de minimizar a sobreposição de informações ambientais; garantir objetividade nos mapeamentos; observar a disponibilidade de informações; e averiguar a possibilidade de espacialização das informações.

A representação dos indicadores de sensibilidade ambiental foi gerada a partir da análise multicritério, possibilitando a identificação de áreas mais ou menos sensíveis ou frágeis e a análise do comportamento desses indicadores na bacia, considerados expressivos nas questões ambientais analisadas. O detalhamento da análise multicritério pode ser verificada na Estrutura Metodológica Geral (item 8 do Capítulo I).

As matrizes de cada um destes Indicadores de Sensibilidade Ambiental Negativa, com suas Variáveis, Pesos e Graus, estão apresentadas por temas-ambientais nos itens 4.1.1 a 4.1.3.

3.2 Definição e Análise das Subáreas

A paisagem é compreendida como um sistema natural, complexo e integrado, com características associadas a diversos elementos físicos, biológicos e antrópicos, constituindo um geossistema. A dinâmica existente entre os diversos elementos que compõem a paisagem, bem como o constante fluxo de matéria e energia, resultam em uma multiplicidade de ambientes com características diversas (Bertrand, 1970).

Apesar da diversidade e heterogeneidade das paisagens que compõem o espaço geográfico, é possível estabelecer áreas com relativa homogeneidade. Desse modo, optou-se por definir as subáreas desse estudo com base nas sub-bacias presentes na UPGRH Alto Rio Paranaíba (MG) e no estado de Goiás, uma vez que a resultante da sensibilidade dos diversos temas ambientais analisados demonstrou uma significativa heterogeneidade. Sendo assim, os elementos de sensibilidade entraram como qualificadores, e não delimitadores, na definição das subáreas nesta etapa do trabalho. Considera-se a bacia hidrográfica como a unidade ambiental voltada ao estudo e à interpretação do geossistema como um instrumento viável ao planejamento e zoneamento ambiental. Trata-se da unidade natural básica de propostas voltadas ao planejamento e gestão ambiental e territorial, em vista dos diversos atores que se relacionam com a mesma e que, direta ou indiretamente, exercem intervenções em sua dinâmica natural.

Portanto, a subdivisão da UPGRH Alto Rio Paranaíba incluindo a sub-bacia dos rios São Marcos e Verde no Estado de Goiás e Minas Gerais foi subdividida em três unidades de paisagem distintas: a sub-bacia dos rios São Marcos e Verde; a bacia do rio Paranaíba na sua porção alta, a montante da confluência do rio São Marcos; e o rio Paranaíba com seus afluentes da margem esquerda, a partir da represa da UHE Emborcação, a jusante da confluência do rio São Marcos. A identificação e análise espacial de diferentes unidades na paisagem apresenta grande importância por possibilitar o melhor entendimento das suas características e dinâmica, e por viabilizar o planejamento do uso de diversos territórios, em variadas escalas.



A partir da definição dessas subáreas, foram incorporados os resultados do mapeamento dos ISAs e a identificação e qualificação das áreas de fragilidade e potencialidade nas mesmas. Essa divisão servirá de base para a conclusão das análises da AAD, bem como, deverá orientar a organização das informações, diretrizes e recomendação da AAI.

As subáreas definidas são apresentadas na Figura 17 no item resultados.

3.3 Avaliação dos Impactos Socioambientais

A avaliação de impactos socioambientais seguiu as metodologias apresentadas na Avaliação Ambiental Integrada – AAI da bacia do rio Paranaíba desenvolvidos pela EPE entre 2006 e 2007. No entanto, assim como na análise da sensibilidade, foram necessárias algumas adaptações, consideradas pertinentes no caso da UPGRH Alto Rio Paranaíba e Sub-bacias dos Rios São Marcos e Verde e resultantes das discussões entre profissionais que integraram a equipe multidisciplinar.

O ponto de partida para a avaliação de impactos foi à identificação dos indicadores de impacto socioambientais mais relevantes dentro de cada um dos Temas Ambientais apresentados na metodologia de avaliação da Sensibilidade (Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos; Meio Físico e Ecossistemas Terrestres e Socioeconomia). Para tanto, foram consideradas as diferentes etapas de implantação de um aproveitamento hidrelétrico, como a construção e a operação, e os impactos negativos e positivos associados a elas.

Os Indicadores de Impacto selecionados foram submetidos a uma análise de consistência pela equipe multidisciplinar, que avaliou os Indicadores de Impacto dentro de cada Tema Ambiental e dentro do sistema socioambiental na bacia. Cada indicador de impacto é caracterizado em sua significância, intensidade e abrangência que, em conjunto, permitem a espacialização da incidência do impacto. O agrupamento dos indicadores por temas-síntese é expresso no mapa de impactos referente a cada Tema Ambiental, como pode ser observado na Figura 03



Figura 03 Fluxograma da Avaliação de Impactos



3.3.1 Avaliação da Significância do Impacto

Considerando-se que há diferenças nas formas de manifestação dos diversos impactos, desenvolveu-se um sistema de pesos que hierarquizasse os N indicadores de impacto de um determinado tema ambiental. Essa hierarquização resultou no que se denominou Significância. A Significância é a resultante da análise de três atributos principais: Magnitude, Importância e Efeito.

Cada um destes atributos foi, por sua vez, representado por um conjunto de outros atributos, como o tempo e a forma de incidência, a probabilidade de ocorrência, a reversibilidade, a existência de sinergia, entre outros. Para cada impacto em análise, foi atribuída uma nota àquele atributo, de modo que a soma destas notas representasse a Magnitude ou a Importância. O Efeito refere-se ao sentido numérico positivo ou negativo para representar, respectivamente, o aspecto favorável ou desfavorável da alteração provocada pelo impacto socioambiental. Assim, quando o impacto é positivo, seu efeito é (+1) e quando o impacto é negativo, seu efeito é (-1). A agregação da Magnitude, Importância e Efeito na Significância do Impacto foi feita por meio do produto entre os índices obtidos nos três atributos principais mencionados (Magnitude, Importância e Efeito). A matriz para avaliação da Significância do Impacto é apresentada no Anexo 1.

No Quadro 05 e Quadro 06 são apresentados os critérios de hierarquização dos impactos.



Quadro 05 Definição dos critérios e composição de notas da Magnitude dos impactos

Critério	Definição	Classificação	Sigla	Composição
Forma de Incidência	Evidencia a cadeia do impacto, focado na causa originária.	DIRETA = quando decorre de uma ação dos empreendimentos hidrelétricos.	DI	1
		INDIRETA = quando é consequência de outro impacto	IN	2
Abrangência	Característica do impacto quanto ao alcance de ocorrência.	PONTUAL= quando se restringe a um ou mais pontos bem localizados	P	1
		LOCAL = quando ocorre em áreas menos circunscritas, porém restritas ao entorno dos empreendimentos hidrelétricos.	L	2
		REGIONAL = quando o impacto tem interferência ou alcance na sub-bacia ou municípios envolvidos	R	4
		SUPRA-REGIONAL = quando extrapola a sub-bacia do empreendimento	S	5
Temporalidade	Característica do impacto quanto ao tempo de manifestação após a ação geradora	LONGO PRAZO = quando há uma defasagem de tempo entre a ação geradora e a ocorrência do impacto.	LP	1
		CURTO PRAZO= a alteração se manifesta simultaneamente ou imediatamente após a ocorrência da ação que o desencadeou	CP	2
Duração	Característica do impacto que traduz a sua permanência no ambiente	TEMPORÁRIO = o impacto é transitório, ou seja, não persiste quando cessada a ação que o causou.	TE	1
		PERMANENTE = a alteração persiste mesmo quando cessada a atividade que o desencadeou	PE	3
Probabilidade	Característica do impacto que traduz a probabilidade de ocorrência no ambiente	POUCO PROVÁVEL = impactos com baixa probabilidade de ocorrência	PP	1
		PROVAVEL = impactos com alta probabilidade de ocorrência	PR	2
		CERTO – Impactos previstos de ocorrerem	CE	3



Quadro 06 Definição dos critérios para composição da importância dos impactos

Critério	Definição	Classificação	Sigla	Composição
Sinergia	Alterações ambientais que em combinação com outras ações anteriores, simultâneas ou posteriores, podem potencializar os efeitos ambientais em uma dada região.	BAIXA= baixa sinergia com outros impactos	BA	1
		MÉDIA = média sinergia com outros impactos	ME	2
		ALTA = alta sinergia com outros impactos	AL	3
		MUITO ALTA = muito alta sinergia com outros impactos	MA	4
Reversibilidade	Diz respeito à capacidade do meio de se recompor ou não após cessada a fonte geradora do impacto ou aplicadas medidas de controle	REVERSÍVEL = se o meio tem potencial para se recompor quando cessada ou controlada a origem do impacto	RE	1
		IRREVERSÍVEL = quando o impacto se mantém mesmo se controlado ou cessada sua origem	IR	3
Relevância	Relevância do impacto para a área onde incidirá	MUITO PEQUENA=relevância insignificante	MP	1
		PEQUENA= baixa relevância	PE	2
		MÉDIA=relevância média	ME	3
		GRANDE = relevância significativa	GR	4
		MUITO GRANDE = Relevância muito significativa	MG	5

3.3.2 Matriz de Interações /Sinergia

Para apoiar as análises de sinergia entre impactos foi desenvolvida uma Matriz de Interações/Sinergia, que associa os impactos buscando identificar a existência de algum tipo de interação entre os mesmos, classificada na seguinte escala (ver Anexo 2, ao final deste documento):

- Nível 1: Baixa sinergia entre impactos – com uma a quatro interações evidenciadas;
- Nível 2: Média sinergia – impactos com cinco a oito interações que podem eventualmente (temporal e espacialmente) e pode gerar um nível médio de interferência sobre o meio;
- Nível 3: Alta sinergia– impactos com nove a 12 interações identificadas, podendo gerar um nível alto de interferência sobre o meio;
- Nível 4: Muito Alta sinergia – impactos com 13 a 16 podendo amplificar muito o seu efeito sobre o meio.

A matriz de Interações/Sinergia faz uma avaliação da sinergia entre os impactos prognosticados tendo como base a implantação dos empreendimentos hidrelétricos previstos para a região do Alto Paranaíba e sub-bacias dos rios São Marcos e Verde.



Considerando as possíveis alterações dos sistemas ambientais, destacam-se oito impactos sinérgicos e cumulativos resultantes da interação entre impactos e/ou da implantação de vários empreendimentos nos cenários futuros, a saber:

- Mudança e/ou perda de ambientes e de espécies da biota aquática

A alteração do ambiente lótico para lântico (alteração da fisiografia fluvial) com a formação de reservatórios de aproveitamentos hidrelétricos promove efeitos cumulativos sobre a biota aquática que podem ser amplificados quando analisados não apenas entre o conjunto dos empreendimentos, mas considerando-se, também, os efeitos sobre a biota aquática resultantes das interações com outros impactos, tais como a interrupção de rotas migratórias (que também possui efeitos cumulativos), a alteração de regime de fluxo a jusante das barragens em função do regime de operação das usinas e em trechos de vazão reduzida, da alteração da qualidade das águas (que resulta em impacto indireto sobre a biota aquática).

Os impactos relacionados ao meio físico e aos recursos hídricos, envolvendo a geração, transporte e deposição de sedimentos, à alteração do ambiente lótico em lântico e à alteração da qualidade da água possuem estreita interação, resultando em efeitos sinérgicos expressivos sobre a biota aquática. A alteração na qualidade da água, consequência da implantação de barramento nos cursos d'água, que pode gerar processos de eutrofização, soma-se à possibilidade de deposição de sólidos nos reservatórios, em razão da modificação dos usos e ocupação dos solos de montante e da erosão nas margens dos reservatórios, bem como pela alteração do transporte de sedimentos nos cursos d'água, com importantes efeitos cumulativos. Este impacto atua diretamente sobre os ecossistemas aquáticos, uma vez que o comprometimento da qualidade da água dos reservatórios e a implantação de barreiras ao fluxo dos organismos aquáticos contribuem, cumulativamente, para o comprometimento da diversidade ictiica. Com relação à deposição de sólidos nos reservatórios, a existência de empreendimentos a montante constitui barreiras físicas responsáveis pela retenção de parte do volume de sedimentos provenientes das porções superiores da bacia para os empreendimentos de jusante. Sendo assim, os empreendimentos de jusante acumularão os sedimentos produzidos principalmente das áreas das sub-bacias de contribuição direta aos respectivos reservatórios. O impacto de alteração da qualidade das águas, em sinergia com as influências sobre a comunidade ictiica resultam em potencialização de efeitos sobre as condições de vida da população dependente, por exemplo, da atividade pesqueira. Também pode afetar a pesca de lazer

- Perda de ambientes e de espécies da biota terrestre

A implantação de um conjunto de aproveitamentos hidrelétricos implica a cumulatividade dos impactos relacionados à supressão de vegetação e seus efeitos sobre a fragmentação e perda de habitats e, conseqüentemente, da diversidade e abundância da biota terrestre. Quando analisado em interação com a interferência em áreas protegidas, unidades de conservação e áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade verifica-se a ocorrência de efeitos sinérgicos resultando, potencialmente, em comprometimento da biota terrestre em sentido mais amplo, com potencial perda de espécies e áreas com importantes funções ecológicas



- Comprometimento sanitário

Foi considerado um efeito sinérgico constituído pela criação de remansos dos reservatórios representando, além de pressão sobre a qualidade da água, risco para a saúde humana, pelo favorecimento do crescimento excessivo de macrófitas, eutrofização e proliferação de insetos e moluscos vetores de doenças.

- Interferência na qualidade de vida das comunidades

Representa a criação de reservatórios e formação dos espelhos d'água em áreas de ocupação residencial e/ou de exploração econômica, como áreas agrícolas ou áreas de exploração mineral, com reflexo e alteração na rede de relações sociais e econômicas existentes.

Para a população, com a implantação e em especial na fase de obras, há incômodos aos vizinhos dos barramentos do aumento do movimento de pessoas e máquinas, e às comunidades ribeirinhas afetadas pela alteração do uso do espaço, com relocação de famílias e ocupação de áreas produtivas para formação dos reservatórios. Essas interferências refletem em pressões fundiárias e imobiliárias relacionadas ao valor dos espaços locais, perda de vínculos sociais e culturais, modificação da renda, interferências nos investimentos em infraestrutura, impactos sobre as finanças municipais, dentre outros.

O incremento da área total atingida pelos reservatórios na bacia indica maior potencial de interferência nos usos socioeconômicos atuais, e, possivelmente, no número de pessoas diretamente atingidas. Este aspecto é central, pois implica em maior interferência direta em vínculos culturais e de *socialidade*, componente relevante da *Qualidade de Vida* de uma comunidade. Alteração de elementos referenciais

Com a implantação dos empreendimentos hidrelétricos, há potencial de alteração de elementos referenciais (interferência em áreas protegidas e unidades de conservação, perda de elementos do patrimônio espeleológico e paleontológico e perda de patrimônio cultural), como corredeiras/cachoeiras, cavernas, matas, entre outros, os quais representam atrativos para população e referências paisagísticas. Este aspecto é ainda mais relevante para aquelas comunidades que tem no território um forte elemento de identidade e de reprodução social, como comunidades ribeirinhas, quilombolas e indígenas. Este impacto sinérgico, embora destacado, em uma contexto mais ampla também está relacionada à alteração na qualidade de vida.

- Pressão sobre o uso múltiplo das águas

Foi considerado no âmbito desse estudo um impacto cumulativo e sinérgico no entorno dos reservatórios. A alteração do regime hidrológico do rio no período da formação dos reservatórios e a destinação da vazão para a geração de energia, embora não caracterize um uso consuntivo, pode ser conflitiva por conta da utilização do rio para outros usos, tais como o abastecimento, irrigação, diluição de efluentes domésticos e industriais e dessedentação animal, implicando em aumento dos usos múltiplos localmente já instalados. Da mesma forma, a alteração da qualidade da água pode refletir nas possibilidades de uso das águas, em especial para consumo humano e práticas de lazer nos cursos d'água.



- Alteração de elementos referenciais

Com a implantação dos empreendimentos hidrelétricos, há potencial de alteração de elementos referenciais (interferência em áreas protegidas e unidades de conservação, perda de elementos do patrimônio espeleológico e paleontológico e perda de patrimônio cultural), como corredeiras/cachoeiras, cavernas, matas, entre outros, os quais representam atrativos para população e referências paisagísticas. Este aspecto é ainda mais relevante para aquelas comunidades que tem no território um forte elemento de identidade e de reprodução social, como comunidades ribeirinhas, quilombolas e indígenas. Este impacto sinérgico, embora destacado, em um contexto mais amplo, insere-se também na alteração na qualidade de vida.

- Pressão sobre o uso múltiplo das águas

Foi considerado no âmbito desse estudo um efeito cumulativo e sinérgico dos impactos de potencialização de conflitos de uso da água e de alteração da qualidade das águas do conjunto dos reservatórios. A alteração do regime hidrológico do rio no período da formação dos reservatórios, a alteração em decorrência da formação de trechos de vazão reduzida, e a destinação da vazão para a geração de energia, embora não caracterize um uso consuntivo, pode ser conflitiva por conta da utilização do rio para outros usos, tais como o abastecimento, irrigação, diluição de efluentes domésticos e industriais e dessedentação animal, implicando em aumento dos usos múltiplos localmente já instalados. Da mesma forma, a alteração da qualidade da água pode refletir nas possibilidades de uso das águas, o que interfere na qualidade de vida das comunidades.

- Pressão sobre a sociedade e infraestrutura local

Este impacto sinérgico representa o conjunto de impactos associados ao processo construtivo, como chegada de imigrantes, movimentação de pessoas, veículos, alterações no entorno dos canteiros de obras e barramentos, demanda dos serviços públicos municipais, tendo relação direta com os investimentos envolvidos. É representado pelo investimento previsto para o empreendimento. Ele também pode se traduzir em efeito sinérgico, na medida em que pode levar ao desequilíbrio ou desestruturação social de uma comunidade, implicando em situações de vulnerabilidade.

A dinamização do mercado de trabalho ocasionada pela implantação dos empreendimentos e a possibilidade de que parte dos postos de trabalho seja ocupada, na fase de implantação dos empreendimentos, por pessoas de fora, potencializa sua reverberação em outros elementos de análise, em especial daqueles relacionados à infraestrutura social, como os equipamentos de saúde e saneamento, e segurança pública, pressionados pelo maior fluxo demográfico que a geração de empregos atrairá para a região (Manara et al., 2005).

- Alteração na dinâmica socioeconômica (efeitos multiplicadores sobre a renda e emprego, dinamização dos negócios)

A geração de empregos aparece como um impacto positivo significativo, com efeitos cumulativos e sinérgicos na região. Seus efeitos positivos são significativamente reduzidos na fase de operação, quando a grande parte desses postos de trabalho é desocupada em função da desmobilização.



Um impacto importante e que assume outra magnitude em razão do número de empreendimentos previstos, é o aumento na arrecadação tributária municipal e estadual devido à construção e operação dos empreendimentos, que se reflete como um impacto sinérgico e significativamente positivo para os municípios afetados (pois incrementa a geração de emprego e renda, dinamizando a economia como um todo) e também cumulativo para aqueles onde se pretende implantar mais de um empreendimento. Ainda como um reflexo do aumento da arrecadação tributária e dinamização do mercado de trabalho com a geração de postos de trabalho, tem-se a dinamização das atividades de comércio e de serviços durante a construção dos empreendimentos. Tais impactos, se bem administrados e revertidos para os próprios municípios onde serão instalados os empreendimentos, podem se reverter em uma melhoria na qualidade de vida das populações dessa região.

A retração das atividades de comércio e de serviços nas localidades próximas dos empreendimentos é esperada ao final das obras em função da redução da massa salarial, que, por sua vez, é decorrente da desmobilização da mão-de-obra, que pode não possuir outras fontes de geração de renda. Esse efeito, se não coadunado com firmes posturas das administrações públicas municipais no sentido de aplicar adequadamente os recursos arrecadados, de implementar parcerias com os empreendedores e de acompanhar o sequenciamento da implantação dos empreendimentos propostos para as circunstâncias (caso sejam considerados viáveis), pode comprometer outros impactos positivos esperados pela implantação e operação dos empreendimentos. Dentre esses pode ser citado o fortalecimento do turismo no reservatório, o qual pode ser revertido por problemas de segurança, por exemplo.

3.3.3 Avaliação da Intensidade

Além da Significância, os impactos socioambientais também foram representados quanto à sua Intensidade. Esta expressa a manifestação dos efeitos dos impactos dos diferentes aproveitamentos, podendo ser relacionada a características como a área a ser inundada pelo reservatório, a potência instalada, o tempo de residência da água, entre outras.

Para valorar a intensidade, foram identificadas as características dos aproveitamentos hidrelétricos que tivessem relação com os impactos socioambientais identificados. Dentre as características utilizadas nesta avaliação destacam-se: regime de operação da usina, tempo de residência da água no reservatório, potência instalada, área do reservatório, existência de Trecho de Vazão Reduzida – TVR, Unidades de Conservação atingidas pelos reservatórios e proximidade do barramento em relação às comunidades do entorno. Cada uma destas características foi classificada em diferentes graus de intensidade, aos quais foram atribuídas notas de modo semelhante às Variáveis dos Indicadores de Sensibilidade conforme apresentado no Quadro 07. A definição da faixa de valores foi feita a partir de análise qualitativa, baseando-se em referências externas e em aproveitamentos localizados na bacia do rio Paranaíba. Nesta análise, buscou-se agregar não apenas os conceitos atuais de avaliação de impacto socioambiental, como também adequar os indicadores às condições da UPGRH Alto Rio Paranaíba e sub-bacias dos rios São Marcos e Verde.



Quadro 07 Composição da Intensidade dos Impactos Socioambientais por Faixa de Valores (Nota)

Características do Aproveitamento Hidrelétrico	Classificação dos Impactos		Nota
	Impactos muito baixos		1
	Impactos baixos		2
	Impactos médios		3
	Impactos altos		4
	Impactos muito altos		5

A classificação das características dos empreendimentos hidrelétricos é apresentada no Quadro 08.

Quadro 08 Classificação das características dos empreendimentos hidrelétricos para a Composição da Intensidade dos Impactos Socioambientais

Composição da Intensidade do Impacto				
Intensidade do Impacto	Regime de Operação	Fio d'água	Baixo	2
		Regularização	Muito Alto	5
	Área do Reservatório (km ²)	A≤3	Muito Baixo	1
		3<A≤30	Baixo	2
		30<A≤150	Médio	3
		150<A≤600	Alto	4
		A>600	Muito Alto	5
	Potencia instalada (MW)	PI≤10	Muito Baixo	1
		10<PI≤50	Baixo	2
		50<PI≤250	Médio	3
		250<PI≤1250	Alto	4
		PI>1250	Muito Alto	5
	Presença de Segmentos com Vazão Reduzida (m)	Ausência	Muito Baixo	1
		Presença	Alto	4
	Tempo de Residência (dias)	TR≤5	Muito Baixo	1
		5<TR≤10	Baixo	2
		10<TR≤50	Médio	3
		50<TR≤100	Alto	4
		TR>100	Muito Alto	5
	Reservatório em área de ocorrência e/ou de alto potencial espeleológico e paleontológico	Sem interferência em área de potencial	Muito Baixo	1
		Interferência em área de alto potencial	Muito Alto	5
	Vegetação Nativa atingida pelo reservatório	<100ha	Muito Baixo	1
		100<VN≤1000	Médio	3



Continuação

Composição da Intensidade do Impacto				
Intensidade do Impacto	Vegetação Nativa atingida pelo reservatório	VN>1000	Muito Alto	5
	UC atingidas pelo reservatório	Não atinge UC	Muito Baixo	1
		Atinge Zona de Amortecimento de UC de Uso Sustentável	Baixo	2
		Atinge UC de Uso sustentável	Médio	3
		Atinge Zona de Amortecimento de UC de Proteção Integral	Alto	4
		Atinge UC de Proteção Integral	Muito Alto	5
	Proximidade das sedes distritais ou municipais	PC≤2 km	Muito Baixo	1
		2<PC≤5 km	Baixo	2
		5<PC≤15 km	Médio	3
		15<PC≤25 km	Alto	4
		PC>25 km	Muito Alto	5
	Proximidade de comunidades quilombolas ou projetos de assentamento	PCS≤10 km	Muito Baixo	1
		10<PCS≤20 km	Baixo	2
		20<PCS≤30 km	Médio	3
		30<PCS≤40 km	Alto	4
		PCS>40 km	Muito Alto	5
	Uso econômico do solo (cultivo, cultivo associado com pastagem e silvicultura)	Pastagem	Médio	3
		Cultivo, cultivo associado com pastagem e silvicultura	Alto	4
	Interferência em áreas de potencial de uso econômico dos recursos naturais	Sem interferência em terras com aptidão boa a regular ou áreas com potencial de extração mineral elevado	Baixo	2
		Interferência em terras com aptidão boa a regular para lavoura e sem interferência em áreas com potencial de extração mineral elevado	Alto	4
		Interferência em áreas com potencial de extração mineral elevado	Muito Alto	5



Ressalta-se que, alguns aproveitamentos hidrelétricos previstos para serem implantados na UPGRH Alto Rio Paranaíba e sub-bacias dos rios São Marcos e Verde, por estarem em fases iniciais de inventário não possuem alguns dados referentes às características dos empreendimentos. Sendo assim utilizaram-se os critérios para valorar as categorias de impactos destas características, conforme apresentado a seguir:

- Presença de TVR: Com base no porte dos empreendimentos, para UHEs considerou-se uma categoria alta; para CGHs e PCHs, considerou-se, respectivamente, as categorias Baixo e Médio.
- Tempo de residência: Tendo em vista o porte dos empreendimentos previstos na área em estudos, considerou-se a categoria Muito Baixo para PCHs e CGHs. Para as UHEs os valores de tempo de residência estavam disponíveis.

3.3.4 Elaboração da Matriz de Indicadores de Impacto

A integração entre a Significância e a Intensidade foi feita pelo produto entre estas duas variáveis (*Indicador de Impacto = Significância x Intensidade*). O produto resultante foi normalizado, em uma faixa de 0 a 1, segundo a fórmula:

$$\text{Indicador de Impacto Normalizado} = (\text{Valor Observado} - \text{Menor valor}) / (\text{Maior Valor} - \text{Menor Valor})$$

Uma das vantagens de se realizar o procedimento de normalização acima é o de evitar que seja dada excessiva importância aos valores extremos. Os valores obtidos foram então distribuídos em quatro classes (1 = baixo impacto potencial; 2 = médio impacto potencial; 3 = alto impacto potencial e 4 = impacto potencial muito alto), por meio de uma análise de quantis.

Para realizar a espacialização dos valores atribuídos ao produto normalizado entre a significância e a intensidade dos impactos, foram definidas áreas de abrangência a partir da identificação de elementos geográficos que pudessem representar a extensão dos efeitos. Estas áreas de abrangência são dependentes de cada tipo de impacto, embora haja impactos que apresentem áreas de abrangência idênticas ou muito semelhantes como aqueles relacionados à inundação provocada pelo empreendimento. Assim, para a espacialização dos impactos foram gerados polígonos em ambiente SIG correspondentes às áreas de abrangência dos indicadores de impacto de cada aproveitamento, a partir dos quais foi possível identificar as áreas em que ocorrem os efeitos cumulativos e sinérgicos desses impactos. No Quadro 09 são apresentadas as abrangências dos impactos avaliados no presente estudo.

Nesta abordagem, considerou-se que haveria efeitos cumulativos entre impactos de mesma natureza (i.e., avaliados no mesmo indicador de impacto) sempre que existisse mais de um aproveitamento na bacia ou sub-bacia. Assim, as áreas em que os aproveitamentos estiverem mais próximos entre si, há concentração de efeitos cumulativos.



Enquanto os efeitos cumulativos resultam da soma de vários efeitos individuais em razão da presença simultânea de vários aproveitamentos, entende-se como **efeitos sinérgicos** aqueles que se combinam, resultando em um efeito final maior que a soma dos efeitos individuais. A presença simultânea e, principalmente, a proximidade entre os aproveitamentos pode alterar o sistema socioambiental da região, provocando efeitos que ultrapassam aqueles derivados da soma dos efeitos individuais. É o caso dos aproveitamentos próximos e em uma mesma subárea. A sinergia é influenciada pelas características de sensibilidade de cada subárea, e ocorre quando existem associações entre variáveis, que interagem e desencadeiam um processo dinâmico e multiplicador dos efeitos individuais. Pode ocorrer em todos os Temas Ambientais, em maior ou menor grau.

A composição do impacto sobre o tema-síntese foi realizada por meio da soma ponderada entre os diferentes impactos. Os pesos atribuídos foram os resultantes da Significância do indicador de impacto.

Os impactos socioambientais positivos e negativos foram agregados separadamente, pois a natureza distinta de ambos não permite afirmar que haja interação entre eles, ou que um possa afetar a abrangência ou intensidade de manifestação do outro. Assim sendo, para o tema Socioeconomia, por ser o único que apresenta impactos positivos, foram gerados dois mapas de impacto socioambiental, enquanto que para os demais temas-síntese foi gerado apenas o mapa de impactos negativos.



