



RELATÓRIO E MAPAS CONSOLIDADOS E SIG ATUALIZADO - PRETO

P4 – INDICADORES DE SENSIBILIDADE AMBIENTAL

**Avaliação Ambiental Integrada – AAI
das bacias dos rios Muriaé, Pomba,
Piabanha, Paraibuna e Preto, afluentes
do rio Paraíba do Sul**

JUNHO DE 2014

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	6
1 SÍNTESE DO DIAGNÓSTICO – ASPECTOS RELEVANTES	7
1.1 Meio Físico	7
1.1.1 Recursos Hídricos	9
1.1.2 Recursos Minerais.....	13
1.1.3 Geologia.....	15
1.1.4 Hidrogeologia.....	17
1.1.5 Solos agrícolas.....	19
1.2 Meio Biótico.....	21
1.2.1 Qualidade da Água	21
1.2.2 Ecossistemas aquáticos.....	22
1.2.3 Ecossistema Terrestre.....	23
1.3 Meio Socioeconômico.....	31
2 INDICADORES SELECIONADOS	35
2.1 Definições	38
2.1.1 Sensibilidade ou Indicadores Ambientais de Recursos Naturais.....	38
2.1.2 Indicadores de Conflito de Uso	39
2.1.3 Indicadores de Cumulatividade e Sinergia	39
2.1.4 Indicadores de Efeitos Ambientais (IEA)	39
2.1.5 Indicadores de Interferência Ambiental (IIA)	40
2.1.6 Índices Ambientais	40
2.2 Seleção dos indicadores.....	40
2.2.1 Indicadores selecionados Meio Físico-Biótico	41
2.2.2 Indicadores selecionados Meio Socioeconômico	42
3 APLICAÇÃO DOS INDICADORES NA BACIA DO RIO PRETO.....	44
3.1 Meio Físico-Biótico.....	44
3.1.1 Indicador de Qualidade da Água.....	44
3.1.2 Indicador de Recursos Minerais	45
3.1.3 Indicador de Suscetibilidade à Erosão	45
3.1.4 Indicador de Escorregamento de Massa.....	46
3.1.5 Indicador de Ecossistemas Terrestres	48
3.1.6 Indicador de Ecossistemas Aquáticos	48
3.2 Meio Socioeconômico.....	50
3.2.1 Indicador de Organização Territorial	50
3.2.2 Indicador de Pressão Territorial e Populacional.....	50
3.2.3 Indicador de Condições de Vida.....	52
3.2.4 Indicador de Base Econômica.....	56
3.2.5 Indicador de Populações Tradicionais	59
3.2.6 Considerações do Meio Socioeconômico	59
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	61



LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Curva de permanência diária nos postos da bacia	11
Figura 2: Vazões médias mensais em Manoel Duarte (m ³ /s)	12
Figura 3: Integralidade do território da bacia hidrográfica do rio Preto	33
Figura 4: Distribuição dos municípios na bacia do rio Preto	34
Figura 5: Composição dos Indicadores	38



LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Pontos de Controle da bacia do rio Preto	10
Tabela 2: Classificação dos solos na bacia do rio Preto	20
Tabela 3: Tipo de solo suscetível à erosão na Bacia do rio Preto	20
Tabela 4: Distribuição das Áreas Prioritárias que estão inseridas na Bacia do Rio Preto, de acordo com a Portaria 126, de 27 de maio de 2004, o Ministério do Meio Ambiente.	29
Tabela 5: Distribuição das Unidades de Conservação que estão inseridas na Bacia do Rio Preto, de acordo com Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC) /MMA.	30
Tabela 6: Malha Municipal do rio Preto	32
Tabela 7: Requisitos de um bom indicador (OECD, 2002).	36
Tabela 8: Pressão sobre o Território (ocupação desordenada)	51



LISTA DE MAPAS

Mapa 1: Uso do solo e cobertura vegetal – rio Preto	28
Mapa 2: Unidades de conservação – rio Preto	31
Mapa 3: Indicador de Qualidade da Água.....	44
Mapa 4: Indicador dos Recursos Minerais	45
Mapa 5: Indicador de Susceptibilidade a Erosão	46
Mapa 6: Indicador de Escorregamento de Massa	47
Mapa 7: Indicador dos Ecossistemas Terrestres.....	48
Mapa 8: Indicador de Ecossistemas Aquáticos	49
Mapa 9: Indicador de Organização Territorial	50
Mapa 10: Indicador de Pressão Territorial	52
Mapa 11: Indicador de Condições de Vida.....	53
Mapa 12: Percentual de domicílios sem Rendimentos	53
Mapa 13: Percentual de Famílias Atendidas pelo Programa Bolsa Família	54
Mapa 14: Índices de esgotamento sanitário	54
Mapa 15: Índices de abastecimento de água	55
Mapa 16: Taxa de Analfabetismo	55
Mapa 18: Taxa de Mortalidade Infantil	56
Mapa 19: Indicador de base econômica	57
Mapa 20: Valor adicionado bruto por atividade econômica	58
Mapa 21: Índice de Desenvolvimento Municipal – Índice Firjan.....	58
Mapa 22: Indicador de Populações Tradicionais	59



LISTA DE SIGLAS

AAI – Avaliação Ambiental Integrada
AGEVAP – Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul
ANA – Agência Nacional de Águas
ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica
DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO – Demanda Química de Oxigênio
CEIVAP – Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul
CEDAE – Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro
CESAMA – Companhia de Saneamento e Pesquisa do Meio Ambiente (MG – JF)
CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental de São Paulo
CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente
COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais
COPPE – Coordenação de Programas de Pós-Graduação em Engenharia (UFRJ)
CNUC – Cadastro Nacional de Unidades de Conservação
CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/ Serviços Geológicos do Brasil
DAE-MG Departamento de Água e Energia Elétrica de Minas Gerais
DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral
EPE – Empresa de Pesquisa Energética
FIRJAN - Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro
IBAMA – Instituto Brasileiro de Recursos Naturais e Meio Ambiente
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICE – Índice de Conformidade Equivalente
IET – Índice de Estado Trófico
IQA – Índice de Qualidade da Água
IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas
INEA – Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro
INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
MMA – Ministério do Meio Ambiente
OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ONS – Operador Nacional do Sistema
PCH – Pequena Central Hidrelétrica
PNRH – Plano Nacional de Recursos Hídricos
PROBIO - Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira
RPPN – Reservas Particulares do Patrimônio Natural
SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SIAGAS – Sistema de Informações de Águas Subterrâneas
SIG – Sistema de Informações Geográficas
SNUC – Sistema Nacional de Unidades Conservação
UEL – Usina Elevatória
UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro
UNESCO – Organização das Nações Unidas para Educação, a Ciência e a Cultura.



APRESENTAÇÃO

Este relatório compõe um dos subprodutos do Produto 4 INDICADORES DE SENSIBILIDADE AMBIENTAL, parte integrante do contrato nº 27/2011/AGEVAP, ORDEM DE SERVIÇO concedida em 24.02.2012, celebrado entre essa Associação e a Holos – Engenharia Sanitária e Ambiental Ltda., para realização do ESTUDO DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA – AAI DAS BACIAS DOS RIOS PIABANHA, PARAIBUNA e PRETO, POMBA, MURIAÉ.

Seguindo a metodologia aprovada para a elaboração desse Estudo, será apresentado inicialmente uma síntese do diagnóstico realizado para cada bacia enfatizando os aspectos relevantes do quadro atual em que se encontram as diversas realidades e ecossistemas estudados.

Tal quadro analítico tem, principalmente, duas funções: a) serve para a visualização de um contexto geral e resumido sobre a caracterização e utilização dos recursos naturais da bacia e a pressão antrópica a que estão sujeitos; b) auxilia a visualização da seleção dos indicadores de sensibilidade ambiental selecionados e apresentados na sequência.

A segunda parte do relatório apresenta os indicadores selecionados e sua aplicação com descrição e mapas.

Dessa forma, esse relatório consolida o cenário atual socioambiental para cada sub bacia em estudo, retratando-o analítica e sinteticamente, a partir de descrições resumidas e de indicadores.

1 SÍNTESE DO DIAGNÓSTICO – ASPECTOS RELEVANTES

Os aspectos relevantes serão apresentados por bacia e por meio. Observa-se que para alguns segmentos, principalmente do meio físico, serão retomados os aspectos mais gerais da bacia do rio Paraíba do Sul. Também poderá ser utilizado um recorte espacial de análise que não aquele de conformação das sub-bacias quando for necessário para a explicação do tema, como por exemplo, no caso da socioeconomia, o uso do recorte municipal.

1.1 MEIO FÍSICO

O aproveitamento e uso dos recursos naturais da bacia do rio Paraíba do Sul, e suas sub-bacias, como relatado nos estudos de AAI realizados anteriormente pela EPE, depende do conhecimento de suas características geológicas e geomorfológicas, tais como tipos de depósitos sedimentares, de rochas e de estruturas. Estas características geológicas influenciam o gradiente hidráulico dos rios, os regimes de recarga e descarga de níveis freáticos, os fluxos de águas superficiais e subterrâneas, as morfologias de canais e padrões de drenagem e as feições topográficas e geomorfológicas, dentre outros itens relevantes ao aproveitamento hidrelétrico de uma determinada bacia.

A implantação de projetos hidrelétricos deve levar em consideração todos estes itens para maior aproveitamento do gradiente de um rio e para evitar a inundação de uma área muito extensa, já que esta será inutilizada para outro aproveitamento econômico.

Bem como os aproveitamentos dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos dependem desse conhecimento para avaliar a capacidade de recarga dos aquíferos superficiais e subterrâneos, e para caracterizar a disponibilidade dos recursos hídricos em superfície e subsuperfície, depende também do reconhecimento de seus distintos padrões de drenagem, os quais são fortemente influenciados pelo substrato rochoso (tipos de rochas e suas estruturas) da bacia.

Além do conhecimento desse substrato rochoso, o conhecimento acima referido é fundamental para a avaliação do potencial mineral e para a identificação dos solos mais aptos e também para a identificação de áreas suscetíveis a erosão e a escorregamentos de massa, como os que recentemente se verificaram na bacia do Piabanha, nos municípios de Petrópolis e Sumidouro.

A bacia do rio Paraíba do Sul como um todo insere-se, majoritariamente, numa região representada por sequências de rochas metamórficas e ígneas de idades Proterozóica a Siluriana relacionadas ao orógeno colisional Ribeira. Trata-se de rochas metamórficas de alto grau, com complexa deformação, e granitóides variados, desde os do tipo arco até os pós-colisionais. Estruturas regionais controlam fortemente a direção e morfologia dos canais e padrões de drenagem, como as grandes zonas de cisalhamento dúcteis e de transcorrência de direção geral NE.

Mais subordinadamente, a bacia corta um substrato representado pelas rochas sedimentares subhorizontais das bacias do Rifte do Sudeste do Brasil, de idade Terciária. As estruturas principais das rochas destas bacias são falhas associadas a etapas sucessivas de reativação tectônica, desde o Mioceno até o Holoceno. As rochas sedimentares destas bacias estão, geralmente, bastante alteradas e impõem padrões de drenagem dendríticos e morfologias de canal dos tipos meandrante e anastomosante a maioria dos rios. Finalmente, junto à foz, os rios da bacia cortam depósitos sedimentares areno-siltosos do delta do Paraíba.

A bacia do rio Paraibuna tem suas nascentes situadas nas serras quartzíticas do atual Parque Estadual do Ibitipoca, em altitude de 1500 metros, e conflui com o rio Paraíba do Sul na cota de 264 metros, perfazendo um desnível de 1236 metros. Este percurso é realizado, numa distância reta de 90 km, através de vários pequenos degraus controlados pelas inúmeras soleiras impostas pela alternância de faixas litoestruturais de direção SW-NE. Ela sofre, portanto, dois tipos de controles geológicos sobre a erosão, pois além do caráter estrutural ora descrito, deve-se, também, considerar a presença dos quartzitos cujo intemperismo produz areias quartzosas sem nenhuma coesão, sendo materiais facilmente erodíveis e transportáveis. A disponibilização de areias é ainda reforçada, nesta área, pelo embasamento granítico com notável componente quartzosa, cujos mantos de alteração estão sendo mobilizados por movimentos de massa onde os fenômenos de fluidização parecem assumir um papel muito importante.

Quanto à geomorfologia, a região consiste num prolongamento da extensa zone colinosa que caracteriza a depressão do médio vale do rio Paraíba do Sul. Essa unidade, entretanto, apresenta uma sequência de alinhamentos serranos escalonados de direção WSW-ENE no seu interior, estendendo-se das cidades de Itatiaia a Três Rios. Essas serras configuram-se como degraus ou contrafortes da escarpa da Serra da Mantiqueira, dissecados de forma diferencial pelos sistemas de drenagem instalados (Coelho Netto et al., 1997). Nessa unidade, o relevo homogêneo de colinas, morrotes e morros baixos alternam-se bruscamente com alinhamentos serranos bastante elevados.

Apenas as áreas de declive muito acentuado, hoje boa parte dela integrante do Parque Nacional do Itatiaia, permanecem preservados.

Como exposto no diagnóstico, nas últimas décadas do século XVIII o modo inadequado de cultivo do café em linhas ao longo das encostas em uma região de relevo predominantemente acidentado foi substituído pela pecuária. O predomínio de solos de baixa fertilidade e a intensa atividade agropecuária, associados às áreas com relevo forte-ondulado e montanhoso, pode promover forte degradação por erosão hídrica.

Os principais aspectos relevantes no que concerne à geologia, geomorfologia da região estão relacionados aos seguintes temas; hidrogeologia, tipos de solos e erodibilidade, transporte de sedimentos, potencial hidráulico, e recursos minerais.

- Erosão: A erosão e escorregamentos dos solos que atuam, principalmente, através do escoamento concentrado, provocam o aparecimento de sulcos e ravinas nas encostas mais íngremes, onde ocorrem, também, deslizamentos de terra, ocasionando instabilidade dessas áreas. Em alguns pontos da bacia os declives das encostas são mais íngremes e mais suscetíveis aos processos erosivos e movimentos de massa. Nesses setores a erosão tornou-se acelerada com a utilização agropecuária, que tem conduzido a um desmatamento generalizado;
- Descargas Superficiais: A grande degradação da cobertura vegetal tem aumentado o escoamento superficial e diminuído a capacidade natural de regularização da bacia e seus contribuintes;
- Aptidão dos solos: A geomorfologia da bacia não possibilita uma agricultura rentável, comparativamente a outras regiões do Brasil. Após a retirada da vegetação a fertilidade dos solos se esgota rapidamente, e hoje onde já houve amplas áreas de cultivo de café só se verificam pastagens para o gado criado de forma extensiva;
- Transporte de sedimentos: A grande alteração do uso do solo promovida ao longo dos anos tem aumentado o transporte de sedimentos onde se pode verificar o assoreamento de tomadas d'água para sistemas de abastecimento e irrigação;
- Potencial hidráulico: Pela sua formação pretérita (que encerra majoritariamente rochas metamórficas de alto grau que foram deformadas fortemente, o que resultou em diversas estruturas, como bandamentos gnáissicos, foliações, dobras, cisalhamentos, falhas e fraturas de diferentes estilos) criaram-se condições favoráveis à instalação de empreendimentos hidrelétricos devido à ocorrência de diversas quedas e corredeiras;
- Recursos minerais: A formação pretérita possibilitou também a existência de potencial para exploração de rochas ("pedreiras") e no caso da região sedimentar e margens dos rios, de um grande potencial de exploração de areias para emprego na construção civil, o que pode acarretar conflitos de uso na bacia, inclusive com reservatórios das usinas hidrelétricas.

1.1.1 Recursos Hídricos

A apresentação se inicia a partir dos aspectos relevantes dos principais elementos correlatos da AAI do Paraíba do Sul, visando dar coerência a esse estudo de AAI da bacia do rio Piabanha, e para que o estudo se insira nas mesmas premissas e percepções, evidentemente detalhando as suas peculiaridades.

No tocante aos Recursos Hídricos, foram destacados como mais relevantes ao final da etapa de caracterização ambiental da bacia na AAI do Paraíba do Sul, os

aspectos apresentados a seguir acrescidos os aspectos particulares identificados na bacia do rio Preto

1.1.1.1 Pontos de Controle do Comportamento Hidrológico

A área da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, com aproximadamente 61.000 km² tem grande dimensão e, por isso, apresenta uma grande variabilidade em seu comportamento hidrossedimentológico. Por essa razão, julgou-se necessário estabelecer pontos de controle com boa distribuição espacial na bacia, que permitissem um conhecimento amplo dos recursos hídricos nas diversas sub-bacias e, posteriormente, nas subáreas.

Para o rio Paraíba do Sul, foram definidos pontos de controle do comportamento hidrológico, visando a quantificação das alterações de regime fluvial e do comportamento sedimentológico:

- locais das barragens dos 10 aproveitamentos hidrelétricos com potência superior a 30 MW em operação na bacia;
- locais dos 17 aproveitamentos hidrelétricos com potência superior a 30 MW previstos (em construção, projetados ou inventariados). A UEL Vigário (Usina Elevatória) não foi considerada ponto de controle devido à ausência de dados hidrológicos para a mesma;
- postos fluviométricos com o maior período de observação disponível, que complementassem a rede dos pontos de controle listados anteriormente, de modo que cada sub-bacia de maior relevância tivesse pelo menos cinco pontos de controle distribuídos ao longo do rio principal.

Esses pontos de controle hidrológico foram importantes na Avaliação Ambiental Integrada (AAI) do rio Paraíba do Sul para avaliação das alterações de regime fluvial e comportamento sedimentológico provocadas pelos aproveitamentos hidrelétricos em operação e planejados para a bacia.

Esse aspecto também é chave para a bacia do rio Preto, e dentro desse contexto, e após a etapa de Diagnóstico, foi feita uma seleção dos postos relevantes nessa bacia.

A Tabela 1, a seguir, lista os pontos de controle e suas principais características:

Tabela 1: Pontos de Controle da bacia do rio Preto

CÓDIGO PC	Pontos de Controle		Obs.	Rio Principal	Área de Drenagem (km ²)
	Código	Nome			
1	58530080	Fumaça	UHE	Preto	382
2	58535000	Zelinda	Posto	Preto	412
3	58550001	Rio Preto	Posto	Preto	1.804
4		Santa Fé	Posto	Paraibuna	

Esses postos foram selecionados por sua localização estratégica no que tange ao controle da bacia do rio Preto e sua conexão com o rio Paraíba do Sul.

A essa rede, considerada aqui como mínima, deverá ser agregada a informação do monitoramento das PCHs, no caso aquelas do Paraibuna, já que no rio Preto não existem usinas implantadas.

Essa rede é fundamental para acompanhar as mudanças de uso e disponibilidades, mas também para dar suporte aos trabalhos de monitoramento da qualidade da água.

Uma particularidade que deve ser considerada no caso dessa bacia é a necessidade de instalação de uma rede de alerta de eventos extremos na bacia, pois na vistoria de campo foram relatados eventos de inundação.

A rede deverá ser composta por postos de observação contínua de chuva e de níveis d'água a montante e a jusante de áreas urbanas.

1.1.1.2 Disponibilidade hídrica

Os dados dos postos da bacia mostram um aspecto fundamental para o planejamento da bacia, não só no seu aspecto relacionado à geração de energia e operação das usinas, um dos focos desse trabalho, mas por sua importância para os planos de ocupação da bacia, tanto em suas áreas rurais como urbanas.

A bacia apresenta um regime torrencial, como se pode ver pelas curvas de permanência de vazões específicas ($l/s/km^2$) dos postos da bacia, tanto próximo as suas cabeceiras, como no posto de Manoel Duarte, como bem a jusante como no posto de Rio Preto.

