

VII AVALIAÇÃO DE INDICADORES AMBIENTAIS

7.1 INTRODUÇÃO

O presente capítulo apresenta tanto a metodologia quanto a descrição dos resultados obtidos para a avaliação dos indicadores ambientais que acabaram constituindo nos mapas de indicadores e de fragilidade ambiental da bacia do rio Piquiri em relação à inserção de aproveitamentos hidrelétricos.

No próximo capítulo, será feita uma apresentação dos resultados em termos da criticidade ambiental, resultante da composição dos níveis de fragilidade apresentados no presente capítulo. Haverá ainda outro capítulo com o objetivo de esclarecer didaticamente como, a partir dos mapas de indicadores ambientais e dos resultantes deles, obteve-se o Sistema de Informações Geográficas que compõe o presente estudo.

É importante ressaltar que o conceito de fragilidade adotado para essa Avaliação Ambiental Integrada está relacionado à implementação de empreendimentos hidrelétricos. Dessa forma, um ambiente considerado de maior fragilidade no presente estudo é aquele que sofreria alterações negativas decorrentes da instalação de usinas geradoras de energia elétrica, quer seja pelo seu bom estado de conservação dos ecossistemas aquáticos e terrestres, quer seja por ter população já fixada na região que teria seu modo de vida alterado.

Assim, é feita uma descrição da metodologia para identificação dos indicadores ambientais utilizados na avaliação das potencialidades e fragilidades da bacia do rio Piquiri, bem como uma análise geral de todos os indicadores para os três componentes-sínteses: recursos hídricos e ecossistemas aquáticos, meio físico e ecossistemas terrestres, e meio socioeconômico.

A identificação dos indicadores ambientais aqui apresentada é feita a partir dos resultados da caracterização ambiental, considerando ainda aspectos como o estágio atual do desenvolvimento socioeconômico dessa bacia e suas perspectivas a curto e médio prazo.

A partir da escolha e definição dos indicadores ambientais e do cálculo da sua ponderação, (peso de cada um em relação aos demais), foram elaborados os mapas de fragilidade ambiental para cada componente-síntese em toda bacia. O cálculo da criticidade de cada aproveitamento é apresentado no capítulo seguinte através da sobreposição dos mapas de fragilidade e com a ampliação da escala sobre as áreas de influência de cada

aproveitamento inventariado, utilizando-se de recursos do Sistema de Informações Geográficas - SIG. O item 7.3 apresenta a metodologia utilizada com maior detalhamento.

7.2 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Conforme explicitado na metodologia geral apresentada no capítulo II, o cenário atual da bacia do rio Piquiri foi construído a partir da avaliação das fragilidades socioambientais, levando-se sempre em consideração a dinâmica socioambiental da região analisada no capítulo V, referente ao diagnóstico ambiental.

7.2.1 Definição de Indicadores de Fragilidades

A definição de indicadores de fragilidade ocorreu por meio de análises multidisciplinares entre os diversos profissionais considerando o resultado apresentado na fase de caracterização ambiental da bacia do rio Piquiri através das seguintes etapas:

- **Seleção de variáveis expressivas da dinâmica socioambiental para construção de indicadores de potencialidades e fragilidades**

O primeiro passo foi a elaboração, com base nos estudos de caracterização, na experiência dos profissionais envolvidos e nas reuniões técnicas, de uma listagem inicial dos principais aspectos da bacia do rio Piquiri e a identificação daqueles passíveis de serem avaliados quanti e qualitativamente a partir das informações disponíveis.

Nessa etapa foram observados ainda critérios utilizados em trabalhos de bacias semelhantes como do rio Areia, do rio Chopim (ambos o Paraná), do rio Caiapó (GO), do Sudoeste Goiano e, mais recentemente, na bacia do rio Verde (MS), de dimensões semelhantes e também desenvolvidas pela mesma equipe técnica do presente estudo.

Além disso, foram considerados também escopos que foram desenvolvidos pela Empresa de Pesquisa Energética – EPE para a elaboração de Avaliações Ambientais Integradas de grandes bacias, como as dos rios Uruguai, Parnaíba, Paranaíba, Doce e do Paraíba do Sul.

- **Identificação dos indicadores de potencialidades e fragilidades**

Em seguida, foram definidos aqueles aspectos da dinâmica socioambiental que exprimiam potencialidades ambientais, ou seja, os aspectos da dinâmica socioambiental que pudessem vir a ser maximizados com a implantação de tais aproveitamentos e aqueles que exprimam as fragilidades socioambientais, ou seja, as características passíveis de serem afetadas negativamente com a implantação dos aproveitamentos.

Para todos os casos foram construídas hipóteses relacionando o tema em análise com a fragilidade da área, indicando-se a ocorrência de relação direta ou inversa entre o tema em questão. Trabalhou-se a partir dos três componentes-sínteses definidos para o presente estudo: Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos, Meio Físico e Ecossistemas Terrestres e Socioeconomia.

7.2.2 Construção e Avaliação dos Indicadores de Fragilidade

- **Construção dos Indicadores**

A partir da identificação dos aspectos socioambientais relevantes identificados no diagnóstico, foram construídos os indicadores socioambientais. Para tanto foram adotados aqueles compostos por variáveis simples ou mais complexas usando-se, nesse caso, a técnica de análise multivariada.

- **Mensuração dos indicadores**

Uma vez definidos os indicadores a serem utilizados, procedeu-se a sua mensuração visando à definição de áreas homogêneas de fragilidades para cada um dos indicadores que compõem os componentes-sínteses.

A definição de áreas homogêneas de indicadores serviu como base para constituir o Sistema de Informações Geográfica - SIG.

- **Avaliação dos indicadores de fragilidade**

Depois de se obter o valor de cada indicador, foram construídas escalas de variação com expressão numérica. Salienta-se que as escalas de variação do valor do indicador para fins de enquadramento nas categorias construídas foram definidas em função de valores de referência específicos para cada tema tomando-se, sempre que possível, parâmetros consagrados pela bibliografia especializada.

Cabe ressaltar também que, dada a pouca disponibilidade de parâmetros de referência para se avaliar a magnitude dos indicadores, na maior parte das vezes as escalas de variação do indicador foram definidas com base na experiência dos profissionais envolvidos nas análises através de discussões técnicas.

- **Normalização dos indicadores**

A normalização dos indicadores foi feita a partir da definição do centro da classe para determinadas faixas pré-definidas.

Visando obter variáveis comparáveis entre si, todos os valores dos respectivos indicadores (quantitativos e qualitativos) foram normalizados numa escala variando de 0 a 1 da seguinte forma (de acordo com os centros de classe):

- a) Para indicadores classificados em duas faixas foram consideradas notas 0,25 para baixa e 0,75 para alta.
- b) Para indicadores classificados em três faixas foram consideradas notas 0,167 para baixa; 0,500 para média e 0,833 para alta fragilidade;
- c) Para os indicadores classificados em quatro faixas foram consideradas as notas 0,125 para baixa; 0,375 para médio-baixa; 0,625 para médio-alta e 0,875 para alta fragilidade.

Os valores citados correspondem ao centro da classe ou ponto médio, que equivalem ao ponto central do intervalo de classes pré-determinado, dependendo do indicador a ser considerado.

• **Enquadramento das Faixas de Fragilidade e Criticidade**

Depois de normalizados os indicadores, eles foram hierarquizados e ponderados conforme descrito abaixo nos itens 7.1.2.3 e 7.1.2.4, feito isso, se criou a necessidade de adequar às faixas de Fragilidade de forma que, os valores das faixas oriundos dos valores pré-definidos dos indicadores versus seus referidos pesos, se enquadrassem entre seus mínimos e máximos valores de ocorrência possíveis.

Ou seja, de forma a equalizar a tendência dos mapas de fragilidade de cada de indicador e do componente-síntese, assim como o de criticidade final de não apresentarem as faixas mais extremas, optou-se pela readequação das faixas, de forma que a distribuição ficasse situada entre os valores máximos e mínimos possíveis em cada componente síntese, e não de 0 (zero) a 1 (um) como poderia se prever, pois com o estabelecimento das faixas por centro de classes, esses valores extremos seriam de ocorrência impossível.

Desse modo, as faixas de fragilidade acabaram situando-se entre os seguintes valores para cada componente-síntese: a) recursos hídricos e ecossistemas aquáticos entre 0.125 (mínimo) e 0.875 (máximo); b) meio físico e ecossistemas terrestres entre 0.125 (mínimo) e 0.875 (máximo); e c) meio socioeconômico entre 0.125 (mínimo) e 0.875 (máximo). E as

faixas de criticidade da mesma forma se estabeleceram entre 0.125 (mínimo) e 0.875 (máximo).

7.2.3 Hierarquização dos Indicadores por Aspecto Socioambiental

Esta atividade foi realizada com a adoção de técnica multicriterial que permitiu a incorporação de fatores tangíveis e intangíveis no processo de análise. Neste caso os dados e resultados foram organizados em uma estrutura hierárquica lógica, que possibilitasse expressá-los, por meio de comparações paritárias, a respeito das importâncias relativas dos aspectos ambientais selecionados.

Tal hierarquização resultou na construção de uma escala de ponderação dos vários indicadores considerando-se a realidade socioambiental do conjunto da bacia do rio Piquiri. A atribuição de pesos que possibilitassem tal ponderação foi realizada utilizando-se o método de análise hierárquica da Saaty, já utilizado com sucesso em inventário hidrelétricos e contando com a participação de especialistas dos diferentes campos de conhecimento envolvidos no presente estudo. As fragilidades foram avaliadas para cada um dos componentes-sínteses considerados no presente estudo: recursos hídricos e ecossistemas aquáticos; meio físico e ecossistemas terrestres e socioeconomia.

7.2.4 Ponderação dos Indicadores Socioambientais

Visando construir o quadro final de fragilidade socioambiental da bacia, foi realizada uma ponderação dos aspectos socioambientais em avaliação. A definição dos valores de ponderação construídos para cada um dos aspectos em tela numa escala de 0 a 1, foi atribuída utilizando-se o método de análise hierárquica, em sua adaptação proposta por Saaty e já consagrada em estudos de inventário hidrelétrico que seguem o Manual de Inventário Hidrelétrico da ELETROBRÁS, desenvolvido em 1996.

Esse método permite estabelecer uma estrutura de valores entre os indicadores de cada componente-síntese a partir de sua comparação par a par. A indicação deste método deve-se à sua simplicidade, à disponibilidade de um sistema computacional para a sua aplicação, ao fato de ser consagrado em estudos do gênero, e também à minimização dos critérios subjetivos para a ponderação entre os indicadores.

A técnica de comparação par a par proposta por Saaty (Saaty, T.L.: Método de Análise Hierárquica, McGraw-Hill, São Paulo, 1991) e utilizada no presente trabalho permite que se estabeleça a importância relativa (ou prioridade) entre os indicadores comparados, tendo em

vista os processos impactantes sobre o sistema ambiental. Todos os indicadores foram comparados com todos os demais.

Desse modo, o estabelecimento dos pesos foi obtido através da montagem de uma matriz quadrada de ordem igual ao número de indicadores em cada componente-síntese, onde os elementos da matriz são valores de uma escala comparativa padronizada que representam a importância atribuída ao componente de cada linha em relação ao componente de cada coluna, pela equipe técnica envolvida no estudo.

Foi utilizada a escala comparativa apresentada a seguir sugerida por Saaty, ressaltando que os valores são magnitudes absolutas e não simples números ordinais.

Tabela 7.2.4.1 - Escala comparativa de importância entre os indicadores

Intensidade de importância do elemento preferencial	Definição	Intensidade de importância do elemento preterido	Definição
1	igual importância	1	igual importância
3	elemento ligeiramente mais importante	1/3	elemento ligeiramente menos importante
5	elemento medianamente mais importante	1/5	elemento medianamente menos importante
7	elemento fortemente mais importante	1/7	elemento fortemente menos importante
9	elemento absolutamente mais importante	1/9	elemento absolutamente menos importante
2,4,6,8	valores intermediários	1/2, 1/4, 1/6, 1/8	valores intermediários

Na comparação par a par entre os indicadores, o processo de atribuição de importâncias relativas implica $a(i,j) = 1/a(j,i)$, e a matriz assim definida é recíproca. Em outras palavras, o elemento preferencial recebeu uma nota entre 1 e 9 e o elemento preterido recebeu o valor recíproco desta nota. Neste caso em particular, a atribuição de importância deve levar em conta a repercussão dos processos impactantes relativos a determinado indicador sobre os demais.

A partir da matriz são efetuados cálculos para obtenção do autovetor associado ao maior autovalor que, depois de normalizado, corresponde ao “vetor de prioridades”, expressando os pesos relativos entre os componentes comparados. Os indicadores associados aos maiores valores são aqueles aos quais se atribui maior importância.

Procurou-se que o resultado da matriz de prioridades representasse a opinião geral da equipe técnica. O resultado serviu então para determinar os valores de ponderação para cada indicador.

7.2.5 Método de Análise Hierárquica

O vetor de prioridades procurado quando se aplica o método de análise hierárquica proposto por Saaty corresponde ao autovetor principal, isto é o autovetor associado ao maior autovalor da matriz com os indicadores da componente-síntese.

Ressalte-se que, em geral, a obtenção de autovalores (e conseqüentemente, a obtenção dos autovetores associados) de uma matriz de ordem $n > 2$ não é trivial, tornando-se mais trabalhosa quanto maior for n . Na prática, usamos estimativas numéricas para o autovetor principal normalizado desta matriz recíproca da seguinte forma:

Para cada linha i , somamos os valores de todos os seus elementos, dividindo este total pela soma de todas as somas obtidas em cada linha, obtendo assim n valores que totalizam 1. Estes n valores são as prioridades de cada indicador do componente síntese.

Um aspecto importante a se ressaltar é com relação à consistência da matriz recíproca. Em geral, quando se aplica a metodologia aqui descrita obtemos matrizes que não são consistentes, dentro do contexto descrito em Saaty (1991). Mas a falta de consistência destas matrizes não é um empecilho para a aplicação do método, uma vez que podemos quantificar esta falta de consistência e exigir que este valor fique dentro de um intervalo aceitável.

Calcula-se a razão de consistência (RC) da matriz recíproca, e se esta razão for menor ou igual a 0,10 então o resultado é aceitável. Calculamos a RC para as matrizes presentes neste estudo, obtendo-se:

- Matriz de Ecossistemas Terrestres: RC = 0,071;
- Matriz de Meios Socioeconômicos: RC = 0,041;
- Matriz de Ecossistemas Aquáticos: RC = 0,069.

Portanto, as três matrizes avaliadas neste relatório apresentaram $RC < 0,10$. Com este critério satisfeito assegura-se que os fatores de ponderação (F.P.) que compõem o vetor de prioridades obtido a partir da comparação par a par dos indicadores de fragilidades (determinados pela equipe técnica da AAI da bacia do rio Piquiri) estabelecem uma hierarquização coerente desses indicadores, segundo o MAHS. O relatório na íntegra

desenvolvido pelo matemático M.Sc. Mateus Bernardes que calculou essa RC está apresentado no Anexo IV.

7.3 FORMULAÇÃO DO GEOPROCESSAMENTO: MAPVIEWSVG

Para a formulação do geoprocessamento foi utilizado o software MapViewSVG devido a sua facilidade em converter mapas do ArcView GIS / ArcGIS para o formato SVG, cuja extensão poderá ser publicada na Web. Através desse formato, para visualizar os resultados no ambiente WEB não são necessários softwares adicionais além do Microsoft Internet Explorer.

O MapView SVG suporta dados vetoriais e dados raster (imagens JPG, TIFF ou PNG). As imagens são mostradas com a vantagem de atribuir o mesmo “zoom” de observação do mapa construído, não perdendo a qualidade e resolução dos traços, símbolos, textos e imagens. O arquivo é carregado com a mesma velocidade de uma navegação comum pela internet.

MapView SVG dá a possibilidade de trabalhar juntamente com o banco de dados, sendo visualizado de variadas formas, identificando feições no mapa atreladas às tabelas de informações ao elemento. Como no ArcView / ArcGIS, existe um link entre os atributos e a geometria, possibilitando a análise para cada entidade em separado ou em grupo. Os dados podem ser exportados para formato Excel - XLS ou banco de dados Access-DBF.

Nos mapas de cada indicador, assim como os mapas dos componentes sínteses, esses aspectos podem ser mais bem visualizados.

A conjunção dos mapas dos indicadores para cada componente-síntese resultou nos mapas de fragilidade (Mapa AAI-FR-001-PI Fragilidade para Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos, Mapa AAI-FR-002-PI Fragilidade para Meio Físico e Ecossistemas Terrestres e Mapa AAI-FR-003-PI Fragilidade para o Meio Socioeconômico).

Os próximos itens apresentam os critérios utilizados em cada indicador.