Quadro 09 Impactos Socioambientais e suas Respectivas Abrangências, por Tema Ambiental

Impactos Socioambientais e suas Respectivas Abrangências, por Tema Ambiental					
Tema Ambiental	Nº	Impactos Socioambientais	Abrangência		
			UHEs	PCHs	CGHs
Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos	IMP1	Alteração da fisografia fluvial e mudança da biota associada (lótico em lêntico)	Reservatório	Reservatório	Reservatório
	IMP2	Rotas migratórias afetadas	Trecho a montante do reservatório	Trecho a montante do reservatório	Trecho a montante do reservatório
	IMP3	Influência em comunidades ictíicas a jusante em função do regime de operação	5 km a jusante do reservatório	2 km a jusante do reservatório	Não se aplica
	IMP4	Alteração da biota em decorrência da formação do trecho com vazão residual	Trecho a jusante dos reservatórios com vazão residual	Trecho a jusante dos reservatórios com vazão residual	Trecho a jusante dos reservatórios com vazão residual
	IMP5	Alteração no transporte de sedimentos nos cursos d'água	Reservatório e trecho a jusante (20km)	Reservatório e trecho a jusante (10km)	Reservatório e trecho a jusante (5km)
	IMP6	Alteração da qualidade de água dos corpos hídricos	Reservatório e trecho a jusante (20km)	Reservatório e trecho a jusante (10km)	Reservatório e trecho a jusante (5km)
	IMP7	Potencialização de conflitos de uso da água	Sub-bacia	Sub-bacia	Sub-bacia
Meio Físico e Ecossistemas Terrestres	IMP8	Fragmentação e perda de habitats e redução da diversidade e abundância da biota terrestre	Entorno do reservatório (5km)	Entorno do reservatório (1km)	Entorno do reservatório (500m)
	IMP9	Interferências em Áreas Protegidas, Unidades de conservação e Áreas Prioritárias para a conservação da biodiversidade	Entorno do reservatório (5km)	Entorno do reservatório (3km)	Entorno do reservatório (1km)
	IMP10	Funções reguladoras da perda de cobertura vegetal	Reservatório e entorno (100m)	Reservatório e entorno (100m)	Reservatório e entorno (100m)
	IMP11	Desenvolvimento de processos erosivos e de instabilidade geotécnica	Entorno do Reservatório (30m) e trecho a jusante (20km)	Entorno do Reservatório (30m) e trecho a jusante (10 km)	Entorno do Reservatório (30m) e trecho a jusante (5km)
	IMP12	Perda de elementos do patrimônio espeleológico e paleontológico	Reservatório	Reservatório	Reservatório
Meio Socioeconômico e cultural	IMP13	Aumento do risco de proliferação de doenças de veiculação hídrica	Município	Reservatório + área de entorno (10km)	Reservatório + área de entorno (2,5 km)
	IMP14	Alteração nos Aspectos que Conformam as Condições de Vida	Município	Município	Não se aplica
	IMP15	Alteração dos sistemas de produção	Reservatório + área de entorno (1km)	Reservatório + área de entorno (1km)	Reservatório
	IMP16	Interferência nos Fluxos de Circulação e Comunicação	Reservatório + área de entorno (5 km)	Reservatório + área de entorno (1 km)	Reservatório
	IMP17	Impacto sobre recursos naturais e potencialidades	Município	Município	Município
	IMP18	Interferência em Vínculos Culturais e de Socialidade	Reservatório + área de entorno (10km)	Reservatório + área de entorno (5km)	Não se aplica
	IMP19	Aumento da arrecadação tributária	Município	Município	Município
	IMP20	Dinamização do Mercado de Trabalho	Município	Município	Não se aplica
	IMP21	Potenciais Usos Múltiplos dos Recursos Hídricos	Município	Município	Não se aplica
	IMP22	Perda de Patrimônio Cultural (Arqueológico, Material e Imaterial) e Natural	Município	Município	Município

Legenda: * Impactos Socioambientais Positivos. Azul: Tema Síntese Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos; Verde: Tema Síntese Meio Físico e Ecossistemas Terrestres; Laranja: Tema Síntese Socioeconomia;



3.3.4.1 Mapeamento dos Indicadores de Impacto

Os mapas gerados foram objeto de análise detalhada pela equipe técnica multidisciplinar, visando à identificação e correção de possíveis falhas ou inconsistências, e, quando estas se manifestavam, foram reavaliados os atributos, as notas e os valores. Este procedimento foi repetido tantas vezes quantas fossem necessárias, até se obter uma Tabela final o mais fiel possível dos impactos socioambientais integrados de todos os temas-síntese em análise. A tabela final apresentando a valoração da intensidade dos impactos por empreendimento, considerando os três cenários de análise, é apresentada no Anexo 3. Vale ressaltar que os empreendimentos dos cenários de médio e longo prazo serão incorporados no estudo na etapa seguinte, ou seja, de Avaliação Ambiental Integrada.

4. ANÁLISES DE SENSIBILIDADE E DE IMPACTOS

Esta seção apresenta a Avaliação Ambiental Distribuída propriamente dita, ou seja, as matrizes que compuseram o sistema de avaliação das sensibilidades, bem como os mapeamentos resultantes dos cruzamentos das fragilidades e impactos.

Com base na Caracterização dos Temas Ambientais - Recursos Hídricos e Ecossistemas aquáticos; Meio Físico e Ecossistemas Terrestres; e Socioeconomia (organização territorial; base econômica e modos de vida) — foram selecionados indicadores para facilitar a compreensão da região. A memória do processo de construção destes Indicadores de Sensibilidade (ISAs), que associa os Temas Ambientais e seus aspectos relevantes, está apresentada no texto descritivo de cada ISA. As variáveis que compõem esses indicadores constituíram a base de uma avaliação temporal que permitiu analisar o grau de alteração ou proteção dos sistemas naturais nos cenários de médio e longo prazo, e a forma de compreender as condições naturais e a integridade dos recursos naturais.

As matrizes dos Indicadores de Sensibilidade são apresentadas ao final da descrição dos mesmos, os mapeamentos das variáveis de cada indicador são apresentados nos Anexos 4 a 14 e os Mapeamentos referentes aos Indicadores são mostrados ao longo do texto.

A seguir, são apresentados e descritos os Indicadores de Sensibilidade e suas variáveis, para cada Tema Ambiental considerado.

4.1 Descrição dos Indicadores e Variáveis

4.1.1 Tema Ambiental Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos

4.1.1.1 ISA 1 - Sensibilidade da Qualidade da Água Superficial

A sensibilidade da qualidade da água objetiva avaliar as possibilidades de alteração dos parâmetros ou variáveis que definem a qualidade da água dos corpos hídricos no cenário atual e nos cenários futuros. Nesse caso, pretende-se avaliar a possibilidade de alteração da qualidade da água nos reservatórios de hidrelétricas ou os trechos de rio a montante e a jusante.

As variáveis selecionadas para avaliar essa possibilidade de alteração foram: Índice de Qualidade das Águas (IQA), lançamentos de efluentes domésticos (se sofrem tratamento ou não), densidade demográfica urbana (potencial geradora de efluentes domésticos concentrados em uma unidade



espacial definida) e as atividades agropecuárias (potenciais fornecedores de sedimentos e agroquímicos para as águas).

O IQA mede a qualidade da água e, na bacia, é aferido de forma regular por amostragens e análises, tendo sido utilizados dados disponibilizados pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM); as informações sobre esgoto doméstico tratado foram obtidas do Sistema Nacional de Informações Sanitárias – SNIS, do Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paranaíba (Cobrape/ANA, 2011) e por meio da consulta direta às Prefeituras de municípios cujas informações não estavam disponíveis nas fontes de consulta citadas; a densidade de população urbana, pelos dados do Censo Demográfico 2010 do IBGE; e as áreas agrícolas, pelo mapeamento do uso do solo e cobertura vegetal elaborado por EPE (2006).

A graduação do IQA está estabelecida por parâmetros nacionalmente aceitos para indicar sua variação de graus baixos a altos que indicam a qualidade das águas. Sua ponderação na avaliação foi feita pela variação do IQA qualificada com o peso 0,33, o que se justifica pela consideração de três aspectos: o IQA é de grande relevância para empreendimentos hidrelétricos; afere de forma direta a qualidade da água; e, no entanto, trata-se de um indicador muito dinâmico, podendo sofrer variações de acordo com a sazonalidade e conforme alterações do uso e ocupação do solo.

O lançamento de esgotos domésticos, como potencial fonte fixa de alteração da qualidade das águas, é avaliado pelo percentual de esgotos tratados por município e recebeu peso 0,31, considerando-se seu potencial de alterar a qualidade das águas superficiais uma vez que o lançamento de efluentes sem tratamento aumenta a carga orgânica, reduzindo o nível de oxigênio dissolvido na água, podendo levar, também, a alterações da biota aquática. Municípios para os quais não se dispõem de informação no SNIS e não foi possível obter as informações junto às Prefeituras Municipais foram incluídos, por inferência, na menor classe de avaliação da variável, para efeito de mapeamento.

A densidade da população urbana, obtida por setor censitário, objetiva também avaliar a influência de esgotos domésticos das áreas urbanas, considerando-se que o tamanho da população concentrada nestes setores constitui informação relevante sobre a geração e lançamento de efluentes domésticos, o que, confrontado com os dados de tratamento de esgotos, permite estabelecer um quadro de avaliação das condições sanitárias, de grande relevância para o Indicador Qualidade das Águas. À densidade demográfica urbana foi atribuído peso 0,31.

As atividades agropecuárias, fontes de poluição difusa, foram analisadas quanto ao grau tecnológico empregado, considerando-se maior potencial de contaminação por agroquímicos (fertilizantes, defensivos e corretivos) nas áreas onde há mais elevado padrão tecnológico. Como indicador auxiliar e considerando-se o fato de não caracterizar lançamento direto de efluentes líquidos no corpo d água, recebeu peso 0,06.

O Quadro 10 mostra o conjunto de variáveis utilizadas para a avaliação desse Indicador.



Quadro 10 Variáveis do ISA 1 - Sensibilidade da Qualidade das Águas Superficiais

Variáveis	Peso	Grau	Classe de Avaliação	Parâmetro
IQA	0,32	4	Baixo (25<IQA≤50)	Científico
		3	Médio (50<IQA≤70)	
		2	Alto (70<IQA≤90)	
		1	Muito Alto (90<IQA≤100)	
Esgoto doméstico tratado	0,31	4	Abaixo de 20%	Bacia
		3	Entre 20 e 50%	
		2	Entre 50 e 70%	
		1	Acima de 70%	
Densidade demográfica urbana	0,31	4	Acima de 2.000 hab/km ²	Regional
		3	Acima de 1.000 hab/km ²	
		2	Acima de 250 hab/km ²	
		1	Abaixo de 250 hab/km ²	
Atividades agropecuárias (agroquímicos)	0,06	4	Agricultura com pivô central, silvicultura e agricultura anual (Alta Produtividade)	Bacia
		3	Agricultura e Pastagem	
		2	Pastagem plantada	
		1	Formações vegetais nativas	

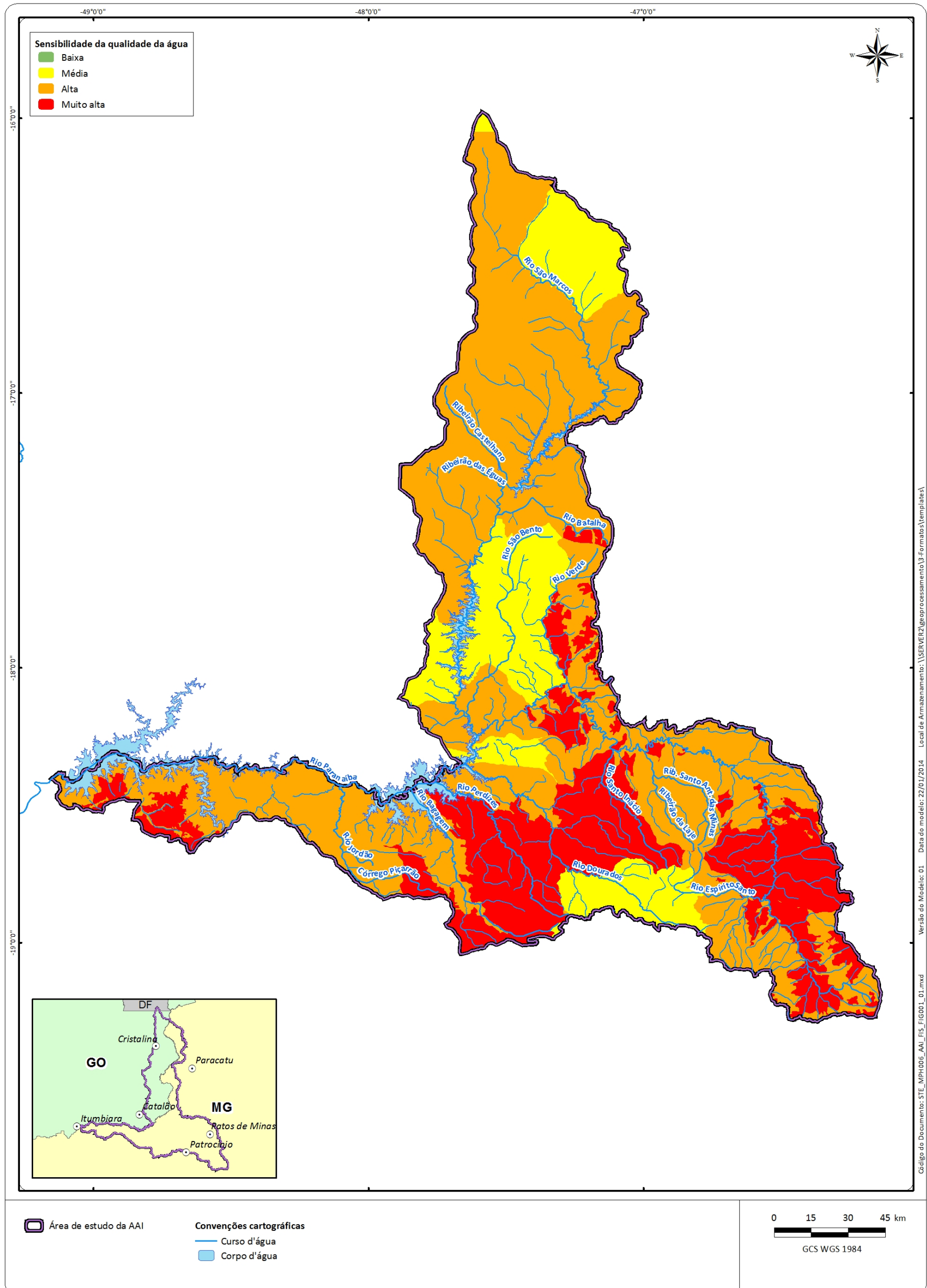
Os dados de qualidade das águas para os pontos de aferição foram extrapolados para a sub-bacia na qual o ponto se situa, os dados referentes ao percentual de esgoto tratado e à densidade demográfica urbana foram espacializados também, conforme os limites municipais, e as áreas ocupadas por atividades agropecuárias e formações vegetais nativas estão espacializadas com base nos mapeamento do uso do solo e cobertura vegetal, elaborado por EPE (2006) no âmbito da AAI da bacia do Rio Paranaíba. Em relação ao percentual de esgoto doméstico tratado, para alguns municípios não foi possível obter a informação via SNIS ou diretamente nas Prefeituras Municipais. Nestes casos, por inferência, tais municípios foram incluídos na categoria de maior grau de sensibilidade (4).

As classes estabelecidas para as variáveis Esgoto Doméstico Tratado e para a Densidade Demográfica Urbana são aquelas propostas por EPE (2006) para a bacia do rio Paranaíba, no âmbito da Avaliação Ambiental Integrada da Bacia do rio Paranaíba.

A Figura 04 apresenta o mapeamento da Sensibilidade da Qualidade das Águas Superficiais. Verifica-se que as principais áreas frágeis estão localizadas no trecho superior do rio Paranaíba, nas sub-bacias dos rios Santo Inácio, Perdizes e Dourados, nas cabeceiras dos rios Jordão e Bagagem e nas sub-bacias de pequenos afluentes diretos do reservatório da UHE Itumbiara, todos afluentes da margem esquerda do rio Paranaíba. Na margem direita do rio Paranaíba destacam-se trechos da margem esquerda do rio Verde. O mapeamento das variáveis que compõem a Sensibilidade da Qualidade das Águas Superficiais é apresentado no Anexo 4 do presente documento.



Figura 04 Mapeamento da Sensibilidade da Qualidade das Águas





4.1.1.2 ISA2 - Sensibilidade a Conflitos de Uso Água

O indicador de sensibilidade a potenciais conflitos de uso da água considerou as variáveis relativas à relação demanda / disponibilidade natural de água superficial, esgoto doméstico tratado por município e densidade demográfica urbana.

Os dados de demanda/disponibilidade hídrica (balanço hídrico) foram obtidas do Relatório do Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paranaíba, elaborado por COBRAPE/ANA (2011). Para definição das classes de avaliação, foram analisados os mapas de Balanço Hídrico apresentados no referido documento, adotando como disponibilidade $Q_{95\%}$ e $Q_{7,10}$. A identificação da concentração de cursos d'água de mesma classificação quanto ao balanço hídrico em setores da área de abrangência deste AAI permitiram a identificação de territórios com balanço hídrico similar, assim, os dados de cursos d'água foram extrapolados para o território adjacente das sub-bacias de drenagem para a geração do mapa de balanço hídrico que compõe o indicador de sensibilidade em análise. A variável recebeu peso 0,71, em vista de sua importância relativa na composição do indicador.

A inclusão das variáveis relacionadas ao tratamento de esgotos por município (dados obtidos em COBRAPE/ANA, 2011, complementados por pesquisa direta junto aos municípios) e à densidade demográfica urbana (IBGE, 2012) se justifica pela competição relacionada ao uso para diluição de efluentes. São variáveis complementares, tendo em vista que a densidade populacional urbana serve como indicador do potencial de geração de efluentes domésticos. O peso atribuído às variáveis esgotos tratados e densidade demográfica urbana foram de 0,14 cada um, em vista da menor relevância dos mesmos frente aos potenciais conflitos de uso na bacia em análise.

O sistema de gestão de recursos hídricos, implementado ou em implementação é uma variável relevante na análise de potenciais conflitos de usos da água. No entanto, somente poderia ser expressa, com base nos dados disponíveis, pela participação dos municípios nos Comitês de Bacias, denotando uma resposta social ou governamental a esse conflito potencial. No entanto, os dados disponíveis indicam que à exceção de um município, todos os demais inseridos na área de estudo participam dos comitês existentes, sem, contudo, haver indicadores que demonstrem o sentido de valor ou de efeito desta participação com resultados efetivos na gestão dos recursos hídricos. Diante do exposto, tendo em vista a incapacidade de marcar diferenças na bacia e de fato caracterizar efeitos práticos sobre a gestão hídrica, a variável foi desconsiderada na composição do indicador de sensibilidade.

O Quadro 11 mostra o conjunto de variáveis utilizadas para a avaliação desse Indicador.

**Quadro 11 Variáveis do ISA 2 - Sensibilidade a Conflitos pelo Uso da Água**

Variáveis	Peso	Grau	Classe de Avaliação	Parâmetro
Balanço Hídrico	0,36	4	Predomínio de cursos d' água com balanço > 100%	Bacia
		3	Predomínio de cursos d' água com balanço de 50 a 100%	
		2	Predomínio de cursos d' água com balanço de 0 a 50%	
		1	-	
Esgoto doméstico tratado	0,32	4	Abaixo de 20%	Regional
		3	Entre 20 e 50%	
		2	Entre 50 e 70%	
		1	Acima de 70%	
Densidade demográfica urbana	0,32	4	Acima de 2.000 hab/km ²	Bacia
		3	De 1.000 a 2.000 hab/km ²	
		2	De 250 a 1.000 hab/km ²	
		1	Abaixo de 250 hab/km ²	

As informações referentes à densidade demográfica e ao tratamento de esgotos foram espacializadas com base nos territórios municipais. Em relação ao percentual de esgoto doméstico tratado, para alguns municípios não foi possível obter a informação via SNIS ou diretamente nas Prefeituras Municipais. Nestes casos, por inferência, tais municípios foram incluídos na categoria de maior grau de sensibilidade (4).

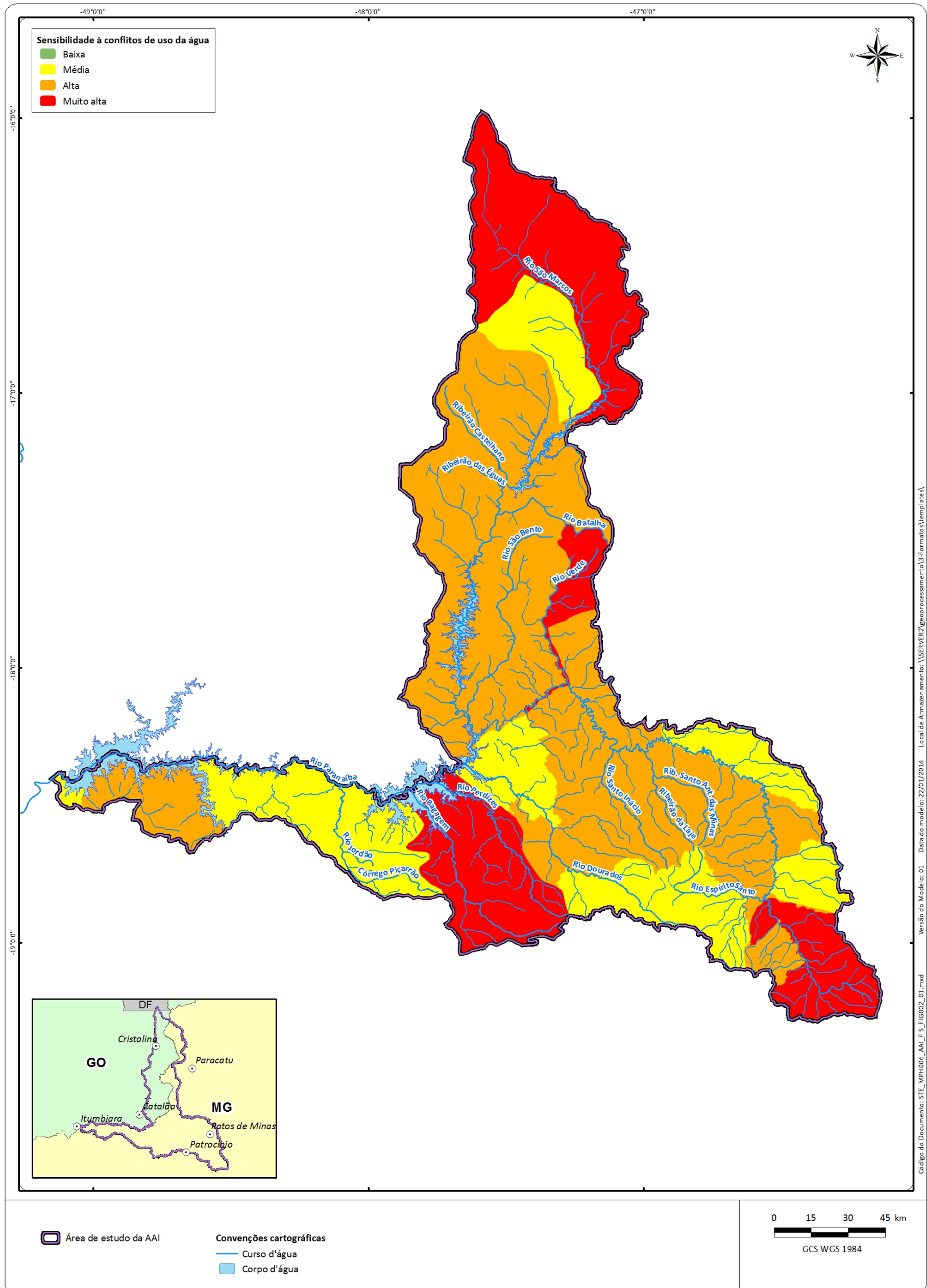
Os dados de balanço hídrico foram apresentados por grupos de sub-bacias que configuram uma unidade espacial similar quanto à variável analisada (agrupamentos de sub-bacias para o caso do balanço hídrico, e pontos ou trechos de bacia para os conflitos existentes de uso da água).

A Figura 05 mostra o mapeamento da sensibilidade das áreas sujeitas a conflito de uso da água. No mapa desse Indicador, podem-se notar quatro áreas mais sensíveis. A primeira, no trecho superior do rio São Marcos, incluindo a sub-bacia do rio Samambaia, no município de Cristalina, em Goiás, e o pequeno trecho do Distrito Federal inserido na área em estudo. Na margem esquerda do rio São Marcos se destacam, no território mineiro, os municípios de Unaí e Paracatu. A segunda está localizada no trecho superior do rio Paranaíba, abrangendo principalmente parte dos municípios de Rio Paranaíba e Carmo do Paranaíba. A terceira área corresponde às sub-bacias dos rios Perdizes e Bagagem (afluentes da margem esquerda do rio Paranaíba). Com menor expressão, a última área destacada ocupa as cabeceiras dos rios Verde (afluente da margem direita do rio Paranaíba) e Batalha (afluente da margem esquerda do rio São Marcos).

A demanda de água para uso na atividade agrícola é o principal elemento determinante do potencial conflito de uso da água nas regiões dos rios São Marcos, Perdizes e Bagagem. Nas demais áreas destacadas, os fatores preponderantes são o baixo percentual de esgoto doméstico tratado e densidade demográfica mais elevada. O mapeamento das variáveis que compõem a Sensibilidade a Conflitos pelo Uso da Água é apresentado no Anexo 5 do presente documento.



Figura 05 Mapeamento da Sensibilidade a Conflitos pelo Uso da água





4.1.1.3 ISA3 - Sensibilidade da Biota Aquática

A sensibilidade da biota aquática, especificamente para o grupo de ictiofauna, foi criada de forma a identificar os diferentes níveis de integridade dos ecossistemas aquáticos e, indiretamente, inferir sobre a atual estrutura e dinâmica da comunidade aquática local, notadamente das espécies de peixes reofílicas, pois são, geralmente, as mais impactadas pela implantação de empreendimentos hidrelétricos.

Para a composição da sensibilidade desses ambientes, foram selecionados três elementos de classificação:

- Identificação dos trechos lóticos remanescentes que são favoráveis para a ocorrência de migrações reprodutivas de longa distância;
- IQA – Índice de Qualidade das Águas dos principais rios; e
- Áreas Prioritárias para a Conservação da Ictiofauna.

As fontes utilizadas na classificação da Variável referente a identificação de trechos lóticos remanescentes tiveram três origens distintas:

- O mapeamento de trechos favoráveis para migração reprodutiva de longa distância buscou identificar os trechos lóticos remanescentes nos principais rios, com potencial para a sustentação das espécies de peixes com migração reprodutiva obrigatória. De forma conservadora, considerou-se como barreiras físicas a migração os barramentos existentes. Vale ressaltar que, a determinação de obstáculos naturais a migração de peixes, na escala de trabalho, do presente estudo se mostra inviável.
- Na Avaliação Ambiental Integrada do rio Paranaíba (EPE, 2007) é citada como uma potencial rota para migradores de longa distância o trecho do rio Paranaíba que se estende desde o reservatório da UHE Emborcação até seus formadores, englobando seu tributário da margem direita rio São Marcos (até a jusante da UHE Serra do Facão); Outra área citada como potencial, mas não considerada uma rota de longa distância é constituída pelo rio São Marcos que se estende desde o reservatório da UHE Serra do Facão até seus formadores. Vale ressaltar que atualmente este trecho está segmentado pela implantação da UHE Batalha, localizada a montante da UHE Serra do Facão.
- O presente estudo considerou como rotas migratórias de curta distância os trechos lóticos remanescentes abaixo de 40 km. Entretanto, vale salientar que a possibilidade de existirem rotas migratórias em extensões menores que 40 km é real. A potencialidade de ser uma rota migratória deve ser avaliada com maior detalhe quando forem realizados os Estudos de Impacto Ambiental dos empreendimentos previstos para a UPGRH Alto Rio Paranaíba e sub-bacias dos Rios São Marcos e Verde.

Outros trechos com extensão lótica remanescente na faixa dos 70 a 100 km são representados pelos rios Verde, Perdizes e Dourados.



Outro trecho que merece destaque é o trecho do rio São Marcos compreendido entre o reservatório da UHE Batalha até os seus formadores, com cerca de 93 km. No presente estudo considerou-se, de forma conservadora, como potenciais rotas migratórias de longa distância os segmentos lóticos remanescentes acima de 180 km, destacando-se, na atualidade, o rio Paranaíba do reservatório da UHE Emborcação até os seus formadores que possui cerca de 500 km.

- Para o IQA, a principal fonte de dados foi a consulta aos dados existentes para as diferentes bacias. Complementarmente, foi realizada consulta a dados públicos e privados de monitoramento de qualidade da água, de forma a permitir a distribuição dos IQAs nas diferentes bacias de drenagem.
- Por fim para as Áreas Prioritárias para Conservação da Ictiofauna, utilizaram-se os dados de BIODIVERSITAS (2005) para a UPGRH Alto Rio Paranaíba. Vale ressaltar que, para as sub-bacias dos rios São Marcos e Verde localizadas em Goiás não existe informação específica acerca de mapeamento de área prioritária para ictiofauna.

Para a composição do grau e do peso, foram considerados como parâmetros:

- **trechos lóticos remanescentes** – foram estabelecidos quatro níveis distintos, aplicando pontuação máxima para os trechos com potencial para a realização de migração de longa distância (acima de 180 km de trechos lóticos remanescentes); média para os trechos com potencial de migração de média distância entre 110 e 180 km, baixa para os trechos lóticos remanescentes com entre 40 e 110 km e muito baixa para os trechos lóticos com menos de 40 km que por sua vez absorvem processos migratórios de curta distância. Em relação ao peso, foi considerado um valor significativo (0,75) para esta Variável, em função da sua importância para a composição da ictiofauna em nível regional;
- **IQA** – foi também considerado como um item diretamente relacionado com a riqueza da biota aquática. Em relação ao peso, foi considerado peso 0,07 para esta Variável, uma vez que se caracteriza como uma medida indireta de potencial de contaminação, sem uma análise direta dos seus efeitos sobre a comunidade aquática;
- **áreas Prioritárias para Conservação da Ictiofauna** – Para este quesito a importância relativa (peso) foi de 0,18. Foram estabelecidos quatro níveis distintos, sendo importância máxima a área prioritária na categoria especial e a de menor importância aquelas classificadas como potencial área prioritária para a Conservação de Peixes.

O Quadro 12 mostra o conjunto de variáveis utilizadas para a avaliação desse Indicador.