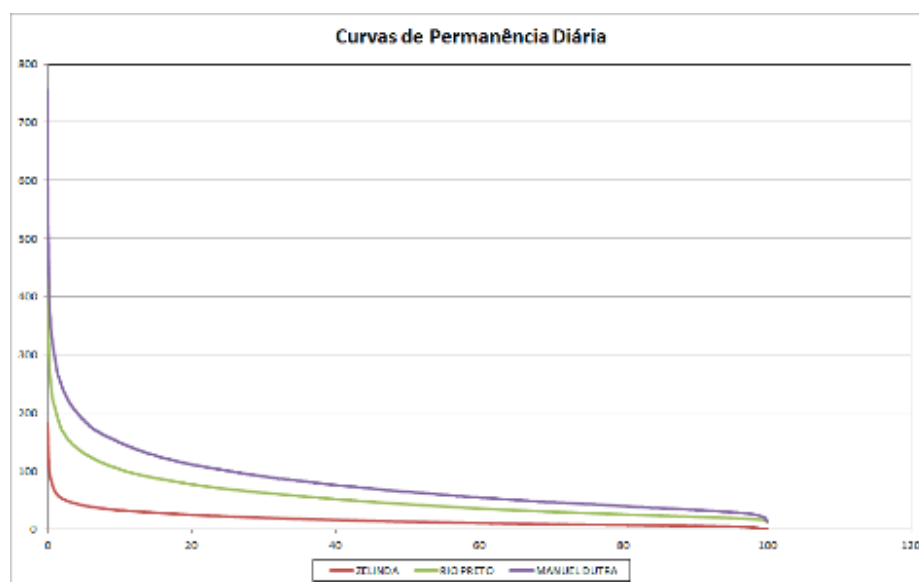


Figura 1: Curva de permanência diária nos postos da bacia

A bacia apresenta também uma sazonalidade muito marcante com período de estiagem entre maio e outubro, como se pode ver pela curva de vazões médias mensais do posto de Manoel Duarte.

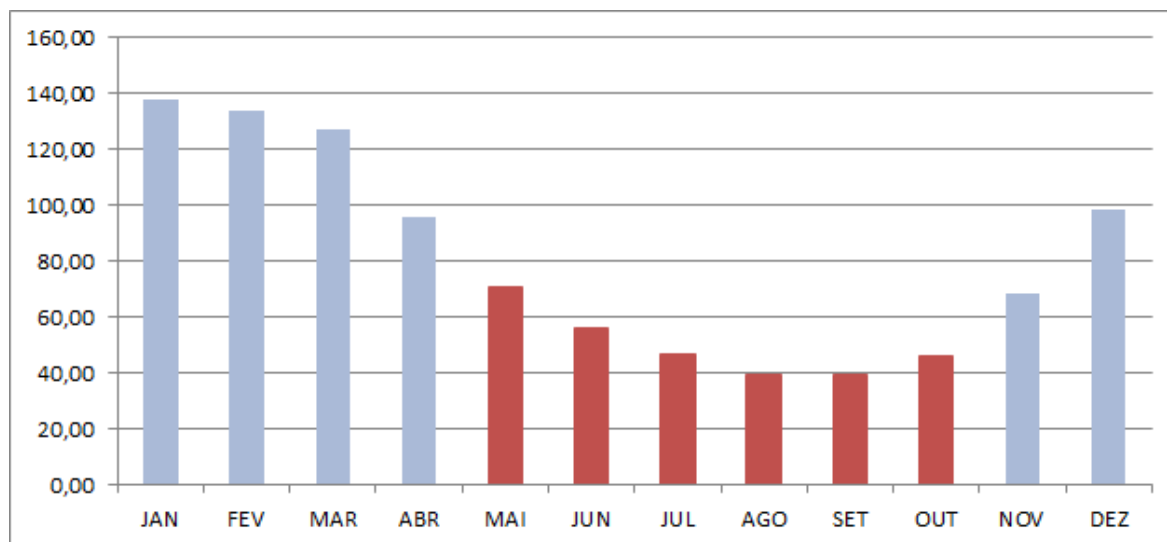


Figura 2: Vazões médias mensais em Manoel Duarte (m³/s)

Dessa forma, as questões de geração de energia, os demais usos da água ou mesmo seu controle, são fundamentais e devem levar a elaboração de indicadores ambientais.

Poderia ser construído um indicador de conflitos de uso das águas, que avaliasse o balanço hídrico, entre demandas e disponibilidades, e outras variáveis como a qualidade da água (ou indiretamente pela densidade demográfica ou áreas agrícolas). Evidentemente, as áreas de lazer e pesca entrariam como restrições nos mapas. No caso do rio Preto, seriam incluídas as áreas legalmente protegidas.

Conforme o Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica 2006-2015, de maio de 2006, a bacia do rio Paraíba do Sul representa atualmente 33% (trinta e três por cento) da potência total instalada na bacia do Atlântico Sudeste, que é de 2.401 MW. E esse é uso que aparecerá em destaque nos mapas de indicadores de impacto, e aqui também serão delimitados.

A bacia do rio Preto tem várias PCHs e CGHs previstas, mas nenhuma construída ou em construção. As usinas serão avaliadas pelos indicadores de impactos sinérgicos e cumulativos.

1.1.1.3 *Gestão de Recursos Hídricos e Conflitos de Uso da Água*

O presente estudo também procurou reunir informações referentes aos conflitos de uso da água identificados na bacia do rio Paraíba do Sul, consultando estudos anteriormente realizados na região, com maior detalhamento dos conflitos e sua gestão na bacia do rio Preto.

Os conflitos pelo uso da água na bacia ocorrem, em geral, em decorrência de formas de uso que comprometem a disponibilidade dos recursos hídricos para os outros usuários e que degradam a qualidade da água, comprometendo outros usos e a saúde pública.

Na “*Síntese do Documento Plano de Recursos Hídricos para a Fase Inicial da Cobrança na Bacia do Rio Paraíba do Sul (PGRH-RE-019-R0)*”, constituinte do “*Projeto Gestão dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul*”, são listados como principais conflitos de uso da água.

- A gestão deficiente dos canais de Campos dos Goytacazes (soluções individuais) compromete a eficiência dos mesmos e agrava os conflitos pelo uso da água;
- Existência de graves conflitos nas bacias dos rios Paraíba do Sul e Piraí em razão da transferência de grande parte de suas águas para o Complexo Hidrelétrico de Lajes (LIGHT): redução de vazão a jusante da UEL Santa Cecília, inundações a jusante da Barragem de Santana, aumento de riscos à saúde, inclusive a identificação de novas transposições de vazões da bacia em estudo.
- Conflito entre os agricultores por defensivos agrícolas, inclusive em pontos à montante do ponto de captação para o abastecimento público.

Na bacia do Preto os conflitos mais evidentes referem-se a:

- Atividades agrícolas sem controle da qualidade da água;
- A falta de cadastro dos usos;
- A ocupação desordenada principalmente nas áreas urbanas, mesmo em cidades voltadas para o turismo, como Penedo;
- E a existência de inundações periódicas, como relatado na viagem de inspeção e coleta de dados.

A qualidade da água será apresentada no item de ecossistemas aquáticos.

1.1.2 Recursos Minerais

A avaliação dos requerimentos realizados junto ao Departamento Nacional de Recursos Minerais até 12/03/2013 na bacia do rio Preto permitiu constatar a prevalência dos requerimentos para areia (39), seguidos do minério de ouro (17), do gnaíse (10), da água mineral (8), do granito e do minério de manganês (7, para cada substância), considerando-se todas as fases de requerimento.

Deve-se alertar que não existe relação linear entre o número de requerimentos e as superfícies de terreno envolvidas, seja devido ao tipo de substância, que agrega jazidas mais ou menos confinadas (desenvolvimento horizontal ou verti-

cal, concentrado ou pulverizado, entre outros), seja em função dos métodos de exploração, que exigem superfícies diferentes.

A grande maioria dos requerimentos se situa ainda nos estágios iniciais do processo, o que indica que a pressão antrópica atualmente exercida pela mineração sobre a região é menor do que o número global de processos sugere, mas também permite projetar um contexto futuro mais drástico, mesmo que este seja dependente da evolução do mercado global de minérios.

Nesse contexto, identificou-se que areia e gnaïsse são as substâncias de exploração mais consolidada, uma vez que apresentam maior proporção de processos em fases mais avançadas (concessão de lavra e licenciamento). No entanto, observa-se que a água mineral e os minérios de ouro e manganês apresentam-se como substâncias que devem, num futuro próximo, adicionarem-se ao panorama minerário da bacia, pois já agregam número elevado de processos em fase de autorização de pesquisa.

Ainda com base nos requerimentos feitos junto ao DNPM, predomina em termos de superfície envolvida o minério de manganês (43,99% das superfícies requeridas), seguido pela bauxita (14,98%), as rochas ornamentais (12,84%), e o minério de ouro (9,29%). Essa prevalência de requerimentos de determinadas substâncias está intimamente ligada à geologia da bacia e auxilia o mapeamento de possíveis impactos associados à extração e ao beneficiamento desses minerais.

A partir do panorama acima sintetizado, destacam-se como aspectos relevantes dos recursos minerais na bacia do rio Preto:

- A importância da exploração consolidada de jazidas de areia em ambientes fluviais e também de seu potencial futuro na bacia, atividade que representa potencial de conflitos de ordem ambiental e socioeconômica com as usinas hidrelétricas, dadas as possibilidades de intensificação do assoreamento em reservatórios e de danos às turbinas, e devido à existência de areeiros ao longo dos principais cursos de água da bacia, sobretudo o rio Preto;
- O potencial de exploração de bauxita e de minério de manganês, dadas as fases predominantemente precoces de requerimentos minerários associados e as áreas correspondentes relativamente extensas face às áreas ocupadas pelas demais substâncias. Com o predomínio de requerimentos associados a essa substância, vislumbra-se a possibilidade de conflito com as usinas hidrelétricas e de impactos ambientais na bacia, em ambos os casos devido à extensão das jazidas e ao potencial poluente das águas que transitam pelas barragens de contenção de rejeitos;
- O potencial de exploração aurífera na bacia, dadas as fases predominantemente precoces de requerimentos minerários e às áreas corresponden-

tes em relação às demais substâncias requeridas, e a possibilidade de riscos de assoreamento dos reservatórios e danos às turbinas devido ao aporte de argilas e areias ligado à extração quando em ambiente fluvial;

- Embora haja substâncias com exploração consolidada na bacia e outras com potencial para tanto, a área ocupada pelos requerimentos minerários é comparativamente menor do que aquelas das demais sub-bacias avaliadas neste estudo.

O indicador ambiental que se propõe, neste caso, é a distribuição dos recursos minerais agrupados por tipologias semelhantes, conforme consta do texto do Diagnóstico Ambiental da bacia do rio Preto.

Pode-se também associar os distintos minerais a diferentes níveis de sensibilidade dos recursos hídricos, dado o potencial poluidor de algumas atividades mineárias, e a sensibilidade por conflitos pelo uso da água, em se tratando da natureza de exploração de alguns minerais.

1.1.3 Geologia

Na bacia do rio Preto, o substrato rochoso é constituído por um grande número de complexos, suítes e corpos ígneos e metamórficos, ou ígneometamórficos proterozoicos. A grande maioria dos litotipos existentes corresponde a corpos ígneos variavelmente metamorfizados, com destaque para granitos e granitoides.

A composição litológica da bacia do rio Preto se organiza em dois domínios principais que compõem duas faixas de direção SW-NE, alternadas de norte para sul.

A porção setentrional ocupa a margem esquerda da sub-bacia do rio Preto, constituída por rochas metamórficas a ígneometamórficas, onde predominam imbricações tectônicas complexas de unidades rochosas ligadas principalmente ao Grupo Andrelândia, e, secundariamente, aos complexos Varginha-Guaxupé e Mantiqueira, introduzem uma grande variabilidade litológica com rochas metamórficas do tipo quartzitos, xistos, migmatitos, ortognaisses e anfibolitos, entre outros. Também, deve-se ressaltar que a organização sob forma de faixas SW-NE foi, neste caso, foram substituídas por estruturas dobradas complexas desenhando formas de letra Z.

O domínio litológico meridional ocupa toda a margem direita desta sub-bacia, incluindo a sub-bacia do rio das Flores. Neste domínio, a organização da litologia volta a assumir as estreitas faixas de direção SW-NE, onde alternam, por um lado, unidades ígneoplutônicas do Complexo Juiz de Fora, e de suítes ígneas como a Quirino, e, por outro lado, rochas do Complexo Paraíba do Sul (Neoproterozoico). Nota-se que, de modo relativamente diferente dos outros casos de bacias avaliadas no contexto deste estudo, as faixas litológicas são muito mais estreitas e numerosas, são delimitadas por densas zonas de cisalhamento e incorporam uma alta variabilidade entre os tipos litológicos ígneos e metamórficos.

No que tange ao Cenozoico, assinala-se a ocorrência frequente de pacotes de sedimentos aluviais alojados nos fundos de vales alveolares delimitados por soleiras rochosas e, provavelmente, tectônicas. No caso desta bacia, deve-se atentar para a produção de areias, decorrente do intemperismo dos quartzitos do Grupo Andrelândia, que devem transitar em meio aos alúvios. Esses podem estar interdigitados com coberturas coluviais, de composição textural variada, configurando formas de relevo do tipo rampas-terraços. Por outro lado, espessos pacotes eluviais, que correspondem a mantos de intemperismo e solos, escondem os afloramentos de rocha, podendo atingir espessuras superiores a 100 metros.

Do ponto de vista tectônico, a bacia apresenta uma compartimentação em dois domínios caracterizados por estruturas pré-cambrianas diferenciadas e cujos limites correspondem aos dos domínios litológicos, sendo: (a) domínio de uma tectônica caracterizada por falhas de empurrão com direção geral SW-NE, mas traçados sinuosos, e vergência para NW, relacionadas com o evento Brasileiro; (b) o domínio das zonas de cisalhamento e falhas compressivas com direção SW-NE, ligadas à Zona de Cisalhamento Cataguases, principalmente, e, secundariamente, à Zona de Cisalhamento Paraíba do Sul na área de confluência com o rio homônimo.

Como aspectos relevantes associados à geologia desta bacia, destacam-se:

- A favorabilidade à instalação de usinas hidrelétricas, devido à predominância de litotipos ígneos, principalmente na média bacia, os quais oferecem bom suporte físico à ancoragem de estruturas de concreto, além de condições para uma boa estanqueidade dos reservatórios, na medida em que se avaliem as condições geomorfológicas locais e se realizem estudos sismotectônicos;
- A predisposição da geologia local à instalação de processos de erosão como deslizamentos e voçorocas (explicado por espessos perfis de solos e pela existência de rochas máficas);
- A relação entre a geologia e as águas subterrâneas, que nesta bacia se traduzem por aquíferos predominantemente fissurais, devido à prevalência de rochas ígneas e metamórficas.

Como indicador ambiental de cunho geológico, sugere-se a distribuição dos litotipos existentes na bacia em rochas máficas e félsicas, as quais determinam menor ou maior resistência ao intemperismo, respectivamente, e, assim, influenciam a organização morfológica da superfície.

Outro indicador ambiental possível a partir da geologia é o agrupamento das rochas detectadas em tipo ígneo e metamórfico, os quais se prestam para apontar, no presente caso e em linhas gerais, a organização de unidades hidrogeológicas na bacia do rio Preto.

1.1.4 Hidrogeologia

A bacia do rio Preto, pela sua constituição geológica predominantemente granítica e ígneometamórfica, tem suas águas subterrâneas alojadas em aquíferos do tipo fissural.

Os aquíferos do tipo fissural apresentam forte descontinuidade, pois as águas são retidas em fraturas, diáclases, juntas e falhas, podendo ser livres ou confinados. São, portanto, fortemente anisotrópicos e heterogêneos. O confinamento pode derivar da ocorrência de algum nível de rochas de baixa permeabilidade. Neste tipo de aquífero, a porosidade e a permeabilidade são secundárias e resultantes dos esforços tectônicos.

Por outro lado, em conformidade com a situação específica da área de interesse, os terrenos ígneometamórficos não têm condições de abrigar um aquífero regional. No entanto, por possuírem condições aquíferas locais, podem então ser explorados por certo número de poços tubulares, o que lhes pode conferir relevância local. Em zonas de falhamentos e fraturamentos com condições de forte intemperismo, ocorrem boas condições para a circulação das águas subterrâneas, o que viabiliza a implantação de poços profundos.

Isto se deve à superposição de dois estratos no mesmo sistema aquífero. O estrato superior, relacionado ao pacote de materiais oriundos do intemperismo das rochas ígneometamórficas, apresenta uma porosidade primária, granular, geralmente bastante heterogênea. É um estrato que se comporta como aquífero livre e que, na região, pode atingir espessuras superiores a 100 metros. Abaixo deste estrato, as rochas são, e/ou pouco intemperizadas, apresentam uma criptotopografia composta por cristas e vales, esses últimos correspondendo às linhas de maior aprofundamento do intemperismo, onde se alojam os volumes de água infiltrados. Os dois estratos são, geralmente, conectados, mas situações de confinamento parcial podem ocorrer. No caso da área de interesse, a interpretação dos relatos da bibliografia parece indicar a predominância da situação de conexão.

Em geral, os poços abertos neste tipo de aquíferos costumam fornecer baixos rendimentos, da ordem de alguns m^3/h , com forte rebaixamento de nível. Quando bem localizados, principalmente com relação às redes de anisotropias geradas pelos lineamentos tectônicos, eles podem ser responsáveis por rendimentos bem mais altos, que podem, como na área de interesse, atingir $90,0 m^3/h$ (AGEVAP, 2007 e EPE, 2007).

Em estudo elaborado pelo INEA (2012) para o estado do Rio de Janeiro, as rochas ígneas e metamórficas são apontadas como detentoras de média a alta favorabilidade à exploração, podendo produzir vazões até $5,00 m^3/h$ ou mesmo maiores. Por outro lado, o mapeamento hidrogeológico brasileiro de CPRM (2002) com base na litologia aponta aquelas rochas como as produtoras de menor rendimento dentre os aquíferos fissurais, e estas como detentoras de maior

potencial produtivo. De qualquer maneira, vale ressaltar que as vazões médias passíveis de ser exploradas em aquíferos desse tipo, seja de origem ígnea, seja metamórfica, não alcançam aquelas produzidas por sistemas sedimentares de boa qualidade, conforme destacou INEA (2012).

Dois trabalhos recentes, realizados para determinadas áreas de contribuição dos rios Pomba e Muriaé (Gonçalves *et al.*, 2005, 2008), detectaram maiores rendimentos específicos associados à descarga de base em cursos de água daquela bacia em relação aos desta, além de coeficientes de esgotamento menores, o que indica a existência de condições para uma grande capacidade de infiltração e armazenamento. Sabendo-se que as constituições litológicas em ambas as bacias são semelhantes, o que poderia explicar maior favorabilidade à produção aquífera na bacia do rio Pomba seria a importância de seu recobrimento por materiais de intemperismo, como os latossolos dominantes na mesma. Na bacia do rio Preto, espera-se que ocorra comportamento hidrogeológico semelhante ao da bacia do rio Muriaé, pois em ambas as áreas, as coberturas pedológicas são constituídas de solos argilosos e de espessura reduzida, o que não confere nem porosidade e nem volume suficientes para a constituição de um aquífero com características de granular superficial. As condições gerais desta bacia apontam, portanto, para a predominância de comportamento hidrogeológico em conformidade com aquíferos fissurais, comparável ao da bacia do rio Muriaé.

De qualquer forma, pode-se obter rendimentos razoáveis caso se instalem poços em planos de falhas e fraturas nesta sub-bacia, conforme mostra o Mapa de Favorabilidade Hidrogeológica do Estado do Rio de Janeiro (CPRM, 2000), elaborado no âmbito do Projeto RJ (CPRM, 2001), e onde constam espacializados diversos poços levantados pela CPRM. Percebe-se que a maioria dos poços localizados na porção fluminense da bacia do rio Preto situa-se sobre sistemas de falhas e fraturas de abrangência regional, produzindo vazões entre 10,0 m³/h e 50,0 m³/h.

Finalmente, no presente estudo foi elaborado um mapa de densidades de poços cadastrados seja no IGAM, seja no SIAGAS. Por meio desta representação, observou-se que, diferentemente das demais sub-bacias avaliadas neste estudo, não há importantes concentrações de poços, à exceção de Valença, principal cidade desta área. Essa constatação pode estar ligada ao número reduzido de centros urbanos na bacia e à existência de áreas de conservação ambiental em parte de suas cabeceiras (APAs e PARNA Itatiaia). Por outro lado, devido às diferentes bases de dados sobre poços que foram utilizadas nesta AAI e à escassez de estudos hidrogeológicos na região, não é possível afirmar que haja peculiaridades geológicas locais ou regionais nesta sub-bacia em relação às demais que expliquem a baixa densidade de poços para exploração de água subterrânea.