7.4 INDICADORES PARA “RECURSOS HÍDRICOS E ECOSISTEMAS AQUÁTICOS”

A fragilidade dos recursos hídricos e ecossistemas aquáticos foi avaliada tomando-se como referência as variáveis: qualidade da água, concentração de fósforo, vazão específica e ictiofauna.

Para a ictiofauna partiu-se da construção dos seguintes indicadores: Riqueza de espécies, Presença de ovos e larvas de peixes, Presença de indivíduos de espécies migradoras e Frequência de indivíduos em reprodução

Já para qualidade da água optou-se pelo Índice de Qualidade da Água – IQA e concentração de fósforo. E ainda para vazão, o índice foi baseado nas vazões específicas expressas em l/s/km².

Cada um desses indicadores é abordado com maior detalhamento a seguir.

7.4.1 Descrição dos indicadores Ambientais

- **Índice de Qualidade da Água**

A determinação de um indicador de fragilidade da qualidade da água tem o intuito de avaliar a possibilidade de alterações na qualidade das águas, após a formação de reservatórios, em função das características atuais da bacia. Considerando-se a precariedade dos sistemas de coleta e tratamento de esgotos nos municípios inseridos na bacia, optou-se por selecionar o Índice de Qualidade da Água (IQA), já que as variáveis de qualidade que fazem parte do cálculo do IQA, refletem, principalmente, a contaminação dos corpos hídricos ocasionada pelo lançamento de esgotos domésticos (CETESB, 2006).

Os índices ambientais são bastante utilizados porque tratam de um grande número de informações, de forma sistemática e acessível para os tomadores de decisão. Segundo CETESB (2006), as principais vantagens do índice são a facilidade de comunicação com o público leigo, o status maior do que as variáveis isoladas e o fato de representar uma média de diversas variáveis em um único número, combinando unidades de medidas diferentes em uma única unidade.

Cabe ressaltar ainda que Avaliações Ambientais Integradas – AAIs recentemente desenvolvidas, com escopo semelhante ao presente estudo, como as AAIs dos rios Doce e Paraíba do Sul, também utilizaram o IQA como indicador de fragilidade.

O IQA fornece uma indicação relativa da qualidade da água em diferentes pontos no espaço e/ou no tempo. É determinado pelo produto ponderado das qualidades da água correspondentes às variáveis DBO (demanda bioquímica de oxigênio), oxigênio dissolvido, coliformes fecais, nitrogênio total, pH, temperatura, sólidos totais, fosfato total e turbidez. O resultado desse cálculo permite a classificação das águas em cinco categorias de qualidade que variam de ótima a péssima.

Para a definição do grau de fragilidade, as categorias do IQA foram divididas em três faixas, que classificam a fragilidade como baixa, média ou alta. Considerou-se que, quanto menor o valor do IQA, maior a fragilidade para a inserção de aproveitamentos hidrelétricos, devido à possibilidade de degradação da qualidade das águas dos reservatórios. A tabela 7.4.1.1 apresenta a normatização desse indicador, tal como serviu de indicador no mapa específico.

Tabela 7.4.1.1 – Normatização do indicador Índice de Qualidade da Água

Fragilidade	Critério	Centro de Classe
Baixa	IQA entre bom e ótimo	0,167
Média	IQA aceitável	0,500
Alta	IQA entre ruim e péssimo	0,833

Os graus de fragilidade para o indicador IQA foram obtidos através da utilização de valores médios entre os períodos seco e chuvoso, para os quatro pontos amostrados. A tabela 7.4.1.2 apresenta os resultados da determinação das fragilidades da bacia para o Índice de Qualidade da Água. A fragilidade de cada ponto avaliado abrange a bacia de contribuição do mesmo na bacia hidrográfica. É importante salientar que o ponto de amostragem P4 localiza-se um pouco a jusante da foz do rio Piquiri. Para mapear as fragilidades da bacia, no que se refere ao IQA, extrapolou-se a bacia de contribuição deste ponto até a foz do rio Piquiri, para permitir a determinação das fragilidades em toda a área de estudo.

Tabela 7.4.1.2 – Valores de Fragilidade para o Índice de Qualidade da Água

Ponto de amostragem	Valor do IQA	Centro de Classe	Grau de Fragilidade
P1	70- BOM	0,167	Baixa
P2	77 – BOM	0,167	Baixa
P3	76 – BOM	0,167	Baixa
P4	78 - BOM	0,167	Baixa

Observando-se os resultados obtidos, verifica-se que os valores de IQA foram semelhantes em toda a bacia, havendo pequenas variações entre os pontos analisados. Embora seja possível notar que os pontos do trecho alto do rio Piquiri apresentam melhor qualidade, toda a bacia apresentou grau de fragilidade baixo para a inserção de empreendimentos hidrelétricos.

- **Concentração de Fósforo**

Para avaliar a influência das atividades agropecuárias exercidas na bacia hidrográfica do rio Piquiri, as concentrações de fósforo foram selecionadas como indicadoras da qualidade da água, considerando-se que a cultura de soja e a pecuária são atividades muito comuns em grande parte da bacia e fontes significativas de fósforo para os ecossistemas aquáticos.

Embora o IQA já considere o fósforo em sua concepção, optou-se por avaliar as concentrações deste elemento individualmente, já que, segundo CETESB (2006) a principal desvantagem do IQA consiste na perda de informação das variáveis individuais e da sua interação.

Os reservatórios atuam como armadilhas para o fósforo, que se acumula nos sedimentos, de onde é continuamente liberado para as águas (STRAŠKRABA E TUNDISI, 2000). Segundo ESTEVES (1998), o fósforo tem sido apontado como o principal responsável pela eutrofização das águas continentais. Isso ocorre não somente porque o fósforo é o fator limitante na maioria dos reservatórios, mas também pelo fato de que a carga de fósforo é facilmente consumida pelos corpos hídricos (STRAŠKRABA E TUNDISI, 2000). A eutrofização é o crescimento excessivo das plantas aquáticas, tanto planctônicas quanto aderidas, em níveis tais que sejam considerados como causadores de interferência com os usos desejáveis do corpo d'água (THOMANN E MUELLER, 1957 *apud* VON SPERLING, 2005).

As concentrações de fósforo também foram utilizadas como indicadoras da qualidade da água em Avaliações Ambientais Integradas – AAI recentemente desenvolvidas, com escopo semelhante ao presente estudo, como as AAI dos rios Parnaíba, Uruguai e Tocantins.

Para a definição do grau de fragilidade, as concentrações de fósforo foram divididas em duas faixas, que classificam a fragilidade como baixa ou alta, de acordo com a classificação da Resolução CONAMA nº 357/05 para rios de Classe I, II, III e IV. Segundo a referida resolução, a concentração de fósforo em ambientes lóticos e tributários de ambientes intermediários deve ser de até 0,1 mg/L para Classes I e II e de até 0,15 mg/L para Classes

III e IV. Para determinar o índice de fragilidade, considerou-se que, quanto maior a concentração de fósforo, maior a fragilidade para a inserção de aproveitamentos hidrelétricos, devido à possibilidade de ocorrência de eutrofização dos reservatórios. A tabela 7.4.1.3 apresenta a normatização desse indicador, tal como serviu de indicador no mapa específico.

Tabela 7.4.1.3 – Normatização do indicador Concentração de Fósforo

Fragilidade	Critérios	Centro de Classe
Baixa	Classes I e II: até 0,1 mg/L P	0,25
Alta	Classes III e IV: até 0,15 mg/L P	0,75

Os graus de fragilidade para o indicador Concentração de Fósforo foram obtidos através da utilização de valores médios entre os períodos seco e chuvoso, para os quatro pontos amostrados. A tabela 7.4.1.4 apresenta os resultados da determinação das fragilidades da bacia para a Concentração de Fósforo. A fragilidade de cada ponto avaliado abrange a bacia de contribuição do mesmo na bacia hidrográfica. É importante salientar que o ponto de amostragem P4 localiza-se um pouco a jusante da foz do rio Piquiri. Para mapear as fragilidades da bacia, no que se refere à concentração de fósforo, extrapolou-se a bacia de contribuição deste ponto até a foz do rio Piquiri, para permitir a determinação das fragilidades em toda a área de estudo.

Tabela 7.4.1.4 – Valores de Fragilidade para a Concentração de Fósforo

Ponto de amostragem	Concentração de Fósforo (mg/L)	Centro de Classe	Grau de Fragilidade
P1	0,037	0,25	Baixa
P2	0,033	0,25	Baixa
P3	0,039	0,25	Baixa
P4	0,036	0,25	Baixa

De acordo com os resultados obtidos, observa-se que as concentrações de fósforo são muito semelhantes em todos os pontos amostrados, não havendo variações significativas entre trechos do rio. Dessa forma, toda a bacia apresentou grau de fragilidade baixo para a inserção de empreendimentos hidrelétricos, no que se refere à concentração de fósforo.

- **Vazão Específica**

Uma das principais razões que motivaram a seleção de um indicador de fragilidade relativo à vazão foi a preocupação com relação às vazões remanescentes em aproveitamentos inventariados, a fim de assegurar a manutenção e a conservação dos ecossistemas aquáticos naturais, principalmente em trechos de vazão reduzida, chamada de “vazão ecológica”. A importância da vazão ecológica diz respeito principalmente à proteção do habitat utilizado pela vida aquática dos corpos d’água (PELLISSARI & SARMENTO, 2003). Trata-se daquela que deve ser mantida a jusante dos empreendimentos hidrelétricos de modo a satisfazer a todos os usos previstos pela Política Nacional de Recursos Hídricos.

A vazão específica também foi recentemente utilizada como indicador de fragilidade em outras Avaliações Ambientais Integradas com escopo semelhante, como as dos rios Parnaíba e Paraíba do Sul.

Enfim, a vazão específica (ou contribuição unitária) representa a relação entre a vazão em uma seção do curso de água e a área da bacia hidrográfica de contribuição relativa a essa seção, expressa em litros por segundo por quilômetro quadrado (l/s.km²).

Considerando-se o maior valor de vazão específica encontrado na bacia como vazão alta e o menor valor como vazão baixa, definiram-se três intervalos de classe, que classificam a fragilidade como baixa, média ou alta. Para determinar o índice de fragilidade, considerou-se a relação inversa das vazões específicas em cada eixo. Assim, quanto maior a vazão específica, maior a fragilidade para a inserção de aproveitamentos hidrelétricos.

O valor de ponderação desse indicador é de 0,065 conforme indica a tabela 7.4.2.2. O mapa AAI - RH - 003 - PI / VAZÃO ESPECÍFICA apresenta a fragilidade em cada uma das bacias de contribuição para cada eixo avaliado e a tabela 7.4.1.5 apresenta a normatização desse indicador.

Tabela 7.4.1.5 – Normatização do indicador - Vazão Específica

Fragilidade	Critério	Centro de Classe
Baixa	Vazão específica de 21,7000 a 25,1667 l/s/Km ²	0,167
Média	Vazão específica de 25,1668 a 28,6333 l/s/Km ²	0,500
Alta	Vazão específica de 28,6334 a 32,1100 l/s/Km ²	0,833

Os graus de fragilidade para o indicador Vazão Específica foram obtidos no Inventário Hidrelétrico do rio Piquiri, para os reservatórios inventariados. A tabela 7.1.4.1.6 apresenta os resultados da determinação das fragilidades da bacia para a Vazão Específica. A fragilidade de cada eixo avaliado abrange a bacia de contribuição do mesmo na bacia hidrográfica. É importante salientar que o reservatório AHE Foz do Piquiri localiza-se um pouco a jusante da foz do rio Piquiri. Para mapear as fragilidades da bacia, no que se refere à vazão específica, extrapolou-se a bacia de contribuição deste eixo até a foz do rio Piquiri, para permitir a determinação das fragilidades em toda a área de estudo.

Tabela 7.4.1.6 – Valores de Fragilidade para a Vazão Específica

Aproveitamento	Vazão Específica (l/s. km ²)	Centro de Classe	Grau de Fragilidade
Rio do Forno	32,1	0,833	Alta
Bonito A	29,8	0,833	Alta
Bonito B	28,9	0,833	Alta
Eralzinho Baixo	27,7	0,500	Média
Salto Grande	27,0	0,500	Média
Do Cobre	26,3	0,500	Média
São Manoel	24,8	0,167	Baixa
Bandeira	24,3	0,167	Baixa
Cascudo	24,0	0,167	Baixa
Pinhalito	24,1	0,167	Baixa
Porto da Bota	24,1	0,167	Baixa
Cantu	22,3	0,167	Baixa
Comissário	22,9	0,167	Baixa
Apertados	22,9	0,167	Baixa
Ercilândia	22,2	0,167	Baixa
Foz do Piquiri	21,7	0,167	Baixa

Com base nos valores de vazão específica obtidos nos eixos de cada aproveitamento hidrelétrico inventariado, observa-se que grande parte da bacia apresenta valores abaixo de 21,7 l/s/Km², que caracterizam baixa fragilidade. O local que apresenta fragilidade média localiza-se no trecho alto da bacia, abrangendo os aproveitamentos AHE do Cobre, Salto Grande e Eralzinho Baixo. Os aproveitamentos AHE Rio do Forno, Bonito A e Bonito B, também localizados no trecho alto da bacia (os três primeiros, da nascente em direção à

foz), encontram-se em região classificada como de alta fragilidade, pois apresentam valores de vazão específica acima de 32,11 l/s/Km², ou seja, vazões consideradas mais frágeis para a inserção de aproveitamentos hidrelétricos.

- **Índice de Fragilidade para Ictiofauna**

Para avaliar a fragilidade para ictiofauna na bacia do rio Piquiri, foram utilizados quatro indicadores, sendo eles: riqueza de espécies, presença de ovos e larvas de peixes, presença de indivíduos de espécies migradoras e frequência de indivíduos em reprodução, como apresentado na Tabela 7.4.1.7.

Tabela 7.4.1.7 – Indicadores de fragilidade ambiental para a bacia do rio Piquiri.

Indicador	Peso	Descrição	Parâmetro
Riqueza de espécies	0,15	Número de espécies	Presença
Ovos de peixes	0,25	Densidade de ovos	Ovos/10m ³
Larvas de peixes	0,25	Densidade de larvas	Larvas/10m ³
Migradores de longa distância	0,20	Densidade de migradores	Ind./1000 m ² de rede/dia
Atividade reprodutiva	0,15	Indivíduos em reprodução	% indivíduos

A fórmula para o cálculo do índice de fragilidade para a ictiofauna encontra-se apresentada abaixo:

$$IF_i = 0,15 \frac{Riqueza_i}{Riqueza_{Max}} + 0,20 \frac{Mig_i}{Mig_{Max}} + 0,25 \frac{Ovos_i}{Ovos_{Max}} + 0,25 \frac{Larvas_i}{Larvas_{Max}} + 0,15 \frac{Reprodução_i}{Reprodução_{Max}}$$

Onde:

IF = Índice de Fragilidade

i = Local

Riqueza = Riqueza de espécies

Max = Máximo valor observado entre os locais

Mig = Captura por unidade de esforço em número de migradores

Ovos = Número de ovos por 10 m³

Larvas = Número de larvas por 10 m³

Reprodução = Proporção de indivíduos analisados que se encontravam em reprodução.

A tabela 7.4.1.8 apresenta os valores absolutos obtidos nas campanhas realizadas nos 09 locais de amostragem para cada um dos indicadores selecionados.

Tabela 7.4.1.8 – Valores Absolutos dos indicadores para os locais de amostragem.

Local	Riqueza de espécies	CPUE num MIG	Ovos/10m3	Larvas/10m3	Ativ. Rep.
Palmital	15,000	3,400	140,597	0,786	0,500
Laranjal	23,000	3,400	11,901	1,003	0,677
Cantu	16,000	0,000	0,672	0,674	0,513
Campina	50,000	23,300	56,908	3,942	0,333
Corbéia	15,000	17,200	11,221	6,239	0,667
Formosa	19,000	10,300	3,675	2,217	0,483
Apertado	52,000	11,800	0,755	0,161	0,292
Oroitê	17,000	6,900	0,574	0,301	0,810
Altônia	43,000	25,300	0,948	1,500	0,334
Maximo	52,000	25,300	140,597	6,239	0,810

A partir dos valores absolutos foram calculados os valores relativos como apresentado na Tabela 7.4.1.9. A cada um dos indicadores foi estabelecido um peso de acordo com a importância de cada aspecto.

Tabela 7.4.1.9 – Valores relativos dos indicadores para os locais de amostragem.

Local	Riqueza de espécies	CPUE num MIG	Ovos/10m3	Larvas/10m3	Ativ. Rep.	TOTAL
Palmital	0,288	0,134	1,000	0,126	0,618	2,167
Laranjal	0,442	0,134	0,085	0,161	0,836	1,658
Cantu	0,308	0,000	0,005	0,108	0,633	1,054
Campina	0,962	0,921	0,405	0,632	0,412	3,331
Corbéia	0,288	0,680	0,080	1,000	0,824	2,872
Formosa	0,365	0,407	0,026	0,355	0,596	1,750
Apertado	1,000	0,466	0,005	0,026	0,361	1,858
Oroitê	0,327	0,273	0,004	0,048	1,000	1,652
Altônia	0,827	1,000	0,007	0,240	0,413	2,487
Pesos	0,150	0,200	0,150	0,200	0,300	1,000

A Tabela 7.4.1.10 e a Figura 7.4.1.1 apresentam o resultado para o Índice de fragilidade para ictiofauna em cada um dos 9 locais de amostragem.