**Quadro 12 Variáveis do ISA 4 – Sensibilidade da Biota Aquática**

Variáveis	Peso	Grau		Parâmetro/Fonte
Trechos lóticos remanescentes	0,75	4	TL > 180 km	Google Earth EPE, 2007
		3	110 < TL ≤ 180 km	
		2	40 < TL ≤ 110 km	
		1	TL < 40 km	
IQA	0,07	4	Baixo	Científico IGAM, 2013 SIEG, 2013
		3	Médio	
		2	Alto	
		1	Muito Alto	
Áreas Prioritárias para a Conservação da Ictiofauna	0,18	4	Área Especial para conservação da Ictiofauna	Biodiversitas, 1998
		3	Área com importância Extrema para conservação da Ictiofauna	
		2	Área com importância Alta e Muito Alta para a Conservação da Ictiofauna	
		1	Área Potencial para Conservação da Ictiofauna	

Conforme citado anteriormente, para composição do grau e peso dos índices de sensibilidade deste estudo foram consideradas a pontuação máxima (alta) para as distâncias de migração de longa distância (trechos lóticos acima de 180 km), média para os trechos com potencial de migração de média distância - trechos lóticos entre 110 e 180 km-, baixa para os trechos lóticos remanescentes entre 40 e 110 km e muito baixa para os trechos lóticos com menos de 40 km, que por sua vez absorvem processos migratórios de curta distância. Entretanto, a possibilidade de existirem rotas migratórias em extensões menores que 40 km é real.

Vale salientar que a determinação do Grau da variável *Trechos Lóticos Remanescentes*, foi considerada de forma conservadora, uma vez que alguns autores, como por exemplo, Agostinho et al. (2003), consideram que trechos superiores à 100 km, na porção alta da bacia do rio Paraná são suficientes para efetivação do ciclo de vida (alimentação e reprodução) de peixes migradores de longa distância. A Figura 06 apresenta o resultado do mapeamento da sensibilidade da biota aquática (ictiofauna). Neste mapa pode-se observar que a região mais sensível compreende os rios Paranaíba, Santo Antônio das Minas e Santo Inácio, localizados a montante da confluência com o rio São Marcos juntamente com o rio Verde, afluente da margem direita do rio Paranaíba, apresenta neste trecho cerca de 500 km de trecho lótico remanescente; considerando-se parte do rio Paranaíba e o rio Santo Inácio tem-se 177 km e parte do rio Paranaíba e o rio Santo Antônio das Minas tem-se 192 km de trecho lótico remanescente. Este resultado é corroborado por BIODIVERSITAS (1998) que considera esta área prioritária como de extrema importância para a conservação da ictiofauna.

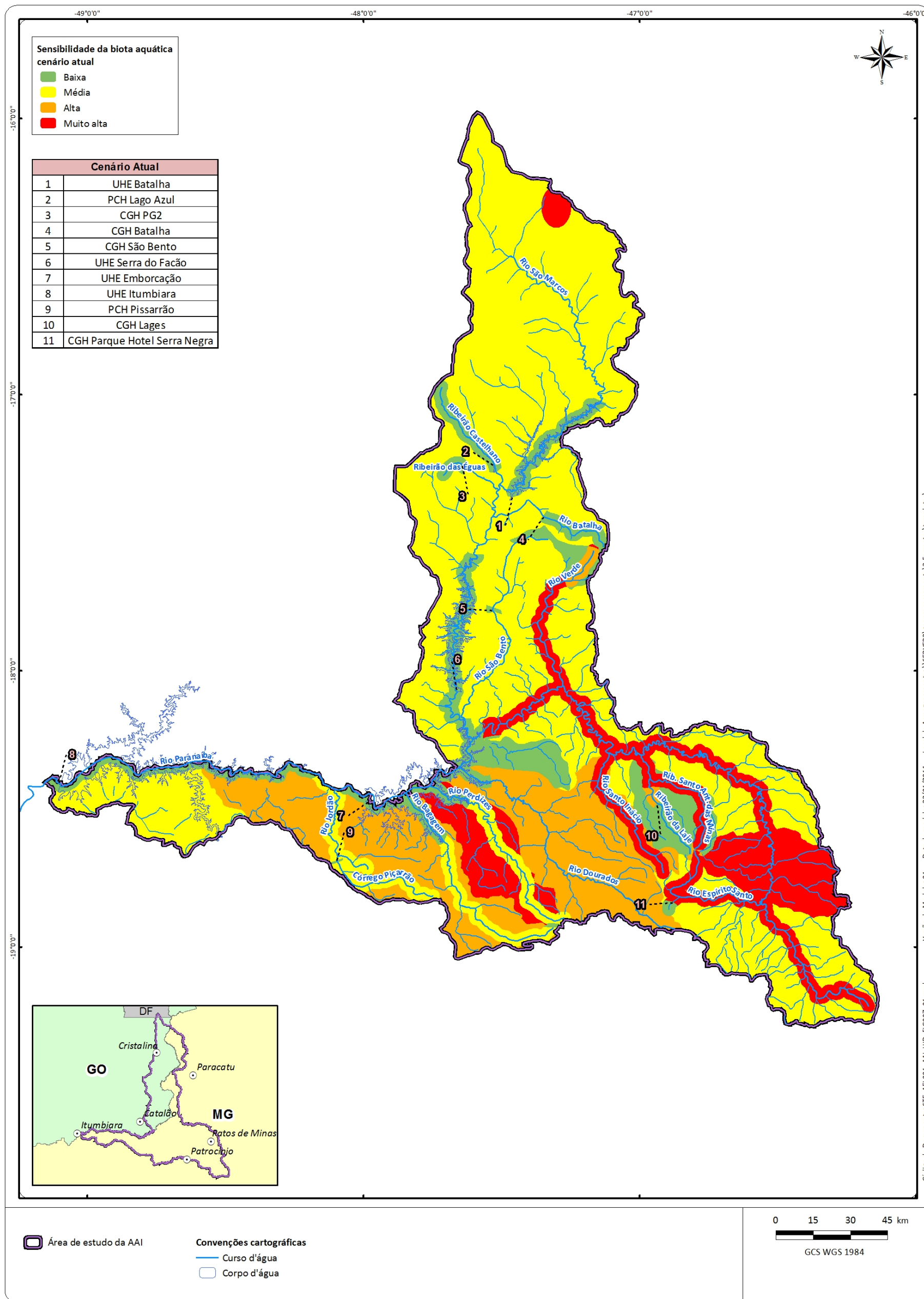


Com sensibilidade alta apresenta-se o rio Dourados. Com sensibilidade média destacam-se segmentos do rio São Marcos a montante da UHE Batalha; e segmentos dos rios São Bento, Bagagem, Jordão e Perdizes, ambos com trechos lóticos remanescentes acima de 40 km. As sensibilidades alta e média estão associadas a rios com presença de segmentos livres que podem comportar migração de curta e média distância. A ocorrência de habitats específicos para uma ictiofauna especializada em ambientes com alto gradiente de velocidade da água, também são observados em alguns cursos d'água com este grau de sensibilidade.

As áreas de menor sensibilidade, cujo trecho lótico remanescente é menor que 40 km, correspondem aos trechos do rio Paranaíba entre as UHEs Itumbiara e Emborcação e o trecho do rio São Marcos da foz como rio Paranaíba a UHE Serra do Facão além dos ribeirões Castelhana, das Éguas e Batalha, que atualmente estão segmentados pela implantação de CGHs. Estes segmentos são muito curtos para subsidiar migração de peixes e suas características fisiográficas estão modificadas pela operação dos empreendimentos ali existentes. O mapeamento das variáveis que compõem a Sensibilidade da Biota Aquática é apresentado no Anexo 6 do presente documento.



Figura 06 Mapeamento da Sensibilidade da Biota Aquática



Versão do Modelo: 01 Data do modelo: 22/01/2014 Local de Armazenamento: \\SERVER2\geoprocessamento\3-Formatos\Templates\



4.1.2 Tema Ambiental Meio Físico e Ecossistemas Terrestres

4.1.2.1 ISA4 - Sensibilidade Geológica

Este indicador se destina a avaliar a sensibilidade das áreas geologicamente relevantes ou “frágeis” pela presença de feições especiais.

As variáveis aqui consideradas foram as condições de favorabilidade geológica à dissolução e/ou abatimento das rochas, expressa na avaliação do potencial espeleológico, e a avaliação do potencial paleontológico. A favorabilidade geológica à dissolução e/ou a abatimentos indica áreas com má estanqueidade, o que pode representar risco para os reservatórios. No caso das áreas de ocorrência de rochas carbonáticas, favoráveis à dissolução e à consequente formação de cavidades e condutos de drenagem subterrânea esta questão pode ser mais crítica, incluindo, ainda, maior potencial de contaminação de aquíferos, se as áreas forem conectadas a algum manancial subterrâneo. Ressalta-se que a sensibilidade à contaminação de aquíferos está tratada em item específico.

A avaliação da favorabilidade geológica à dissolução e a abatimentos está diretamente associada, portanto, ao potencial espeleológico, com base nos litotipos presentes.

Avaliação do potencial espeleológico foi pautada na metodologia descrita por Jansen (2011), que define as classes de potencial espeleológico a partir da identificação de litologias favoráveis à formação de cavidades naturais subterrâneas, conforme mostra o Quadro 13.

Quadro 13 Potencial para a Ocorrência de Cavernas a partir da Litologia

Litotipo	Grau de Potencialidade
Calcário, dolomito, metacalcário, evaporito, Formação Ferrífera Bandada, itabirito e jaspilito;	Muito Alto
Calcrete, carbonatito, mármore e marga;	Alto
Arenito, conglomerado, filito, folhelho, fosforito, grauvaca, metaconglomerado, metapelito, metassiltito, mica xisto, milonito, quartzito, pelito, riolito, ritmito, rocha calcilicática, siltito e xisto;	Médio
Anortosito, arcóseo, augengnaisse, basalto, charnockito, dacito, diabásio, diamictito, enderbitto, gabro, gnaisse, granito, granulito, granitóide, hornfels, kinzigito, komatito, laterita,, metachert, migmatito, monzogranito, olivina gabro, ortoanfíbilito, sienito, sienogranito, tonalito entre outros;	Baixo
Aluvião, areia, argila, cascalho, lamito, linhito, outros sedimentos e turfa.	Ocorrência Improvável

Fonte: Jansen (2011).

Como resultado da avaliação do potencial de ocorrência de cavidades foi gerado o Mapa de Potencial Espeleológico apresentado no item de Caracterização desta AAI.



As informações constantes do referido mapa foram agrupadas para análise do indicador de sensibilidade em quatro classes, considerando o potencial espeleológico e o registro de cavidades, conforme consta do Quadro 14. Para mapeamento de cavidades foi realizada uma consulta às bases de dados do Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (CECAV/ ICMBio) para os estados de Minas Gerais e Goiás. As cavernas encontradas no âmbito do estudo estão lançadas de modo pontual naquele mapa.

A presença de cavernas e sítios paleobiológicos indica áreas frágeis do ponto de vista ambiental, e estão mapeadas na escala de trabalho da avaliação.

O mapa de potencial paleobiológico que subsidiou a avaliação do indicador foi elaborado a partir das classes geradas pela intercessão das informações sobre as unidades estratigráficas e seus litotipos constituintes, pela presença de fósseis e o potencial espeleológico.

Face à conjunção de dados foram atribuídos valores a cada uma das classes, com índices variando de 1 (representando a classe de menor potencial paleontológico) até 4 (cujas condições se mostram muito favoráveis à ocorrência de fósseis, seja preservados em meio aos estratos, ou no interior de cavidades subterrâneas naturais).

Às rochas ígneas e metamórficas de alto grau e aos sedimentos terciário-quadernários foi atribuída a nota 1, (potencial nulo), uma vez que a ocorrência ou preservação de fósseis nesses litologias é improvável.

Às rochas metassedimentares de baixo grau, não calcárias e formadas antes do período Cambriano (arqueanas e proterozóicas) foi atribuída a nota 2 (potencial baixo), pois a ocorrência e variabilidade de vida nesses éons era menor. Os registros de vida do Pré-Cambriano, embora existam, ficam restritos aos estromatólitos observados em rochas calcárias. Os estromatólitos são estruturas laminares mucilaginosas formadas a partir do metabolismo de cianobactérias e que fixam o carbonato de cálcio do meio circundante, no caso, mares rasos.

Às rochas sedimentares formadas no éon Fanerozóico (paleozoicas, mesozoicas e cenozoicas), sem registro de ocorrência de fósseis em banco de dados, foi atribuída a nota 3.

Às rochas cujo conteúdo fossilífero é conhecido e registrado em literatura, independente das idades, e aquelas que de alto potencial espeleológico ou o local de registro de cavidades subterrâneas na área do empreendimento, atribuiu-se a nota 4, o que indica o potencial máximo para a ocorrência de vestígios fósseis. É necessário ressaltar que as cavernas desempenham papel importante na preservação de ossos de animais do Pleistoceno, com preguiças gigantes, morcegos e vestígios de vida humana.

O Quadro 14 apresenta uma descrição das classes de potencial paleontológico e seus respectivos valores.



Quadro 14 Classes de potencial paleontológico e seus respectivos valores

Classe	Descrição	Valor
Nulo	Representa as unidades estratigráficas cuja presença ou preservação do conteúdo fóssilífero é improvável ou nulo. Estão incluídas nessa classe: coberturas detrítico-lateríticas e depósitos aluvinares Cenozóicos, granitos da Suíte Jurubatuba e dos corpos Imaperi e Tambu, rochas alcalinas dos complexos Serra do Salitre, Serra Negra e Catalão I e II e rochas vulcânicas e piroclásticas da Formação Patos (Grupo Mata da Corda)	1
Baixo	Representa as unidades estratigráficas metassedimentares pré-cambrianas não calcárias, com baixo potencial para a preservação dos registros da vida. Estão inseridas nessa classe: grupos Canastra, Araxá e Ibiá, Grupo Paranoá indiviso e sua unidade 3 e a unidade B do Grupo Vazante	2
Médio	Representa as rochas sedimentares fanerozoicas, mas sem registros fósseis. Está representado pelos arenitos e rochas vulcânicas do Grupo Mata da Corda não individualizado, à exceção do local onde há ocorrência de uma cavidade, observada na porção nordeste da área de estudo.	3
Muito Alto	Representa as unidades geológicas cuja ocorrência e preservação de fósseis está registrada na literatura, e aqueles locais onde há cavernas. Essa classe de potencial está indicada pelos dolomitos e mármore da Unidade 4 do Grupo Paranoá, a Unidade B do Grupo Vazante e do Subgrupo Paraopeba do Grupo Bambuí (preservam estromatólitos), pelos arenitos do Grupo Areado (preservam ossos de dinossauros e restos vegetais), pelos <i>intertraps</i> de arenitos em meio aos basaltos da Formação Serra Geral (preservam troncos de árvores) e pelos arenitos da Formação Marília (registros de algas, ostracodes, entre outros) e o ponto indicativo de cavidade no Grupo Mata da Corda não individualizado.	4

O potencial espeleológico e registro de cavidades foram ponderados com peso 0,7, o que se justifica pela proteção legal do patrimônio espeleológico e pela importância associada à possível interferência na estanqueidade de reservatórios. No caso do potencial paleontológico foi atribuído peso 0,3.

Os recursos minerais, embora associados ao tema geologia, foram analisados no âmbito da socioeconomia como elemento do potencial econômico e em vista dos potenciais conflitos de uso associados.

O Quadro 15 mostra o conjunto de Variáveis utilizadas para a avaliação deste Indicador.

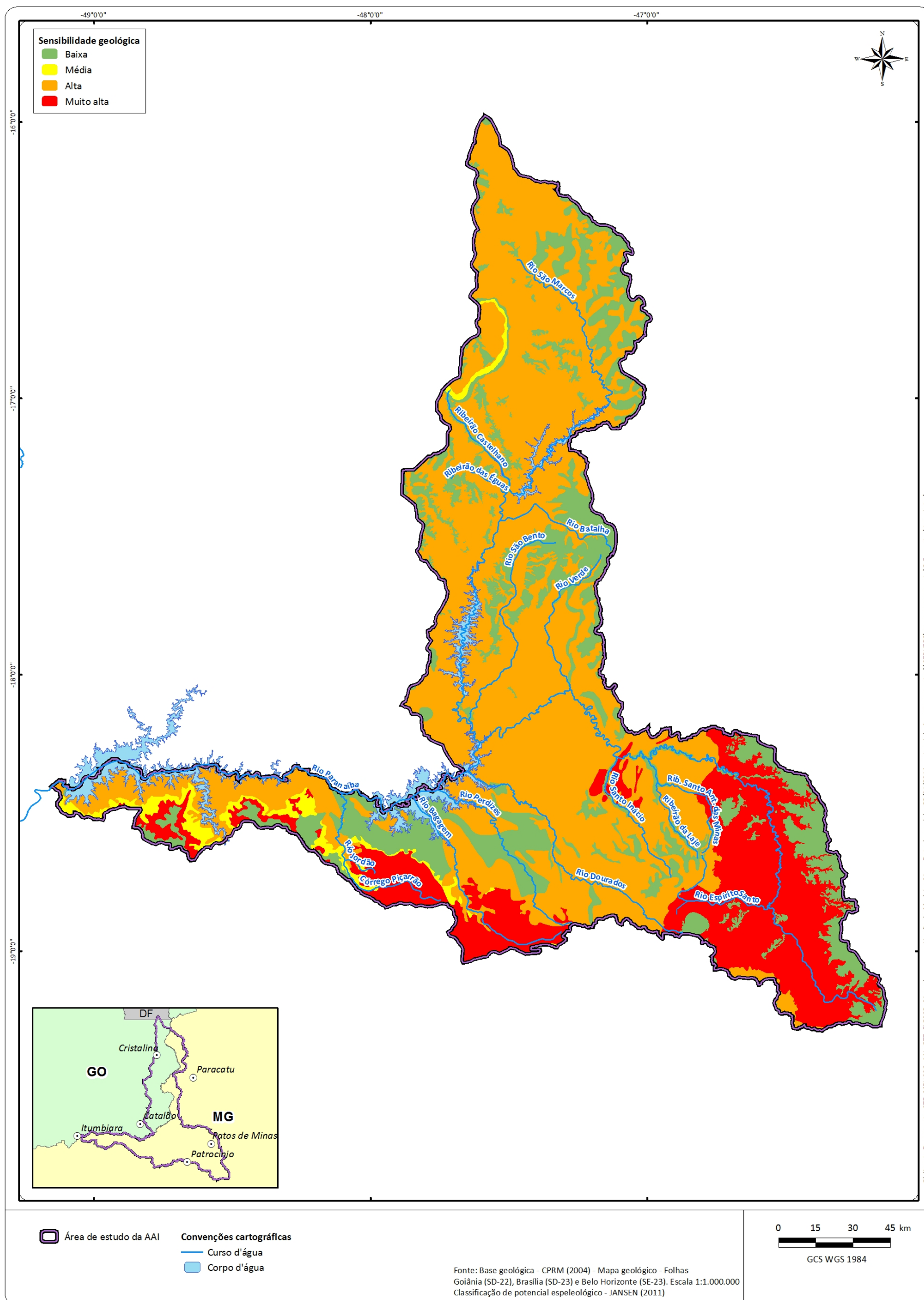
**Quadro 15 Variáveis do ISA 4 - Sensibilidade Geológica**

Variáveis	Peso	Grau	Classe de Avaliação	Parâmetro
Favorabilidade geológica à dissolução e abatimentos (potencial espeleológico) e registro de cavidades	0,70	4	Presença de cavidades e potencial espeleológico muito alto	Científico e Existência (para cavidades)
		3	Potencial espeleológico alto	
		2	Potencial espeleológico médio	
		1	Potencial espeleológico baixo e improvável	
Potencial paleontológico	0,30	4	Alto potencial	Científico (para potencial ocorrência por litotipos) e Registro em publicações científicas
		3	Médio potencial	
		2	Baixo potencial	
		1	Sem potencial	

A Figura 07 mostra que a sensibilidade geológica muito alta está presente no setor sudeste da região, nas cabeceiras do rio Paranaíba, na região dos municípios de Coromandel e Vazante, e ao sul, na região do trecho superior das sub-bacias dos rios Perdizes, Bagagem, Jordão, ribeirões Araras e da Cachoeira. A sudeste e nos municípios de Coromandel e Vazante a sensibilidade está associada ao maior potencial espeleológico (indicado pela favorabilidade à dissolução e abatimentos das rochas e presença de cavidades cadastradas) e ao potencial paleontológico. Nas demais áreas citadas, a sensibilidade está relacionada ao potencial paleontológico. O mapeamento das variáveis que compõem a Sensibilidade Geológica é apresentado no Anexo 7 do presente documento.



Figura 07 Mapeamento da Sensibilidade Geológica





4.1.2.2 ISA5 - Sensibilidade à Erosão dos Solos

O indicador selecionado procura identificar as áreas mais frágeis do ponto de vista de erosão do solo, que constituem potenciais fontes de sedimentos para os reservatórios de hidrelétricas e de alteração da qualidade das águas.

Considerando a existência do mapa de susceptibilidade à erosão disponível no Relatório da Avaliação Ambiental Integrada da Bacia do Rio Paranaíba (EPE, 2007), conforme apresentado no Capítulo de Caracterização Ambiental, partiu-se do referido mapa para a análise do indicador de sensibilidade à erosão. A partir deste mapa foram analisadas e agrupadas as classes de susceptibilidade à erosão de maneira a adaptá-las à classificação geral adotada para os indicadores de sensibilidade, ou seja, foram definidas quatro classes de avaliação, conforme mostra o Quadro 16 a seguir.

Quadro 16 Descrição dos Elementos de Composição da Sensibilidade à Erosão dos Solos

Classe de Avaliação	Descrição dos Elementos de Composição	Grau
Forte	Susceptibilidade à Erosão Forte - Ocorre em relevo ondulado a forte ondulado normalmente de 13 a 20%. Na maioria dos casos, a prevenção à erosão depende de práticas intensivas de controle.	4
Moderada a Forte	Susceptibilidade à Erosão Moderada - O relevo é normalmente ondulado, com declives entre 8 e 13%. Esses níveis de declive podem variar para mais de 13% quando as condições físicas dos solos forem muito favoráveis, ou para menos de 8% quando muito desfavoráveis, como é o caso de solos com mudança textural abrupta; a Susceptibilidade à Erosão Forte - Ocorrem em relevo ondulado a forte ondulado, com declives normalmente de 13 a 20%. Na maioria dos casos, a prevenção à erosão depende de práticas intensivas de controle.	3
Ligeira a moderada	Susceptibilidade à Erosão Ligeira - Geralmente os solos possuem boas propriedades físicas, variando os declives de 3 a 8%; a Susceptibilidade à Erosão Moderada - O relevo é normalmente ondulado, com declives entre 8 e 13%. Esses níveis de declive podem variar para mais de 13% quando as condições físicas dos solos forem muito favoráveis, ou para menos de 8% quando muito desfavoráveis, como é o caso de solos com mudança textural abrupta.	2
Nula a Ligeira	Susceptibilidade à Erosão Nula - Terras não susceptíveis à erosão. Geralmente ocorrem em solos de relevo plano ou quase plano (0 a 3% de declive), e com boa permeabilidade; a Susceptibilidade à Erosão Ligeira - Terras que apresentam pouca susceptibilidade à erosão. Geralmente os solos possuem boas propriedades físicas, em relevo suave ondulado, variando os declives de 3 a 8%.	1

Tendo em vista a existência de um mapa específico do indicador, não foi necessário elaborar um quadro de composição do mesmo, contendo as variáveis de composição e os respectivos pesos para efeito de mapeamento, de acordo com o modelo dos demais indicadores de sensibilidade ora apresentados.



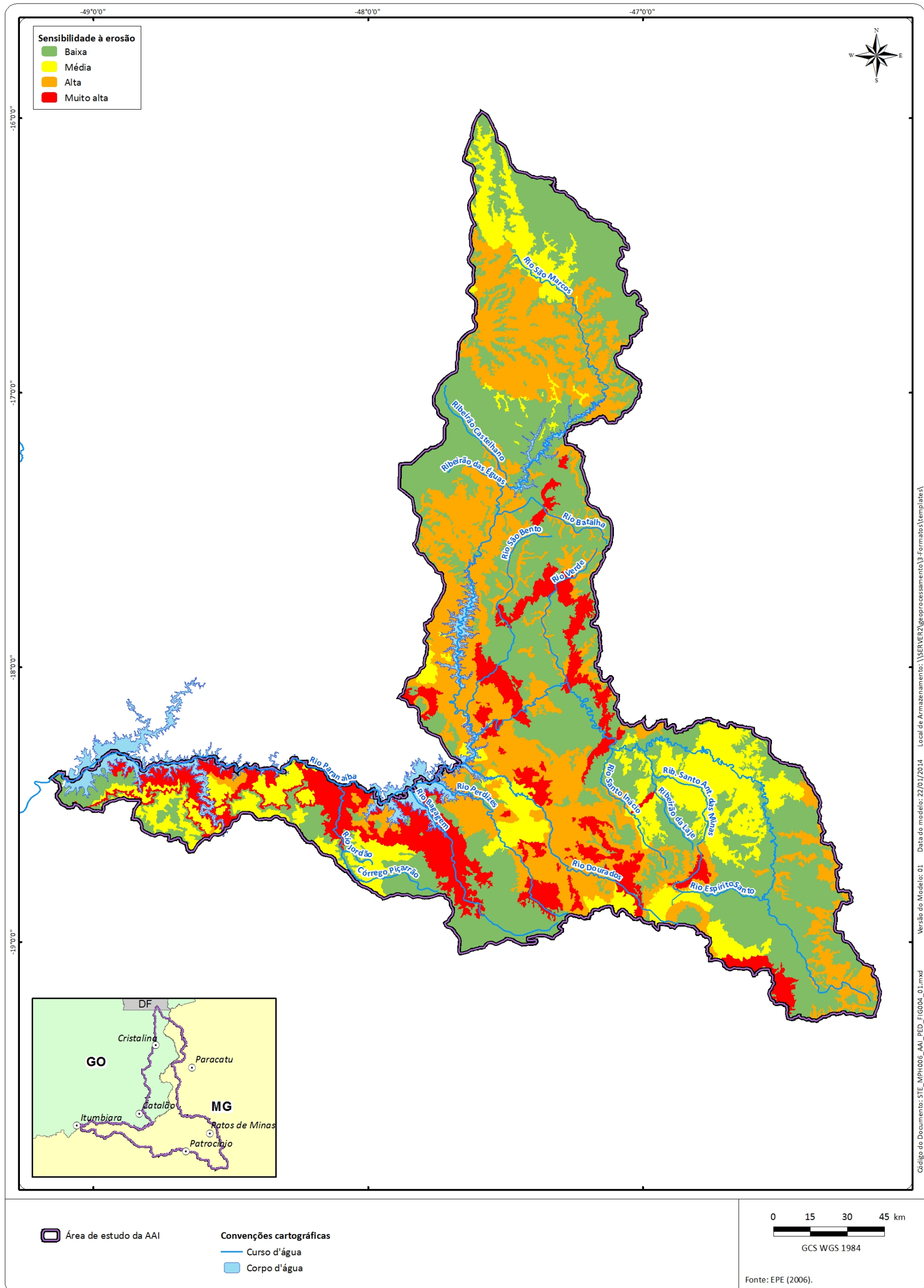
A descrição das classes de susceptibilidade à erosão apresentada no quadro anterior como elementos de composição das classes de avaliação enfoca as principais características de cada uma, envolvendo as condições de relevo (declividades) e a erodibilidade dos solos. No entanto, de acordo com EPE (2007), diversas variáveis foram consideradas para a classificação da susceptibilidade à erosão, tais como as características das chuvas, da cobertura vegetal e do tipo de manejo dos solos praticado, adotando como referência básica as unidades e mapeamento de solos (componente principal da unidade).

A Figura 08 demonstra que a sensibilidade à erosão é heterogênea ao longo da área em análise. Com baixa sensibilidade à erosão destacam-se as regiões de relevo mais plano com predomínio de Latossolos, presentes de maneira dispersa em toda a região e com maior expressão territorial nas sub-bacias dos rios São Marcos e Verde, abrangendo Minas Gerais, Goiás e Distrito Federal.

As áreas de maior sensibilidade estão concentradas no setor da margem esquerda do rio Paranaíba a jusante da sub-bacia do rio Perdizes, com destaque para as sub-bacias dos rios Bagagem, Jordão e Araguari, tendo como importante fator condicionante as declividades acentuadas nas bordas de tabuleiros. Outros trechos aparecem distribuídos ao longo da área, associados também, em sua maior parte, às áreas com declividade mais acentuadas, como nas serras e bordas de tabuleiros.



Figura 08 Mapeamento de Sensibilidade a Erosão





4.1.2.3 ISA6 - Sensibilidade dos Ecossistemas Terrestres

A sensibilidade dos ecossistemas terrestres foi criada de forma a identificar os diferentes níveis de integridade das diferentes fitofisnomias que compõem a UPGRH do Alto rio Paranaíba e Sub-bacias dos Rios São Marcos e Verde, bem como avaliar, a partir do conhecimento da distribuição e da biologia das espécies da biota terrestre, as potencialidades e restrições dos ecossistemas para abrigá-la.

Para a composição da sensibilidade dos ecossistemas Terrestres, utilizaram-se três variáveis distintas:

- Potencial de biodiversidade;
- Relevância para a conservação (Áreas Prioritárias para a Conservação); e
- Presença de Unidades de Conservação.

As fontes utilizadas na classificação das Variáveis tiveram três origens distintas. Para o caso dos remanescentes de vegetação florestal e da paisagem savânica, foi efetuada uma análise do Mapa de Uso e Ocupação do Solo da Caracterização Ambiental. A localização das Unidades de Conservação e suas áreas de amortecimento foram retiradas do Mapa de Unidades de Conservação do Ministério do Meio Ambiente, enquanto a localização das Áreas Prioritárias para a Conservação do PROBIO/MMA.

O potencial de biodiversidade reflete a capacidade potencial dos habitats para abrigar diferentes espécies da flora e da fauna. Decorre da maior complexidade estrutural da vegetação (diversidade de microhabitats) que resulta em uma maior disponibilidade de recursos alimentares e locais de refúgio e reprodução para a fauna. Resulta também de características abióticas específicas que condicionam a presença de espécies ecologicamente exigentes, de distribuição geográfica restrita e, por vezes, endêmicas. Dessa forma, enquadram-se na categoria de maior sensibilidade as áreas de vegetação florestal, principalmente fragmentos de maior porte; bem como os cerrados (fitofisionomia original mais expressiva na região enfocada). Foram considerados como de sensibilidade média os ambientes menos preservados (ambientes antropicamente alterados), já que não apresentam espécies ecologicamente sensíveis, porém ainda apresentam o potencial para a restauração de ambientes naturais (por meio de reflorestamento, por exemplo). A categoria de baixa sensibilidade corresponde às áreas completamente modificadas em relação a suas características bióticas originais, com potencial de biodiversidade muito baixo.