Com base nessas informações, destacaram-se como aspectos relevantes dos recursos hídricos subterrâneos os seguintes elementos:

- O caráter fissural dos aquíferos bem afirmado, além da possibilidade de fornecimento de rendimentos expressivos, embora de importância localizada;
- A baixa utilização da água subterrânea, comparativamente às demais sub-bacias avaliadas;
- A divisão dos aquíferos em duas porções, de acordo com a litologia da área: aquíferos em rochas metamórficas e em rochas ígneas. A favorabilidade à produção de água subterrânea depende de uma série de fatores além da litologia, e pode variar significativamente dentro de cada domínio ora definido;
- Segundo EPE (2007), *"De acordo com a metodologia e índices de potabilidade propostos em termos de salinidade, dureza e adsorção de sódio, a porção correspondente ao trecho mineiro da bacia do Paraíba do Sul apresenta predominância de águas favoráveis para irrigação. Há predominância de áreas com águas de boa qualidade (superior a 90%) para o abastecimento público, encontrando-se em alguns trechos águas com qualidade inferior, porém toleráveis, para o abastecimento"*.

1.1.5 Solos agrícolas

Outro aspecto relevante da bacia refere-se ao uso agrícola dos solos, no diagnóstico, avaliado pela aptidão agrícola.

A bacia hidrográfica situa-se em uma região de relevo acidentado (montanhosa), com a predominância de morros, juntamente com a dominância de solos com baixa fertilidade e intensa atividade agrícola e pecuária, que intensificam a ocorrência de processos erosivos e de degradação das áreas agricultáveis.

Os solos que predominam na área da bacia hidrográfica são os Latossolos Vermelho-Amarelos e Argissolos Vermelho-Amarelos, situados nos relevos mais movimentados, de ondulado a montanhoso, desenvolvidos principalmente em materiais derivados de granitos, gnaisses e xistos. Nas partes onde o relevo apresenta um declive ainda mais forte predominam os Neossolos Litólicos e os Cambissolos, os quais limitam a utilização dos solos para agricultura.

Nas áreas de menor declividade prevalecem os Gleissolos e Neossolos Flúvicos, ambos com aptidão restrita a lavouras; e ainda têm-se os Neossolos Quartzarênicos que devem ser mantidos para preservação da fauna e flora locais.

A classificação da aptidão agrícola dos solos da bacia revela que a área tem pouca aptidão para agricultura. Dos solos presentes dentro dos limites da bacia, nenhum possui aptidão regular para culturas de ciclo curto e longo e 30,78% da área têm aptidão restrita (classe 3) para lavouras. Cerca de 40 % das terras tem aptidão regular para lavoura.

Tabela 2: Classificação dos solos na bacia do rio Preto

Unidade de Mapeamento	Aptidão agrícola	Classes de aptidões agrícolas	Porcentagem (%)
PVAe2	3(abc)	Terras com aptidão restrita para lavoura em todos os níveis de manejo	0,20
LVAAd4, LVAAd7, LVAAd2, LVAAd3, LVAAd6, LVd1, PVAd3, LVAAd1	3(bc)	Terras com aptidão restrita para lavoura nos níveis de manejo B e C	11,72
GXbd	3(bc)**	Terras com aptidão restrita para lavoura nos níveis de manejo B e C. Presença de unidades de solos com aptidão inferior à representada.	0,1

A facilidade de instalação de processos erosivos se deve ao favorecimento da ocorrência de enxurradas, dada à declividade elevada, a ausência de práticas conservacionistas e o uso inadequado do solo, além da sua capacidade de suporte.

Deslizamentos de encostas em estradas e cidades, assoreamento dos cursos d'água, grande extensão de terras improdutivas, decadência da atividade agropecuária e êxodo rural são os principais impactos negativos da erosão acelerada das terras na bacia e que vêm se acumulando e se agravando ano após ano.

Os estudos de suscetibilidade à erosão dos solos da bacia hidrográfica do rio Preto revelam que cerca de 80% das terras da bacia têm suscetibilidade forte a muito forte à erosão, o que torna este fator importante para o gerenciamento do uso e ocupação do solo.

Segundo a avaliação feita no diagnóstico cerca de 18% da área da bacia tem características de forte a muito forte de suscetibilidade à erosão das terras.

Tabela 3: Tipo de solo suscetível à erosão na Bacia do rio Preto

Unidade de Mapeamento	Suscetibilidade à erosão	Porcentagem (%)
GXbd	Nula	0,10
LVAAd4, LVAAd5	Moderada	4,04
LVAAd7, LVAAd2, LVAAd3, LVAAd6, LVAAd1, LVd1, LVd2	Forte	7,66
PVAe2, PVAd3, PVAd1, PVAe3, PVAd2	forte/muito forte	1,80
AR1, AR2, CXbd7, RLd, CXbd1, PVAe1, CXbd4, CXbd2, CXbd6, CXbd5, CXbd3	muito forte	15,73

Dessa forma de um indicador de suscetibilidade a erosão mostrará as áreas mais sensíveis a erosão e poderá servir de base também ao mapeamento de escoamentos de massa.

1.2 MEIO BIÓTICO

1.2.1 Qualidade da Água

O presente estudo teve por objetivo traçar um panorama das condições hídricas da bacia do rio Preto por meio do uso de indicadores de qualidade da água, os quais permitem avaliar e interpretar de forma mais objetiva as condições do recurso em meio a um amplo conjunto de parâmetros analisados. Esses indicadores configuram um valioso instrumental de análise, uma vez que permitem traçar uma linha evolutiva das interferências das atividades produtivas no ambiente e avaliar a efetividade das ações sobre a qualidade das águas. Quanto aos ambientes aquáticos formados pelos reservatórios, foram lançadas bases teóricas e metodológicas que auxiliem na avaliação futura do diagnóstico e prognóstico de qualidade das águas nas represas de empreendimentos hidrelétricos existentes e planejados nas sub-bacias de interesse.

O diagnóstico de qualidade da água se baseou na avaliação de um conjunto de dados obtidos de estações de monitoramento geridas pelos órgãos estaduais gestores de recursos hídricos IGAM (Instituto Mineiro de Gestão das Águas) e INEA (Instituto Estadual do Ambiente – Rio de Janeiro).

Para cálculo dos indicadores selecionados, foram selecionados os parâmetros que eram concordantes nos planos de monitoramento dos Estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro. Os analitos foram extraídos, consistidos e analisados estatisticamente, optando-se por utilizar o histórico de dados mais recente, correspondente aos anos completos de 2009, 2010 e 2011. Ademais, realizou-se uma análise do conjunto geral dos dados incluindo-se o monitoramento referente ao ano de 2012, este com dados históricos incompletos.

Os resultados obtidos foram utilizados para a confecção dos seguintes indicadores de qualidade da água: (i) Índice de Qualidade da Água (IQA), o qual representa as condições de qualidade da água através do produtório dos valores ponderados de nove parâmetros pré-estabelecidos (coliformes termotolerantes, pH, DBO5, nitrogênio total, fósforo total, temperatura, turbidez, sólidos totais e oxigênio dissolvido); (ii) Índice de Estado Trófico, que exprime o grau de fertilização do corpo de água, associando parâmetros que remetem à causa (nutriente limitante – Fósforo Total) e à consequência (concentração de Clorofila a) do processo de potencial eutrofização, tendo sido utilizado somente o primeiro parâmetro mencionado no presente caso; e (iii) Índice de Conformidade ao Enquadramento (ICE), que caracteriza a condição de aderência das condições de qualidade da água do corpo hídrico ao enquadramento atualmente vigente ou proposto.

Na bacia do rio Preto, foram identificadas somente três estações de monitoramento de qualidade da água, todas elas pertencentes ao IGAM. Duas delas, por terem tido a operação iniciada em meados de 2011, não puderam ser incorporadas ao estudo. A estação remanescente localiza-se no baixo curso do rio Preto, próximo a sua foz no rio Paraibuna.

O panorama elaborado a partir dos referidos indicadores na bacia do rio Preto permite definir como aspectos relevantes de qualidade das águas superficiais os elementos a seguir:

- IQA bom, IET mesotrófico e ICE ruim, para o período que engloba desde 2009 até parte de 2012;
- Ausência de monitoramento em outros cursos de água da bacia, como o rio das Flores, que recolhe drenagens menores que passam pela cidade de Valença;
- Monitoramento recente na alta e média porção do rio Preto (de meados de 2011 em diante), o que dificulta o estabelecimento do comportamento médio desse curso de água em sua maior extensão;
- Apesar do monitoramento predominantemente recente, alguns parâmetros ultrapassaram limites de classe em algumas medições, como coliformes termotolerantes, fósforo total, ferro dissolvido e mercúrio total, e devem ser objeto de atenção na análise de resultados nas próximas campanhas;
- O panorama de qualidade das águas na bacia do rio Preto é, de forma geral, mais favorável do que nas demais sub-bacias, devido à baixa densidade de ocupação humana em sua área, à predominância de campos e pastagens e à elevada declividade do curso de água, fator que favorece a autodepuração.

Nesse caso, sugere-se a adoção do IQA e do IET como indicadores ambientais de qualidade das águas superficiais.

Em adição, pode-se elaborar um indicador de sensibilidade da qualidade da água para os ecossistemas aquáticos a partir das seguintes variáveis: IQA, IET, proximidade de áreas urbanas e industriais, e também de áreas agrícolas.

1.2.2 Ecossistemas aquáticos

A bacia do rio Preto, assim como o todo o sistema do rio Paraibuna, apresenta origem geológica mista, sendo parte derivada de captura de cabeceiras da bacia do rio Grande e outra associada à evolução da calha do rio Paraíba do Sul.

Existem fortes indícios de que o Rio Preto tinha seu atual alto curso direcionado para o Rio Grande e, portanto, fazia parte da grande bacia interiorana do Rio Paraná. Essa ligação pretérita entre o Rio Preto e o Rio Grande foi rompida por uma captura fluvial que direcionou as águas da alta bacia do Rio Preto para a depressão tectônica do Rio Paraíba do Sul, e conseqüentemente, causou uma notável e imediata migração do divisor regional rumo ao interior continental. Como resultado deste evento formou-se, na retaguarda da borda de falha da Bacia de Resende, o vale suspenso do alto Rio Preto.

Como destaca REZENDE (2013) Uma evidência desta captura é a presença de um *knickpoint* no Rio Preto que marca a transição brusca do seu alto curso localizado no vale suspenso para o seu médio curso já inserido na depressão do Rio Paraíba do Sul.

Nesta acentuada ruptura de declive o Rio Preto apresenta aspecto encachoeirado em uma imponente queda de quase 300 m. O limite oriental do vale suspenso encontra-se a 900 m de altitude e marca o início do trecho localmente conhecido como Cachoeira da Fumaça.

Na base do trecho encachoeirado, a 620 m de altitude, o rio apresenta um gradiente moderado, que já se mostra parcialmente adaptado ao nível de base da depressão tectônica (REZENDE, op. cit).

Por outro lado, os cursos médio e inferior fazem parte da história de formação de parte do proto-Paraíba do Sul, integrando um sistema que, após receber a drenagem do Paraíba e Piabanha fluía em sentido contrário ao atual, desaguardo nas proximidades da baía de Sepetiba.

Esta história geológica encontra-se até o presente refletida no padrão de distribuição das ictiocenoses.

Assim, verifica-se que, em termos funcionais, o rio Preto atua como um contínuo do rio Paraíba do Sul representando corredor de fluxo de fauna até as proximidades de Santa Rita do Jacutinga. Em paralelo, deste ponto para montante e em sua rede de drenagem da margem esquerda observa-se alto grau de endemismos com grupos ictiofaunísticos que são testemunhos das capturas fluviais.

Sua porção inferior integra o conjunto de ambientes que, originalmente, garantiam a produtividade do Domínio das Corredeiras (sensu BIZERRIL, 1997) do Rio Paraíba do Sul.

1.2.3 Ecossistema Terrestre

A Mata Atlântica é formada por vários ecossistemas diferentes que conferem ao Bioma uma grande diversidade de paisagens. Definidas pelo CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) em 1992, os ecossistemas que compõem a Mata Atlântica são: Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Semidecidual, Mangues e Restingas. A proteção do CONAMA se estende não só à mata primária, mas também aos estágios sucessionais em áreas degradadas que se encontram em recuperação. A mata secundária é protegida em seus estágios inicial, médio e avançado de regeneração.

Dentro da riquíssima fauna existente na Mata Atlântica, algumas espécies possuem ampla distribuição, podendo ser encontradas em outras regiões, como são os casos da onça-pintada, onça-parda, gatos-do-mato, anta, cateto, queixada, al-

guns papagaios, corujas, gaviões e muitos outros. Esse bioma inclui também 1020 espécies de pássaros, 261 espécies de mamíferos, 197 de répteis, 340 de anfíbios e 350 de peixes. Das 1711 espécies de vertebrados, 700 são endêmicas, sendo 55 espécies de mamíferos, 188 de aves, 60 de répteis, 90 de anfíbios e 133 de peixes. De acordo com Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), a Mata Atlântica abriga hoje 383 dos 633 animais ameaçados de extinção no Brasil. Desses, pelo menos 28 espécies estão criticamente ameaçadas, dos quais metade são pássaros (Brooks & Balmford, 2003).

Além de apresentar uma fauna bastante diversificada, é rica em espécies endêmicas, sendo o bioma que apresenta maior diversidade. São os casos das 73 espécies de mamíferos, entre elas 21 espécies e subespécies de primatas. No total, a Mata Atlântica abriga quase mil espécies de aves, 370 espécies de anfíbios, 200 de répteis, 270 de mamíferos e cerca de 350 espécies de peixes (Apremavi).

Segundo levantamento da Conservação Internacional, a maior parte das espécies da lista publicada pelo Ministério do Meio Ambiente habita a Mata Atlântica. Do total de 265 espécies de vertebrados ameaçados, 185 ocorrem nesse bioma (69,8%), sendo 100 (37,7%) deles endêmicos. Das 160 aves da relação, 118 (73,7%) ocorrem nesse bioma, sendo 49 endêmicas. Entre os anfíbios, as 16 espécies indicadas como ameaçadas são consideradas endêmicas da Mata Atlântica. Das 69 espécies de mamíferos ameaçados, 38 ocorrem nesse bioma (55%), sendo 25 endêmicas, como muriqui, também conhecido como mono-carvoeiro (*Brachyteles arachnoides*), o maior primata do continente americano e o maior mamífero endêmico do território brasileiro. Entre as 20 espécies de répteis ameaçadas, 13 ocorrem na Mata Atlântica (65%), sendo 10 endêmicas, a maioria com ocorrência restrita aos ambientes de restinga, um dos mais pressionados pela expansão urbana. Estão nessa categoria espécies como a lagartixa-da-areia (*Liolaemus lutzae*), a jibóia-de-Cropan (*Corallus cropanii*) e a tartaruga-de-couro (*Dermochelys coriacea*).

Quanto à fauna do médio Paraíba do Sul, os animais que ocorriam originalmente na região permanecem representados nas áreas de preservação ambiental e nas matas esparsas, apesar de certas espécies encontrarem-se, atualmente, em acentuada fase de extinção, devido à precariedade das condições ecológicas. Dentre os mamíferos, a capivara, o cachorro do mato, a onça parda ou suçuarana, o porco do mato, a queixada ou cateto, o cachingelê ou esquilo, a paca, a lontra, a preguiça, o gato do mato, o veado mateiro, a cutia, o furão, o tamanduá mirim, a jaguatirica, a onça pintada e os macacos – sauá, mono ou muriqui, bugio ou barbado e o mico ou sagui estão entre os que se acham em processo de decréscimo populacional, juntando-se ao mão pelada, ao tatu-molita do rabo mole, ao ouriço caixeiro, ao préa, ao gambá, ao coelho tapiti, a cuíca e ao prego.

Dos répteis – jacaré, jabuti, cágado, camaleão e lagarto, somente este último não se encontra ameaçado.

Da enorme variedade de aves existentes na região, 50% correm o risco de extermínio, devido à caça predatória e à poluição ambiental. Na categoria das aves, o irerê, o anu branco e preto, o peixe frito, o mergulhão e a saracura estão entre os que se encontram preservados, assim como o canário, o gaturano, a saíra, o tico-tico, o trincaferro, o coleiro, o sabiá, o joão-de-barro, o bem-te-vi, o melro, o sanhaço, o tié sangue e o tiziu, o mesmo não sucedendo com o curió, o pintasilgo, o pichochó, o macuco, o inhambu, o chororó, o guacu, o chitã, a garça, o socó, o vavacu, o marreco toucinho, o biguatinga, o frango d'água azul, o colheireiro, o cabeça seca, o jaguaçu, o uru, a alma de gato e a jaçanã. Algumas variedades de gaviões, tais como o casaca de couro, o caracará, o pinhe e o caraúcho não se encontram em perigo de extinção, enquanto o pato, o pega macaco e o real estão em vias de desaparecimento.

Entre os espécimes de corujas ameaçados encontram-se a suindara, o corujão da mata virgem, o morucututu, o caburé do sul, a mãe da lua e o uruteu. Preservam-se a botaqueira e os curiangus. Também o beija-flor, o pica-pau e os periquitos verde, tuim e maracanã. As maitacas e os papagaios não tiveram a mesma sorte, assim como os tucanos do bico verde e o araçari banana.

1.2.3.1 Cobertura Vegetal

A Mata Atlântica corresponde a aproximadamente 13% do território brasileiro (IBGE, 2004). Essa formação vegetal já ocupou um espaço geográfico bem maior, porém, está hoje muito reduzida em área (7,2% conforme o INPE). O acesso e a penetração no seu interior é mais fácil nas áreas de preservação ambiental, como parques nacionais e estaduais e reservas ecológicas. Grande parte dessa floresta remanescente já teria sido devastada, apresentando-se atualmente na condição de mata secundária. As matas originais acham-se acantonadas nas gargantas do relevo, nos grotões e nas escarpas altas e muito íngremes, lugares de difícil acesso, onde a ocupação humana torna-se quase inviável e desinteressante.

Infelizmente, devido às constantes perturbações antrópicas, a Mata Atlântica é também o bioma mais ameaçado do mundo. Sabe-se que atualmente 60% da população brasileira encontram-se na vasta extensão desse bioma.

Neste bioma encontra-se a maior Reserva da Biosfera em área florestal entre as 440 Reservas declaradas pela UNESCO em 97 países. A Reserva da Biosfera da Mata Atlântica com cerca de 35.000.000 hectares envolve 15 estados brasileiros. No âmbito internacional a Mata Atlântica possui também quatro áreas reconhecidas como Sítio do Patrimônio Mundial Natural.

A Mata Atlântica detém cerca de 20 mil espécies de plantas vasculares, das quais aproximadamente seis mil são restritas a esse bioma. Além da diversidade das plantas, o bioma possui uma rica fauna associada.

Existem diversas fitofisionomias contidas nesse bioma, dentre as quais destacam-se: Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Ombrófila Mista ou Floresta de Araucárias, Floresta Estacional Semidecidual ou Floresta Tropical Subcaducifólia, Floresta Estacional Decidual, Formações Pioneiras e Encraves de Cerrado e Estepe e Zonas de Tensão Ecológica.

A estrutura da Mata Atlântica varia conforme os seus subtipos. A floresta ombrófila ou higrófila, perenifólia, mantém sua folhagem em caráter permanente, promovendo uma intensa evapotranspiração, com uma incidência de luz solar enfraquecida nos seus estratos inferiores. Já a floresta mesófila subcaducifólia, ou semidecídua, e a floresta tropófila, tem comportamento diferente, pois perdem uma parte considerável de sua folhagem durante o período de estiagem, reduzindo a transpiração e permitindo a penetração da luz solar no seu interior com mais facilidade. Nela a competição pela luz é menor, a floresta fica mais baixa e há menor número de epífitas. Sua estrutura horizontal ostenta forte densidade, um caráter de mata fechada, justamente pelo fato de haver grande número de espécies vegetais concentradas num pequeno espaço. Soma-se a isso a exuberância permanente da vegetação, verde e viçosa o ano todo, característica atribuída à ausência de um período de repouso vegetativo anual, fato inerente às regiões tropicais úmidas e superúmidas. Nenhum período de frio rigoroso, nenhuma estação seca prolongada vem alterar a regularidade climática dominante e nem perturbar a continuidade dos processos vegetativos na comunidade florestal (PEREIRA, 2009).