Tabela 7.4.1.10 – Valores Relativos X Peso

Local	Riqueza de espécies	CPUE num MIG	Ovos/10m3	Larvas/10m3	Ativ. Rep.	Índice de Fragilidade
Palmital	0,043	0,027	0,150	0,025	0,185	0,431
Laranjal	0,066	0,027	0,013	0,032	0,251	0,389
Cantu	0,046	0,000	0,001	0,022	0,190	0,259
Campina	0,144	0,184	0,061	0,126	0,124	0,639
Corbéia	0,043	0,136	0,012	0,200	0,247	0,638

Local	Riqueza de espécies	CPUE num MIG	Ovos/10m3	Larvas/10m3	Ativ. Rep.	Índice de Fragilidade
Formosa	0,055	0,081	0,004	0,071	0,179	0,390
Apertado	0,150	0,093	0,001	0,005	0,108	0,357
Oroité	0,049	0,055	0,001	0,010	0,300	0,414
Altônia	0,124	0,200	0,001	0,048	0,124	0,497

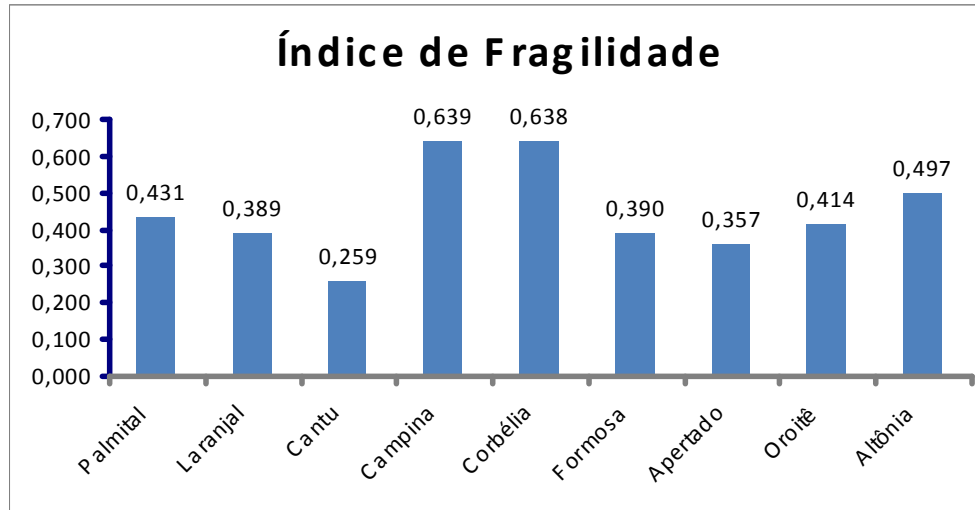


Figura 7.4.1.1 – Índice de fragilidade para a bacia do rio Piquiri, considerando os 9 locais de amostragem. (O eixo horizontal representa o gradiente espacial, e o eixo vertical o índice de fragilidade).

Diante da importância desse aspecto na bacia do rio Piquiri, o valor de ponderação desse indicador em relação aos demais do componente-síntese recursos hídricos e ecossistemas aquáticos obtido através da matriz de comparação par a par é bastante expressivo, com 0,539 conforme indica a tabela 7.4.2.2. O mapa AAI - RH - 004 - PI / INDICE DE FRAGILIDADE PARA A ICTIOFAUNA apresenta a localização destas áreas.

Considerando a importância deste indicador, a atribuição dos valores se deu pela distribuição em quatro faixas, conforme expresso na tabela 7.4.1.11.

Tabela 7.4.1.11 – Normatização do indicador de fragilidade para a ictiofauna

Fragilidade	Índice de Fragilidade	Centro de Classe
Baixa	Menor que 0,14	0,125
Média baixa	Entre 0,14 e 0,28	0,375
Média alta	Entre 0,28 e 0,44	0,625
Alta	Maior que 0,44	0,875

A classificação dos 9 locais de amostragem de acordo com o índice de fragilidade para a ictiofauna encontram-se apresentados na Tabela 7.4.1.12. É importante ressaltar que o resultado incluiu a bacia de contribuição dos trechos de cada um dos locais de amostragem.

Tabela 7.4.1.12 – Classificação dos locais de amostragem de acordo com o índice de fragilidade.

Fragilidade	Locais
Alta	Campina Corbélia Altônia
Média Alta	Palmital Laranjal Formosa Apertado Oiroetê
Média Baixa	Cantú
Baixa	Nenhum

Os resultados confirmam alguns cenários previstos no diagnóstico da ictiofauna, conforme segue:

- Represamentos no canal principal do rio Piquiri, abaixo da foz do rio Goioerê, causam grande impacto sobre a ictiofauna.
- Represamentos no canal principal do rio Piquiri, entre a foz do rio Goioerê e a foz do rio Cantú, provocam impactos relevantes sobre a ictiofauna.
- Os locais Palmital e Laranjal são consideradas áreas prioritárias para a reprodução das espécies de peixes. Porém, se o rio Cantú permanecer com seu trecho livre de barramentos, os impactos nessa região poderiam ser considerados moderados, já que as espécies migradoras poderiam utilizar esse rio como rota alternativa.
- Represamentos acima do local Palmital, embora não tenham sido realizadas amostragens nesses ambientes, a priori, os impactos seriam moderados se os tributários a jusante forem mantidos intactos, oferecendo rotas alternativas para as espécies migradoras.

7.4.2 Avaliação final dos indicadores para recursos hídricos e ecossistemas aquáticos

Para concluir o presente item, são apresentadas duas tabelas. Na tabela 7.4.2.1 estão todos os valores atribuídos através da matriz hierárquica par a par que definiu os fatores de ponderação utilizados em cada um dos indicadores (ver na última coluna).

A tabela 7.4.2.2 apresenta o resumo geral de todos os indicadores, com as definições, critérios, centros de classe, fatores de ponderação (resultantes da tabela 7.4.2.1) e, por fim, o valor do indicador, que foi repassado para os polígonos que servirão de base para os mapas de fragilidade do sistema de informações geográficas (Mapa AAI-FR-001-PI Fragilidade para Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos).

Tabela 7.4.2.1 – Matriz de análise hierárquica de indicadores de fragilidades ambientais para recursos hídricos e ecossistemas aquáticos

Indicadores Recursos Hídricos e Ecossistemas Aquáticos	Qualidade da Água	Concentração de Fósforo	Vazão específica	Índice de Fragilidade para Ictiofauna	Soma	%	Fator de Ponderação
Qualidade da Água	1,000	3,000	4,000	0,250	8	27,78	0,278
Concentração de Fósforo	0,333	1,000	2,000	0,200	4	11,90	0,119
Vazão específica	0,250	0,500	1,000	0,167	2	6,45	0,065
Índice de Fragilidade para Ictiofauna	4,000	5,000	6,000	1,000	16	53,87	0,539
					30	100,00	1,000

Tabela 7.4.2.2 – Indicadores de fragilidades ambientais para recursos hídricos e ecossistemas aquáticos

Indicador	Fragilidade	Critério	Centro de classe	Fator de Ponderação	Valor do Indicador
Índice de Qualidade da Água	Baixa	IQA entre ótimo e bom	0,167	0,278	0,046
	Média	IQA aceitável	0,5		0,139
	Alta	IQA entre ruim e péssimo	0,833		0,232
Concentração de Fósforo	Baixa	Classes I e II: até 0,1 mg/L P	0,25	0,119	0,030
	Alta	Classes III e IV: até 0,15 mg/L P	0,75		0,089
Vazão Específica	Baixa	Vazão específica de 21,70000 a 25,1667	0,167	0,065	0,011
	Média	Vazão específica de 25,1668 a 28,6333	0,5		0,033
	Alta	Vazão específica de 28,6334 a 32,1100	0,833		0,054
Índice de Fragilidade para a Ictiofauna	Baixa	Menor que 0,14	0,125	0,539	0,067
	Média baixa	Entre 0,14 e 0,28	0,375		0,202
	Média alta	Entre 0,28 e 0,44	0,625		0,337
	Alta	Maior que 0,44	0,875		0,472

7.5 INDICADORES PARA “MEIO FÍSICO E ECOSISTEMAS TERRESTRES”

Para realizar o zoneamento de fragilidade ambiental referente ao componente-síntese meio físico e ecossistemas terrestres frente aos impactos mais significativos detectados a partir do mapa elaborado a partir de imagem de satélite escala 1: 250.000, devidamente aferida a campo, construíram-se indicadores.

Estes indicadores serão abordados separadamente nesta análise de fragilidade, pois se considerou que estes apresentam condições peculiares e podem ser influenciados pela implantação de empreendimentos hidrelétricos.

Ao final deste capítulo cada um destes indicadores relativo ao meio físico e ecossistemas terrestres encontram-se apresentados na tabela 7.5.2.2 com o seu respectivo peso e valor final.

7.5.1 Descrição dos Indicadores Ambientais

- **Remanescentes Florestais**

Os fragmentos de vegetação que abrangem áreas mais significativas e contínuas proporcionam maiores chances de sobrevivência às espécies vegetais e animais, possibilitando maior variabilidade genética e evitando a degeneração das populações através da endogamia. Portanto constituem importante indicador de fragilidade desses ambientes e devem ser considerados na hora da análise do componente-síntese em questão.

A fragmentação é, na grande maioria das vezes, um processo antrópico de ruptura da continuidade das unidades de uma paisagem e resulta em mudanças na composição e diversidade das comunidades envolvidas. Isto provoca o isolamento e redução das áreas propícias à sobrevivência das populações, causa extinções locais e reduz a variabilidade genética das mesmas e, conseqüentemente leva à perda da biodiversidade (METZGER, 1999).

O tamanho do fragmento influencia fortemente nos processos ecológicos, principalmente devido às mudanças induzidas pela formação da borda (COLLINGE, 1996 apud FLEURY, 2003). A intensidade do efeito de borda é inversamente proporcional ao tamanho do fragmento (RANTA ET AL, 1998 apud FLEURY, 2003). Conseqüentemente, fragmentos pequenos possuem maior proporção de ambiente alterado, e assim, espécies vegetais e animais que dependem das condições exclusivas do interior da mata perdem seus habitats

pela expansão da borda ao interior do remanescente (STEVENS & HUSBAND, 1998 apud FLEURY, 2003).

Diante da importância desse aspecto na bacia do rio Piquiri, o valor de ponderação desse indicador em relação aos demais do componente-síntese meio físico e ecossistemas terrestres é o segundo maior, com 0,185 conforme indica a tabela 7.5.2.2. O mapa AAI ET - 001 – PI/ REMANESCENTES FLORESTAIS apresenta a localização dos diferentes níveis desses indicadores.

Considerado a importância e a variedade de tamanhos de remanescentes, dada a normatização dos indicadores, atribuição dos valores se deu pela distribuição em quatro faixas, conforme expresso na tabela 7.5.1.1.

Tabela 7.5.1.1 - Normatização do indicador -Remanescentes Florestais

Fragilidade	Critério	Centro de Classe
Baixa	Áreas antropizadas, atividades agrárias e reflorestamentos	0,125
Média baixa	Área < 100 ha	0,375
Média alta	Área entre 100 ha - 1000 ha	0,625
Alta	Área > 1000 ha	0,875

A resultante do mapa AAI ET - 001 – PI/ REMANESCENTES FLORESTAIS aponta para fragilidades maiores nos grandes remanescentes, que de maneira geral se encontram associados aos cursos d'água os quais tem suas APP's preservadas de forma razoáveis no que diz respeito à linearidade. E da mesma forma fragilidades intermediárias onde os remanescentes não são tão expressivos ou não contínuos, restando à maior parte da bacia com baixa fragilidade, referente às áreas antropizadas, atividades agrárias e reflorestamentos.

Com relação a um indicador específico para Conectividade e ou tensão ecológica não foi possível zonar tal ocorrência na bacia do rio Piquiri, embora ela ocorra, mas como citado no capítulo V, referente ao diagnóstico. Em função da existência dessa transição gradual, torna-se difícil estabelecer um limite nítido entre as duas tipologias. A zona de transição é caracterizada, de maneira geral, pela penetração de espécies típicas da Floresta Estacional Semidecidual na Floresta Ombrófila Mista, em função dessas possuírem maior poder de competição.

Para efeito de visualização o Mapa AAI - 001, COBERTURA VEGETAL E USO DO SOLO, apresenta esse fenômeno como uma faixa linear entre as tipologias distintas oriundas do mapa de vegetação do Brasil (IBGE, 2004).

- **Proximidade dos Remanescentes aos Cursos D' Água**

As influências que os cursos d'água têm sobre as florestas são dinâmicas em frequência e intensidade e estão sujeitas ao tempo. Além disso, dependem de características geológicas, geomorfológicas, climáticas, hidrológicas e hidrográficas, locais e regionais (CHRISTOFOLETTI, 1979 APUD MANTOVANI, 1989). Pela própria natureza do ecossistema em declive, encontram-se transições em solo, em vegetação e um grande gradiente em umidade do solo (REICHARDT, 1989). Este último, geralmente impõe o tipo de vegetação.

A existência de remanescentes próximos aos cursos d'água está diretamente ligada à qualidade e a manutenção dos recursos hídricos, evitando a erosão das margens e assoreamento dos corpos de água, o que ainda pode ser caracterizado como presença ou ausência da mata ciliar no rio Piquiri e seus afluentes, indicativo de suma importância no quesito saúde dos rios ou das nascentes.

Diante da relevância desse aspecto na bacia do rio Piquiri, o valor de ponderação desse indicador em relação aos demais do componente-síntese meio físico e ecossistemas terrestres é de 0,131 considerado regular em relação aos demais, conforme indica a tabela 7.5.2.2. O mapa AAI ET - 002 - PI / PROXIMIDADE DOS REMANECENTES AOS CURSOS D'ÁGUA apresenta a localização dos diferentes níveis desses indicadores.

A atribuição dos valores do indicador Proximidade dos Remanescentes aos Cursos D'água encontra-se expressa na tabela 7.5.1.2.

Tabela 7.5.1.2 - Normatização do indicador - Proximidade dos Remanescentes aos Cursos D'Água

Fragilidade	Critério	Centro de Classe
Baixa	Áreas antropizadas, atividades agrárias e reflorestamentos	0,167
Média	Distância superior a 200 m do corpo d'água	0,500
Alta	Distância de até 200 m do corpo d'água	0,833

A resultante do mapa AAI ET - 002 - PI / PROXIMIDADE DOS REMANESCENTES AOS CURSOS D'ÁGUA aponta para fragilidades maiores nos remanescentes que se encontram associados diretamente aos cursos d'água fazendo o papel das APP's propriamente dito. E da mesma forma fragilidades intermediárias onde os remanescentes estão próximos ou conectados aos remanescentes diretamente associados aos cursos d'água, restando à maior parte da bacia com baixa fragilidade, referente às áreas antropizadas, atividades agrárias e reflorestamentos.

- **Áreas relevantes para a fauna**

A definição das áreas de importância para a conservação da fauna terrestre na bacia do Piquiri foi baseada nas características de áreas selecionadas, que foram objeto de estudo durante o diagnóstico da fauna terrestre e por áreas não selecionadas e que foram analisadas por imagem do satélite CBERS II, classificadas e georreferenciadas à bacia do rio Piquiri e cenas retiradas do aplicativo "Google Earth"

Para as áreas selecionadas os critérios utilizados para a sua avaliação consideraram os seguintes aspectos:

- tamanho / largura;
- forma;
- heterogeneidade (diversidade de ambientes existentes);
- conectividade (fragmentos) / continuidade (ciliares): grau de isolamento, ou seja, tipos de conexão existentes entre os remanescentes que impedem ou favorecem o fluxo das espécies;
- disponibilidade de recursos hídricos; e,
- estrutura da vegetação (grau de conservação).

Para cada aspecto considerado foram atribuídos valores numéricos (pontuações), posteriormente integrados mediante o somatório de todos os pontos obtidos, resultando em classes de qualidade que expressam a importância biológica e ecológica das áreas selecionadas (BIO SITU, 2005) (Tabela 7.5.1.3).

Tabela 7.5.1.3 - Aspectos considerados para a valoração de cada fragmento visitado.