A Relevância para a Conservação está relacionada à presença de Áreas Prioritárias para a Conservação de acordo com o Ministério do Meio Ambiente. Em função do tipo de classificação proposto para a área de estudo, a categoria de prioridade Extremamente Alta foi considerada como a de maior sensibilidade, enquanto as áreas não consideradas prioritárias foram enquadradas como de baixa sensibilidade. Embora a classificação como “Área Prioritária” indique o potencial de determinadas regiões para a conservação, e efetiva proteção só se dá mediante a regulação do uso do solo e a criação de unidades de conservação. Portanto, a alteração dessas áreas diminui sua garantia de proteção.



A variável Presença de Unidades de Conservação é um critério importante por considerar a presença de áreas preservadas e conservadas, sendo, respectivamente, aquelas que consideram a manutenção integral de ecossistemas (UC de Proteção Integral) e aquelas que preveem a compatibilização da conservação da natureza com o uso sustentável dos recursos (UC de Uso Sustentável). Como nas UCs de Proteção Integral espera-se a ocorrência de ambientes com alto grau de conservação, esta possui o maior grau de sensibilidade. Inserem-se nesta variável como critérios de avaliação as áreas de amortecimento das UC, para as quais, no presente caso, considerou-se faixa de entorno de 10 km.

Quadro 17 apresenta as Variáveis que compõem o Indicador, identificando o tipo, o peso com respectivos multiplicadores, o grau atribuído pela equipe, assim como o parâmetro utilizado.

Quadro 17 Variáveis do ISA 6 - Sensibilidade dos Ecossistemas Terrestres

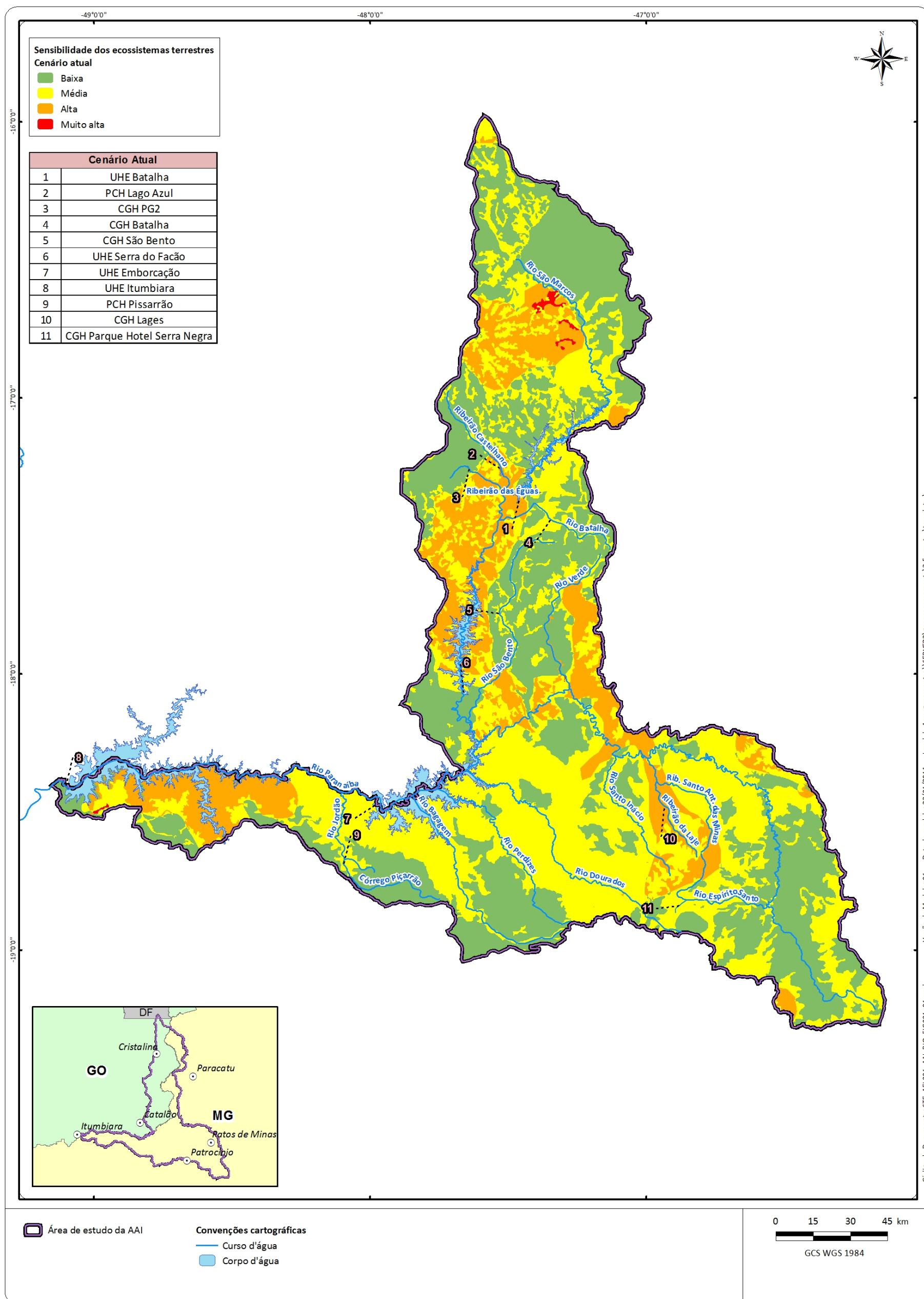
Variável	Peso	Grau	Classe de Avaliação	Parâmetro
Potencial de biodiversidade	0,16	4	Áreas com cobertura vegetal de maior cobertura e estratificação (Floresta Estacional);	Científico (mapa de uso do solo e cobertura vegetal)
		3	Áreas com cobertura vegetal nativa mais aberta e menos estratificada (Savana)	
		2	Áreas sujeitas a manejo (Áreas agrícolas e agricultura associada a pastagens, reflorestamentos)	
		1	Áreas desprovidas de cobertura vegetal (núcleos populacionais)	
Relevância para a conservação	0,30	4	Área Prioritária para a conservação classificada como de Importância Extremamente Alta	Base de áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade (MMA)
		3	Importância Muito Alta	
		2	Importância Alta	
		1	Fora de Áreas Prioritárias	
Presença de Unidades de Conservação	0,54	4	UC de Proteção Integral (Parque, Reserva Biológica)	Base de UCs (MMA)
		3	Área de amortecimento de UC de PI / UC de uso sustentável (RPPN, APA, ARIE)	
		2	Área de amortecimento de de UC uso sustentável	
		1	Fora de UC	

Resultaram como áreas de baixa sensibilidade aquelas cuja cobertura vegetal nativa já foi substituída por ambientes antropizados; a sensibilidade média corresponde aos remanescentes de vegetação savânica, as quais configuram áreas de alta sensibilidade quando dentro do perímetro de “Áreas Prioritárias” para a conservação da diversidade biológica (afluentes da margem direita do rio São Marcos e região do rio Araguari – áreas de prioridade “extremamente alta”; e áreas prioritárias Goiandira e leste de Coromandel, de prioridade “muito alta”). A sensibilidade muito alta corresponde a locais de ocorrência de remanescentes de vegetação florestal dentro de Áreas Prioritárias. O mapeamento das variáveis que compõem a Sensibilidade dos Ecossistemas Terrestres é apresentado no Anexo 8 do presente documento.

A Figura 09 apresenta o resultado do mapeamento da sensibilidade dos Ecossistemas Terrestres.



Figura 09 Mapeamento da Sensibilidade dos Ecossistemas Terrestres





4.1.3 Tema Ambiental Socioeconomia

4.1.3.1 ISA 7 - Sensibilidade relacionada à exposição e organização sócio territorial

Um aspecto central na avaliação socioambiental é o nível de exposição da comunidade, atividades econômicas e infraestrutura aos efeitos e impactos diretos e indiretos de empreendimentos.

Para caracterização da Sensibilidade Relacionada à Exposição e Organização Sócio-Territorial foram definidos quatro indicadores: **1)** Nível de exposição humana e domiciliar; **2)** Pressão demográfica (potencial de pressão sobre infraestrutura e habitação), **3)** Potencial de interferência no fluxo de bens, serviços e pessoas e **4)** Potencial de interferência no sistema urbano.

O **nível de exposição humana e domiciliar** é representado pela variável *densidade demográfica* (número de habitantes / km²), sabendo-se que há uma relação direta entre o número de residentes, o número de edificações e a densidade da infraestrutura existente em uma determinada área. Mesmo se apenas uma pequena porção do município for atingida diretamente pelos efeitos de um ou mais empreendimentos, caso ela seja altamente adensada, os impactos serão potencialmente elevados. O nível de exposição humana e domiciliar indica aos tomadores de decisão onde há maior número de pessoas e bens expostos, dado que existem diferenças de um evento sobre um vazão demográfico ou sobre uma grande cidade. As informações sobre densidade demográfica tiveram como fonte o IBGE (2010). Elas são apresentadas por setor censitário, tendo em vista a elevada desigualdade intermunicipal existente na distribuição da população.

A **pressão demográfica** representa um elemento de intensificação no uso dos recursos naturais e da infraestrutura econômica. A dinâmica populacional de uma região se reflete nos vetores de expansão urbana e nas possíveis modificações nos padrões de ocupação e uso do solo. Neste estudo, a pressão demográfica é representada pela *taxa média anual de crescimento populacional*. Como período de referência, foram utilizados os dois últimos anos censitários (IBGE, 2010 e 2000), de forma a se captar o dinamismo demográfico recente das localidades analisadas.

O sistema de transportes é a infraestrutura que cumpre essencialmente a função de conectar os agentes no espaço. Nas vias, unidades discretas, como carros, ônibus ou caminhões locomovem-se. As pessoas, ao se deslocarem de um local para outro, esperam usufruir benefícios no local de destino. A configuração do sistema viário local possibilita a propagação de efeitos localizados de um evento para outras áreas, aumentando a sua dimensão. Utiliza-se como variável para captar o **potencial de interferência no fluxo de bens, serviços e pessoas**, o *índice de densidade da malha rodoviária*. A hipótese é de que quanto mais densa a malha rodoviária, maior o nível de acessibilidade que ela permite e maior o número de conexões possíveis entre agentes. As ferrovias, embora presentes na área de estudo, não compuseram o indicador pela clara preponderância que as rodovias ocupam no Brasil como infraestrutura de transporte.



O índice de densidade da malha rodoviária é representado pela razão entre o comprimento total das rodovias federais e estaduais inseridas no município e a área total municipal. Como base para o cálculo foram utilizadas as bases cartográficas do Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás - SIEG e do Sistema Integrado de Informação Ambiental – SIAM, ligado à Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável –SEMAD de Minas Gerais. A variável bruta encontrada foi transformada em um índice de 0 a 1 a fim de auxiliar na análise do seu comportamento entre os municípios da área de estudo. O procedimento de padronização é apresentado na equação abaixo:

$$v_i = \frac{a_i - \min a_i}{\max a_i - \min a_i}$$

Onde:

v_i = Vetor padronizado;

a_i = valor observado (valor que se deseja padronizar);

$\min a_i$ = valor mínimo do vetor de informações que se deseja padronizar;

$\max a_i$ = valor máximo do vetor de informações que se deseja padronizar.

Finalmente, o quarto indicador que compõem este fator síntese é o **potencial de interferência no sistema urbano**. Nas áreas urbanas está concentrado o maior número de pessoas, bens, serviços e edificações do município. O espaço urbano é uma densa rede de relações sociais e econômicas. A economia urbana se configura como uma rede de atividades conectadas por entre os quais circulam bens, pessoas, informações, serviços e dinheiro. Neste sentido, um impacto natural ou decorrente de uma atividade antrópica, mesmo que atinja uma pequena área, pode se propagar no restante da cidade. As consequências econômicas e sociais podem se estender a vários quilômetros além da área efetivamente afetada, exatamente pela cidade se tratar de um sistema interligado. Portanto, a variável de exposição relacionada à localização - *núcleos urbanos e área de entorno* - procura refletir a sensibilidade relacionada à existência ou proximidade de um núcleo urbano. A espacialização desta informação foi realizada com a utilização de bases cartográficas do IBGE e o uso do software ArcGis (Versão 10.2).

Os diferentes graus de sensibilidade para as variáveis densidade demográfica, taxa média anual de crescimento e índice de densidade da malha rodoviária foram obtidos por meio de uma análise de distribuição de frequência. No primeiro caso, foi observado o comportamento da densidade demográfica nos setores censitários mineiros e goianos. No segundo, as taxas de crescimento populacional dos municípios brasileiros. No caso do índice de densidade da malha rodoviária, o domínio da variável limita-se à UPGRH e sub-bacias dos rios São Marcos e Verde. Por meio de uma análise de distribuição acumulada de frequência e excluindo-se valores extremos, distribuem-se as observações em quantis, originando as quatro escalas apresentadas no Quadro 18. Em termos estatísticos, quanto maior o número de observações em análise, maior a quantidade de informações para a compreensão do fenômeno, evitando-se a ocorrência de eventuais vieses que possam derivar do uso de uma pequena quantidade de dados.



Quadro 18 Variáveis do ISA 7 - Sensibilidade Relacionada à Exposição e Organização Sócio Territorial

Variáveis	Peso	Grau	Classe de Avaliação	Parâmetro
Densidade demográfica (habitantes / km ²) – Informação por setor censitário	0,54	4	Maior ou igual a 1.621 hab/km ²	Estados de Minas Gerais e Goiás
		3	Maior ou igual a 620 e inferior a 1.621/km ²	
		2	Maior ou igual a 175 e inferior a 620/km ²	
		1	Menor do que 175/km ²	
Taxa média anual de crescimento populacional (2010/2000) (em %) – Informação municipal	0,09	4	Maior do que 2,6%	Brasil
		3	De 1,3% a 2,6%	
		2	De 0 a 1,3%	
		1	menor do 0	
Índice de Densidade da Malha Rodoviária (km/km ² - transformado em índice de 0 a 1) – Informação municipal	0,14	4	Índice >0,25	UPGRH e sub-bacias dos rios São Marcos e Verde
		3	Índice >0,10 e <=0,20	
		2	Índice <=0,10	
		1	-	
Proximidade de núcleos urbanos	0,23	4	Buffer de 2 km em relação aos núcleos urbanos	Bacia do Paranaíba (estudo EPE, 2006)
		3	Buffer de 5 km em relação aos núcleos urbanos	
		2	Buffer de 2,5 km em relação às rodovias pavimentadas	
		1	-	

A definição da importância relativa de cada variável na composição do indicador síntese, ou seja, a ponderação foi realizada com o uso do Processo Analítico Hierárquico ou *Analytical Hierarchy Process* – AHP, do inglês. Na análise do indicador *Sensibilidade Relacionada à Exposição e Organização Sócio Territorial* alcançou-se um grau de consistência das respostas de 0,09.

Com base no exposto anteriormente foi elaborada a Figura 10, que permite verificar a alta sensibilidade do indicador nos núcleos urbanos e áreas de entorno. No estado de Goiás, Cristalina e Catalão se destacam, como esperado. Atualmente, as maiores taxas de crescimento populacional na área de estudo estão em Goiás, indicando o dinamismo econômico da região, mas também um potencial de pressão sobre a infraestrutura urbana.



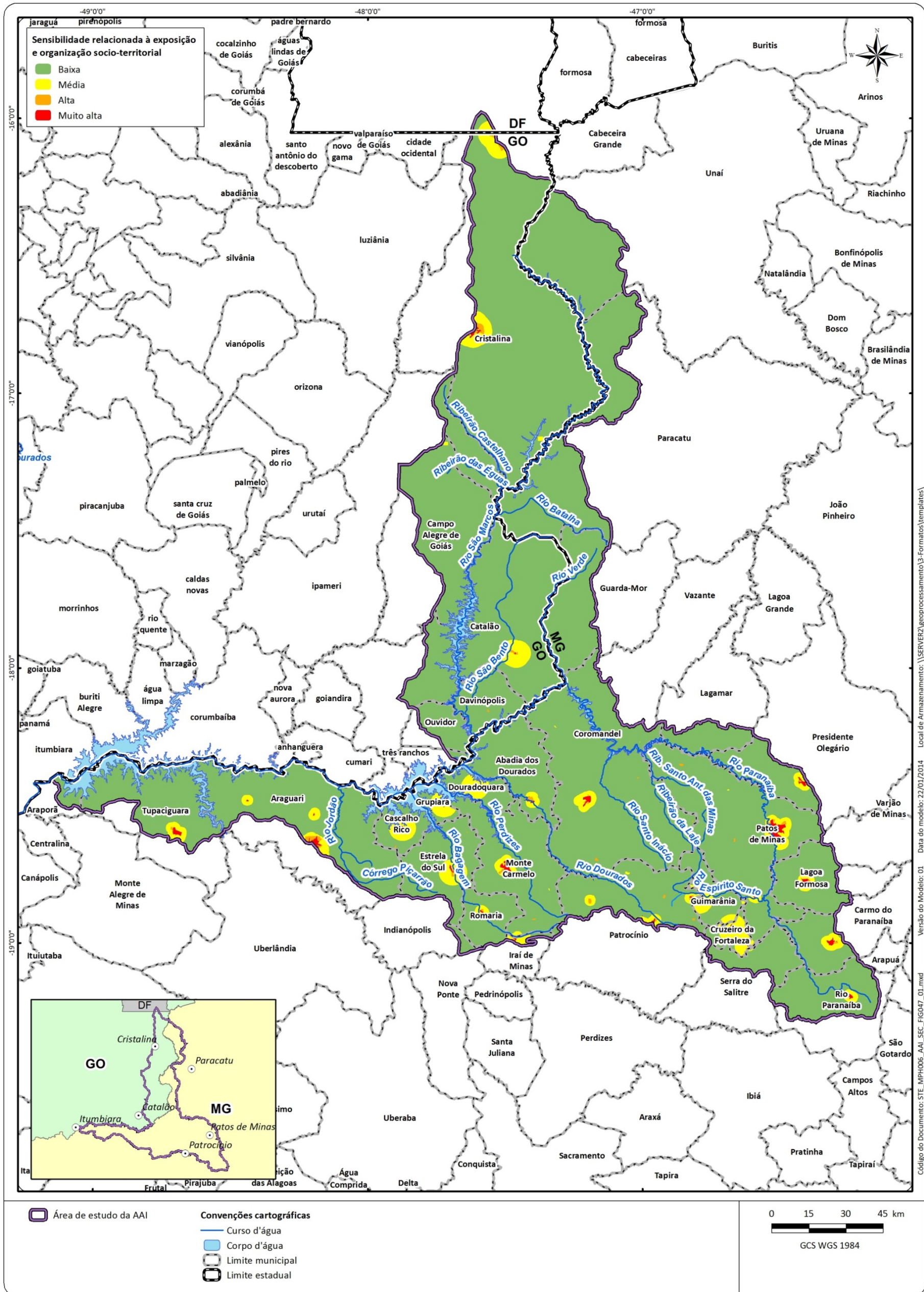
No lado mineiro, Patos de Minas e Araguari são os principais núcleos urbanos. Patos de Minas, que possui a maior população na área de estudo (exceção de distrito Federal), possui capacidade polarizadora na região, abrangendo em seu raio de influência uma ampla gama de municípios, como Guimarães, Lagamar, Lagoa Formosa, Presidente Olegário, Carmo do Paranaíba, Rio Paranaíba, Guarda-Mor, Cruzeiro da Fortaleza e Serra do Salitre.

A região do alto Paranaíba, ao sul, apresenta maior densidade viária e maior concentração de núcleos urbanos, englobando Cascalho Rico, Grupiara, Douradoquara, Abadia dos Dourados, Coromandel, Estrela do Sul e Monte Carmelo.

Com exceção dos núcleos urbanos, nas demais áreas da bacia, a Sensibilidade Relacionada à Exposição e Organização Sócio Territorial é baixa, devido à extensão das áreas rurais, com baixa densidade demográfica, de infraestrutura e equipamentos públicos. O mapeamento das variáveis que compõem a Sensibilidade relacionada à Exposição e Organização Sócio Territorial é apresentado no Anexo 9 do presente documento.



Figura 10 Mapeamento da Sensibilidade relacionada a exposição e organização sócio Territorial





4.1.3.2 ISA 8- Sensibilidade Relacionada às Condições de Vida

Embora o nível de exposição, indicador discutido no item anterior, seja fundamental na definição da sensibilidade de um território, se analisado isoladamente, seu alcance torna-se limitado na identificação das fragilidades socioeconômicas de uma região. Para isto a análise deve incorporar a compreensão das condições de vida ali existentes.

A análise da sensibilidade relacionada às condições de vida, na perspectiva do desenvolvimento sustentável e levando-se em conta o grau de abrangência, periodicidade e consistência estatística dos dados disponíveis, foi determinada por três fatores centrais: **1)** vulnerabilidade relacionada ao acesso à renda, **2)** vulnerabilidade relacionada ao nível de acesso aos serviços de saneamento básico e **3)** vulnerabilidade relacionada ao acesso à educação e à informação.

Portanto, o conceito central seria o de **vulnerabilidade**, empregado aqui, especificamente, em um sentido diverso àquele empregado neste estudo (Vulnerabilidade como a interação entre impacto e fragilidade ambiental). A vulnerabilidade estaria relacionada às características ou à situação de um sistema social (grupo de pessoas, município, comunidade etc.) que o tornariam potencialmente mais susceptível aos efeitos adversos de uma ameaça, influenciando em sua capacidade de antecipar, lidar, resistir e de se recuperar de um potencial impacto (WISNER *et al*, 2004).

O **acesso à renda** é visto como um dos principais indicadores para aferir as condições sociais de uma determinada população, pois interfere no acesso às oportunidades e, em sentido mais amplo, ao bem-estar (e.g.: melhores condições de moradia, trabalho, acesso a bens de lazer etc.). Já a desigualdade na sua distribuição se configura como um fator potencializador da pobreza. Dados sobre rendimento, em nível municipal, só podem ser obtidos, com o necessário grau de confiabilidade por ocasião dos Censos Demográficos. Nesse caso, na formação do indicador foram utilizados os números relativos ao ano de 2010. Para indicar a vulnerabilidade relacionada ao acesso à renda, os municípios que compõem a área de estudo foram classificados segundo o *percentual da população com renda inferior a um salário mínimo* a fim de se avaliar o número de moradores com capacidade de consumo limitada ao salário mínimo (Quadro 20).

Já a apreciação dos **sistemas de saneamento básico** é altamente relevante pelo fato de a sua inadequação se constituir num dos maiores problemas ambientais e de saúde pública dos municípios brasileiros. Antes de se chegar ao *índice de acesso ao saneamento básico* apresentado no Quadro 19 foram realizadas algumas etapas metodológicas.

O índice é formado pela agregação de dois subindicadores: *índice de acesso ao abastecimento de água (IA_a)* e *índice de acesso ao esgotamento sanitário (IA_e)*. O primeiro foi calculado a partir do percentual de domicílios existentes nos municípios que compõem a área de estudo, servidos pela rede geral de abastecimento de água. Avaliou-se o esgotamento sanitário segundo o percentual de acesso à rede geral de esgotamento ou à fossa séptica – estas consideradas duas formas adequadas de esgotamento, segundo definições adotadas pela ONU para acesso “adequado” e “melhorado” aos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário (ONU,2003).



Os dois indicadores foram então padronizados na escala de 1 a 4, segundo o nível de atendimento (Quadro 20). As classes de acesso apresentadas neste quadro foram definidas a partir de parâmetros de referência utilizados por organismos internacionais (ONU, 2003), mas considerando também a especificidade do Brasil e, neste caso, foi realizada uma análise de *quantis* a fim de se verificar como é a distribuição de frequência dos municípios brasileiros em termos de percentual de acesso dos domicílios ao saneamento básico.

Quadro 19 Índice de Acesso ao Saneamento Básico: variáveis utilizadas e padronização na escala de 1 a 5

Abastecimento de Água por Rede Geral		Esgotamento por Rede Geral ou Fosse Séptica	
Percentual de domicílios com acesso em relação ao total	Índice de Acesso (IAa)	Percentual de domicílios com acesso em relação ao total	Índice de Acesso (IAe)
< 70% do total de domicílios	1 (Muito baixo)	< 40% do total de domicílios	1 (Muito baixo)
≥ 70% e < 80%	2 (Baixo)	≥ 40% e < 60%	2 (Baixo)
≥ 80% e < 90%	3 (Intermediário)	≥ 60% e < 75%	3 (Intermediário)
≥ 90% e < 95%	4 (Alto)	≥ 70% e < 90%	4 (Alto)
≥ 95%	5 (Muito alto)	≥ 90%	5 (Muito alto)

Como etapa final, os dois índices foram agregados pelo método do produtório ponderando, recebendo igual ponderação (0,5).

Índice de Acesso ao Saneamento Básico Municipal = $IAa_{0,5} \times IAe_{0,5}$

Sendo que IAa e IAe variam de 1 a 5. O resultado do produtório, ou o Índice de Acesso ao Saneamento Básico, foi classificado como apresentado no Quadro 19.

Cabe mencionar que o índice de acesso se atém à questão quantitativa; a questão qualitativa é tratada no indicador Sensibilidade da Qualidade das Águas Superficiais, apresentado anteriormente.

E, finalmente, tem-se o terceiro indicador utilizado para refletir a sensibilidade às condições de vida: **a vulnerabilidade relacionada ao acesso à educação e à informação**. Indica a possibilidade (ou os limites) dos indivíduos interferirem na vulnerabilidade, reduzindo-a. Para isso, o acesso à informação é central. A informação possibilita um aprimoramento da percepção ambiental e de risco e o conhecimento de estratégias para lidar com efeitos adversos diversos, evitando-os ou mitigando-os. A variável naturalmente mais adequada para representá-lo é o nível de escolaridade, aqui representada pelo *percentual da população com 25 anos ou mais sem instrução ou com fundamental incompleto*, este o segmento populacional mais vulnerável do ponto de vista de acesso à educação.



Quadro 20 Variáveis do ISA 8 - Sensibilidade Relacionada às Condições de Vida

Variáveis	Peso	Grau	Classe de Avaliação	Parâmetro
% da população com renda inferior a 1 salário mínimo (em %)	0,34	4	Acima de 45%	Estados de Minas Gerais e Goiás
		3	De 35% a 45%	
		2	De 25% a 35%	
		1	Menor do que 175/km ²	
Índice de acesso ao saneamento básico (índice de 0 a 5)	0,33	4	Índice > 4,0	Baseado em parâmetros de organismos internacionais (ONU)
		3	Índice > 3 e índice <=4,0	
		2	Índice >1,5 e <=3	
		1	Índice <=1,5	
% da população com 25 anos ou mais sem instrução ou com fundamental incompleto	0,33	4	>75%	Estado de Minas Gerais e Goiás
		3	>65% e <=75%	
		2	> 50% e <=65%	
		1	<= 50%	

Todas as variáveis apresentadas no Quadro 20 têm como fonte de informações os dados censitários do IBGE (2010). Sua distribuição em quatro classes, as quais definem diferentes graus de sensibilidade, foi realizada por meio da análise de *quantis*. A exceção é o Índice de Acesso ao Saneamento Básico, cujos parâmetros tiveram como referência indicadores de organismos internacionais (ONU, 2003). Observa-se que, para subsidiar a avaliação dos municípios que compõem a área de estudo, foi analisado o comportamento da distribuição de renda e do nível de escolaridade entre os municípios mineiros e goianos.

Novamente utilizou-se o AHP para ponderação dos indicadores. Este foi o procedimento utilizado em todos os indicadores com elevado viés socioeconômico. Avaliou-se que cada uma das variáveis possui a mesma importância na composição do indicador final, recebendo igual peso. Como esperado, o indicador GC, que mede o grau de consistência das respostas, foi de 0,0.

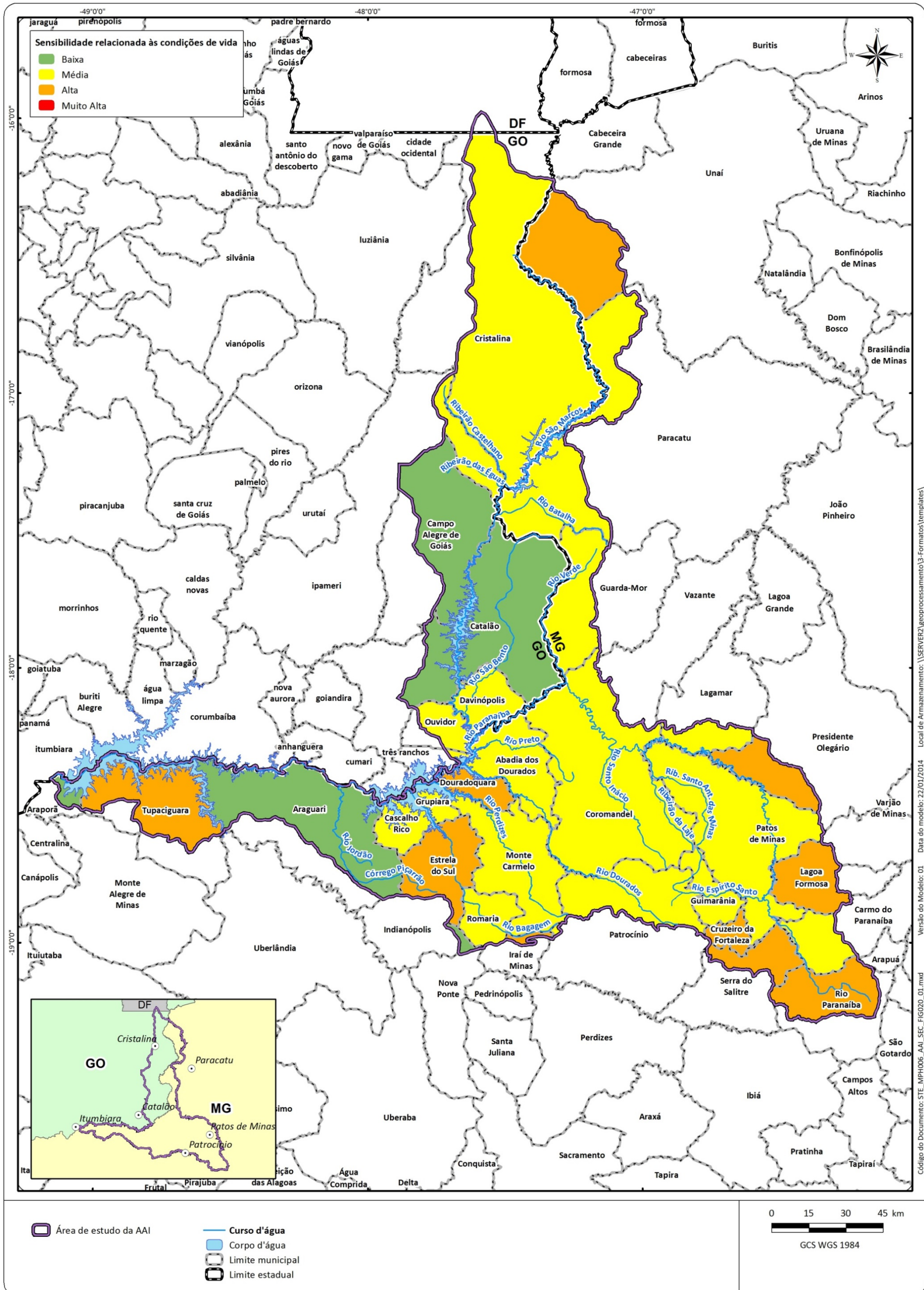
A Figura 11, elaborada com base nas variáveis selecionadas, evidencia uma menor sensibilidade nas áreas mais dinâmicas do ponto de vista econômico, como Catalão e Araguari. Catalão, de fato, se destaca na área de estudo, pela baixa vulnerabilidade relacionada ao acesso à renda e à educação. Uma grande mancha amarela se sobressai no mapa, mostrando sensibilidade intermediária em uma faixa que se estende do norte e ao sul da área de estudo, incluindo Cristalina, Coromandel, Monte Carmelo e Romaria, onde níveis satisfatórios de acesso à educação influenciaram na redução da sensibilidade. Tupaciguara e Unaí possuem níveis baixos de acesso ao saneamento básico, pressionando na sensibilidade relacionada às condições de vida (muito alta).