As lianas e as epífitas são formas de vida que, por estarem competindo pela luz, se agregam aos estratos médio e superior. Tudo nessa folhagem favorece o livre escoamento das águas pluviais: as árvores possuem folhas acuminadas, enquanto as folhas das plantas rasteiras são grandes, lisas e impermeáveis, pelas quais as águas escorrem sem se acumular. Já nos recantos sombrios e úmidos, aonde a luz chega com dificuldade, proliferam os musgos, líquenes, hepáticas e fungos.

O chão da floresta, em geral muito úmido, é recoberto por uma espessa serapiheira ou manta, constantemente reabastecida pelos troncos e galhos caídos, pelas folhas caducas e outros detritos orgânicos. Todo esse material residual, que constitui o húmus bruto, é logo processado pelos seres saprófitos ou decompositores.

Sua composição florística é extremamente variada, com grande biodiversidade, tanto em termos taxonômicos como em termos de formas de vida e de tamanho dos vegetais. Predominam nessa formação florestal, dentre as árvores, membros das famílias das leguminosas, bignoniáceas, lauráceas, meliáceas, mirtáceas, apocináceas, rutáceas, entre tantas outras. No estrato rasteiro, são mais frequentes as plantas herbáceas das famílias das musáceas (helicônias), marantáceas, zingiberáceas, begoniáceas e algumas espécies de bromeliáceas terrestres. No grupo das epífitas, ocorrem numerosas espécies das famílias das aráceas (filodendros), bromeliáceas e orquídeas, que muito contribuem para a ornamentação interna da mata. Determinadas plantas destacam-se ora pelo seu porte

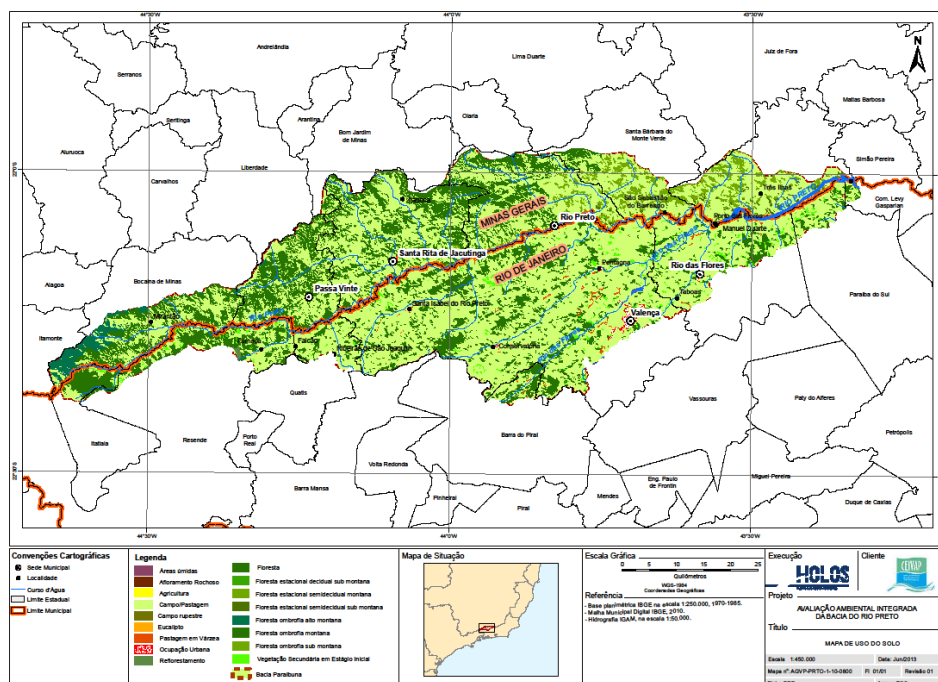


avantajado, ora pela sua beleza ou valor econômico, como as figueiras (gên. *Ficus* e *Urostigma*), a juçara (*Euterpe edulis*), o feto arborescente ou samambaiagu (*Cyathea schanschin*) e a minúscula bromeliácea pendente, conhecida por “barba-de-velho” (*Tillandsia usneoides*), muito comum em algumas árvores da floresta subtropical, na condição de epífita (PEREIRA, 2009).

Grande parte dos autores que escreveram sobre a Mata Atlântica avaliou a altura média de suas árvores (dossel) em 25 a 30 metros, porém, esses valores abaxam na “mata seca”, na “mata-de-cipó” (15 a 20 metros) e nas matas de altitude ou nebulares (oito a dez metros).

Na Mata Atlântica, são exploradas inúmeras espécies florestais madeireiras e não madeireiras (caju, palmito araucária, erva-mate, plantas medicinais, ornamentais, piaçava, cipós, caixeta etc). Grande parte da exploração dessas e outras espécies é feita de forma predatória do ponto de vista ambiental, social e econômico, tem caráter clandestino e muitas vezes está associada ao tráfico internacional de espécies.

De acordo com Silva (2003) a Bacia do Rio Preto encontra-se inserida no bioma da Mata Atlântica onde, originalmente, teria prevalecido uma vegetação do tipo Mata Ombrófila Densa e Mata Ombrófila Montana. Hoje, entretanto prevalece uma vegetação marcada por fragmentos florestais e extensas áreas coberta por gramíneas, com fundos de vale alagados, brejos e vegetação mais rarefeita nos afloramentos de sedimentos quartzíticos. Historicamente esta área foi utilizada para extração de madeiras e criação de gado leiteiro (atividade que se encontra em declínio), explicando, assim, a distribuição de pastagens com gramíneas.



Mapa 1: Uso do solo e cobertura vegetal – rio Preto.¹

Fragmentos florestais estudados no âmbito do processo de licenciamento de pequenas centrais hidrelétricas no ribeirão Santana apontam para a alta riqueza biológica da fauna remanescente.

1.2.3.2 Áreas Protegidas

As Áreas Protegidas são criadas para garantir a sobrevivência da flora e da fauna. No Brasil, existem dois tipos de áreas protegidas: as públicas e as privadas ou particulares.

As áreas protegidas públicas são chamadas de unidades de conservação e são divididas em diferentes categorias, de acordo com seus objetivos. O Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) institui duas categorias de unidades de conservação: Unidades de Proteção Integral e Unidades de Uso Sustentável.

Já as áreas protegidas privadas, encontram-se em propriedades particulares e segundo o Código Florestal, todas devem manter uma área de Reserva Legal e preservar as Áreas de Preservação Permanente, além de terem a opção de criar Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN).

Atualmente, segundo o I Relatório Nacional para Convenção da Diversidade Biológica o Brasil conta com 8,13 % do território brasileiro legalmente protegidos. Pode-se verificar que o total de área protegida ainda é insuficiente para a con-

¹ Este mapa encontra sob nome de AGVP-PRTO-1-10-0800 Mapa Uso do Solo no Caderno de Mapas

servação dos recursos naturais e da grande e complexa biodiversidade brasileira e que as Unidades de Conservação já criadas ainda não atingiram os objetivos efetivamente

Na bacia do Rio Preto, ocorrem diversas áreas prioritárias para conservação determinadas pelo Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira – PROBIO (Ministério do Meio Ambiente 1999). Estas áreas representam regiões prioritárias para ações de conservação da diversidade biológica, definidas a partir de critérios básicos que dizem respeito à importância biológica desde o nível de espécies até o das grandes paisagens. As áreas mapeadas pelo PROBIO representam locais de ocorrência de endemismo, de espécies raras e ameaçadas, de espécies migratórias e de interesse econômico, de uso cultural ou tradicional ou grandes extensões contínuas de cobertura vegetal nativa (da ordem de 100.000 ha ou mais), representando corredores biológicos regionais.

Estas ações prioritárias para estas áreas abrangem a proteção (criação de unidades de conservação), o estudo científico (inventários), o uso direto dos recursos bióticos e a restauração ou recuperação de áreas antropizadas. As recomendações agrupam-se especificamente em seis grandes tópicos: mudanças de enfoque, corredores ecológicos e proteção regional, articulação de políticas e órgãos governamentais, legislação, consolidação das unidades de conservação, inventários, monitoramento e pesquisa.

Nesse aspecto, ressalta-se a importância das ações ambientais existentes na bacia do rio Paraíba do Sul como fundamentais no papel de proporcionar um ambiente preservado e capaz de funcionar como refúgio para as espécies que, por intervenção antrópica, são expulsas de seus habitats originais. Esta afirmação é feita com base no resultado obtido no levantamento realizado para este estudo, onde se verificou que hoje a forma mais eficaz de garantir a manutenção da biodiversidade que ainda existe nesta bacia é através da manutenção e criação das unidades de conservação.

Na Bacia do Rio Preto, destacam-se quatro áreas prioritárias, conforme tabela abaixo. A Área Tampão Itatiaia apresenta como característica a preservação de Fragmentos de Mata Atlântica primária. Já conservatória visa o levantamento de mamíferos, aves, anfíbios e répteis, remanescentes florestais. A região de Juiz de Fora tem como característica preservar a alta riqueza de espécies de aves raras e ameaçadas.

Tabela 4: Distribuição das Áreas Prioritárias que estão inseridas na Bacia do Rio Preto, de acordo com a Portaria 126, de 27 de maio de 2004, o Ministério do Meio Ambiente.

Nome da área do PROBIO sob influência do trecho estudado	Código	Área	Importância	Prioridade
Área Tampão Itatiaia	Ma 255	376 km ²	Muito Alta	Alta
Conservatória	Ma 257	602 km ²	Muito Alta	Muito Alta
Rio Preto (MG)	Ma 279	2336 km ²	Extremamente Alta	Muito Alta
Região de Juiz de Fora	Ma 284	1187 km ²	Alta	Muito Alta

Com o objetivo de proteger os biomas brasileiros, inclusive a Mata Atlântica, vem crescendo em todo o país a criação de Unidades de Conservação com o incentivo do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - Ibama. Tendo por base o Decreto n.º 1.922 de 06/06/96, o SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação, Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000 e mais recentemente a Instrução Normativa n.º 24 de 14 de abril de 2004.

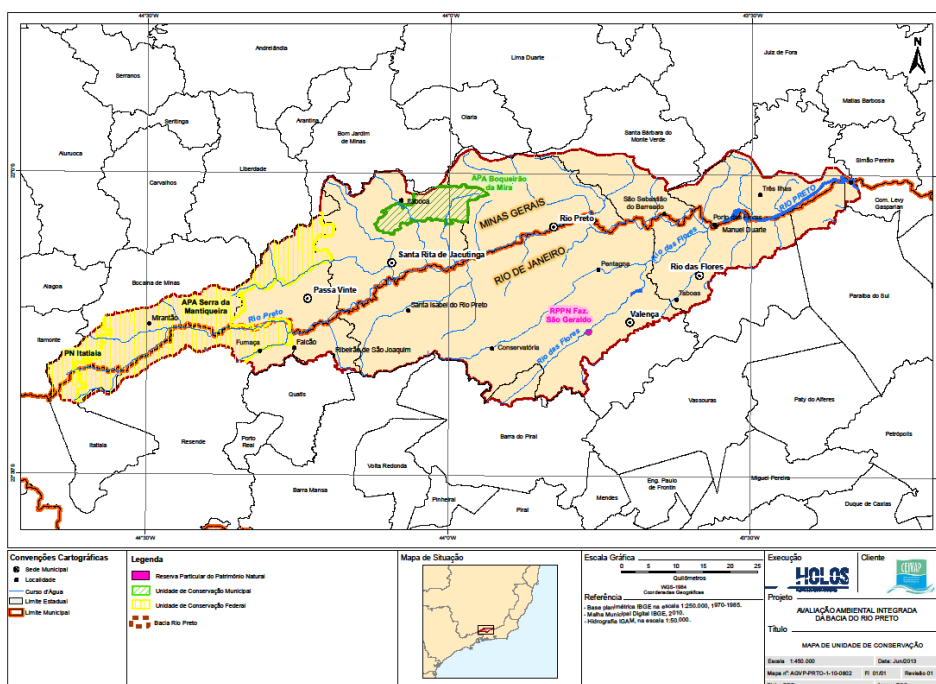
De acordo com Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC) /MMA, na Bacia do Rio Preto, estão localizadas duas Unidades de Conservação, no estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais.

Tabela 5: Distribuição das Unidades de Conservação que estão inseridas na Bacia do Rio Preto, de acordo com Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC) /MMA.

Unidade de Conservação	Município/ Estado	Bioma
PARNA de Itatiaia	Bocaina de Minas, Itamonte / MG Itatiaia, Resende / RJ	Mata Atlântica
Parque Estadual Serra do Papagaio	Aiuruoca, Alagoa, Baependi, Itamonte, Pouso Alto / MG	Mata Atlântica

O Parque Nacional de Itatiaia tem como objetivo básico a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico. Já o Parque Estadual Serra do Papagaio propõe proteger a biodiversidade da mata atlântica, os campos de altitude, os bosques de araucária, as águas e as belezas cênicas da Mantiqueira, contribuindo para melhoria da qualidade de vida do entorno, através da valorização das comunidades e das atividades que gerem alternativas de renda ambientalmente sustentáveis.

Embora o curso superior do rio esteja dentro dos limites do Parque Nacional de Itatiaia, verifica-se a baixa representatividade de unidades de proteção integral na bacia.



Mapa 2: Unidades de conservação – rio Preto²

Fragmentos florestais estudados no âmbito do processo de licenciamento de pequenas centrais hidrelétricas no ribeirão Santana apontam para a alta riqueza biológica da fauna remanescente.

1.3 MEIO SOCIOECONOMICO

A Bacia Hidrográfica do rio Preto possui uma área total de 3.392,11 km² e abrange 9 municípios cariocas e 12 municípios mineiros. No Rio de Janeiro o município de Valença é o que contribui com maior área territorial e em Minas Gerais a maior contribuição é do município de Santa Rita do Jacutinga.

Tal como para as demais bacias aqui tratadas se adotou os mesmos critérios visando definir o território representativo da bacia do rio Preto – municípios que participam da bacia com mais de 100km² de seu território e com percentual de contribuição de mais de 5%; municípios com áreas especiais dentro da bacia; e, municípios cuja sede municipal é atravessada pelo rio. Com isso foi possível privilegiar a especificidade dos processos socioeconômicos e a multiplicidade de relações daí decorrentes.

A seguir se pode observar o território integral da bacia e nele a participação de cada município (Tabela 6). E, na sequência, apresenta-se o mapa com as principais cidades da bacia.

² Este mapa encontra sob nome de AGVP-PRTO-1-10-0802 Mapa Unidades de Conservação no Caderno de Mapas

Tabela 6: Malha Municipal do rio Preto

UF	Município	Área (km ²)	Hectares (ha)	Área Município (%)
Rio de Janeiro	Barra do Piraí	37,99	3799,40	1,12
	Barra mansa	0,14	13,72	0,00
	Comendador Levy Gasparian	11,31	1130,99	0,33
	Itatiaia	42,05	4204,57	1,24
	Paraíba do Sul	53,06	5305,95	1,56
	Quatis	75,34	7533,75	2,22
	Resende	145,82	14581,70	4,30
	Rio das Flores	272,62	27262,42	8,04
	Valença	1114,88	111488,29	32,87
Minas Gerais	Belmiro Braga	209,78	20978,25	6,18
	Bocaina de Minas	239,23	23922,52	7,05
	Bom Jardim de Minas	29,22	2921,58	0,86
	Itamonte	0,45	44,94	0,01
	Juiz de fora	0,28	27,91	0,01
	Liberdade	2,44	243,72	0,07
	Olaria	0,58	58,16	0,02
	Passa-Vinte	235,59	23559,17	6,95
	Rio Preto	340,20	34019,99	10,03
	Santa Bárbara do Monte Verde	164,72	16471,65	4,86
	Santa Rita de Jacutinga	416,38	41638,15	12,28
	Simão Pereira	0,03	2,73	0,00

Considerando a integralidade do território da bacia tem-se com relação ao território fluminense que uma parte da área da bacia está associada ao Eixo Rio de Janeiro – São Paulo cuja dinâmica é orientada pela presença da rodovia a BR-116 (Rodovia Presidente Dutra) e outra, embora também esteja sob influência dessa rodovia, estabelece, através da rodovia a BR-393, a conexão com a rodovia BR-040, que liga o Rio a Belo Horizonte, passando por Juiz de Fora. Essa porção da bacia, abriga uma área bastante industrializada, destacando-se o eixo Volta Redonda³ - Barra Mansa - Resende. Esses três municípios juntos influenciam diretamente grande parte da região e de parcela da região Centro-Sul Fluminense. Valença e Barra do Piraí são importantes municípios industriais em expansão. Na bacia, além da indústria, a agropecuária é outra atividade de destaque no Médio Paraíba, sendo a região uma das maiores produtoras de leite do Estado.

A ocupação da bacia é compartilhada por algumas áreas urbano-industrial de significativo adensamento populacional - Barra Mansa e Resende, no Rio de Janeiro - e áreas de produção agrícola. A maior porção da bacia se insere na Zona da Mata Mineira e a maior porção do trecho fluminense da bacia pode ser considerada como uma área contígua e historicamente ligada à Zona da Mata Mineira. Nesse contexto embora o município de Juiz de Fora, detenha o maior contingente populacional, sua participação na bacia é pouco significativa correspondendo 0,01 % de seu território; ou seja não participa da área representativa da bacia.

A figura a seguir apresenta a integralidade do território da bacia hidrográfica do rio Preto:

³ Volta Redonda não pertencente à bacia do rio Preto.

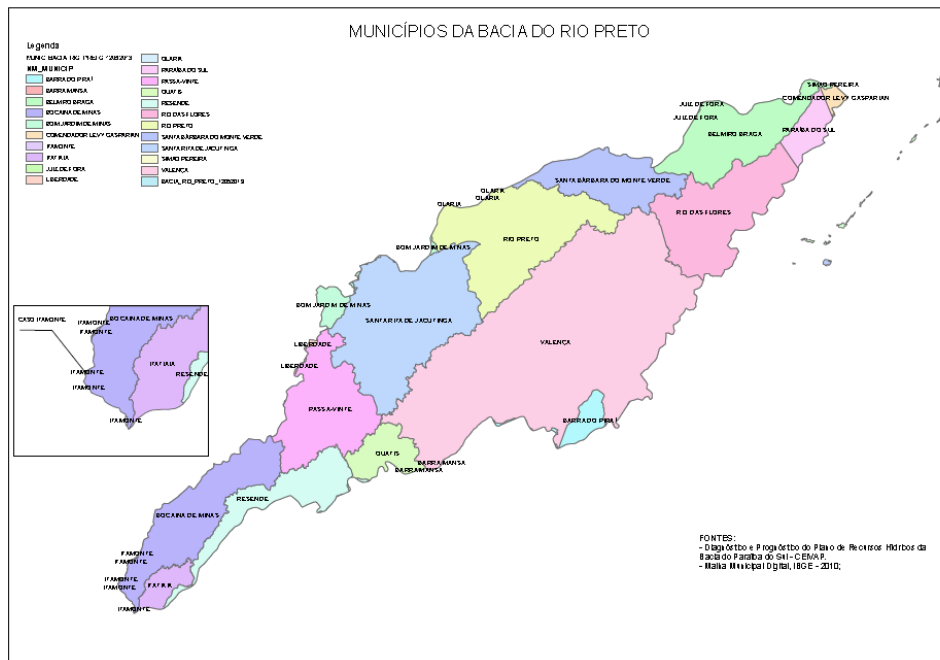


Figura 3: Integralidade do território da bacia hidrográfica do rio Preto

O segmento do eixo no Rio de Janeiro, denominado Vale do Paraíba Fluminense, é polarizado pela dupla de municípios Volta Redonda e Barra Mansa, onde se concentra expressivo polo de atividade econômica. Em torno dessa área situa-se, ao longo do Vale do Rio Paraíba do Sul, importante região turística, com destaque para as velhas sedes de fazendas de café na área de influência de Vassouras, municípios de Rio das Flores, Valença e o Parque Nacional de Itatiaia.