Aspectos	Características valoradas	Valores
Tamanho*/Largura	Inferior a 50 ha	1
	Entre 50 e 300 ha	2
	Superior a 300 ha	3
Formato	Irregular e alongado	1
	Próximo ao circular/ compacto	2

Aspectos	Características valoradas	Valores
Heterogeneidade	Homogêneo	1
	Heterogêneo (mais de um tipo de ambiente)	2
Conectividade	Isolado / descontínuo	1
	Existência de “pontos de conexão” que facilitam o deslocamento das espécies	2
	Fragmento conectado / ciliar contínua	3
Estrutura da vegetação	Estágio sucessional inicial de regeneração	1
	Estágio sucessional médio de regeneração	2
	Estágio sucessional avançado de regeneração	3
Recursos hídricos**	Ausente	1
	Presente no entorno imediato do fragmento	2
	Nascendo ou cortando o interior do fragmento	3
	Presente no entorno imediato e no interior do fragmento	4

* Os intervalos de tamanho foram considerados tomando-se como base os tamanhos dos fragmentos amostrados.

** Para ciliares adotou-se pontuação única com valor 3.

Mediante a pontuação total obtida por cada remanescente selecionado, e partindo do princípio de que qualquer área florestal que ainda reste na região é importante para a fauna, foram definidos quatro níveis de importância para a fauna de vertebrados terrestres: Baixa (< 08 pontos), “Média baixa” (entre 08 e 11 pontos), “Média alta” (entre 11 e 14) e “Alta” (>14 pontos). A situação no contexto local e a relevância das espécies encontradas em cada remanescente visitado foram fatores que permitiram o *up grade* das áreas nos seus níveis de importância, quando julgado apropriado.

Para efeito de análise foram consideradas apenas 41 áreas uma vez que o ponto 27 corresponde a um plantio de eucaliptos, e optou-se por excluí-lo das análises. As 41 áreas foram avaliadas de acordo com o sistema de pontuação apresentado na Tabela 7.5.1.3 e os valores obtidos podem ser observados na Tabela 7.5.1.4.

Tabela 7.5.1.4 - Pontuação obtida pelas áreas selecionadas, constando em negrito as que foram efetivamente visitadas em campo.

Área Selecionada	Tamanho	Forma	Heterogeneidade	Conectividade/ Continuidade	Estrutura da vegetação	Recursos Hídricos	Total
Ponto 01	2	2	1	3	2	2	12
Ponto 02	3	1	2	3	2	3	14
Ponto 03	3	2	1	1	3	2	12

Área Selecionada	Tamanho	Forma	Heterogeneidade	Conectividade/ Continuidade	Estrutura da vegetação	Recursos Hídricos	Total
Ponto 04	2	2	1	1	2	1	09
Ponto 05	1	1	1	3	1	3	10
Ponto 06	2	1	2	3	2	3	13
Ponto 07	3	1	2	3	2	3	14
Ponto 08	2	2	1	1	3	1	10
Ponto 09	2	2	1	2	3	3	13
Ponto 10	3	2	2	2	3	4	16
Ponto 11	2	1	1	3	2	3	12
Ponto 12	2	2	1	1	2	1	09
Ponto 13	2	2	1	1	2	1	09
Ponto 14	2	1	1	1	2	1	08
Ponto 15	2	1	1	1	2	2	09
Ponto 16	2	1	1	1	2	3	10
Ponto 17	2	1	1	1	2	2	09
Ponto 18	2	2	1	2	2	2	11
Ponto 19	2	1	1	1	2	3	10
Ponto 20	2	1	1	2	2	2	10
Ponto 21	2	2	2	2	2	3	13
Ponto 22	1	1	2	2	2	3	11
Ponto 23	2	1	1	1	2	1	08
Ponto 24	1	1	1	1	2	2	08
Ponto 25	1	1	1	2	1	2	08
Ponto 26	2	1	1	2	2	2	10
Ponto 27	-	-	-	-	-	-	-
Ponto 28	2	1	1	1	2	2	09
Ponto 29	1	1	1	1	2	2	08
Ponto 30	3	2	2	3	3	4	17
Ponto 31	3	2	2	3	3	4	17
Ponto 32	3	1	2	2	2	3	13
Ponto 33	3	2	2	3	3	4	17
Ponto 34	3	2	2	3	3	4	17
Ponto 35	3	2	2	3	3	4	17
Ponto 36	3	2	1	2	2	3	13
Ponto 37	3	2	2	2	3	4	16
Ponto 38	2	2	1	2	1	3	11

Área Selecionada	Tamanho	Forma	Heterogeneidade	Conectividade/ Continuidade	Estrutura da vegetação	Recursos Hídricos	Total
Ponto 39	2	1	1	2	2	3	11
Ponto 40	2	2	2	2	2	2	12
Ponto 41	2	1	2	2	2	2	11
Ponto 42	2	1	2	2	2	3	12

Após a soma dos pontos em cada requisito avaliado, as áreas visitadas foram agrupadas de acordo com seu grau de importância para a fauna, conforme apresentado na Tabela 7.5.1.5.

Tabela 7.5.1.5 - Situação final das áreas selecionadas.

Fragmento	Total	Importância	Up grade
Ponto 33	17	Alta	
Ponto 31	17	Alta	
Ponto 34:	17	Alta	
Ponto 35:	17	Alta	
Ponto 30	17	Alta	
Ponto 37	16	Alta	
Ponto 10	16	Alta	
Ponto 02	14	Alta	X
Ponto 32	13	Alta	X
Ponto 07	14	Média alta	
Ponto 36	13	Média alta	
Ponto 09	13	Média alta	
Ponto 21	13	Média alta	
Ponto 06	13	Média alta	
Ponto 01	12	Alta	X
Ponto 03	12	Alta	X
Ponto 42	12	Alta	X
Ponto 41	11	Alta	X
Ponto 40	12	Média alta	
Ponto 11	12	Média alta	
Ponto 18	11	Média alta	
Ponto 22	11	Média alta	
Ponto 38	11	Média alta	
Ponto 39	11	Média alta	
Ponto 08	10	Média baixa	

Fragmento	Total	Importância	Up grade
Ponto 16	10	Média baixa	
Ponto 05	10	Média baixa	
Ponto 19	10	Média baixa	
Ponto 20	10	Média baixa	
Ponto 26	10	Média baixa	
Ponto 04	09	Média alta	X
Ponto 28	09	Média alta	X
Ponto 12	09	Média baixa	
Ponto 13	09	Média baixa	
Ponto 15	09	Média baixa	
Ponto 17	09	Média baixa	
Ponto 25	08	Média baixa	
Ponto 24	08	Média baixa	
Ponto 14	08	Média baixa	
Ponto 23	08	Média baixa	
Ponto 29	08	Média baixa	
Ponto 27	-	Plantio de exóticas	

Dentre as 41 áreas selecionadas, 36,6% (n=15) obtiveram total de pontos inferior a 11, sendo consideradas de importância “Média baixa”, 31,7% (n=13) receberam pontuação total entre 11 e 14 pontos, sendo consideradas de importância “Média alta”, e 31,7% (n=13) obtiveram mais que 14 pontos na soma total de todos os requisitos avaliados, enquadradas então como de importância “Alta”. No entanto, o critério de *up grade* adotado, permitiu o re-enquadramento de 19,5% (n=08) das áreas amostradas. Assim, o percentual de áreas com relação ao seu grau de importância ficou bastante equilibrado:

- Áreas selecionadas de importância média baixa para a fauna: 15 ⇒ 36,6%
- Áreas selecionadas de importância média alta para a fauna: 13 ⇒ 31,7%
- Áreas selecionadas de importância alta para a fauna: 13 ⇒ 31,7%

Com relação à distribuição espacial dos remanescentes, a análise prévia permitiu a seleção de 23 áreas na porção inferior do Rio Piquiri (55%), 16 áreas na porção mediana (38%) e três áreas na porção superior da Bacia (7%). Destas áreas, excluindo-se o ponto 27, obteve-se o panorama apresentado na Tabela 7.5.1.6.

Tabela 7.1.5.1.6 - Situação das áreas amostradas por trecho do Rio Piquiri

Áreas	Baixo	Médio	Alto	Total
Áreas selecionadas	23 (55%)	16 (38%)	03 (7%)	42
Áreas selecionadas avaliadas	23 (56,1%)	15 (36,6%)	03 (7,3%)	41
Áreas selecionadas efetivamente visitadas	14 (60,1%)	15 (93,7%)	02 (66,6%)	31
Áreas selecionadas de Importância Alta	04 (30,8%)	07 (53,8%)	02 (15,4%)	13
Áreas selecionadas de Importância Média Alta	08 (61,5%)	04 (30,7%)	01 (7,7%)	13
Áreas selecionadas de Importância Média baixa	11 (73,3%)	04 (26,6%)	00	15
<i>Up grade</i>	04 (50%)	02 (25%)	02 (25%)	08

Para as áreas não selecionadas o critério para definir a fragilidade para as áreas relevantes para a fauna foi a existência e o tamanho do remanescente florestal e a proximidade da vegetação aos cursos d'água.

Em relação ao tamanho dos remanescentes florestais sabe-se que embora existam estudos visando conhecer o tamanho mínimo de um fragmento para a manutenção integral ou em grande parte de seus aspectos bióticos e abióticos, observa-se que as áreas maiores mantêm melhor suas características originais ou possuem maior riqueza específica (WILLIS, 1979; BIERREGAARD & STOUFFER, 1997In: LOPES & ANJOS, 2006)). A dinâmica das populações de animais silvestres na paisagem depende de unidades de habitats adequadas que possam dar suporte à fauna local.

Além disso, diversos estudos em áreas florestais fragmentadas relacionam a abundância, densidade, ocorrência e riqueza das espécies com o tamanho do fragmento florestal, pressão de caça, estrutura da vegetação e qualidade do habitat (SCHARWZKOPF & RYLANDS 1989, PERES 1997, CHIARELLO 1999, CULLEN JR. *et al.* 2000, PERES 2001, HEIDUCK 2002 *apud* SÃO BERNARDO & GALETTI, 2004).

Matas ciliares, vegetação próximas a cursos d'água, podem ser consideradas corredores de floresta se elas ligam remanescentes florestais. Portanto, paralelamente à função de controle do assoreamento dos rios, as matas ciliares podem fornecer contato entre populações animais que vivem em fragmentos florestais. Os corredores de floresta se constituem em um instrumento constantemente mencionado em Planos de Manejo como importante fator à conservação biológica em paisagens fragmentadas (HADDAD 2000).

É considerado corredor qualquer faixa de floresta que ligue remanescentes florestais. Assim, os corredores podem ter algumas dezenas de metros de largura ou muitas dezenas de quilômetros. Para este estudo foi considerada uma largura de 200 metros dos corpos d'água.

Diante da importância das áreas relevantes para a fauna na bacia do rio Piquiri, o valor de ponderação desse indicador em relação aos demais do componente-síntese meio físico e ecossistemas terrestres é medianamente expressivo, com 0,138, conforme indica a tabela 7.5.2.2. O mapa AAI ET - 003 - PI / AREAS RELEVANTES PRA A FAUNA apresenta a localização dos habitats importantes para a fauna.

Considerando os critérios para áreas selecionadas e não selecionadas, a normatização dos indicadores atribui os valores expressos na tabela 7.5.1.7.

Tabela 7.5.1.7 – Normatização do indicador – Área relevantes para a fauna

Fragilidade	Critério para Áreas Selecionadas	Critério para Áreas Não Selecionadas	Centro de Classe
Baixa	Abaixo de 08 pontos	Áreas antropizadas/cultivadas	0,125
Média baixa	Entre 08 e 10 pontos	Fragmentos menores que 100 ha	0,375
Média alta	Entre 11 e 14 pontos	Fragmentos entre 100 e 1.000 ha	0,625
Alta	Acima de 14 pontos	Fragmentos maiores que 1.000 ha e áreas próximas a cursos d'água.	0,875

Os resultados demonstram que em toda bacia as áreas mais frágeis para a fauna são formadas pelos remanescentes de maior área, em geral conectados pela vegetação marginal aos rios.

No trecho superior do rio Piquiri ocorre um menor número de remanescentes, razão pela quais duas das áreas avaliadas, embora tenham obtido uma pontuação moderada, receberam *up grade* e foram consideradas de alta fragilidade devido ao fato de sua conservação ser fundamental no contexto regional.

O trecho médio do rio Piquiri apresentou o maior número de remanescentes com elevada pontuação, uma vez que é nesta porção que estão localizados os de remanescentes de maior tamanho e em melhor grau de conservação. Já a porção inferior da bacia, embora não possua uma grande quantidade de remanescentes de grande porte, é beneficiado pela proximidade ao Parque Nacional de Ilha Grande, que funciona como área-fonte de espécies da fauna, o que explica o registro de muitas espécies de interesse conservacionista. Segundo relato de vários moradores da região, nos eventos de incêndio na referida Unidade de Conservação, várias espécies de aves e mamíferos, se refugiam nesses remanescentes,

mostrando que estes têm um papel importante como refúgio biológico em situações de risco eminente. A importância do terço final do Piquiri é evidenciada no mapa de áreas prioritárias (Figura 7.5.1.1) para a conservação no estado do Paraná (IAP, 2007).

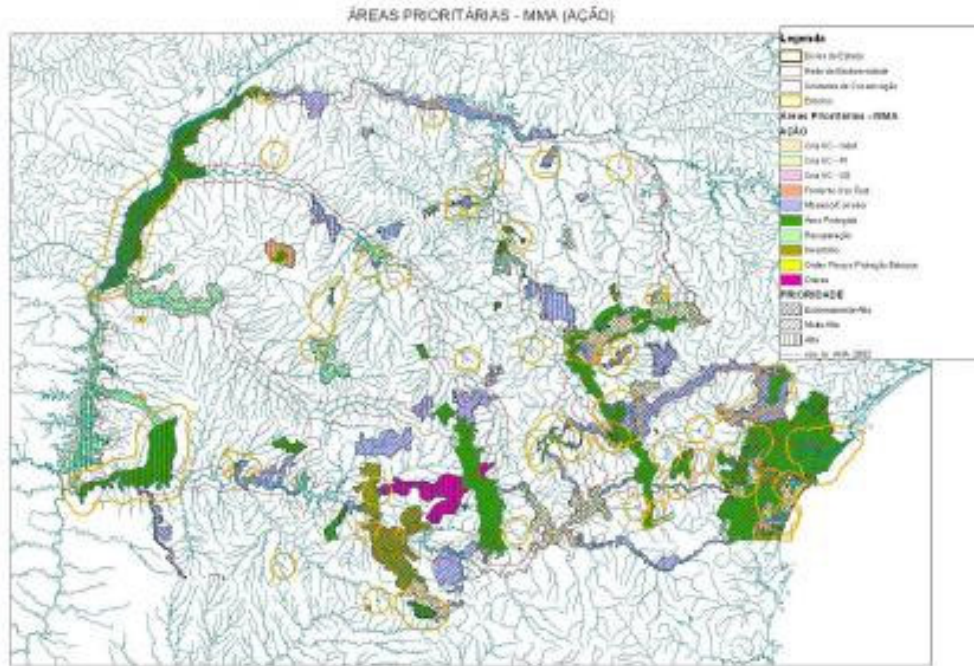


Figura 7.5.1.1 - Áreas Prioritárias para a conservação da biodiversidade no estado do Paraná.

- **Suscetibilidade à Erosão dos Solos**

A perda da camada superficial do solo é a principal forma de expressão da degradação das terras no Brasil, sendo a erosão a sua causa maior. A erosão hídrica é causada por forças ativas, como as características das chuvas, a declividade e comprimento do declive do terreno e a capacidade que tem o solo de absorver água, e por forças passivas, como a resistência que o solo exerce à ação erosiva da água e a cobertura vegetal.

A água da chuva exerce sua ação erosiva sobre o solo pelo impacto das gotas e pelo escoamento da enxurrada. O volume e a velocidade da enxurrada variam com a chuva, com a declividade e comprimento do declive do terreno e com a capacidade do solo de absorver mais ou menos água. A resistência que o solo exerce à ação erosiva da água está determinada por diversas de suas características ou propriedades químicas e físicas, e pela quantidade do seu revestimento vegetal. Estes itens, relacionados entre si servem de

parâmetro para elaboração do mapa de suscetibilidade à erosão dos solos da bacia hidrográfica do rio Piquiri.

As perdas em decorrência da erosão estão diretamente ligada a qualidade e a manutenção dos recursos hídricos em consequência da poluição e assoreamento dos corpos de água. Diante da relevância desse aspecto na bacia do rio Piquiri, o fator de ponderação desse indicador em relação aos demais do componente-síntese meio físico e ecossistemas terrestres possui o mais alto valor, com 0,277 conforme indica a tabela de indicadores de fragilidades. O mapa AAI – ET – 006 – PI/ SUCEPTIBILIDADE À EROSÃO apresenta a distribuição das diferentes classes desse indicador.

Sendo assim, buscamos neste estudo relacionar as classes de susceptibilidade a erosão relacionando com as formas de relevo existentes na área e os tipos de solos. Considerado a importância e a distribuição variada das classes ao longo da bacia, a atribuição dos valores se deu pela distribuição em quatro classes, conforme expresso na tabela 7.5.1.8.