É de se evidenciar, portanto, que a UPGRH Alto Paranaíba e Sub-bacias dos Rios São Marcos e Verde apresentam, em sua maior parte, sensibilidade baixa a intermediária relacionada às condições de vida.

O mapeamento das variáveis que compõem a Sensibilidade relacionada às Condições de Vida é apresentado no Anexo 10 do presente documento.



Figura 11 Mapeamento da Sensibilidade relacionada às Condições de Vida





4.1.3.3 ISA 9- Sensibilidade Relacionada ao Comprometimento do Uso Econômico do Solo e dos Recursos Naturais

Como apresentado no ZEE/MG (Scolforo, Oliveira & Carvalho, 2006), a participação do componente natural na composição da potencialidade social do Zoneamento Econômico Ecológico de Minas Gerais diz respeito, em especial, à *utilização econômica dos recursos naturais compreendida pela exploração de minérios, pela intensidade do uso da terra, pela sua forma de ocupação e pela preservação e conservação do meio ambiente* (p.57).

Portanto, a implantação de empreendimentos deve ser avaliada à luz das potenciais interferências que possa causar no uso econômico dos recursos naturais, o qual possui um forte componente territorial e locacional. A potencialidade natural da região, como fator de desenvolvimento social, é também um fator de sensibilidade, na medida em possa haver elemento de pressão, disputa e competição para uso alternativo da terra e do solo.

Três indicadores compõem a sensibilidade relacionada ao comprometimento do uso econômico do solo e dos recursos naturais: **1)** uso econômico atual do solo; **2)** potencial de uso econômico relacionado às atividades agropecuárias e **3)** potencial de uso econômico relacionado aos recursos minerais.

O **uso econômico atual do solo** constitui indício do potencial natural da região. Como ponto de partida foi utilizado a planimetria das classes de uso do solo e cobertura vegetal (área urbana, agricultura e agricultura e pastagem associados, pastagem, savanas e florestas). Para cada uma das classes foi definindo um peso, levando-se em consideração o potencial econômico da utilização das terras. O menor peso é o das áreas recobertas por vegetação nativa (floresta e savana). Em uma perspectiva estritamente econômica, essas terras tem um potencial de geração de riqueza menor, comparativamente às demais classes. E assim, sucessivamente, os usos do solo recebem um peso crescente, devido à sua maior capacidade de geração econômica (Figura 12).

Nem sempre há correspondência entre a aptidão agrícola e o uso agropecuário atual, pois este é definido não apenas pelos aspectos físicos, mas também por fatores históricos, sociais, políticos e econômicos. Portanto, incorpora-se à análise a *aptidão agrícola* como indicador do **potencial de desenvolvimento de atividades agropecuárias**, atual ou futuro, decorrente das características físicas do território. A avaliação da aptidão agrícola consiste no enquadramento das terras em grupos, subgrupos e classes de aptidão agrícola visando mostrar alternativas de utilização de uma determinada extensão de terra (EMBRAPA, 1995). Esta avaliação é feita em função da fertilidade natural, deficiência de água, excesso de água/deficiência de oxigênio, susceptibilidade à erosão e impedimento à mecanização. O estudo da aptidão agrícola das terras permite uma avaliação do potencial de uso dos solos. Quanto melhor a aptidão agrícola, maior é a fertilidade natural dos solos, maior é o seu potencial para uso com culturas rentáveis de ciclo curto e longo e, naturalmente, maior o valor da terra. Um maior detalhamento da metodologia para definição das classes de aptidão agrícola está apresentado na caracterização do meio físico (item 12.2.6 do Volume I do Capítulo de Caracterização).



Completando a sensibilidade relacionada ao comprometimento do uso econômico do solo e dos recursos naturais, tem-se o **potencial de uso econômico relacionado aos recursos naturais**, representado pelo *indicador de potencial de exploração mineral*. A indústria extrativa mineral está inserida em uma extensa e complexa cadeia econômica, com índices de encadeamento e fatores multiplicadores de produção, emprego e renda que se propagam em diversos setores econômicos, daí a importância do indicador na análise.

O potencial de exploração mineral foi elaborado a partir das classes geradas pela intercessão das informações sobre as unidades estratigráficas e seus litotipos constituintes, dos recursos minerais oriundos dessas rochas e ocorrências locais, cujos dados foram obtidos a partir de pesquisa bibliográfica, bem como das extrações atualmente em atividade (conforme registro de Processos junto ao DNPM), plotadas no mapa.

Face à conjunção de dados foram atribuídos valores a cada uma das classes de exploração mineral, com índices variando de 1 (representando a classe de menor potencial de exploração, denominada muito precária) até 4 (cujas condições se mostram muito favoráveis ao potencial de exploração).

O Quadro 21 abaixo apresenta uma descrição das classes de potencial de exploração mineral e seus respectivos valores.

Quadro 21 Classes de potencial de exploração mineral e seus respectivos valores

Classe	Descrição	Valor
Muito Precário	Representa as unidades estratigráficas cujo potencial de exploração mineral é muito baixo ou desconhecido. Estão incluídas nessa classe: as coberturas detrito-lateríticas, os grupos Areado, Ibiá, Araxá e Canastra	1
Precário	Representa as unidades estratigráficas com baixo potencial de exploração. Estão inseridas nessa classe as suítes graníticas Jurubatuba, Tambu e Imaperi (rocha ornamental ou material para emprego na construção civil)	2
Favorável	Representa as unidades de elevado potencial de exploração, como água contida nos arenitos da Bacia do Paraná, as rochas ultramáficas alcalinas dos complexos Serra do Salitre e Serra Negra, e os dolomitos do Subgrupo Paraopeba (Grupo Bambuí)	3
Muito Favorável	Representam as unidades de elevado potencial econômico de exploração e que apresentam extrações em atividade na área de estudo ou relatadas em fontes secundárias. São indicadas pelos aluviões (atividade garimpeira de ouro e gemas), o Complexo Alcalino Catalão (extração de nióbio, fosfato e ETR), o Grupo Mata da Corda e a Formação Patos (rochas diamantíferas), e Grupo Vazante (metais base, com zinco e chumbo e fósforo).	4



O Quadro 22 mostra o conjunto de variáveis utilizadas para a avaliação desse Indicador.

Quadro 22 Variáveis do ISA 9 - Sensibilidade Relacionada ao Comprometimento do Uso Econômico do Solo e dos Recursos Naturais

Variáveis	Peso	Grau	Classe de Avaliação	Parâmetro
Uso do solo	0,63	4	Área urbana	Parâmetros econômicos baseados no potencial de geração de valor econômico
		3	Agricultura e Agricultura e pastagem associados	
		2	Pastagem	
		1	Savanas e Florestas	
Aptidão Agrícola	0,14	4	Terras com aptidão boa e regular para lavoura (Grupos 1 e 2)	Parâmetros pedológicos segundo especificidades da bacia
		3	Terras com aptidão restrita para uso agrícola (Grupo 3)	
		2	Terras com aptidão restrita para pastagem plantada e para pastagem natural (Grupos 4 e 5)	
		1	Terras sem aptidão para uso agrícola (Grupo 6)	
Potencial de extração mineral	0,23	4	Elevado potencial de exploração mineral	Parâmetros geológicos segundo especificidades da bacia
		3	Médio potencial de exploração mineral	
		2	Baixo potencial de exploração mineral	
		1	Potencial de exploração mineral é muito baixo ou desconhecido	

Para ponderação dos indicadores foi utilizado o AHP. O uso atual apresenta maior peso por refletir as relações socioeconômicas, culturais e políticas que levaram à configuração do espaço tal como ele se apresenta atualmente. A aptidão agrícola e o potencial de extração mineral representam potencialidades, cujo fator determinante é a condição física do território em seu aspecto geológico e/ou pedológico. O potencial de extração mineral, pelos efeitos de encadeamento ocasionados pela atividade mineraria sobre a economia, possui peso igual a 0,24. A aptidão agrícola possui o menor peso na tríade, com 0,14. O indicador CG foi de 0,05.

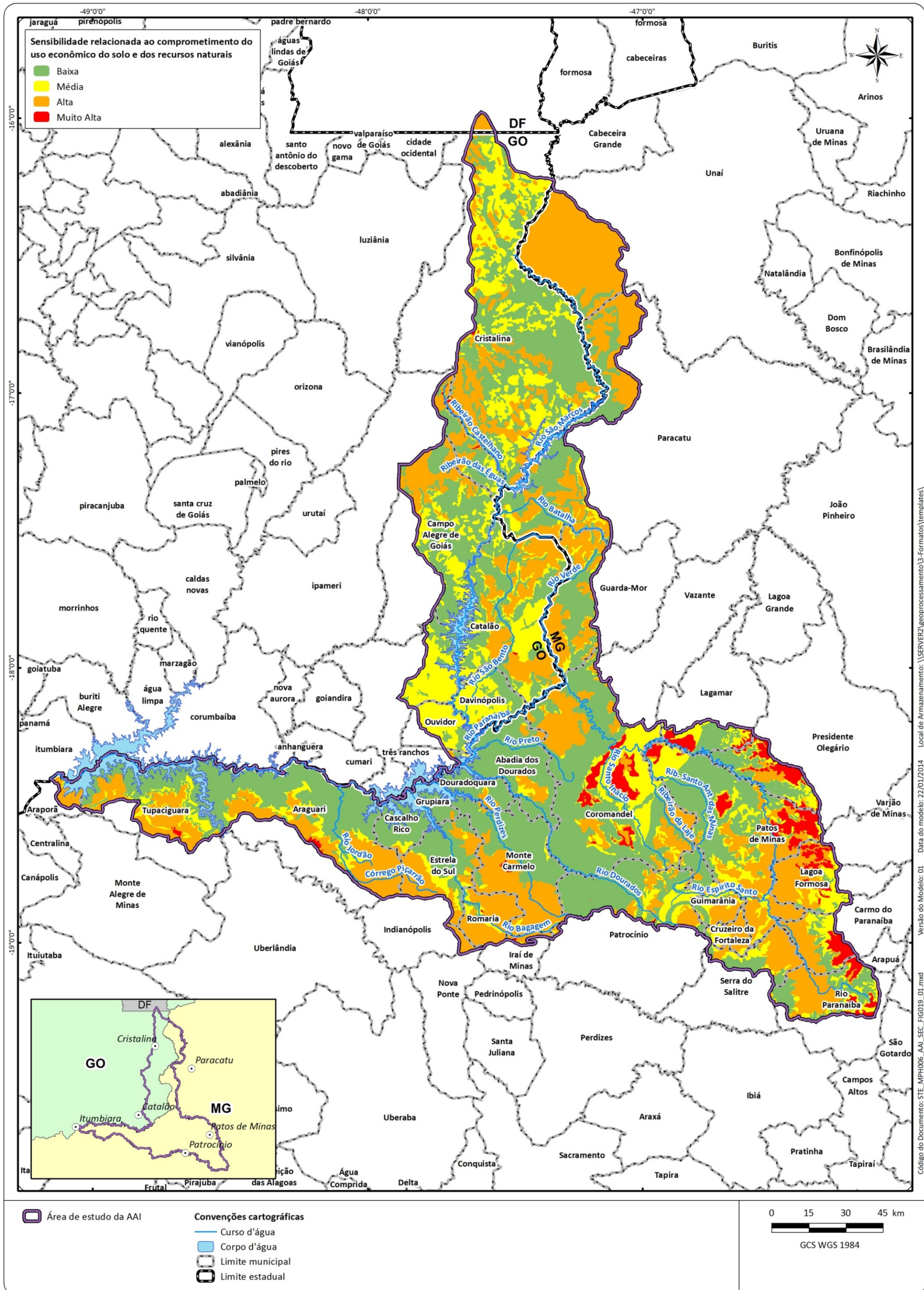


Conforme a Figura 12, pelo elevado componente físico do indicador, a região apresenta uma maior fragmentação em áreas de sensibilidade. As regiões de maior sensibilidade estão a leste da área de estudo, nas microrregiões de Patos de Minas e Paracatu, o que é determinado, principalmente, pelo elevado potencial para uso econômico dos recursos naturais, em especial os recursos minerais. São destaque na região as gemas (ametista, granada e diamante); rochas e minerais industriais (caulim, argila vermelha e diamante); metais nobres (ouro); metais não ferrosos ou semi metais (alumínio, cobre, chumbo e zinco); insumos agrícolas (minerais e rochas fosfáticas, turfa e calcário) e insumos para construção civil (areia, brita, quartzito e cascalho). Manchas de alta sensibilidade estão distribuídas na UPGRH Alto Paranaíba e Sub-bacias dos Rios São Marcos e Verde, para o que determinada a boa aptidão agrícola encontrada. De fato, a região é destaque pelo seu uso agropecuário, especialmente em Goiás e, a leste, na região de Patos de Minas e Lagoa Formosa.

O resultado é um mapa fragmentado, com áreas expressivas de elevado potencial de uso econômico do solo existente na UPGRH Alto Rio Paranaíba e Sub-bacias dos Rios São Marcos e Verde, ou, inversamente, uma sensibilidade de média a muito alta. Mas observa-se também a presença de fitofisionomias preservadas, como o cerrado no Triângulo Mineiro, o que leva a uma baixa sensibilidade no indicador. O mapeamento das variáveis que compõem a Sensibilidade relacionada ao Comprometimento do uso Econômico do Solo e dos Recursos Naturais é apresentado no Anexo 11 do presente documento.



Figura 12 Mapeamento da Sensibilidade Relacionada ao Comprometimento do Uso Econômico do Solo e dos Recursos Naturais





4.1.3.4 ISA 10 - Sensibilidade Relacionada ao Potencial de Conflitos do Uso do Solo

Segundo o dicionário Aurélio, conflito pode ser definido como *oposição de interesses, sentimentos, ideias*. Englobando a dimensão social de forma explícita e para fins teórico-metodológicos, a Comissão Pastoral da Terra – CPT conceitua conflitos rurais como as *ações de resistência e enfrentamento que acontecem em diferentes contextos sociais no âmbito rural, envolvendo a luta pela terra, água, direitos e pelos meios de trabalho ou produção*.

Os conflitos socioambientais são conflitos sociais cujo objeto são elementos da natureza. Neste item enfatiza-se um tipo específico de conflito socioambiental, o conflito pelo uso do solo, ou, mais globalmente o conflito fundiário. Para Fernandes (2005), o conflito por terra é um confronto entre segmentos populacionais, modelos de desenvolvimento, por territórios. O conflito pode ser enfrentado a partir da conjugação de forças que disputam ideologias para convencerem ou derrotarem as forças opostas.

Neste estudo, definiram-se quatro aspectos relevantes para sensibilidade relacionada ao potencial de conflitos dos usos do solo: **1)** Potencial de interferência em área de assentamentos; **2)** potencial de interferência na geração de valor agropecuário; **3)** Potencial de comprometimento do uso atual do estabelecimento agropecuário e **4)** potencial de intensificação de conflitos por terra existentes.

Estes quatro aspectos indicam duas questões potencialmente geradoras de conflito considerando eventuais efeitos e impactos da implantação de empreendimentos hidrelétricos: a produtividade da terra, ou seja, sua capacidade de gerar valor, e a existência de maior fragmentação fundiária, o que indica maior número de agentes envolvidos em um potencial processo de negociação. Esta linha de análise é a mesma adotada por EPE (2006), embora tenham sido feitas adaptações no presente estudo, considerando suas particularidades.

O **potencial de interferência em área de assentamentos** é representado pela *razão entre a área ocupada por projetos de assentamentos e a área total de estabelecimentos agropecuários*. Os assentamentos representam, por si só, o jogo das forças sociais definido pelos poderes das classes em conflito (FERRANTE & SILVA, 1988). O **potencial de interferência na geração de valor agropecuário** é indicado, tal como no EPE (2006), pela produtividade agrícola, ou seja, *o valor Adicionado Agropecuário / Área de Agricultura e Pastagem*. Já o **potencial de comprometimento do uso atual do estabelecimento agropecuário** tem forte relação com a área do estabelecimento agropecuário (embora, claramente, não seja o único fator) e aqui se utiliza o indicador de fragmentação fundiária (*área de propriedades com menos de 100 ha / área total de estabelecimentos agropecuários*), tendo também como referência o estudo da EPE (2006). E, por último, há o **potencial de intensificação de conflitos por terra existentes**, considerando que um conflito já existente é um alerta para a possibilidade de sua intensificação ante as mudanças no uso do solo. Neste caso, foram utilizadas informações sobre o *número de famílias atualmente envolvidas em conflitos por terra* nos municípios em análise (Quadro 23).



Quadro 23 Variáveis do ISA 10 - Sensibilidade Relacionadas ao Potencial de Conflitos pelo uso do Solo

Variáveis	Peso	Grau	Classe de Avaliação	Parâmetro
$\frac{\text{Percentual de área ocupada por projetos de assentamento} \times \text{Área ocupada por projeto de assentamentos}}{\text{Área total de estabelecimentos agropecuários}} \times 100$ (em %)	0,14	4	>20%	UPGRH e sub-bacia dos rios São Marcos e Verde
		3	>10% e <=20%	
		2	>0% e <=10%	
		1	Sem projeto de assentamento identificado	
$\frac{\text{Produtividade Agrícola} = \frac{\text{Valor Adicionado Agropecuário}}{\text{Área de Agricultura e Pastagem}}}{\text{(Em R\$1000/ha)}}$	0,23	4	>= R\$2500/ha	UPGRH e sub-bacia dos rios São Marcos e Verde
		3	>=R\$1500/h e <R\$2500/ha	
		2	>=R\$800/ha e <R\$1500/ha	
		1	<R\$800/ha	
$\frac{\text{Fragmentação Fundiária} = \frac{\text{Área de propriedades com menos de 100 ha}}{\text{Área total de estabelecimentos agropecuários}} \times 100}{\text{(Em \%)}}$	0,54	4	>= 75%	Bacia do Paranaíba (EPE, 2006)
		3	>=50% e <75%	
		2	>=25% e <50%	
		1	<25%	
Número de famílias atualmente envolvidas em conflitos por terra	0,09	4	Mais de 400	UPGRH e sub-bacia dos rios São Marcos e Verde
		3	De 200 a 400	
		2	Menos de 200 famílias	
		1	Sem conflito identificado	

As informações para composição das variáveis tiveram como fonte o Censo Agropecuário (IBGE, 2006), INCRA (2014) e Comissão Pastoral da Terra (2014), todas acessíveis por meio da *Internet*. As variáveis brutas integrantes do indicador *Sensibilidade Relacionadas ao Potencial de Conflitos pelo Uso do Solo* foram distribuídas em quatro graus, como apresentado no Quadro 23, com o uso da análise *de quantis*.

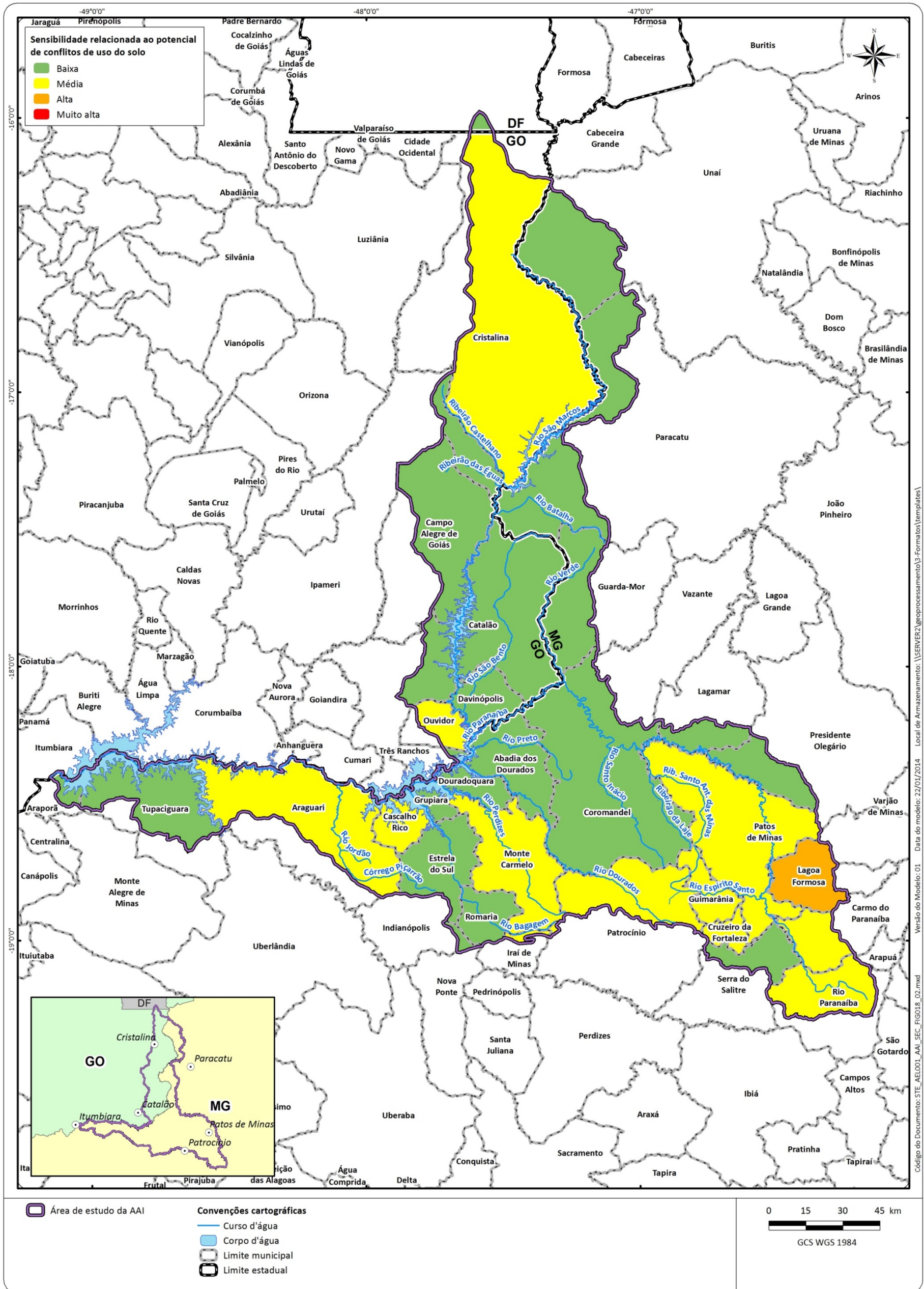
Para ponderação das variáveis utilizou-se o Processo Analítico Hierárquico. A importância relativa da fragmentação fundiária na composição do indicador é destacada, a exemplo da análise realizada em EPE (2006). O grau de consistência da análise foi de 0,08.



No caso do potencial de conflitos relativos à terra, ao sul, no Triângulo Mineiro se observa maior susceptibilidade a esse tipo de situação, onde há um grande número de movimentos sociais (EPE, 2006). Conforme a Figura 13, Lagoa Formosa se destacou pela fragmentação fundiária existente, o que, associado à geração de valor agropecuário relativamente elevado, deve ser um ponto de atenção para o potencial de ocorrência de conflitos. Ouvidor, em Goiás, possui maior fragmentação fundiária do que seus vizinhos goianos, o que interferiu em seu nível de sensibilidade. Em Cristalina, o grande número de Projetos de Assentamento localizados na área de estudo e a elevada geração de valor agropecuário na região intensificam sua sensibilidade em relação ao potencial de conflitos. O resultado é uma sensibilidade de baixa a média à ocorrência de conflitos, fazendo a ressalva de que durante a elaboração dos estudos para fins de licenciamento ambiental cada município deverá ser diagnosticado em relação aos movimentos sociais, às forças e grupos políticos existentes. O mapeamento das variáveis que compõem a Sensibilidade relacionada ao Potencial de Conflitos pelo Uso do Solo é apresentado no Anexo 12 do presente documento.



Figura 13 Mapeamento da Sensibilidade relacionada ao Potencial de Conflitos pelo uso do Solo





4.1.3.5 ISA 11 - Sensibilidade ao Potencial de Alteração ou Desarticulação de Comunidades

Sensíveis

Este indicador de sensibilidade procura refletir a presença de comunidades com características e vulnerabilidades específicas, as quais podem ser particularmente sensíveis a um cenário de transformação econômica, com potencial de interferência nos modos de vida e na alteração ou desarticulação das relações familiares. São comunidades com relações territoriais específicas, que na ocupação e uso das terras garantem sua reprodução física e social.

Considerando a escala nas quais são discutidas as relações sociais para o estudo, quatro grupos sociais foram considerados na análise: comunidades quilombolas, indígenas, famílias assentadas e agricultores familiares. Deve ser feita a ressalta da não inclusão dos pescadores artesanais como objeto nesta análise, decorrência das dificuldades para se encontrar informações sistematizadas, por município, para este segmento populacional.

Nos municípios que compõem a UPGRH Alto Rio Paranaíba e Sub-bacias dos Rios São Marcos e Verde não foram identificadas comunidades indígenas, segundo as fontes consultadas (ver item 12.3.8, do Volume II da caracterização socioeconômica).

As comunidades quilombolas possuem trajetória histórica própria, ocupam áreas detentoras de recursos ambientais necessários à preservação dos seus costumes, tradições, cultura e lazer, englobando espaços de moradia e, inclusive, espaços destinados aos cultos religiosos e os sítios que contenham reminiscências históricas dos antigos quilombos (Freitas *et al.*, 2011).

Famílias residentes em projetos de assentamentos criados pelo INCRA podem possuir origens, motivações e tradições culturais diversas, entretanto, como elemento comum está o longo processo da luta pela terra, a singular relação destes pequenos produtores com o Estado, o ineditismo da experiência, e a origem destes homens que muitas vezes passaram do campo para a cidade, retornando ao campo com relações com a terra diferentes das de seus antepassados (Veiga & Burlandy, 2001). São aspectos que distinguem estas famílias dos demais grupos sociais, até mesmo de pequenos agricultores vizinhos.

Finalmente, optou-se por incluir na análise também os agricultores familiares, embora englobe uma ampla gama de tipos de unidades de produção, que abarcam desde a agricultura de subsistência até aquela intensiva em tecnologia voltada para o mercado.

Por agricultura familiar entende-se, em termos gerais, uma unidade de produção onde trabalho, terra e família estão intimamente relacionados. O que confere uma identidade social aos agricultores familiares é o fato de que um vasto contingente deles possui acesso precário, parcial ou insuficiente aos meios de produção, como terra e capital produtivo, bem como canais de escoamento para os produtos. *A força de trabalho da família é seu principal fator produtivo abundante e as relações de consanguinidade e parentesco funcionam como cimento e fator de coesão do grupo social* (Schneider & Niederle, s.d.). As informações pertinentes à agricultura familiar para este estudo foram obtidas a partir do Censo Agropecuário realizado pelo IBGE, que utiliza como conceituação para agricultura



familiar conceito adotado pela Lei nº 11.326, mais restritivo do que aquele empregado por outras organizações, como FAO e INCRA, e pelo Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar - Pronaf.

O Quadro 24 mostra o conjunto de variáveis utilizadas para a avaliação desse Indicador.

Quadro 24 Variáveis do ISA 11 - Sensibilidade Relacionadas ao Potencial de Alteração ou Desarticulação de Comunidades Sensíveis

Variáveis	Peso	Grau	Classe de Avaliação	Parâmetro
Número de famílias assentadas	0,27	4	>= 1000 famílias	Bacia do Paranaíba (EPE, 2006)
		3	>=300 e < 1000	
		2	>= 50 e < 300	
		1	< 50	
Número de comunidades especiais (quilombolas e/ou terras indígenas)	0,61	4	Acima de 4	Bacia do Paranaíba (EPE, 2006)
		3	De 2 a 4	
		2	1	
		1	0	
Número de estabelecimentos com agricultura familiar / Número total de estabelecimentos agropecuários*100	0,12	4	>=90%	Municípios de Minas Gerais e Goiás
		3	>=80% e <90%	
		2	>=60% e < 70%	
		1	<60%	

Informações sobre o número de famílias assentadas podem ser obtidas junto ao INCRA (2014); sobre comunidades quilombolas e terras indígenas, na Fundação Palmares (2014) e no Instituto Socioambiental – ISA (2014). Dados referentes aos estabelecimentos com agricultura familiar são obtidos em consulta ao Censo Agropecuário (IBGE, 2006), como já mencionado.