A partir dos critérios adotados se definiu como área representativa da Bacia do rio Preto aquela integrada pelos municípios de Valença(RJ), Rio das Flores (RJ), Belmonte (MG), Bocaina de Minas (MG), Passa-Vinte (MG), Rio Preto (MG), Santa Rita de Jacutinga (MG), área do Parque Nacional de Itatiaia (municípios de Itatiaia(RJ), Resende(RJ)).

A região mais diretamente vinculada a bacia do rio Preto refere-se a Zona da Mata, antiga região mineira de cafeicultura e produção têxtil. Os municípios integrantes da região mineira da bacia têm como base uma economia tradicionalmente apoiada na atividade agropecuária e mais recentemente no Turismo rural. Com relação a porção fluminense da bacia, se pode observar que a parte dos municípios associados ao Eixo Rio janeiro- São Paulo - municípios de Barra Mansa, Resende, Itatiaia e Quatis - não integram o território representativo da bacia, exceto aqueles que tem área situada no entorno do Parque Nacional de Itatiaia.

Na realidade a organização e dinâmica da bacia do rio Preto é dada por municípios marcadamente rurais e embora a cidade de Juiz de Fora, seja polo de referência, as principais características da bacia estão associadas a dinâmica rural. Nesse contexto a cidade de Valença, no estado do Rio de Janeiro, pode ser con-

siderada, como a maior aglomeração urbana da Bacia que atende também aos municípios mineiros, considerando a importância na bacia dos municípios de porte pequeno (com população menor que 15.000 habitantes), especialmente, quando suas sedes municipais se encontram às margens do Rio Preto ou de seus afluentes. Isto porque esses locais são pontos potenciais para a existência de fontes localizadas de poluição e contaminação das águas através do lançamento de efluentes domésticos ou industriais sem tratamento nos cursos d'água.

A concentração da população em áreas urbanas predomina nos municípios da bacia, exceto para alguns municípios mineiros ainda marcadamente rurais: Belmiro Braga, Bias Fortes e Bocaina de Minas. Contudo, destaca-se a presença de municípios marcadamente rurais no sentido de que, a despeito das taxas de urbanização, os vínculos com o mundo rural prevalece, conforme se pode observar no gráfico a seguir:

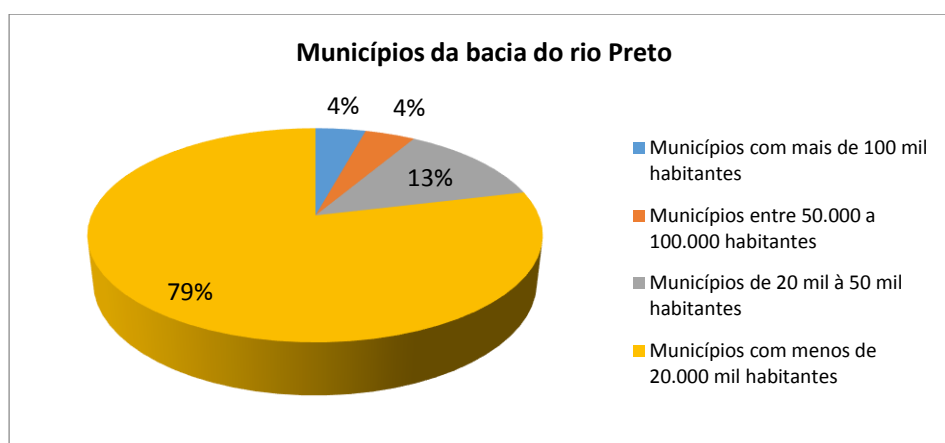


Figura 4: Distribuição dos municípios na bacia do rio Preto

A rede urbana que atende a bacia do rio Preto é pouco diversificada em ambos os estados, estando o processo de polarização concentrado em poucas cidades; no território mineiro no município de Juiz de Fora e na porção fluminense na cidade de Barra Mansa que compartilha com Volta Redonda o atendimento das demandas regionais.

Aqui a modernização da agricultura, não garantiu o crescimento econômico das pequenas unidades produtivas, com base em mão de obra familiar. Além dos obstáculos encontrados para obtenção de financiamentos, essas pequenas propriedades apresentam uma topografia acidentada, que dificulta a utilização de máquinas e tratores e estimula técnicas tradicionais. As atividades agropastoris caracterizam o vale do rio Preto tanto pelos municípios fluminenses - Valença, Rio das Flores, Quatis, áreas rurais de Resende e Itatiaia, quanto pelos municípios mineiros - Bocaina de Minas, Passa Vinte, Santa Rita do Jacutinga, Rio Preto, Santa Bárbara do Monte Verde, Bom Jardim de Minas e Belmiro Braga.

2 INDICADORES SELECIONADOS

O Relatório Composição de Indicadores e Mapeamento de Sensibilidades (HT-267-10-M-50-PT-001) apresentou a concepção metodológica para o uso dos indicadores desde a fase de Diagnóstico.

Nesse momento, enfatiza-se a utilização dos indicadores de sensibilidade, porém, apresenta-se novamente algumas considerações metodológicas no sentido de contextualizar os quadros e mapas apresentados na sequência, e mesmo a definição de indicadores de recursos naturais e não somente de indicadores de sensibilidade.

A elaboração e seleção de indicadores é uma das etapas mais delicadas do Estudo, que merece dedicação específica de cada área temática e ao mesmo tempo um trabalho de equipe interdisciplinar para seguir no caminho de uma análise agregadora, mas que propicie a identificação de características importantes num nível equivalente de avaliação.

A seleção de indicadores deve refletir a situação ambiental das sub-bacias com direcionamento ao planejamento do uso dos recursos, visando seu uso sustentável e o gerenciamento dos conflitos.

Para tanto procura-se avaliar as potencialidades e limitações dos usos de recursos ambientais, evitando uma análise limitada ao estado natural ou quantitativo de um determinado recurso. Neste contexto, desenvolver a análise com indicadores ambientais selecionados é ao mesmo tempo útil e necessário para atender os objetivos propostos.

A construção de uma síntese através dos indicadores facilita a ordenação ou comparação, mas também envolve a ponderação dos indicadores, o que acaba levando a um juízo de valor, isto é, os pesos atribuídos não são neutros e envolvem uma arbitrariedade, mesmo que correlacionados a parâmetros de referência ou tratamento estatístico. Segundo Canter (1996), os riscos da simplificação gerados pela agregação de variáveis podem ser minimizados por uma seleção mais criteriosa dos indicadores e uma "calibragem" dos resultados, por meio de uma avaliação comparativa dos resultados.

Portanto, a seleção dos indicadores exige a diferenciação dos seus graus de importância ou sua ponderação de forma a obter os sinais de quais são prioritários para os objetivos que se pretende alcançar. A atribuição de pesos pode ocorrer de acordo com diferentes critérios e técnicas, mas, de forma geral, não é possível ponderar sem algum nível de subjetividade nos critérios de avaliação.

Indicadores são parâmetros representativos, concisos e fáceis de interpretar que são usados para ilustrar as características principais de determinado objeto de

análise (CEROI, 2004⁴); são variáveis que, socialmente dotadas de significado adicional àquele derivado de sua própria configuração científica, refletem de forma sintética uma preocupação social e a insere coerentemente no processo de tomada de decisão (MMA-Espanha *apud* Royuela, 2001).

O termo indicador, segundo a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE, 1994, 1998) remete a um parâmetro ou valor derivado de parâmetros que aponta, fornece informações ou descreve o estado de um fenômeno, ambiente ou área e cujo significado excede aquele diretamente associado ao valor do parâmetro. Os indicadores têm a função de síntese e são desenvolvidos para propostas específicas. Parâmetro, por sua vez, é definido como uma propriedade que pode ser medida ou observada.

De acordo com Royuela (2001)⁵, as funções de um indicador são: (i) prover informações sobre os problemas enfocados; (ii) subsidiar o desenvolvimento de políticas e estabelecimento de prioridades, identificando fatores-chave; (iii) contribuir para o acompanhamento das ações definidas, especialmente as de integração; e, (iv) ser uma ferramenta de difusão de informações em todos os níveis.

Tabela 7: Requisitos de um bom indicador (OECD, 2002).

1. Relevância para formulação de políticas	Representatividade Simplicidade Captar mudanças Servir de base para comparações em nível internacional Escopo abrangente Possuir valores de referência para dar significação aos valores que assume
2. Adequação à Análise	Cientificamente fundamentado Baseado em padrões internacionais e possuir um consenso internacional sobre sua validade Poder ser utilizado em modelos econômicos, de previsão e em sistemas de informação
3. Mensurabilidade	Viável em termos de tempo e recursos Documentado adequadamente Atualizado em intervalos regulares

Fonte: Magalhães, Teixeira e Yamashita, "INDICADORES DE COBERTURA ESPACIAL PARA DIAGNÓSTICO DA DOTAÇÃO DE ESTRUTURA DE CIRCULAÇÃO RODOVIÁRIA BRASILEIRA", in Anais do XVII ANPET, 2004

A seleção e a utilização de indicadores é orientada para comparações inter-regionais ou interespaiais (entre Identidades Espaciais, por exemplo). Os atributos destacados para a construção de indicadores podem ser sintetizados da seguinte forma:

⁴ - CEROI – Cities Environment Reports on the Internet (2004). Introduction to the Cities State of Environment. <<http://ceroi.net/reports/johannesburg/csoe/html/nonjava/Introduction/introduction.htm>

⁵ - ROYUELA, M. A. (2001). Los Sistemas de Indicadores Ambientales y su Papel en la Información e Integración Del Medio Ambiente. I Congreso de Ingeniería Civil, Territorio y Medio Ambiente., p.1231-1256

- Validade: o indicador deve ser capaz de medir o fenômeno em observação;
- Confiabilidade: os dados que servem de base para o cálculo do indicador devem ser confiáveis;
- Sensibilidade: o indicador deve ser capaz de refletir variações significativas em relação às mudanças nas condições do fenômeno que descreve;
- Possibilidade de agregação: o indicador deve permitir a agregação para distintos níveis territoriais.
- Mudanças geográficas que porventura ocorram devem ser refletidas na metodologia empregada para elaboração do indicador;
- Periodicidade: o indicador deve ser passível de atualização regular.

Para os Estudos de AAI é interessante que os indicadores escolhidos possam ser analisados e interpretados com facilidade, e que sejam compreensíveis pelos usuários da informação. São atributos importantes a *integridade* (dados completos) e a *consistência interna* (valores coerentes e não contraditórios).

Dessa forma, a escolha dos indicadores para esse Estudo considerou os elementos apresentados a seguir, os quais serão referência para a descrição dos indicadores selecionados:

- Variáveis e Conceituação: informações básicas que deverão compor o indicador e descrição das características que definem o indicador e a forma como ele se expressa, se necessário agregando informações para a compreensão de seu conteúdo.
- Interpretação: explicação sucinta do tipo de informação obtida e seu significado.
- Usos: principais formas de utilização dos dados, as quais devem ser consideradas para fins de análise.
- Limitações: fatores que restringem a interpretação do indicador, referentes tanto ao próprio conceito quanto às fontes utilizadas.
- Fontes: instituições responsáveis pela produção dos dados que são adotados para o cálculo do indicador e pelos sistemas de informação a que correspondem.
- Método de cálculo: fórmula utilizada para calcular o indicador, definindo precisamente os elementos que a compõem.
- Unidades sugeridas para análise: níveis de desagregação dos dados que podem contribuir para a interpretação da informação e que sejam efetivamente disponíveis, como sexo e idade.

Dos indicadores que compõem a base de dados, alguns são classificados como *indicadores dominantes* que são, em geral, informações relevantes para a análise, como por exemplo, para os indicadores socioeconômicos, demografia, renda, níveis educacionais, etc., (muito úteis para a elaboração do diagnóstico de situação); outros como *indicadores diferenciadores*, aqueles que se mostraram capazes de associar as variáveis sem perder capacidade de caracterização diferencial; e, ainda um grupo menor denominado de *indicadores presenciais*, que são as

variáveis alçadas à condição de indicador pelo seu caráter determinante na análise, mas com incapacidade analítica de atribuição de graus, exemplificando: a presença ou ausência de populações tradicionais, de conflitos, de arranjos institucionais específicos, etc. Esse último grupo será basicamente utilizado para identificar a diferença entre os diferentes espaços que constituem as bacias estudadas, de modo a possibilitar o recorte de identidades espaciais.

Ressalta-se que, em geral os indicadores de todas as dimensões estão organizados na base de dados obedecendo a seguinte sequência de agregação: variáveis, indicadores e dimensão. Visando dar transparência aos estudos e a possibilidade de análise crítica do percurso definido para a seleção dos indicadores serão também indicados: a fonte, os parâmetros de comparação da informação e, finalmente, quando for o caso de avaliação do indicador o peso a ser atribuído e o seu grau.

O esquema a seguir mostra um exemplo para um indicador de sensibilidade.



Figura 5: Composição dos Indicadores

Os indicadores selecionados para o mapeamento das sensibilidades estão apresentados a partir do 2.2 e seguem o modelo apresentado na Figura 5.

2.1 DEFINIÇÕES

Serão apresentadas a seguir definições relacionadas aos Indicadores que poderão ser acionadas em diferentes etapas do Estudo.

2.1.1 Sensibilidade ou Indicadores Ambientais de Recursos Naturais

No documento elaborado pela EPE no que consiste a Avaliação Ambiental Integrada do rio Paraíba do Sul, foi utilizado o termo Sensibilidade, definido por a "propriedade de reagir que possuem os sistemas ambientais e os ecossistemas, alterando o seu estado de qualidade, quando afetados por uma ação humana."



(Iara Verocai. Vocabulário Básico de Meio Ambiente. Rio de Janeiro, FEE-MA/PETROBRAS, 1990).

Visando um melhor entendimento quanto ao uso do termo, define-se para a Avaliação Ambiental Integrada, o termo Indicador Ambiental de Recursos Naturais. Este termo será utilizado neste estudo no momento da descrição do Cenário Atual com o intuito de identificar, especializar e avaliar a integridade dos recursos naturais, os aspectos qualitativos da paisagem e as diferentes situações socioeconômicas, expressas em diferentes graus de potencialidades ou limitações.

2.1.2 Indicadores de Conflito de Uso

A integração dos Indicadores Ambientais de Recursos Naturais permite a visualização dos aspectos identificados de acordo com conflitos pelo uso dos recursos naturais. Além disso, os indicadores permitem a representação integrada das potencialidades socioambientais encontrada em cada área, a partir das variáveis selecionadas para a composição de cada indicador.

Os Indicadores de Conflito de Uso poderão ser utilizados como ferramenta para o planejamento das bacias em estudo, a fim de estabelecer diretrizes para os Órgãos responsáveis quanto ao potencial existente na região estudada.

2.1.3 Indicadores de Cumulatividade e Sinergia

Os conceitos de cumulatividade e sinergia partem do princípio de que as mudanças ao meio ambiente que são causadas por ações antrópicas em combinação com outras ações do passado, presente ou futuras podem, de alguma forma, potencializar os efeitos ambientais em uma dada região, a partir de processos interativos e sobreposições sucessivas de processos antrópicos.

Os efeitos cumulativos são entendidos como aqueles resultantes da simples soma de outros que vão se sobrepondo em diferentes escalas temporais e espaciais por interação, combinação e composição, de tal maneira que os efeitos gerados frequentemente superam a simples soma dos impactos prévios isolados. Já os efeitos sinérgicos ocorrem de tal forma que os efeitos gerados a partir dessas interações, combinações e composições frequentemente diferem da simples soma dos impactos prévios isolados.

2.1.4 Indicadores de Efeitos Ambientais (IEA)

A partir da identificação dos principais processos impactantes para a dinâmica da bacia, foram definidas variáveis capazes de representar o efeito possível de cada ação antrópica. Esta avaliação, baseada em atributos classificadores, permite a definição da importância, intensidade e abrangência dos empreendimentos sobre o meio ambiente em geral.

Sendo assim, os Indicadores de Efeitos Ambientais permitem a visualização de forma espacial dos impactos de empreendimentos no que consiste às alterações nos meios físico, biótico e socioeconômico de forma cumulativa e sinérgica.

2.1.5 Indicadores de Interferência Ambiental (IIA)

Os indicadores de Interferência Ambiental são os resultados da integração dos Indicadores Ambientais com os Indicadores de Efeitos Ambiental. Eles representam, portanto, a incidência das diferentes intensidades dos efeitos sobre as áreas de diferentes indicadores ambientais.

O termo Interferência foi utilizado para identificar situações e espaços de ocorrência dos efeitos decorrentes de empreendimentos hidrelétricos em áreas já caracterizadas como de bom potencial ou com alguma limitação, ou mesmo conflito instalado.

Dito isso, esse mapeamento permite a contextualização dos Indicadores de Efeitos Ambientais nas Bacias em Estudo, onde serão consideradas áreas especiais para planejamento da bacia àquelas onde houver maior influência espacial dos Indicadores de Efeitos Ambientais nas áreas de conflitos da bacia.

2.1.6 Índices Ambientais

Os índices ambientais são funções matemáticas baseadas em duas ou mais variáveis. Eles são os resultados numéricos de um indicador.

2.2 SELEÇÃO DOS INDICADORES

A metodologia aqui proposta procurou seguir as orientações oriundas do TR e de nossa proposta de trabalho e também da AAI elaborada pela EPE para a bacia do Paraíba do Sul.

Na metodologia então adotada para a bacia como um todo, se procedia a seleção de uma série de indicadores, feita a partir da avaliação dos aspectos relevantes para os diversos temas que compunham o diagnóstico, tais como disponibilidade hídrica, recursos minerais, ecossistemas aquáticos, e todos que fossem definidores de uma caracterização ambiental.

Com exposto no início desse item 0, essa seleção implicava na decisão de escolher dentre um dos aspectos ambientais aqueles que pudessem exprimir o estado atual da bacia e sua evolução no tempo.

Isto é, tem que ser aspectos que evidenciem:

- O potencial dos recursos naturais e sociais;
- As pressões a que estão submetidos;

- Sua espacialização e sua evolução no tempo;

Foram selecionados então alguns indicadores fundamentais ou básicos para compreender a realidade atual das bacias, sua espacialização e num segundo estágio avaliar sua evolução nos cenários futuros.

Nesse trabalho, no entanto, se decidiu avaliar o potencial dos recursos naturais e não tanto a construção de indicadores de sensibilidade, mas sim de indicadores de recursos naturais e sociais. A leitura das sensibilidades então pode ser feita a partir da avaliação de sua variação espacial. Onde o indicador aparece mais pressionado ou explorado seria uma área sensível. Onde ele está mais conservado ou mais equilibrado uma área de maior potencial.

Assim uma área ou região com remanescentes de vegetação importantes ou mesmo com áreas protegidas seria uma área com bom potencial, e portanto menos sensível, ao passo que uma área com poucos remanescentes e sem qualquer unidade de proteção efetivamente indicada seria uma área sensível.

2.2.1 Indicadores selecionados Meio Físico-Biótico

A identificação dos aspectos relevantes para os ambientes terrestres e aquáticos, no que consiste igualmente as características do meio físico, permitiu a definição de indicadores. Os critérios utilizados para composição do indicador e suas respectivas variáveis, é apresentado a seguir. Nota que a utilização das cores sinaliza a direção da variável, sendo o vermelho o mais negativo e verde o mais positivo.