Tabela 7.5.1.8 – Normatização do indicador Suscetibilidade à Erosão dos Solos.

Classes de Potencialidades Erosivas	Crítérios	Valor do Indicador
Baixa	Relevo plano com inundações periódicas, podendo apresentar deposição de sedimentos nas margens dos rios devido ao transbordamento do leito fluvial	0,125
Média-baixa	Relevo predominantemente plano e/ou suave ondulado com solos predominantemente argilosos e escoamento superficial difuso com fraco remanejamento de material	0,375
Média-alta	Relevo predominantemente suave ondulado a ondulado com solos apresentando textura arenosa, média ou argilosa e escoamento superficial difuso a concentrado	0,625
Alta	Relevo forte ondulado a montanhoso, estabelecidos em locais muito dissecado apresentando escoamento superficial concentrado	0,875

Para diferenciação das classes de potencias de erosão que apresentam características homogêneas foram utilizados os critérios a seguir:

Solos com classes de potencialidade erosiva extremamente fraca - são os que ocorrem em áreas de relevos planos, sujeitas a inundações periódicas devido à dificuldade de escoamento das águas pluviais, sendo representadas pelos Organossolos e Gleissolos que ocupam áreas sujeitas às condições de hidromorfismo, muitas vezes ligadas às planícies fluviais. Vem a contribuir para a manutenção dos recursos naturais bem como ausência de processos erosivos significantes. Comumente ocorre deposição de sedimentos nas margens dos rios devido ao transbordamento do leito fluvial durante o período chuvoso.

Solos com classes de potencialidade erosiva fraca – são profundos e bem drenados e apresentam características texturais favoráveis (argilosos) à coesão de suas partículas associadas predominantemente a relevo plano e/ou suave ondulado, sendo representado principalmente pelos Latossolos.

Quando estabelecidos em relevos mais planos com interflúvios maiores, apresentam fraca susceptibilidade à erosão, sendo que o escoamento superficial das águas das chuvas tende a ser difuso e não concentrado com fraco remanejamento de material em áreas de cobertura vegetal. Quando inseridos em relevo mais movimentado apresentam maior potencialidade erosiva, sendo que o escoamento superficial das águas das chuvas tende a se tornar mais concentrado, aumentando o poder erosivo sobre os solos.

Solos com classes de potencialidade erosiva média – solos com textura arenosa, média ou argilosa, ocorrendo variações também no relevo onde predominam relevo suave ondulado a ondulado.

Em relação ao Argissolos, apresentam baixa força de coesão entre suas partículas, pois se formaram a partir das rochas areníticas que dominam parte da área, predominando solos de textura arenosa/média, geralmente em relevo suave ondulado. Estes solos apresentam fraco desenvolvimento estrutural, sendo caracterizados pela diferença textural entre os horizontes A e Bt. De uma maneira geral, pode-se dizer que os Argissolos são solos que apresentam média potencialidade à erosão, sobretudo quando há maior diferença textural do horizonte A para o horizonte B. O gradiente de textura implica permeabilidade diferenciada dentro do perfil, podendo levar à formação de sulcos e posterior formação de voçorocas.

Quanto aos Nitossolos, se formaram a partir das rochas basálticas, apresentando solos de textura argilosa, geralmente em relevo ondulado, apresentando bom desenvolvimento estrutural, apresentando média potencialidade à erosão. As principais variações dizem respeito ao relevo na qual estão inseridos, sendo que quando ocorrem em relevo suave ondulado tem seus processos erosivos atenuados.

Solos com classes de potencialidade erosiva forte – são solos inseridos em relevo forte ondulado a montanhoso, estando estabelecidos em relevo muito dissecado. O escoamento superficial das águas das chuvas tende a se tornar concentrado nas vertentes mais inclinadas. Enquadram-se na classe com susceptibilidade à erosão forte os Neossolos Litólicos, sendo que o escoamento superficial das águas das chuvas tende a ser

concentrado, com possibilidades de ocorrência de deslizamentos de massa nos locais com menos proteção vegetal.

Alem destes, solos que apresentam características texturais menos favoráveis à coesão de suas partículas apresentando textura arenosa/média associados a relevo ondulado ou forte ondulado são muito susceptíveis a erosão, como é o caso dos Cambissolos e parte dos Argissolos.

Considerando os dados apresentados para o indicador de fragilidade Suscetibilidade à Erosão dos Solos, bem como o respectivo mapa, é possível verificar que os solos que apresentam classes de potencialidades erosivas fraca, média e forte, distribuem-se amplamente ao longo de toda bacia ocupando áreas tanto no alto, como no médio e baixo curso do rio Piquiri, enquanto que a classe de potencialidade erosiva extremamente baixa, que apresenta valor mais baixo possui muito pouca representatividade devido à pequena e aleatória ocorrência na área de estudo.

A classe de potencialidade erosiva fraca apresenta distribuição geográfica em grandes áreas no médio curso do rio Piquiri associado a relevo predominantemente suave ondulado e plano ocupando muitas vezes áreas de interflúvios. Intercala-se com frequência com a classe de potencialidade erosiva média que ocupam local no relevo próximo aos talwegues.

Quanto à distribuição geográfica da classe de potencialidade erosiva média se apresenta mais significativa em áreas extensas no baixo curso do rio associado a relevo predominantemente suave ondulado a ondulado. Também se intercalam com frequência áreas desta classe com a classe de potencialidade erosiva fraca.

Já a classe de potencialidade erosiva forte predomina sobre as demais no alto curso do rio Piquiri, ocupando extensas áreas contínuas associadas a relevo bastante movimentado. Também predomina em extensas áreas a norte da bacia condicionado principalmente pelo substrato geológico que imprime aos solos características texturais favoráveis a desagregação.

- **Importância Ecológica da Cobertura Vegetal**

As diferentes formas de vegetação atual existente ao longo da bacia do rio Piquiri apresentam diferentes níveis de importância ecológica. Modificações constantes nos ambientes naturais ao longo dos anos, principalmente nas últimas décadas através das práticas agropecuárias intensivas e atividades relacionadas a queimadas e desmatamento,

têm contribuído diretamente para as alterações da cobertura vegetal e diminuição da vegetação remanescente.

Neste contexto as diversas formas de cobertura vegetal adquirem diferentes níveis de importância ecológica. Os sistemas agropecuários e silviculturais, atividades estas consideradas modificadoras do ambiente original, adquirem uma baixa importância ecológica da cobertura vegetal. Enquadram nesta classe os reflorestamentos, pastagens e práticas voltadas à agropecuária em geral.

Para as áreas de cobertura vegetal formada por Floresta Estacional Semi-decidual e Floresta Ombrófila Mista, foi considerada como média importância ecológica. Apesar de representarem remanescentes de vegetação com ampla distribuição ao longo da área, apresentam-se bastante dispersos ao longo da área da bacia e, na maioria das vezes não estão associados diretamente aos cursos d'água.

Como alta importância ecológica foi considerada a cobertura vegetal que está diretamente associada aos principais cursos d'água como é o caso das várzeas e florestas aluviais. Apresentam alta importância ecológica, pois formam importantes habitats para a fauna e interagem diretamente com o regime fluvial.

Diante da mediana relevância desse aspecto na bacia do rio Piquiri, o valor de ponderação desse indicador em relação aos demais do componente-síntese meio físico e ecossistemas terrestres assume expressivo papel, apresentando como fator de ponderação o valor de 0,208 conforme indica a tabela de indicadores de fragilidades. O mapa AAI ET - 004 - PI / IMPORTÂNCIA ECOLÓGICA DA COBERTURA VEGETAL apresenta a distribuição das diferentes classes desses indicadores. Considerado a importância e a distribuição variada das classes ao longo da bacia, a atribuição dos valores se deu pela distribuição em três classes, conforme expresso na tabela 7.5.1.9.

Tabela 7.5.1.9 - Normatização do indicador - Importância Ecológica da Cobertura Vegetal

Fragilidade	Critério	Centro de Classe
Baixa	Intensivo (atividades modificadoras do ambiente original, como os sistemas agropecuários e silviculturais como reflorestamentos, pastagens e práticas voltadas à agropecuária em geral)	0,167
Média	Natural (as áreas de cobertura vegetal formadas por floresta estacional, Floresta Mista e áreas de transição entre essas tipologias)	0,500
Alta	Preservação (as áreas de cobertura vegetal que estão diretamente associada aos principais cursos d'água como é o caso das várzeas e florestas aluviais. Formam importantes habitats para a fauna e interagem diretamente com o regime fluvial)	0,833

A resultante do mapa AAI ET - 004 - PI / IMPORTÂNCIA ECOLÓGICA DA COBERTURA VEGETAL aponta para alta e média fragilidade bem distribuída por toda a bacia, devida a distribuição esparsa dos remanescentes. E fragilidade baixa, restando à maior parte da bacia, referente às áreas antropizadas, atividades agrárias e reflorestamentos e demais atividades modificadoras do ambiente original.

- **Unidades de Conservação**

A presença de unidades de conservação é critério imprescindível na definição de áreas prioritárias para a conservação ambiental. Visto que a cobertura vegetal original presente na bacia do rio Piquiri encontra-se sob forte pressão devido às atividades agropecuárias, as unidades de conservação ambiental assumem elevada importância.

Dos 68 municípios que fazem parte da bacia do rio Piquiri, apenas 34 possuem Unidades de Conservação, somando 80 áreas (IAP, 2008). As Unidades de Conservação existentes estão enquadradas em nível federal, estadual e municipal e classificadas em diversas categorias de manejo.

Em razão de diversas unidades de conservação, principalmente as RPPNs mais antigas, não possuírem registro de localização no órgão ambiental, as vezes apenas uma indicação de acesso, não foi possível utilizar a localização de cada área como critério de importância.

Desta forma, devido à dificuldade de obtenção destes dados junto ao órgão ambiental estadual, foram considerados para este estudo todas as UCs dos municípios que compõem a bacia, mesmo aqueles que não possuem a sua área integralmente dentro da bacia. Foram então considerados todas as UCs dos municípios que compõem a bacia, mesmo aqueles que não possuem a sua área integralmente dentro da bacia. Os dados utilizados para este estudo provêm das informações disponíveis no Portal de Unidades de Conservação do Instituto Ambiental do Paraná e as UCs consideradas são aquelas cadastradas para recebimento de ICMS Ecológico. (IAP, 2008). A UC federal Reserva Biológica de Perobas, localizada nos municípios de Cianorte e Tuneiras do Oeste, criada em março de 2006, não foi considerada, pois ainda não encontra-se cadastrada para recebimento de ICMS Ecológico.

Desta forma, tivemos que optar por outra alternativa para considerar a importância dessas áreas. Foram utilizados dois aspectos para definir a fragilidade do indicador Unidades de Conservação, sendo eles:

- **Coefficiente de biodiversidade** - Um importante aspecto para determinar a importância da presença das unidades de conservação em cada município é o coeficiente de biodiversidade, que é um dos aspectos considerados para pagamento de ICMS Ecológico a cada município. O ICMS Ecológico atua para a composição dos percentuais a que os municípios têm direitos a receber do ICMS arrecadado.

O ICMS Ecológico trata da repartição dos recursos financeiros a que os municípios têm direito, utilizando para tal o critério que induz à ação pela conservação ambiental. No caso paranaense, os critérios têm foco nos mananciais de abastecimento e nas unidades de conservação. Considerando que as unidades de conservação consistem no mais eficaz depositário da biodiversidade e que, no caso paranaense, o ICMS Ecológico leva em conta, além destas, os espaços protegidos que visam facilitar a sua conexão, tem se utilizado a denominação ICMS Ecológico por Biodiversidade (LOUREIRO, 2002).

No caso do Paraná, esta composição dos percentuais a que os municípios têm direitos a receber do ICMS arrecadado se fundamenta em duas dimensões: uma quantitativa e outra qualitativa.

A quantitativa leva em conta a superfície da área protegida na relação com a superfície total do município onde estiver contida. Esta relação é corrigida por um multiplicador que caracteriza o nível de restrição de uso da área protegida notadamente a categoria de manejo de Unidade de Conservação.

A qualitativa considera, além de aspectos relacionados à existência de espécies da flora e fauna, insumos necessários disponibilizados à área protegida, visando a manutenção e melhoria do seu processo de gestão. Para montagem do conjunto de variáveis qualitativas são levados em conta a qualidade física biológica da Unidade de Conservação (IAP, 2008).

A Portaria n.o 263/98, sucedendo à Portaria n.º 6 editada pelo IAP, normatizou os procedimentos em relação ao cumprimento do ICMS Ecológico por Biodiversidade. Está decomposta em cinco capítulos e possui quatro anexos que definem parâmetros. O Capítulo I trata da criação, organização e atualização do Cadastro Estadual de Unidades de Conservação e Áreas Especialmente Protegidas.

O Capítulo II trata dos procedimentos de cálculo, onde um índice ambiental deverá ser calculado, por município, originado pela impossibilidade do uso do solo para atividades produtivas incompatíveis com a necessidade da conservação da biodiversidade, por constituir parte ou a totalidade dos territórios destes municípios em unidades de

conservação ou outras áreas especialmente protegidas. Este nível de restrição é calculado pelo Coeficiente de Conservação da Biodiversidade - CCB (LOUREIRO, 1997b).

O Coeficiente de Conservação da Biodiversidade é definido no Anexo II da Portaria n.o 263/98 do IAP como a razão entre a superfície da Unidade de Conservação contida dentro do território de um determinado município, pela superfície total do respectivo município, mantida uma mesma unidade de medida, corrigida por um Fator de Conservação (FC), definido de acordo com a Categoria de Manejo, que é expressa pela seguinte equação:

$$CCB_{ij} = \frac{A_{uc}}{A_m} \times F_c$$

i: variando de 1 até o total de n.^o de municípios beneficiados;

j: variando de 1 ao n.^o total de Unidades de Conservação, a partir de suas interfaces, registradas no cadastro.

Sendo:

CCB_{ij} - Coeficiente de Conservação da Biodiversidade básico;

A_{uc} - área da Unidade de Conservação no município, de acordo com sua qualidade física;

A_m - área total do território municipal;

F_c - fator de conservação, variável, atribuído às Unidades de Conservação em função das respectivas categorias de manejo.

Este coeficiente é denominado de básico - CCB_{ij}, ou quantitativo, posto tratar apenas da criação de condições à mensuração do índice ambiental a partir de variáveis dimensionais e paramétricas. As variáveis que qualificam uma unidade de conservação passam a fazer parte do processo ao agregar um "multiplicador" referenciado no CCB, representado pelo nível de variação positivo ou negativo, maior que zero, alcançado pela área protegida a partir de uma avaliação anual que se denomina aplicação da tábua de avaliação.

Esta primeira equação é complexada depois, pela introdução das variáveis qualitativas em relação às respectivas Unidades de Conservação. Tais variáveis têm caráter incremental operacionalizando uma espécie de "gabarito vertical", ou seja, quanto melhor estiver a

conservação de uma determinada área, melhor deve ser a performance financeira dos municípios.

A este coeficiente denomina-se Coeficiente de Conservação da Biodiversidade por Interface - CCBI_{ij}, também definido no Anexo II da Portaria como: a razão entre a superfície da Unidade de Conservação contida dentro do território de um determinado município, pela superfície total do respectivo município, mantida uma mesma unidade de medida; corrigida por um Fator de Conservação (FC), definido de acordo com a Categoria de Manejo, e passível de sofrer incremento em função do nível de qualidade da UC (ou parte) incidente no território municipal, determinado por escores a partir da aplicação de uma tábua de avaliação e ponderada por um peso equivalente (parâmetros definidos no anexo III da Portaria 263/98 do IAP).

O CCBI_{ij} é expresso pela equação:

$$CCBI_{ij} = [CCB_{ij} + (CCB_{ij} \times \Delta Q_{uc})] P$$

Sendo, portanto:

CCBI_{ij} - Coeficiente de Conservação da Biodiversidade por Interface;

ΔQ_{uc} - variação da qualidade da Unidade de Conservação;

P - peso ponderado na forma do parágrafo 3.o; do inciso III, do artigo 15;

O peso é diferenciado dependendo das categorias de manejo e com a seguinte ordem de prioridade: a) unidades de conservação de âmbito municipal; b) unidades de conservação de âmbito estadual; e c) unidades de conservação de âmbito federal".