A distribuição das variáveis em graus teve como referência, principalmente, informações de EPE (2006), exceção da variável *Número de estabelecimentos com agricultura familiar/Número total de estabelecimentos*, que foi analisada para o conjunto dos municípios mineiros e goianos para, em seguida, ser realizada sua repartição em *quantis*.

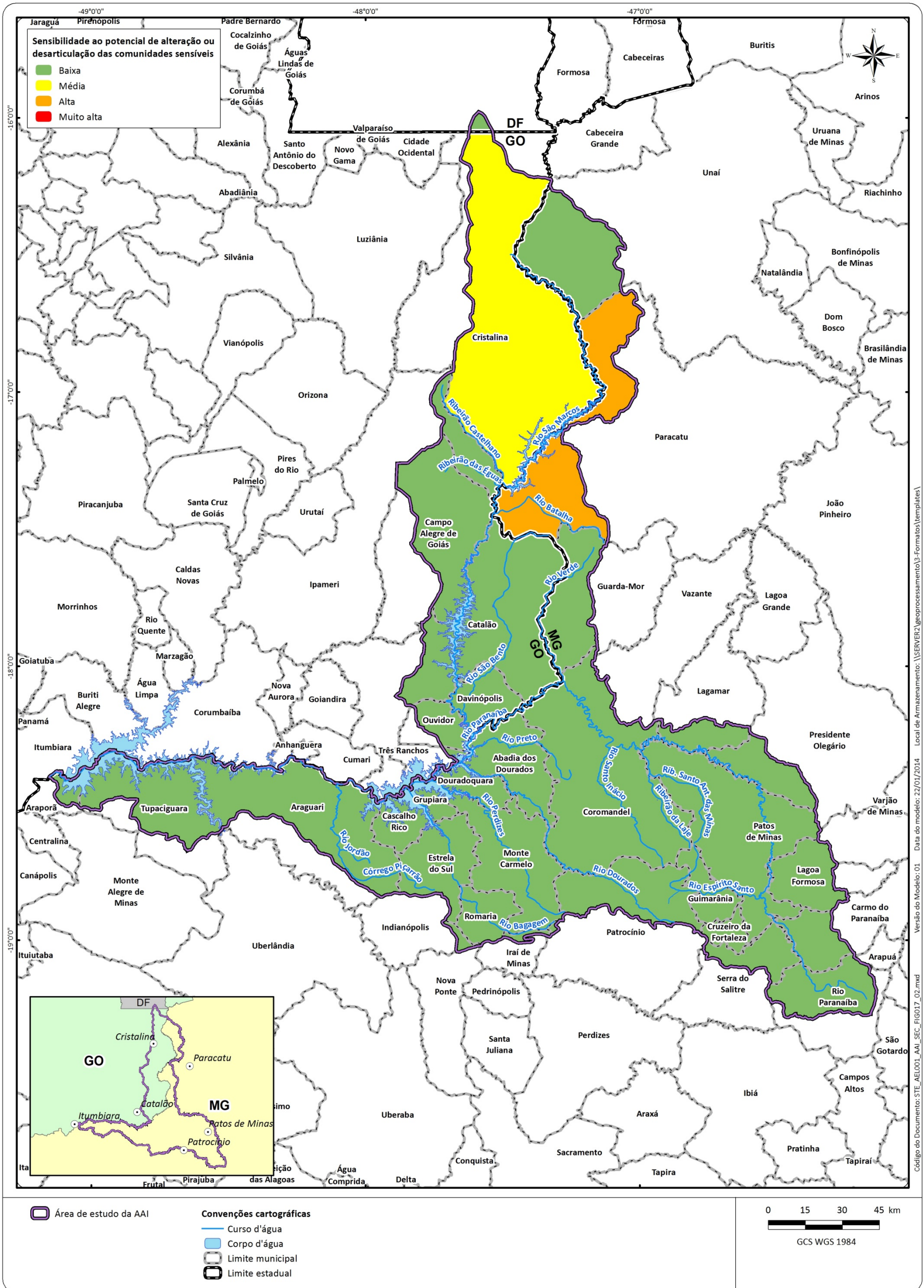
As variáveis foram ponderadas pelo método AHP, alcançando grau de consistência nas respostas de 0,09. A presença de comunidades quilombolas e indígenas tem destaque no indicador de sensibilidade, o que decorre como referido anteriormente, das particularidades destas comunidades em sua relação com o território, que incorporam valores culturais, simbólicos e históricos. Esta relevância é reconhecida no aparato legal que regula as relações destes povos, suas comunidades e indivíduos com a sociedade e com o Estado Brasileiro.



Conforme Figura 14 , observa-se que a região apresenta uma baixa sensibilidade ao potencial de desarticulação de comunidades sensíveis, o que está relacionado, principalmente, ao pequeno número de comunidades quilombolas existente, fator determinante na magnitude do indicador, como exposto anteriormente. As comunidades quilombolas estão presentes em Paracatu, principalmente (cinco comunidades), e em Cristalina (uma comunidade). Cristalina se destaca pelo elevado número de famílias assentadas (848). Já a densidade de estabelecimentos com agricultura familiar, relativamente elevada em grande parte da área de estudo, possui menor peso no indicador, pela própria diversidade existente entre este segmento em termos de sensibilidade ou vulnerabilidade. O mapeamento das variáveis que compõem a Sensibilidade relacionada ao Potencial de Alteração ou Desarticulação de Comunidades Sensíveis é apresentado no Anexo 13 do presente documento.



Figura 14 Mapeamento da Sensibilidade relacionada ao Potencial de Alteração ou Desarticulação de Comunidades Sensíveis





4.1.3.6 ISA 12 - Sensibilidade aos Efeitos Econômicos Positivos dos Empreendimentos

Este indicador síntese trata tanto da capacidade de absorção ou mitigação dos efeitos negativos da implantação e operação de empreendimentos hidrelétricos, quanto do potencial de internalizar, ou mesmo de potencializar, os seus efeitos positivos. A hipótese central é de que as características socioeconômicas das comunidades atingidas que atuam no seu nível de resiliência, também favorecem os efeitos positivos dos empreendimentos em análise.

Adota-se aqui o conceito de resiliência utilizado por PELLING (2003), como a capacidade do grupo social de se ajustar à ameaça (ou perigo, ou impactos) e de mitigar ou evitar danos. Refere-se à capacidade do sistema social, quando impactado negativamente, em retornar às condições anteriores à ocorrência do evento. Compõem esta análise quatro aspectos, lembrando que a unidade de análise utilizada é o município: **1)** capacidade municipal de geração de valor, **2)** dinamismo econômico, **3)** desenvolvimento humano municipal, **4)** capacidade financeira para desenvolvimento de investimentos e projetos. As variáveis identificadas para refletir cada um destes cinco aspectos são apresentadas no Quadro 25.

O *Produto Interno Bruto – PIB* é uma medida clássica utilizada na macroeconomia com o objetivo de mensurar a atividade econômica de uma região. Além do valor bruto da produção anual, a sua *taxa de crescimento nos últimos dez anos* indica o dinamismo econômico do município em análise. Valores elevados do PIB e altas taxas de crescimento representam a melhor situação do ponto de vista de geração de valor. O crescimento do PIB foi analisado em termos **reais**, ou seja, descontando-se o efeito da inflação dos últimos 10 anos sobre o valor da produção. Para deflacionar os valores foi utilizado o Índice Geral de Preços- Disponibilidade Interna (IGP-DI), calculado pela Fundação Getúlio Vargas. Entre 2000 e 2010, o IGP-DI apresentou crescimento de 130,38%.

Apesar da sua importância, o PIB recebe críticas por parte de vários economistas pelo seu caráter estritamente econômico. O *Índice de Desenvolvimento Municipal – IDH* é uma medida socioeconômica que procura avaliar o progresso humano e as condições de vida das pessoas, utilizando outras dimensões além do tamanho do Produto Interno Bruto (PIB). Segundo seus idealizadores, enquanto o PIB tem como foco o crescimento econômico ou renda, a IDH enfatiza o ser humano e a qualidade de vida. O IDH-M combina três componentes básicos do desenvolvimento humano do município - longevidade, educação e renda. Quanto mais próximo de 1 o valor desse indicador, maior será o nível de desenvolvimento humano do município.

Para definição do grau de sensibilidade relacionado à magnitude do IDH-M, considerou-se a sua classificação entre muito alto, alto, médio, baixo e muito baixo, de acordo com os critérios adotados pelos seus idealizadores (PNUD, FJP & IPEA, 2010). A variável diretamente relacionada à capacidade financeira para a realização de investimentos, programas e projetos é a *receita orçamentária municipal*. Quanto maior sua magnitude, maiores os meios financeiros para o município alcançar o seu desenvolvimento socioeconômico.



Complementando a potencialidade econômica, humana e financeira, tem-se a capacidade institucional. Como descrito em Scolforo, Oliveira & Carvalho (2006), o componente institucional representa a capacidade dos municípios em atender aos cidadãos em suas demandas, sejam de caráter social, ecológico, econômico, político ou cultural. Mensurar a capacidade institucional exige a utilização de uma multiplicidade de indicadores, os quais devem ser avaliados estatisticamente, padronizados e ponderados, a exemplo do Índice Mineiro de Responsabilidade Social - IMRS, calculado pela FJP, e o Índice de Desempenho dos Municípios - IDM, criado pelo Instituto Mauro Borges de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos para os municípios goianos. Primeiramente, pensou-se em utilizar ambos os índices na análise por meio da criação de uma escala padronizada. Entretanto, diferenças metodológicas expressivas na construção destes dois indicadores inviabiliza sua utilização para fins comparativos. Sem um índice ou indicador confiável de capacidade institucional que compreenda toda a área de estudo, optou-se pela sua não inclusão na análise. Esta opção também se justifica pelo fato de a capacidade institucional já estar presente, indiretamente, como atributo de variáveis analisadas, como IDH e nível de escolaridade, já que a magnitude destas reflete, em alguma medida, a eficácia ou não das instituições na gestão municipal.

Quadro 25 Variáveis do ISA 12 - Sensibilidade aos efeitos econômicos positivos dos empreendimentos

Variáveis	Peso	Grau	Classe de Avaliação	Parâmetro
PIB (Em milhões de reais de 2010) (Padronizado entre 0 e 1)	0,35	4	<0,35	Estado de Minas Gerais e Goiás
		3	>=0,35 e <0,55	
		2	>=0,55 e <0,75	
		1	>=0,75	
Crescimento real anual do PIB (2000-2010) (% anual)	0,11	4	< 0,00	Bacia do Paranaíba (Adaptação de EPE, 2006)
		3	>0,0% e < 2,5%	
		2	>=2,5% e < 10%	
		1	> 5%	
IDH-M (2010) (Índice entre 0 e 1)	0,19	4	Baixo IDH (Abaixo de 0,499)	Critérios do IDH-M (PNUD, FJP e IPEA, 2010)
		3	Médio IDH (Entre 0,500 e 0,699)	
		2	Alto IDH (Entre 0,700 e 0,799)	
		1	Muito alto IDH (Acima de 0,800)	
Receita Orçamentária Total (Em milhões de reais de 2010) (Padronizada entre 0 e 1)	0,35	4	<0,35	Estado de Minas Gerais e Goiás
		3	>=0,35 e <0,55	
		2	>=0,55 e <0,75	
		1	>=0,75	



As fontes dos dados utilizados para comporem as variáveis indicadas no Quadro 25 foram o IBGE (2010), PND, FJP & IPEA (2010) e Secretaria do Tesouro Nacional (Finanças do Brasil – FINBRA, 2010).

Em relação aos graus das variáveis, cabem considerações. A definição das quatro classes de crescimento do PIB em termos reais teve como referência escala utilizada no estudo da EPE (2006), sendo, entretanto, ajustada por meio de uma análise do comportamento da variável nos municípios mineiros e goianos.

Para o vetor de informações relativas ao PIB e à receita orçamentária (o qual englobava, respectivamente, o PIB e a receita orçamentária de todos os municípios mineiros e goianos) foi realizada primeiramente uma padronização dos valores entre 0 e 1, segundo o critério:

$$v_i = \frac{a_i - \min a_i}{90^{\circ} \text{Percentil } a_i - \min a_i}$$

Onde:

v_i = Vetor padronizado;

a_i = valor observado (valor que se deseja padronizar);

$\min a_i$ = valor mínimo do vetor de informações que seja deseja padronizar;

90° Percentil a_i = valor correspondente ao 90° percentil no vetor de informações que se deseja padronizar (utilizou-se o 90° percentil e não o valor máximo do vetor, por ter sido observada a influência de valores extremos na padronização);

Encontrados os valores padronizados entre 0 e 1 para o PIB e a receita orçamentária e analisado o seu comportamento, foram então definidas as classes (ou diferentes graus de sensibilidade), como apresentado no Quadro 25.

Como procedimento de ponderação utilizou-se, como nos demais indicadores, o AHP. O grau de consistência das respostas foi de 0,00. Observa-se que o PIB e a receita orçamentária apresentam peso mais elevado na composição do indicador síntese. De fato, estas duas variáveis são altamente correlacionadas e elas indicam tanto a capacidade de suporte da localidade em termos de infraestrutura econômica, como a possibilidade de realização de investimentos para eventuais ajustes ante a ocorrência de alterações nas condições de oferta e demanda de bens, força de trabalho e serviços. O IDH, com peso 0,19, indica as condições existentes em termos de acesso à educação, renda e saúde do município. Caso o estado atual já seja restritivo, a eventual chegada de imigrantes pode levar a uma situação crítica no nível de acesso aos serviços sociais. A taxa de crescimento possui menor peso, pois, embora represente dinamismo econômico, ela pode estar relacionada a uma economia restrita e de pequena dimensão.



O mapeamento do indicador na bacia pode ser visualizado na Figura 15 . Distinguem-se, nesse desenho, dois grandes espaços da região com sensibilidade mais elevada a efeitos econômicos positivos dos reservatórios:

- Ao norte, na faixa que se estende de Cristalina, passando por Unai, Paracatu e Catalão;
- No Triângulo Mineiro, os municípios de Patos de Minas, Patrocínio e Monte Carmelo.

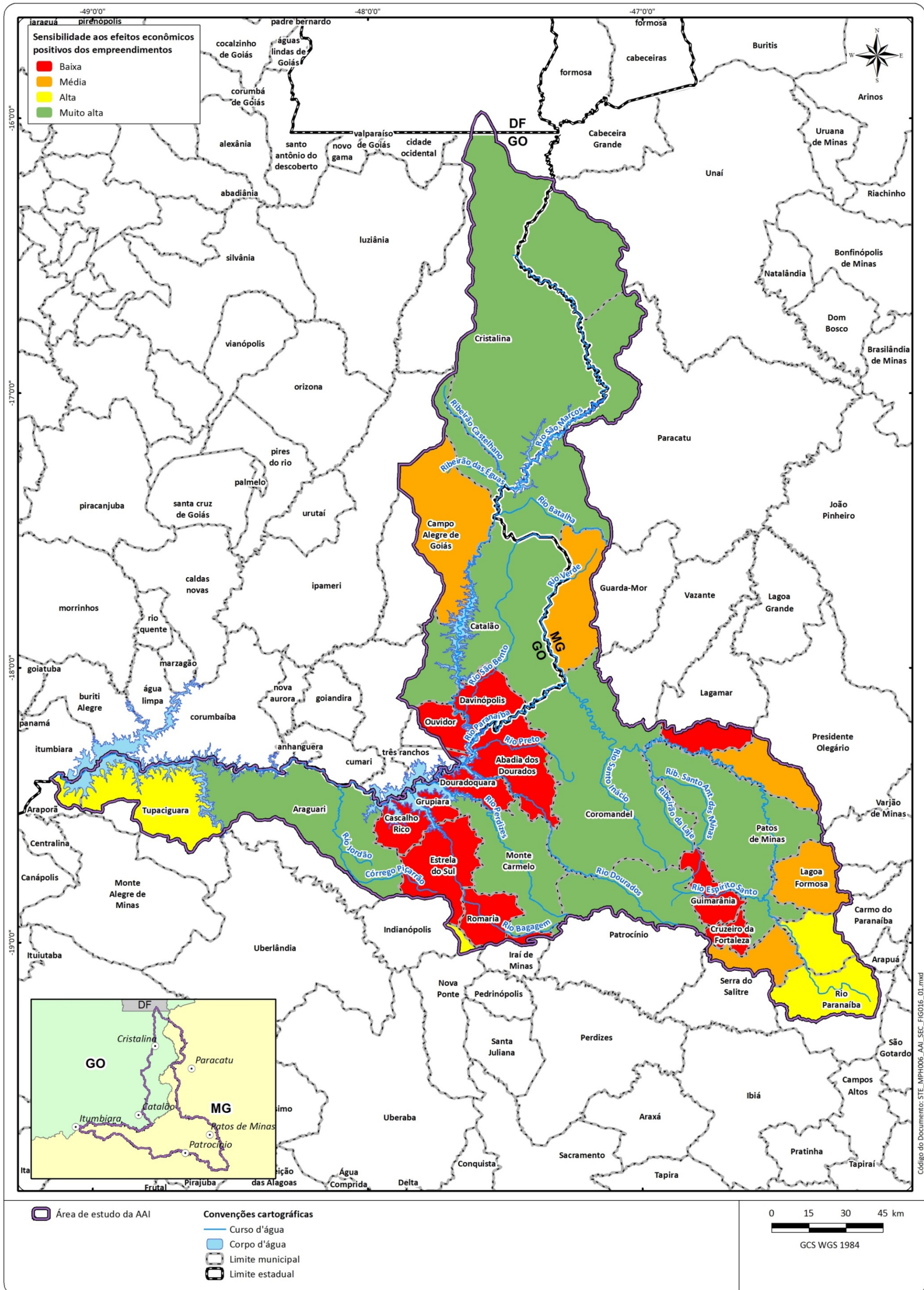
São regiões com elevada geração de valor adicionado, dinamismos econômico - especialmente Catalão e Cristalina, maior desenvolvimento humano e elevada capacidade financeira para realização de investimentos.

Coromandel e Tupaciguara, embora relativamente menos sensíveis do que o grupo anterior, também se destacam pela capacidade em absorver e potencializar os efeitos positivos da instalação de reservatórios. São municípios com similaridades em termos de valor adicionado e capacidade financeira. Incrustada nestas áreas, observa-se uma região contínua com predomínio de economias mais frágeis, como Abadia dos Dourados, Douradoquara, Grupiara, Cascalho Rico, Estrela do Sul, Romaria e, em Goiás, Davinópolis e Ouvidor. Outras pequenas porções de sensibilidade muito baixa estão distribuídas pela área de estudo, como Guarda Mor, ao Lado de Catalão, e Lagamar, próxima a Patos de Minas.

O mapeamento das variáveis que compõem a Sensibilidade aos Efeitos Positivos dos Empreendimentos é apresentado no Anexo 14 do presente documento.



Figura 15 Mapeamento da Sensibilidade aos Efeitos Econômicos Positivos dos Empreendimentos





4.2 Indicadores de Impacto

Os Indicadores de Impacto constituem o segundo eixo de análise da AAD, associando os empreendimentos existentes que compõem o chamado “cenário atual”. A partir das características básicas dos empreendimentos, foi realizada uma série de avaliações com objetivo de, entre outros, identificar a potencialidade dos impactos, os efeitos sinérgicos e cumulativos, além de gerar a espacialização das informações.

Assim, o principal componente da Avaliação de Impactos foi a Matriz de Impactos Ambientais, desenvolvida em diversas fases, que é apresentada no Anexo 1, ao final deste documento.

Com base nos Indicadores avaliados, foram elaborados ainda os mapas da incidência de impactos por Temas ambiental e um final que integra a espacialização dos diversos impactos num único mapa.

A seguir é apresentada a descrição dos principais impactos identificados para a UPGRH Alto Rio Paranaíba e sub-bacias dos rios São Marcos e Verde, por tema síntese, de modo a identificar os principais efeitos e aspectos associados.

4.2.1 Impactos sobre Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos

4.2.1.1 IMP 1 – Alteração da Fisiografia Fluvial e Mudança da Biota Associada

A ictiofauna de um reservatório tem sua origem no sistema fluvial onde ele se situa, podendo o processo de ocupação ser visto como colonização ou simplesmente uma reestruturação das assembleias locais (Agostinho *et al.*, 1999). Sendo assim, a alteração do regime lótico para o lântico constitui um impacto significativo para os ecossistemas aquáticos, pois boa parte das espécies não consegue se adaptar ao novo ambiente e, portanto se extinguem localmente.

As rápidas transformações que ocorrem logo no início do enchimento de um reservatório são decorrentes da diminuição do tempo de renovação da água, visto que um ecossistema lótico transforma-se repentinamente em outro com características lânticas. Conseqüentemente, padrões verticais decorrentes da formação de estratificação térmica, e que afetam a ciclagem de nutrientes e distribuição de organismos, são acrescidos aos vetores predominantemente longitudinais, existente antes do fechamento da barragem (Agostinho *et al.*, 2007).

Neste indicador, objetivou-se analisar a modificação do ambiente provocado pela formação do reservatório, pois a mudança na dinâmica da água tem grande influência na abundância e diversidade (ocorrência) das espécies aquáticas locais a curto e longo prazo, tanto nas camadas verticais quanto nas camadas horizontais do reservatório. Salienta-se aqui a perda de ambientes que corroboram com a diversidade de espécies tais como a perda de trechos de corredeiras cuja fauna tende a ser mais especializada.



Observa-se neste impacto a possibilidade de ocorrência de efeitos sinérgicos e cumulativos, uma vez que em cenários futuros, poderá aumentar, neste trecho da bacia do rio Paranaíba, o número de ambientes lênticos proporcionando a modificação da biota aquática associada a esses ambientes. Além da cumulatividade de ambientes lênticos, a interação com os impactos de *interrupção de rotas migratórias*, *alteração do fluxo da água a jusante das barragens em função do regime de operação das usinas* (onde aplicável), *a formação de trechos de vazão reduzida* (onde aplicável), *a alteração do transporte de sedimentos* e *a alteração da qualidade das água* pode produzir efeitos sinérgicos sobre a mudança e/ou perda de ambientes e de espécies da biota aquática, bem como sobre a pesca.

4.2.1.2 IMP 2 - Rotas Migratórias Afetadas

Segundo Britski (1993), uma das consequências mais discutidas decorrentes da construção de barragens é a interrupção do fluxo migratório dos peixes. Em geral, a subida dos peixes em rios de planalto obedece a impulsos de natureza reprodutiva: na época das cheias muitas espécies migram rio acima e, durante esta subida, ocorre o amadurecimento das gônadas; quando alcançam as regiões superiores e propícias, ocorre a desova. As barragens interrompem o ciclo anual dessas migrações, afetando o recrutamento das espécies.

Sendo assim, as alterações na composição original de comunidades biológicas em decorrência da implantação dos reservatórios abrangem também outras áreas a montante e a jusante dos reservatórios. A criação de barreiras artificiais dificulta e/ou impede a migração reprodutiva de espécies reofílicas e, portanto, gera efeitos nocivos à estrutura da comunidade ictiofaunística original, notadamente para as espécies de peixes migradoras de longa distância. Além disso, pode restringir o acesso de determinadas espécies à região de montante da barragem e, por outro lado, impedir espécies de montante de acessar trechos localizados a jusante. Sendo assim, a fragmentação de um curso d'água, fato inevitável nos represamentos, leva à formação de metapopulações não naturais, acelerando a perda da heterogeneidade genética (Hedrick & Gilpin, 1997).

No que concerne à migração de peixes, há de se destacar que a bacia do rio Paranaíba apresenta atualmente segmentos fragmentados tendo em vista o grande número de empreendimentos hidrelétricos implantados na sua calha principal, bem como nos seus principais afluentes. Especificamente na área de estudos da presente AAI observa-se a segmentação do rio Paranaíba pelos UHEs Itumbiara e Emborcação e no principal afluente do Alto Paranaíba, o rio São Marcos, apresenta-se segmentado pelos UHEs Serra do Facão e Batalha. Na Avaliação Ambiental Integrada do rio Paranaíba (EPE, 2007) é citada como uma potencial rota para migradores de longa distância o trecho do rio Paranaíba que se estende desde o reservatório da UHE Emborcação até seus formadores, englobando seu tributário da margem direita rio São Marcos (até a jusante da UHE Serra do Facão); Outra área citada como potencial, mas não considerada uma rota de longa distância é constituída pelo rio São Marcos que se estende desde o reservatório da UHE Serra do Facão até seus formadores. Entretanto, vale ressaltar que atualmente este trecho está segmentado pela implantação da UHE Batalha, localizada a montante da UHE Serra do Facão. Vale destacar que sob o ponto de vista de rota migratória, as PCHs Lago Azul e Pissarrão e CGHs PG2, Batalha, Lages e Parque Hotel Serra Negra, não apresentam impactos significativos para a ictiofauna. Apenas a CGH São Bento que fragmenta um trecho lótico no rio de mesmo nome que possuía antes da sua implantação 102 km.



Observam-se neste impacto efeitos sinérgicos e cumulativos, uma vez que, a possibilidade de implantação de novos empreendimentos hidrelétricos neste trecho da bacia do rio Paranaíba, fragmentará ainda mais os sistemas lóticos observados, aumentando a importância dos trechos lóticos remanescentes após a implantação de novos empreendimentos. Além da cumulatividade resultante da crescente fragmentação dos trechos lóticos dos cursos d'água, a interação com os impactos de *alteração da fisiografia fluvial e mudança da biota associada, alteração do fluxo a jusante das barragens em função do regime de operação das usinas* (onde aplicável), a *formação de trechos de vazão reduzida* (onde aplicável), a *alteração do transporte de sedimentos* e a *alteração da qualidade das águas* pode produzir efeitos sinérgicos sobre a mudança e/ou perda de ambientes e de espécies da biota aquática, bem como sobre a pesca.

Tendo em vista esta situação do Alto Paranaíba deverá ser avaliada posteriormente em maior detalhe, na fase de licenciamento ambiental dos empreendimentos futuros, a necessidade ou não de implantação de sistemas de transposição de peixes com vistas a proporcionar o manejo da comunidade de peixes migradores neste trecho da bacia do rio Paranaíba.

4.2.1.3 IMP 3 - Influência em Comunidades Ictílicas a Jusante em Função do Regime de Operação

As características hidrológicas de um rio modelam os componentes físicos, químicos e biológicos dos ecossistemas fluviais (Petts, 1984). Velocidade da água, variabilidade na descarga em diferentes escalas temporais, frequência de vazões extremas exercem um controle fundamental sobre a natureza dos habitats e dos organismos presentes (Neiff, 1990). Em sistemas naturais, onde as comunidades presentes são resultantes de um longo processo evolutivo, as espécies têm seus ciclos de vida fortemente associados a dinâmica do regime hidrológico (Junk *et al.*, 1989 e Neiff, 1990).

Os represamentos, independentemente de suas finalidades, alteram a distribuição natural das vazões no tempo e no espaço, comprometendo os aspectos da dinâmica dos rios que são fundamentais para a manutenção das características dos ecossistemas aquáticos (WCD, 2000), incluindo a ictiofauna e seus habitats.

Embora o controle de vazões, incluindo a época, a frequência e a intensidade dos pulsos, seja a principal fonte de impacto no trecho a jusante do reservatório, outras fontes são também relevantes, com destaques para o bloqueio de rotas migratórias de peixes e a qualidade da água liberada a jusante dos reservatórios.

A regulação no regime de cheias nos trechos a jusante é uma decorrência esperada de qualquer represamento (Ward & Standford, 1995). Assim, além de alguma redução na descarga, os represamentos afetam o regime hidrológico natural, atenuando e retardando os picos de cheias (Agostinho *et al.*, 2007).



Na atenuação da intensidade das cheias, com as vazões mínimas sendo elevadas e as máximas reduzidas, ocorrem perdas significativas de habitats, especialmente se o segmento de jusante contiver uma planície de inundação. Nesse caso, extensas áreas estarão alagadas durante a seca, perdendo sua dinâmica sazonal, enquanto outras não serão alagadas (redução da vazão durante as cheias), reduzindo a conectividade do rio com a sua planície de inundação (Ward e Stanford, 1995).

No caso específico da UPGRH Alto Rio Paranaíba e Sub-bacias dos Rios São Marcos e Verde, atualmente, tem-se no rio Paranaíba os empreendimentos UHE Itumbiara e UHE Emborcação que possuem regularização de vazão. No rio São Marcos tem-se hoje as UHEs Serra do Facão e Batalha que também regularizam a vazão.

Vale ressaltar que são previstos efeitos cumulativos, referentes a este impacto, com a possibilidade de implantação de novos empreendimentos hidrelétricos nos cenários futuros. Em conjunto com os impactos de *interrupção de rotas migratórias, de alteração da fisiografia fluvial e mudança da biota associada, da formação de trechos de vazão reduzida (onde aplicável), da alteração do transporte de sedimentos e da alteração da qualidade das águas* pode produzir efeitos sinérgicos sobre a mudança e/ou perda de ambientes e de espécies da biota aquática, bem como sobre a pesca.

4.2.1.4 IMP 4 - Alteração da Biota em Decorrência da Formação do Trecho com Vazão Reduzida

A formação de trechos com vazão residual a jusante dos barramentos provoca a perda de ambientes estratégicos e específicos para uma ictiofauna especializada em habitat geralmente, com alta velocidade da água. A complexidade da fisiografia fluvial no local do barramento de alguns aproveitamentos contribuirá para a perda de ambientes estratégicos para alimentação, reprodução e abrigo de uma ictiofauna por vezes endêmica e adaptada a tais tipos de ambiente.

De acordo com EPE (2007), o rio Perdizes perderá trechos de rios que atualmente abriga habitats específicos, destacando entre eles segmentos com altos gradientes de velocidade da água (corredeiras). Esta perda refere-se a trechos que sofrerão redução de vazão para implantação de quatro PCHs, a saber: Perdizes, Lajinha, dos Tocos e Pirapetinga. No rio Jordão também serão implantadas PCHs com TVR a saber: Cachoeira Calimério, Barra do Bom Jardim, Mauá, Tenente e Paineiras. Atualmente, a PCH Pissarrão também apresenta TVR e no cenário de médio prazo destaca-se a CGH Dourados. Tendo em vista a localização e o porte dos empreendimentos, prevê-se que os trechos de vazão reduzida não serão muito extensos.