INDICADOR	VARIÁVEIS	P	G	Critério	Par.
Recursos Minerais	Tipos de Minerais	1	4	Água Mineral, Ouro, Areias e Cascalho	Existência
			3	Minério de Alumínio, Rochas Carbonáticas, Ferro e Manganês	
			2	Rochas Ornamentais, Gemas, Minerais Talcosos.	
			1	Argilas, Minerais diversos, Minerais não identificados	
Declividade	Inclinação em Graus	1	4	Superior a 25	Bacia
			3	15 a 25	
			2	5 a 15	
			1	0 a 5	
Escorregamento de Massa	Tipos de Solos	0,3	1	Neossolo	Científico
			2	Cambissolo	
			3	Latossolo	
			4	Argissolo	
	Pluviosidade	0,2	4	2100 a 2700	Isoietas Regionais
			3	1500 a 2100	
			2	1100 a 1500	
			1	700 a 1100	
	Declividade	0,1	4	Superior a 25	Bacia
			3	15 a 25	
			2	5 a 15	
			1	0 a 5	
Uso do Solo	0,3	1	Corpo Hídrico	Universal	
		2	Vegetação Arbórea Densa e Esparsa		
		3	Campos e Pastagens		
		4	Área Urbanizada		

INDICADOR	VARIÁVEIS	P	G	Critério	Par.
	Relevo	0,1	1	Planícies Aluviais, Fluviais, Flúvio-Marinhas, Colúvios e alúvio-marinhas	Científico
			2	Colinas tabulares, morros, médias, morros baixos, mar de morros	
			3	Morros alongados, altos, serras restritas e mar de morro com serras restritas	
			4	Escarpas serranas, serras isoladas e locais, serras escarpadas, montanhas	
Qualidade da Água	Índice de Qualidade da Água (IQA)	1	1	Aceitável	Posto de Medição
			2	Boa	
Ecossistemas Aquáticos	Índice de Qualidade da Água (IQA)	0.4	1	Aceitável	Posto de Medição
			2	Boa	
	Corredores de Deslocamento	0.4	1	Deslocamento de espécies migradoras de pequena distância.	Bacia
			2	Deslocamento de espécies migradoras de longa distância.	
Habitats Chaves	0.1	1	Localidades com habitats chaves de espécies e ambientes aquáticos.	Bacia	
Ecossistemas Terrestres	Fragmentos Florestais	0.3	1	De 0,99 a 40 hectares	Bacia
			2	De 40,01 a 200 hectares	
			3	De 200,01 a 500 hectares	
			4	> de 500 hectares	
Unidades de Conservação	0.5	1	Proteção Parcial	Bacia	
		2	Proteção Integral		
Conectividade	0.2	1	Conexão entre fragmentos	Bacia	

2.2.2 Indicadores selecionados Meio Socioeconômico

Em paralelo aos indicadores do meio físico-biótico, com a identificação dos aspectos relevantes para a socioeconomia, os indicadores selecionados partiram das informações de a organização territorial, pressão populacional e territorial, condições de vida, base econômica e populações tradicionais.

Os critérios utilizados para composição do indicador e suas respectivas variáveis, é apresentado a seguir. Nota que a utilização das cores sinaliza a direção da variável, sendo o vermelho o mais negativo e verde o mais positivo.

	VARIÁVEIS	P	G	Critério	Par.
Organização Territorial	Padrão demográfico	0.5	1	+ 40% Municípios com de + 100.000 habitantes e - 500.000hab.	Mun.
			2	+ 40% Municípios com + de 50.000 habitantes ou + de 500.000hab	
			3	+ 40% Municípios com - de 10.000 habitantes ou com + de 500.000hab	
	Densidade da malha viária	0.2	1	- de 10% do território	Mun.
			2	+ 11% e 50% do território	
			3	+ de 50% do território	
	Rede Urbana	0.3	1	- 20% de Centros Locais + Presença de Capitais Regionais A e B + Presença de 1 Capital Regional	Mun.
			2	30% de Centros Locais + Presença de 20% Capitais Regionais A e B + Presença de 1 Capital Regional	
			3	De 40 a 70% de Centros Locais + Presença de pelo menos uma Capital Regionais A e B	
			4	+ 70% dos municípios Centros locais	
	Taxa de	0.	1	- de 50%	Mun.

	VARIÁVEIS	P	G	Critério	Par.		
Condições de Vida	Urbanização	5	2	+ de 50 e - de 85%	Mun.		
			3	+ de 85%			
			1	Menor que 0			
			2	De 0 a 1,3			
	Incremento populacional	0.3	3	De 1,3 a 2,6	Mun.		
			4	Maior que 2,6			
			1	Menor do que 25			
			2	Maior do que 25 menor q 55			
	Densidade demográfica urbana	0.2	3	Maior do que 55,1 e menor q 100	Mun.		
			4	Maior do que 100			
			1	- 5% do total de domicílios			
			2	+ 5% e - 8% do total de domicílios			
Domicílios sem rendimento	0.2	3	+ 8% e - 10% do total de domicílios	Mun.			
		4	+ 10% do total de domicílios				
		1	- 10% dos domicílios				
		2	+ de 10% e - 25% dos domicílios				
Atendimento Programa Bolsa Família	0.2	3	+ 25% e - 50% dos domicílios	Mun.			
		4	+ 50% dos domicílios				
		1	- 10 por 1000 Nascidos Vivos				
		2	+ 10 e -20 por 1000 Nascidos Vivos				
Mortalidade infantil	0.1	3	+ 20 e - 50 por 1000 Nascidos Vivos	Mun.			
		4	+ 50 por 1000 Nascidos Vivos				
		1	- 20% do total de domicílios				
		2	+ 20 - 40% do total de domicílios				
Índice de tratamento de esgotos	0.15	3	+ 40 - 80% do total de domicílios	Mun.			
		4	+ 80% do total de domicílios				
		1	- 20% do total de domicílios				
		2	+ 20 - 40% do total de domicílios				
Índice de Abastecimento de Água	0.15	3	+ 40 - 80% do total de domicílios	Mun.			
		4	+ 80% do total de domicílios				
		1	- 5% do total da população de + de 15 anos				
		2	+ 5 - 8% do total da população de + de 15 anos				
Taxa Analfabetismo (população de mais de 15 anos)	0.2	3	+ 8 - 10% do total da população de + de 15 anos	Mun.			
		4	+ 10% do total da população				
		1	Municípios com + 50% setor terciário /25%setor secundário/25% setor primário				
		2	Municípios + setor secundário /seguido terciário/ setor primário				
Base Econômica	Composição do Valor Adicionado	0.6	3	Concentração no setor terciário /+ 15%setor secundário ou setor primário	Mun.		
			4	Concentração no setor terciário / irrelevante setor primário/ setor secundário (- 5%)			
			1	+ 0.8			
			2	+ 0.6 e - 0.8			
Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal	0.4	3	+ 0.4 e - 0.6	Mun.			
		4	- 0.4				
		Presença de áreas Especiais	Populações Tradicionais		0.5	Pontual	Mun.
						Agricultura familiar	
Número de assentamentos por município	0.2			Pontual			

3 APLICAÇÃO DOS INDICADORES NA BACIA DO RIO PRETO

Neste item são apresentados os mapas resultantes da aplicação dos indicadores selecionados no SIG e a descrição da análise de cada mapa ou de um conjunto de indicadores.

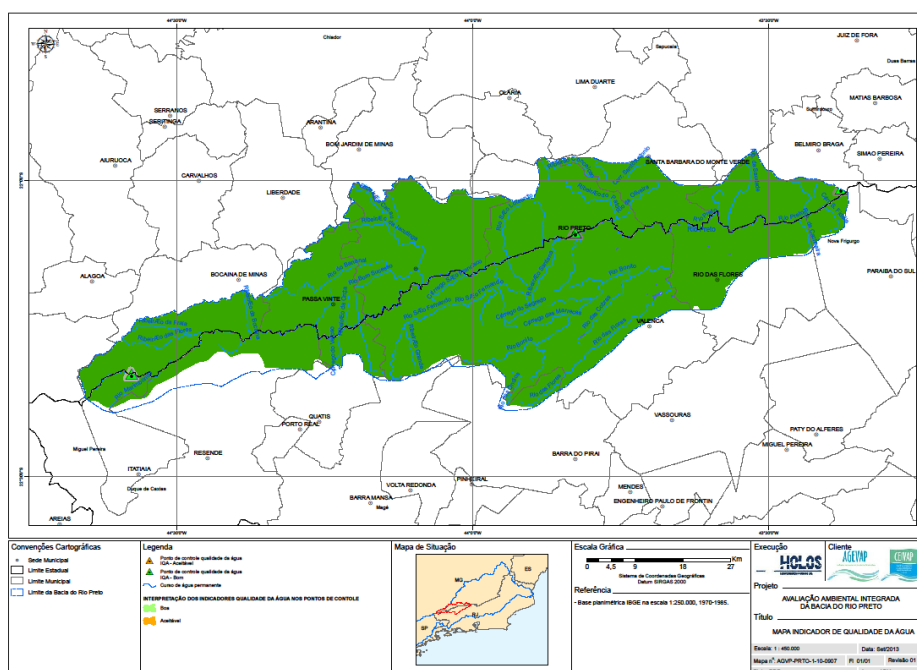
Novamente os mapas e análise são estão organizados por meio para cada sub bacia em estudo.

3.1 MEIO FÍSICO-BIÓTICO

3.1.1 Indicador de Qualidade da Água

O mapeamento feito com os dados de monitoramento da bacia mostram:

- Falta de monitoramento de qualidade da água na maior parte da bacia;
- O monitoramento de parâmetros resultou no cálculo de indicadores de qualidade da água como o IQA;
- A contaminação da qualidade da água por efluentes domésticos não tratados e a capacidade do curso d'água em depurar parte dessa contaminação.

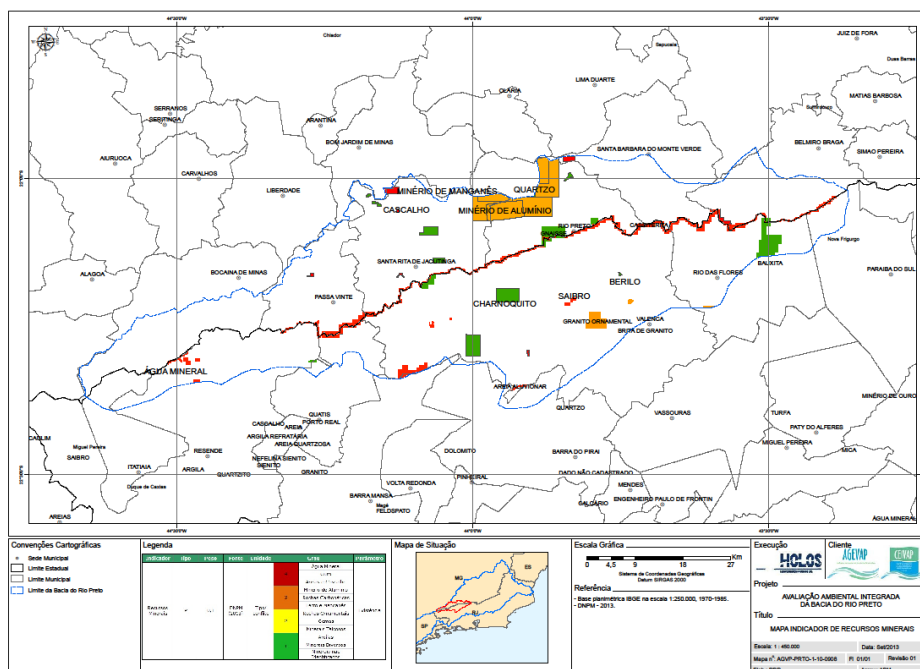


⁶ AGVP-PRTO-1-10-0907 Mapa Indicador de Qualidade de Água

O mapeamento desse indicador mostra esses resultados para o IQA, IET e ICE, e está apresentado no Mapa 3.

3.1.2 Indicador de Recursos Minerais

A bacia do rio Preto não tem um potencial tão relevante do ponto de vista de geologia e recursos minerais, mas apresenta requerimentos de exploração nas áreas vizinhas ao rio Paraíba (ferro e manganês) e de areia.



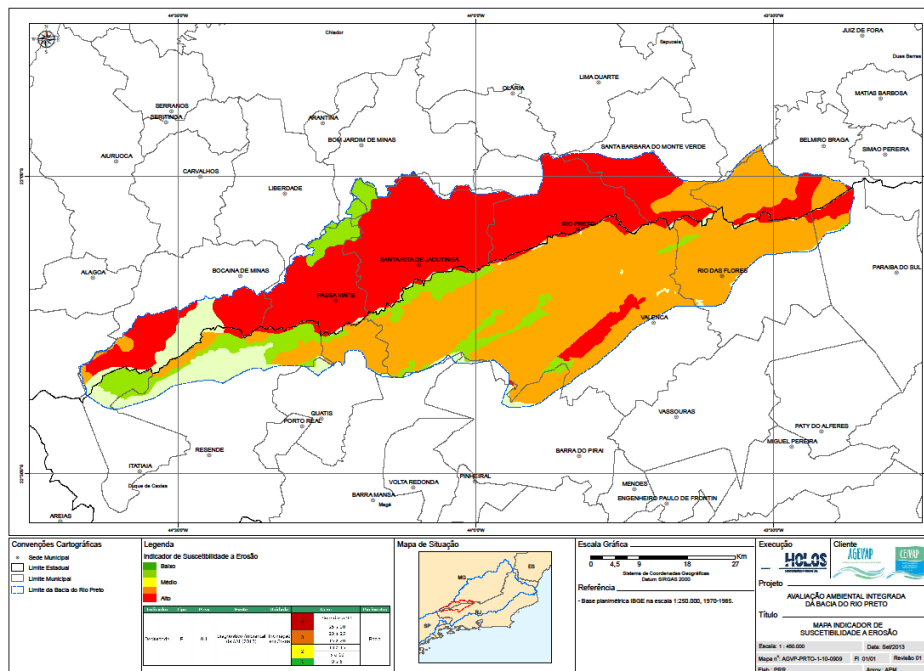
Mapa 4: Indicador dos Recursos Minerais⁷

O Mapa 4 mostra mapeamento desse indicador na bacia do rio Preto.

3.1.3 Indicador de Suscetibilidade à Erosão

O mapeamento dos solos (uso do solo e cobertura vegetal e hipsometria) permitiu apresentar as áreas com maior ou menor suscetibilidade à erosão estando a maior parte da bacia na classificação de alta suscetibilidade, sujeita a erosão nos eventos de chuvas intensas.

⁷ AGVP-PRTO-1-10-0908 Mapa Indicador de Recursos Minerais



Mapa 5: Indicador de Suscetibilidade a Erosão⁸

3.1.4 Indicador de Escorregamento de Massa

O mapeamento de áreas de riscos de escorregamento de encostas ou de movimentos de massa possibilitou a seleção desse aspecto como um indicador ambiental para essa bacia, onde esse problema é mais relevante pela alta precipitação dessa região e por sua recente ocupação de população de forma desordenada em áreas de risco.

Esse mapeamento deverá ser cruzado com os indicadores de socioeconomia mas já permite a motivação para a atualização de planos diretores nesses municípios e para a construção e operação de uma rede de alerta.

Como identificado do diagnóstico alguns fatores que concorrem para esse fenômeno:

- Agricultura sem preocupação com a conservação do solo;
- Desmatamento das florestas existentes deixando o solo exposto à erosão;
- Desmatamento das matas ciliares que servem de proteção aos rios;
- Assoreamento dos rios devido à erosão;
- Crescimento desordenado das cidades.

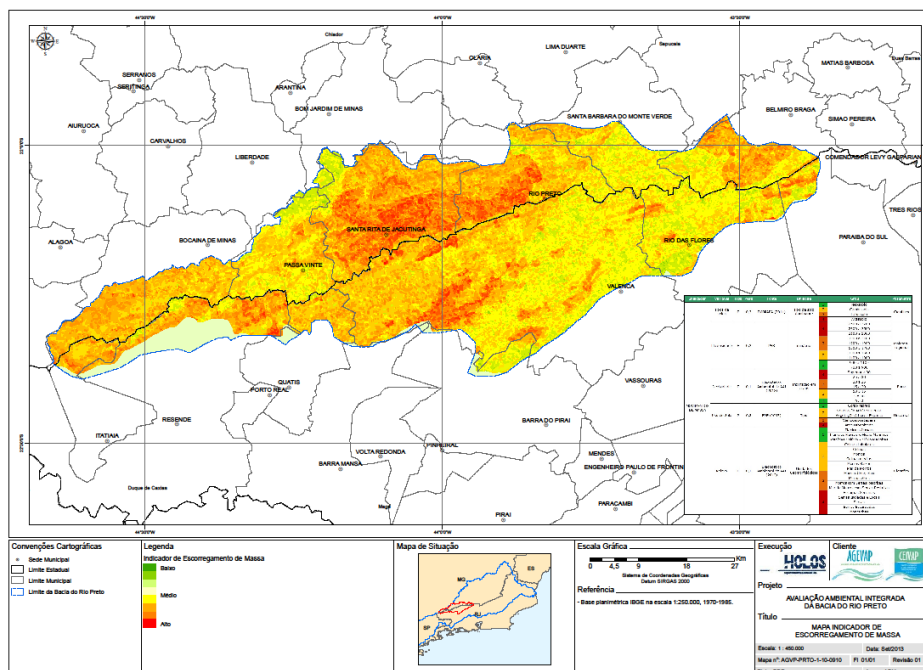
Somam-se a esses fatores antrópicos aqueles de ordem natural, dentre os quais se destacam:

⁸ AGVP-PRTO-1-10-0909 Mapa Indicador de Suscetibilidade a Erosão

- Região com elevado índice pluviométrico e sujeita a eventos de chuva de grande intensidade e duração, estando na faixa de encontro de grandes massas de ar da Zona de Convergência do Atlântico Sul;
- Topografia excessivamente acidentada, com numerosos rios, propiciando a formação de tromba d'água ou cabeça d'água.

Este tipo de fenômeno acontece em rios de montanha na época de muitas chuvas e consiste em um aumento momentâneo e violento do nível de água por conta de uma chuva intensa. Pode ficar ainda mais violento se houver um aumento grande da água de um rio e romper com uma obstrução natural, formada por árvores caídas, pedras e terra. Na enchente normal o rio sobe e transborda em seu caminho normal. Os americanos consideram esse tipo de enchente com lama como *flash flood*, que aparece e se move rapidamente através do solo, sem indícios claros de sua chegada. Tem um poder destruidor imensurável, podendo mover pedras, arrancar árvores, destruir edifícios e pontes. Além disso, pode formar uma parede de água de 3m a 6m, com enorme quantidade de detritos.

O mapa elaborado permite ver na escala de trabalho os pontos mais sensíveis a esse fenômeno e pode servir de base para as diretrizes e recomendações do conflitos de uso da bacia e para avaliação dos efeitos das usinas.



Mapa 6: Indicador de Escorregamento de Massa⁹

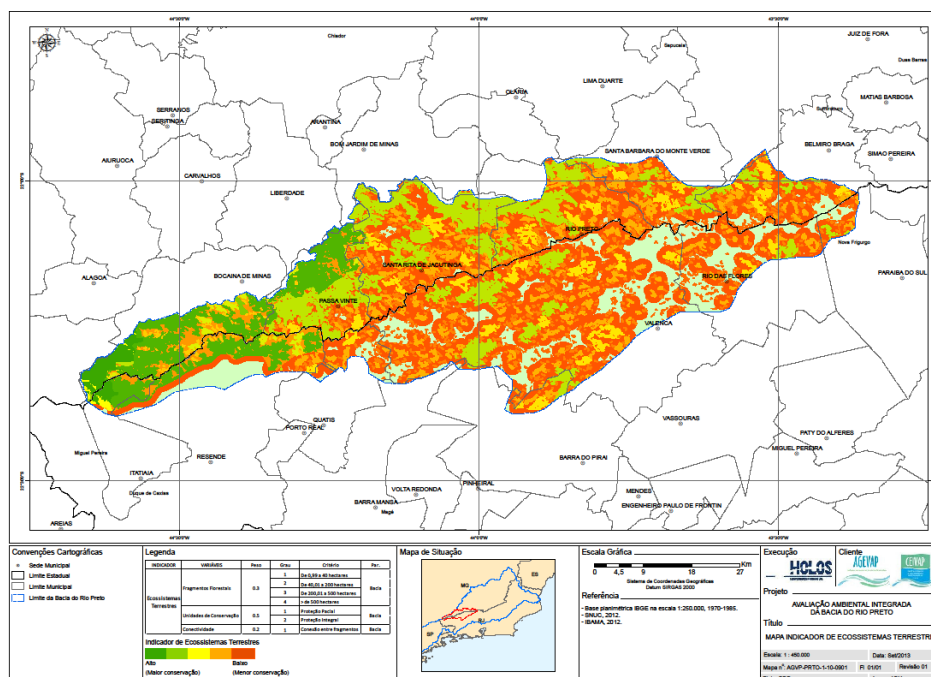
⁹ AGVP-PRTO-1-10-0910 Mapa Indicador de Escorregamento de Massa

3.1.5 Indicador de Ecossistemas Terrestres

O mapa do indicador de ecossistemas terrestres evidencia a importância dos remanescentes de vegetação, notadamente nas vertentes da Serra da Mantiqueira e presentes nas unidades de conservação e remanescentes de floresta da bacia.