O Coeficiente de Conservação da Biodiversidade para o município é definido como: a soma de todos os Coeficientes de Conservação da Biodiversidade de Interface, calculados para um determinado município, expresso pela equação:

$$CCB_{Mi} = \sum CCBI_{ij}$$

Sendo:

CCB_{Mi} - Coeficiente de Conservação da Biodiversidade para o Município, equivalente à soma de todos os Coeficientes de Conservação de Interface calculados para o município;

Finalmente, o índice ambiental é calculado pela equação expressa abaixo, definida como: a razão entre o Coeficiente de Conservação da Biodiversidade calculado para determinado município (CCB_{Mi}), pelo somatório dos Coeficientes de Conservação da Biodiversidade calculado para todos os municípios do Estado, com percentual e correção de 0,5% (1/2), por corresponder a 50% dos recursos totais a serem repassados aos municípios, na medida em que os outros 50% correspondem ao cálculo dos índices ambientais realizados em função dos mananciais de abastecimento.

$$FM2i = 0,5 \frac{CCB_{Mi}}{\sum CCB_{Mi}} \times 100$$

Sendo:

FM2i - percentual calculado, a ser destinado ao município, referente às unidades de conservação, Fator Municipal 2;

Ocorrendo sobreposição entre unidades de conservação, o artigo 28 da Portaria determina que: "em categorias de manejo diferentes, optar-se-á pela categoria que implique maior índice ao município. Se as Unidades de Conservação forem da mesma categoria de manejo, a opção deve ser feita pela porção da UC que apresente maior escore de avaliação".

- **Porcentagem da área do município na bacia** – Este indicador possui grande importância devido a falta de dados de localização para todas as UCs, procurou-se, dessa forma privilegiar os municípios que possuem 100% da sua área dentro dos limites da bacia do Piquiri. Dos 34 municípios da bacia que possuem unidades de conservação, apenas 14 localizam-se integralmente na bacia.

Diante desta situação, onde os dados sobre a localização das UC não puderam ser fornecidos, optou-se por definir um peso maior para aqueles municípios que tivessem a sua área integralmente dentro dos limites da bacia.

Para cada aspecto considerado foram atribuídos pesos posteriormente integrados mediante o somatório, resultando em classes que expressam a importância das UCs para o município, conforme Tabela 7.5.1.10.

Tabela 7.5.1.10 – Indicador de fragilidade ambiental para Unidades de Conservação na bacia do Piquiri.

Aspectos	Parâmetro	Peso
Área do município na bacia	Porcentagem	0,60
Coeficiente de biodiversidade	Grau	0,40

$$UC_v = 0,6 \frac{AMB_i}{AMB_{Max}} + 0,4 \frac{CB_i}{CB_{Max}}$$

Onde:

UC_v = Valor para Unidades de Conservação

i = Local / Município

Max = Máximo valor observado entre os locais

AMB = % da Área do Município na Bacia

CB = Coeficiente de Biodiversidade

Apesar da grande relevância desse aspecto na bacia do rio Piquiri, o valor de ponderação desse indicador em relação aos demais do componente-síntese meio físico e ecossistemas terrestres possui o mais baixo fator de ponderação, com valor de 0,061, devido a falta de dados de localização das unidades de conservação, conforme indica a tabela de indicadores de fragilidades. O mapa AAI ET - 005 - PI / UNIDADES DE CONSERVAÇÃO apresenta as fragilidades dos municípios em relação a este indicador.

Tabela 7.5.1.11- Normatização do indicador - Unidades de Conservação

Fragilidade	Critério	Centro de Classe
Baixa	Município sem UC	0,125
Média Baixa	Fragilidade entre 0 e 0,250	0,375
Média Alta	Fragilidade entre 0,251 e 0,500	0,625
Alta	Fragilidade acima de 0,500	0,875

A pontuação final de cada um dos municípios encontra-se listada na Tabela 7.5.1.12.

Tabela 7.5.1.12 – Resultado da fragilidade dos municípios para o indicador Unidades de Conservação.

Municípios	% da área do município na bacia	Coefficiente de Biodiversidade	Total	Fragilidade
B. V de São Roque	3,21	0,00844716	0,042	Média Baixa
Guarapuava	1,15	0,01597472	0,050	Média Baixa
Toledo	10,69	0,00493057	0,078	Média Baixa
Campo Mourão	4,65	0,02147314	0,086	Média Baixa
Pitanga	8,78	0,01825174	0,102	Média Baixa
Luiziana	23,34	0,02211232	0,200	Média Baixa
Cascavel	34,22	0,01240309	0,239	Média Baixa
Cianorte	2,39	0,08522357	0,246	Média Baixa
Umuarama	42,51	0,00218241	0,261	Média Alta
Roncador	46,74	0,00383906	0,291	Média Alta
Turvo	5,52	0,10303071	0,313	Média Alta
Cruzeiro do Oeste	51,36	0,00564211	0,323	Média Alta
Xambrê	58,04	0,0010746	0,351	Média Alta
Pérola	78,71	0,00149916	0,476	Média Alta
Moreira Sales	72,30	0,0210725	0,491	Média Alta
Mato Rico	87,89	0,00384762	0,538	Alta
Nova Laranjeiras	58,93	0,07276321	0,551	Alta
Corbélia	100,00	0,00004427	0,600	Alta
Alto Piquiri	100,00	0,00030702	0,601	Alta
Laranjal	100,00	0,00036816	0,601	Alta
Iguatu	100,00	0,00087933	0,602	Alta
Anahy	100,00	0,00099817	0,603	Alta
Cafezal do Sul	100,00	0,00103877	0,603	Alta
Altônia	33,95	0,14741357	0,604	Alta
Nova Aurora	100,00	0,00153256	0,604	Alta
Campina da Lagoa	100,00	0,00327786	0,609	Alta
Goioerê	100,00	0,00682042	0,619	Alta
Altamira do Paraná	100,00	0,00697548	0,619	Alta
Iporã	100,00	0,00784999	0,621	Alta
Palotina	100,00	0,0082314	0,622	Alta
A.Chateaubriand	100,00	0,00864569	0,623	Alta
Francisco Alves	100,00	0,01127142	0,631	Alta
Campo Bonito	96,70	0,02267336	0,642	Alta
Terra Roxa	63,31	0,12634595	0,723	Alta

Dos 68 municípios que compõem a bacia, a metade, 34 não possuem UC e por isso receberam a pontuação mínima, resultando em fragilidade baixa para este aspecto.

Dos 34 municípios que possuem Unidades de Conservação em seu território, 8 foram avaliados como média baixa fragilidade, justamente por terem a maioria do seu território fora dos limites da bacia.

O resultado de fragilidade média alta para 07 municípios se deve ao fato destes possuírem em torno de metade da suas áreas ou mais dentro dos limites da bacia e com grandes áreas de UC, implicando em bons coeficientes de biodiversidade.

Para 19 municípios, o resultado foi de fragilidade alta para o indicador Unidades de Conservação. Estes municípios se enquadraram nesta faixa por possuírem a integralidade total ou quase total do território dentro dos limites da bacia, além de apresentarem unidades de conservação com o alto coeficiente de biodiversidade, indicado pelo IAP.

7.5.2 Avaliação final dos indicadores para meio físico e ecossistemas terrestres

Para concluir o presente item, são apresentadas duas tabelas. Na tabela 7.5.2.1 estão todos os valores atribuídos através da matriz hierárquica par a par que definiu os fatores de ponderação utilizados em cada um dos indicadores (ver na última coluna).

A tabela 7.5.2.2 apresenta o resumo geral de todos os indicadores, com as definições, critérios, centros de classe, fatores de ponderação (resultantes da tabela 7.5.2.1) e, por fim, o valor do indicador, que foi repassado para os polígonos que servirão de base para os mapas de fragilidade do sistema de informações geográficas (Mapa AAI-FR-002-PI Fragilidade para Meio Físico e Ecossistemas Terrestres).

Tabela 7.5.2.1 – Matriz de análise hierárquica de indicadores de fragilidades ambientais para meio físico e ecossistemas terrestres

	Remanescentes florestais	Proximidade com curso d'água	Áreas relevantes para a fauna	Importância ecológica da cobertura vegetal	Unidades de Conservação	Susceptibilidade à erosão	Soma	%	Fator de Ponderação
Remanescentes florestais	1,000	3,000	1,000	1,000	2,000	0,500	8,000	18,462	0,185
Proximidade com curso d'água	0,333	1,000	1,000	0,333	3,000	0,333	5,667	13,077	0,131
Áreas relevantes para a fauna	1,000	1,000	1,000	1,000	2,000	0,500	6,000	13,846	0,138
Importância ecológica da cobertura vegetal	1,000	3,000	1,000	1,000	3,000	0,500	9,000	20,770	0,208
Unidades de Conservação	0,500	0,333	0,500	0,333	1,000	0,333	2,666	6,152	0,062
Susceptibilidade à erosão	2,000	3,000	2,000	2,000	3,000	1,000	12,000	27,693	0,277
							43,333	100,0	1,0

Tabela 7.5.2.2 – Indicadores de fragilidades ambientais para meio físico e ecossistemas terrestres

Indicador	Fragilidade	Critério		Centro de Classe	Fator de Ponderação	Valor do Indicador
Remanescentes Florestais	Baixa	Áreas antropizadas, atividades agrárias e reflorestamentos		0,125	0,185	0,023
	Média baixa	Área < 100 ha		0,375		0,069
	Média alta	Área entre 100 ha - 1000 ha		0,625		0,116
	Alta	Área > 1000 ha		0,875		0,162
Proximidade de Remanescente aos cursos d'água	Baixa	Áreas antropizadas, atividades agrárias e reflorestamentos		0,167	0,131	0,022
	Média	Distancia superior a 200 m do corpo d'água		0,5		0,066
	Alta	Distância de até 200 m do corpo d'água		0,833		0,109
Áreas relevantes para a Fauna	Baixa	< 8 pontos	Áreas antropizadas	0,125	0,138	0,017
	Média Baixa	Entre 08 e 10 pontos	Fragmentos <100 ha	0,375		0,052
	Média Alta	Entre 11 e 14 pontos	Fragmentos entre 100 e 1000 ha	0,625		0,086
	Alta	> 14 pontos	Fragmentos >1000 ha e áreas próximas a cursos d'água	0,875		0,121
Susceptibilidade a erosão dos solos	Baixa	Efa - Relevo plano com deposição de sedimentos nas margens dos rios		0,125	0,277	0,035
	Média baixa	Fa - Relevo plano e/ou suave ondulado com solos arenosos		0,375		0,104
	Média alta	Me - Relevo medianamente dissecado em formas convexas		0,625		0,173
	Alta	Fo - Relevo muito dissecado e escoamento concentrado		0,875		0,242
Importância ecológica da cobertura vegetal	Baixa	Intensivo (Práticas agrícolas e de uso antrópico) e reflorestamento		0,167	0,208	0,035
	Média	Natural (Floresta Estacional / Cerradão)		0,5		0,104

Indicador	Fragilidade	Critério	Centro de Classe	Fator de Ponderação	Valor do Indicador
		Alta	Preservação (Floresta aluvial / Várzeas)		0,833
Unidades de Conservação	Baixa	Município sem UC	0,125	0,062	0,008
	Média baixa	Fragilidade entre 0 e 0,250	0,375		0,023
	Média alta	Fragilidade entre 0,250 e 0,500	0,625		0,039
	Alta	Fragilidade acima 0,500	0,875		0,054

7.6 INDICADORES PARA “MEIO SOCIOECONÔMICO”

Para realizar o zoneamento de fragilidade ambiental referente ao componente síntese “meio socioeconômico” frente aos impactos mais significativos detectados durante a elaboração do diagnóstico, seja por meio de dados consultados, seja por meio de observações em campo, foram delimitados seis indicadores.

Tal como os demais componentes-sínteses, a escolha dos indicadores para o meio socioeconômico ocorreu por meio de uma análise técnica, na qual foram priorizados aqueles que apresentam condições peculiares que possam ser influenciadas por futura implementação de empreendimentos hidrelétricos, assim como aqueles que sejam representativos de algum aspecto específico.

A seguir é apresentado cada um dos indicadores selecionados de forma separada em um primeiro momento. Ao final deste capítulo, são apresentadas duas tabelas. A primeira apresenta a matriz utilizada para definição dos valores de ponderação, enquanto a segunda apresenta um resumo geral dos indicadores desse componente-síntese com o seu respectivo peso e valor final.

7.6.1 Descrição dos Indicadores Ambientais

- **Dinâmica Demográfica**

A dinâmica demográfica serve como importante indicador a partir da consideração de que um dos problemas enfrentados pelo setor elétrico refere-se às remoções populacionais, seja em núcleos urbanos, seja em núcleos rurais. Desse modo, quanto maior a probabilidade de afetar áreas habitadas, maiores as implicações negativas, e, por consequência, maior a fragilidade.

Conforme foi observado na caracterização ambiental, a bacia do rio Piquiri é muito pouco habitada de modo geral em termos urbanos, já que os maiores municípios apresentam suas sedes localizadas fora dos limites da bacia, como Cascavel, Guarapuava, Toledo, Campo Mourão e Cianorte. Para ilustrar essa situação, dos seis municípios que podem ser considerados pólos-regionais dentro da bacia e totalizam mais de 50% da população (727.297 habitantes), apenas a sede de Umuarama localiza-se dentro dos limites dessa bacia.

Essa baixa ocupação refletida na baixa densidade demográfica dos municípios e serve como indicador da ocupação inclusive nas áreas rurais do município. Em 28 dos 68 municípios, ou seja, em 41,18% do total, a densidade demográfica não chega a 20 hab/km², ou seja, está abaixo da média nacional, que é de aproximadamente 22 hab/km². Enquanto em outros 31 municípios, ou seja, 45,59%, embora a densidade demográfica seja maior que 20 hab/km², é menor do que 40 hab/km². As menores taxas de densidade demográfica são encontradas nos municípios de Luiziana (esse afastado do curso principal do rio Piquiri), Nova Laranjeiras e Campina do Simão, onde a densidade demográfica não chega a 10 hab/km².

Outro aspecto relevante a ser considerado refere-se ao fato de que durante o sobrevôo foi observado que, efetivamente, há pouquíssimas áreas de concentração humana nas proximidades do curso principal do rio Piquiri que possam ser afetadas negativamente pela implementação de empreendimentos do setor hidrelétrico.

Diante desse cenário onde predomina a baixa ocupação, a inserção de aproveitamentos hidrelétricos afetaria municípios que além de terem, em sua maioria, menos de 20 mil habitantes, possuem densidade demográfica mais baixa do que a média estadual.

Para refletir esse cenário com maior detalhamento, esse indicador foi subdividido em quatro faixas quanto ao índice de fragilidade:

- a. alta fragilidade: todos os núcleos urbanos dos municípios, sejam sedes ou distritos;
- b. média-alta fragilidade: áreas rurais dos municípios com densidades demográfica acima de 40 hab/km², ou seja: Cafelândia, Laranjeiras do Sul, Guarapuava, Goioerê, Cianorte, Umuarama, Toledo, Campo Mourão e Cascavel;
- c. média-baixa: áreas rurais dos municípios com densidade demográfica acima da média nacional, ou seja, 22 hab/km², mas abaixo de 40 hab/km², ou seja: Juranda, Janiópolis, Mariluz, Alto Piquiri, Iporã, Tupãssi, Cruzeiro do Oeste, Altônia, Araruna, Nova Aurora,

Anahy, Corbélia, Formosa do Oeste, Nova Santa Rosa, Assis Chateaubriand, Ubitatã, Iracema do Oeste, Moreira Sales, Ibema, Pérola, Jesuítas, Palotina;

- d. baixa: áreas rurais dos municípios com densidade demográfica abaixo da média nacional, que já é considerada baixa, de 22 hab/km², ou seja: Luiziana, Nova Laranjeiras, Campina do Simão, Diamante do Sul, Boaventura de São Roque, Marquinho, Mato Rico, Goioxim, Campo Bonito, Perobal, Laranjal, Tuneiras do Oeste, Rancho Alegre do Oeste, Brasilândia do Sul, Farol, Guaraniçu, Cafezal do Sul, Turvo, Santa Maria do Oeste, Boa Esperança, Quarto Centenário, Catanduvás, Nova Cantu, Braganey, Altamira do Paraná, Xambrê, Roncador, Mamborê, Terra Roxa, Maripá, Palmital, Iguatu, Campina da Lagoa, Pitanga, Francisco Alves, Tapejara, Cantagalo;

O resumo dessa classificação está na tabela 7.6.1.1, enquanto o mapa AAI SE - 001 - PI DINÂMICA DEMOGRÁFICA apresenta a localização dessas áreas.

Tabela 7.6.1.1 - Normatização do indicador - Dinâmica Demográfica

Fragilidade	Critério	Centro de Classe
Baixa fragilidade	Áreas rurais dos municípios com densidade demográfica abaixo da média nacional	0,125
Médio-baixa fragilidade	Áreas rurais dos municípios com densidade demográfica acima da média nacional, mas abaixo de 40 hab/km ²	0,375
Médio-alta fragilidade	Áreas rurais de municípios com densidade demográfica acima de 40 hab/km ²	0,625
Alta fragilidade	Núcleos urbanos de todos os municípios	0,875

Percebe-se, pela análise do mapa, que dificilmente algum núcleo urbano seria afetado por eventual empreendimento hidrelétrico, de modo que a maior restrição quanto à dinâmica demográfica, ou seja, alagamento de áreas urbanas por eventual reservatório, não existiria nessa bacia

Diante da homogeneização da bacia do rio Piquiri nesse aspecto, o valor de ponderação desse indicador em relação aos demais do componente-síntese socioeconomia é de 0,135, conforme indica a tabela 7.6.7.1.