Vale ressaltar que são previstos efeitos cumulativos, referentes a este impacto, com a possibilidade de implantação de novos empreendimentos hidrelétricos nos cenários futuros. Esta cumulatividade está relacionada ao fato que, geralmente, estes trechos de vazão residual estão localizados em segmentos de rios com ambientes específicos como corredeiras, fazendo com que a biota associada seja modificada, após a formação do trecho de vazão residual. Em conjunto com os impactos de *interrupção de rotas migratórias, de alteração da fisiografia fluvial e mudança da biota associada, da alteração de regime de fluxo a jusante das barragens devido ao regime de operação (onde aplicável), da alteração do transporte de sedimentos e da alteração da qualidade das águas* pode produzir efeitos sinérgicos sobre a mudança e/ou perda de ambientes e de espécies da biota aquática, bem como sobre a pesca.



Este impacto apesar de ser local, é aqui considerado um impacto de alta magnitude para as ictiocenoses que ocupam, principalmente, ambientes de corredeiras.

4.2.1.5 IMP 05 - Alteração no Transporte de Sedimentos nos Cursos d'água

O barramento dos cursos d'água para a formação de reservatórios de aproveitamentos hidrelétricos acarreta uma alteração no transporte de sedimentos fluviais. Com a formação do reservatório, a dinâmica de transporte e deposição de sedimentos sofre alterações que estão relacionadas à mudança do regime hídrico envolvendo três fatores principais determinantes da intensidade das alterações produzidas: volume do reservatório; vazões líquidas; quantidade e granulometria dos sedimentos transportados.

De acordo com EPE (2007), reservatórios de maior volume tendem a provocar uma redução maior na velocidade de escoamento, resultando na deposição de maior quantidade de sedimentos. Por outro lado, se as vazões do curso d'água são de grande porte, a capacidade do reservatório em alterar as velocidades fica minimizada. Portanto, a capacidade de retenção de sedimentos de um reservatório varia diretamente com o seu volume total e inversamente com as vazões em trânsito. Quanto aos sedimentos transportados, rios com maior concentração de sedimentos (mg/L) e/ou com sedimentos de maior granulometria tendem a sofrer maior alteração com a formação do reservatório, pois quanto maior o tamanho dos grãos transportados, maior a sedimentação provocada pela redução da velocidade de escoamento, ou seja, sob condições de fluxo mais lento, materiais mais grosseiros sedimentam mais rapidamente.

Dentre as consequências ambientais da alteração da dinâmica sedimentar pode-se citar:

- Aumento de frequência e intensidade de inundações na zona de remanso dos reservatórios, fato mais crítico na presença de zonas urbanas. Nos trechos de remanso pode ocorrer a deposição dos materiais mais grosseiros e pesados, promovendo o assoreamento e consequente elevação do nível da água e seus efeitos sobre as inundações nos trechos a montante;
- Assoreamentos de trechos de remanso de reservatórios podem favorecer a alteração da qualidade da água e das comunidades hidrobiológicas, a proliferação de macrófitas aquáticas, a criação de ambientes favoráveis à proliferação de vetores de doenças e efeitos sinérgicos indiretos sobre a biota aquática.

A retenção de sedimentos no reservatório leva à mudança do comportamento hidrossedimentológico a jusante da barragem, podendo alterar áreas de deposição e de erosão. As águas com menor carga sedimentar a jusante das barragens podem trazer efeitos indiretos sobre a biota aquática, áreas de reprodução, predação, etc.

Em interação com os impactos que envolvem a perda de ambientes e/ou de espécies da biota aquática (interrupção de rotas migratórias, alteração da fisiografia fluvial e mudança da biota associada, alteração de regime de fluxo a jusante das barragens devido ao regime de operação (onde aplicável), alteração da biota em decorrência da formação do trecho com vazão reduzida (onde aplicável)), e com a alteração da qualidade das águas pode produzir efeitos sinérgicos sobre a mudança e/ou perda de ambientes e de espécies da biota aquática, bem como sobre a pesca.



4.2.1.6 IMP 06 - Alteração da Qualidade de Água dos Corpos Hídricos

Os reservatórios, de modo geral, acarretam inevitavelmente uma modificação das velocidades em trânsito nos rios e, conseqüentemente, do transporte de sedimentos e nutrientes dos cursos d'água.

A maior ou menor alteração da qualidade de água provocada pelo reservatório é decorrência da presença de um conjunto de condições propícias. De forma semelhante ao impacto anterior, entre diversos fatores, a intensidade dessa alteração está relacionada ao volume do reservatório, às vazões líquidas em trânsito, à quantidade de carga poluente transportada e à forma do reservatório.

O potencial de alteração da qualidade de água pode ser avaliado pelo tempo de residência da água no reservatório, definido pela relação entre o seu volume e as vazões em trânsito. Quanto maior o tempo de residência da água, maior é o potencial do reservatório de alterar a qualidade da água, devido à retenção de nutrientes, principalmente fósforo.

Quanto à forma, os reservatórios mais profundos tendem a ficar estratificados, resultando em água de baixa qualidade nas camadas mais baixas. Os reservatórios mais dendríticos tendem a ter braços com muito pequena circulação de água, gerando processos de eutrofização que resultam na deterioração da qualidade de água.

A natureza e quantidade de cargas poluentes afluentes ao reservatório são determinantes da capacidade de recuperação da qualidade de suas águas. Quanto maior a afluência de poluentes, maior o comprometimento de sua qualidade.

A implantação de reservatórios em alguns casos gera uma situação contraditória. O corpo do reservatório pode apresentar um forte processo de eutrofização, com alto comprometimento de sua qualidade, no entanto, podem ocorrer processos biológicos de depuração, de tal modo que o efluente do reservatório pode apresentar melhor qualidade que os volumes afluentes.

Além dos reservatórios, os aproveitamentos hidrelétricos podem alterar a qualidade de água quando apresentam um trecho de vazão reduzida no arranjo de suas estruturas. O trecho de rio com vazões muito baixas tem diminuída sua velocidade e sua capacidade de diluição de poluentes.

A formação de ambientes lânticos no alto Paranaíba, constitui efeitos cumulativos para este impacto, com a possibilidade de implantação de novos empreendimentos hidrelétricos em cenários futuros.

Em interação com os impactos que envolvem a perda de ambientes e/ou de espécies da biota aquática (*interrupção de rotas migratórias, alteração da fisiografia fluvial e mudança da biota associada, alteração do fluxo a jusante das barragens devido ao regime de operação (onde aplicável), alteração da biota em decorrência da formação do trecho com vazão reduzida (onde aplicável)*), e com a *alteração no transporte de sedimentos nos cursos d'água* pode produzir efeitos sinérgicos sobre a mudança ou perda de espécies da biota aquática, bem como sobre a pesca.

Já quando analisado em interação com o impacto de potencialização de conflitos de uso da água, pode gerar, como efeito sinérgico, a pressão sobre o uso dos recursos hídricos. Agregando a estes dois os impactos de *alteração da fisiografia fluvial, a perda de funções reguladoras da cobertura vegetal e o aumento do risco de proliferação de doenças de veiculação hídrica*, como efeito sinérgico considera-se o comprometimento sanitário.



4.2.1.7 IMP 07 – Potencialização de Conflitos de Uso da Água

A implantação de empreendimentos hidrelétricos pode levar a intensificação de conflitos existentes e potenciais relacionados ao uso da água. Embora AHEs não caracterizem uso consuntivo das águas superficiais, a necessidade da água para operação dos empreendimentos pode promover a competição pelo recurso, frente a demandas existentes na bacia.

A possibilidade de implementação de novos empreendimentos, poderá levar a intensificação de conflitos relacionados ao uso da água em cenários futuros, determinando efeitos cumulativos e sinérgicos para este impacto. Como efeitos sinérgico da implantação do conjunto dos empreendimentos nas sub-bacias e da interação com os impactos sobre a alteração da qualidade das águas, tem-se a potencial pressão sobre o uso múltiplo das águas.

4.2.2 Impactos sobre Meio Físico e Ecossistemas Terrestres

4.2.2.1 IMP 08 – Fragmentação e Perda de Habitats e Redução da Diversidade e Abundância da Biota Terrestre

A implantação de empreendimentos hidrelétricos provoca alterações na composição original dos ecossistemas terrestres em função, principalmente, da formação de reservatórios. A perda de habitats resulta na perda de espécimes da flora e da fauna, podendo comprometer a conservação de espécies, principalmente aquelas com maiores restrições ambientais, associadas a habitats melhor conservados. Destacam-se as formações florestais, de maior complexidade estrutural; as formações savânicas típicas da região do estudo; e vegetações associadas a condições abióticas específicas e restritas, como as veredas e campos rupestres, que abrigam elementos da flora e da fauna particulares.

No contexto da UPGRH Alto rio Paranaíba e das Sub-bacias dos Rios São Marcos e Verde, este impacto é de grande relevância, uma vez que os remanescentes de maior expressão em termos biológicos são os florestais, distribuídos, em sua maioria, nas margens dos rios, na forma de matas ciliares. A partir da perda desses “corredores”, a tendência é a fragmentação de ecossistemas e o comprometimento da distribuição de elementos da fauna dependentes desses ambientes ombrófilos, com o gradual empobrecimento dos ecossistemas.

Este impacto apresenta efeitos cumulativos, tendo em vista a possibilidade de implantação de novos empreendimentos hidrelétricos. Uma vez que, a perda de fragmentos florestais neste segmento da bacia do rio Paranaíba, que na atualidade já se encontra com as formações florestais fragmentadas, poderá apresentar redução da diversidade e abundância da biota terrestre em cenários futuros. Em interação com o impacto de interferência em áreas protegidas, unidades de conservação e áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade, com a perda das funções reguladoras da cobertura vegetal, com o potencial de instabilidade geotécnica e de erosão e com a alteração da qualidade das águas, a sinergia dos impactos pode levar à perda de ambientes e de espécies da biota terrestre mais importante do que a simples soma da perda de áreas afetadas diretamente pelos empreendimentos hidrelétricos ou por cada impacto isoladamente.



4.2.2.2 IMP 09 - Interferências em Áreas Protegidas, Unidades de Conservação e Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade

Este impacto está relacionado à intervenção de empreendimentos hidrelétricos em áreas legalmente protegidas. Em função de proibição legal, não se insere no contexto qualquer possibilidade de intervenção em UCs de Proteção Integral. Nesse contexto, reconhece-se a possibilidade de intervenção em Unidades de Conservação de Uso Sustentável (de acordo com a Lei nº 9.985/00 - SNUC), zonas de amortecimento de Unidades de Conservação de Proteção Integral, Áreas de Proteção Permanente (APP) e áreas de Reservas Legais. A magnitude da intervenção dependerá da extensão afetada, do seu estado de conservação e das propostas de zoneamento para a área atingida.

A interferência em áreas protegidas e prioritárias para a conservação em sinergia com a fragmentação e perda de habitats pode levar a uma amplificação do efeito da perda de ambientes e de espécies da biota terrestre e aquáticas. A estes dois impactos, para ecossistemas terrestres, se associam a perda de funções reguladoras da cobertura vegetal, a alteração da qualidade das águas e o potencial de instabilidade geotécnica e de erosão, com efeitos potencialmente amplificados sobre os ambientes e sobre a biota terrestre. Para ecossistemas aquáticos destacam-se, principalmente, a interferência na rota migratória de espécies reofílicas com potencial perda destas espécies.

4.2.2.3 IMP 10 –Perda de Funções Reguladoras da Cobertura Vegetal

A supressão da cobertura vegetal na Área Diretamente Afetada por empreendimentos hidrelétricos, além da perda da diversidade associada, resulta na perda de funções ecológicas importantes desempenhadas pela cobertura vegetal nativa, principalmente no caso de formações arbóreas e florestais: ciclagem de nutrientes, captura de carbono, proteção do solo contra erosão, equilíbrio micro e mesoclimático, etc. No contexto paisagístico da UPGRH Alto Rio Paranaíba e Sub-bacias dos Rios São Marcos e Verde, destaca-se a importância das matas ciliares na manutenção da qualidade das águas da bacia.

A perda de funções reguladoras da cobertura vegetal analisada em associação com a interferência em áreas protegidas e prioritárias para a conservação, com a fragmentação e perda de habitats, com a alteração da qualidade das águas e com o potencial de instabilidade geotécnica e de erosão, pode gerar por efeito sinérgico do conjunto das alterações, a amplificação da perda de ambientes e de espécies da biota terrestre.



4.2.2.4 IMP 11 – Potencial de Instabilidade Geotécnica e de Erosão

A formação de reservatórios, bem como a operação das usinas, leva a alterações nas condições de estabilidade das encostas marginais, com o potencial surgimento de feições de erosão e/ou de instabilidade geotécnica. Nos empreendimentos cujo regime de operação implica a oscilação do nível da água estes fenômenos podem ser mais intensos na faixa de depleção. Também se destacam como mais propensos aos fenômenos de instabilidade, os reservatórios maiores nos quais há geração de ondas, uma vez que o embate das ondas nas encostas marginais favorece a erosão e, como consequência do solapamento da faixa de terrenos em contato com a água, os movimentos de massa.

A jusante dos reservatórios, os processos erosivos podem também ser intensificados em decorrência da alteração do regime hidrológico, da retenção de sedimentos no reservatório, das oscilações de vazão em empreendimentos que operam em regime de ponta, entre outros fatores.

Os processos erosivos e de instabilidade geotécnica tem importante papel no assoreamento de reservatórios e comprometimento da vida útil, na alteração da qualidade das águas e seus efeitos sobre a biota aquática, além da degradação dos terrenos, perdas de solos e riscos de perdas patrimoniais (elementos de infraestrutura e benfeitorias, etc). Além dos efeitos indiretos mencionados, em sinergia com os impactos de fragmentação e perda de habitats, interferência em áreas protegidas, unidades de conservação e áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade, perda de funções reguladoras da cobertura vegetal e alteração da qualidade das águas, imprime efeitos amplificados sobre os ambientes e as espécies da biota terrestre.

4.2.2.5 IMP 12 – Perda de Elementos do Patrimônio Espeleológico e Paleontológico

A implantação de empreendimentos hidrelétricos em regiões de ocorrência de cavidades e de fósseis implica a interferência e/ou perda destes elementos legalmente protegidos. No caso das cavidades, ressalta-se, adicionalmente, que cuidados especiais devem ser tomados no que tange à estanqueidade dos reservatórios implantados sobre áreas com favorabilidade geológica à dissolução e a abatimentos.

Analisadas as interações deste impacto com os impactos de perda de patrimônio cultural e natural e com interferências em áreas protegidas, unidades de conservação e áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade considera-se, como efeito sinérgico, a alteração de elementos referenciais para a população local



4.2.3 Impactos sobre Socioeconomia e Patrimônio Cultural

4.2.3.1 IMP 13 – Aumento do Risco de Proliferação de Doenças de Veiculação Hídrica

As alterações promovidas pela formação dos reservatórios e as ações necessárias à sua implantação, como a supressão vegetal, poderão provocar a disseminação de doenças de veiculação hídrica e alterar a sua distribuição geográfica. A geração e acúmulo de lixo e dejetos, instalação de caixas d' água e cacimbas nos canteiros de obras podem criar ambientes propícios à proliferação de vetores entomológicos. Caso cheguem à região, trabalhadores já contaminados por doenças transmissíveis por vetores (como leishmaniose, febre amarela e malária), há risco de aumento da incidência de endemias, desde que tais indivíduos sejam picados pelos mosquitos transmissores.

Durante a operação, conforme destacado em EPE (2006), “os trechos de vazão reduzida geram situações de águas salobras ou águas limpas paradas, poças d' água em meio a formações rochosas do antigo fundo de rio, áreas assoreadas com materiais contaminados, que tendem a se transformar em viveiros de hospedeiros e transmissores de doenças endêmicas, especialmente por meio da proliferação de mosquitos. Tal situação representa um risco de aumento de endemias e de prejuízos à saúde e ao bem-estar da população”.

Cabe ressaltar que, a partir de informações obtidas pelo Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAM) para a notificação das doenças amebíase, ancilostomíase, cólera, esquistossomose, febre tifoide e paratifoide, febre amarela, hepatites virais, malária, peste, poliomielite aguda e leptospirose, notou-se que os municípios da área de estudo tiveram poucos casos notificados em 2013. Afora os casos registrados no Distrito federal, que possui apenas uma pequena porção situada na área de estudo, foram registrados apenas dois casos de leptospirose em Lagoa Formosa e um em Presidente Olegário, considerando-se todas as doenças mencionadas e todos os 33 municípios. A situação em relação à dengue exige maior atenção, como apresentado na caracterização do meio socioeconômico e cultural, no item relativo às doenças de veiculação hídrica. Em vários municípios houve registro da doença, sendo que em alguns deles o número de notificações foi relativamente elevado (quando comparado ao porte populacional do município), como em Araporã e Tupaciguara.

Este impacto, em conjunto com outros, como a *dinamização do mercado de trabalho*, que intensifica a chegada de imigrantes, e o *comprometimento dos fluxos de circulação e comunicação*, que interfere na infraestrutura existente, pode ter como efeito sinérgico uma *pressão sobre a infraestrutura local*. Esta pressão será tanto maior, quanto maior a magnitude dos impactos e menor a capacidade de suporte das comunidades envolvidas. O detalhamento dos efeitos sinérgicos dos impactos é apresentado no item 7.5.1 da Avaliação Ambiental Integrada.



4.2.3.2 IMP 14 - Alteração nos Aspectos que Conformam as Condições de Vida

A implantação de empreendimentos hidrelétricos em determinada região pode provocar alteração em aspectos da vida cotidiana da população afetada. Com o aumento do número de imigrantes há risco de incremento na demanda por serviços sociais básicos, em especial saúde e segurança, com possibilidade de piora no nível de atendimento da população local, caso as condições existentes sejam limitadas e não haja novos investimentos. Há potencial de conflitos socioculturais entre a população local e imigrantes e podem ocorrer efeitos indesejáveis, como o aumento da prostituição, da exploração sexual, da gravidez infanto-juvenil e introdução ou recrudescimento de doenças transmissíveis para as populações locais.

O alagamento de áreas interfere no bem estar de todas as famílias que possuem relação com a área afetada, seja para consumo, trabalho, geração de renda ou moradia. Caso haja uma unidade econômica na área afetada (estabelecimentos agropecuário, indústria, comércio ou serviços), haverá perda do valor gerado pela atividade. Se há necessidade de relocação, as pessoas podem ser deslocadas para ambientes onde as suas habilidades de produção são menos aplicáveis e a competição pelos recursos maior, com conseqüente diminuição no nível de renda. O deslocamento destas famílias também pode impactar as atividades econômicas remanescentes, caso elas representem uma parcela significativa do seu mercado consumidor.

Como apresentado nos indicadores de sensibilidade, algumas famílias são particularmente sensíveis aos efeitos adversos da implantação de reservatórios. Normalmente são aquelas com acesso restrito às oportunidades de aquisição de renda, aos recursos e à qualificação. Ou seja, o impacto pode ser mais ou menos severo segundo os diferentes grupos sociais e econômicos (Wisner *et al*, 2004).

A *Alteração nos Aspectos que Conformam as Condições de Vida*, em conjunto com vários outros impactos ambientais (como aqueles que afetam o volume pesqueiro, a qualidade de água, a flora, a fauna e os vínculos sociais e econômicos) tem como efeito sinérgico uma diminuição da *qualidade de vida*, em suas várias dimensões (econômica, espiritual, física, emocional etc.) da população impactada. O detalhamento dos efeitos sinérgicos deste impacto, quando associado a outros, é apresentado no item 7.5.1 da Avaliação Ambiental Integrada.

4.2.3.3 IMP 15 – Alteração dos Sistemas de Produção

Como uma das características básicas de um aproveitamento hidrelétrico é a inundação de terras que podem estar ocupadas com atividades antrópicas, identifica-se, em decorrência, alteração nos sistemas de produção. Para a UPGRH Alto Paranaíba e Sub-bacias dos Rios São Marcos e Verde, essa alteração está associada, principalmente, à perda de áreas com atividade agropecuária, minerária e núcleos urbanos.



No caso das atividades agropecuárias, o impacto tende a ser mais significativo nas pequenas propriedades, já que poderia inviabilizar o uso atual do estabelecimento. Como apresentado em capítulo anterior, 20 municípios que compõem a área de estudo têm mais de 20% de sua área total ocupada por pequenas propriedades. Em Lagoa Formosa, Iraí de Minas, Guimarânia e Três Ranchos, este percentual é superior a 40%. Áreas diretamente afetadas de pequenas propriedades, com produção para consumo próprio ou para comercialização como fonte de renda, podem ocasionar situações de vulnerabilidade, levando à necessidade de uma reestruturação do sistema produtivo para que responda à sobrevivência das comunidades. Sobre grandes propriedades produtivas, presentes, por exemplo, em Cristalina, há potencial de perdas econômicas relevantes; se há concentração de determinado tipo de cultivo na área afetada, poderá ocorrer restrição de oferta, com impacto sobre consumo, renda e preços.

Áreas de mineração, principalmente pequenas extrações de insumos para construção civil, como areia, basalto, cascalho, granito e quartzito, também podem ser atingidas, com impactos sobre a renda e geração de emprego. Inundações de áreas urbanas ou periurbanas impactam uma densa rede de relações sociais e econômicas, formadas por unidades econômicas, domicílios e toda a infraestrutura social e econômica que acompanha o processo de urbanização no espaço.

A *Alteração dos Sistema de Produção*, assim como a *Alteração nos Aspectos que Conformam as Condições de Vida*, em sinergia com outros impactos, como aqueles que interferem nos vínculos culturais e de socialidade da comunidade, na pesca, na qualidade da água utilizada pelas famílias e na flora e fauna da região onde a comunidade está inserida, levam a uma *alteração da qualidade de vida* das famílias afetadas pelos empreendimentos. A alteração dos sistemas de produção impactaria principalmente o acesso à renda, dimensão relevante da *qualidade de vida*. O detalhamento dos efeitos sinérgicos deste impacto, quando associado a outros, é apresentado no item 7.5.1 da Avaliação Ambiental Integrada.

4.2.3.4 IMP 16- Comprometimento dos Fluxos de Circulação e Comunicação

A inundação de áreas com a formação dos reservatórios dos aproveitamentos hidrelétricos pode causar inundação de trechos de estradas vicinais e mesmo de rodovias. Outros elementos podem ser impactos, como linhas de transmissão e pontes.

Se elementos da infraestrutura são afetados, poderá ocorrer piora ou paralisação na sua provisão dentro e fora da região inundada, mesmo se durante um período limitado. Em consequência, as prestadoras sofrem perda de consumo e de receita e, os consumidores, falta de serviço adequado. A interrupção ou perturbações nas vias pode levar à ocorrência de custos de transporte adicionais (custo material) e de oportunidade causados pelo maior tempo de deslocamento ao destino (custo do tempo adicional), o que interfere no nível de bem estar. O sistema viário e tráfego local possibilitam a propagação de efeitos localizados de um evento para outras áreas, aumentando a sua dimensão. Claramente, a magnitude do impacto dependerá do tipo de infraestrutura afetada, da intensidade de uso, e da dependência da comunidade em relação à infraestrutura afetada.



Como será detalhado na Avaliação Ambiental Integrada, item 7.5.1, esse impacto possui efeitos sinérgicos com os impactos relacionados à *Dinamização do Mercado de Trabalho, Aumento do Risco de Proliferação de Doenças de Veiculação Hídrica e Comprometimento dos Fluxos de Circulação e Comunicação*, tendo como efeito potencial a *Pressão sobre a Sociedade e Infraestrutura Local*.

4.2.3.5 IMP 17 – Impacto sobre Recursos Naturais e Potencialidades

A área de estudo apresenta regiões com potencial de extração mineral e boa aptidão agrícola. No caso do potencial mineral, tal fato está relacionado à presença de unidades de elevado potencial econômico de exploração, como o Complexo Alcalino Catalão, o Grupo Mata da Corda e a Formação Patos. Como apresentados no capítulo referente à caracterização, foram localizados 2.032 processos distribuídos nos estados de Minas Gerais, Goiás e Distrito Federal, ao longo da área de estudo, além de 55 processos em fase de disponibilidade, porém sem maiores informações.

Em relação ao potencial relacionado ao desenvolvimento de atividades agropecuárias, foi apresentado que 69,19% dos solos da área em análise têm aptidão para lavoura. Deste total, 10,98% correspondem a terras classificadas no grupo 1 de aptidão agrícola, isto é, terras boas para culturas de ciclo curto e longo, em um ou mais sistemas de manejo, sem considerar irrigação. Áreas de elevada aptidão agrícola estão distribuídas em toda a área de estudo, com destaque para as sub-bacias dos rios São Marcos e Verde.

Sendo assim, a inundação de áreas com potencial natural, ou seja, potencial uso econômico de recursos naturais representa impactos associados aos aproveitamentos. Trata-se de um custo de oportunidade causado pela renúncia de uma alternativa que poderia gerar maior renda, mesmo se a médio ou longo prazo.

Assim como a Alteração dos Sistemas de Produção, o Impacto sobre os Recursos Naturais e Potencialidades interfere na qualidade de vida, em sua dimensão econômica. Outros impactos também se relacionam à qualidade de vida, atuando de forma sinérgica, como a Alteração nos Aspectos que Conformam as Condições de Vida e Vínculos Culturais e de Socialidade Comprometidos. O detalhamento da análise de sinergia de impactos é apresentado no item 7.5.1 da Avaliação Ambiental Integrada.

4.2.3.6 IMP 18 – Vínculos Culturais e de Socialidade Comprometidos (desestruturação social, conflitos)

O comprometimento de vínculos de socialidade propicia a mensuração das interferências nas redes sociais, culturais e econômicas estabelecidas nas comunidades e que possam provocar transformações nos seus modos de vida, na sua estrutura produtiva e em outros aspectos da vida social. Estas transformações são decorrentes não só de perda de áreas de produção, como de interferências nos modos de vida e no bem estar. Se a exigência de relocação da população, as estruturas comunitárias podem ser enfraquecidas, os grupos de parentesco são dispersos e a identidade cultural e o potencial de assistência mútua são reduzidos. Resultam na ruptura dos relacionamentos estabelecidos no interior das comunidades e das formas de apropriação dos recursos naturais, diferenciados das formas estabelecidas no âmbito de uma economia voltada predominantemente para o mercado.



Famílias residentes em projetos de assentamento, comunidades quilombolas, pequenos agricultores e a pescadores artesanais são particularmente sensíveis, pela especificidade histórica e nas relações territoriais, que na ocupação e uso das terras garantem sua reprodução física e social. Para a comunidade pesqueira, o conhecimento sobre o rio e as formas de pesca é um valor cultural e social, sendo o seu saber sobre a atividade motivo de orgulho pessoal e elemento de identidade e socialidade. Esse saber envolve a perspectiva do rio como um território, sendo comum os pescadores criarem uma relação afetiva com o curso d'água tal qual sua conformação original.

A par disso, o fluxo de população migrante em função da implantação das obras pode provocar conflitos sociais entre a população chegada e as comunidades locais.

Este impacto apresenta elevada sinergia com outros impactos sobre o meio socioeconômico prognosticados, como *Alteração dos Sistemas de Produção* e *Alteração nos Aspectos que Conformam as Condições de Vida*, tendo como efeito uma interferência da *qualidade de vida* das famílias impactadas.

4.2.3.7 IMP 19 - Aumento da Arrecadação Tributária

A implantação de aproveitamentos hidrelétricos propicia aumento da arrecadação tributária dos municípios onde se inserem. Na fase de implantação, quando são realizadas as obras civis de construção, o destaque é o Imposto sobre Serviços de Qualquer Natureza (ISSQN), principal imposto municipal, que representa o ingresso direto de recursos financeiros para a Fazenda Municipal.

A par os impostos gerados pela maior demanda de bens e serviços durante a fase de implantação, durante a fase de operação a geração de eletricidade pelos empreendimentos hidrelétricos aumentará o valor adicionado fiscal (VAF) das economias onde se localizam as áreas afetadas pelos empreendimentos, de modo a contribuir para o aumento do repasse do ICMS, recolhido pelo governo do estado, para a prefeitura municipal. Essa transferência está legalmente vinculada ao VAF de cada município componente da unidade da federação. Adicionalmente, os municípios, ao cederem áreas para a formação de reservatórios, têm direito ao recebimento de transferências da União por conta da "Compensação Financeira pelo Uso da Água para Geração de Energia". Distribuído pela ANEEL, o fluxo dessa compensação para os municípios equivale a 2,7% do valor da energia gerada, rateados com base em critério que leva em conta a área inundada de cada municipalidade. *Quanto maior a capacidade de geração de cada usina, maior será o valor transferido aos municípios afetados por seu reservatório* (EPE, 2006).

Para proceder à avaliação do impacto, adotou-se como área de abrangência os municípios atingidos pelo barramento do aproveitamento, pois as arrecadações tributárias são direcionadas essencialmente às localidades que abrigam o núcleo de apoio, o canteiro de obras, o barramento e a casa de força. No caso da UPGRH Alto Paranaíba e Sub-bacias dos Rios São Marcos e Verde, atualmente há quatro aproveitamentos.



Por se tratar de incremento na arrecadação municipal, gera condições de suprir várias demandas da população, relacionadas principalmente à infraestrutura básica, serviços de educação, saúde, saneamento, entre outros, especialmente nas áreas de maior concentração populacional, potencializando e desencadeando processos de aquecimento econômico. Em municípios de base econômica e fiscal mais frágil, a compensação financeira poderá promover efeitos positivos significativos, gerando estímulos sociais e econômicos. Prevê-se, desta forma, que haja retornos significativos em termos de melhorias socioeconômicas associadas aos impactos positivos do aumento arrecadação.

O *incremento na arrecadação tributária*, em sinergia com outros impactos positivos esperados com a implantação de empreendimentos hidrelétricos, como a *dinamização do mercado de trabalho* e mesmo a possibilidade de *usos múltiplos dos reservatórios*, se reflete em uma *alteração da dinâmica social da comunidade*, que será tanto maior, quanto mais elevada a magnitude dos impactos, seus efeitos multiplicadores sobre a economia, e as características da estrutura econômica da região onde se inserem os empreendimentos hidrelétricos.