O mapeamento do uso do solo e cobertura vegetal, que possuem o maior peso na construção desse indicador mostram que ainda existem relevantes remanescentes de vegetação.

Pode-se notar que os remanescentes estão sob grande pressão por atividades agrícolas.



3.1.6 Indicador de Ecossistemas Aquáticos

A porção inferior integra o conjunto de ambientes que, originalmente, garantiam a produtividade do Domínio das Corredeiras (sensu BIZERRIL, 1997) do rio Paraíba do Sul, o que conferiria a este setor uma condição de habitat-chave.

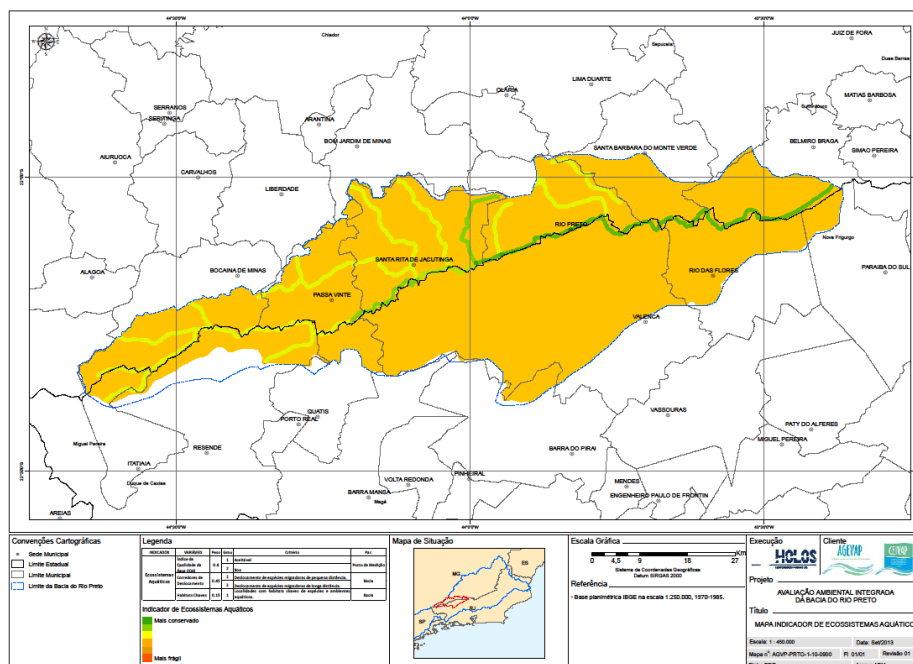
Entretanto, a fragmentação do sistema do Paraíba compromete a atuação original do rio Preto dentro do contexto de dinâmica ecológica natural do domínio em questão.

¹⁰ AGVP-PRTO-1-10-0901 Mapa Indicador dos Ecossistemas Terrestres

Em paralelo, fica magnificada sua importância como rota de deslocamento de grandes e pequenos migradores, cujos limites aproximados são apresentados nos mapas deste documento. Destaca-se a necessidade de que sejam empreendidas análises detalhadas quanto a este aspecto nos principais afluentes do curso inferior do rio Preto. Na ausência de dados estes foram mapeados como habitats de espécies sedentárias. É possível que endemismos similares ocorram em afluentes na margem direita, porem esta condição ainda não é conhecida face a carência de estudos.

Comparativamente com outros recortes da bacia do rio Paraíba, o rio Preto como um todo se destaca pela maior integridade em sua cobertura vegetal, a despeito da antropização sofrida pelo sistema. Dentro de seus limites a porção média e superior da bacia, notadamente sua margem esquerda se destaca como área de maior relevância. Em uma boa parte da bacia se pode notar a presença habitats ou regiões com bom potencial para conservação da fauna aquática, sendo mapeados para o indicador de ecossistemas aquáticos:

- Os corredores de migração para espécies de longa média e longa distância, onde se delimitou as rotas Preto e sua conexão com o Paraíba;
- Os habitats estratégicos que se pode mapear nessa bacia;
- A baixa contaminação e boas condições da qualidade da água, apesar da existência de efluentes domésticos não tratados;
- E as áreas prioritárias para conservação.

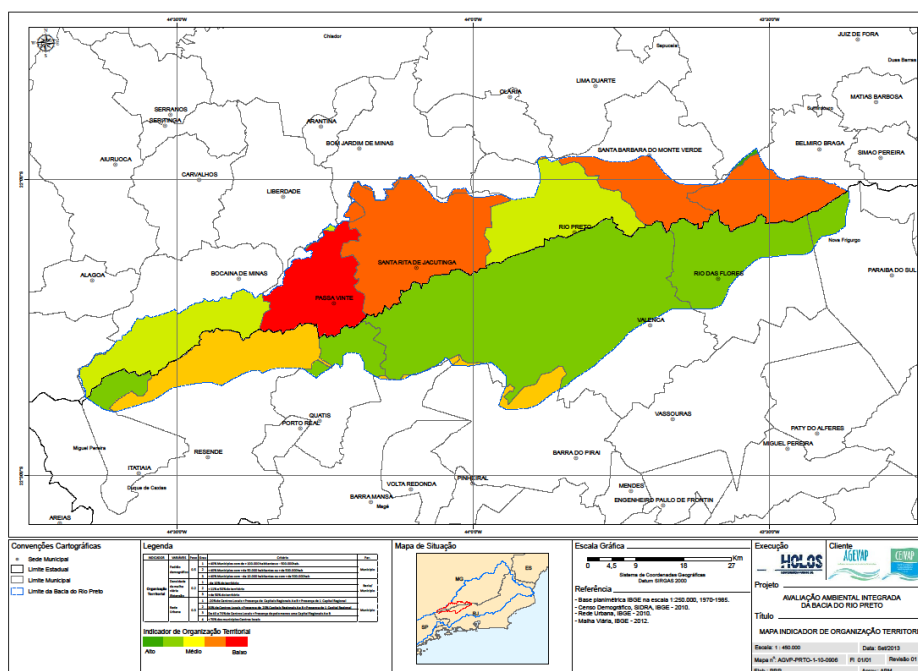


¹¹ AGVP-PRTO-1-10-0900 Mapa Indicador dos Ecossistemas Aquáticos

3.2 MEIO SOCIOECONÔMICO

3.2.1 Indicador de Organização Territorial

Para a construção do Indicador Organização e Dinâmica Territorial foi observado o padrão demográfico, da qualificação da rede urbana e da observação da densidade da malha viária de modo se especializar na bacia áreas mais bem dotada de condições de circulação de pessoas, serviços e mercadorias. No mapa a seguir se pode observar que a porção mais dinâmica da bacia do rio Preto está concentrada nos municípios da região sul fluminense. Nesse contexto é importante considerar que embora presença do município de Juiz de Fora corresponda a uma área de intensa dinâmica, sua participação no contexto da bacia é muito pequena na bacia, e desse modo pouco representativa.



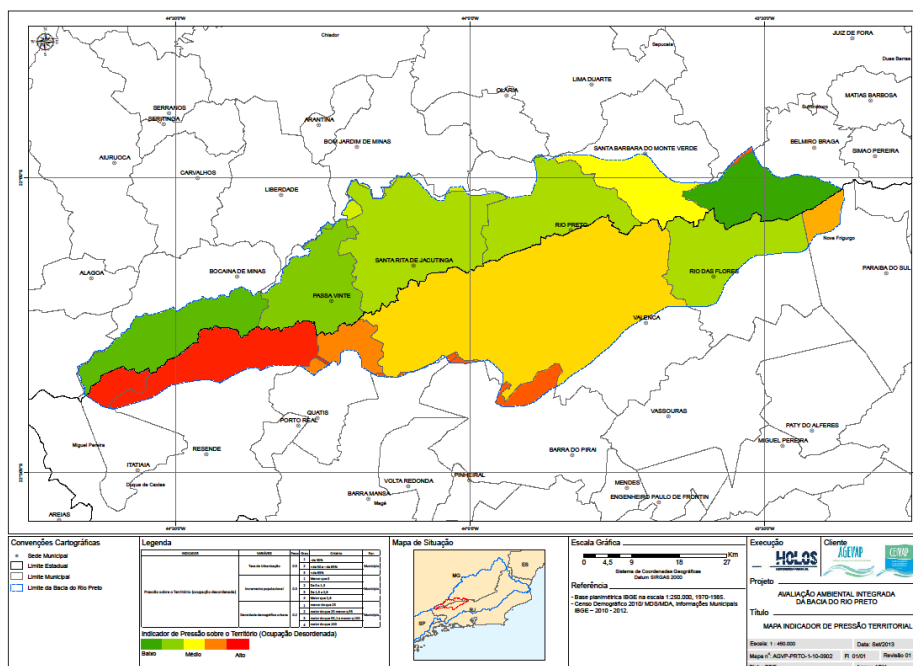
3.2.2 Indicador de Pressão Territorial e Populacional

A leitura do território da bacia do rio Preto através do indicador Pressão Territorial privilegiou a observação da taxa de urbanização, o incremento populacional e a densidade demográfica urbana. O mapa a seguir evidencia a presença na bacia de áreas ainda de alta pressão que corresponde aos municípios de Resende e Itatiaia que fazem parte do eixo Rio – São Paulo, uma região que atrai população em decorrência da presença de vários empreendimentos de grande porte. Na realidade as áreas de pressão na bacia correspondem aos espaços urbanos-industriais onde prevalece o adensamento demográfico.

¹² AGVP-PRTO-1-10-0906 Mapa Indicador de Organização Territorial

Tabela 8: Pressão sobre o Território (ocupação desordenada)

Municípios	Taxa de Urbanização			Incremento populacional				Densidade demográfica urbana			
	0.5			0.3				0.2			
	1.0	2.0	3.0	1.0	2.0	3.0	4.0	1.0	2.0	3.0	4.0
	<50%	50 < x < 85%	> 85%	< 1	1 < x < 1,3	1,3 < x < 2,6	> 2,6	< 25	25 < x < 55	55 < x < 100	> 100
Barra do Pirai			97.00		0.69						158.47
Barra Mansa			99.01		0.41						319.40
Belmiro Braga	32.29			-0.07				2.77			
Bias Fortes	39.52			-1.46				5.26			
Bicas			94.90		0.65					92.88	
Bocaina de Minas	47.85				0.05			4.74			
Bom Jardim de Minas			85.77	-0.22				13.99			
Comendador Levy Gasparian			96.10		0.32					73.55	
Itamonte		68.64				1.39		22.11			
Itatiaia			96.60			1.53					122.73
Juiz de Fora			98.86		1.23						353.81
Liberdade		72.37		-0.80				9.67			
Olaria	46.40			-1.52				5.09			
Paraíba do Sul			88.00		0.94					61.98	
Passa-Vinte		62.77		-0.40				5.26			
Quatis			94.00			1.77			42.94		
Resende			93.80			1.37					100.32
Rio das Flores		69.60			0.29			12.41			
Rio Preto		84.10				1.65		12.75			
Santa Bárbara do Monte Verde		57.74			0.44			3.85			
Santa Rita de Ibitipoca		75.18			0.44			11.51			
Santa Rita de Jacutinga		75.18			0.23			8.53			
Simão Pereira		58.96			0.80			11.05			
Valença			86.60						47.37		



Mapa 10: Indicador de Pressão Territorial¹³

3.2.3 Indicador de Condições de Vida

Com relação às Condições de Vida disponíveis na bacia o indicador de avaliação foi construído considerando as seguintes variáveis: percentual de domicílios sem rendimentos, percentual de famílias atendidas pelo Programa Bolsa Família, Mortalidade Infantil, Taxa de Analfabetismo e Índices de tratamento de esgoto e abastecimento de água.

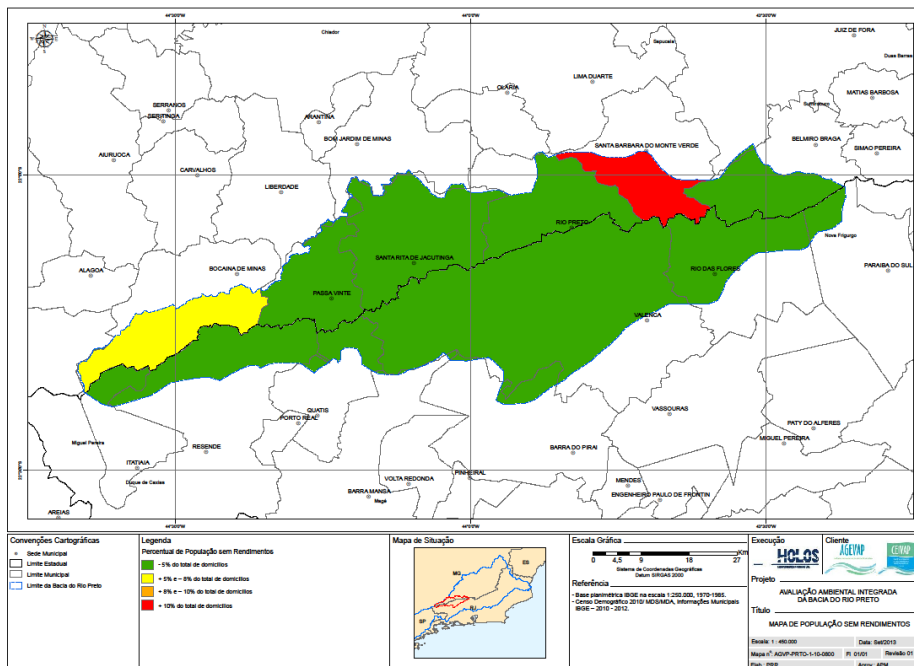
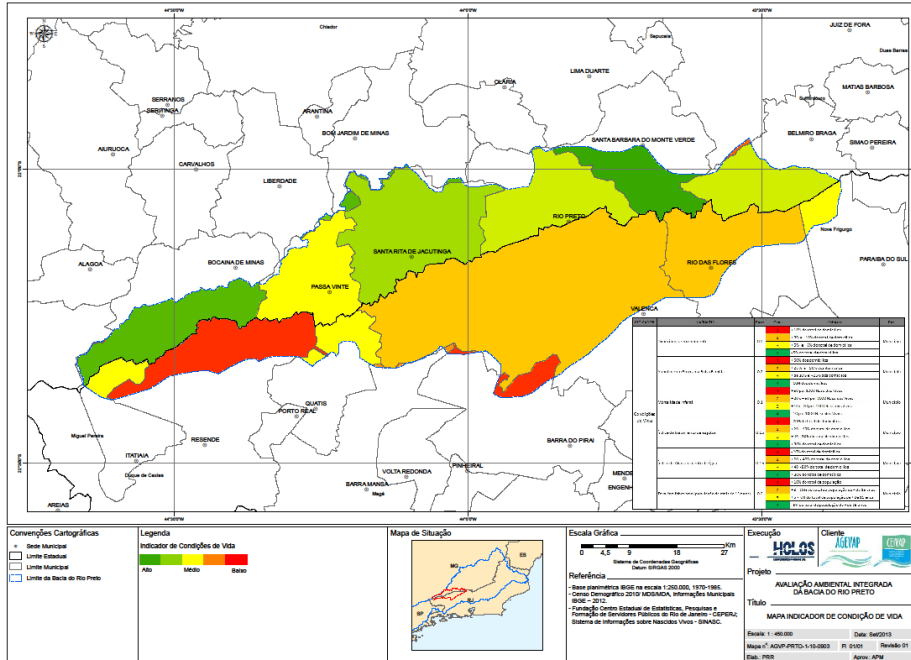
No mapa a seguir se pode observar que a bacia do rio Preto dispõe de algumas áreas com condições classificadas como médias e ruins. Na realidade as melhores condições referem-se aos municípios onde se observam características rurais mais marcantes. Dada a pouca pressão de população os serviços essenciais disponíveis tendem a atender a demanda da população.

O detalhamento das variáveis tratadas para avaliar as condições de vida disponíveis na bacia do rio Preto pode ser observado nos seguintes termos:

- As condições de rendimento e de acesso ao Programa Bolsa Família confirmam a situação comentada. Aqui se tem patamares de médios para baixo, especialmente no que se refere a utilização do Programa Bolsa Família.
- As condições de saneamento disponíveis na bacia são muito desfavoráveis no que se refere aos índices de esgotamento sanitário, o que poderá con-

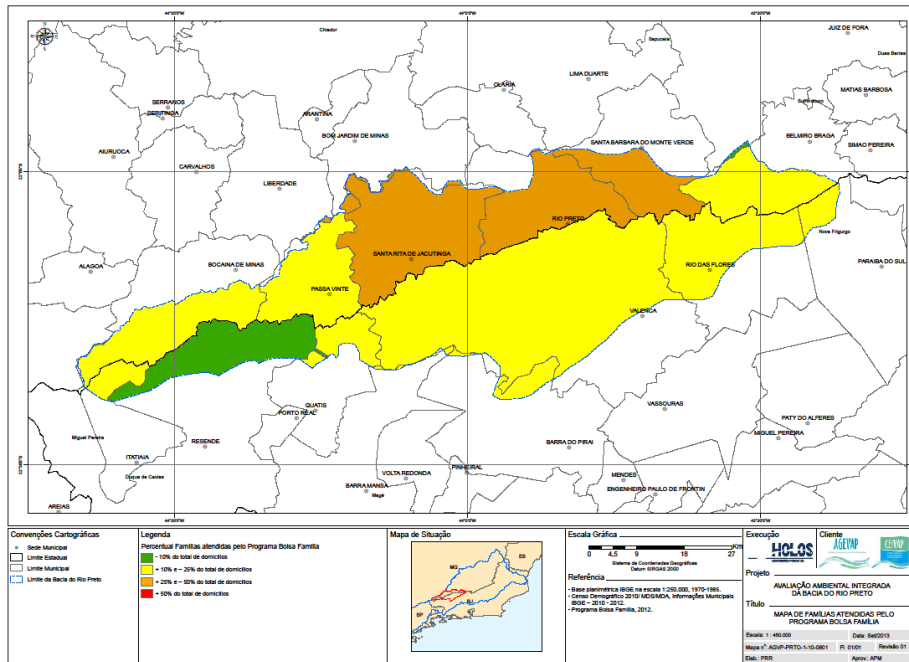
¹³ AGVP-PRTO-1-10-0902 Mapa Indicador de Pressão Territorial

tribuir para a degradação da bacia nos termos do descarte inadequado de resíduos, especialmente nas cidades situadas as margens do rio.