- **Estrutura Fundiária**

No que diz respeito à estrutura fundiária foi considerado como indicador mais relevante o preço médio da terra em cada município, fator que resulta de uma série de fatores

complementares que vão desde tipo do solo e topografia, até alguns aspectos socioeconômicos.

Além disso, esse indicador demonstra-se relevante para avaliar impactos relacionados à implementação de aproveitamentos hidrelétricos com alagamento de terras. O impacto em municípios com preços médios de terras mais elevados representaria não só um maior custo para desapropriações, mas também maiores dificuldades para promover eventuais reassentamentos que pudessem elevar o padrão de vida da população a ser afetada.

Como resultado, verificou-se de modo geral que os municípios localizados no trecho mais alto da bacia do Piquiri apresentam os menores valores médios de terras, sendo que Diamante do Sul, Nova Laranjeiras e Santa Maria do Oeste apresentam os valores mais baixos.

Por outro lado, os municípios com maior valor de terra como Ubitatã, Quarto Centenário, Cafelândia e Corbélia, concentram-se no trecho médio-baixo do rio Piquiri conforme pode ser observado claramente no mapa relativo a esse indicador.

Nessa análise da estrutura fundiária como indicador de fragilidade, tomou-se o cuidado de avaliar se haveria projetos de assentamento ou reassentamento rural que pudessem ser afetados por eventual formação de reservatório, já que representaria um impacto social considerável. Embora não tenha sido possível obter os mapas do INCRA para mapear todos esses assentamentos e considerá-los como fragilidade maior, através da viagem de campo e, principalmente, das observações realizadas durante o sobrevôo, constatou-se que a chance de algum assentamento ser afetado é muito reduzida, já que não verificou-se a existência de algum desses junto ao rio Piquiri, mesmo nos municípios do trecho alto da bacia que apresentam maior concentração desse tipo de projeto, talvez justamente por ser onde o valor das terras é menor.

Portanto, analisando todos os fatores considerados e fazendo as devidas ressalvas com relação a eventuais distorções que a localização de assentamentos rurais poderia representar, para a formação do indicador ambiental “Estrutura Fundiária” no presente estudo foram adotadas quatro faixas em relação ao nível de fragilidade conforme o centro de classe entre os valores de terra mínimo e máximo observado nos municípios que compõem a bacia do rio Piquiri, conforme a descrição a seguir:

- a. Alto nível de fragilidade: municípios com valores médios de terra acima de R\$ 12.175,00 por hectare, ou seja, Iracema do Oeste, Quarto Centenário, Tupãssi, Juranda, Corbélia, Cafelândia, Ubitatã;

- b. Médio-alto nível de fragilidade: municípios com valores médios de terra entre R\$ 8.850,00 e R\$ 12.175,00 por hectare, ou seja, Palotina, Cianorte, Brasilândia do Sul, Goioerê, Ibema, Campina da Lagoa, Boa Esperança, Farol, Maripá, Rancho Alegre do Oeste, Iguatu, Luiziana, Assis Chateaubriand, Nova Aurora, Mamborê, Toledo, Campo Bonito, Anahy, Campo Mourão, Jesuítas, Nova Santa Rosa.
- c. Médio-baixo nível de fragilidade: municípios com valores médios de terra entre R\$ 5.525,00 e R\$ 8.850,00 por hectare, ou seja, Altamira do Paraná, Cantagalo, Goioxim, Xambrê, Altônia, Perobal, Pérola, Tapejara, Cruzeiro do Oeste, Umuarama, Cafezal do Sul, Roncador, Iporã, Nova Cantu, Moreira Sales, Tuneiras do Oeste, Catanduvas, Guarapuava, Mariluz, Alto Piquiri, Araruna, Francisco Alves, Braganey, Cascavel, Formosa do Oeste, Janiópolis e Terra Roxa;
- d. Baixo nível de fragilidade: municípios com valores médios de terra abaixo de R\$ 5.525,00, todos concentrados no trecho algo da bacia do rio Piquiri: Diamante do Sul, Nova Laranjeiras, Santa Maria do Oeste, Guaraniaçu, Mato Rico, Laranjal, Marquinho, Palmital, Boa Ventura do S. Roque, Pitanga, Laranjeiras do Sul, Turvo e Campina do Simão.

A tabela 7.6.1.2 apresenta o resumo dos critérios utilizados nessa classificação.

Tabela 7.6.1.2 - Normatização do indicador – Estrutura Fundiária

Fragilidade	Critério	Centro de Classe
Baixa fragilidade	Municípios com valores médios de terra abaixo de R\$ 5.525,00	0,125
Médio-baixa fragilidade	Municípios com valores médios de terra entre R\$ 8.850,00 e R\$ 12.175,00 por hectare	0,375
Médio-alta fragilidade	Municípios com valores médios de terra entre R\$ 8.850,00 e R\$ 12.175,00 por hectare	0,625
Alta fragilidade	Municípios com valores médios de terra entre R\$ 12.175,00 e R\$ 15.850,00 por hectare	0,875

Diante da importância relativa desse aspecto na bacia do rio Piquiri em relação aos demais indicadores do componente-síntese socioeconomia, já que se trata efetivamente de impactos relacionados diretamente a aproveitamentos hidrelétricos, o seu valor de ponderação é 0,300, conforme indica a tabela 7.6.2.2. O mapa AAI SE - 005 - PI ESTRUTURA FUNDIÁRIA apresenta a localização dos diferentes níveis desses indicadores.

- **Qualidade de Vida**

Tais como outros estudos semelhantes, há diversos aspectos que podem servir como parâmetro para se obter indicadores de “qualidade de vida” para fins de avaliação ambiental integrada de bacia hidrográfica, considerando de que forma a inserção de aproveitamentos influenciaria nas condições de vida de modo geral.

Assim como normalmente considerado em outros estudos de natureza semelhante, como na Avaliação Ambiental Integrada do rio Paranaíba, deve-se esclarecer que para mensurar níveis de fragilidade, quanto pior o indicador de qualidade de vida, mais frágil essa área (ou município), pois pode significar menor capacidade de gestão dos impactos relacionados à inserção desses aproveitamentos, sejam positivos, sejam negativos.

Isto posto, procurou-se selecionar aspectos relacionados à saúde, educação e saneamento básico para compor esse indicador, sendo que a análise foi feita comparativamente, ou seja, considerando o universo da bacia.

Com relação à saúde, optou-se pela utilização da proporção de leitos totais por 1.000 habitantes, pois além de facilmente mensurável, é tradicionalmente utilizada por organismos internacionais como a Organização das Nações Unidas - ONU, é um dos indicadores que representa mais claramente as deficiências na qualidade de vida da população local, caracterizando-se em um quadro que pode ser agravado com a atração de novos contingentes populacionais no caso da implementação de aproveitamentos hidrelétricos.

Para esse fator, os municípios foram divididos em quatro grupos dentro da bacia para dividi-los quanto ao nível de fragilidade com um peso específico dentro do indicador “qualidade de vida”:

- a) 1º Grupo: municípios que atingem ou superam a marca considerada satisfatória pela Organização Mundial da Saúde – OMS, ou seja, 4 leitos/1000 habitantes. Neste grupo há 16 municípios (23,53% do total) com índices superiores a 4/1000, com destaque para Formosa do Oeste (8,54) e Campina da Lagoa (7,62). Dos municípios pólos, apenas Umuarama (6,10) e Guarapuava (4,78) se enquadram nesse grupo.
- b) 2º Grupo: municípios com índices superiores a 2 e inferiores a 4 leitos/1000 habitantes. São 24 municípios (35,29% do total), com destaque para Assis Chateaubriand (3,82), Braganey (3,79) e Araruna (3,77), todos próximos ao índice considerado satisfatório pela OMS. Os outros 4 municípios pólos – Toledo, Campo Mourão, Cianorte e Cascavel – estão dentro deste grupo.

- c) 3º Grupo: municípios com índices baixos, inferiores a 2 leitos/1000 habitantes. Neste grupo encontram-se os 4 (5,88% do total) seguintes municípios: Nova Cantu (1,98), Mamborê (1,92), Tapejara (1,67) e Nova Santa Rosa (1,53).
- d) 4º Grupo: municípios que não possuem leitos hospitalares. São 24 municípios (35,29% do total) que no ano de 2005 se encontravam nessa situação precária, sinalizando mais uma vez que muitos pequenos municípios não possuem a infraestrutura mínima para atender sua população.

Outro fator que contribui para esse indicador é o percentual de domicílios atendido pela rede geral de esgoto, já que é um aspecto que interfere diretamente não só na qualidade de vida, incluindo saúde, mas também nas condições ambientais. Assim como em grande parte do Brasil, o percentual de domicílios atendidos pela rede geral de esgoto é muito baixo e a situação dos municípios que fazem parte da bacia do rio Piquiri não poderia ser diferente, embora como os dados disponíveis são de 2000, a situação hoje pode estar menos precária.

Diante do baixo percentual em todos os municípios, optou-se por relativizar a divisão desses grupos, considerando o primeiro grupo (melhor qualidade de vida) aqueles que já apresentavam pelo menos 20% dos domicílios atendidos pela rede geral de esgoto. Desse modo, a divisão dos grupos desse fator ficou da seguinte forma:

- a) 1º Grupo: municípios que possuem pelo menos 20% dos domicílios atendidos pela rede geral de esgoto, ou seja Corbélia, Guaraniaçu, Toledo, Assis Chateaubriand, Campo Mourão, Umuarama, Cascavel, Guarapuava e Cafelândia, que apresenta quase 50% dos domicílios com rede geral de esgoto, sendo o melhor índice dentro da bacia.
- b) 2º Grupo: municípios que embora a situação ainda esteja precária, demonstraram grande evolução e apresentam índices que vão de 6% a 20% dos domicílios atendidos pela rede geral de esgoto. Nesse grupo situam-se os seguintes municípios: Cantagalo, Nova Laranjeiras, Tapejara, Pitanga, Turvo, Laranjeiras do Sul, Cruzeiro do Oeste, Palotina, Cianorte, Goioerê, Mamborê, Iporã e Altônia.
- c) 3º Grupo: municípios com índices baixíssimos, ou seja, acima de 0% até 6%. Nesse grupo situa-se a grande maioria dos municípios da bacia do Piquiri, ou seja, 40 municípios espalhados por toda bacia.

- d) 4º Grupo: municípios cuja situação é tão precária que não possuem rede de esgoto. Ou seja, Boa Ventura de São Roque, Diamante do Sul, Laranjal, Marquinho, Mato Rico e Santa Maria do Oeste.

Para finalizar o cálculo desse indicador, foi considerado o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal –IDHM para educação, avaliado pelo índice de analfabetismo e pela taxa de matrícula em todos os níveis de ensino. Para esse fator novamente dividiu-se os municípios em quatro grupos distintos de acordo com o seu índice.

- e) 1º Grupo: municípios cujo IDHM para educação supera 0,9, ou seja, apresentam desempenho muito satisfatório. Nesse grupo estão apenas seis municípios: Cafelândia, Palotina, Toledo, Nova Santa Rosa, Maripá e Cascavel;
- f) 2º Grupo: municípios cujo IDHM para educação fica entre 0,85 e 0,9. Nesse grupo situam-se 15 municípios, quase todos no trecho médio da bacia, com exceção de Guarapuava;
- g) 3º Grupo: municípios cujo IDHM para educação fica entre 0,80 e 0,85. Nesse grupo situam-se 31 municípios espalhados pela bacia;
- h) 4º Grupo: municípios cujo IDHM para educação na bacia não chega a 0,8, ou seja, aqueles 15 com piores índices para educação.

Por fim, para se obter valor de indicador para cada municípios a partir desses três fatores, foi considerado respectivamente notas de 1 a 4 para cada grupo e somadas as notas, sendo que o mínimo possível seria 3 e o máximo 12, sendo que quanto maior a nota, maior a fragilidade. As tabelas 7.6.1.3 e 7.6.1.4 demonstram como foi obtida essa classificação, cujo resultado é apresentado na seqüência.

Tabela 7.6.1.3 – Sistema de pontuação atribuído a cada município

Agrupamento de município	Leitos por 1.000 habitantes	Percentual de domicílios com rede geral de esgoto	IDHM - educação
1º Grupo (melhor)	1	1	1
2º Grupo	2	2	2
3º Grupo	3	3	3
4º Grupo (pior)	4	4	4

Tabela 7.6.1.4 – Resultado de cada municípios

Pontuação obtida	Resultado
De 3 a 4	Municípios com melhores indicadores sociais.
Entre 5 e 7	Municípios que ainda têm o que melhorar, mas de modo geral estão bem posicionados.
Entre 8 e 10	Municípios em situação mais precária, embora haja outros piores.
De 11 a 12	Municípios com piores indicadores sociais.

Desse modo, cada cidade recebeu uma nota para mensurar sua fragilidade em relação à qualidade de vida. Nesse sentido, a atribuição final dos municípios quanto a sua fragilidade foi a seguinte:

- a. Alto nível de fragilidade: municípios cuja soma dos três fatores chegou a 11 ou 12, ou seja, Diamante do Sul, Goioxim, Campo Bonito, Farol, Mato Rico, Laranjal, Marquinho, Brasilândia do Sul, Iracema do Oeste, Boa Ventura do São Roque, Mariluz;
- b. Médio-alto nível de fragilidade: municípios cuja soma dos três fatores (saúde, educação, saneamento) ficou entre 8 e 10, ou seja, Juranda, Jesuítas, Pérola, Braganey, Araruna, Roncador, Tapejara, Palmital, Tuneiras do Oeste, Nova Cantu, Perobal, Altamira do Paraná, Anahy, Campina do Simão, Luiziana, Xambrê, Iguatu, Ibema, Rancho Alegre do Oeste, Moreira Sales, Alto Piquiri, Cafezal do Sul, Quarto Centenário, Nova Laranjeiras e Santa Maria do Oeste.
- c. Médio-baixo nível de fragilidade: municípios cuja a soma dos três fatores ficou entre 5 e, ou seja, Maripá, Palotina, Goioerê, Guaraniaçu, Assis Chateaubriand, Campo Mourão, Tupãssi, Formosa do Oeste, Ubiratã, Pitanga, Laranjeiras do Sul, Cruzeiro do Oeste, Cianorte, Iporã, Janiópolis, Boa Esperança, Francisco Alves, Nova Aurora, Terra Roxa, Campina da Lagoa, Catanduvas, Nova Santa Rosa, Cantagalo, Turvo, Mamborê e Altônia;
- d. Baixo nível de fragilidade: municípios cuja a soma dos três fatores ficou entre 3 e 4, ou seja, aqueles com melhor qualidade de vida e cuja a implementação de aproveitamentos hidrelétricos iria interferir pouco no modo de vida da população urbana principalmente, seja positiva ou negativamente. Encontram-se nesse patamar Cascavel, Toledo, Guarapuava, Umuarama, Corbélia e Cafelândia.

A tabela 7.6.1.5 apresenta o resumo dos critérios utilizados nessa classificação.

Tabela 7.6.1.5 - Normatização do indicador – Qualidade de Vida

Fragilidade	Critério	Centro de Classe
Baixa fragilidade	Municípios com melhores indicadores sociais	0,125
Média baixa fragilidade	Municípios que ainda têm o que melhorar, mas de modo geral estão bem posicionados	0,375
Média alta fragilidade	Municípios em situação mais precária, embora haja outros piores	0,625
Alta fragilidade	Municípios com piores indicadores sociais.	0,875

Diante da importância relativa desse aspecto na bacia do rio Piquiri em relação aos demais indicadores do componente-síntese socioeconomia, o valor de ponderação do mesmo é de 0,086, conforme indica a tabela 7.6.2.2. O mapa AAI SE - 001 - PI QUALIDADE DE VIDA apresenta a localização dos diferentes níveis desses indicadores.

- **Economia e Finanças**

Para avaliar esse indicador foram considerados dois fatores importantes e bastante representativos: PIB per capita e Índice de Gini, que mede a concentração de renda.

O PIB per capita pode servir como importante fator para mensurar a dinâmica econômica que determinado município encerra, já que representa não só a capacidade do município em atender às necessidades de bens e serviços advindos da implantação do empreendimento, como também em absorver os benefícios advindos desta nova dinâmica e desenvolver novas oportunidades de emprego e renda para a população residente e para aquela atraída.

Nesse quesito também há grande diferenciação entre os municípios da bacia, sendo que alguns municípios com PIB pequeno, tem o PIB per capita maior do que outros com PIB bem maior, como é o caso de Boa Ventura de São Roque, que possui quase o dobro de PIB per capita em relação à Cascavel.