4.2.3.8 IMP 20 - Dinamização do Mercado de Trabalho

A implantação de aproveitamentos hidrelétricos, principalmente aqueles de maior porte, resulta em incremento na demanda por mão de obra, em especial aquela voltada para a construção civil. É certo que se trata de uma demanda por determinado período de tempo. Ainda assim, o efeito positivo faz-se sentir em termos de ampliação da renda (crescimento da massa de salário) que redundam em maior movimentação econômica na região onde se inserem os aproveitamentos.

Normalmente ocorre uma demanda de serviços inexistentes ou precários no local das obras, especialmente alimentação, hotelaria e lazer, além dos serviços à família, como educação, saúde, habitação, saneamento, entre outros. A dinamização do mercado tem uma relação direta com o aumento de renda, com a conseqüente melhoria de qualidade de vida, que resulta em efeitos positivos importantes. Estes efeitos poderão ser sentidos principalmente nos núcleos urbanos localizados próximos aos empreendimentos hidrelétricos, onde há população não ocupada.

Como já mencionado, a *dinamização do mercado de trabalho* possui sinergia com o *incremento na arrecadação tributária* e com a possibilidade de *usos múltiplos dos reservatórios*, o que pode levar a efeitos sensíveis sobre a *dinâmica social da comunidade*.

4.2.3.9 IMP 21 - Potenciais Usos Múltiplos dos Recursos Hídricos

Os potenciais usos múltiplos dos reservatórios foram considerados como impactos positivos à medida que se trata de uma alternativa para o melhor aproveitamento dos recursos hídricos, favorecendo o desenvolvimento de atividades econômicas produtivas e de prestação de serviços. Na UPGRH Alto Paranaíba e sub-bacia do rio São Marcos, há uma menor disponibilidade hídrica específica na região das cabeceiras do rio São Marcos e do rio Paranaíba.



Os usos potenciais avaliados, levando-se em conta as características da UPGRH Alto Paranaíba e Sub-bacias dos Rios São Marcos e Verde, foram: geração de energia, recreação, abastecimento público, regularização de enchentes, aquicultura e produção de fertilizantes (criação de aguapés).

Cabe destacar o potencial de desenvolvimento de atividades recreativas aquáticas (pesca esportiva, recreação de contato, esportes náuticos, etc.) com a presença de reservatórios. A dinamização da atividade incrementa o desenvolvimento do setor de turismo e lazer, especialmente quando acompanhado de instalações de locais de apoio (clubes náuticos, urbanização de orlas). Como apresentado em EPE (2006), o aproveitamento desse potencial terá impacto relativo maior (gerando percepção local mais intensa de “desenvolvimento”) nos municípios de menor expressão econômica e menor arrecadação pública.

Os potenciais usos múltiplos dos recursos hídricos interferem no bem estar e na geração de renda da comunidade. Portanto, em sinergia com outros impactos que levem a um incremento na renda, como a dinamização do mercado de trabalho e o aumento da arrecadação tributária, podem levar a uma dinamização socioeconômica na comunidade.

4.2.3.10 IMP 22 - Perda de Patrimônio Cultural (Arqueológico, Material e Imaterial) e Natural

Com relação ao Patrimônio Cultural (Arqueológico, Material e Imaterial) da UPGRH Alto Rio Paranaíba e Sub-bacias dos Rios São Marcos e Verde, verifica-se uma grande diversidade de registros e manifestações, apesar de bastante pontuais e relacionados a estudos específicos. O diagnóstico indica que houve uma importante ocupação pretérita na região e que a mesma, também guarda relevantes registros materiais que documentam diferentes momentos histórico-arquitetônicos, assim como preserva festas, modos de fazer e criar herdados dos antepassados.

Apesar disso, verifica-se que não há um conhecimento mais aprofundado e homogêneo sobre a ocupação, o uso do território e articulações dos diferentes e diversos aspectos culturais.

Considerando os cenários de implantação dos empreendimentos hidrelétricos atual (2014), de médio prazo (2024) e de longo prazo (2032), que deverá ocorrer um aumento da pressão sobre elementos de Patrimônios Cultural (Arqueológico, Material e Imaterial) e Natural, em função da intensificação e aceleração das intervenções na paisagem, das intervenções a serem provocadas sobre os elementos de patrimônio, e da mudança de hábitos e valores das comunidades envolvidas. Pode-se prever a ocorrência de impactos de diversas proporções, desde pequenas alterações indiretas até a supressão de bens de interesse cultural, sejam eles de natureza arqueológica, material ou imaterial, e de elementos do Patrimônio Natural.

Considerando que o estudo ora apresentado possui um caráter regional, tendo sido elaborado com base em dados secundários, e que as informações atualmente disponíveis sobre os empreendimentos previstos são pontuais e muitas vezes, bastante superficiais ou preliminares, não há como avaliar com maior precisão os reais impactos. Essa avaliação só poderá ser realizada a partir de estudos específicos que contemplem o levantamento de dados primários em campo nas áreas que vierem a ser alvo de qualquer tipo de interferência na paisagem.



Assim, à medida que forem sendo desenvolvidos estudos em escala local e pontual novos sítios/vestígios e bens de interesse cultural poderão vir a ser identificados, conhecidos e terem suas informações preservadas.

Assim, há um grande potencial ainda desconhecido na região, que demandará especial cuidado com a identificação, proteção e salvamento durante a implantação dos empreendimentos hidrelétricos.

A Perda de Patrimônio Cultural e Natural possui efeitos sinérgicos com as Interferências em Áreas Protegidas, Unidades de Conservação e Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade e Perda de Elementos do Patrimônio Espeleológico e Paleontológico, pois potencializa a possibilidade de Alteração nos Elementos Referenciais para a comunidade, marcos na paisagem, elementos dotados de valor cultural e de uso para os moradores.

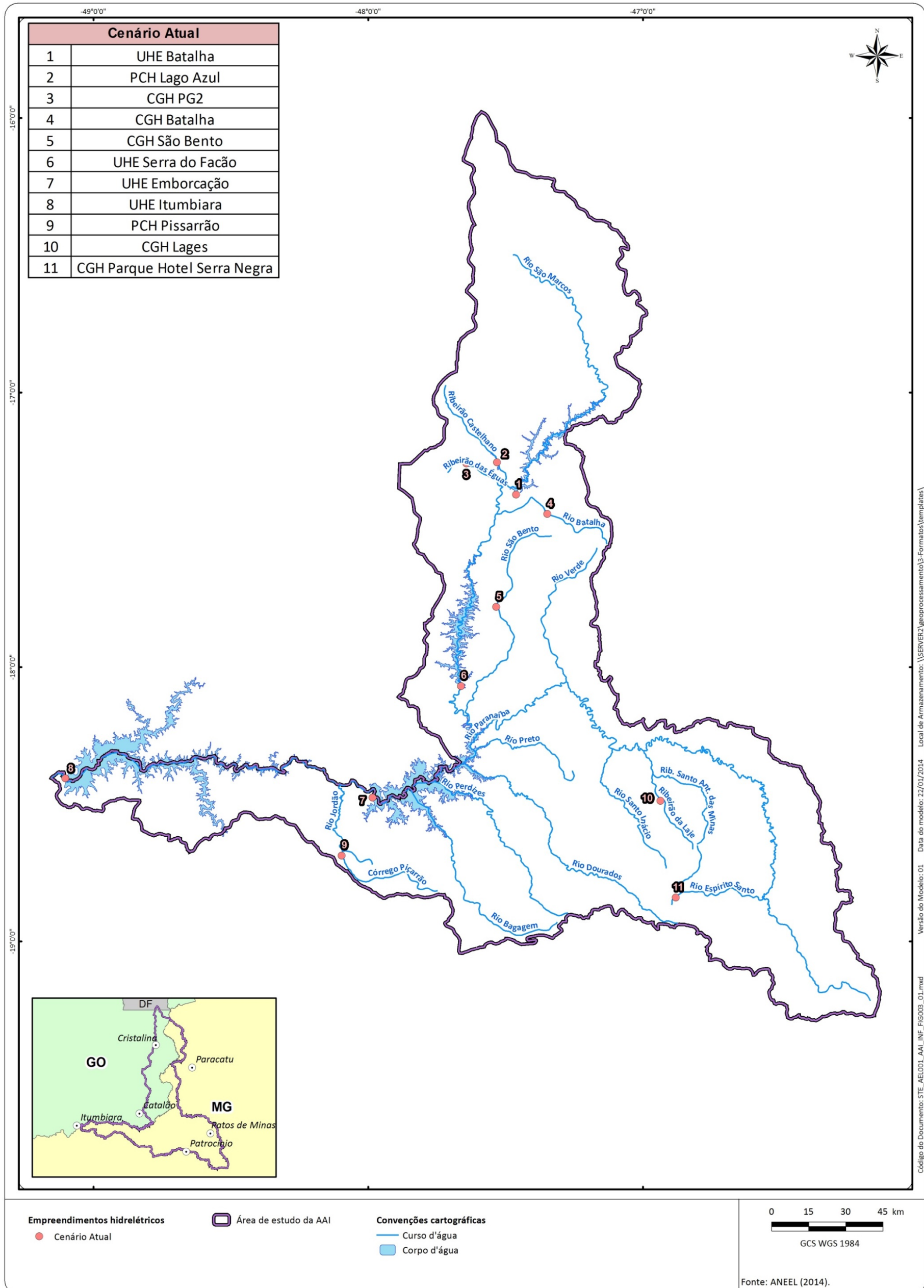
4.3 O Cenário de Avaliação Atual

O Cenário Atual, utilizado para a Avaliação Ambiental Distribuída, é composto pelos empreendimentos que estavam implantados e operando até 2014, que é o ano de referência para a maioria das informações utilizadas na Caracterização e na composição da sensibilidade ambiental.

A Figura 16 apresenta o conjunto de empreendimentos no cenário atual.



Figura 16 Empreendimentos do cenário atual na UPGRH Alto Rio Paranaíba e Sub-bacias dos Rios São Marcos e Verde





Quanto aos impactos Cumulativos e Sinérgicos, é possível observar interações dentro de cada sub-bacia com o conjunto de empreendimentos implantados. O Quadro 26 apresentado a seguir apresenta a relação dos empreendimentos hidrelétricos por bacia no cenário atual.

Quadro 26 Relação atual (2014) de empreendimentos em operação por curso d'água

Empreendimentos	Curso d'água	Status
UHE Emborcação	Rio Paranaíba	Em Operação
UHE Itumbiara	Rio Paranaíba	Em Operação
UHE Batalha	Rio São Marcos	Em Operação
UHE Serra do Facão	Rio São Marcos	Em Operação
PCH Pissarrão	Rio Jordão	Em Operação
CGH Parque Hotel Serra Negra	Córrego Bebedouro	Em Operação
CGH Lages	Ribeirão das Lages	Em Operação
CGH São Bento	Rio São Bento	Em Operação
CGH Batalha	Ribeirão da Batalha	Em Operação
PCH Lago Azul	Ribeirão Castelhana	Em Operação
CGH PG2	Ribeirão das Éguas	Em Operação

5. RESULTADOS DA AVALIAÇÃO AMBIENTAL DISTRIBUÍDA

Este item apresenta os principais resultados da Avaliação Ambiental Distribuída, entre os quais se destacam a identificação de:

- Subáreas;
- Efeitos Sinérgicos e Cumulativos;
- Principais áreas de Fragilidade e Potencialidade;
- Principais áreas de Vulnerabilidade e Potencialidade.

Esses resultados são apresentados para o cenário atual sendo considerados os aspectos socioambientais que compõem atualmente o panorama da UPGRH Alto Paranaíba, em Minas Gerais, e a Sub-bacias dos Rios São Marcos e Verde no Estado de Goiás e no Distrito Federal.

As análises demonstram de que forma se estabelecem as principais relações entre os conjuntos de empreendimentos e as condições ambientais em cada uma das subáreas.

Assim, os resultados da fase de AAD antecedem a etapa seguinte, de Avaliação Ambiental Integrada, na qual são incorporados outros cenários e também realizadas análises qualitativas das principais alterações ambientais provocadas pelas interações sinérgicas e cumulativas; a partir daí podem ser definidas diretrizes para o desenvolvimento do setor elétrico, bem como apresentadas recomendações do ponto de vista dos aspectos que merecem um maior detalhamento em outras escalas de trabalho, como no âmbito de Estudos de Impacto Ambiental e outros instrumentos de verificação da viabilidade ambiental das usinas hidrelétricas.



5.1 Subáreas de Análise

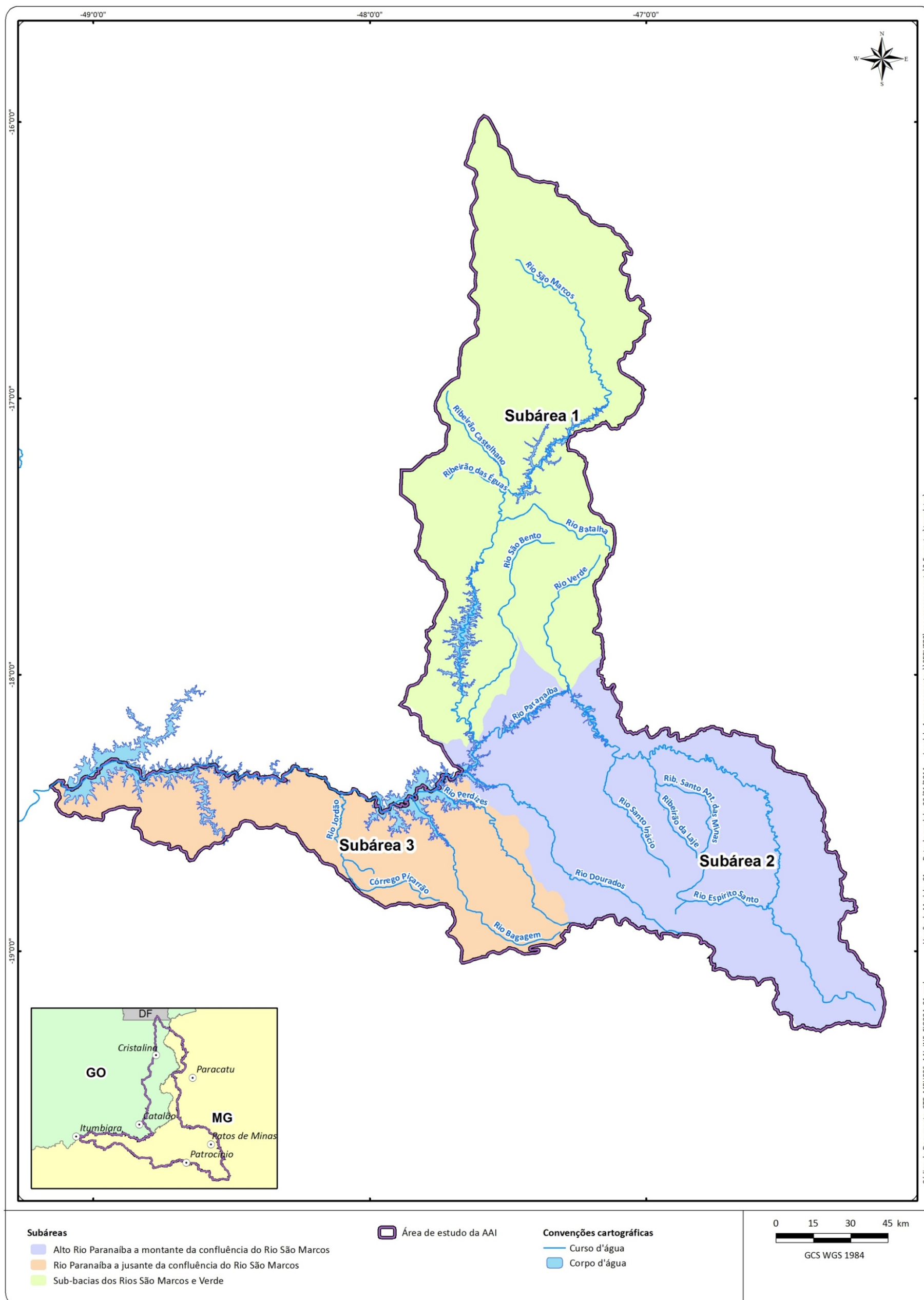
Conforme apresentado no item 3.2, optou-se por definir as subáreas desse estudo com base nas sub-bacias presentes na UPGRH Alto Rio Paranaíba (MG) e no estado de Goiás, uma vez que a resultante da sensibilidade dos diversos temas ambientais analisados demonstrou uma significativa heterogeneidade. Sendo assim, os elementos de sensibilidade entraram como qualificadores, e não delimitadores, na definição das subáreas nesta etapa do trabalho.

Portanto foram dados pesos iguais para os três temas ambientais analisados (Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos, Meio Físico e Ecossistemas Terrestres e Socioeconomia).

A Figura 17 apresentada a seguir mostra a divisão das subáreas. Essa divisão foi também incorporada aos mapeamentos integrados realizados nesta fase.



Figura 17 Subáreas da área de estudos da UGRH Alto Rio Paranaíba e Sub-bacias dos Rios São Marcos e Verde





Entre as principais características de cada uma das subáreas apresentadas, podem ser destacadas as seguintes:

- **Subárea 1 — Sub-bacias dos rios São Marcos e Verde** – Território definido pelo rio São Marcos e seus afluentes, nos Estados de Minas Gerais e Goiás e no Distrito Federal, e pelo rio Verde nos Estados de Minas Gerais e Goiás. Em relação aos recursos hídricos e ecossistemas aquáticos, esta subárea se caracteriza como a mais sensível sob o ponto de vista de conflitos de uso das águas, com a presença de áreas de sensibilidade muito alta no trecho superior da sub-bacia do rio São Marcos, abrangendo territórios dos estados de Minas Gerais e Goiás e do Distrito Federal. Nos trechos médio e baixo desta sub-bacia, a sensibilidade aos conflitos de uso da água é ainda alta, sendo que em ambas as regiões os conflitos estão atrelados principalmente à demanda de água para a agricultura. Ainda no trecho médio da sub-bacia do rio São Marcos, a região das cabeceiras do rio Batalha, tributário da margem esquerda, apresenta sensibilidade muito alta, similar ao que ocorre nas cabeceiras do rio Verde, onde os indicadores da sensibilidade estão associados à geração e ao tratamento de esgotos. Do ponto de vista de ecossistemas aquáticos destaca-se como mais sensível o trecho das cabeceiras do rio São Marcos, a montante da UHE Batalha. Este segmento do rio São Marcos apresenta trechos lóticos remanescentes com a ocorrência de habitats específicos (corredeiras) além de suportar migração de curta e média distância para espécies migratórias. Para o meio físico e os ecossistemas terrestres, esta subárea apresenta amplas áreas onde as condições de solos e de relevo são favoráveis ao aproveitamento agrícola das terras. São encontradas amplas áreas agrícolas com alto nível tecnológico irrigadas pelo sistema de pivô central e áreas de agricultura associada a pastagens plantadas. Nestas áreas a susceptibilidade à erosão é predominantemente nula a ligeira, condição fortemente determinada pelo relevo. As áreas de solos mais fracos, tais como os Cambissolos e Neossolos Litólicos, sem aptidão para lavoura, coincidem com aquelas mais susceptíveis à erosão. Nelas predominam os usos para pastagem e a preservação de formações vegetais nativas (formações savânicas). Nesta subárea são encontrados alguns dos principais trechos de relevância para a conservação da biodiversidade.

Em termos socioeconômicos, a região é caracterizada pela elevada capacidade financeira, reflexo do valor econômico gerado, principalmente em Cristalina e Catalão. A produção de soja, cana de açúcar, milho, batata-inglesa e feijão é relevante na subárea. Em Cristalina, o destaque é a pecuária de corte e a agricultura intensiva em capital e de elevada produtividade. Catalão se destaca nos três setores da economia. A soja é o principal expoente da agricultura do município, no setor industrial, além da participação da mineração de nióbio, de fosfato e de fertilizantes, tem importância a fabricação (ou nacionalização) de veículos e de máquinas agrícolas. Em Ouvidor, destaca-se a mineração de fosfato. Municípios de base econômica mais restrita também estão presentes na subárea, como Davinópolis e mesmo Ouvidor, cujas economias gravitam em torno de Catalão e Goiânia.

- Atualmente esta subárea apresenta seis empreendimentos em operação: UHE Serra do Facão, UHE Batalha, PCH Lago Azul, CGH PG2, CGH Batalha e CGH São Bento.



- **Subárea 2 — Alto rio Paranaíba a montante da confluência do rio São Marcos**– Território definido pelo rio Paranaíba e seus afluentes, a montante da sub-bacia dos rios São Marcos e rio Perdizes. Do ponto de vista dos recursos hídricos e ecossistemas aquáticos, o rio Paranaíba nesta subárea constitui atualmente o trecho lótico remanescente de maior importância na área estudada, pois pode proporcionar migrações de longa distância para as espécies ictílicas ali existentes.. Três afluentes do Paranaíba que merecem destaque nesta subárea são representados pelos rios Santo Antônio das Minas, Santo Inácio e Dourados que, devido as suas características fisiográficas, proporcionam diversos habitats específicos para uma ictiofauna especializada em ambientes de corredeiras. Apresenta, também, um trecho no extremo sudeste da área, de cabeceiras do rio Paranaíba, caracterizado por apresentar alta sensibilidade a conflitos de uso da água, decorrente, principalmente, da demanda de água para irrigação de lavouras. Quanto à sensibilidade da qualidade das águas superficiais, esta subárea corresponde, também, àquela com maior presença de trechos de sensibilidade muito alta, no setor do alto curso do rio Paranaíba e nas sub-bacias dos tributários rio Santo Inácio e rio Dourados. Do ponto de vista do meio físico e ecossistemas terrestres, corresponde à subárea de maior ocorrência de remanescentes de vegetação savânica, associada a áreas de domínio de Cambissolos, Neossolos Litólicos e Argissolos Vermelho-Amarelos, com restrições ao aproveitamento agrícola, mais indicados para uso com pastagem natural e para preservação da flora e da fauna.

Do ponto de vista socioeconômico, Patos de Minas é o polo de influência da região do Alto Paranaíba, mas Patrocínio também apresenta dinamismo e estrutura econômica diversificada, exercendo influência em municípios de menor base econômica, como Cruzeiro da Fortaleza e Serra do Salitre. Na agropecuária, a região se destaca na produção de sementes, batata inglesa, soja, milho, cebola, café em grão e na pecuária leiteira. No setor industrial, a indústria de alimentos (leite, carne e derivados), a mineração, a produção de ferroligas e a fabricação de desdobramentos e artefatos de madeira. A presença de minas de fosfato e calcário dolomítico elevam o valor adicionado industrial de alguns municípios. Localidades com menor nível de desenvolvimento econômico estão situadas na porção norte da subárea, como Guimaranea, Cruzeiro da Fortaleza e Serra do Salitre.

Atualmente, há dois empreendimentos, de pequeno porte, em operação nesta subárea: CGH Lages e CGH Parque Hotel Serra Negra.

- **Subárea 3 — Rio Paranaíba a jusante da confluência do rio São Marcos** – território definido pelo rio Paranaíba e seus principais afluentes da margem esquerda, a jusante da sub-bacia do rio São Marcos, todo compreendido no Estado de Minas Gerais. Os afluentes do rio Paranaíba neste trecho, como por exemplo, os rios Perdizes, Bagagem e Jordão, apresentam trechos lóticos remanescentes que podem ser utilizados como rota migratória de curta e média distância para a ictiofauna regional. Nesta subárea as sub-bacias do rio Perdizes e Bagagem se destacam pela alta sensibilidade a conflitos de uso da água, decorrente da grande demanda de água para a atividade agrícola. No que se refere à qualidade das águas, se destacam como mais sensíveis nesta subárea a sub-bacia do rio Perdizes, além de trechos de cabeceiras dos rios Bagagem e Jordão, do córrego Piçarrão (afluente do rio Jordão) e de pequenos tributários da UHE Itumbiara. As características



- físicas, sobretudo declividades acentuadas, condicionam trechos localizados de sensibilidade à erosão muito alta. A subárea agrega remanescentes de cobertura vegetal savânica parcialmente inseridos em áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade e áreas antropizadas.

Na subárea, o município de Araguari se destaca em termos de capacidade financeira e geração de valor. A localidade possui um parque industrial diversificado, principalmente quanto à indústria metalúrgica e às agroindústrias (frigoríficos e sucos), dispondo de diversas empresas de armazenamento de grãos, cargas secas e refrigeradas. Em seu raio de influência estão municípios de base econômica mais restrita, como Cascalho Rico e Grupiara. A região tem elevada influência de Uberlândia, polo regional situado no Triângulo Mineiro. Neste trecho da bacia do rio Paranaíba há em operação dois empreendimentos de grande porte, UHE Itumbiara e UHE Emborcação e um empreendimento de pequeno porte – PCH Pissarrão.

Com base na definição das subáreas, foi realizada a etapa seguinte de avaliação das fragilidades ambientais em cada uma dessas regiões, bem como a identificação dos efeitos sinérgicos e cumulativos, itens conclusivos da Avaliação Ambiental Distribuída.

5.2 Fragilidade e Potencialidade por Subárea

Este item apresenta a identificação das áreas de fragilidade e potencialidade da UPGRH Alto Rio Paranaíba (PN1) e sub-bacias dos rios São Marcos e Verde.

A identificação das áreas de fragilidade foi baseada na sobreposição das áreas de alta sensibilidade mapeadas, ou seja, aquelas que apresentavam maior número de aspectos ambientais e recursos naturais classificados como de maior sensibilidade. Por outro lado, as áreas de maior potencialidade correspondem àquelas que apresentam maior concentração de aspectos de sensibilidade positiva.

5.2.1 Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos

A avaliação do conjunto de indicadores de sensibilidade dos recursos hídricos e dos Ecossistemas Aquáticos deu origem ao mapa de fragilidades mostrado na Figura 18. A composição do mapa está fortemente relacionada aos ecossistemas aquáticos, que tiveram peso maior na ponderação dos indicadores de sensibilidade. Em relação aos recursos hídricos destaca-se a participação na composição do mapa de fragilidades a sensibilidade aos conflitos de uso das águas, por sua vez fortemente influenciado pelo balanço hídrico que traduz a forte demanda de água, principalmente, para a agricultura.

Do ponto de vista dos ecossistemas aquáticos apesar de não se tratar ainda da avaliação de impactos, a presença dos AHEs existentes influenciou na fragilidade das subáreas, principalmente em relação ao quesito trechos lóticos remanescentes.



Na subárea 1 (sub-bacias dos rios São Marcos e Verde), a existência de dois empreendimentos no seu curso principal já implantados atribui menor fragilidade a este segmento, uma vez que a rota migratória de longa distância foi eliminada, restando apenas um trecho médio de ambientes com características lóticicas a montante da UHE Batalha com cerca de 93 km. Destaca-se como uma fragilidade muito alta o rio Verde que juntamente com o rio Paranaíba, possui um trecho lótico com cerca de 220 km. As duas regiões no setor do alto rio São Marcos caracterizados como de alta fragilidade refletem a sensibilidade muito alta aos conflitos de uso das águas. Este indicador de sensibilidade tem destaque nesta subárea, sendo fortemente influenciado pelo balanço hídrico que traduz a grande demanda de água para a agricultura. Destaca-se, neste contexto, a região do alto rio São Marcos com sensibilidade muito alta. Há registro, junto ao Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), de quatro declarações de área de conflito (DAC) de uso da água nesta subárea.

A subárea 2 (Alto Paranaíba) é a mais frágil, principalmente em função da existência de um remanescente lótico, com cerca de 500 km, além dos tributários Santo Inácio e Santo Antônio das Minas, que juntos contribuem para a manutenção de rotas migratórias de espécies de peixes migradores de longa distância. Outro ponto que merece ser destacado é a sub-bacia do rio Dourados que possui características fisiográficas que apresentam habitats específicos. Além disso, este afluente apresenta um trecho lótico remanescente médio, com cerca de 95 km, que pode ser utilizado por espécies migradoras de curta e média distância. No que tange à qualidade da água, esta subárea se destaca, com ênfase para o terço superior da mesma, região das cabeceiras do rio Paranaíba, além das sub-bacias dos rios Santo Inácio e Dourados, com trechos de sensibilidade muito alta. O trecho superior do Alto rio Paranaíba apresenta sensibilidade alta, também, em relação a conflitos de uso da água, com grande demanda hídrica principalmente para irrigação. Nesta subárea há registro, junto ao IGAM, de três declarações de área de conflito de uso da água (DAC).

O que merece destaque na subárea 3, a jusante da confluência do rio São Marcos, é o rio Perdizes, que possui, assim como o rio Dourados, características fisiográficas importantes para a manutenção de uma ictiofauna com características morfológicas adaptadas a ambientes com altos gradientes de velocidade (corredeiras) e por vezes endêmicas a este tipo de ambiente. Além disso, os rios Perdizes e Bagagem que apresentam trechos lóticos remanescentes médios, com cerca de 97 km e 101 km, respectivamente, que pode ser utilizado por espécies migradoras de curta e média distância. A sensibilidade a conflitos de uso da água destaca nesta subárea, a segunda mais importante quanto a este indicador, as sub-bacias do rio Perdizes e Bagagem (afluente do rio Paranaíba logo a jusante do rio Perdizes), classificadas como áreas de muito alta sensibilidade em decorrência do balanço hídrico que traduz a grande demanda de água para uso na agricultura. Nestas sub-bacias há registro de três declarações de área de conflito de uso da água (DAC). Outras três DACs foram registradas na região das sub-bacias do rio Jordão e do ribeirão Araras, afluentes da margem esquerda do rio Paranaíba na Subárea 3. Destaca-se, ainda, nesta subárea, a sub-bacia do rio Perdizes e as cabeceiras do rio Bagagem, setores de sensibilidade muito alta da qualidade das águas, refletindo na fragilidade dos recursos hídricos e ecossistemas aquáticos.



Figura 18 Mapa de Fragilidade de Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos no cenário atual na UGRH Alto Rio Paranaíba e Sub-bacias dos rios São Marcos e Verde