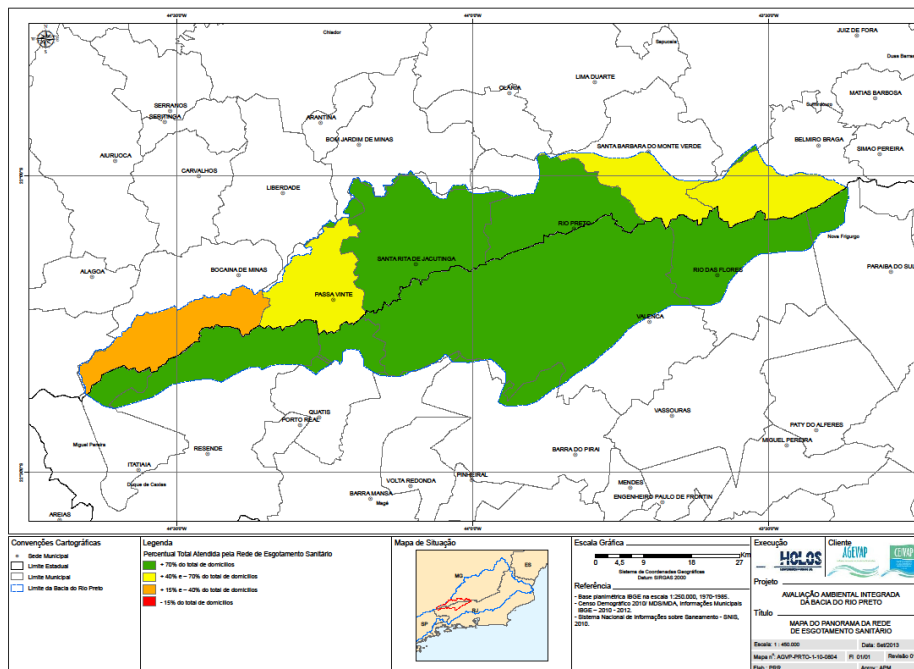


¹⁴ AGVP-PRTO-1-10-0903 Mapa Indicador de Condição Social

¹⁵ AGVP-PRTO-1-10-0800 Mapa de População sem Rendimentos



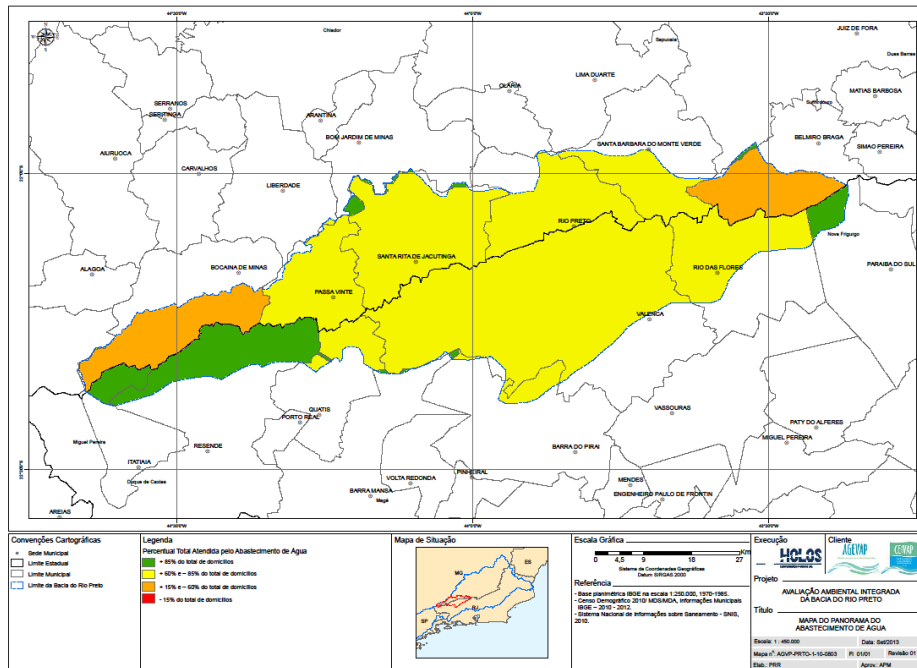
Mapa 13: Percentual de Famílias Atendidas pelo Programa Bolsa Família 16



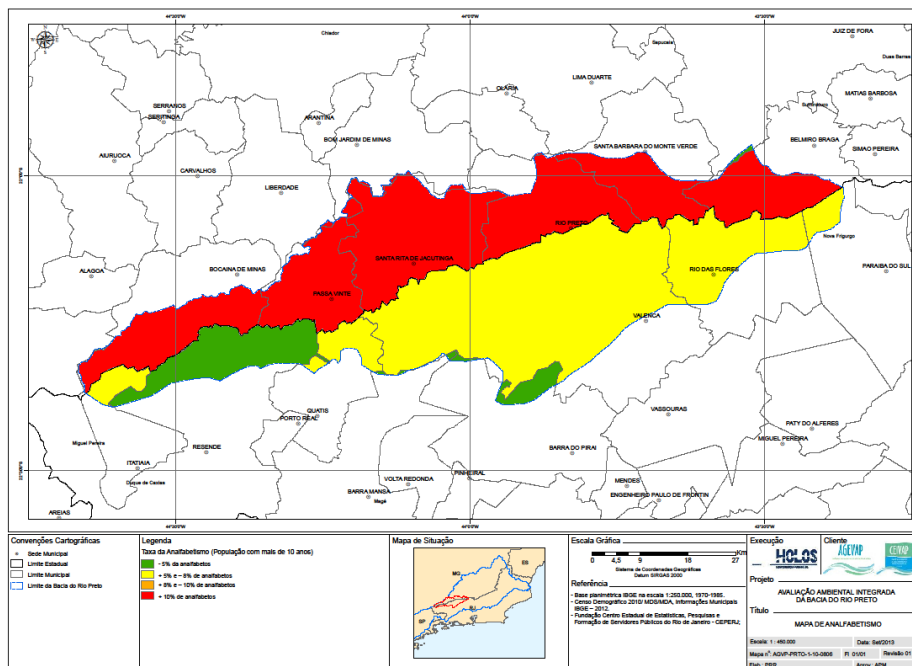
Mapa 14: Índices de esgotamento sanitário 17

16 AGVP-PRTO-1-10-0801 Mapa de Famílias Atendidas pelo Programa Bolsa Família

17 AGVP-PRTO-1-10-0804 Mapa do Panorama da Rede de Esgotamento Sanitário

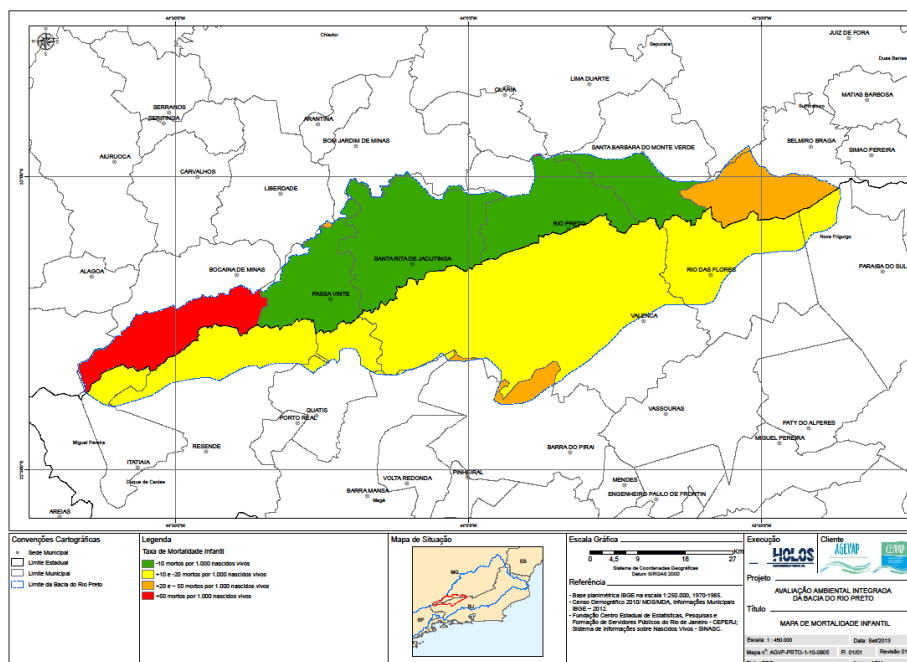


As taxas de analfabetismo ainda são muito altas e dramáticas em parcela dos municípios da bacia, tendendo a piorar se considerado as taxas de analfabetismo funcional (AGVP-PRTO-1-10-0806 Mapa de Taxa de Analfabetismo).



18 AGVP-PRTO-1-10-0803 Mapa do Panorama do Abastecimento de Água

Com relação a taxa de mortalidade infantil tem-se situações diversas, com pouco municípios apresentando condições críticas.

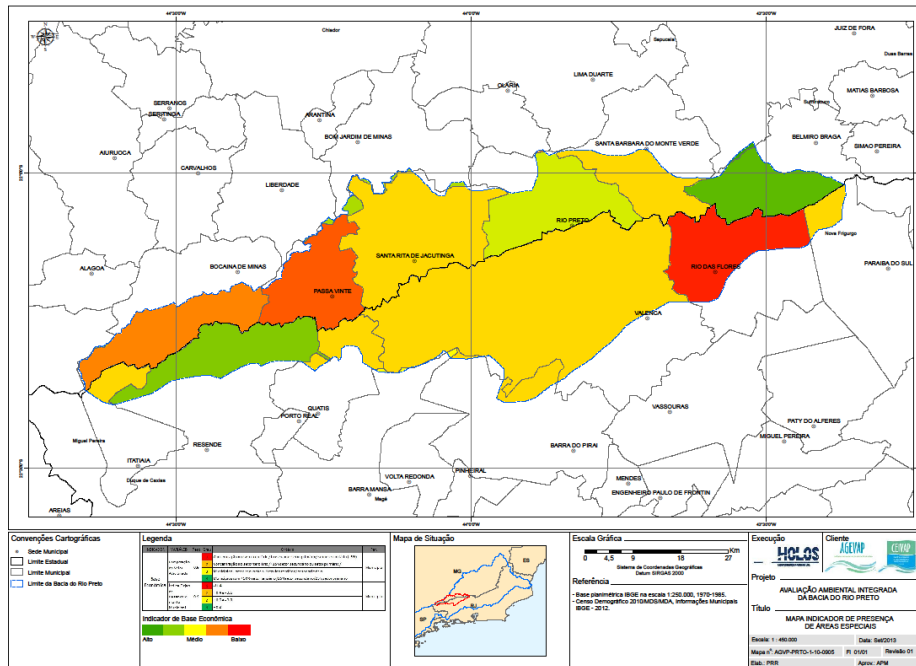


Mapa 17: Taxa de Mortalidade Infantil¹⁹

3.2.4 Indicador de Base Econômica

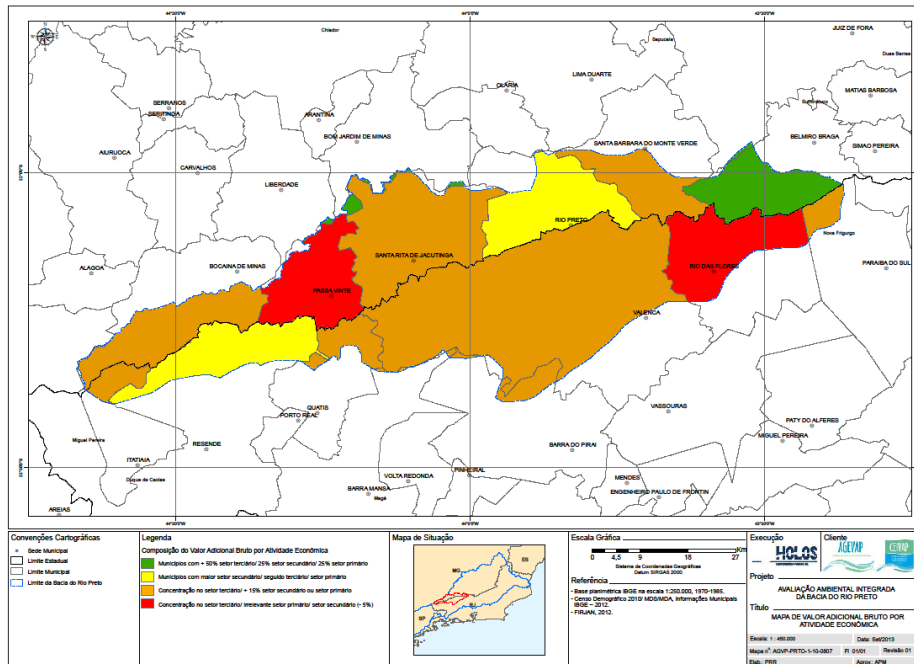
O Indicador utilizado para análise da Base Econômica foi construído considerando a forma de composição do Valor Adicionado, observando a predominância ou não de setores da economia; e o Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal. Conforme se pode observar no mapa a seguir a diversidade da base econômica está referente ao município de Resende, importante polo urbano industrial do eixo Rio-São Paulo e na área sob influência de Juiz de Fora, esta última com percentual muito pequeno de contribuição na bacia.

¹⁹ AGVP-PRTO-1-10-0805 Mapa de Mortalidade Infantil

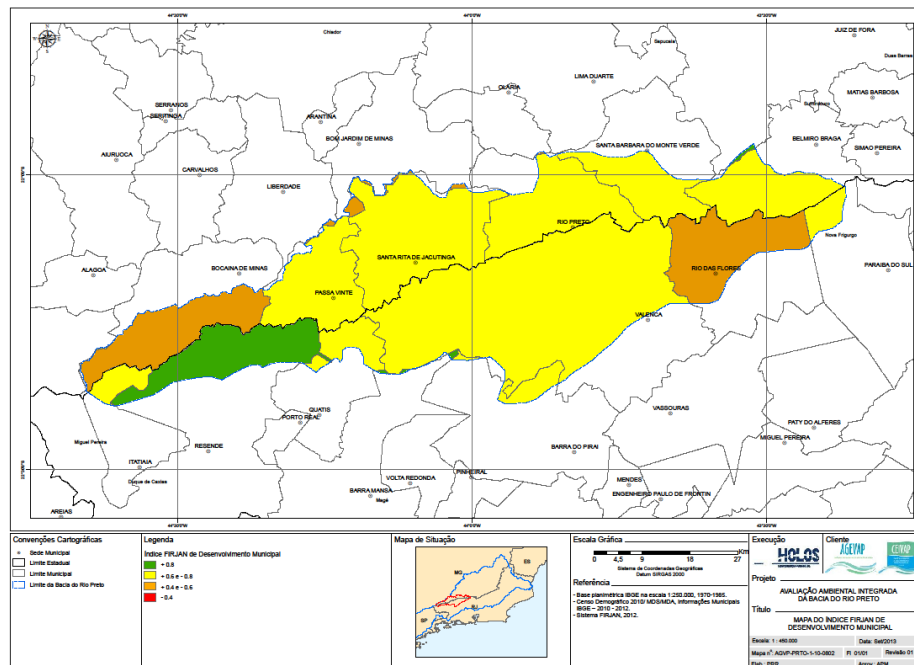


Conforme mencionado, a observação detalhada da Base Econômica foi realizada a partir da avaliação do padrão de distribuição do valor adicionado e do indicador FIRJAN de desenvolvimento municipal. Os resultados obtidos apontam para a constatação de que a maioria dos municípios da bacia ainda possui forte concentração de atividades no setor terciário e apenas uma minoria possui economia diversificada. E para a presença de poucos municípios considerados em boas condições de desenvolvimento, segundo avaliação da FIRJAN.

²⁰ AGVP-PRTO-1-10-0905 Mapa Indicador de Base Econômica



Mapa 19: Valor adicionado bruto por atividade econômica²¹



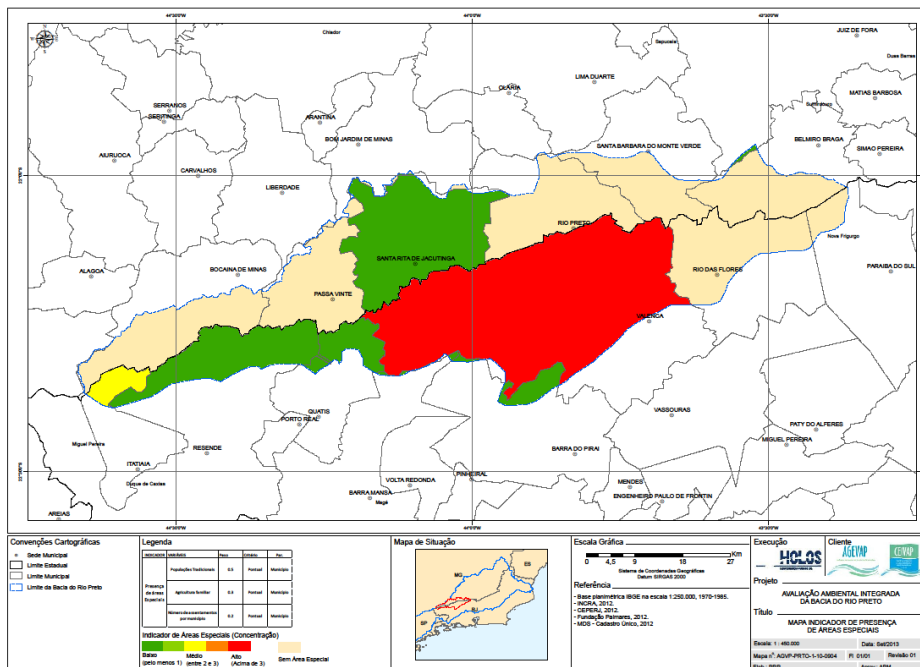
Mapa 20: Índice de Desenvolvimento Municipal – Índice Firjan²²

²¹ AGVP-PRTO-1-10-0807 Mapa de Valor Adicional Bruto por Atividade Econômica

²² AGVP-PRTO-1-10-0802 Mapa do Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal

3.2.5 Indicador de Populações Tradicionais

Para finalizar, tem-se o registro da presença de grupos especiais – populações tradicionais, agricultura familiar e áreas de assentamentos. A identificação desses grupos ocorreu através de pesquisa em fonte de dados secundários e segundo cadastro do Ministério de Desenvolvimento Social. No contexto da bacia se destaca que os municípios fluminenses tende a concentrar a presença do maior número de registros.



Mapa 21: Indicador de Populações Tradicionais²³

3.2.6 Considerações do Meio Socioeconômico

Destaca-se aqui a composição dos mapas de Indicador de Base Econômica e o Indicador de Condições de Vida, que utilizam variáveis de natureza diferentes e cujas informações serão apresentadas a seguir.

Para o Mapa de Indicador de Base Econômica, considera-se a composição do Valor Adicionado, que corresponde a identificação do setor da economia responsável pela produção da riqueza no município; e o Índice de Desenvolvimento Municipal da FIRJAN, cuja composição considera como indicadores: Emprego & Renda, Educação e Saúde, conforme variáveis descritas a seguir:

- Emprego e Renda: Geração de emprego formal, Estoque de emprego formal, Salários médios do emprego formal.

²³ AGVP-PRTO-1-10-0900 Mapa Indicador dos Ecossistemas Aquáticos



- Educação: Taxa de matrícula na educação infantil, Taxa de abandono, Taxa de distorção idade-série, Percentual de docentes com ensino superior, Média de horas aula diárias
- Saúde: Número de consultas pré-natal, Óbitos por causas mal definidas, Óbitos infantis por causas evitáveis

Com isso, observa-se que foram descritas variáveis de “caracterização”. Para as variáveis utilizadas no Mapa de Condições de Vida são variáveis de resultados, sendo estas: Domicílios sem rendimentos, Atendimento Bolsa Família, Mortalidade Infantil, Índice de Tratamento de Esgoto, Índice de Abastecimento de Água, Taxa de analfabetismo (população de + de 15 anos).

Nesses termos o Mapa Indicador da Base Econômica explicita as condições de desenvolvimento nos municípios, enquanto que o Mapa Indicador das Condições de Vida explicita os resultados dessas condições na atualidade. Para ilustrar, apresenta-se a seguir algumas variáveis e respectivos valores que integram tanto o indicador de Base Econômica quanto o Indicador de Condições de Vida.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação dos indicadores permitirá estabelecer uma base para discussão dos conflitos existentes na bacia, tais como a exploração do potencial mineral em algumas áreas, a ocupação desordenada, riscos de inundação de áreas ribeirinhas como relatado na viagem de campo.

Principalmente, permitiu verificar várias situações de pressão já instaladas, onde após a conclusão dessa etapa pode-se destacar:

- A necessidade de um melhor mapeamento da qualidade de água na bacia, e a contaminação de efluentes domésticos;
- O mapeamento das áreas mais relevantes para a ictiofauna;
- A importância das áreas protegidas da bacia para a qualidade da água e dos ecossistemas;
- O potencial de recursos minerais e os futuros conflitos na bacia com essa atividade;
- A pressão da ocupação populacional em alguns municípios, como Juiz de Fora com problemas verificados em campo de ocupação desordenada e riscos de enchentes na bacia;
- A importância do planejamento das áreas urbanas;
- A relevância de uma rede de alerta meteorológico para as cheias e do monitoramento das erosões e escorregamento de encostas.