Com relação ao Índice de Gini, trata-se de um instrumento utilizado para mensurar o grau de concentração de renda em determinado grupo, calculado através da diferença entre os rendimentos dos 20% mais pobres com os 20% mais ricos. Quanto mais próximo do zero o índice, menos concentrada é a renda daquele município. Para utilizá-lo como fator nesse momento, optou-se por considerar a evolução ocorrida no período compreendido entre 1991 e 2000 e dividiu-se em cinco grupos, desde aqueles cujo o índice reduziu em pelo menos 0,1 (um décimo), ou seja, que apresentaram maior evolução no sentido de redução da concentração de renda, até aqueles do extremo oposto, que apresentaram uma maior

concentração de renda em pelo menos 0,1 (um décimo), que seriam aqueles com maior fragilidade econômica aos empreendimentos.

Ao fator “PIB per capita” foram atribuídas quatro faixas, sendo que aqueles com maior valor receberam nota 1 (menor fragilidade) e aqueles com menor valor receberam nota 4 (maior fragilidade). Ao fator “Índice de Gini”, aqueles com melhor evolução, ou seja, grande redução nesse índice, receberam nota 1 (menor fragilidade) e aqueles com grande aumento desse índice receberam nota 5 (maior fragilidade), tal como demonstrado na tabela abaixo.

Tabela 7.6.1.5 – Critérios para atribuição dos pontos do indicador “Economia e Finanças”

Fragilidade	PIB per capita		Índice de Gini	
	Critério	Pontos	Critério	Pontos
Baixa fragilidade	De R\$ 15.000,00 até R\$ 29.000,00	1	Diferença de 0,10 ou maior	1
Média baixa fragilidade	Entre R\$ 10.000,00 e R\$ 15.000,00	2	Diferença entre 0,03 e 0,10	2
Média fragilidade			Entre -0,02 e +0,02	3
Média alta fragilidade	Entre R\$ 7.000,00 e R\$ 10.000,00	3	Diferença entre -0,03 e -0,10	4
Alta fragilidade	De R\$ 4.300,00 até R\$ 7.000,00	4	Diferença de -0,10 ou maior	5

Após essa atribuição, os valores foram somados e cada município foi classificado em determinada faixa do indicador “atividades econômicas” da seguinte forma:

a) alto nível de fragilidade: todos aqueles cuja soma ficou entre 8 e 9, ou seja, Mariluz, Santa Maria do Oeste, Laranjal, Cafezal do Sul, Goioxim, Nova Laranjeiras, Alto Piquiri, Diamante do Sul e Altamira do Paraná.

b) médio-alto médio nível de fragilidade: aqueles municípios cuja soma dos dois fatores ficou entre 6 e 7, ou seja, Altônia, Pérola, Iporã, Tapejara, Cianorte, Goioerê, Campina do Simão, Cascavel, Campo Mourão, Anahy, Tupãssi, Jesuítas, Brasilândia do Sul, Nova Aurora, Palmital, Umuarama, Cruzeiro do Oeste, Cantagalo, Xambê, Guarapuava, Moreira Sales, Nova Cantu, Campina da Lagoa, Roncador, Marquinho, Mato Rico, Assis Chateaubriand e Boaventura de São Roque.

c) médio-baixo nível de fragilidade: municípios cuja soma dos dois fatores ficou entre 4 e 5, ou seja, Uiratã, Mamborê, Formosa do Oeste, Corbélia, Janiópolis, Nova Santa Rosa, Braganey, Palotina, Laranjeiras do Sul, Pitanga, Francisco Alves, Tuneiras do Oeste, Turvo, Terra Roxa, Iracema do Oeste, Toledo, Araruna, Catanduvas, Ibema, Campo Bonito, Juranda, Guaraniaçu, Perobal, Quarto Centenário, Farol e Iguatu.

d) baixo nível de fragilidade: municípios que mais reduziram a concentração de renda e que possuem maior PIB per capita, já que a soma ficou entre 2 e 3, ou seja, Maripá, Cafelândia, Boa Esperança, Rancho Alegre do Oeste e Luiziana.

A tabela 7.6.1.6 apresenta o resumo dos critérios utilizados nessa classificação.

Tabela 7.6.1.6 - Normatização do indicador – Economia e Finanças

Fragilidade	Critério	Centro de Classe
Baixa fragilidade	Municípios que apresentam maior evolução em critérios econômicos.	0,125
Médio-baixa fragilidade	Municípios que apresentam piores índices econômicos, mas mesmo assim teriam melhoras com a implementação de aproveitamentos hidrelétricos.	0,375
Médio-alta fragilidade	Municípios cuja economia sofreria um pequeno prejuízo com a implementação de aproveitamentos hidrelétricos.	0,625
Alta fragilidade	Municípios cuja economia seria mais susceptível à implementação de aproveitamentos hidrelétricos.	0,875

Diante da importância relativa desse aspecto na bacia do rio Piquiri em relação aos demais indicadores do componente-síntese meio socioeconômico, seu valor de ponderação é de 0,058, conforme indica a tabela 7.6.2.2. O mapa AAI SE - 002 – PI ECONOMIA E FINANÇAS apresenta a localização dos diferentes níveis desses indicadores.

De qualquer modo, a economia é o aspecto que é mais favorecido com a implementação de empreendimentos hidrelétricos e, mas do que um indicador de fragilidade, trata-se de um indicador de potencialidade, que será abordado em um capítulo à parte.

- **Patrimônio Arqueológico**

O patrimônio histórico e cultural é um aspecto importante em relação aos impactos provocados por aproveitamentos hidrelétricos. Desse modo, o número de sítios arqueológicos registrados na bacia pode significar um importante indicador de fragilidade da área em que foi encontrado frente à implantação do empreendimento em função de uma maior probabilidade de que alguma área desta seja atingida, representando, de certa forma, a perda de um patrimônio.

Dada a relevância desse tema, a presença de sítios arqueológicos foi avaliada em função de aspectos quantitativos e qualitativos.

Em relação aos aspectos quantitativos, referem-se aos locais onde já foram cadastrados sítios e/ou vestígios arqueológicos. Entretanto, como os sítios já cadastrados referem-se à uma época em que a localização por coordenadas não era obrigatória, não foi possível obter a localização exata desses sítios. Desse modo, optou-se por considerar os municípios em que foram cadastrados esses sítios.

Com relação a esse tema, é preciso ressaltar o seguinte: o fato de um município tenha um sítio arqueológico cadastrado enquanto outro não tenha, não significa que apenas aquele tenha algo e ou outro não, pois normalmente a identificação desses sítios é resultado de algum programa de prospecção atrelado a algum projeto de engenharia, inclusive usinas hidrelétricas. Diante dessa consideração, o peso atribuído a esse indicador não será muito relevante, já que ele dificilmente servirá para indicar fragilidades específicas no caso dessa bacia hidrográfica.

Quanto aos aspectos qualitativos, verificou-se onde há algum bem imóvel tombado ou ainda um sítio que representasse um patrimônio histórico e cultural relevante, tal como ruínas de reduções jesuíticas como ocorre em outras bacias. Não foram encontrados nessa bacia bens tombados de grande significância que pudessem ser afetados por aproveitamentos hidrelétricos, tais como existe em outras bacias do Paraná que possuem ruínas de missões jesuíticas próximas a algum trecho de rio, aspecto que, caso identificado nessa bacia, mereceria um destaque especial.

De qualquer modo, pesquisas arqueológicas são sempre importantes, pois, além de mostrarem que a região pode apresentar um número significativo de sítios arqueológicos, permitem apontar um quadro cronológico, desde as ocupações mais antigas até as mais recentes, quando ocorreram os primeiros povoados que originaram as cidades e distritos da região com a passagem da estrada de ferro.

Para fins de definição de um indicador de fragilidade vinculado à presença de sítios arqueológicos, foram selecionadas duas faixas de fragilidade. Na primeira, considerada de alta fragilidade, refere-se aos municípios onde já foram cadastrados sítios arqueológicos ou que possuem bens tombados, enquanto nos demais, onde não foram registrados ainda sítios arqueológicos nem bens tombados, o índice de fragilidade ficou definido como baixo. Desse modo, a diferença de pontuação atribuída entre todos ficará, no máximo, em 0,5, já que foram considerados os centros de classe para esse caso específico.

O mapa AAI SE - 005 - PI PATRIMÔNIO ARQUEOLÓGICO apresenta essas áreas para sua melhor visualização, enquanto a tabela 7.6.1.7 apresenta um resumo da normatização desse indicador.

Tabela 7.6.1.7 - Normatização do indicador – Patrimônio Arqueológico

Fragilidade	Critério	Centro de Classe
Baixa fragilidade	Municípios que não tiveram, até o momento, patrimônios históricos e/ou sítios arqueológicos cadastrados	0,25
Alta Fragilidade	Municípios que já tiveram, até o momento, patrimônios históricos e/ou sítios arqueológicos cadastrados	0,75

O valor de ponderação para a presença de sítios arqueológicos dentro do contexto desse componente-síntese é de 0,048, ou seja, baixo entre os indicadores socioeconômicos. Por um lado, o fato de algumas áreas já terem sido identificadas não significa que necessariamente são diferentes das demais, pois ocorreram justamente onde já houve pesquisas anteriores. Por outro lado, os tipos de materiais que provavelmente ocorrerão não significam um obstáculo muito relevante e pode resultar sim em aumento de conhecimento arqueológico na região, fato positivo.

- **Comunidades Étnicas**

Embora a bacia do rio Piquiri esteja plenamente localizada em um dos estados com grande quantidade de Terras Indígenas, nessa bacia em especial não há muitas comunidades étnicas, já que a maioria das Terras Indígenas demarcadas no Paraná situa-se nas bacias do Tibagi, do Iguaçu ou ainda em demais trechos do estado como o litoral.

As três Terras Indígenas demarcadas nos municípios que compõem a bacia do rio Piquiri: TI Ivai (Pitanga e Manoel Ribas), TI Marrecas (Turvo) e TI Rio das Cobras (Guaraniaçu, Espigão Alto do Iguaçu e Nova Laranjeiras) estão localizadas fora dos limites da bacia hidrográfica, quando muito, perto do divisor de águas.

Além dessas citadas, existe uma Terra Indígena ainda não demarcada no município de Laranjeiras do Sul denominada Toldo da Boa Vista (Kóho Mu).

Mesmo diante da ausência de Terras Indígenas demarcadas dentro do limite dessa bacia, optou-se por considerar esse indicador devido à sua importância étnica e legal.

Para fins de delimitação de fragilidade, considerando ainda a importância desse tema em relação a propostos empreendimentos, ficou definido o seguinte:

- a) alta fragilidade: TI indígenas demarcadas, cujo impacto representaria um obstáculo étnico e legal;
- b) média alta fragilidade: área de amortecimento de TIs demarcadas, ou seja, um raio de 10 km no seu entorno, numa área considerada de amortecimento
- b) médio baixo nível de fragilidade: área dos municípios que possuem alguma terra indígena demarcada ou não;
- c) baixo nível de fragilidade: demais municípios da bacia do rio Piquiri, que não possuem Terras Indígenas demarcadas ou não dentro de seus limites.

A tabela 7.6.1.8 apresenta o resumo dos critérios utilizados para esse indicador e o mapa AAI SE - 006 - PI COMUNIDADES ÉTNICAS permite a visualização desse indicador, incluindo a única TI existente.

Tabela 7.6.1.8 - Normatização do indicador - Comunidades Étnicas

Fragilidades	Critério	Centro de Classe
Baixa fragilidade	Municípios da bacia do rio Piquiri que não possuem Terras Indígenas dentro de seus limites	0,125
Média baixa fragilidade	Municípios que possuem alguma terra indígena demarcada ou não	0,375
Média alta fragilidade	Área de amortecimento de Terras Indígenas demarcadas (10 km)	0,625
Alta fragilidade	Terras indígenas demarcadas	0,875

O valor de ponderação de comunidades étnicas é 0,373, pois embora no contexto estadual a bacia do rio Piquiri é uma das que possui menor número de populações indígenas, já que conforme foi visto as poucas demarcadas situam-se longe do curso do rio Piquiri, quando muito nas proximidades do divisor de águas com outra bacia, caso existisse alguma próxima a eventual aproveitamento, a mesma deveria ter um peso muito maior em relação aos demais indicadores devido às implicações de ordem étnica e legal nesse tema.

7.6.2 Avaliação final dos indicadores para a socioeconomia

Para concluir o presente item, são apresentadas duas tabelas. Na tabela 7.6.2.1 estão todos os valores atribuídos através da matriz hierárquica par a par que definiu os fatores de ponderação utilizados em cada um dos indicadores (ver na última coluna).

A tabela 7.6.2.2 apresenta o resumo geral de todos os indicadores, com as definições, critérios, centros de classe, fatores de ponderação (resultantes da tabela 7.6.2.1) e, por fim, o valor do indicador, que foi repassado para os polígonos que servirão de base para os mapas de fragilidade do sistema de informações geográficas (Mapa AAI-FR-003-PI Fragilidade para o Meio Socioeconômico).

Tabela 7.6.2.1 – Matriz para definição dos valores ponderados para os indicadores de fragilidades ambientais do meio socioeconômico

	Dinâmica Demográfica	Estrutura Fundiária	Qualidade de Vida	Economia e Finanças	Patrimônio Arqueológico	Comunidades étnicas	Soma	%	Fator de Ponderação
Dinâmica Demográfica	1,000	0,333	1,000	3,000	3,000	0,333	8,667	13,461	0,135
Estrutura Fundiária	3,000	1,000	3,000	5,000	7,000	0,333	19,333	30,029	0,300
Qualidade de Vida	1,000	0,333	1,000	1,000	2,000	0,200	5,533	8,594	0,086
Economia e Finanças	0,330	0,200	1,000	1,000	1,000	0,200	3,730	5,794	0,058
Patrimônio Arqueológico	0,333	0,143	0,500	1,000	1,000	0,143	3,119	4,845	0,048
Comunidades étnicas	3,000	3,000	5,000	5,000	7,000	1,000	24,000	37,277	0,373
							64,382	100,0	1,0

Tabela 7.6.2.2 – Indicadores de fragilidades ambientais para meio socioeconômico

Indicador	Fragilidade	Critério	Centro de classe	Fator de Ponderação	Valor do Indicador
Dinâmica Demográfica	Baixa	Áreas rurais dos municípios com densidade demográfica abaixo da média nacional	0,125	0,135	0,017
	Média Baixa	Áreas rurais dos municípios com densidade demográfica acima da média nacional, mas abaixo de 40 hab/km ²	0,375		0,051
	Média Alta	Áreas rurais de municípios com densidade demográfica acima de 40 hab/km ²	0,625		0,084
	Alta	Núcleos urbanos de todos os municípios	0,875		0,118
Estrutura Fundiária	Baixa	Municípios com valores médios de terra abaixo de R\$ 5.525,00	0,125	0,3	0,038
	Média Baixa	Municípios com valores médios de terra entre R\$ 8.850,00 e R\$ 12.175,00 por hectare	0,375		0,113
	Média Alta	Municípios com valores médios de terra entre R\$ 8.850,00 e R\$ 12.175,00 por hectare	0,625		0,188
	Alta	Municípios com valores médios de terra entre R\$ 12.175,00 e R\$ 15.850,00 por hectare	0,875		0,263
Qualidade de Vida	Baixa	Municípios com melhores indicadores sociais	0,125	0,086	0,032
	Média Baixa	Municípios que ainda têm o que melhorar, mas de modo geral estão bem posicionados	0,375		0,054
	Média Alta	Municípios em situação mais precária, embora haja outros piores	0,625		0,075
	Alta	Municípios com piores indicadores sociais.	0,875		0,011
Economia e Finanças	Baixa	Municípios que apresentam maior evolução em critérios econômicos	0,125	0,058	0,007
	Média baixa	Municípios que apresentam piores índices econômicos, mas mesmo assim teriam melhoras com a implementação de aproveitamentos hidrelétricos.	0,375		0,022
	Média alta	Municípios cuja economia sofreria um pequeno prejuízo com a implementação de aproveitamentos hidrelétricos.	0,625		0,036
	Alta	Municípios cuja economia seria mais susceptível à implementação de aproveitamentos hidrelétricos.	0,875		0,051
Patrimônio Arqueológico	Baixa	Municípios que não tiveram, até o momento, patrimônios históricos e/ou sítios arqueológicos cadastrados	0,25	0,048	0,012

Indicador	Fragilidade	Critério	Centro de classe	Fator de Ponderação	Valor do Indicador
	Alta	Municípios que já tiveram, até o momento, patrimônios históricos e/ou sítios arqueológicos cadastrados	0,75		0,036
Comunidades Étnicas	Baixa	Municípios da bacia do rio Piquiri que não possuem Terras Indígenas dentro de seus limites	0,125	0,373	0,047
	Média baixa	Municípios que possuem alguma terra indígena demarcada ou não	0,375		0,140
	Média alta	Área de amortecimento de Terras Indígenas demarcadas (10 km)	0,625		0,233
	Alta	Terras indígenas demarcadas	0,875		0,326